


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

Факультет энергетический
Кафедра автоматизации производственных процессов и электротехники
Направление подготовки 15.03.04 – Автоматизация технологических процессов
и производств
Направленность (профиль) образовательной программы Автоматизация
технологических процессов и производств в энергетике

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ

И.о. зав. кафедрой

 О.В. Скрипко
«24» июня 2024 г.

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

на тему: «АСУ ТП насосной станции хранения дизельного топлива Амурского
ГПЗ (комплексная ВКР)»

Исполнитель

студент группы 041-об

 20.06.2024
(подпись, дата)

А.С. Маньков

Руководитель

профессор, д-р техн. наук

 21.06.2024
(подпись, дата)

О.В. Скрипко

Консультант: по безопасности
и экологичности

доцент, канд. техн. наук

 10.06.2024
(подпись, дата)

А.Б. Булгаков

Нормоконтроль

профессор, д-р техн. наук

 24.06.2024
(подпись, дата)

О.В. Скрипко

Благовещенск 2024


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

Факультет энергетический

Кафедра автоматизации производственных процессов и электротехники

УТВЕРЖДАЮ

И. о. зав. кафедрой

 О.В. Скрипко
подпись И.О. Фамилия

« 24 » июня 2024 г.

З А Д А Н И Е

К выпускной квалификационной работе студента Манькова Александра Сергеевича

1. Тема выпускной квалификационной работы: АСУ ТП насосной станции хранения дизельного топлива Амурского ГПЗ

(утверждена приказом от 22.05.24 № 1334-уч)

2. Срок сдачи студентом законченной работы (проекта) 27.06.2024

3. Исходные данные к выпускной квалификационной работе: 1) Рабочая и конструкторская документация Амурского ГПЗ; 2) Приказ об утверждении темы бакалаврской работы; 3) Материалы, собранные в ходе практики.

4. Содержание выпускной квалификационной работы (перечень подлежащих разработке вопросов):

- 1) Описание Амурского газоперерабатывающего завода;
- 2) Описание работы насосной станции хранения дизельного топлива;
- 3) Создание функциональной схемы автоматизации;
- 4) Обзор технических средств автоматизации;
- 5) Создание электрических схем соединений;
- 6) Описание программного обеспечения системы управления;
- 7) Безопасность и экологичность.

5. Перечень материалов приложения:

Лист 1: Функциональная схема автоматизации

Лист 2: Компоновка шкафов АСУЭ. МФК1500

Лист 3: Схема подключения питания

Лист 4: Подключение аналоговых сигналов

Лист 5: Подключение дискретных сигналов

Лист 6: Человеко-машинный интерфейс в SCADA-системе ТЕКОН

6. Консультанты по выпускной квалификационной работе:

Безопасность и экологичность – Булгаков А.Б., доцент, канд. техн. наук

7. Дата выдачи задания 27.06.2024

Руководитель выпускной квалификационной работы:

Скрипко Ольга Валерьевна, зав. кафедрой АППиЭ, д-р техн. наук, профессор

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

Задание принял к исполнению (дата): 05.02.2024



(подпись студента)

РЕФЕРАТ

Бакалаврская работа содержит 82 страницы, 36 рисунков, 16 таблиц, 33 источника, 6 приложений.

АМУРСКИЙ ГАЗОПЕРЕРАБАТЫВАЮЩИЙ ЗАВОД, НАСОСНАЯ СТАНЦИЯ ХРАНЕНИЯ ДИЗЕЛЬНОГО ТОПЛИВА, АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМИ ПРОЦЕССАМИ, ДИЗЕЛЬНОЕ ТОПЛИВО, ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ СХЕМА, ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ СХЕМА АВТОМАТИЗАЦИИ, ЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ СХЕМА СОЕДИНЕНИЙ, ПРОГРАММИРУЕМЫЙ ЛОГИЧЕСКИЙ КОНТРОЛЛЕР

Целью выпускной квалификационной работы является создание АСУ ТП насосной станции хранения дизельного топлива Амурского ГПЗ, изучение объекта автоматизации, технической документации по системе, технологических процессов системы хранения дизельного топлива, технических характеристик и свойств насосной станции, а также разработка программного прототипа системы управления станции хранения дизельного топлива на Амурском газоперерабатывающем заводе.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	8
1 Амурский газоперерабатывающий завод	10
1.1 Общая характеристика производства	10
1.2 Продукция Амурского ГПЗ	12
1.3 Технологические процессы Амурского ГПЗ	14
2 Насосная станция хранения дизельного топлива	18
2.1 Назначение	18
2.2 Описание технологического процесса и технологической схемы производственного объекта	18
2.3 Техническое задание на разработку	19
3 Функциональная схема автоматизации	20
3.1 Условные обозначения ФСА	20
3.2 Входы и выходы ПЛК	20
4 Технические средства автоматизации	22
4.1 Насосы	22
4.2 Измерительные преобразователи и датчики	25
4.3 Расходомеры	34
4.4 Программируемый логический контроллер МФК1500	36
4.5 Терминальная панель	44
4.6 Источник питания	44
4.7 Диодный модуль	45
4.8 Коммутационное оборудование	47
5 Электрические схемы соединений	49
5.1 Схема подключения питания	49
5.2 Подключение аналоговых сигналов	51
5.3 Подключение дискретных сигналов	53
6 Программное обеспечение системы управления	56
6.1 SCADA-система ТЕКОН	56
6.2 Создание проекта АСУТП насосной станции хранения дизельного топлива в SCADA-системе ТЕКОН	57
7.1 Безопасность	63
7.2 Экологичность	67

7.3 Чрезвычайные ситуации	68
Заключение	70
Библиографический список	71
Приложение А Технологическая схема Амурского ГПЗ	75
Приложение Б Блок-схема технологического блока станции дизельного топлива	76
Приложение В Техническое задание на разработку	77
Приложение Г Функциональная схема автоматизации	80
Приложение Д Подключение аналоговых сигналов	81
Приложение Е Подключение дискретных сигналов	82

