

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

Факультет энергетический  
Кафедра автоматизации производственных процессов и электротехники  
Направление подготовки 15.03.04 - Автоматизация технологических процессов  
и производств  
Профиль Автоматизация технологических процессов и производств в  
энергетике

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ  
Заведующий кафедрой  
\_\_\_\_\_ А.А. Остапенко  
« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2017 г.

**БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА**

на тему: Микропроцессорная система автоматизации для подачи топлива в резервуарный парк котельной магистральной насосной станции №29 в Амурской области.

|   |                 |               |
|---|-----------------|---------------|
| Исполнитель<br>студент группы 341 - зсб     | _____           | С.С. Мартов   |
|   | (подпись, дата) |               |
| Руководитель<br>доцент, канд. техн. наук    | _____           | Н.С. Безруков |
|   | (подпись, дата) |               |
| Нормоконтроль<br>профессор, д-р. техн. наук | _____           | О.В. Скрипко  |
|   | (подпись, дата) |               |

Благовещенск 2017

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

Факультет энергетический  
Кафедра автоматизации производственных процессов и электротехники

УТВЕРЖДАЮ  
Заведующий кафедрой  
\_\_\_\_\_ А.А. Остапенко  
(подпись)

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2017 г.

### ЗАДАНИЕ

К выпускной квалификационной работе студента Мартова Сергея Степановича

1. Тема выпускной квалификационной работы: Микропроцессорная система автоматизации для подачи топлива в резервуарный парк котельной магистральной насосной станции №29 в Амурской области

(утверждена приказом от \_\_\_\_\_ № \_\_\_\_\_)

2. Срок сдачи студентом законченной работы \_\_\_\_\_

3. Исходные данные к выпускной квалификационной работе:

1) ФГОС направления подготовки бакалавров 15.03.04 Автоматизации технологических процессов и производств;

2) Учебный план направления подготовки бакалавров 15.03.04 Автоматизации технологических процессов и производств.

4. Содержание выпускной квалификационной работы:

1) Изучение объекта автоматизации и постановка задачи;

2) Разработка структурной схемы автоматизации;

3) Выбор технических средств;

4) Разработка принципиальной схемы;

5) Компоновка щитов управления;

6) Разработка программного обеспечения;

7) Разработка SCADA-системы.

5. Перечень материалов приложения:

Лист 1: Технологическая схема трубопроводного соединения резервуаров горизонтальных стальных;

Лист 2: Функциональная схема автоматизации;

Лист 3: Структурная схема автоматизации до модернизации;

Лист 4: Структурная схема автоматизации после модернизации ;

Лист 5: Принципиальная схема автоматизации;

Лист 6: Общий вид шкафа управления;

Лист 7: АРМ оператора.

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

7. Дата выдачи задания \_\_\_\_\_

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

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

Задание принял к исполнению (дата): \_\_\_\_\_

(подпись студента)

## РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа содержит 80 страниц, 5 формул, 18 рисунков, 4 таблицы, 3 приложения, 33 источника.

АВТОМАТИЗАЦИЯ, ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ СХЕМА, ПРИНЦИПИ-  
АЛЬНАЯ СХЕМА, МИКРОПРОЦЕССОРНАЯ СИСТЕМА АВТОМАТИЗА-  
ЦИИ, РАСХОДОМЕР, ДАТЧИК ДАВЛЕНИЯ, ДАТЧИК ТЕМПЕРАТУРЫ,  
УРОВНЕМЕР, ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ, НЕФТЕПЕРЕКАЧИВАЮЩАЯ СТАН-  
ЦИЯ, ЗАПОРНАЯ АРМАТУРА, ПРОГРАММИРУЕМЫЙ ЛОГИЧЕСКИЙ  
КОНТРОЛЛЕР, SCADA-СИСТЕМА

Цель выпускной работы: разработка автоматизированной системы подачи топлива в резервуарный парк котельной магистральной насосной станции № 29 в Амурской области.

В выпускной квалификационной работе был рассмотрен объект автоматизации, схема технологического процесса и основное оборудование, выбраны технические средства автоматизации и разработаны:

- структурная схема автоматизации;
- принципиальная электрическая схема соединений;
- эскиз щита управления;
- управляющая программа;
- SCADA-система.

## СОДЕРЖАНИЕ

|  |    |
|--|----|
| НОРМАТИВНЫЕ ССЫЛКИ   | 7  |
| ОПРЕДЕЛЕНИЯ, ОБОЗНАЧЕНИЯ, СОКРАЩЕНИЯ   | 9  |
| ВВЕДЕНИЕ   | 11 |
| 1 ОБЪЕКТ АВТОМАТИЗАЦИИ И ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ                                     | 12 |
| 1.1 Характеристика технологического процесса                                   | 12 |
| 1.2 Блочно-модульная водогрейная котельная МВК-30ГД                            | 13 |
| 1.3 Пример резервуарного парка котельной                                       | 15 |
| 1.4 Структура существующей системы регулирования                               | 15 |
| 1.5 Постановка задачи  | 19 |
| 1.5.1 Недостатки существующей системы  | 19 |
| 1.5.2 Эффективность применения микропроцессорного управления                   | 19 |
| 1.5.3 Задачи модернизации системы управления                                   | 20 |
| 1.5.4 Технологическая схема подключения РГС 20                                 | 21 |
| 2 РАЗРАБОТКА СТРУКТУРНОЙ СХЕМЫ АВТОМАТИЗАЦИИ                                   | 22 |
| 2.1 Нижний уровень   | 22 |
| 2.2 Средний уровень АСУ  | 23 |
| 2.3 Верхний уровень  | 24 |
| 3 ВЫБОР ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ  | 26 |
| 3.1 Датчик измерения температуры - ОВЕН ДТС3014                                | 26 |
| 3.2 Датчик измерения давления и гидростатического уровня<br>- Danfoss MBS 3000 | 27 |
| 3.3 Датчик измерения расхода - Massflow Endress Hauser                         | 29 |
| 3.4 Программируемый логический контроллер SiemensS7-315-2DP                    | 30 |
| 3.5 Спецификация средств автоматизации   | 32 |
| 3.6 Эскиз лицевой панели шкафа управления                                      | 42 |
| 4 РАЗРАБОТКА ПРИНЦИПАЛЬНОЙ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ СХЕМЫ                                 | 43 |
| 4.1 Электрическая схема соединений и ее спецификация                           | 43 |

|     |   |    |
|-----|---|----|
| 4.2 | Расчет и выбор устройств защиты   | 43 |
| 5   | РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ   | 47 |
| 5.1 | Выбор средств разработки  | 47 |
| 5.2 | Структура и назначение программного комплекса   | 47 |
| 5.3 | Входные и выходные переменные   | 48 |
| 5.4 | Программная модель технологического процесса и щита управления                          | 52 |
| 5.5 | Программа управления  | 52 |
| 5.6 | SCADA-система   | 56 |
| 5.7 | Экран визуализации  | 57 |
| 5.8 | Результаты апробации и перспективы развития программного обеспечения                    | 64 |
| 6   | ПРОМЫШЛЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ И ОХРАНА ТРУДА  | 70 |
| 6.1 | Анализ потенциальных опасностей на производстве и характеристика производственной среды | 70 |
| 6.2 | Организация мероприятий по пожарной безопасности  | 72 |
| 6.3 | Организация мероприятий по обеспечению безопасных и безвредных условий труда            | 74 |
|     | ЗАКЛЮЧЕНИЕ  | 78 |
|     | БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК  | 79 |
|     | ПРИЛОЖЕНИЕ А  | 81 |
|     | ПРИЛОЖЕНИЕ Б  | 84 |
|     | ПРИЛОЖЕНИЕ В  | 85 |

## НОРМАТИВНЫЕ ССЫЛКИ

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

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

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

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

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

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

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

ГОСТ 2.111-68 Единая система конструкторской документации. Нормоконтроль;

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

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

ГОСТ 2.301-68 Единая система конструкторской документации. Форматы;

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

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

ГОСТ 3.1116-79 Единая система технологической документации. Нормоконтроль;

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

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

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

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

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

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

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

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

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



## ОПРЕДЕЛЕНИЯ, ОБОЗНАЧЕНИЯ, СОКРАЩЕНИЯ

В выпускной квалификационной работе применены следующие обозначения и сокращения:

АРМ - автоматизированное рабочее место;

АРМО - автоматизированное рабочее место оператора;

АСУТП - автоматизированная система управления технологическими процессами;

АЦП - аналогово-цифровой преобразователь;

БРУ - блок ручного управления;

ВКР - Выпускная квалификационная работа;

ВСТО II - Восточная Сибирь - Тихий океан (II - участок Сковородино - Козмино);

ВУ - верхний уровень [МПСА];

ГДК - гранично-допустимая концентрация;

ДП - диспетчерский пункт;

ИВК - измерительно-вычислительный комплекс;

ИБП - источник бесперебойного питания;

ИВК - измерительно-вычислительный комплекс;

КИП - контрольно-измерительные приборы;

ККС - корпоративная компьютерная сеть;

КЦ - контроллер центральный (программируемый логический контроллер);

ЛВС - локальная вычислительная сеть;

ЛС - линия связи;

ЛТМ - линейная телемеханика;

МВК - модульная водогрейная котельная;

МДП - местный диспетчерский пункт;

МНС - магистральная насосная станция;

МПСА - микропроцессорная система автоматизации;

МПДК - местный пункт диспетчерского управления;

МТ - магистральный трубопровод;  
НГР - нефтегазовое регулирование;  
НПЗ - нефтяной перерабатывающий завод;  
НПС - нефтеперекачивающая станция;  
НУ - нижний уровень МПСА;  
ПК - персональный компьютер;  
ПЛК - программируемый логический контроллер;  
ПП - первичный преобразователь;  
ПНР - пуско-наладочные работы;  
ПО - программное обеспечение;  
ПУЭ - правила эксплуатации электроустановок;  
ПЭВМ - персональная электронная вычислительная машина;  
РДП - районный диспетчерский пункт;  
РГС - резервуар горизонтальный стальной;  
РП - резервуарный парк;  
СА - система автоматизации;  
САР - система автоматического регулирования;  
СВТ - средства вычислительной техники;  
СДКУ - система диспетчерского контроля и управления;  
СПАЗ - система противоаварийной защиты;  
УЗИП - устройством защиты от импульсных перенапряжений;  
УПН - участок перекачки нефти;  
УСО - устройство сопряжения с объектом;  
ШУ - шкаф управления;  
ЩУ - щит управления;  
ШТМ -шкаф телемеханики.

## ВВЕДЕНИЕ

Обслуживание резервуарных парков - совокупность процессов по зачислению, сохранению, выдаче, учету количества нефти, проверке и включению резервуара в работу, его проверки, техническому сервису и ремонту.

Металлические, чаще стальные горизонтальные или вертикальные цилиндрические резервуары показываются наиболее распространенным и зарекомендовавшим себя видом хранилищ для нефти и нефтепродуктов.

Магистральная насосная станция № 29 (НПС №29 «Архара») была основана в 2016 году. Она предназначена для увеличения давления в трубопроводе «ВСТО II».

Внедрение современных средств автоматизации резервуарного парка НПС №29 является актуальной задачей, т.к. позволит оперативно, в автоматизированном режиме, получать данные для коммерческого учета: уровни взливов и температуру нефти, хранящейся в группе резервуаров.

Двухуровневая система автоматизации обеспечивает контроль, защиту, автоматическое, дистанционное, местное и телемеханическое управление всем оборудованием станции.

Целью данной Выпускной квалификационной работы является совершенствование и автоматизация технологического процесса подачи топлива в резервуарный парк котельной НПС №29 «Архара».

Для комплексной и полной проработки вопроса ставлю перед собой следующие задачи:

- освоение технологии эксплуатации резервуарного парка и изучение состава его оборудования;
- замена устаревшего оборудования на более современное;
- внедрение ранее не использовавшихся в ней средств автоматизации.

При работе над проектом были использованы материалы ОАО «АК «Транснефть»» (технологический регламент НПС №29 «Архара»).

# 1 ОБЪЕКТ АВТОМАТИЗАЦИИ И ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ

## 1.1 Характеристика технологического процесса

Одним из основных объектов является резервуарный парк предназначенный для обеспечения технологического режима работы котельной установки.

Резервуары размещены группами, при этом каждая группа из четырех резервуаров ограждена сплошным земляным валом высотой 2,2-2,7 м с уклоном откосов 1:1,5. По верху защитного обвалования имеется площадка шириной 1 м. Через обвалование проходят пешеходные переходы, из бетонных ступеней с перилами ограждения, для обеспечения прохода эксплуатационного персонала. Расстояние между стенками резервуаров РВС-5000 составляет 27 м. Расстояние между стенками ближайших резервуаров, расположенных в соседних группах равно 57 м. Объем обвалования, свободного от резервуаров, составляет 5000 м<sup>3</sup>.

Резервуары РВС-5000 рассчитаны на избыточное давление 200 мм вод.ст. и разряжение 25 мм вод. ст.

На стальных вертикальных резервуарах РВСП-5000 устанавливается типовое оборудование, отвечающее требованиям стандартов и предназначенное для обеспечения надежной эксплуатации резервуаров, снижения потерь нефти от испарения, а также обеспечения пожарной безопасности.



Рисунок 1 – Котельная МВК-30ГД с резервуарами РГС-20

## 1.2 Блочно-модульная водогрейная котельная МВК-30ГД

Блочно-модульная водогрейная котельная МВК-30ГД магистральной насосной станции №29 в Амурской области адаптирована к работе на жидком и газообразном топливе.



Рисунок 2 – Блочно-модульная водогрейная котельная МВК-30ГД

В состав котельной входит площадка с резервуарами РГС-20, соединённые схемой трубопроводов и запорной арматурой. Котельная работает в автоматическом режиме, без постоянного присутствия обслуживающего персонала.

В котельной установлены два водогрейных котла «ТермотехникТТ 100-1500», котлы оборудованы газо-дизельными прогрессивными горелками НР73А-МГ.РР.С.РУ.А.8.50. Автоматика безопасности горелок осуществляет

постоянный контроль давления газа перед горелкой, давления воздуха подаваемого на горение, контроль наличия пламени и обеспечивает нормативный процесс эксплуатации газоиспользующего оборудования в автоматическом режиме исключая возможность вмешательства в этот процесс обслуживающего персонала, при неисправности или отключении автоматики безопасности блокируется возможность подачи газа на газоиспользующую установку в ручном режиме.

Встроенный блок управления горелки последовательно управляет работой горелки и проводит диагностику неисправностей.

Автоматизированная система управления блочно-модульной водогрейной газо-дизельной котельной построена на централизованном принципе управления с двухуровневой иерархической структурой. Нижний уровень системы включает в свой состав первичные датчики, преобразователи температуры, давления и расхода, регулирующую и запорную арматуру, электроприводы, преобразователи, промежуточные реле, кнопки, переключатели, сигнальные лампы, элементы звуковой сигнализации.

На нижнем уровне происходит измерение технологических параметров с помощью первичных преобразователей, посредством дискретных датчиков производится формирование дискретных сигналов и осуществляется непосредственное регулирование и управление технологическим процессом с помощью исполнительных механизмов и электроклапанов.

Верхний уровень системы включает в свой состав панель оператора и контроллер (ПЛК) модулям ввода/вывода которого подключается полевое оборудование. На верхнем уровне производится масштабирование значений технологических параметров, полученных от первичных датчиков, вычисление различных теплоэнергетических величин, в том числе отслеживание предельно-допустимых значений параметров, управление исполнительными механизмами и электроклапанами по заданным в программе алгоритмам, выполнение функций автоматики безопасности, управление сигнализацией и т. д.



### 1.3 Пример резервуарного парка котельной



Рисунок 3 – Резервуар горизонтальный стальной – РГС-20.

### 1.4 Структура существующей системы регулирования

Параметры технологических процессов ТП, измеренные датчиками Д, преобразуются в цифровую форму средствами сопряжения и вводятся в ЭВМ. После обработки в ЭВМ оперативная информация о ходе процесса поступает на средства отображения технологических параметров; статистическая информация, предназначенная для регистрации, а также вычисленные экономические и технологические показатели печатаются в виде отчета (документа), а данные, которые в дальнейшем могут использоваться в вычислениях, обычно фиксируются на машинных носителях: перфолентах, перфокартах, магнитных дисках и т. п.

Системы сбора и обработки данных выполняют в основном те же функции, что и системы централизованного контроля, и являются более высокой степенью их организации. Поэтому отличия между этими системами носят

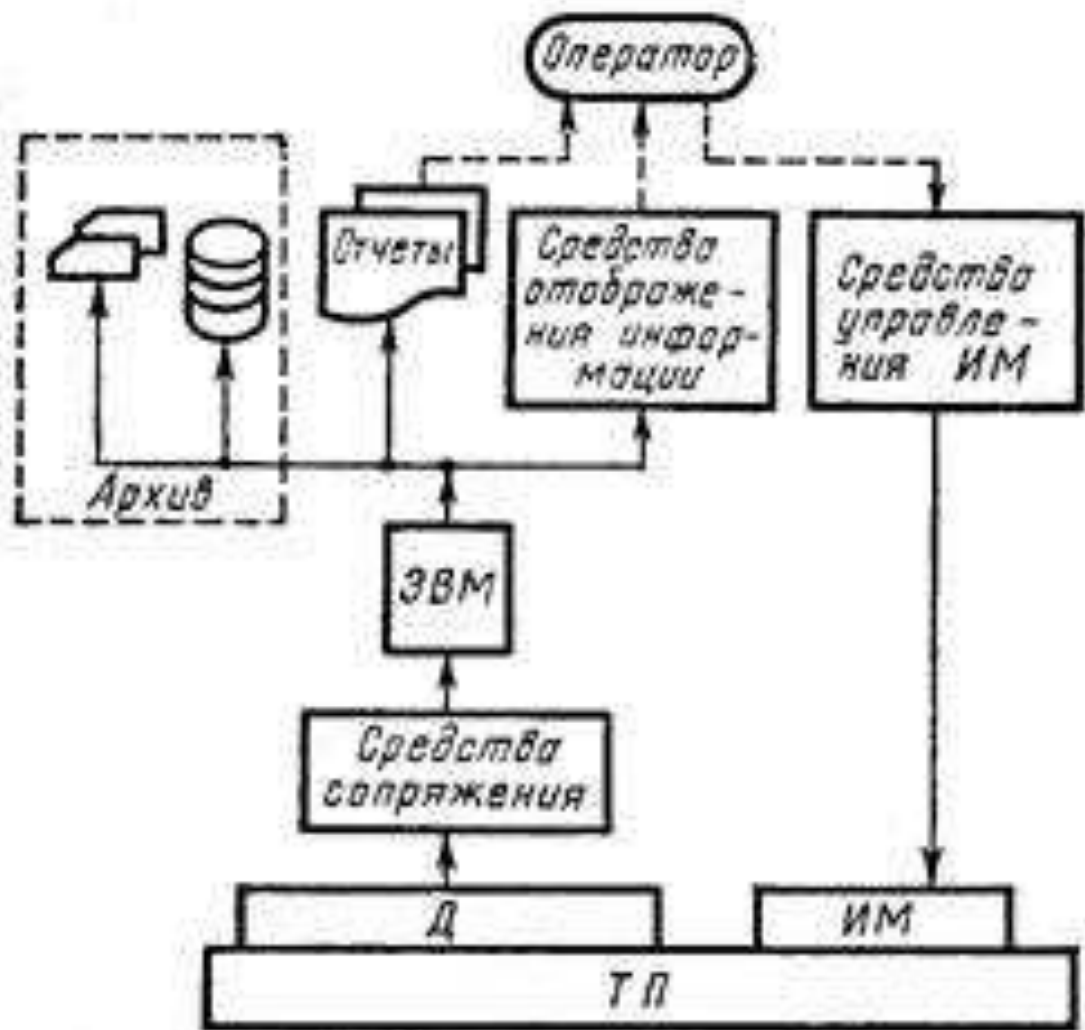


Рисунок 4 - Структура существующей АСУ ТП

преимущественно качественный характер. ЭВМ предоставляет широкие возможности для математической обработки данных.

В частности, сравнение текущих значений параметров с их максимально и минимально допустимыми значениями, принятое при централизованном контроле, можно дополнить более сложными с математической точки зрения процедурами прогнозирования характера изменения параметров. На основе прогноза оператор имеет возможность так воздействовать на процесс, чтобы не допустить существенного изменения параметров, которое снижает качество выпускаемого продукта. Для выбора рационального технологического режима часто требуются показатели, которые не измеряются непосредственно на объекте, а рассчитываются с привлечением справочных и нормативных данных. К таким



показателям относятся себестоимость выпускаемого продукта, обобщенные характеристики качества и др. ЭВМ позволяет рассчитывать эти показатели в реальном времени и предоставлять их оператору и технологу, что значительно повышает оперативность формирования управляющих воздействий.

Система сбора и обработки информации функционирует следующим образом. Математическое обеспечение ЭВМ состоит из библиотеки рабочих программ, каждая из которых выполняет одну или несколько функций централизованного контроля, и программы-диспетчера. Программа-диспетчер по заранее определенному порядку или в зависимости от текущих значений технологических параметров выбирает для выполнения ту или иную рабочую программу. Порядок выполнения рабочих программ может быть нарушен сигналом прерывания, который воспринимается и обрабатывается специальной подпрограммой программы-диспетчера. Сигнал прерывания может поступить от датчиков, установленных на технологическом оборудовании, если появляется информация, требующая внеочередной обработки и передачи оператору (аварийные остановки оборудования, резкое изменение состояния объекта управления), а также от оператора, которому требуются дополнительные сведения о процессе. Общение между оператором и ЭВМ ведется в режиме «запрос - ответ». Поэтому в составе математического обеспечения ЭВМ имеются программы-трансляторы для перевода с языка, на котором формулирует запрос оператор, на машинный язык. Есть также трансляторы для перевода с машинного языка на язык представления информации оператору, который не обязательно совпадает с языком запроса.

Наиболее современным средством связи оператора с ЭВМ, а также средством представления информации оператору является дисплей. Через клавиатуру дисплея оператор может передать запрос, а на экране получить ответ в любой удобной для восприятия форме. Такими формами могут быть сообщение, сформулированное на естественном человеческом языке, сообщение в табличной форме или форме графика, мнемосхема, на которой мигающими символами обозначены места, требующие повышенного внимания, или в цифровом

виде указаны значения технологических параметров в определенных узлах схемы. В тех случаях, когда требуется придать большую информативность мнемосхеме, используют дисплеи с цветным изображением.

Системы сбора и обработки информации используются при управлении технологическими и производственными процессами в тех случаях, когда существуют причины, по которым определение технологического режима и формирование управляющих воздействий должны выполнять люди. Наиболее частой причиной является сложность процесса, не позволяющая удовлетворительно описать его математической моделью, формально поставить и решить задачу управления.