ОПРЕДЕЛЕНИЯ, ОБОЗНАЧЕНИЯ, СОКРАЩЕНИЯ

- ГПЗ – газоперерабатывающий завод;
- АСУ – автоматизированная система управления;
- АСУТП – автоматизированная система управления технологическим процессом;
- АЦП – аналого-цифровой преобразователь;
- БФ – бутановая фракция;
- ДТ – дизельное топливо;
- ИПД – источник питания датчиков;
- МКС – модуль клеммных соединений;
- ПАЗ – противоаварийная автоматическая защита;
- ПГФ – пентан-гексановая фракция;
- ПЛК – программируемый логический контроллер;
- ПФ – пропановая фракция;
- СИЗ – средства индивидуальной защиты;
- СУГ – сжиженные углеводородные газы;
- ТЭС – тепловая электростанция;
- УДС – усилитель дискретных сигналов;
- УСО – устройство сопряжения с объектом;
- ФСА – функциональная схема автоматизации;
- ЦАП – цифро-аналоговый преобразователь;
- ЦП – центральный процессор;
- ЧМИ – человеко-машинный интерфейс;
- ЧС – чрезвычайная ситуация;
- ШИМ – широтно-импульсная модуляция;
- ШФЛУ – широкая фракция легких углеводородов.

ВВЕДЕНИЕ

Амурский газоперерабатывающий завод (ГПЗ) в районе города Свободного Амурской области – одно из крупнейших предприятий в мире по переработке природного газа. Амурский ГПЗ является частью ПАО «Газпром».

Строительство Амурского ГПЗ началось в октябре 2015 года. Запуск первой технологической линии состоялся в июне 2021 года. С 2025 года ГПЗ выйдет на полную проектную мощность. Главной целью строительства предприятия является переработка природного газа, поступающего на завод по трубопроводу «Сила Сибири», и его последующая реализация на рынке КНР [1].

Выполнение задач автоматизации энергообъектов на крупных производствах, таких как Амурский ГПЗ, является неотъемлемой частью работы предприятия. Автоматизация энергообъектов позволяет обеспечить бесперебойную и безопасную работу предприятия, снижая риски возникновения аварийных ситуаций и обеспечивая непрерывное функционирование систем завода.

Объектом автоматизации данного курсового проекта является насосная станция хранения дизельного топлива Амурского ГПЗ. Главная функция станции дизельного топлива заключается в обеспечении объектов завода дизельным топливом в случае возникновения аварийной ситуации, либо при отсутствии на объектах другого вида топлива.

Внедрение АСУ ТП на насосной станции хранения дизельного топлива позволит удовлетворить потребность в надежном автоматизированном энергетическом объекте Амурского ГПЗ, повысить безопасность за счет минимизации рисков, связанных с человеческим фактором, улучшить эффективность станции благодаря автоматизации технологических процессов, повысить надежность путем своевременного обнаружения проблем или неисправностей оборудования.

В ходе ВКР будут выполнены следующие этапы:

- анализ технологического процесса: изучение работы насосной станции и определение требований к АСУ ТП;
- выбор оборудования: подбор ПЛК, датчиков, исполнительных механизмов, соответствующих требованиям проекта;
- разработка алгоритмов управления: создание программы для ПЛК, реализующей алгоритмы управления станцией;
- разработка пользовательского интерфейса: создание графического интерфейса для ЧМИ, отображающего информацию о состоянии системы и позволяющего оператору управлять ею;
- тестирование и отладка: проверка работоспособности АСУ ТП и внесение необходимых корректировок.

В рамках выполнения ВКР подробно рассматривается аппаратная и программная части объекта, производится построение чертежей и схем, создаётся пояснительная записка.

1 АМУРСКИЙ ГАЗОПЕРЕРАБАТЫВАЮЩИЙ ЗАВОД

1.1 Общая характеристика производства

Амурский газоперерабатывающий завод является одним из крупнейших предприятий в мире по переработке природного газа. Завод расположен в Дальневосточном Федеральном округе Российской Федерации, Свободненский район Амурской области.

Географическое положение Амурского ГПЗ на карте Российской Федерации приведено на рисунке 1.

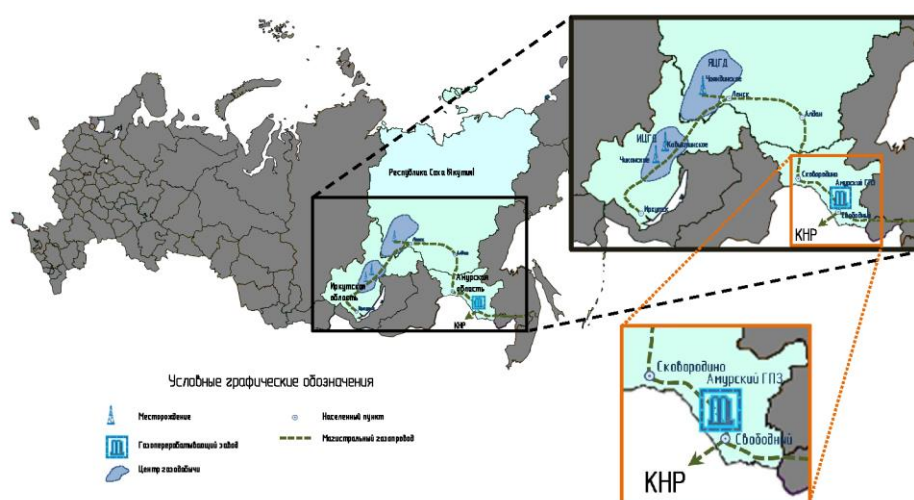


Рисунок 1 – Географическое положение Амурского ГПЗ

Целью строительства Амурского ГПЗ является:

- обеспечение планов ПАО «Газпром» по добыче, транспорту и переработке углеводородов в Восточной Сибири и на Дальнем Востоке;
- реализация государственной «Программы создания в Восточной Сибири и на Дальнем Востоке единой системы добычи, транспортировки газа и газоснабжения с учетом возможного экспорта газа на рынки Китая и других стран Азиатско-Тихоокеанского региона»;
- обеспечение на долгосрочную перспективу внутренней потребности регионов Восточной Сибири и Дальнего Востока, а также экспортных поставок в страны Азиатско-Тихоокеанского региона товарного газа, гелия и СУГ;

- обеспечение сырьем (этановая фракция) газохимических производств;
- оказание положительного многофакторного влияния на социально-экономическую среду территории, где намечается размещение объектов Амурского ГПЗ [2].

В соответствии с Контрактной стратегией проекта «Строительство Амурского ГПЗ» производится разделение на подпроекты:

Подпроект Р1: технологические установки лицензиара, которые обеспечивают получение широкой фракции легких углеводородов (ШФЛУ) и разделение/концентрацию гелия из поступающего газа.

Подпроект Р2: технологические установки нелицензиара, включает в себя установки осушки и удаления ртути, установки газодифракционирования, установки очистки ШФЛУ, дожимную компрессорную станцию для каждой линии.

Подпроект Р3: вспомогательное общезаводское хозяйство – оборудование и сооружения не относящиеся к лицензионным или нелицензионным установкам (включая товарно-сырьевую базу и наливную эстакаду) [3].

Сырьем для Амурского ГПЗ является природный газ Чаяндинского месторождения в Якутии и Ковыктинского в Иркутской области от магистрального трубопровода «Сила Сибири» (рисунок 2).

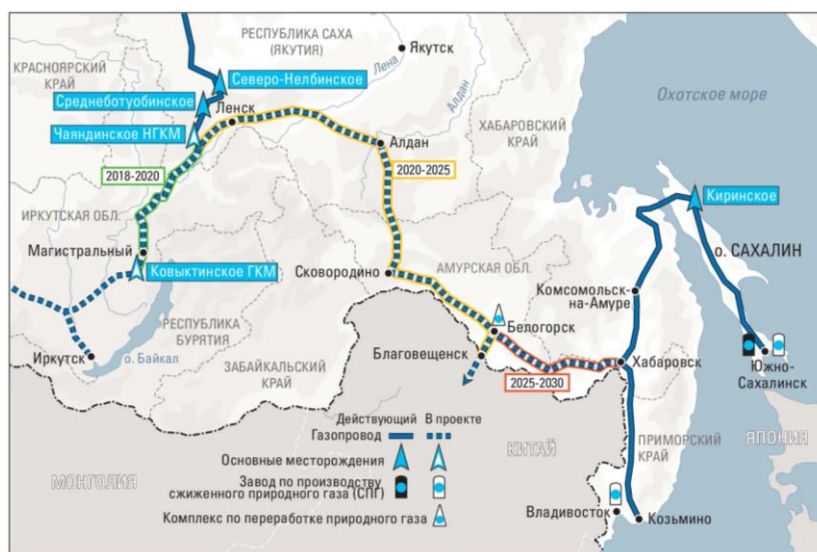


Рисунок 2 – Магистральный трубопровод «Сила Сибири»

Электроснабжение и производственный пар на Амурский ГПЗ поступает от Свободенской ТЭС.

В рамках строительства Амурского ГПЗ предусматривается создание следующих объектов производственной и социальной инфраструктуры:

- производство газоперерабатывающее;
- узлы учета сырьевого газа;
- узлы учета энергетических сред;
- установка осушки и удаления ртути;
- установка выделения этана и ШФЛУ, удаления азота и получения азотно-гелиевой смеси;
- установка газофракционирования;
- установка очистки ШФЛУ;
- узлы учета товарного газа, этана и топливного газа на ТЭС «Сила Сибири»;
- гелиевый комплекс;
- установка тонкой очистки, сжижения и затаривания гелия;
- дожимная компрессорная станция;
- газопровод подключения;
- товарно-сырьевая база (резервуарные парки №1, №2, №3);
- наливные эстакады пропана, бутана и ПГФ;
- факельное хозяйство;
- станция «Заводская»;
- канализационные очистные сооружения;
- водозаборные сооружения;
- жилой микрорайон [2].

1.2 Продукция Амурского ГПЗ

Поэтапный пуск остальных линий Амурского ГПЗ синхронизирован с развитием добычных мощностей «Газпрома» в Якутии и Иркутской области.

После выхода на полную мощность в 2025 году Амурский ГПЗ ежегодно будет выпускать:

- 38 млрд куб. м очищенной метановой фракции для поставок в КНР;
- 2,4 млн т этана;
- 1,5 млн т сжиженных углеводородных газов (СУГ);
- 200 тыс. т пентан-гексановой фракции;
- 60 млн куб. м гелия [1].

Требования к качеству продукции представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Требования к качеству продукции

Продукт переработки	Требования к качеству
Товарный газ	ТУ 0271-154-31323949-2014 «Газ горючий природный»
Этановая фракция	ТУ 0272-155-31323949-2014 «Фракция этановая»
Пропановая фракция	ТУ 0272-156-31323949 «Фракция пропановая, поставляемая на экспорт»
Бутановая фракция	ТУ 0272-157-31323949-2014 «Фракция бутановая, поставляемая на экспорт»
Пентан-гексановая фракция	ТУ 0272-158-31323949-2014 «Фракция пентан-гексановая»
Гелий	ТУ 0272-159-31323949-2014 с изм №1 «Гелий»
Полупродукты (ШФЛУ)	ТУ 38.101524-93 «Фракция широкая легких углеводородов»

Основным потребителем этана и СУГ Амурского ГПЗ будет Амурский газохимический комплекс (совместный проект СИБУРа и Sinopec). Одним из ключевых продуктов Амурского ГПЗ является гелий. Это крайне

востребованный элемент для высокотехнологичных отраслей промышленности. По объему производства гелия — 60 млн куб. м в год — Амурский ГПЗ станет мировым лидером [1].

1.3 Технологические процессы Амурского ГПЗ

На рисунке 3 представлена упрощенная технологическая схема Амурского ГПЗ.

Из магистрального газопровода «Сила Сибири», через узлы учета газа, сырой газ подается на установку осушки и удаления ртути. После сепарации, удаления механических примесей происходит осушка газа и очистка от соединений ртути.

Сухой очищенный газ с установки осушки и удаления ртути поступает на установку выделения этана и ШФЛУ, удаления азота и получения азотно-гелиевой смеси, где происходит разделение газового потока на метановую фракцию (товарный газ), этановую фракцию (сырье газохимического комплекса), ШФЛУ (сырье установки газодифракционирования) и азотно-гелиевую смесь, обогащенную гелием.