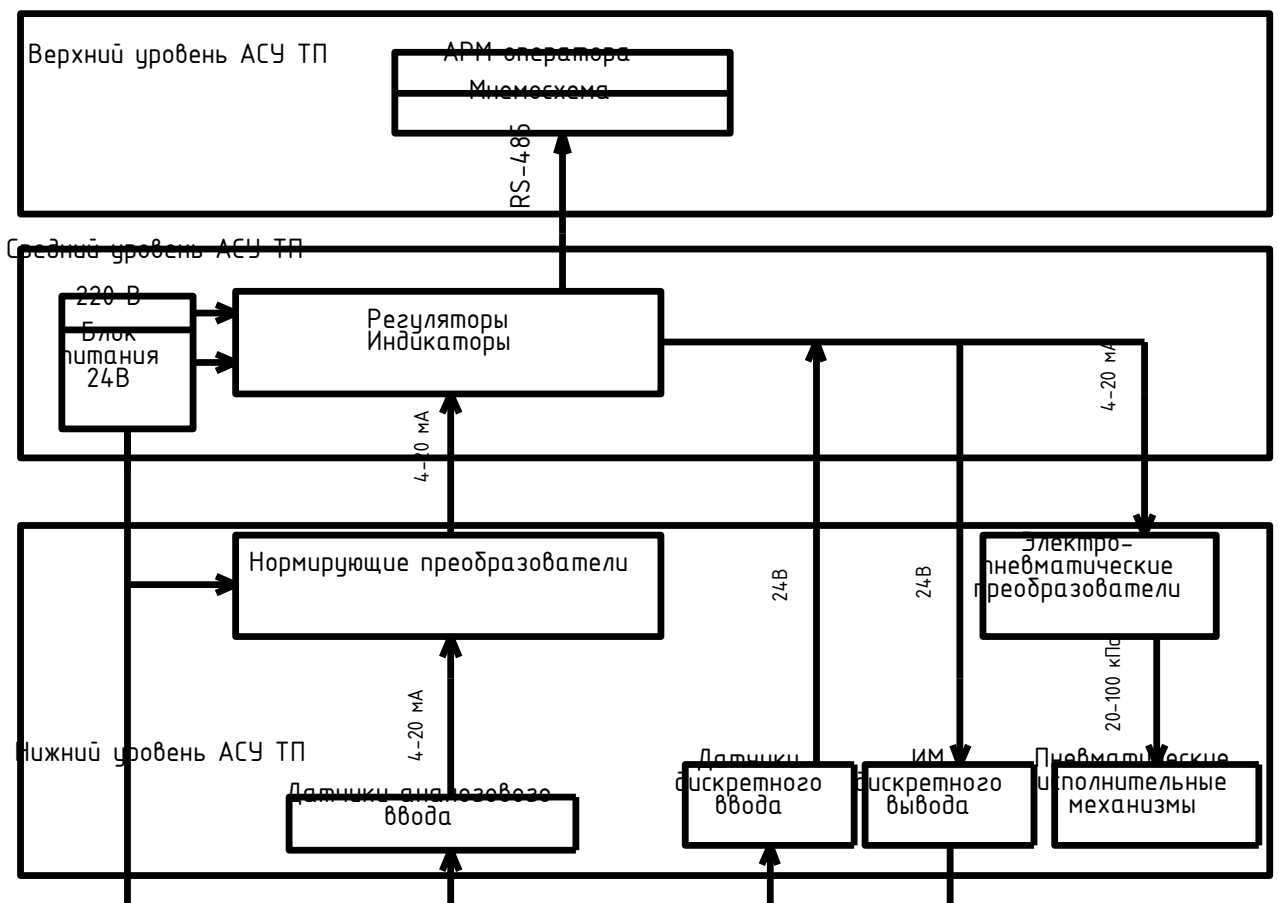


Рисунок 5 - Структурная схема существующей АСУ ТП

## 1.5 Постановка задачи

### 1.5.1 Недостатки существующей системы

Так как система построена на локальных регуляторах - общего состояния оборудования оператор не видит, и возможны аварии перелива и превышения допустимого значения по давлению. Данная система имеет большие риски по отказам из-за человеческого фактора, что снижает уровень безопасности труда на производстве.

### 1.5.2 Эффективность применения микропроцессорного управления

Существует ряд требований к автоматизации резервуарных парков.

Технологические системы автоматизации и телемеханизации РП должны обеспечивать:

- контроль состояния и управление технологическим оборудованием РП из операторной;

- автоматическую защиту и блокировку управления технологическим оборудованием РП;

- регистрацию, архивирование и отображение на АРМ оператора НПС информации о работе технологического оборудования РП;

- связь с другими системами автоматизации НПС.

Для обеспечения управления резервуарным парком система автоматизации должна выполнять:

- измерение уровня топлива в каждом резервуаре;

- измерение средней температуры топлива в каждом резервуаре;

- измерение температуры окружающего воздуха на площадке РП;

- расчёт скорости заполнения и скорости опорожнения резервуара;

- сигнализацию верхнего аварийного, верхнего допустимого, верхнего нормативного, нижнего аварийного, нижнего допустимого, нижнего нормативного уровня во всех резервуарах;

- сигнализацию уровня аварийного запаса в резервуарах, используемых для приема аварийного сброса нефти;

- сигнализацию минимального допустимого уровня, обеспечивающего

безаварийную эксплуатацию системы размыва донных отложений;

- сигнализацию достижения предельной максимальной скорости заполнения, аварийной максимальной скорости заполнения, предельной максимальной скорости опорожнения, аварийной максимальной скорости опорожнения;

- сигнализацию превышения предельного давления в трубопроводах резервуарного парка;

- дистанционное и автоматическое управление системой размыва донных отложений в резервуарах;

- дистанционное и автоматическое управление задвижками резервуарного парка и индикацию их положения [2].

Изучив перечень установленных средств автоматизации на резервуарах, считаю целесообразным заменить локальные регуляторы на микропроцессорный контроллер.

### 1.5.3 Задачи модернизации системы управления

Задача работы - модернизация автоматизированной системы контроля и управления резервуарным парком, написание программы на промышленный контроллер управления агрегатом на одном из стандартных языков IEC 61131-3.

Результатом разработки считаем составленный алгоритм работы резервуарным парком, процесса запуска, планированной остановки и вхождения в нормальный режим работы резервуарным парком, разработана управляющая программа в среде TiaPortal для ПЛК.

Технико-экономические параметры удостоверяют увеличение экономического эффекта от модернизации системы автоматизации в следствии внедрения ПЛК.

Система предназначена для ручного и автоматического управления подачи топлива, в резервуарный парк котельной обеспечивающей устойчивую и бесперебойную подачу горячей воды для отопления помещений нефтеперекачивающей станции. Основной упор сделан на снижение опасных факторов и рисков, обеспечение экономичности процесса заполнения резервуарного парка

котельной за счет автоматизации процесса. Предлагаемая система дает возможность уменьшения материальных и трудовых затрат, снижения человеческого фактора и обеспечения безопасности и контроля производства.

Система подачи топлива в резервуарный парк котельной разработана с целью повышения отказоустойчивости вновь проектируемых и реконструируемых систем Автоматизации площадочных объектов Магистральных Трубопроводов и систем линейной телемеханики с различными технологическими схемами и генпланами, упрощения процесса проектирования на основе использования типовых проектных решений, набора правил, требований, ограничений и библиотек принципиальных и функциональных схем, типовых алгоритмических модулей, используемых при проектировании конкретной Микропроцессорной Системе Автоматизации, упрощения процесса разработки математического обеспечения Систем Автоматизации площадочных объектов Магистральных Трубопроводов и систем линейной телемеханики, процессов его приёма и сопровождения.

#### 1.5.4 Технологическая схема подключения РГС 20

Технологическая схема подключения РГС 20 к магистральному трубопроводу приведена в приложении А.

В приложении на схеме приведена пара расходных емкостей РГС 20 связанных системой трубопровода и запорной арматуры для обеспечения подачи жидкого топлива в котельную, системой дренажа и емкостью для сбора утечек ЕП 20. В спецификации указаны компоненты технологической схемы подключения РГС 20 и условные обозначения.

## 2 РАЗРАБОТКА СТРУКТУРНОЙ СХЕМЫ АВТОМАТИЗАЦИИ

На сегодняшний день интегрированная автоматическая система управления процессом управления является многоуровневой человеко-машинной системой управления.

В АСУ ТП выделяют три основных уровня, ибо собственно на данных уровнях производится прямое регулирование технологическими процессами. Особенность любой конкретной системы управления устанавливается используемыми на каждом уровне программно-аппаратными средствами.

### 2.1 Нижний уровень

Нижний уровень - уровень первичных преобразователей, исполнительных механизмов и контроллеров, какие вводятся прямо на технологических объектах. В их функции включается получение информации о состоянии технологических параметров, конвертации их в надлежащую форму в целях передачи на более высокий уровень, а также в зачислении управляющих сигналов и в выполнении соответственных действий электроприводами и исполнительными механизмами [6].

Задачами нижнего уровня определяются:

- выборка данных об измеряемых технологических сведениях процесса;
- формирование управляющих воздействий на технологический процесс с целью поддержки
- технологических параметров в строго заданных значениях или модификации их по обусловленным законами;
- сигнализация о достижении параметров заданных пределов;
- блокировки ложных деяний персонала и управляющих устройств;
- защита от аварий по ходу процесса и по факту аварийных ситуаций.

Первичные преобразователи представляют информацию местным программируемым логическим контролерам (ПЛК, PLC Programming Logical Controller), какие могут реализовывать вытекающие функции [17]:

- получение и обрабатывание (первичные изменения) информации о параметрах процесса управления;
- управление электроприводами и прочими исполнительными устройствами;
- постановление и вывод решения проблем автоматического посредственного регулирования и т.д.

Представляется применить контроллеры с функцией настоящего времени.

Нижний уровень системы управления в существующей и модернизированной системе практически идентичен.

## 2.2 Средний уровень АСУ

Средний уровень АСУ - степень производственного участка. Данные с локальных контроллеров возможно посылать в сетевую директорию диспетчерской точки непринужденно, а также сквозь контроллеры второй величины. Зависимо от проблемы контроллеры среднего уровня осуществляют многообразные функции [15]:

- выбор данных с контроллеров нижнего уровня, и их обрабатывание;
- выработка сигналов управления на основе анализа информации;
- синхронизация работы подсистем;
- архивирования информации;
- обмен данными между локальными регуляторами и высшим уровнем системы;
- действия независимо от состояния связи с верхним уровнем АСУ.
- установление параметров распоряжающих приспособлений, локальных регуляторов, подсистем первого уровня;
- опрос и предохранение от поломок в конструкциях подсистем первого уровня.

Средний уровень существующей системы характеризуется наличием регулирующих приборов локального действия. Эти приборы рассчитаны на 1-2 контура управления и не могут обеспечить полную картину движения технологического процесса.

Модернизируемая же система имеет на среднем уровне программируемый логический контроллер Siemens 315-2-DP. Он позволяет выполнять всевозможные операции. Также система снабжается специализированным программным обеспечением, которое позволяет составить полную структуру АСУ ТП [13].

### 2.3 Верхний уровень

Верхний уровень - диспетчерский пункт (ДП) - содержит в себе одну или пару станций регулирования, выкачивается автоматизированным рабочим местом (АРМ) диспетчера / оператора.

Точки диспетчера предопределены для изображения продолжительности технологического процесса и управления в реальном времени. Данные задачи решают SCADA (SupervisoryControlAndDataAcquisition - управление на расстоянии и обработка данных первых уровней АСУ ТП).

Таким наименованием SCADA обуславливают системы мониторинга и управления на расстоянии. SCADA - это особая программная среда, ориентированная на снабжение интерфейса между оператором и системой регулирования, включая коммуникацию с окружающей средой.

Спектр функциональных вероятностей обуславливается функциями SCADA в программном обеспечении управлением и осуществлен почти в большинстве пакетах [10]:

- автоматическая технология, дает возможность создания программного обеспечения системы автоматизации без реального программирования;
- средства выполнения теоретических программ;
- выборка измеряемой информации от датчиков нижнего уровня;
- обрабатывание информации до обработки;
- фиксация алармов и исторических данных;
- хранение данных с потенциалом их последующей обработки (осуществится с помощью интерфейсов к базам данных);
- изображение данных в облике мнемосхем, графиков и т.д.;

На данном уровне реализовывается проверка производства и усовершенствование согласно экономическим и организационным показателям. Данный



процесс содержит сбор данных, поступающих с производственных участков, их накопления, обработку и выдачу управляющих директив нижним ступеням [7].

Задача регулирования предоставленного уровня:

- улучшение экономических параметров производства;
- регулирование согласно экономическим организационным показателям;
- сведения материальных балансов;
- архивирование данных;
- конфигурирование производственных рецептов и т.д.

В обобщенной структуре систем управления также используется понятие Micro-SCADA. Данные это системы реализуют типовые (базовые) функции, характерные SCADA-системам верхнего уровня, направлены на решение задач автоматизации в обусловленной области (узкого спектра задач). В соположение им SCADA-системы высшего уровня являются широкопрофильными [11].

Модернизированная система имеет в наличии СКАДyWinCC, что позволяет оператору своевременно реагировать на различные ситуации в ходе технологического процесса.

### 3 ВЫБОР ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ

#### 3.1 Датчик измерения температуры – ОВЕН ДТС3014.

Преобразователь сопротивления платиновый типа ОВЕН ДТС3014 используется в качестве датчика температуры и предназначен для постоянного определения температуры в различных промышленных системах и функционирует вместе с приборами, обладающими входом под термометры сопротивления.



Рисунок 6 - Внешний вид ОВЕН ДТС3014

Корпус изготовлен из нержавеющей стали типа 12Х18Н10Т и работает в диапазоне обмеряемых температур:  $-50..+120\text{ }^{\circ}\text{C}$

НСХ датчика: Pt1000 :

Диаметр первичного преобразователя: 5 мм;

Размер монтируемой части: 50 мм;

Величина длины кабеля 2 м;

Допуск: В;

Соединение к вторичным прибором: 2 – проводная;

Степень пыле и влагозащиты: IP67.

### 3.2 Датчик измерения давления и гидростатического уровня – Danfoss MBS 3000.

Параметры:

- использование в промышленности;
- границы замеров от 0..1 или 0..600 бар;
- многообразные вариации типов выходных сигналов;
- измерение абсолютного или избыточного давления;
- калибровка лазером;
- степень защиты от пыли и влаги IP65 или IP67.



Рисунок 7 - Внешний вид датчик измерения давления и гидростатического уровня – Danfoss MBS 3000

Таблица 1 - Параметры первичного преобразователя

|   |   |
|---|---|
| Среда для работы  | Газ<br>Вода<br>Жидкость<br>Масла            |
| Вид измеряемого давления  | Абсолютное/относительное                    |
| Границы замеров, бар  | 0..600                                      |
| Границы дозволённых температур контролируемой среды, °С                   | -40..85                                     |
| Границы возмещённых температур, °С  | 0..80                                       |
| Верность измерений  | $\leq \pm 0,5..1\%$ от границы измерений    |
| Добавочная погрешность на изменение значения температуры внешнего воздуха | $\pm 0,2\%$ от диапазона измерений на 10 °С |
| Время реагирования, мс  | менее 4                                     |
| Предел давления перегрузки в статике                                      | В 6 раз, но не больше 1500 бар              |
| Давление разрушения сенсора   | В 6 раз, но не больше 2000 бар              |
| Монтажное присоединение   | Наружная резьба G 1/4"А DIN 3852            |
| Материал контакта с контролируемой средой                                 | Нержавеющая сталь AISI 316L                 |

### 3.3 Датчик измерения расхода – Massflow Endress Hauser

Область применения:

Расходомеры предназначены для измерений массового расхода и массы (количества), плотности (концентрации) и температуры жидкостей: масел, жиров, кислот, щелочей, суспензий, нефтеперерабатывающей и химической промышленности, различных газов и их смесей при значительных перепадах температуры измеряемой среды и окружающего воздуха. Приборы могут быть использованы для вычисления и индикации объема и объемного расхода, для управления насосами или дозирования.

Принцип определения значения можно охарактеризовать обширным диапазоном замера и прямым определением массового расхода. Пригоден для измерения для воздуха, азота, углекислого газа и аргона в трубах низкого диаметра.



Рисунок 8 - Внешний вид расхода – MassflowEndressHauser

Параметры механизма

Фланцевая реализация: номинальный диаметр DN 15-50 (1/2-2»);

Действующие давление до PN 40, Cl.300;

Возможны разнообразные варианты подключения к процессу;

Конструкция в компактном реализации с питанием 24 ВDC;

Выходной сигнал 4...20 мА HART.

### 3.4 Программируемый логический контроллер SiemensS7-315-2DP



Рисунок 9 - Внешний вид ПЛК - SiemensS7-315-2DP

Центральные процессоры для работы программ средних и больших мощностей.

- Большая производительность. ПОЛЕ
- Встроенный интерфейс ведущего/ ведомого устройства

PROFIBUS DP.

- Сервис систем разделенного ввода-вывода на базе PROFIBUS DP.

В целях функционирования центрального процессора потребуется карта памяти (MMC), которая идет отдельным товаром.

Сфера использования

CPU 315-2 DP снабжен монтируемым интерфейсом PROFIBUS DP может, реализовывать программы средних и больших объемов.

ЦПУ применяется в системах автоматизации, снабженных сформированными системами местного и разделенного ввода-вывода.

В сети PROFIBUS DP CPU 315-2DP способен реализовывать функции главного (DPV1) или второстепенного приспособления.

CPU 315-2 DP показывается безукоризненной платформой что бы решить ряд технологических задач:

- управление ходом с применением среды EasyMotionControl

самодействующего управления на базе программных модулей STEP 7, а также ПО Standard и Modular PID Control.

### 3.5 Спецификация средств автоматизации.

Таблица 2 - Спецификация средств автоматизации

| Позиционное обозначение                  | Наименование  | Количество | Примечание                   |
|--|---|------------|------------------------------|
| 1  | 2   | 3          | 4                            |
| Контроль температуры магистрального газа |   |            |                              |
| 1-1                                      | Преобразователь сопротивления<br>ОВЕН ДТС 3014<br>Диапазон измерения: -50...200 С<br>Питание 24 В<br>Выходной сигнал 4...20мА | 1          | Монтаж закладным устройством |
| 2-1                                      | Преобразователь сопротивления<br>ОВЕН ДТС 3014<br>Диапазон измерения: -50...200 С<br>Питание 24 В<br>Выходной сигнал 4...20мА | 1          | Монтаж закладным устройством |
| 3-1                                      | Преобразователь сопротивления<br>ОВЕН ДТС 3014<br>Диапазон измерения: -50...200 С<br>Питание 24 В<br>Выходной сигнал 4...20мА | 1          | Монтаж закладным устройством |
| 4-1                                      | Преобразователь сопротивления<br>ОВЕН ДТС 3014<br>Диапазон измерения: -50...200 С<br>Питание 24 В<br>Выходной сигнал 4...20мА | 1          | Монтаж закладным устройством |



| 1   | 2   | 3 | 4                            |
|-----|---|---|------------------------------|
| 5-1 | Преобразователь сопротивления<br>ОВЕН ДТС 3014<br>Диапазон измерения: -50...200 С<br>Питание 24 В<br>Выходной сигнал 4...20мА | 1 | Монтаж закладным устройством |
| 6-1 | Преобразователь сопротивления<br>ОВЕН ДТС 3014<br>Диапазон измерения: -50...200 С<br>Питание 24 В<br>Выходной сигнал 4...20Ма | 1 | Монтаж закладным устройством |
| 7-1 | Преобразователь сопротивления<br>ОВЕН ДТС 3014<br>Диапазон измерения: -50...200 С<br>Питание 24 В<br>Выходной сигнал 4...20мА | 1 | Монтаж закладным устройством |
| 8-1 | Преобразователь сопротивления<br>ОВЕН ДТС 3014<br>Диапазон измерения: -50...200 С<br>Питание 24 В<br>Выходной сигнал 4...20мА | 1 | Монтаж закладным устройством |
| 9-1 | Преобразователь давления<br>DanfossMBS 3000<br>Диапазон измерения: 0...40 бар<br>Питание 24 В<br>Выходной сигнал 4...20мА     | 1 | Монтаж закладным устройством |

| 1    | 2   | 3 | 4                            |
|------|---|---|------------------------------|
| 10-1 | Преобразователь давления<br>DanfossMBS 3000<br>Диапазон измерения: 0...40 бар<br>Питание 24 В<br>Выходной сигнал 4...20мА | 1 | Монтаж закладным устройством |
| 11-1 | Преобразователь давления<br>DanfossMBS 3000<br>Диапазон измерения: 0...40 бар<br>Питание 24 В<br>Выходной сигнал 4...20мА | 1 | Монтаж закладным устройством |
| 12-1 | Преобразователь давления<br>DanfossMBS 3000<br>Диапазон измерения: 0...40 бар<br>Питание 24 В<br>Выходной сигнал 4...20мА | 1 | Монтаж закладным устройством |
| 13-1 | Преобразователь давления<br>DanfossMBS 3000<br>Диапазон измерения: 0...40 бар<br>Питание 24 В<br>Выходной сигнал 4...20мА | 1 | Монтаж закладным устройством |
| 14-1 | Преобразователь давления<br>DanfossMBS 3000<br>Диапазон измерения: 0...40 бар<br>Питание 24 В<br>Выходной сигнал 4...20мА | 1 | Монтаж закладным устройством |

| 1    | 2   | 3 | 4   |
|------|---|---|---|
| 15-1 | Преобразователь давления<br>DanfossMBS 3000<br>Диапазон измерения: 0...40 бар<br>Питание 24 В<br>Выходной сигнал 4...20мА   | 1 | Монтаж закладным устройством                  |
| 16-1 | УровнемерDanfossMBS 3000<br>Диапазон измерения: 0...40 бар<br>Питание 24 В<br>Выходной сигнал 4...20мА                      | 1 | Монтаж закладным устройством                  |
| 16-2 | Электропневматический преобразователь Dwyer 2700<br>Входной сигнал 4-24 мА<br>Питание 140 кПа<br>Выходной сигнал 20-100 кПа | 1 | Монтаж в нижней части шкафа, требуется фильтр |
| 16-3 | Пневматический клапан Dwyer 2900<br>Входной сигнал 20-100 кПа<br>Питание 140 кПа  | 1 | Подбор по диаметру трубопровода               |
| 17-1 | УровнемерDanfossMBS 3000<br>Диапазон измерения: 0...40 бар<br>Питание 24 В<br>Выходной сигнал 4...20мА                      | 1 | Монтаж закладным устройством                  |
| 17-2 | Электропневматический преобразователь Dwyer 2700<br>Входной сигнал 4-24 мА<br>Питание 140 кПа<br>Выходной сигнал 20-100 кПа | 1 | Монтаж в нижней части шкафа, требуется фильтр |