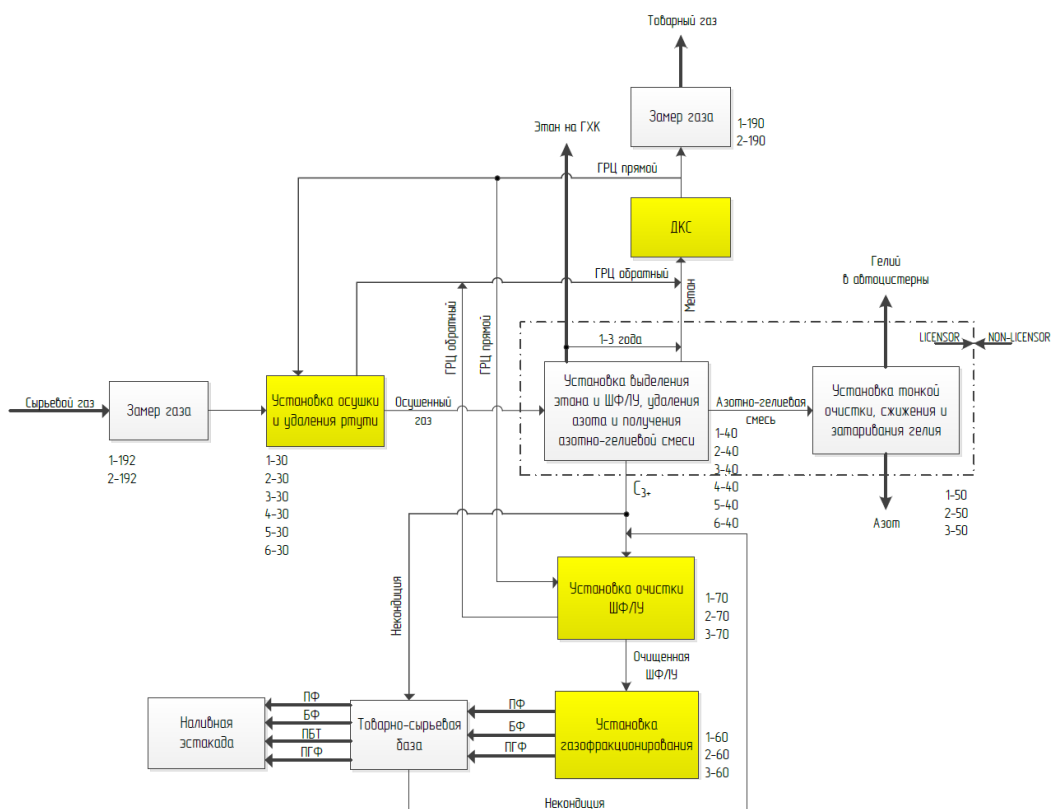


Рисунок 3 – Технологическая схема Амурского ГПЗ

ШФЛУ подается на установку очистки ШФЛУ, где очищается от сернистых соединений и метанола, и далее направляется на установку газодифракционирования для производства сжиженных углеводородных газов (ПФ, БФ и ПГФ) [2].

Азотно-гелиевая смесь, обогащенная гелием, подается на установку тонкой очистки, сжижения и затаривания гелия, где происходит разделение смеси на азот, метановую фракцию и чистый гелий. Гелий очищается и сжижается, а азот и метановая фракция рекуперировывают холод и подаются на установку выделения этана и ШФЛУ в качестве хладагентов.

1.3.1 Установка осушки и удаления ртути

Установка осушки и удаления ртути предназначена для глубокой осушки и очистки природного газа от соединений ртути перед его дальнейшей переработкой. Процесс осушки осуществляется методом адсорбции на комбинированном слое адсорбента, состоящем из оксида алюминия и цеолита. Очистка от ртути происходит в адсорберах, заполненных адсорбентом на основе оксида алюминия, промотированного медью. Установка состоит из шести идентичных блоков, каждый из которых может работать независимо или совместно с другими. Циклический процесс работы адсорберов включает стадии адсорбции, регенерации, охлаждения и повторного включения в цикл осушки. Для регенерации и охлаждения адсорбентов используется газ, отбираемый из общего потока осушенного газа [2].

1.3.2 Установка выделения этана и ШФЛУ, удаления азота и получения азотно-гелиевой смеси

Эта установка предназначена для выделения ценных компонентов из очищенного и осушенного природного газа. Она разделяет газовый поток на метановую фракцию (товарный газ), этановую фракцию (сырье для газохимического комплекса), ШФЛУ (сырье для установки газодифракционирования) и азотно-гелиевую смесь, обогащенную гелием. Установка состоит из шести идентичных блоков, каждый из которых включает отделение выделения этана и ШФЛУ, удаления азота и гелия, теплового

насоса и деэтанализации. В отделении выделения этана и ШФЛУ сырьевой газ охлаждается и разделяется на жидкость и газ. Углеводородный конденсат поступает на деметанизатор, где происходит отделение метана и более легких компонентов. В отделении удаления азота и гелия происходит разделение азотно-гелиевой смеси и метана. Азотно-гелиевая смесь направляется на установку тонкой очистки, сжижения и затаривания гелия, а метан выводится как товарная продукция [2].

1.3.3 Установка очистки ШФЛУ

Установка очистки ШФЛУ предназначена для удаления сернистых соединений и метанола из широкой фракции легких углеводородов (ШФЛУ), полученной на установке выделения этана и ШФЛУ. Процесс очистки осуществляется методом адсорбции на цеолите типа NaX. Установка состоит из трех идентичных блоков, каждый из которых включает три адсорбера, работающих циклически в режимах адсорбции, регенерации и охлаждения. В качестве газа регенерации и охлаждения используется метановая фракция. Очищенная ШФЛУ направляется на установку газодифракционирования для дальнейшего разделения на фракции СУГ [2].

1.3.4 Установка газодифракционирования

На установке газодифракционирования происходит разделение ШФЛУ на пропановую, бутановую и пентан-гексановую фракции. Установка состоит из трех идентичных блоков. ШФЛУ поступает в сырьевую емкость, подогревается и направляется в колонну-депропанализатор, где выделяется пропановая фракция. Бутан-пентан-гексановая фракция с колонны-депропанализатора поступает в колонну-дебутанизатор, где выделяется бутановая фракция. Пентан-гексановая фракция с колонны-дебутанизатора охлаждается и выводится с установки как готовый продукт [2].

1.3.5 Установка тонкой очистки, сжижения и затаривания гелия

Эта установка предназначена для выделения товарного гелия из азотно-гелиевой смеси, полученной на установке выделения этана и ШФЛУ. Установка состоит из трех идентичных блоков, каждый из которых включает

отделения удаления водорода, извлечения гелия, компримирования гелия, сжижения гелия, хранения и затаривания жидкого гелия, а также хранения жидкого азота. В отделении удаления водорода происходит каталитическое окисление метана и водорода до воды и CO_2 . В отделении извлечения гелия азотно-гелиевая смесь разделяется на поток обогащенного гелия, поток жидкого азота, поток остаточного газа и поток газообразного азота. Очищенный гелий поступает в отделение сжижения, где он сжижается с использованием цикла Брайтона. Жидкий гелий хранится в емкостях с теплоизоляцией и отгружается в транспортные цистерны [2].

В приложении А представлена подробная технологическая схема Амурского ГПЗ

2 НАСОСНАЯ СТАНЦИЯ ХРАНЕНИЯ ДИЗЕЛЬНОГО ТОПЛИВА

2.1 Назначение

Насосная станция дизельного топлива представляет собой комплексную систему приема, хранения и передачи дизельного топлива потребителям. В роли потребителей служат энергетические объекты Амурского ГПЗ: котельная и дизельные электростанции. Подавать топливо потребителям необходимо в случае отсутствия топливного газа и во время работы аварийных дизель-генераторов.

Данный объект играет важную роль в энергосистеме Амурского ГПЗ, обеспечивая энергетическую безопасность. Станция хранения дизельного топлива служит резервным источником топлива в случае аварийных ситуаций или перебоев с основным видом топлива.

Станция ДТ не производит продукцию. Ее основная функция – хранение и распределение дизельного топлива, которое само по себе является продуктом нефтепереработки.

Система ДТ административного участка Амурского ГПЗ подает ДТ для следующих основных потребителей на заводе и административном участке:

- котельная (при отсутствии топливного газа);
- аварийная дизельная электростанция 1;
- аварийная дизельная электростанция 2;
- аварийная дизельная электростанция 3 [4].

2.2 Описание технологического процесса и технологической схемы производственного объекта

Перед составлением функциональной схемы автоматизации, необходимо разобраться с технологическими процессами станции дизельного топлива.

Главным образом, система ДТ состоит из следующего оборудования:

- емкости ДТ, 0-79-85 VT-011-016 (6 емкостей по 100 м³);
- насосная ДТ, 0-79-85 UP-011;

- комплектная установка для слива-налива автоцистерн 0-79-85 UP-012;
- комплектная установка для откачки дренажной емкости, 0-79-85 UP-013;
- емкость подземная дренажная, 0-79-85 VR-011 [4].

На станции хранения дизельного топлива происходят следующие основные технологические процессы:

- заполнение резервуаров – ДТ поступает из автоцистерн через насосную станцию в резервуары для хранения;
- отгрузка ДТ потребителям – ДТ подается из резервуаров потребителям по запросу;
- перекачка ДТ из аварийной емкости – в случае нештатного снижения уровня ДТ в одном из резервуаров, топливо перекачивается в аварийный резервуар;
- слив подтоварной воды – вода, которая может присутствовать в ДТ, сливается в дренажную емкость.

Технологическая схема, удовлетворяющая вышеописанным условиям, представлена в приложении Б.

2.3 Техническое задание на разработку

В выпускной квалификационной работе техническое задание разрабатывается согласно требованиям ГОСТ-19.201-78 «Техническое задание. Требование к содержанию и оформлению».

Текст технического задания представлен в приложении В.

3 ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ СХЕМА АВТОМАТИЗАЦИИ





Функциональная схема автоматизации – это графическое представление системы автоматизации, которое показывает взаимосвязь между различными функциональными блоками и сигналами, участвующими в управлении технологическим процессом. Она не отображает конкретные физические устройства или соединения, а скорее фокусируется на функциях, выполняемых системой.

При создании ФСА необходимо руководствоваться ГОСТ 21.404–85. Настоящий стандарт устанавливает условные обозначения приборов, средств автоматизации и линий связи [5].

3.1 Условные обозначения ФСА

Графические обозначения приборов, средств автоматизации и линий связи, используемых в составлении ФСА, приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Условные обозначения элементов автоматизации

№ п/п	Наименование	Графическое обозначение
1	Прибор, устанавливаемый вне щита (по месту):	
2	Прибор, устанавливаемый на щите, пульте:	
3	Исполнительный механизм. Общее обозначение	
4	Линия связи. Общее обозначение	

3.2 Входы и выходы ПЛК

На схеме автоматизации также указывается подключение входов и выходов ПЛК в виде щита управления.

В качестве дискретных входов используются сигналы от концевых выключателей клапанов.

Аналоговые входы:

- сигналы от уровнемеров в резервуарах;
- сигналы от датчиков температуры ДТ в резервуарах;
- сигналы от датчиков давления на входе/выходе насосов.

Дискретные выходы:

- управление электроприводами задвижек.
- управление насосами.

Функциональная схема автоматизации представлена в приложении Г.

Выполненная ФСА необходима для понимания работы АСУ. ФСА позволяет выявить потенциальные проблемы в системе автоматизации на ранних этапах проектирования, что позволяет избежать ошибок в дальнейшем.

4 ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА АВТОМАТИЗАЦИИ

4.1 Насосы

4.1.1 Взрывозащищенный электромотор Marelli Motori D5X

На рисунке 4 представлен электромотор Marelli Motori D5X.



Рисунок 4 – Marelli Motori D5X

Технические характеристики электромотора приведены в таблице 3.

Таблица 3 – Технические характеристики Marelli Motori D5X - D6X - D5S

Параметр	Технические характеристики
Напряжение	Низкое
Исполнение	Общепромышленные
Мощность, кВт	до 925
Напряжение, В	до 660
Полюса	2, 4, 6, 8
Охлаждение	С 411, IC 416
IP	IP55, IP56, IP65
Скорость, об/мин	3000, 1500, 1000, 750
Размер рамы (высота по валу)	от 71 до 450
Класс взрывозащиты	Ex de II В Т4 Gb

Описание:

Асинхронный электродвигатель с низким напряжением.