| 1    | 2   | 3 | 4   |
|------|---|---|---|
| 17-3 | Пневматический клапан Dwyer 2900<br>Входной сигнал 20-100 кПа<br>Питание 140 кПа  | 1 | Подбор по диаметру трубопровода               |
| 18-1 | Уровнемер Danfoss MBS 3000<br>Диапазон измерения: 0...40 бар<br>Питание 24 В<br>Выходной сигнал 4...20 мА                   | 1 | Монтаж закладным устройством                  |
| 18-2 | Электропневматический преобразователь Dwyer 2700<br>Входной сигнал 4-24 мА<br>Питание 140 кПа<br>Выходной сигнал 20-100 кПа | 1 | Монтаж в нижней части шкафа, требуется фильтр |
| 18-3 | Пневматический клапан Dwyer 2900<br>Входной сигнал 20-100 кПа<br>Питание 140 кПа  | 1 | Подбор по диаметру трубопровода               |
| 19-1 | Уровнемер Danfoss MBS 3000<br>Диапазон измерения: 0...40 бар<br>Питание 24 В<br>Выходной сигнал 4...20 мА                   | 1 | Монтаж закладным устройством                  |
| 19-2 | Электропневматический преобразователь Dwyer 2700<br>Входной сигнал 4-24 мА<br>Питание 140 кПа<br>Выходной сигнал 20-100 кПа | 1 | Монтаж в нижней части шкафа, требуется фильтр |

| 1    | 2   | 3 | 4   |
|------|---|---|---|
| 19-3 | Пневматический клапан Dwyer 2900<br>Входной сигнал 20-100 кПа<br>Питание 140 кПа  | 1 | Подбор по диаметру трубопровода               |
| 20-1 | Уровнемер Danfoss MBS 3000<br>Диапазон измерения: 0...40 бар<br>Питание 24 В<br>Выходной сигнал 4...20 мА                   | 1 | Монтаж накладным устройством                  |
| 20-2 | Электропневматический преобразователь Dwyer 2700<br>Входной сигнал 4-24 мА<br>Питание 140 кПа<br>Выходной сигнал 20-100 кПа | 1 | Монтаж в нижней части шкафа, требуется фильтр |
| 20-3 | Пневматический клапан Dwyer 2900<br>Входной сигнал 20-100 кПа<br>Питание 140 кПа  | 1 | Подбор по диаметру трубопровода               |
| 21-1 | Уровнемер Danfoss MBS 3000<br>Диапазон измерения: 0...40 бар<br>Питание 24 В<br>Выходной сигнал 4...20 мА                   | 1 | Монтаж накладным устройством                  |
| 21-2 | Электропневматический преобразователь Dwyer 2700<br>Входной сигнал 4-24 мА<br>Питание 140 кПа<br>Выходной сигнал 20-100 кПа | 1 | Монтаж в нижней части шкафа, требуется фильтр |

| 1    | 2   | 3 | 4   |
|------|---|---|---|
| 21-3 | Пневматический клапан Dwyer 2900<br>Входной сигнал 20-100 кПа<br>Питание 140 кПа  | 1 | Подбор по диаметру трубопровода               |
| 22-1 | Уровнемер Danfoss MBS 3000<br>Диапазон измерения: 0...40 бар<br>Питание 24 В<br>Выходной сигнал 4...20 мА   | 1 | Монтаж закладным устройством                  |
| 22-2 | Электропневматический преобразователь Dwyer 2700<br>Входной сигнал 4-24 мА<br>Питание 140 кПа<br>Выходной сигнал 20-100 кПа                       | 1 | Монтаж в нижней части шкафа, требуется фильтр |
| 22-3 | Пневматический клапан Dwyer 2900<br>Входной сигнал 20-100 кПа<br>Питание 140 кПа  | 1 | Подбор по диаметру трубопровода               |
| 23-1 | Преобразователь расхода Mass-flow EndressHauser<br>Диапазон измерения: 0.5...400 м <sup>3</sup> /час<br>Питание 24 В<br>Выходной сигнал 4...20 мА | 1 | Устанавливается совместно с диафрагмой        |
| 23-2 | Электропневматический преобразователь Dwyer 2700<br>Входной сигнал 4-24 мА<br>Питание 140 кПа<br>Выходной сигнал 20-100 кПа                       | 1 | Монтаж в нижней части шкафа, требуется фильтр |

| 1    | 2   | 3 | 4   |
|------|---|---|---|
| 23-3 | Пневматический клапан Dwyer<br>2900<br>Входной сигнал 20-100 кПа<br>Питание 140 кПа   | 1 | Подбор по диаметру трубопровода               |
| 24-1 | Преобразователь расхода Mass-flowEndressHauser<br>Диапазон измерения: 0.5...400 м <sup>3</sup> /час<br>Питание 24 В<br>Выходной сигнал 4...20мА | 1 | Устанавливается совместно с диафрагмой        |
| 24-2 | Электропневматический преобразователь Dwyer 2700<br>Входной сигнал 4-24 мА<br>Питание 140 кПа<br>Выходной сигнал 20-100 кПа                     | 1 | Монтаж в нижней части шкафа, требуется фильтр |
| 24-3 | Пневматический клапан Dwyer<br>2900<br>Входной сигнал 20-100 кПа<br>Питание 140 кПа   | 1 | Подбор по диаметру трубопровода               |
| 25-1 | Преобразователь расхода Mass-flowEndressHauser<br>Диапазон измерения: 0.5...400 м <sup>3</sup> /час<br>Питание 24 В<br>Выходной сигнал 4...20мА | 1 | Устанавливается совместно с диафрагмой        |

| 1    | 2  | 3 | 4   |
|------|--|---|---|
| 25-2 | <p>Электропневматический преобразователь Dwyer 2700</p> <p>Входной сигнал 4-24 мА</p> <p>Питание 140 кПа</p> <p>Выходной сигнал 20-100 кПа</p>                   | 1 | Монтаж в нижней части шкафа, требуется фильтр |
| 25-3 | <p>Пневматический клапан Dwyer 2900</p> <p>Входной сигнал 20-100 кПа</p> <p>Питание 140 кПа</p>  | 1 | Подбор по диаметру трубопровода               |
| 26-1 | <p>Преобразователь расхода Mass-flowEndressHauser</p> <p>Диапазон измерения: 0.5...400 м<sup>3</sup>/час</p> <p>Питание 24 В</p> <p>Выходной сигнал 4...20мА</p> | 1 | Устанавливается совместно с диафрагмой        |
| 26-2 | <p>Электропневматический преобразователь Dwyer 2700</p> <p>Входной сигнал 4-24 мА</p> <p>Питание 140 кПа</p> <p>Выходной сигнал 20-100 кПа</p>                   | 1 | Монтаж в нижней части шкафа, требуется фильтр |
| 26-3 | <p>Пневматический клапан Dwyer 2900</p> <p>Входной сигнал 20-100 кПа</p> <p>Питание 140 кПа</p>  | 1 | Подбор по диаметру трубопровода               |



| 1                      | 2  | 3 | 4                                 |
|------------------------|--|---|-----------------------------------|
| Остальное оборудование |  |   |                                   |
| G1                     | Блок питания 220 В<br>Выходное напряжение 24 VDC | 1 | Монтаж в щите<br>КИП              |
| QF1                    | Автоматический выключатель<br>380 В 16 А         | 1 | Монтаж в щите<br>КИП              |
| QF2                    | Автоматический выключатель<br>380 В 16 А         | 1 | Монтаж в щите<br>КИП              |
| QF3                    | Автоматический выключатель<br>380 В 16 А         | 1 | Монтаж в щите<br>КИП              |
| KM1                    | Магнитный пускатель 16А 1 NO                     | 1 | Монтаж в щите<br>КИП              |
| XT1                    | Клеммно блочный соединитель<br>30 контактный     | 1 | Монтаж в щите<br>КИП на DIN рейку |
| XT2                    | Клеммно блочный соединитель<br>30 контактный     | 1 | Монтаж в щите<br>КИП на DIN рейку |
| XT3                    | Клеммно блочный соединитель<br>30 контактный     | 1 | Монтаж в щите<br>КИП на DIN рейку |
| 6ES7331-<br>1KF01-0AB0 | Модуль аналоговых входов                         | 3 | Монтаж на рельс<br>контроллера    |
| 6ES7332-<br>5HD01-0AB0 | Модуль аналоговых выходов                        | 3 | Монтаж на рельс<br>контроллера    |
| 6ES7321-<br>1BL00-0AA0 | Модуль дискретных входов                         | 1 | Монтаж на рельс<br>контроллера    |
| 6ES7321-<br>1BL00-0AA0 | Модуль дискретных выходов                        | 1 | Монтаж на рельс<br>контроллера    |

### 3.6 Эскиз лицевой панели шкафа управления

С лицевой панели управления совершается только включением шкафа управления и насосами закачки и откачки топлива.

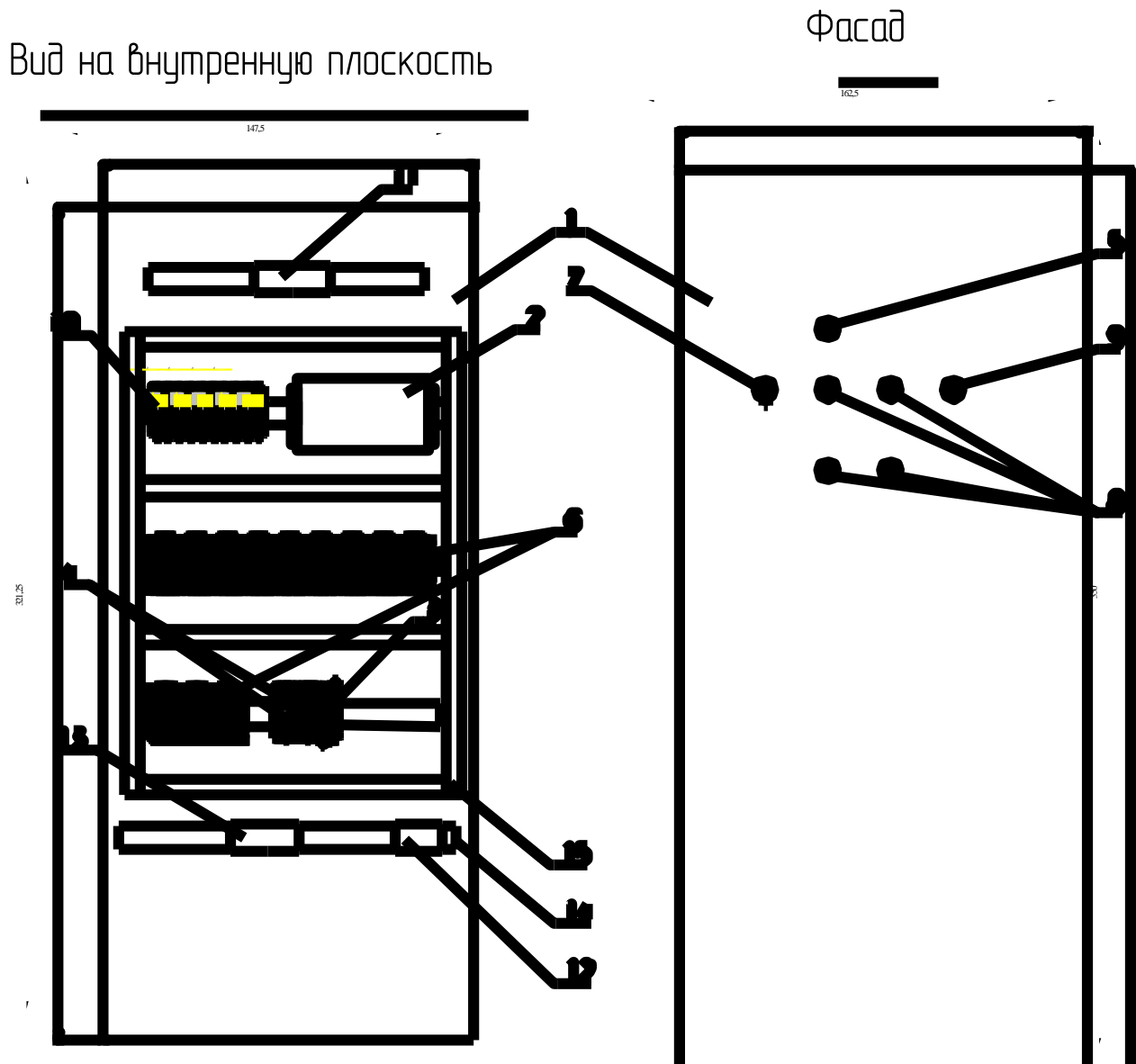


Рисунок 10 - Эскиз щита управления

## 4 РАЗРАБОТКА ПРИНЦИПАЛЬНОЙ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ СХЕМЫ

### 4.1 Электрическая схема соединений и ее спецификация

Схема соединений определяет конструктивное выполнение электрических соединений элементов в изделии. На схеме изображают все устройства и элементы, входящие в состав изделия, их входные и выходные элементы (соединители, платы, зажимы и т. п.) и соединения между ними. Устройства изображают в виде прямоугольников или упрощенных внешних очертаний, элементы - в виде условных графических обозначений, установленных в стандартах ЕСКД, прямоугольников или упрощенных внешних очертаний. Внутри прямоугольников или упрощенных внешних очертаний, изображающих элементы, допускается помещать их условные графические обозначения, а для устройств - их структурные, функциональные или принципиальные схемы.

Входные и выходные элементы изображают условными графическими обозначениями. Расположение изображений входных и выходных элементов или выводов внутри условных графических обозначений устройств и элементов должно примерно соответствовать их действительному расположению в устройстве или элементе.

На схеме указано подключение датчиков к модулям контроллеров, а также подключение выходных устройств.

Питание осуществляется с помощью блока питания 24 В.

### 4.2 Расчет и выбор устройств защиты

Надежность функционирования систем обеспечения безопасности опасных объектов промышленности целиком зависит от состояния электронных и программируемых электронных систем, связанных с безопасностью. Эти системы называются системой противоаварийной защиты (ПАЗ). Такие системы должны быть способны сохранять свою работоспособность даже в случае отказа других функций АСУ ТП резервуарного парка.

Главные задачи, возлагаемые на такие системы:

- предотвращение аварий и минимизация последствий аварий;
- блокирование (предотвращение) намеренного или ненамеренного вме-

шательства в технологию объекта, могущего привести к развитию опасной ситуации и инициировать срабатывание ПАЗ.

Для некоторых защит предусматривается наличие задержки между обнаружением аварийного сигнала и защитным отключением.

Для всех параметров защиты предусмотрен испытательный режим. В испытательном режиме устанавливается флаг защиты, запись в массиве защит и передается сообщение оператору, но управляющие воздействия на технологическое оборудование не формируются.

Алгоритмическое содержание функций ПАЗ состоит в реализации следующего условия: при выходе значений определенных технологических параметров, характеризующих состояние процесса или оборудования, за установленные (допустимые) пределы должно проводиться отключение (остановка) соответствующего агрегата или всей станции.

Входную информацию для группы функций противоаварийной защиты содержат сигналы о текущих значениях контролируемых технологических параметров, поступающие на логические блоки (программируемые контроллеры) от соответствующих первичных измерительных преобразователей, и цифровые данные о допустимых предельных значениях этих параметров, поступающие на контроллеры с пульта АРМ оператора НПС №29. Выходная информация функций противоаварийной защиты представлена совокупностью управляющих сигналов, посылаемых контроллерами на исполнительные органы систем защиты [4].

Развитие контроллерных интерфейсов, появление электронных систем отображения информации, SCADA систем и внедрение модульного принципа построения ПЛК привело к трансформации структуры контроллерной системы ПАЗ в структуру, представленную на рисунке 11.

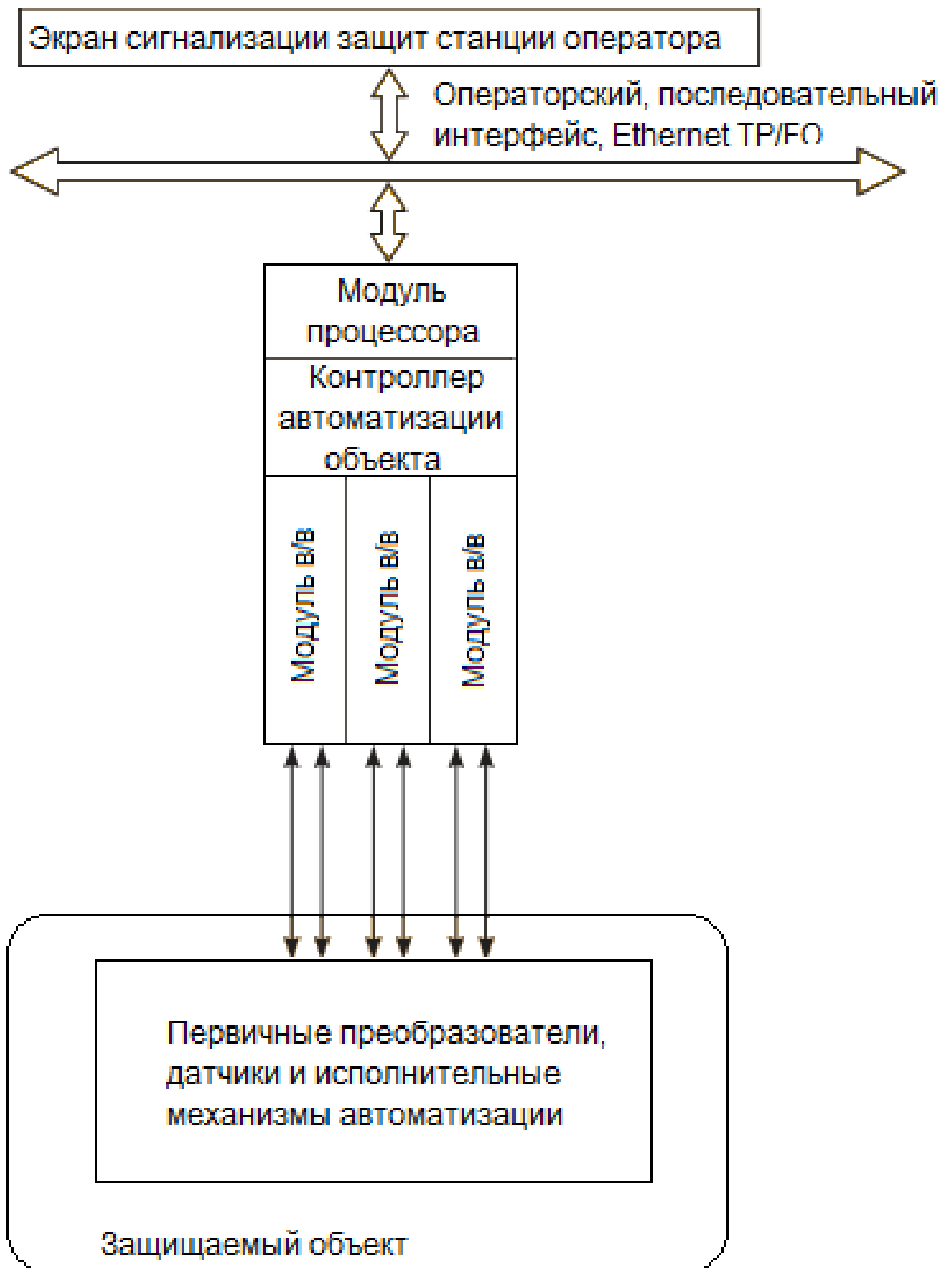


Рисунок 11 - Структура ПАЗ

Предусмотрим отдельную защиту цепей коммутирующей и сигнальной аппаратуры (кроме ПБР), цепей приборов и цепей ПБР.

В цепях коммутирующей и сигнальной аппаратуры находятся 20 электромагнитных реле с катушками напряжением 220 В мощности 1,2 ВА и 16 сигнальных ламп, потребляющих ток 20мА. Максимальный потребляемый ток цепей:

$$I_{\text{макс}} = 20 \times \frac{1,2}{220} + 16 \times 0,02 = 0,43 \text{ А.} \quad (4)$$

Для защиты цепей катушек промежуточных реле и сигнальных ламп задействуем автоматический выключатель ВА47-29-1Р 1А на номинальный ток 1 А.

В цепях приборов потребителями являются: ПЛК (максимальный потребляемый ток 150мА), блок питания БП15Б-Д2-24 мощностью 15 Вт и 2 прибора БРУ-7 с потребляемой мощностью 7ВА. Ориентировочно максимальный потребляемый ток цепей:

$$I_{\text{макс}} = 0,15 + \frac{15}{220} + 2 \times \frac{7}{220} = 0,28 \text{ А.} \quad (5)$$

Для защиты цепей приборов задействуем автоматический выключатель ВА47-29-1Р 1А на номинальный ток 1 А.

Для защиты цепей ПБР 3А и МЭО задействуем автоматические выключатели ВА47-29-3Р 5А на номинальный ток 5 А.

## 5 РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ

### 5.1 Выбор средств разработки

Результатом многолетних усилий и значительных инвестиций, вложенных в разработку, стал новый программный продукт компании Siemens, получивший название Totally Integrated Automation Portal или кратко TIA Portal.

#### Totally Integrated Automation Portal (TIA Portal)

Первая версия *TIA Portal* получила номер 11, как бы подчеркивая, гигантский шаг в развитии по сравнению с прошлым поколением. В нем, как в единой программной платформе, удалось объединить ВСЁ что необходимо для работы со ВСЕМИ компонентами автоматизации SIEMENS на ВСЕХ этапах работы с проектом.

Разработка проектов для контроллеров и устройств распределённого ввода-вывода, конфигурирование систем человеко-машинного интерфейса и SCADA систем, параметрирование сетевых компонентов и модулей связи, отладка программных алгоритмов управления, а так же ввод в эксплуатацию приводов - все это объединено в общую структуру программного обеспечения и имеют унифицированный пользовательский интерфейс. Это не только ускоряет работу, но и позволяет создавать прозрачные решения, которые просты в обслуживании и диагностике, могут быть легко расширены или трансформированы.

Во главу угла продукта TIA Portal поставлена простота использования продукта (Usability). Принципиально новый пользовательский интерфейс призван облегчить пользователю работу с платформой, а его унификация и стандартизация упрощают работу с разнообразным оборудованием. Это новое слово в разработке программного обеспечения. Основной упор сделан на наглядность, интуитивную понятность и отсутствие многократно вложенных структур.

### 5.2 Структура и назначение программного комплекса

В разработке проекта предусмотрена трехуровневая структура АСУ ТП. Рассмотрим программное обеспечение всех уровней [4].