Ротор короткозамкнутого типа. В зависимости от габаритов двигателя, ротор обычно монтируется на цельный вал. Обмотка ротора может быть выполнена из литого алюминия либо медных стержней.

Статор состоит из ламинированного сердечника с эмалевой изоляцией с обеих сторон, что минимизирует потери на вихревые токи. Обмотка статора выполнена из листовой меди или медного провода круглого сечения, в зависимости от размеров двигателя. Полностью собранный статор с обмоткой и корпусом пропитывается эпоксидной смолой в вакууме под давлением. После этого проводится термическая обработка для повышения прочности смолы.

В стандартной комплектации двигателя снабжаются однорядными радиальными шариковыми подшипниками. Подшипники двигателей с высотой по валу до 132 мм смазываются на весь срок службы и не требуют замены смазки. Двигатели с высотой по валу до 250 мм оснащены шариковыми подшипниками с запасом смазки (без тавотниц). Моторы с высотой по валу от 280 мм и выше имеют подшипники с системой пополнения смазки и тавотницами на обеих сторонах. Для двигателей с высотой по валу от 355 мм предусмотрены ниппели для измерения ударных импульсов, которые контролируют вибрацию подшипников как на приводной, так и на неприводной стороне. Упорные подшипники установлены на приводной стороне, а плавающие подшипники — на неприводной. Заводская смазка подшипников осуществляется с использованием литиевой смазки, и отработанная смазка удаляется через клапан на крышке наружного подшипника. Опционально доступны подшипники скольжения [6].

Система охлаждения соответствует стандарту IEC60034-6 IC 411. Стандартный двигатель полностью закрыт, и охлаждение корпуса осуществляется вентилятором. 4: Охлаждение корпуса, 1: Самоциркуляция основного охладителя, 1: Самоциркуляция дополнительного охладителя. По

запросу можно установить внешний вентилятор для соответствия типу охлаждения IC 416 [6].

4.2 Регулирующая арматура

4.2.1 Электрический привод BIFFI ICON 010/30-144

Электрический привод BIFFI ICON 010/30-144, предназначен для автоматизации управления затворами в промышленности. Он может быть использован для управления клапанами, шиберами, поворотными заслонками, конусными кранами и другими типами затворов, которые требуют вращательного движения. Благодаря возможности плавного регулирования скорости вращения, привод может использоваться для точного управления потоком жидкости или газа через затвор. Привод оснащен интеллектуальной системой управления, которая обеспечивает защиту от перегрузки, перегрева, заклинивания затвора, а также автоматическую фазовую коррекцию и коррекцию потери фазы. BIFFI ICON 010/30-144 может быть подключен к системам управления через различные протоколы, такие как Lonworks, Profibus, Foundation Fieldbus, Modbus и Hart [7].

Электрический привод BIFFI ICON 010/30-144 изображен на рисунке 5.



Рисунок 5 – Электрический привод BIFFI ICON 010/30-144

Технические характеристики электрического привода BIFFI ICON 010/30-144 приведены в таблице 4.

Таблица 4 – Технические характеристики электрического привода BIFFI ICON 010/30-144

Параметр	Технические характеристики
Питание	3-х фазное от 208 В до 690 В при 50/60 Гц 1 фазное от 110 В до 240 В при 50/60 Гц Пост. Ток (постоянный ток) от 24 В до 110 В
Момент на выходе	От 30 до 344000 Нм
Диапазон скоростей	От 12 до 173 об/мин при 50/60 Гц
Температура окружающей среды	Стандартный диапазон -40 °С ... 80 °С Имеются варианты более расширенного диапазона температур

4.2 Измерительные преобразователи и датчики

4.2.1 Уровнемер микроимпульсный Levelflex FMP54

Levelflex FMP54 – это микроимпульсный уровнемер, предназначенный для непрерывного измерения уровня жидкостей и сыпучих материалов.

FMP54 испускает микроимпульсы, которые возвращаются после отражения от поверхности измеряемого вещества. Прибор анализирует время прохождения этих сигналов и на основе этого вычисляет уровень [8].

Датчик обеспечивает стабильные показания в сложных условиях, например:

- при турбулентной поверхности жидкости;
- при пенообразовании;
- при изменениях свойств среды.

Уровнемер микроимпульсный Levelflex FMP54 изображен на рисунке 6.



Рисунок 6 – Уровнемер микроимпульсный Levelflex FMP54

Преимущества FMP54:

– бесконтактное измерение: не контактирует с измеряемой средой, что исключает износ и загрязнение;

– нечувствительность к изменениям свойств среды: точность измерений не зависит от плотности, диэлектрической проницаемости и других параметров;

– отсутствие движущихся частей: обеспечивает высокую надежность и долгий срок службы [8].

Технические характеристики уровнемера Levelflex FMP54 приведены в таблице 5.

Таблица 5 – Технические характеристики уровнемера Levelflex FMP54

Параметр	Технические характеристики
Питание / Коммуникация	2х-проводная схема подключения 4х-проводная схема подключения 90-253 В AC, 10,4-48 В DC

Параметр	Технические характеристики
Макс. значение измерения	Стержневой зонд: 10 м Мин. ДП>1.6 Тросовый зонд: 25...30 м Мин. ДП>1.6; 30...45 м Мин. ДП >1,9 Коаксиальный зонд: 6 м Мин. ДП>1.4
Погрешность	Стержневой зонд: +/- 2 мм Тросовый зонд <= 15 м: +/- 2 мм Тросовый зонд > 15 м: +/- 10 мм Коаксиальный зонд: +/- 5 мм
Температура окружающей среды	-40 °С ... 80 °С
Рабочая температура	Исполнение для экстремальных температур: -196 ... 280 °С Высокотемпературное исполнение: -196 ... 450 °С
Рабочее давление абс. / макс. Предел избыточного давления	Вакуум ... 400 бар

4.2.2 Преобразователь давления АВВ 266НСН

266НСН – это преобразователь давления, разработанный компанией АВВ. Он преобразует давление в электрический сигнал, который может быть использован для управления и мониторинга различных процессов.

На рисунке 7 изображен Преобразователь давления АВВ 266НСН.



Рисунок 7 – Преобразователь давления ABB 266HSH

266HSH использует пьезорезистивный сенсор, который изменяет свое сопротивление в зависимости от давления. Изменение сопротивления преобразуется в электрический сигнал, который пропорционален давлению [9].

Технические характеристики преобразователя давления 266HSH приведены в таблице 6.

Таблица 6 – Технические характеристики преобразователя давления 266HSH

Параметр	Технические характеристики
Питание	от 10,5 до 42 В постоянного тока
Выходной сигнал	4-20 мА (линейный или 22-точечная линейаризация)
Базовая погрешность	$\pm 0,06\%$ от калиброванного диапазона
Дополнительная погрешность	$\pm 0,04\%$ от калиброванного диапазона
Общее время отклика	≤ 100 мс
Верхний предел измерения	40 кПа

Параметр	Технические характеристики
Нижний предел измерения	-40 кПа
Минимальный диапазон измерения	0,4 кПа
Максимальный диапазон измерения	40 кПа
Температура окружающей среды	от -40 °С до +85 °С
HAART-связь	цифровая переменная процесса, наложенная на сигнал 4 - 20 мА

4.2.3 Датчик температуры ABB SensyTemp TSP311

Датчик температуры ABB SensyTemp TSP311 предназначен для точного и надежного измерения температуры в различных промышленных условиях, включая тяжелые и взрывоопасные среды. Он включает модульную систему, состоящую из измерительного наконечника, защитной трубы, раструба, головки присоединения и измерительного преобразователя. Этот датчик отличается взаимозаменяемыми измерительными элементами, которые могут быть заменены во время эксплуатации, и прочной головкой присоединения, изготовленной из алюминия без примеси меди и нержавеющей стали. Датчик подходит для использования в различных отраслях, таких как морские и прибрежные области, добыча и транспортировка природного газа и нефти, нефтехимия, химическая промышленность, энергетика и машиностроение [10].

Технические характеристики датчика температуры ABB SensyTemp TSP311 приведены в таблице 7.

Таблица 7 – Технические характеристики датчика температуры ABB SensyTemp TSP311

Параметр	Технические характеристики
Тип	Датчик температуры с передатчиком

Параметр	Технические характеристики
Конструкция	Модульная (измерительная вставка, термогильза (опционально), шейка, соединительная головка, передатчик)
Измерительная вставка (TSA101)	Термометр сопротивления Pt100
Диапазон температур	-196°С до 800°С
Точность	Класс А и В
Сопротивление изоляции	≥ 100 МОм при 500 В DC
Виброустойчивость	До 600 м/с ² (60g) в зависимости от конфигурации

На рисунке 8 представлен датчик температуры ABB SensyTemp TSP311.



Рисунок 8 – Датчик температуры ABB SensyTemp TSP311

4.2.4 Температурный измерительный преобразователь ABB TTH300

Для преобразования сигнала от измерительной вставки (термометра сопротивления) в стандартный токовый сигнал 4-20 мА используется температурный измерительный преобразователь ABB TTH300 для монтажа в головку датчика TSP311 [11].

ABB TTH300 представлен на рисунке 9.



Рисунок 9 – Измерительный преобразователь АBB ТТН300

Технические характеристики измерительного преобразователя АBB ТТН300 приведены в таблице 8.

Таблица 8 – Технические характеристики измерительного преобразователя ТТН300

Параметр	Технические характеристики
Питание	HART: 11 до 30 В DC (взрывозащищенное) PROFIBUS PA / FOUNDATION Fieldbus: 9 до 17 В DC (FISCO), 9 до 24 В DC (Fieldbus Entity model I.S.)
Выходной сигнал	4-20 мА: Линейный или настраиваемый диапазон
Входные сигналы	Термометры сопротивления: Pt100, Pt1000, Ni, Cu (различные стандарты) Термопары: В, Е, J, К, N, R, S, Т, U, L, С, D (различные стандарты) Измерение сопротивления: 0 до 500 Ом или 0 до 5000 Ом

Параметр	Технические характеристики
Дополнительная погрешность	$\pm 0,04\%$ от калиброванного диапазона
Температура окружающей среды	от $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$ до $+85\text{ }^{\circ}\text{C}$
Цифровая связь	HART: FSK сигнал, наложенный на 4-20 мА PROFIBUS PA: Профиль 3.01, совместимость FISCO FOUNDATION Fieldbus H1: ITK 5.x или 6.x, совместимость FISCO
Степень защиты	IP20 (цепь питания), IP00 (измерительный контур) или по корпусу установки

4.2.5 Преобразователь температуры WIKA T32.3S

WIKA T32.3S – преобразователь температуры, который преобразует сигнал от термопары или термометра сопротивления в стандартный аналоговый выходной сигнал 4-20 мА [12].

WIKA T32.3S изображен на рисунке 10.



Рисунок 10 – Преобразователь температуры WIKA T32.3S

Данный преобразователь температуры предназначен для универсального использования в перерабатывающей промышленности. Они обеспечивают высокую точность, гальваническую развязку и отличную защиту от электромагнитных воздействий (EMI). По протоколу HART® преобразователь температуры T32 настраивается (взаимодействует) с помощью различных инструментов открытой конфигурации. [12]

Благодаря конфигурации датчика с резервированием (двойной датчик) при выходе из строя датчика он автоматически переключается на рабочий датчик. Кроме того, существует возможность активировать обнаружение дрейфа датчика. При этом сигнализация об ошибке возникает, когда величина разницы температур между датчиком 1 и датчиком 2 превышает значение, выбираемое пользователем [12].

Преобразователи T32 также имеют дополнительные сложные функции контроля, такие как контроль сопротивления проводов датчика и обнаружение обрыва датчика в соответствии с NAMUR NE89, а также контроль диапазона измерения [12].

Технические характеристики преобразователя температуры WIKA T32.3S приведены в таблице 9.