Так для обеспечения полной работоспособности системы необходимо установить ПО для датчиков и ИМ (при необходимости), контроллера управления и АРМ оператора

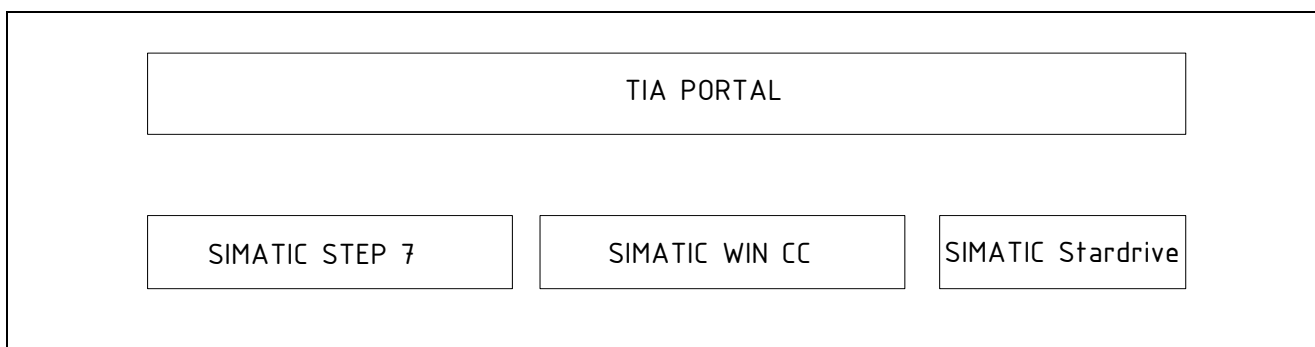


Рисунок 12 - Структура программного обеспечения среднего и верхнего уровня АСУ ТП

### Step 7

Используется в целях решения обширных область задач автоматического регулирования.

Обширный спектр специализированные параметры, сжатие временных ограничений проектирования систем регулирования.

Изображение программы в виде LAD, FBD и STL; легкое переведение состояния проекта между редакторами перечисленных языков.

STEP 7-Micro/WIN - это благоприятное и элементарное для изучения программное обеспечение, определенное для написания программ и сервиса программируемых контроллеров SIMATIC S7-300. Данное программное снабжение может применяться для постановления обширной области задач автоматизации.

#### 5.3 Входные и выходные переменные

Входные:

- уровень в резервуаре 1
- уровень в резервуаре 2
- уровень в резервуаре 3
- уровень в резервуаре 4



- уровень в резервуаре 5
- уровень в резервуаре 6
- уровень в резервуаре 7
- уровень в дренажной емкости
- давление в магистрали
- температура в резервуаре 1
- температура в резервуаре 2
- температура в резервуаре 3
- температура в резервуаре 4
- температура в резервуаре 5
- температура в резервуаре 6
- температура в резервуаре 7
- расход топлива

#### Выходные

- управление клапанами подачи
- управление клапанами слива
- управление дренажными клапанами
- управление насосами

## Разработка происходила в среде TIAPORTAL

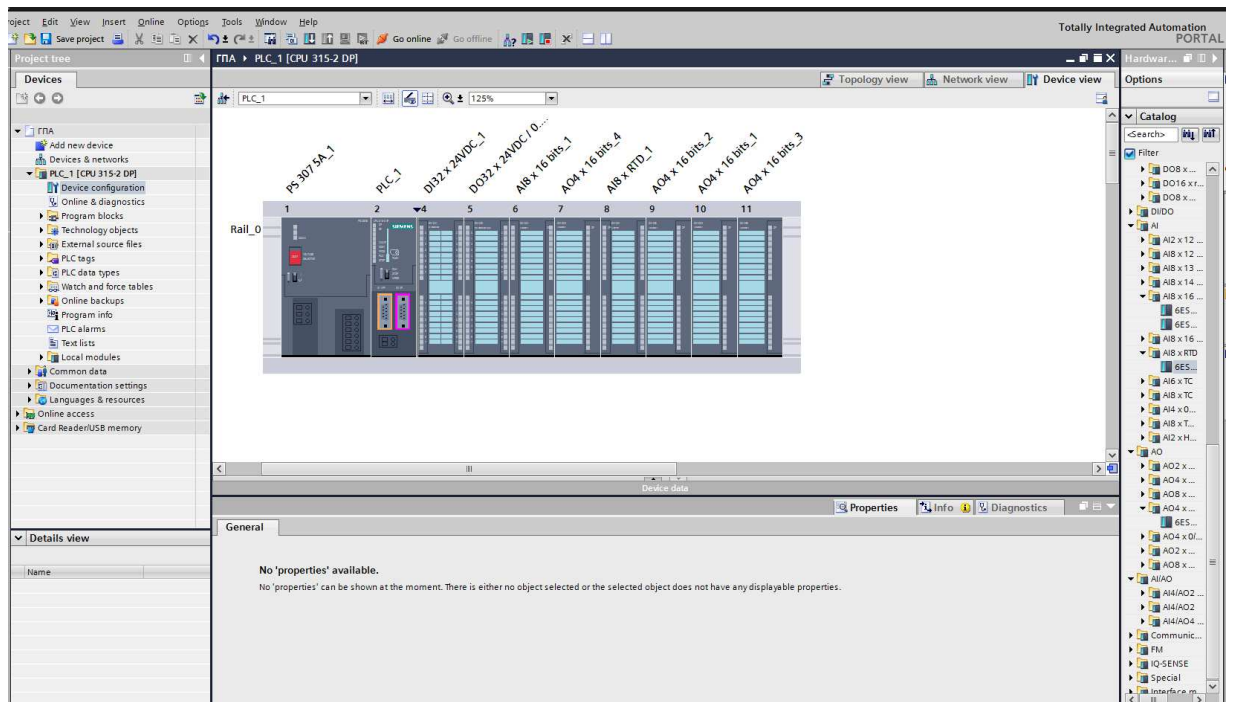


Рисунок 13 - Конфигурирование ПЛК

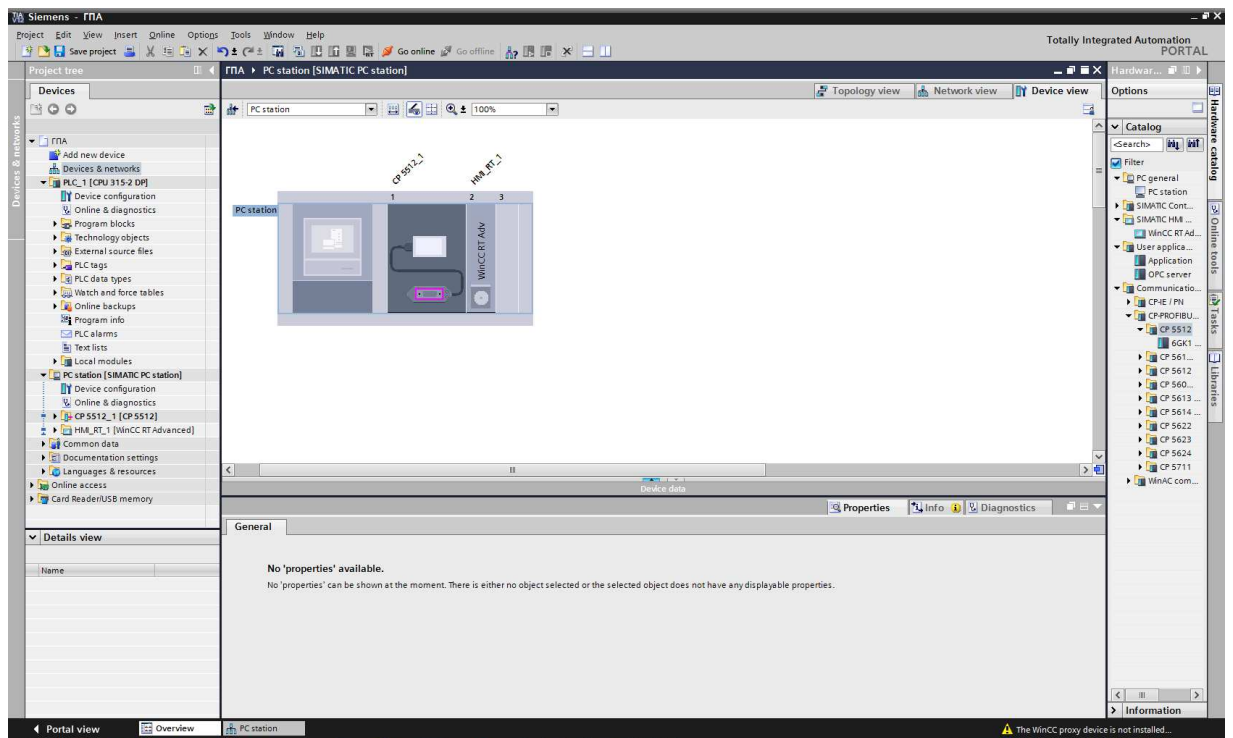


Рисунок 14 - Конфигурирование АРМ оператора

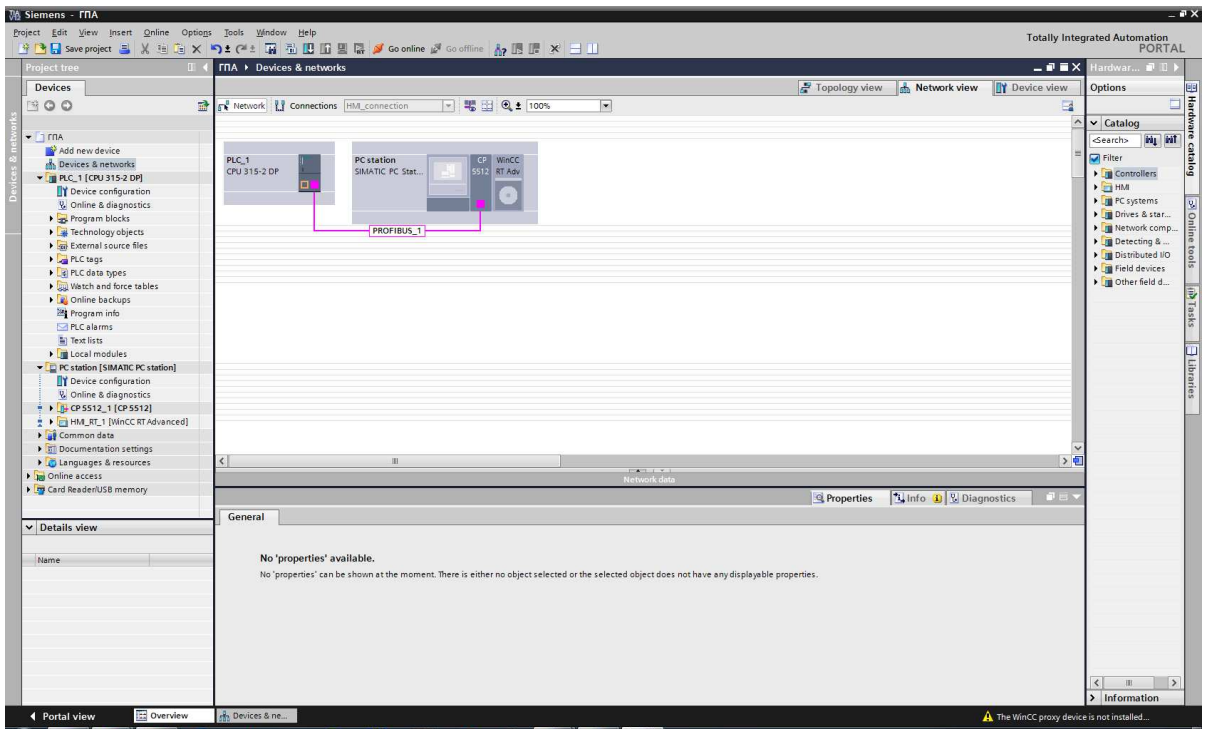


Рисунок 15 - Конфигурирование сети

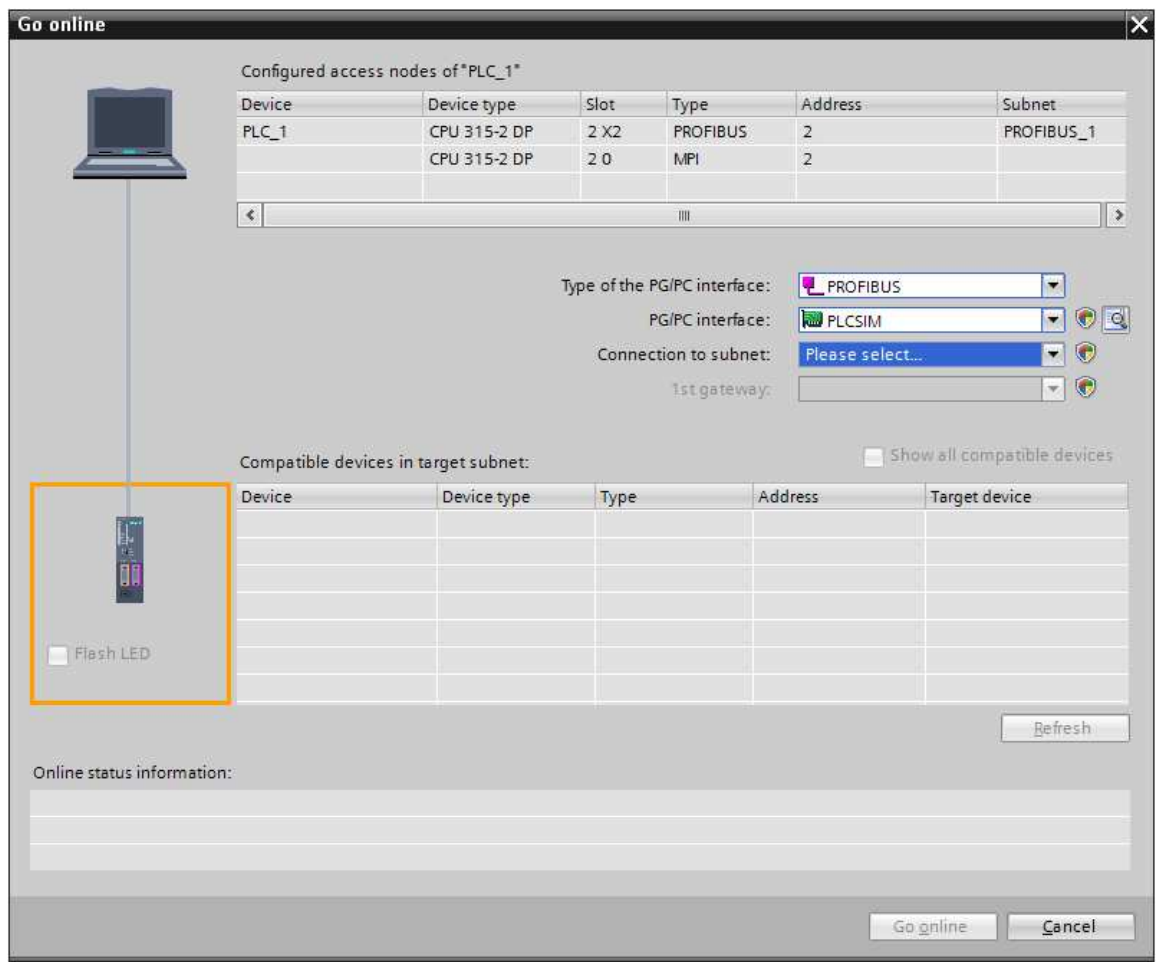


Рисунок 16 - Настройка сети

#### 5.4 Программная модель технологического процесса и щита управления

В соответствии с ГОСТ 8 346-2000, 8 570-2000 регламентная поверка резервуаров осуществляется 1 раз в год. Ввиду химических свойств примесей в сырье в результате переработки и хранения в нефтепродуктах образуется подтоварная вода и парафин, который осаждается на стенках резервуара, что не учитывается в стандарте.

В существующих системах управления РП, таких фирм как «Альбатрос», «Валком», «Enraf» (EntisPro, OptiLevel), «Комбит-инструмент» (SAAB TankRadar 1/2), «AgrosyTech», СУ РП «УХТА-1», УИП9602 данные функции недостаточно проработаны как на аппаратном, так и на программном уровне, или вообще отсутствуют.

На качество продукта влияет множество взаимосвязанных факторов. Для НЛП на первый план выходят содержание парафина и количество подтоварной воды в резервуаре. При длительной эксплуатации резервуара в промежутке между поверками на дне резервуара накапливается подтоварная вода и на стенках оседает парафин, которые смешиваются с вновь заливаемым продуктом, ухудшая его качество, и изменяют реальный объем нефтепродукта.

Поэтому для получения качественного продукта переработки необходимо осуществлять дополнительные функции, направленные на постоянное, в течение всего периода эксплуатации РП, определение количественных характеристик примесей, остающихся в эксплуатируемом резервуаре, то есть в состав АСУТП предприятия должна быть включена система мониторинга состояния резервуарного парка.

#### 5.5 Программа управления

FUNCTION\_BLOCKFB41

TITLE =«Непрерывный PID регулятор»

AUTHOR : SIMATIC

FAMILY : ICONT

NAME : CONT\_C

VERSION : « 1.5»

//reversed by komatic

VAR\_INPUT

|          |                          |  |
|----------|--------------------------|--|
| COM_RST  | : BOOL ;                 | //Полныйрестарт                                  |
| MAN_ON   | : BOOL := TRUE;          | //Ручнойрежимвключить                            |
| PVPER_ON | : BOOL ;                 | //Чтение входной переменной с периферии включить |
| P_SEL    | : BOOL := TRUE;          | //Пропорциональную составляющую включить         |
| I_SEL    | : BOOL := TRUE;          | //Интегральную составляющую включить             |
| INT_HOLD | : BOOL ;                 | //Удержание интегральной составляющей            |
| I_ITL_ON | : BOOL ;                 | //Инициализировать интегральную составляющую     |
| D_SEL    | : BOOL ;                 | //Дифференциальную составляющую включить         |
| CYCLE    | : TIME := T#1S;          | //Время выполнения блока                         |
| SP_INT   | : REAL ;                 | //Внутреннее задание                             |
| PV_IN    | : REAL ;                 | //Входная переменная                             |
| PV_PER   | : WORD ;                 | //Входная переменная (периферия)                 |
| MAN      | : REAL ;                 | //Ручной выход                                   |
| GAIN     | : REAL := 2.000000e+000; | //Коэффициент пропорциональности                 |
| TI       | : TIME := T#20S;         | //Время интегрирования                           |
| TD       | : TIME := T#10S;         | //Время дифференцирования                        |
| TM_LAG   | : TIME := T#2S;          | //Время действия дифференциальной составляющей   |
| DEADB_W  | : REAL ;                 | //Ширина зоны нечувствительности                 |

```

LMN_HLM      : REAL := 1.000000e+002; //Верхний предел выходного
сигнала
LMN_LLM      : REAL ;                //Нижний предел выходного сигнала
PV_FAC       : REAL := 1.000000e+000; //Коэффициент для корректи-
ровки входной переменной (умножение)
PV_OFF       : REAL ;                //Коэффициент для корректировки вход-
ной переменной (сложение)
LMN_FAC      : REAL := 1.000000e+000; //Коэффициент для корректи-
ровки выходной переменной (умножение)
LMN_OFF      : REAL ;                //Коэффициент для корректировки
входной переменной (сложение)
I_ITLVAL     : REAL ;                //Начальное значение интегральной со-
ставляющей
DISV         : REAL ;                //Возмущающая переменная
END_VAR
VAR_OUTPUT
LMN          : REAL ;                //Выходное значение
LMN_PER      : WORD ;                //Выходное значение (переферия)
QLMN_HLM     : BOOL ;                //Верхний предел выхода достигнут
QLMN_LLM     : BOOL ;                //Нижний предел выхода достигнут
LMN_P        : REAL ;                //Пропорциональная составляющая
LMN_I        : REAL ;                //Интегральная составляющая
LMN_D        : REAL ;                //Дифференциальная составляющая
PV           : REAL ;                //Входная переменная
ER           : REAL ;                //Сигнал рассогласования
END_VAR
VAR
sInvAlt      : REAL ;
sIanteilAlt  : REAL ;
sRestInt     : REAL ;

```

```

sRestDif      : REAL ;
sRueck        : REAL ;
sLmn          : REAL ;
sbArwHLMon    : BOOL ;           //Выход достиг максимального значения
sbArwLLMon    : BOOL ;           //Выход достиг минимального значения
sbILimOn      : BOOL := TRUE;
END_VAR
VAR_TEMP
  Hvar         : REAL ;           //Hilfsvariable
  rCycle       : REAL ;           //Abtastzeit in real
  Diff         : REAL ;           //Дндерungswert
  Istwert      : REAL ;           //Istwert
  ErKp         : REAL ;           //Вспомогательнаяпеременная
  rTi          : REAL ;           //Integrationszeit in real
  rTd          : REAL ;           //Differentiationszeit in real
  rTmLag       : REAL ;           //Verzцgerungszeit in real
  Panteil      : REAL ;           //P-Anteil
  Ianteil      : REAL ;           //I-Anteil
  Danteil      : REAL ;           //D-Anteil
  Verstaerk    : REAL ;           //Verstдрkung
  RueckDiff    : REAL ;           //Differenz des Rьckkopplungswertes
  RueckAlt     : REAL ;           //Alter Rьckkopplungswert
  dLmn         : REAL ;           //Stellwert
  gf           : REAL ;           //Hilfwert
  rVal         : REAL ;           //Real Hilfsvariable
END_VAR
BEGIN
IF COM_RST           //Полныйрестарт
THEN
  // Обнулениепеременных

```

```

sIanteilAlt:=I_ITLVAL;
LMN:=0.0; //Выходное значение
QLMN_HLM:=0; //Верхний предел выхода достигнут
QLMN_LLM:=0; //Нижний предел выхода достигнут
LMN_P:=0.0; //Пропорциональная составляющая
LMN_I:=0.0; //Интегральная составляющая

```

## 5.6 SCADA-система

### Информационный обмен

PROFIBUS-DP - это открытая система шин, соответствующая стандарту IEC 61784-1:2002 Ed1 CP 3/1 с протоколом передачи «DP» (DP означает «децентрализованная периферия»).

Физически PROFIBUS-DP это или электрическая сеть на основе экранированной 2-проводной линии, или оптическая сеть на основе волоконно-оптического кабеля.

Протокол передачи «DP» обеспечивает быстрый, циклический обмен данными между CPU контроллера и периферийными устройствами.

Master-устройство DP (DP-master) связывает CPU контроллера с периферийными устройствами. DP-master обменивается данными с периферийными устройствами посредством PROFIBUS-DP и контролирует систему шин PROFIBUS-DP.

Децентрализованные периферийные системы (slave-устройства DP) подготавливают данные датчиков и исполнительных элементов на месте, чтобы их можно было передать с помощью PROFIBUS-DP в CPU контроллера.

К PROFIBUS-DP можно подключать самые разнообразные устройств как в качестве master-устройств DP, так и в качестве slave-устройств DP, при условии, что их поведение соответствует стандарту IEC 61784-1:2002 Ed1 CP 3/1. Могут применяться следующие устройства:

- SIMATICS5;
- SIMATICS7/M7/C7;
- Устройство программирования SIMATIC или ПК;



- Человеко-машинный интерфейс SIMATIC, или ЧМИ (HMI = humanmachineinterface) (панель оператора, OP; станция оператора, OS; текстовый дисплей, TD);
- Устройства других производителей.

Следующий рисунок иллюстрирует типичную структуру сети PROFIBUS-DP.

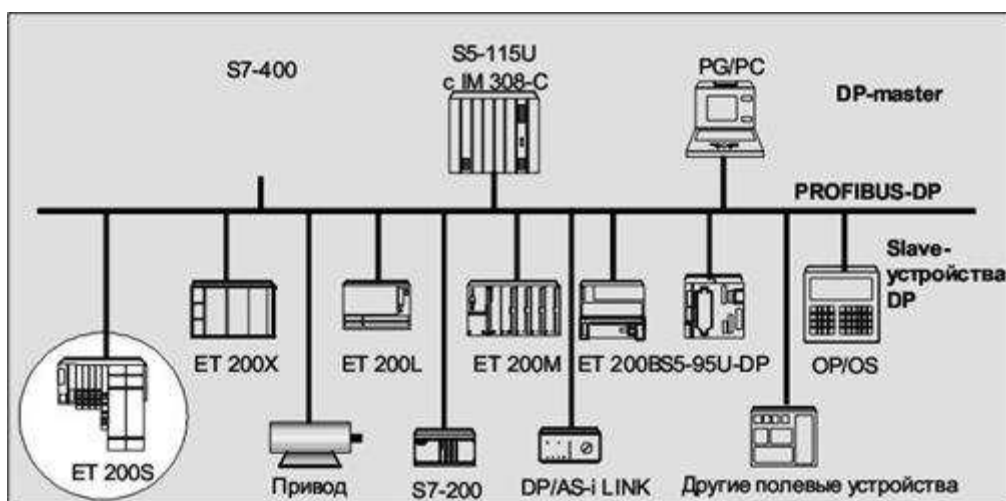


Рисунок 17 - Типичная структура сети PROFIBUS-DP

DP-master встраивается в соответствующее устройство например, в S7-400 имеется интерфейс PROFIBUS-DP, интерфейсный master-модуль IM 308-C вставляется в S5-115U. Slave-устройствами DP являются устройства децентрализованной периферии, связанные с master-устройствами DP с помощью PROFIBUS-DP.

### 5.7 Экран визуализации

#### WinCC (TIA Portal)

Интегрированное семейство инструментальных средств проектирования для конфигурирования панелей операторов SIMATIC HMI, а также компьютерных систем визуализации на базе WinCCRuntimeAdvanced и WinCCRuntimeProfessional.

WinCC (TIA Portal) базируется на функциональных возможностях новой централизованной среды проектирования Totally Integrated Automation Portal

(TIA Portal), которая предоставляет пользователю однородный, эффективный и интуитивно понятный интерфейс для решения всех задач автоматизации.

WinCC (TIA Portal) позволяет решать широкий круг задач человеко-машинного интерфейса: от разработки проектов для панелей операторов BasicPanel до SCADA приложений.

Совместно со STEP 7 (TIA Portal) пакет WinCC (TIA Portal) формирует эффективную среду проектирования для решения всех задач автоматизации .

Текущие версии:

SIMATIC WinCC V11 Basic;

SIMATIC WinCC V11 Comfort;

SIMATIC WinCC V11 Advanced;

SIMATIC WinCC V11 Professional;

WinCC (TIA Portal).

Интегрированное программное обеспечение конфигурирования, снижающее затраты на обучение персонала, эксплуатацию и обслуживание готовых систем автоматизации, а также инвестиции в новые проекты.

Полная поддержка требований концепции Totally Integrated Automation (TIA). Снижение инженерных затрат и затрат на жизненный цикл систем автоматизации.

Минимизация затрат на конфигурирование благодаря повторному использованию масштабируемых динамических объектов.

Интеллектуальный инструментарий для простого и эффективного конфигурирования:

Мастер определения базовой структуры HMI проекта.

Табличный редактор для упрощенного создания и обработки однотипных объектов. Например, переменных, текстов, сообщений и т.д.

Сложные задачи конфигурирования, такие как определение путей движения или создание фундаментальных запросов оператора решаются методом графического конфигурирования.

Исчерпывающая поддержка многоязыковых конфигураций для использования готовых проектов во всем мире:

Выбор представления для ввода данных конфигурации на нескольких языках.

Системные и пользовательские словари.

Экспорт/ импорт текстов на разных языках.

Защита инвестиций за счет импорта конфигураций из WinCCflexible 2008 SP2.

Функциональные возможности инструментальных средств проектирования семейства SIMATIC WinCC возрастают от редакции Basic до редакции Professional. Каждая редакция пакета более высокого уровня обеспечивает поддержку всех функций пакетов более низкого уровня. Например, пакет SIMATIC WinCCProfessional способен поддерживать весь спектр функций человеко-машинного интерфейса и может использоваться как для разработки проектов отдельных панелей операторов, так и для построения одно- или многоместных компьютерных систем оперативного управления и мониторинга.

Набор функций, поддерживаемых WinCC редакций более низкого уровня до редакций более высокого уровня, может быть расширен с помощью пакетов Powerpack. WinCCBasic такого расширения не допускает.

Инструментальные средства проектирования WinCC обеспечивают поддержку конфигурирования всех возможных Runtime опций для панелей операторов SIMATIC и компьютеров с программным обеспечением WinCCRuntimeAdvanced или WinCCRuntimeProfessional независимо от состава приобретенных RT лицензий. Однако для использования сконфигурированных Runtime опций на целевых системах должны присутствовать соответствующие RT лицензии.

Интеграция в системы автоматизации.

Интеграция в SIMATIC Totally Integrated Automation Portal (TIA Portal).

Общее управление данными и однородный набор символьных имен для контроллеров и систем человеко-машинного интерфейса.

Оптимальное взаимодействие между контроллерами и системами человеко-машинного интерфейса в рамках единой рабочей среды.

Системная диагностика в виде интегрированного компонента.

Общее использование коммуникационных настроек.

Использование механизма Drag&Drop для формирования переменных (тегов) систем человеко-машинного интерфейса.

Конфигурируемый интерфейс.

Интуитивно понятный интерфейс пользователя с максимальной степенью удобства выполнения всех операций.

Полный и быстрый доступ к редакторам и данным проекта.

Адаптация интерфейса пользователя к использованию инструментальных средств проектирования в зависимости от вида конфигурируемой системы.

Определяемые пользователем настройки интерфейса. Например, для слоев, панелей инструментов и т.д.

Встроенные функции работы с большими объемами данных для эффективного выполнения операций конфигурирования.

Особенности проектирования.

Независимые от приборов параметры конфигурации могут использоваться на различных целевых системах без их предварительного преобразования. Интерфейс автоматически адаптируется к функциональным возможностям целевого устройства.

Перекрестное использование общих данных конфигурации на различных приборах. Например, классов сообщений или текстовых библиотек.

Мастер определения базовой структуры НМІ проектов. Например, слоев изображений, запросов оператора и т.д.

Мощный редактор экранов.

Формирование и связывание экранных объектов с помощью механизма Drag&Drop. Например, формирование переменных для полей ввода-вывода, формирование кнопок на экране и т.д.

Определение экранных изображений и функций (совместимость с SlideMaster MS PowerPoint), исключая WinCC RT Professional.

Удобный редактор разработки шаблонов изображений с определенным внешним интерфейсом экранных объектов.

Графическое конфигурирование движения экранных объектов.

До 32 слоев изображений.

Наличие инструментария для выравнивания, поворота и зеркального отображения объектов.

Импорт/экспорт.

переменных, связей, текстовых списков и сообщений.

Табличный редактор.

Быстрое и простое генерирование и модификация сконфигурированных объектов одинакового типа в табличном редакторе. Например, переменных, текстов сообщений и т.д.

Интеллектуальные настройки по умолчанию, зависящие от предварительно сконфигурированного объекта. Например, автоматическое приращение адресов для последовательности переменных.

Простой доступ к свойствам объектов.

Одновременная модификация общих свойств объекта.

Объектно-ориентированное управление данными с удобными функциями поиска и редактирования.

Конфигурирование сообщений и регистрируемых данных на уровне НМІ переменных без необходимости переключения между различными редакторами.

Список перекрестных ссылок с непосредственным доступом ко всем объектам. Например, для редактирования или выбора объектов.

Поиск объектов в рамках проекта.

Функции поиска и замены текста.

Проектная документация.

Селективное формирование проектной документации с возможностью вывода на печать:

Документации всего проекта.

Документации по одному или нескольким приборам.

Содержимого редактора.

Библиотек.

Библиотеки для конфигурирования готовых и определяемых пользователем объектов.

Сохранение всех конфигураций объектов в библиотеке. Например, блоков, содержимого экрана, переменных и т.д.

Шаблоны изображений могут формироваться из простейших экранных объектов с учетом специфических требований пользователя или проекта. Изменения в этих шаблонах могут выполняться централизованно.

В комплект поставки включено большое количество масштабируемых и динамических объектов.

В комплект поставки включены масштабируемые графические объекты для промышленных применений.

Поддержка функций предварительного просмотра библиотечных объектов.

Многоязыковая поддержка.

Разработка многоязыковых проектов (до 32 языков) с возможностью переключения на нужный язык.

Централизованное управление текстами на различных языках и графикой в библиотеках.

Редактирование, экспорт и импорт текстов для перевода.

Графика, зависящая от выбранного языка.

Поддержка VisualBasic и C скриптов.

Функция IntelliSense для быстрого программирования доступа к runtime объектов.

Простое формирование управляющих последовательностей в коде скрипта.

Отладка Visual Basic в имитаторе и WinCC Runtime Advanced и WinCC Runtime Professional.

Тестирование и отладка.

Имитация работы НМІ проекта на инженерном компьютере.

Установка меток на неполных или некорректных конфигурациях непосредственно с используемом редакторе.

Переход на точку появления ошибки по сообщению компилятора.

Миграция существующих НМІ проектов

Полный перенос данных в проект из WinCCflexible.

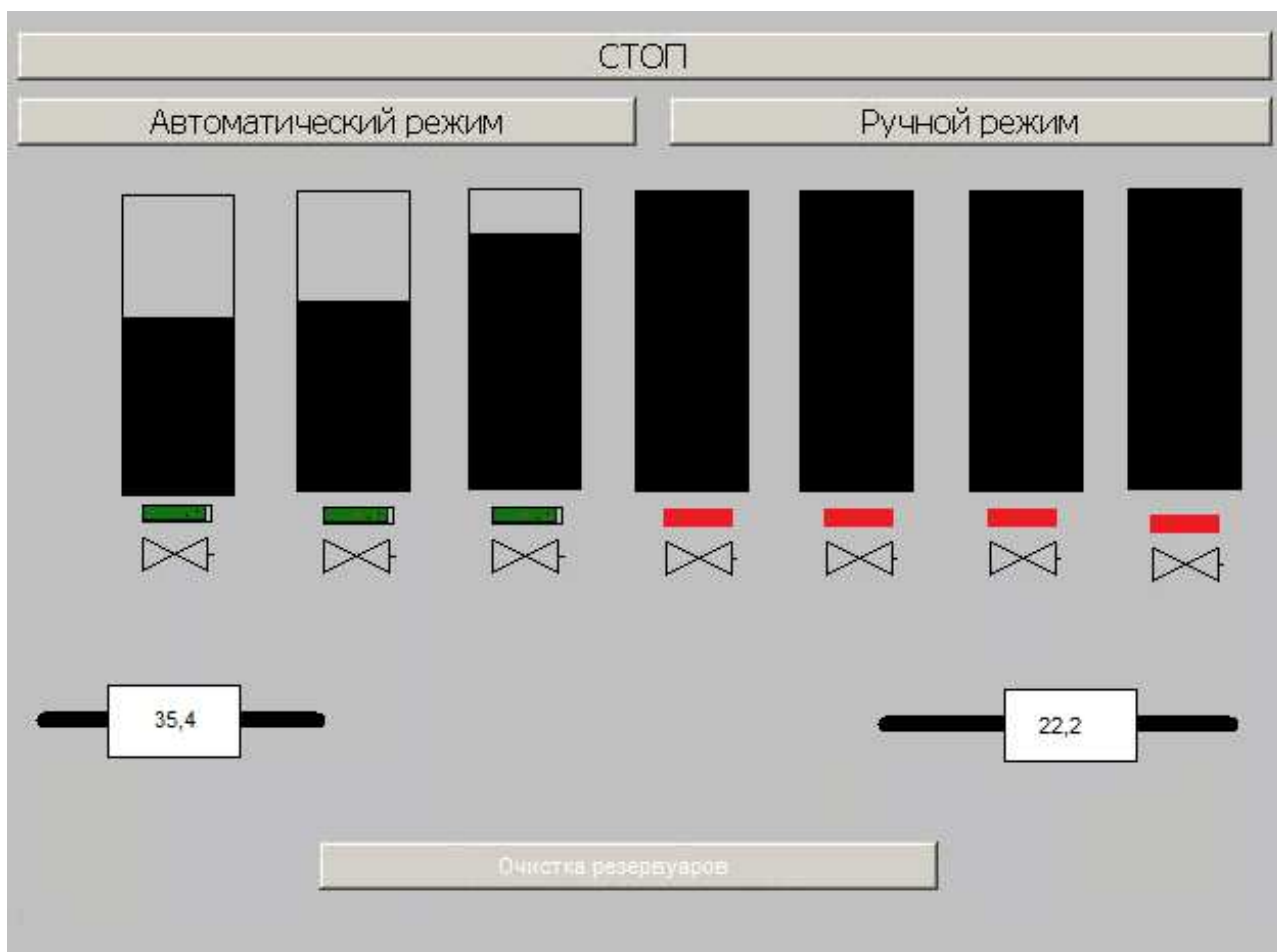


Рисунок 18 - Экран визуализации

## 5.8 Результаты апробации и перспективы развития программного обеспечения

Анализ развития современных средств и систем промышленной автоматизации за последние годы позволяет выделить ряд тенденций, характерных для этой области науки и техники и позволяющих спрогнозировать возможные направления, по которым будут происходить наиболее важные изменения в самом ближайшем будущем. Системы промышленной автоматизации охватывают следующие основные компоненты: первичные и вторичные измерители, исполнительные механизмы, непрограммируемые и программируемые логические контроллеры, средства человеко машинного интерфейса, программные продукты и др. Среди основных тенденций развития систем и средств автоматизации можно выделить следующие.

1. Повсеместное распространение промышленных сетей для «полевых» устройств. В качестве «полевых» устройств выступают цифровые датчики и преобразователи, исполнительные механизмы, устройства частотно-регулируемого привода и другое оборудование. По этим устройствам основной тенденцией является постоянное повышение встроенного «интеллекта». Первые цифровые устройства обеспечивали обычное преобразование аналогового сигнала в цифровой для передачи в сеть. Сейчас функции таких устройств постоянно все более усложняются, начиная от решения задач сложной обработки нескольких сигналов одновременно (многопараметрические датчики), встроенной калибровки, самодиагностики и заканчивая решением все более актуальной задачи технического обслуживания по фактическому состоянию, например, путем вычисления износа движущихся частей (для исполнительных механизмов).

2. В ближайшее время, на наш взгляд, в области цифровых «полевых» устройств следует ожидать, по нашему мнению, принципиально важного скачка - создания «полевых» регуляторов, т.е. цепочка «датчик - преобразователь - регулятор - преобразователь - исполнительный механизм» будет замкнута непосредственно на самом объекте, не выходя за территорию технологического агрегата, установки, как это делается сейчас. Можно предположить, что в циф-



ровой части исполнительного механизма будут реализовываться самые широкие функции известных регуляторов, при этом входной сигнал от датчика также будет поступать в цифровой форме. Установка же регулятору будет поступать от подсистемы верхнего уровня. Такое решение позволит осуществить достаточно революционный переход к созданию подлинно распределенных систем управления (в настоящее время распределенность, как правило, означает географическое распределение компонентов системы, в то время как функции регулирования все равно реализуются - вычисляются в центральном процессорном модуле ПЛК). Появление систем управления подобной архитектуры обеспечит существенное увеличение надежности и живучести АСУТП, снизит стоимость контроллерной части АСУТП за счет уменьшения потребности в модулях ввода/вывода, а также резко сократит потребность во все более дорожающей кабельной продукции.

3. Важной и обнадеживающей тенденцией является появление на рынке новейших моделей цифровых датчиков с радиовыходом. Это решение несет в себе много преимуществ, начиная от экономии кабеля и заканчивая кардинальным сокращением капитальных затрат на новое строительство (проектирование и обустройство эстакад, монтажные работы и др.). Однако разработчикам предстоит решить еще ряд проблем, связанных с помехоустойчивостью, защищенностью информации от несанкционированного доступа, выработкой международных стандартов и др.

4. Фактом уже сегодняшнего дня стало исчезновение ранее существовавшей границы между АСУТП и системами телемеханики. Современные средства промышленной автоматизации позволяют создавать как классические АСУТП, так и системы управления территориально распределенными объектами (традиционно именуемые «телемеханикой») на одних и тех же программно-технических средствах (ПЛК, SCADA). При этом специфичной особенностью архитектуры АСУТП территориально распределенных объектов является включение в состав ПТК дополнительных программно-технических средств, таких как шлюзы, коммуникационные серверы, конверторы протоколов и т.п.

Отметим, что вышеприведенный факт пока еще не нашел достаточного отражения в программах обучения и даже в названиях соответствующих специальностей, факультетов, кафедр и др.

5. Важной тенденцией, настоятельно диктуемой пользователями систем автоматизации, является необходимость интеграции в масштабах одного предприятия в единую информационную систему собственно АСУТП и разнообразных, пока еще локальных, систем учета энергоресурсов (газа, электричества, пара, воды, исходного сырья и готовых продуктов). Пока интеграция осуществляется на разнородных программно-технических средствах путем создания отдельной подсистемы (промежуточного интеграционного слоя) АСУ, позволяющей объединить самые разнообразные устройства систем коммерческого учета разных производителей с разными протоколами обмена. Такая работа является чрезвычайно трудоемкой, а система становится подобной «зоопарку». Решение проблемы также видится на пути увеличения «интеллекта» цифровых многопараметрических датчиков в части реализации непосредственно в них задач технического и коммерческого учета (аналогично п. 2).

6. Особенностью последних нескольких лет развития промышленности России является кардинальное (более чем на порядок) возрастание требования комплексной автоматизации объектов энергоснабжения и электротехнического оборудования, т.е. создание АСУЭТО, которую в определенном смысле можно считать одной из разновидностей АСУТП, имеющей, однако, ряд специфических функций и требований. В настоящее время на передний план выходит задача интеграции в единую информационную систему предприятия АСУТП и АСУЭТО, при этом пока эти виды АСУТП создаются на совершенно различающихся между собой ПТК. В будущем, на наш взгляд, следует ожидать появления таких ПТК, которые бы позволяли на однородном наборе программных и технических средств конфигурировать как АСУТП, так и АСУЭТО. Хотя этому препятствует сложившееся резкое разделение между двумя специальностями - автоматчиками и электриками, которое следует постепенно «размывать».

7. Появление в России предприятий новой экономики поставило перед менеджментом задачу существенного увеличения эффективности их деятельности. Одним из важнейших путей достижения этой цели является создание интегрированных систем управления предприятием, охватывающих все уровни управления (от технологических процессов до финансов) и функционирующих в режиме реального времени. То есть насущной становится задача реализации классической «пирамиды управления предприятием», включающей уровни ERP, MES, DCS (АСУТП), охватывающие автоматизацию всех бизнес-процессов предприятия. Отметим, что одной из важных движущих сил появления и развития таких интегрированных систем стало формирование мощных национальных компаний, включающих в себя от десятков до тысяч производственных объектов, распределенных по всей стране (таких как Газпром, Транснефть, новые энергокомпании и др.). Однако при практическом решении данной «классической» задачи оказалось, что в «пирамиде» необходимо выделить еще один уровень - уровень консолидации данных реального времени в масштабе предприятия в целом. Системы этого уровня должны обеспечивать сбор, предварительную обработку и архивирование данных от «низовых АСУ», т.е. от АСУТП, АСУЭТО, АИИСКУЭ, АСКУТ и многих других. Поэтому только в последние несколько лет появился ряд программных продуктов от ведущих производителей средств промышленной автоматизации, позволяющих решить данную проблему. Скорее всего, в самое ближайшее время появятся новые и все более усовершенствованные продукты, конкурирующие между собой в новой нише рынка автоматизации.

8. В последние годы появилась также еще одна новая область деятельности для специалистов в управлении - MES-системы (management enterprises system), пока еще не имеющая русского наименования. MES-системы реализуют 11 основных функций, начиная от обычной диспетчеризации и расчета технико-экономических показателей и заканчивая задачами планирования ресурсов и производства в целом. На российском рынке наблюдается существенный интерес к созданию систем данного уровня. Однако одним из важных препят-

ствий на пути их широкого распространения является практически полное отсутствие специалистов в данной предметной области, а насущной задачей - создание новой дисциплины или учебного курса «MES-системы», которые бы позволили решить эту сложную проблему, учитывая, что специалист в данной области должен обладать широким набором знаний в сферах управления, техники, финансов и др. Возможно, такое обучение целесообразно выделить в рамках повышения квалификации - второе образование.

9. Та же тенденция формирования очень крупных компаний неизбежно привела к кардинальному увеличению масштабов систем управления. Так, например, информационная мощность АСУТП одной из национальных компаний составляет более 150000 физических переменных, а с учетом виртуальных - около 500000. Масштабы систем предъявляют новые, ранее не актуальные требования к минимизации совокупной стоимости владения систем, что может быть обеспечено только благодаря появлению принципиально новых программных средств автоматизации (SCADA, PIMS - PlantInformationSystem), поддерживающих работу распределенных баз данных реального времени. Отметим, что задача реализации проекта создания и внедрения таких крупномасштабных АСУ сама по себе является не тривиальной и требует жесткого соблюдения современных международных стандартов в области управления проектами.

Вышеперечисленные тенденции не исчерпывают всего многообразия направлений, по которым идет развитие систем и средств автоматизации, но, тем не менее, они являются главенствующими на период ближайших 3-7 лет. Подготовка специалистов в области промышленной автоматизации достаточно эффективна в традиционных областях теории и практики систем управления. Отрадно отметить, что высшая школа пытается отслеживать некоторые тенденции развития, и за последнее время в программах обучения появились новые предметы, например, «SCADA-системы». Однако вышеприведенные тенденции настоятельно диктуют необходимость внесения ряда корректив в программы

учебных курсов и дисциплин. Некоторые требования уже перечислены выше, добавим еще несколько наиболее важных пожеланий:

- целесообразно значительное внимание обратить на изучение современных стандартов (российских и международных), действующих в области автоматизации (промышленные сети, контроллеры, программное обеспечение и др.);

- более детально освещать вопросы методологии проектирования систем автоматизации, в том числе с учетом требований соответствующих стандартов, таких как ГОСТ Р ИСО/МЭК 15288-2005. Системная инженерия. Процессы жизненного цикла систем и др.;

- обеспечить обучение по курсу «Управление проектами», включая изучение процессного подхода к организации работ, международных стандартов описания бизнес-процессов, управление проектами в соответствии с требованиями стандарта РМІBook и т.д. При этом должна быть учтена специфика именно проектов промышленной автоматизации;

Все более важное значение приобретает наличие у молодого специалиста знаний не только в узких технических областях, но и в таких, как «Основы делового администрирования», «Тайм-менеджмент», «Основы документооборота», «Психологические аспекты управления персоналом» и др. Следует признать, что наличие таких знаний увеличит востребованность молодых специалистов, ускорит перспективы их более быстрого карьерного роста и положительно повлияет на имидж профессии в целом.

## 6 ПРОМЫШЛЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ И ОХРАНА ТРУДА

### 6.1 Анализ потенциальных опасностей на производстве и характеристика производственной среды

В данной выпускной квалификационной работе, как отмечалось ранее, рассматриваются средства автоматизации резервуарного парка промежуточной перекачивающей станции «Архара». Резервуарный парк относится к опасным производственным объектам.

С целью обеспечения безопасности производства при монтаже и эксплуатации средств автоматизации, описанных в выпускной квалификационной работе, необходимо дать характеристику производственной среды, в которой производится автоматизация, сделать анализ производственной опасности и вредным условиям труда. Опасность резервуарного парка резко возрастает при аварийных утечках без признаков разрушения и повреждения, при частичном повреждении резервуара. Безопасность производства и экологическая безопасность на данном объекте должны соблюдаться при всех видах работ, связанных с монтажом, обслуживанием и наладкой средств автоматизации. Несоблюдение требований безопасности производства на данном объекте может привести к производственным травмам, отравлениям, а экологической безопасности - к загрязнению окружающей среды. При соблюдении техники безопасности во время всех видов работ исключается возможность возникновения аварийных ситуаций, взрывов, пожаров и получения производственных травм.

При автоматизации резервуарного парка наибольшую опасность представляют возможность взрыва, пожара и отравления, так как резервуары нефти и нефтепродуктов - это концентрация в одном месте больших количеств горючих и взрывоопасных веществ.

Пожароопасность и взрывоопасность на резервуарных парках в значительной степени определяется физико-химическими свойствами перекачиваемых нефтепродуктов. Некоторые из этих показателей приведены в таблице 3. Классификация помещений по взрывоопасности приведена в таблице 4.

Таблица 3 - Пожароопасные свойства бензинов и дизельных топлив

| Марка нефтепродукта | Температура, °С |                   | Температурные пределы распространения пламени. °С |         | Концентрационные пределы распространения пламени, % об. |         | ПДК мг/м <sup>3</sup> | Класс опасности |
|---------------------|-----------------|-------------------|---|---------|---|---------|-----------------------|-----------------|
|                     | вспышки         | самовоспламенения | нижний  | верхний | нижний  | верхний |                       |                 |
| Бензины             | -27             | 200               | -27   | -7      | 0,76  | 5,16    | 100                   | 4               |
| Дизельное топливо   | 48              | 225               | 43  | 92      | 1,16  |         | 300                   | 4               |

Таблица 4 - Классификация помещений по взрывоопасности

| Наименование производственных зданий, помещений, наружных установок | Категория взрывопожароопасной и пожарной опасности зданий и помещений (Н11Б 105-03) | Классификация зон внутри и вне помещений         |   |
|---|---|--|---|
|   |   | Класс взрывопожароопасной или пожарной зон (ПЭУ) | Категория и группа взрывопожароопасных смесей (ГОСТ 12.1.011-078) Р51330.5-99, Р51330.11-99 |
| Зал насосной НПС  | А   | В-1а   | IIА-ТЗ  |
| Операторная   | Д   | —  | —   |

При монтаже, наладке эксплуатации и ремонте систем автоматизации, установленных на резервуарах, дренажных ёмкостях, а также вторичных приборов в операторной, лаборатории и на территории резервуарного парка производственные опасности и вредности могут быть обусловлены следующими факторами:

- наличие в воздухе вредных для организма человека паров нефтепродуктов, газов, а также опасность образования взрывоопасных концентраций (см. таблицу 3);

- поражение электрическим током, в связи с тем, что питание вторичных приборов осуществляется напряжением 220 вольт;
- воздействие атмосферного электричества (удар молнии) в летний период на резервуарный парк и проявление статического электричества;
- опасности, связанные с наличием давления в резервуарах возникают при нарушении «Правил устройства и безопасной эксплуатации сосудов, работающих под давлением» ПБ 03-576-03);
- производственные травмы, причиной которых может быть недостаточное освещение рабочего места. Освещение, не соответствующее условиям работы, вызывает повышенную утомляемость, замедленную реакцию, приводит к ухудшению зрения и может явиться существенной причиной травматизма;
- во время монтажа, ремонта средств автоматизации на резервуарах и дренажных емкостях датчиков может возникнуть опасность падения с высоты, а также возможность получения механических травм у персонала, обслуживающего средства автоматизации;
- отравление персонала парами нефти из-за неисправности дыхательного клапана резервуара, при монтаже или осмотре средств автоматизации, установленных на резервуаре или близ него;
- переохлаждение организма в зимнее время года и тепловой удар летом в связи с проведением ремонтных работ на открытом воздухе;
- пожар в результате применения открытого огня.
- Помещение операторной, где установлены вторичные приборы согласно НПБ 105-2003, относится к категории Д (см. таблицу 4).

## 6.2 Организация мероприятий по пожарной безопасности

Мероприятия по пожарной безопасности при автоматизации НПС разработаны в соответствии с нормативным документом ППБ-01-03 «Правила пожарной безопасности в РФ» и в соответствии с ГОСТ 12.1.004-91 (1993 года) «ССБТ. Пожарная безопасность. Общие требования».

Датчики, входящие в систему измерения параметров, имеют взрывозащищенное исполнение, соответствуют требованиям ГОСТ Р 51330.1-



99 и ГОСТ Р 51330.10-99. Перед началом работы ёмкостей, насосов система автоматизации должна быть в исправном состоянии, а в случае необходимости отремонтирована. При неисправности системы автоматизации эксплуатация объектов запрещается. Основные мероприятия по пожарной безопасности:

- территория нефтеперекачивающей станции должна содержаться в чистоте и порядке. Не допускается загроможденность территории: загрязнение горючим мусором и хламом, загромождение дорог, проездов к зданиям, сооружениям и средствам пожаротушения, а также противопожарных разрывов;

- при производстве работ в газовой среде воспрещается применение ударных инструментов, изготовленных из стали: ударные инструменты должны быть изготовлены из цветного металла (меди, латуни, бронзы). Режущие инструменты должны обильно смазываться маслом, тавотом или мыльным раствором;

- на объектах должен быть организован контроль воздушной среды газоанализаторами, предназначенными для контроля многокомпонентных смесей;

- отогрев замерших нефтепроводов допускается только паром или горячей водой или горячим песком при закрытой запорной арматуре;

- категорически запрещается применение для освещения насосных, резервуаров и других производственных сооружений факелов, спичек, свечей, керосиновых фонарей и других источников открытого огня;

- необходимо постоянно следить за исправностью силовой и осветительной электропроводки. Различные неисправности электросетей, которые могут вызвать пожар, должны быть устранены;

- обслуживающий персонал обязан знать устройство и инструкции по применению первичных средств пожаротушения;

- для тушения электропроводки и электрооборудования разрешается использовать только углекислотные огнетушители ОПУ-5;

- предусматривается молниезащита взрывоопасных зданий и

сооружений согласно «Инструкции по устройству молниезащиты зданий и сооружений» СО 153-34.21.122-03. Молниезащита перекачивающей станции предназначена для безопасности людей, сохранности зданий, сооружений от удара молнии. В комплекс грозозащитных устройств входят молниеприемники, токоотводы и заземление.

Пожарную защиту объектов НПС обеспечивает автоматическая система пенотушения, которая включает в себя средства обнаружения пожара, системы сигнализации, управления, пожаротушения. Срабатывание системы пенотушения происходит: автоматически, дистанционно или вручную.

При возникновении пожара сигнал от пожарных датчиков, приводит в действие систему пожаротушения согласно ГОСТ 12.3.046-91(2001) «ССБТ. Установки пожаротушения автоматические. Общие технические требования».

Охлаждение технологических установок осуществляется из стационарных комбинированных лафетных стволов и от пожарных гидрантов, установленных на сети противопожарного водопровода с использованием передвижной пожарной техники.

### 6.3 Организация мероприятий по обеспечению безопасных и безвредных условий труда

В данном разделе приведены правила и требования, которые необходимо соблюдать, чтобы избежать воздействия вредных и опасных производственных факторов.

Организация мероприятий по технике безопасности при эксплуатации объектов НПС №29 «Архара» проводится во избежание несчастных случаев при обслуживании объектов НПС, направляемый на работу, персонал должен иметь соответствующую подготовку, пройти производственный инструктаж, ознакомиться с правилами внутреннего распорядка, общими правилами техники безопасности и с безопасными методами работы при обслуживании объектов НПС, а также с методами оказания первой помощи. По окончании инструктажа направляемые на работу сдают экзамен по технике безопасности в соответствии с ПБ 08-624-03, ПУЭ, ПТБ, ПТЭ и получают удостоверение с

присвоенной квалификационной группы. Инструктажи допуска персонала к самостоятельной работе соответствуют требованиям ГОСТ 12.0.004-90 (1999) «ССБТ. Организация обучения безопасности труда. Общие положения».

Безопасные и безвредные условия труда, при проведении работ, связанных с обслуживанием АСУ ТП, достигаются следующим:

- заземление оборудования, емкостей, коммуникаций, в которых возникают заряды статического электричества ( $R_3 \leq 100,0$  Ом). Необходимая защита от поражения электрическим током обеспечивается защитным заземлением корпусов всех приборов и оборудования. Электрическая изоляция между отдельными электрическими цепями и корпусом должна выдерживать в течение минуты действие испытательного повышенного напряжения 1000 В промышленной частоты. Электрическая изоляция между отдельными электрическими цепями, и между этими цепями и корпусом должна быть не менее 0,5 МОм;

- по способу защиты человека от поражения электрическим током изделия АСУ ТП соответствуют классам 1 и 2 (для изделий, предназначенных для соединения с источником напряжения  $U = 220$  В) и классу 3 (для изделий, предназначенных для соединения с источником напряжения 24 В) по ГОСТ 12.2.007.0-75\* (2001) «ССБТ. Изделия электротехнические. Общие требования безопасности»;

- электрическое сопротивление между элементами защитного заземления и корпусом коммутационного панельного каркаса не более 0,1 Ом. Корпуса устройств заземляются в соответствии с 12.2.007.0-75\* (2001), сопротивление контура заземления не более 4 Ом. Измерение сопротивления заземляющего устройства производится не реже одного раза в год;

- все токоведущие части, находящиеся под напряжением, превышающим  $U = 42$  В по отношению к корпусу, имеют защиту от случайных прикосновений во время работы;

- подключение внешних цепей, разъемов, проведение ремонтных работ должны осуществляться только при отключенных напряжениях питания;

- подключение источников сетевого питания должно осуществляться через автоматические выключатели;
- защита технологических трубопроводов от атмосферного электричества и вторичных проявлений молний в соответствии с «Инструкцией по устройству молниезащиты зданий и сооружений и промышленных коммуникаций» (СО 153-34.21.122-03);
- автоматическая аварийная защита технологического оборудования, позволяющая исключить возможность работы его в аварийных условиях;
- оснащенность наглядными плакатами, четкими надписями, табличками, запорная арматура пронумерована;
- насосы снабжены предохранительными клапанами, которые не допускают повышения давления выше регламентируемого;
- конструкцией приборов: все части устройств, находящихся под напряжением размещены в корпусах, обеспечивающих защиту обслуживающего персонала от прикосновения к деталям, находящимся под напряжением;
- надежным креплением оборудования при монтаже на объекте автоматизации;
- подключение разъемов, замена плавких вставок, предохранителей производится только при отключенных напряжениях питания устройств. Подключение напряжения питания осуществляется через автоматы защиты.

Таким образом, на НПС осуществляется комплекс организационных и технических мероприятий, обеспечивающих надёжность, эффективность, безопасность работы объектов с необходимой степенью защиты персонала и окружающей среды.

Требования к спецодежде:

- спецодежда и специальная обувь выдаются операторам, технологам, слесарям КИП и А, слесарям-ремонтникам, слесарям-монтажникам в пределах установленных норм;
- во время работы рабочие обязаны пользоваться выданной им спецодеждой и специальной обувью.

Так же стоит заметить, что персонал объекта должен быть оснащен противогазами. Противогазы применяют при объемной доле свободного кислорода в воздухе не менее 18% и суммарной объемной доле паро- и газообразных вредных примесей не более 0,5%. Средством индивидуальной защиты служит противогаз с коробкой марки ДОТ 600 А2В3ЕЗР3. Индивидуальные фильтрующие противогазы должны храниться в специальных шкафах каждый в отдельной ячейке с надписью фамилии рабочего. Передача противогаза другому лицу запрещается. Ремонтные рабочие (при выполнении работ по ремонту и очистке различных емкостей, а также при ремонтных работах в колодцах, подвальных помещениях и пр.) обязаны иметь шланговые противогазы типа ПШ-1М по ТУ 2568-194-05808014-99. Шланговые противогазы предназначены для защиты органов дыхания и глаз человека при работе в атмосфере с объемной долей вредных веществ более 0,5 % об. и объемной долей кислорода в воздухе менее 18 % об. Противогазы ПШ-1М хранятся вместе с инструментом, предназначенным для устранения аварии в опломбированном ящике в операторной.

На рабочих местах НПС предусмотрено рабочее и аварийное освещение. Напряжение сети рабочего и аварийного освещения составляет 220 В. Для аварийного и рабочего освещения предусмотрены светильники ВЗГ-200 (взрывозащищенное исполнение) ГОСТ 12.2.007.13-2000 (2001) «ССБТ. Лампы электрические. Требования безопасности» с освещенностью равной 50 лк, в соответствии со СНиП 23-05-95\*(2003) «Естественное и искусственное освещение».

Мероприятия по промышленной санитарии.

К ним относятся требования к спецодежде, требования к освещению, микроклимату, требования к организации и оборудованию рабочего места, которые нормируются ГОСТ 12.4.103-83 ПЕРЕИЗДАНИЕ. Ноябрь 2003 г. «ССБТ. Одежда специальная защитная, средства индивидуальной защиты ног и рук. Классификация».

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Резервуарный парк топлива является одним из основных условий бесперебойной работы котельной. Резервуарный парк как объект автоматического регулирования причисляется к слою вероятно опасных объектов, какой можно охарактеризовать отчетливо сформулированными нелинейными рабочими характеристиками и лавинообразным нарастанием аварийных процессов. Присутствие аварийных режимов для данного класса объектов охвачено в принципе работы. Для соответственного вторжения в работу резервуарного парка, что бы провести управляющие, регулирующие воздействия на объект в случае выхода за нормальные границы технологических параметров было совершено модернизацию системы автоматизации на базе программно-технических средств «Siemens».

В выпускной квалификационной работе разрешалась задача модернизации системы контроля и регулирования резервуарного парка, разработка управляющей программы технологическим процессом на стандартных языках IEC 61131-3. В процессе проведения исследования были приняты следующие решения:

- составлен алгоритм переходов процесса пуска, планируемой остановки и перехода в рабочий режим газоперекачивающего агрегата;
- разработана программа для МПК.

В качестве среды для программирования ПЛК была употреблена программная среда TiaPortal. Программа для ПЛК была разработана на языках стандарта IEC 61131-3 - StructuredText (ST) и LadderDiagram (LAD).

Автоматизированная система управления на базе Siemens привносит большой потенциал наиболее меткого отслеживания значения параметров технологических процессов.

Анализируемый объём автоматизации с использованием технических средств автоматизации снабжает верный контроль, управление и аварийную защиту резервуарного парка.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Siemens. Simatic S7. Программируемые контроллеры S7-1200. Системное руководство, 11/2009, A5E02669003-02 [Электронный ресурс]. Режим доступа: [http://s79292.cdn3.setup.ru/u/73/a30325a355fde624c7f9420ca7e5e6/297423\\_11451\\_siemens\\_simatic\\_s7\\_1200\\_programmiruemyu\\_kontroller.pdf](http://s79292.cdn3.setup.ru/u/73/a30325a355fde624c7f9420ca7e5e6/297423_11451_siemens_simatic_s7_1200_programmiruemyu_kontroller.pdf).
2. ГОСТ 21.404–85. Обозначения условные приборов и средств автоматизации в схемах. - М.: Изд-во стандартов, 1986. - 8 с.
3. Сайт компании ООО «КИП-Сервис» [Электронный ресурс]: каталог продукции. Режим доступа: <http://kipservis.ru/>.
4. ГОСТ 21.408-2013. Издания. Система проектной документации для строительства. Правила выполнения рабочей документации автоматизации технологических процессов. - Взамен ГОСТ 21.408-93; введен 2014-11-01 Москва: Межгосударственным советом по стандартизации, метрологии и сертификации; М: Изд-во Стандартиформ, 2014. - 37 с.
5. ГОСТ 19.701–90. Схемы алгоритмов, программ, данных и систем. – М.: Изд-во стандартов, 1992. – 23 с.
6. ГОСТ 21.404–85. Обозначения условные приборов и средств автоматизации в схемах. – М.: Изд-во стандартов, 1986. – 8 с.
7. ГОСТ 19.701–90. Схемы алгоритмов, программ, данных и систем. – М.: Изд-во стандартов, 1992. – 23 с.
8. Сайт компании ЗАО «ЧИП и ДИП» [Электронный ресурс]: каталог продукции. Режим доступа: <http://www.chipdip.ru/>.
9. Механизмы исполнительные электрические однооборотные МЭО(Ф). Руководство по эксплуатации ЯЛБИ.421321.073 РЭ // ОАО АБС ЗЭИМ Автоматизация [Электронный ресурс]. Режим доступа: [www.zeim.ru/production/docs/re/53.pdf](http://www.zeim.ru/production/docs/re/53.pdf).
10. ОСТ 36.13-90. Щиты и пульты систем автоматизации технологических процессов. – М.: Изд-во стандартов, 1990. – 53 с.

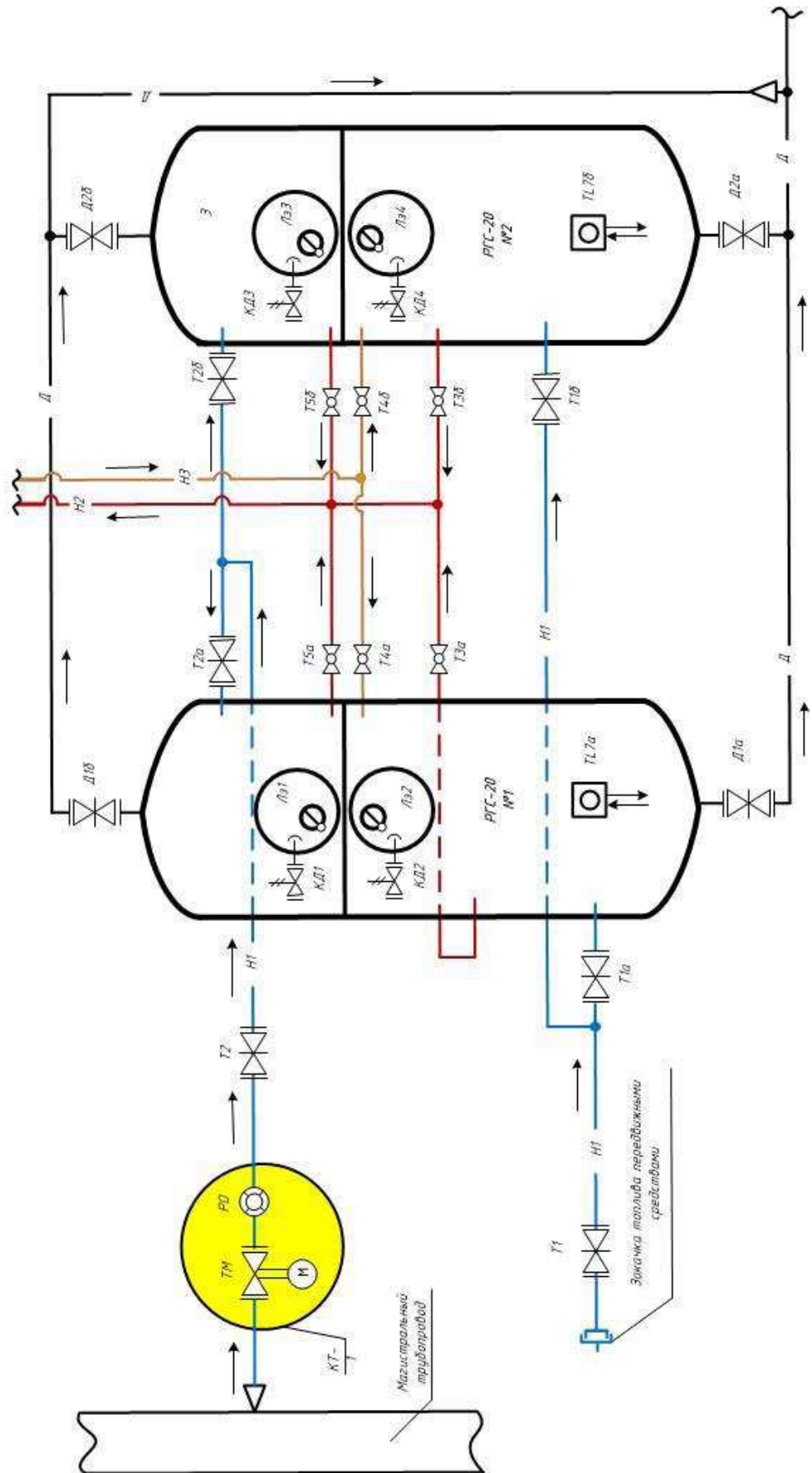
11. РМ 4-51-90. Принципы компоновки щитов и пультов управления. – М.: Изд-во стандартов, 1990. – 28 с.
12. Сайт группы компании ИЕК [Электронный ресурс]: каталог продукции. Режим доступа: <http://www.iek.ru/>.
13. Сайт компании 3S-Smart Software Solutions GmbH & CODESYS/<https://www.codesys.com/>.
14. Сайт компании AdAstrA Research Group Ltd [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.adastra.ru>.
15. Сайт компании ООО Промэнерго Автоматика Авторизованный дистрибьютор Siemens в России <https://www.siemens-pro.ru/soft/tia-portal.html>.
16. Сайт компании ООО «Российская промышленная компания KIPPRIBOR» [Электронный ресурс]: каталог продукции. Режим доступа: <http://kippribor.ru/>.
17. Прахова М.Ю. Автоматизация производственных процессов в трубопроводном транспорте: Учеб. пособие: В 3 ч. - Уфа: Издательство УГНТУ, 2002. - Ч.3. Автоматизация некоторых объектов транспорта нефти. - 304 с. автоматика резервуарный микропроцессорный контроллер
18. Учебное пособие ISaGRAF. - Уфа: УГНТУ, 2005. - 49 с.
19. ПБ 08-624-03. Правила безопасности в нефтяной и газовой промышленности. - Взамен ПБ 08-200-98; Введ. 05.06.2003.- СПб.: Деан, 2003. - 316 с. - (Безопасность труда России).
20. Методические рекомендации по экономическому обоснованию дипломных проектов./Под редакцией Бирюковой В.В.- Уфа.: УНИ, 2008.-30 с.



# ПРИЛОЖЕНИЕ А

## Технологическая схема подключения РГС 20

Технологическая схема подключения РГС-20











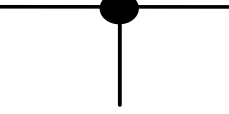








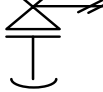



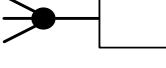


## ПРИЛОЖЕНИЕ А

### Спецификация оборудования

| <i>Поз.<br/>обозначение</i>       | <i>Наименование</i>  |
|-----------------------------------|--|
| <i>РГС-20 №1, РГС-20 №2</i>       | <i>Резервуар для хранения дизтоплива двухсекционный с нижним отбором топлива РГС-20/2</i>  |
| <i>ЕП-20 №4</i>                   | <i>Емкость подземная горизонтальная аварийного слива диз. топлива ЕП-20-2400-2100-2-СО</i> |
| <i>УП1,УП2,УП3</i>                | <i>Узел подключения</i>  |
| <i>КД1,КД2,<br/>КД3,КД4</i>       | <i>Клапан дыхательный механический с огнепреградителем СМДК-50</i>                         |
| <i>Лз1,Лз2,Лз3,<br/>Лз4,Лз5</i>   | <i>Люк замерный</i>  |
| <i>Т2,Т2а,Т2б,Д1б,<br/>Д2б,Д5</i> | <i>Задвижка клиновья, привод - ручной</i>  |
| <i>Д2а,Д1а,Т1а,<br/>Т1б,Т1</i>    | <i>Задвижка клиновья, привод - ручной</i>  |
| <i>Р1,Р2,Р0</i>                   | <i>Расходомер</i>  |
| <i>ТМ</i>                         | <i>Задвижка клиновья, привод - электромеханический</i>                                     |
| <i>Т3а,Т3б,Т5а,Т5б</i>            | <i>Кран шаровой</i>  |
| <i>Т4а,Т4б</i>                    | <i>Кран шаровой</i>  |
| <i>Д4</i>                         | <i>Задвижка клиновья с колонкой, привод - ручной</i>                                       |
| <i>Д3</i>                         | <i>Задвижка клиновья с колонкой, привод - ручной</i>                                       |
| <i>КД5</i>                        | <i>Клапан дыхательный механический КДС-50</i>  |
| <i>КЗ-З</i>                       | <i>Колодец с задвижками</i>  |
| <i>Т7</i>                         | <i>Клапан электромагнитный</i>   |
| <i>Ф2,Ф3</i>                      | <i>Фильтр тонкой очистки</i>   |
| <i>Ф1</i>                         | <i>Фильтр грубой очистки</i>   |
| <i>Т3,Т9-Т12</i>                  | <i>Кран шаровой</i>  |
| <i>Т2</i>                         | <i>Кран шаровой</i>  |
| <i>С1,С2</i>                      | <i>Кран сифонный</i>   |

## ПРИЛОЖЕНИЕ А

### Условные обозначения:

|   |    |   |  |
|---|----|---|--|
|    | H1 |  | - Линия подачи топлива от передвижного топливозаправщика |
|    | H2 |  | - Прямая линия топливоснабжения котельной                |
|    | H3 |  | - Обратная линия топливоснабжения котельной              |
|    | Д  |  | - Дренажная линия  |
|    |    |   | - Присоединение трубопроводов                            |
|    |    |   | - Направление потока                                     |
|    |    |   | - Фильтр   |
|    |    |   | - Кран шаровой   |
|   |    |   | - Задвижка клиновья, фланцевая                           |
|  |    |   | - Узел подключения техники                               |
|  |    |   | - Пересечение трубопроводов без соединения               |
|  |    |   | - Переход концентрический                                |
|  |    |   | - Задвижка клиновья, фланцевая с колонкой                |
|  |    |   | - Клапан дыхательный, фланцевый                          |
|  |    |   | - Прямок   |
|  |    |   | - Люк замерный   |
|  |    |   | - Колодец  |
|  |    |   | - Горелка котла HR73A                                    |
|  |    |   | - Расходомер   |
|  |    |   | - Спускник   |

## ПРИЛОЖЕНИЕ Б

### Входные и выходные переменные

#### Входные:

- уровень в резервуаре 1
- уровень в резервуаре 2
- уровень в резервуаре 3
- уровень в резервуаре 4
- уровень в резервуаре 5
- уровень в резервуаре 6
- уровень в резервуаре 7
- уровень в дренажной емкости
- давление в магистрали
- температура в резервуаре 1
- температура в резервуаре 2
- температура в резервуаре 3
- температура в резервуаре 4
- температура в резервуаре 5
- температура в резервуаре 6
- температура в резервуаре 7
- расход топлива

#### Выходные

- управление клапанами подачи
- управление клапанами слива
- управление дренажными клапанами
- управление насосами

## ПРИЛОЖЕНИЕ В

### Программа управления

FUNCTION\_BLOCK FB41

TITLE =«Непрерывный PID регулятор»

AUTHOR : SIMATIC

FAMILY : ICONT

NAME : CONT\_C

VERSION : « 1.5»

//reversed by komatic

VAR\_INPUT

|          |                 |  |
|----------|-----------------|--|
| COM_RST  | : BOOL ;        | //Полныйрестарт                                  |
| MAN_ON   | : BOOL := TRUE; | //Ручнойрежимвключить                            |
| PVPER_ON | : BOOL ;        | //Чтение входной переменной с периферии включить |
| P_SEL    | : BOOL := TRUE; | //Пропорциональную составляющую включить         |
| I_SEL    | : BOOL := TRUE; | //Интегральную составляющую включить             |
| INT_HOLD | : BOOL ;        | //Удержание интегральной составляющей            |
| I_ITL_ON | : BOOL ;        | //Инициализировать интегральную составляющую     |
| D_SEL    | : BOOL ;        | //Дифференциальную составляющую включить         |
| CYCLE    | : TIME := T#1S; | //Время выполнения блока                         |
| SP_INT   | : REAL ;        | //Внутреннее задание                             |
| PV_IN    | : REAL ;        | //Входная переменная                             |
| PV_PER   | : WORD ;        | //Входная переменная (периферия)                 |
| MAN      | : REAL ;        | //Ручной выход                                   |

GAIN : REAL := 2.000000e+000; //Коэффициент пропорционально-  
 сти  
 TI : TIME := T#20S; //Время интегрирования  
 TD : TIME := T#10S; //Время дифференцирования  
 TM\_LAG : TIME := T#2S; //Время действия дифференциальной  
 составляющей  
 DEADB\_W : REAL ; //Ширина зоны нечувствительности  
 LMN\_HLM : REAL := 1.000000e+002; //Верхний предел вы-ходного  
 сигнала  
 LMN\_LLM : REAL ; //Нижний предел выходного сигнала  
 PV\_FAC : REAL := 1.000000e+000; //Коэффициент для корректи-  
 ровки входной переменной (умножение)  
 PV\_OFF : REAL ; //Коэффициент для корректировки вход-  
 ной переменной (сложение)  
 LMN\_FAC : REAL := 1.000000e+000; //Коэффициент для корректи-  
 ровки выходной переменной (умножение)  
 LMN\_OFF : REAL ; //Коэффициент для корректировки  
 входной переменной (сложение)  
 I\_ITLVAL : REAL ; //Начальное значение интегральной со-  
 ставляющей  
 DISV : REAL ; //Возмущающая переменная  
 END\_VAR  
 VAR\_OUTPUT  
 LMN : REAL ; //Выходное значение  
 LMN\_PER : WORD ; //Выходное значение (переферия)  
 QLMN\_HLM : BOOL ; //Верхний предел выхода до-стигнут  
 QLMN\_LLM : BOOL ; //Нижний предел выхода до-стигнут  
 LMN\_P : REAL ; //Пропорциональная составляющая  
 LMN\_I : REAL ; //Интегральная составляющая  
 LMN\_D : REAL ; //Дифференциальная составляющая

```

PV          : REAL ;           //Входная переменная
ER          : REAL ;           //Сигнал рассогласования
END_VAR
VAR
sInvAlt     : REAL ;
sIanteilAlt : REAL ;
sRestInt    : REAL ;
sRestDif    : REAL ;
sRueck      : REAL ;
sLmn        : REAL ;
sbArwHLMon  : BOOL ;           //Выход достиг максимального значе-
ния
sbArwLLMon  : BOOL ;           //Выход достиг минимального значе-
ния
sbILimOn    : BOOL := TRUE;
END_VAR
VAR_TEMP
Hvar        : REAL ;           //Hilfsvariable
rCycle      : REAL ;           //Abtastzeit in real
Diff        : REAL ;           //Дндерungswert
Istwert     : REAL ;           //Istwert
ErKp        : REAL ;           //Вспомогательнаяпеременная
rTi         : REAL ;           //Integrationszeit in real
rTd         : REAL ;           //Differentiationszeit in real
rTmLag      : REAL ;           //Verzцgerungszeit in real
Panteil     : REAL ;           //P-Anteil
Ianteil     : REAL ;           //I-Anteil
Danteil     : REAL ;           //D-Anteil
Verstaerk   : REAL ;           //Verstdrkung
RueckDiff   : REAL ;           //Differenz des Rьckkopplungswertes

```

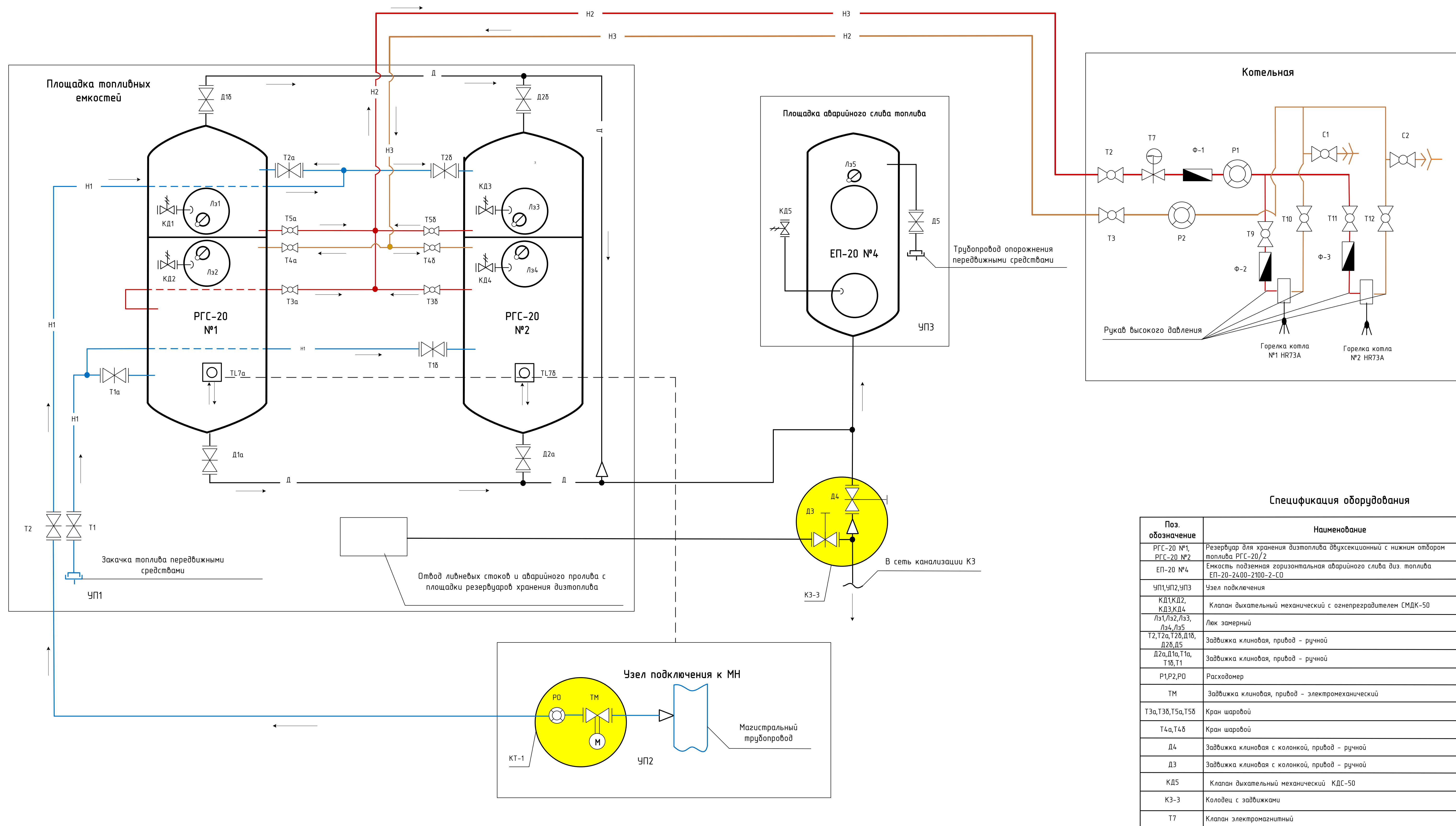
```

RueckAlt      : REAL ;           //Alter Rückkopplungswert
dLmn         : REAL ;           //Stellwert
gf           : REAL ;           //Hilfwert
rVal         : REAL ;           //Real Hilfsvariable
END_VAR
BEGIN
IF COM_RST           //Полныйрестарт
THEN
// Обнулениепеременных
sIanteilAlt:=I_ITLVAL;
LMN:=0.0;           //Выходное значение
QLMN_HLM:=0;       //Верхний предел выхода достигнут
QLMN_LLM:=0;       //Нижний предел выхода достигнут
LMN_P:=0.0;        //Пропорциональная составляющая
LMN_I:=0.0;        //Интегральная составляющая

```



Технологическая схема трубопроводного соединения и расположения запорной арматуры РГС 20 с внешними узлами подключения



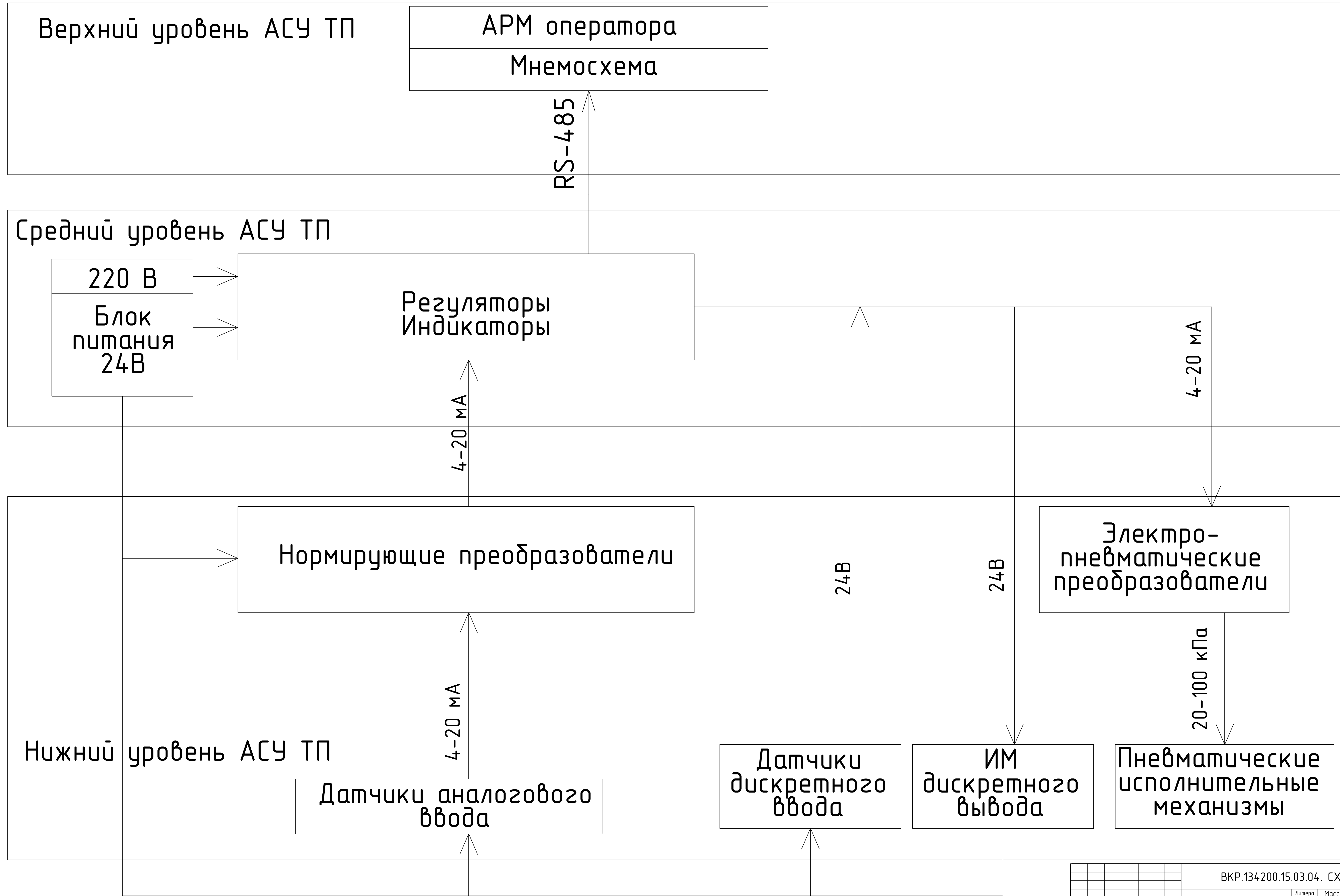
Спецификация оборудования

| Поз. обозначение           | Наименование   |
|----------------------------|--|
| РГС-20 №1, РГС-20 №2       | Резервуар для хранения дизтоплива двухсекционный с нижним отбором топлива РГС-20/2 |
| ЕП-20 №4                   | Емкость подземная горизонтальная аварийного слива диз топлива ЕП-20-2400-2100-2-С0 |
| УП1, УП2, УП3              | Узел подключения   |
| КД1, КД2, КД3, КД4         | Клапан дыхательный механический с огнепреградителем СМДК-50                        |
| Лз1, Лз2, Лз3, Лз4, Лз5    | Лик замерный   |
| T2, T2a, T2б, Д1б, Д2б, Д5 | Задвижка клиновья, привод - ручной   |
| Д2а, Д1а, Т1а, Т1б, Т1     | Задвижка клиновья, привод - ручной   |
| P1, P2, P0                 | Расходомер   |
| ТМ                         | Задвижка клиновья, привод - электромеханический                                    |
| T3a, T3б, T5a, T5б         | Кран шаровой   |
| T4a, T4б                   | Кран шаровой   |
| Д4                         | Задвижка клиновья с колонкой, привод - ручной                                      |
| Д3                         | Задвижка клиновья с колонкой, привод - ручной                                      |
| КД5                        | Клапан дыхательный механический КДС-50   |
| КЗ-3                       | Колодец с задвижками   |
| T7                         | Клапан электромагнитный  |
| Ф2, Ф3                     | Фильтр тонкой очистки  |
| Ф1                         | Фильтр грубой очистки  |
| T3, T9-T12                 | Кран шаровой   |
| T2                         | Кран шаровой   |
| С1, С2                     | Кран сифонный  |

Условные обозначения:

- Н1 — Линия подачи топлива от передвижного топливозаправщика
- — Направление потока
- Н2 — Прямая линия топливоснабжения котельной
- ▬ — Фильтр
- Н3 — Обратная линия топливоснабжения котельной
- ⊗ — Кран шаровой
- Д — Дренажная линия
- ⊕ — Задвижка клиновья, фланцевая
- Присоединение трубопроводов
- ⊖ — Задвижка клиновья, фланцевая
- ⊕ — Узел подключения техники
- ⊕ — Переход концентрический
- ⊕ — Клапан дыхательный, фланцевый
- ⊕ — Прямоук
- ⊕ — Лик замерный
- — Колодец
- ⊕ — Горелка котла HR73A
- ⊕ — Расходомер
- ⊕ — Спускник
- ⊕ — Пересечение трубопроводов без соединения





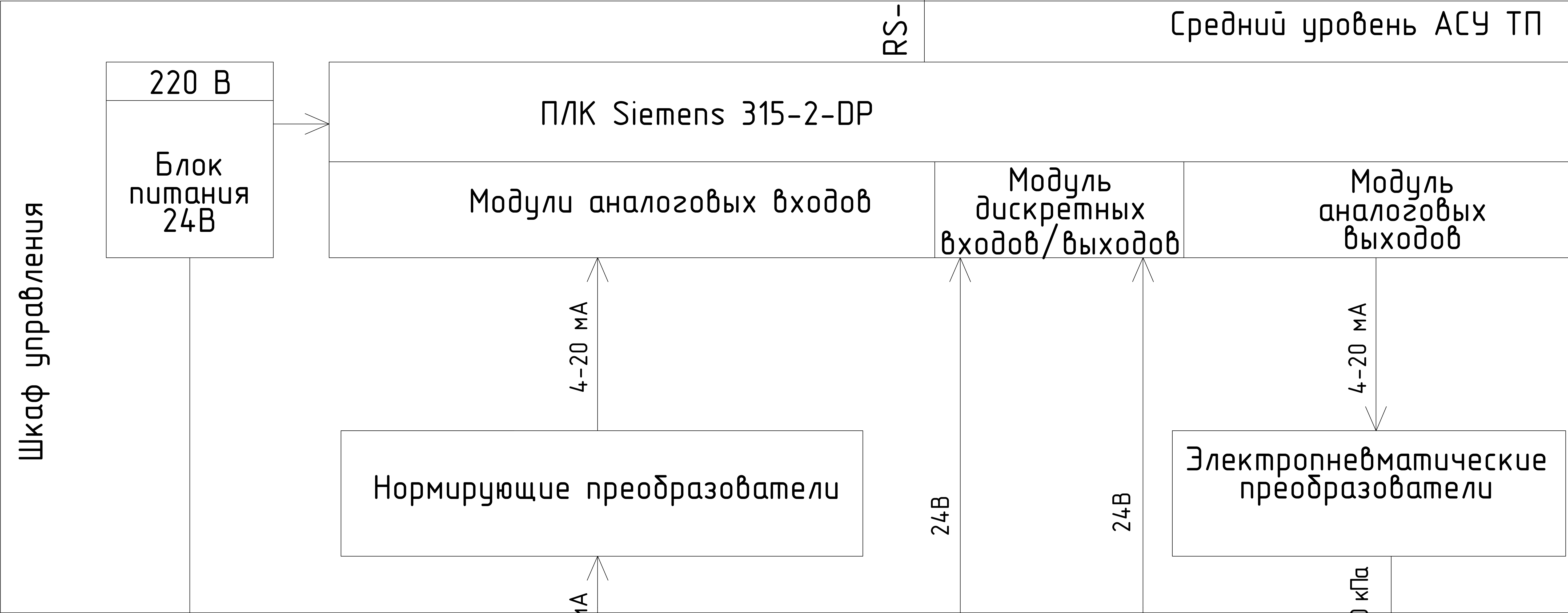
|         |      |                |      |      |  |                 |              |
|---------|------|----------------|------|------|--|-----------------|--------------|
|         |      |                |      |      | ВКР.134.200.15.03.04. СХ   |                 |              |
| Изм     | Лист | № докум        | Подп | Дата | Структурная схема автоматизации до модернизации  | Литера          | Масштаб      |
| Разраб  |      | Мартов С.С.    |      |      |  | У               |              |
| Провер  |      | Безруков Н.С.  |      |      |  | Лист            | 3 / Листов 7 |
| Т.контр |      | Безруков Н.С.  |      |      |  | АМГУ зр. 341зсб |              |
| Н.контр |      | Скрипка О.В.   |      |      | Микропроцессорная система автоматизации для подачи топлива в резервуарный парк котельной магистральной насосной станции №29 в Амурской области |                 |              |
| Учб     |      | Остапенко А.А. |      |      | Копировал  |                 |              |
|         |      |                |      |      | Формат А1  |                 |              |

Верхний уровень АСУ ТП



RS-485

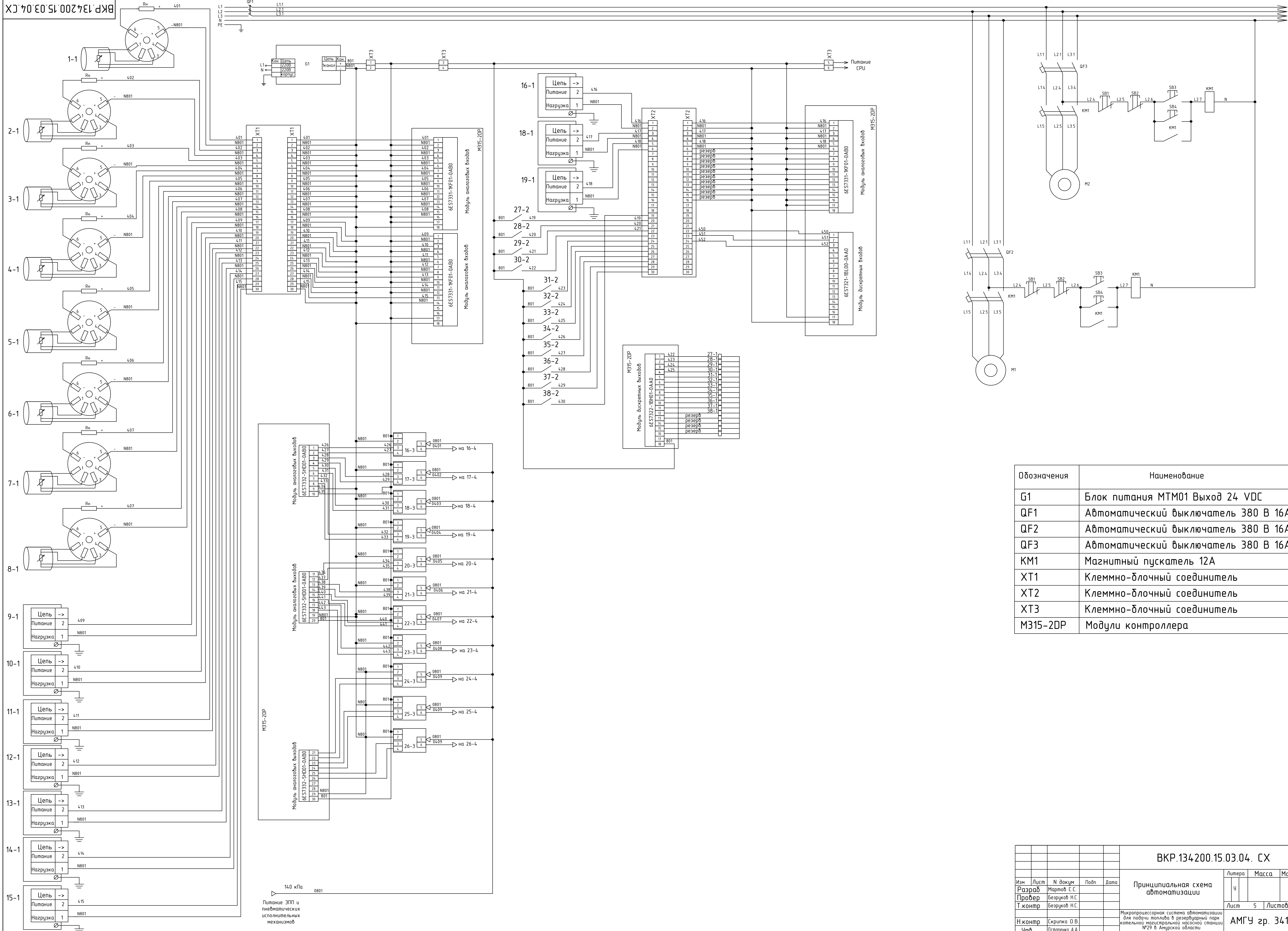
Средний уровень АСУ ТП



Нижний уровень АСУ ТП



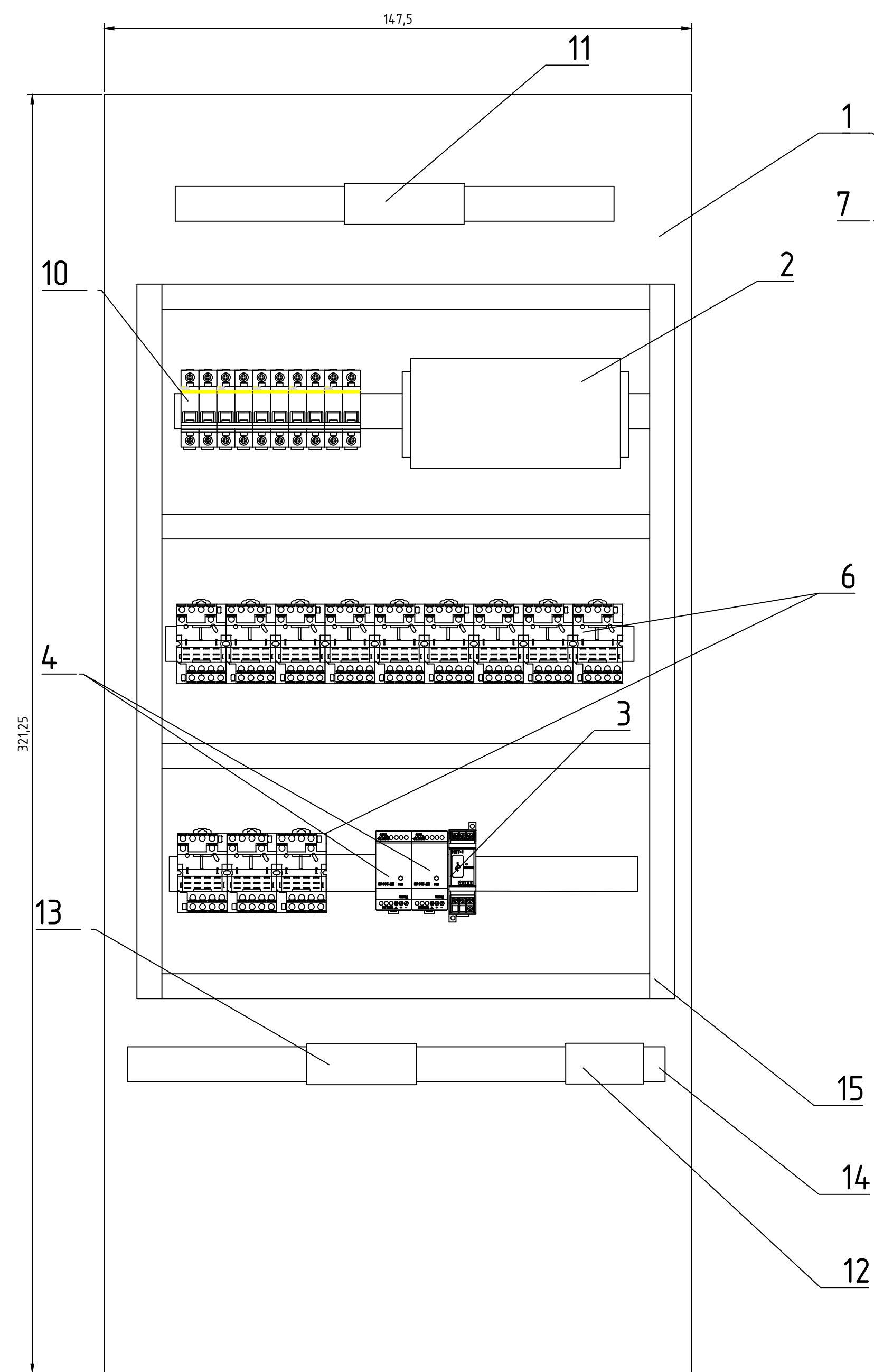
|                          |      |                |      |      |  |  |         |        |   |
|--------------------------|------|----------------|------|------|--|--|---------|--------|---|
| БКР.134.200.15.03.04. СХ |      |                |      |      | Литера   | Масса  | Масштаб |        |   |
| Изм                      | Лист | № докум        | Подп | Дата | Структурная схема автоматизации после модернизации | У  |         |        |   |
| Разраб                   |      | Мартюк С.С.    |      |      |  | Лист   | 4       | Листов | 7 |
| Провер                   |      | Безруков Н.С.  |      |      |  | Микропроцессорная система автоматизации для подачи топлива в резервуарный парк котельной магистральной насосной станции №29 в Амурской области |         |        |   |
| Т.контр                  |      | Безруков Н.С.  |      |      |  | АМГУ зр. 341эсб  |         |        |   |
| Н.контр                  |      | Скрипко О.В.   |      |      | Копировал  |  |         |        |   |
| Умб                      |      | Остапенко А.А. |      |      | Формат А1  |  |         |        |   |



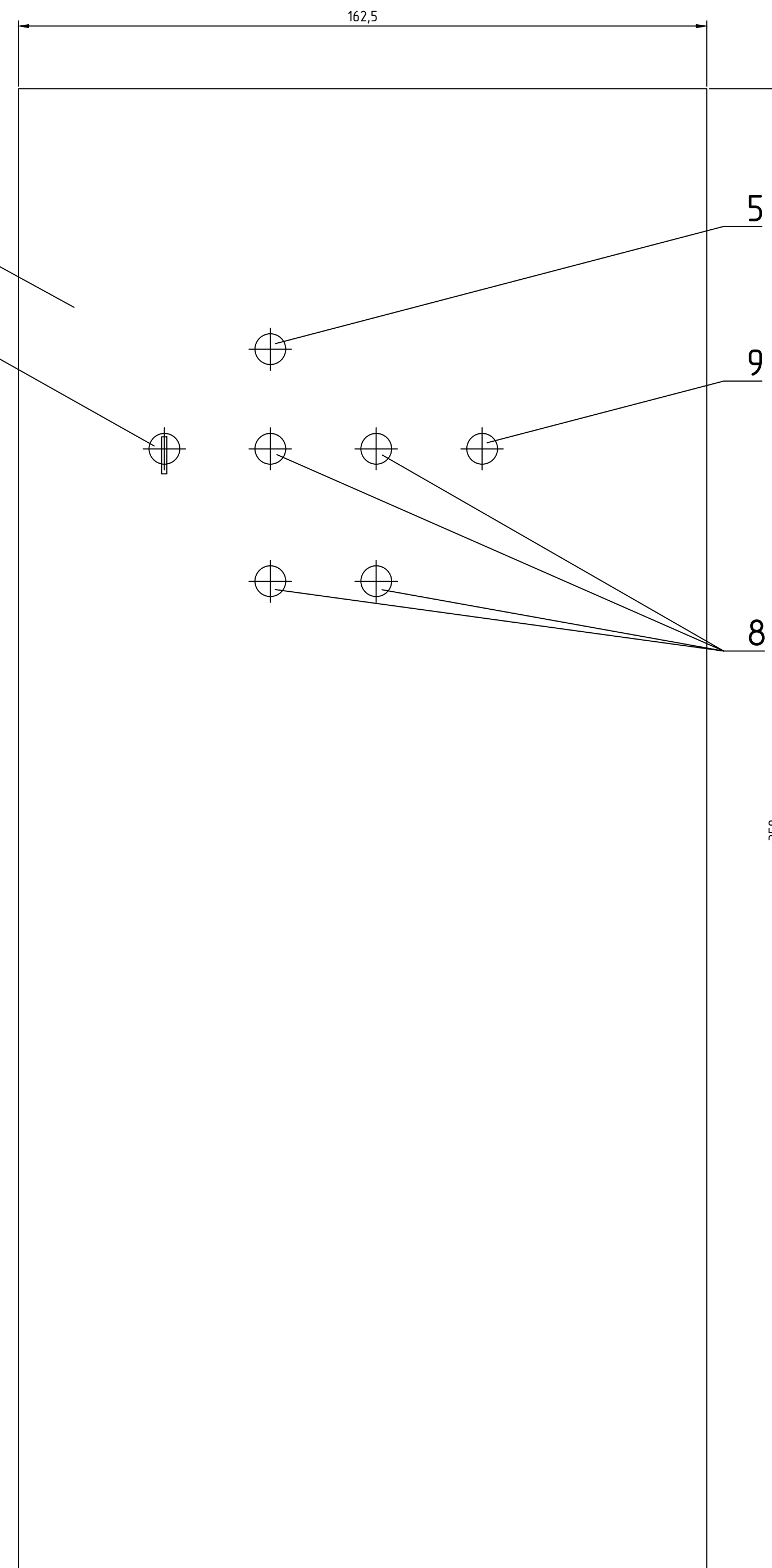
| Обозначения | Наименование                         |
|-------------|--------------------------------------|
| G1          | Блок питания МТМ01 Выход 24 VDC      |
| QF1         | Автоматический выключатель 380 В 16А |
| QF2         | Автоматический выключатель 380 В 16А |
| QF3         | Автоматический выключатель 380 В 16А |
| KM1         | Магнитный пускатель 12А              |
| XT1         | Клеммно-дочный соединитель           |
| XT2         | Клеммно-дочный соединитель           |
| XT3         | Клеммно-дочный соединитель           |
| M315-2DP    | Модули контроллера                   |

|         |      |                |      |                                 |  |                 |       |          |
|---------|------|----------------|------|---------------------------------|--|-----------------|-------|----------|
|         |      |                |      | <b>ВКР.134.200.15.03.04. СХ</b> |  |                 |       |          |
| Изм     | Лист | № док          | Подп | Дата                            | Принципиальная схема<br>автоматизации  | Литера          | Масса | Масштаб  |
| Разраб  |      | Мартюв С.С.    |      |                                 |  | у               |       |          |
| Провер  |      | Безруков Н.С.  |      |                                 |  | Лист            | 5     | Листов 7 |
| Т.контр |      | Безруков Н.С.  |      |                                 |  | АМГУ зр. 341зсб |       |          |
| Н.контр |      | Скрипко О.В.   |      |                                 | Микропроцессорная система автоматизации для подачи топлива в резервуарный парк котельной магистральной насосной станции №29 в Амурской области |                 |       |          |
| Умб     |      | Остапенко А.А. |      |                                 | Копировал  |                 |       |          |
|         |      |                |      | Формат А1                       |  |                 |       |          |

### Вид на внутреннюю плоскость



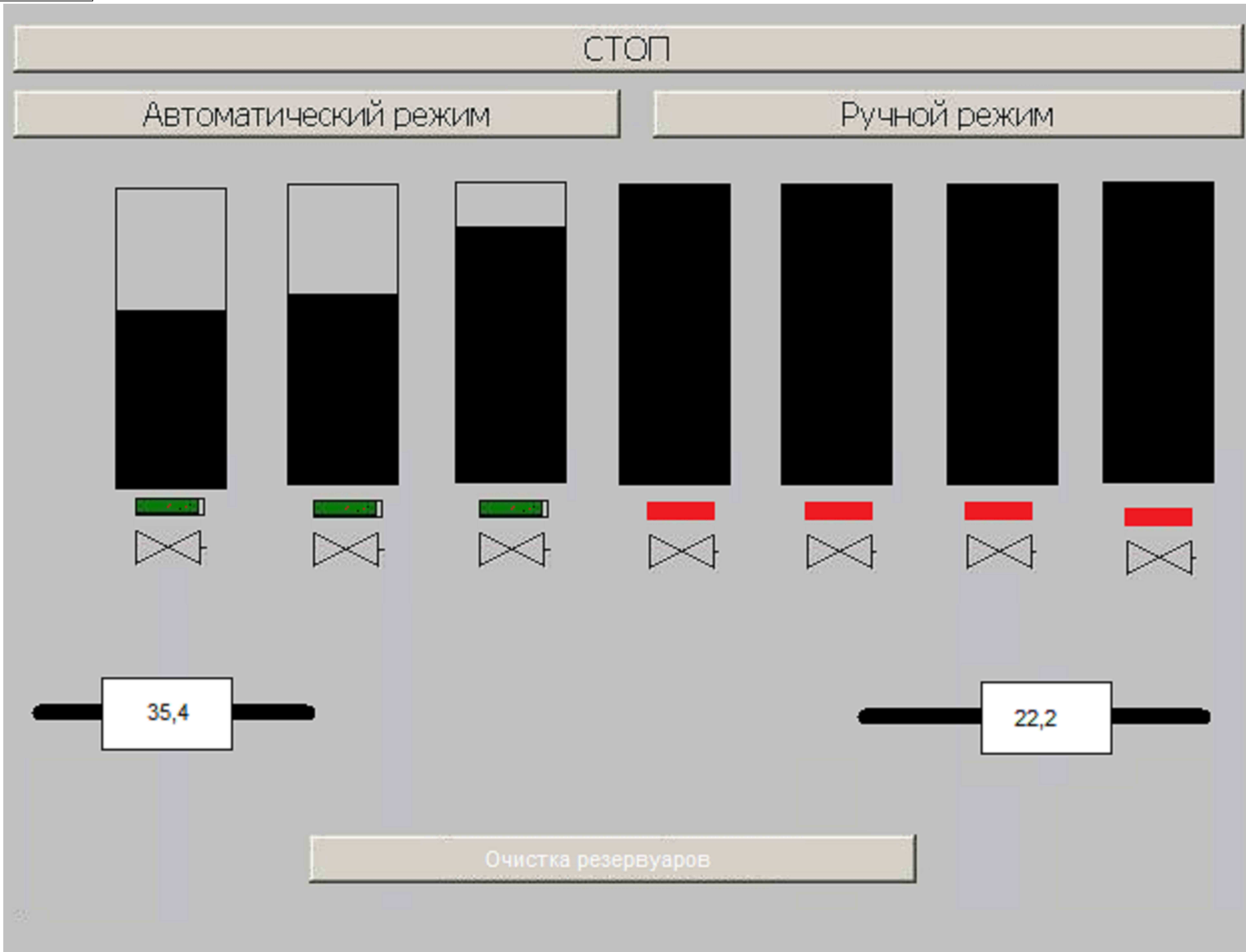
### Фасад



| Поз. | Обозначение | Наименование  | Кол. | Прим. |
|------|-------------|---|------|-------|
| 1    |             | Щит монтажный ИЕК ШМП-7-0 У1 IP65 GARANT              | 1    |       |
| 2    | A1          | ПЛК Siemens 315-2DP                                   | 1    |       |
| 3    | A3          | Нормирующий преобразователь OVEN НРТ-1                | 1    |       |
| 4    | G1, G2      | Блок питания OVEN БП15Б-Д2-24                         | 2    |       |
| 5    | HL          | Сигнальная лампа SE XB5 AV44 (красная)                | 1    |       |
| 6    | K1.K17      | Реле управления в сборе                               | 17   |       |
|      |             | Реле SE RHN411UG                                      |      |       |
|      |             | Розетка SE RPZF4                                      |      |       |
|      |             | Модуль защиты SE RUW241P7                             |      |       |
| 7    | SA          | Двухпозиционный переключатель SE XB5AJ21              | 1    |       |
| 8    | SB1.SB11    | Кнопка с возвратом SE XB5 AA31 H0                     | 11   |       |
| 9    | SB11-SB111  | Кнопка с возвратом SE XB5 AA4322 H3                   | 11   |       |
| 10   | QF1-3       | Автоматический выключатель ИЕК ВА47-29 2P 16 А х-ка В | 3    |       |
| 11   | XS1         | Клеммы проходные ABB D4/6 ADO                         | 20   |       |
| 12   | XS2         | Клеммы проходные ABB D4/6 ADO                         | 13   |       |
| 13   | XS3         | Клеммы проходные ABB D4/6 ADO                         | 17   |       |
| 14   |             | Дпн-рейка 35 мм                                       |      |       |
| 15   |             | Кабельный канал Sagel 25x50                           |      |       |

|  |      |                |                 |        |
|--|------|----------------|-----------------|--------|
| ВКР.134.200.15.03.04. СХ   |      |                |                 |        |
| Изм  | Лист | И. док.м.      | Подп.           | Дата   |
| Разраб   |      | Мартюш С.С.    |                 |        |
| Провер   |      | Безруков Н.С.  |                 |        |
| Т. контр   |      | Безруков Н.С.  |                 |        |
| Н. контр   |      | Скрипко О.В.   |                 |        |
| Читб   |      | Остапенко А.А. |                 |        |
| Общий вид шкафа управления   |      |                | Литера          | Масса  |
|  |      |                | у               |        |
|  |      |                | Лист            | Листов |
|  |      |                | 6               | 7      |
| Микропроцессорная система автоматизации для подачи топлива в резервуарный парк котельной магистральной насосной станции №29 в Амурской области |      |                | АМГУ зр. 341зсб |        |
| Копировал  |      |                | Формат А1       |        |





|                          |                |          |      |      |  |       |         |
|--------------------------|----------------|----------|------|------|--|-------|---------|
| БКР.134.200.15.03.04. СХ |                |          |      |      | Литера   | Масса | Масштаб |
| Изм                      | Лист           | И. Вакун | Подп | Дата | АРМ оператора  |       |         |
| Разраб                   | Мартюв С.С.    |          |      |      | У  |       |         |
| Пробер                   | Безруков Н.С.  |          |      |      | Лист 7 / Листов 7  |       |         |
| Т. контр                 | Безруков Н.С.  |          |      |      | АМГУ зр. 341зсб  |       |         |
| Н. контр                 | Скрипка О.В.   |          |      |      | Микропроцессорная система автоматизации для подачи топлива в резервуарный парк котельной магистральной насосной станции №29 в Амурской области |       |         |
| Умб                      | Остапенко А.А. |          |      |      | Копировал  |       |         |
|                          |                |          |      |      | Формат А1  |       |         |