Таблица 9 – Технические характеристики преобразователя температуры WIKA T32.3S

Параметр	Технические характеристики
Питание	от 10,5 до 40 В постоянного тока
Выходной сигнал	4 ... 20 мА
Максимальный конфигурируемый диапазон	от -200 °С до +1820 °С (в зависимости от типа датчика)
Типовая погрешность измерения	от $\pm 0,12$ °С до $\pm 1,73$ °С (в зависимости от типа датчика и условий)
Температура окружающей среды	от -40 °С до +85 °С

Параметр	Технические характеристики
HAART-связь	Конфигурирование с помощью HAART-коммуникаторов

4.3 Расходомеры

4.3.1 Расходомер массовый Endress+Hauser Proline Promass F 300

Расходомер массовый Proline Promass F 300 – это высокоточный и надежный прибор, предназначенный для измерения массового расхода жидкостей и газов в различных технологических процессах [13]. Вот его основные особенности:

- погрешность измерения массового расхода составляет $\pm 0,05\%$, что делает его одним из самых точных расходомеров на рынке;
- принцип измерения основан на силах Кориолиса, что делает его нечувствительным к изменениям температуры, давления, вязкости, проводимости среды и профиля потока;
- встроенная функция "Обработка газовой фракции" (GFH) повышает стабильность и точность измерения в двухфазных средах;
- поддерживает HART, FOUNDATION Fieldbus, PROFIBUS PA, PROFIBUS DP, Modbus RS485, EtherNet/IP, PROFINET, PROFINET с Ethernet-APL;
- Heartbeat Technology: встроенная самопроверка обеспечивает непрерывный мониторинг работоспособности прибора и позволяет своевременно планировать обслуживание;
- IT-безопасность: предусмотрена защита от непреднамеренного изменения настроек, а также функции защиты при подключении к сети WLAN и веб-серверу.

На рисунке 11 изображен расходомер массовый Endress+Hauser Proline Promass F 300.



Рисунок 11 – Расходомер массовый Endress+Hauser Proline Promass F 300

Технические характеристики расходомера массового Endress+Hauser Proline Promass F 300 приведены в таблице 10.

Таблица 10 – Технические характеристики расходомера массового Endress+Hauser Proline Promass F 300

Параметр	Технические характеристики
Питание	24 В пост. тока 100...230 В перем. тока 100...230 В перем. тока/24 В пост. тока (безопасная зона)
Потребляемая мощность	макс. 10 Вт (активная мощность)
Погрешность измерения	Массовый расход (жидкость): $\pm 0,10$ % (стандарт), 0,05 % (опция PremiumCal) Объемный расход (жидкость): $\pm 0,10$ % Массовый расход (газ): $\pm 0,35$ % Плотность (жидкость): 0,0005 г/см ³
Выходные сигналы	3 выхода: 4...20 мА HART (активный/пассивный) 4...20 мА WirelessHART 4 ... 20 мА (активный/пассивный)

Параметр	Технические характеристики
Входные сигналы	Входной сигнал состояния Вход 4...20 мА
Диапазон температур продукта	-50...+150 °С
Диапазон окружающей температуры	-40...+60 °С
Степень защиты	IP66/67, защитная оболочка типа 4X. Внешняя антенна WLAN: IP67 IP69

4.4 Программируемый логический контроллер МФК1500

Контроллер МФК1500 – это многофункциональное устройство, предназначенное для измерения, контроля, регулирования, диагностики и управления технологическими процессами различной сложности [14].

Внешний вид контроллера МФК1500 представлен на рисунке 12.

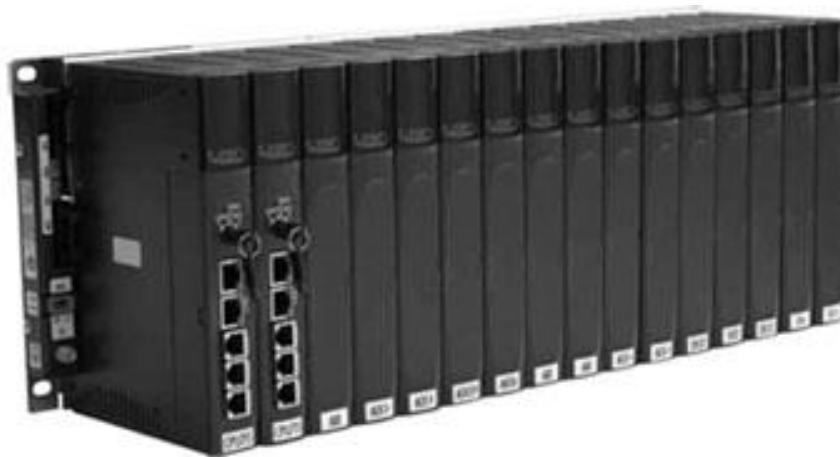


Рисунок 12 – МФК-1500

Контроллер может использоваться как в системах автономного управления, так и в составе распределенных АСУ ТП.

МФК1500 обладает рядом ключевых особенностей:

– состоит из шасси и сменных модулей, позволяя создавать конфигурации под различные задачи и увеличивать функциональность по мере необходимости;

– включает различные типы модулей: центральные процессоры (CPU715), устройства сопряжения с объектом (УСО), интерфейсные модули (MI01, MI01F) и коммуникационные модули (ТСМ, СМR01);

– расширяемость: можно объединять несколько шасси в секции, увеличивая количество каналов ввода-вывода;

– высокая компактность: позволяет разместить до 500 сигналов в шкафу одностороннего обслуживания;

– дублирование ресурсов: встроенные дублированные шины питания, системная шина, интерфейсы Ethernet;

– резервирование модулей: возможность резервировать модули УСО, ЦП, интерфейсные модули, а также 100% резервирование контроллеров;

– «горячая» замена: позволяет заменять модули без отключения питания;

– система «Plug&Play»: автоматическое определение и конфигурирование новых модулей при их установке;

– диагностика: развитая система диагностики обеспечивает контроль работы модулей, шин, питания и других ресурсов;

– инициативные сообщения: модули могут отправлять информацию о изменениях ввода/вывода, диагностических событиях и других важных событиях;

– высокая точность измерения: точные АЦП и ЦАП для измерения сигналов от датчиков;

– поддержка различных типов сигналов: работа с токовыми сигналами, сигналами напряжения, термopарами, термopреобразователями сопротивления, частотными и числоимпульсными сигналами;

- поддержка протокола HART: для обмена данными с датчиками, поддерживающими HART;
- поддержка «сухих» контактов: для подключения датчиков с «сухим» контактом;
- поддержка Modbus: для обмена данными с другими устройствами, поддерживающими Modbus.
- удобство монтажа: используются МКС и УДС с клеммами WAGO, что облегчает монтажные работы [14].

На рисунке 13 представлен пример компоновки контроллера МФК1500.

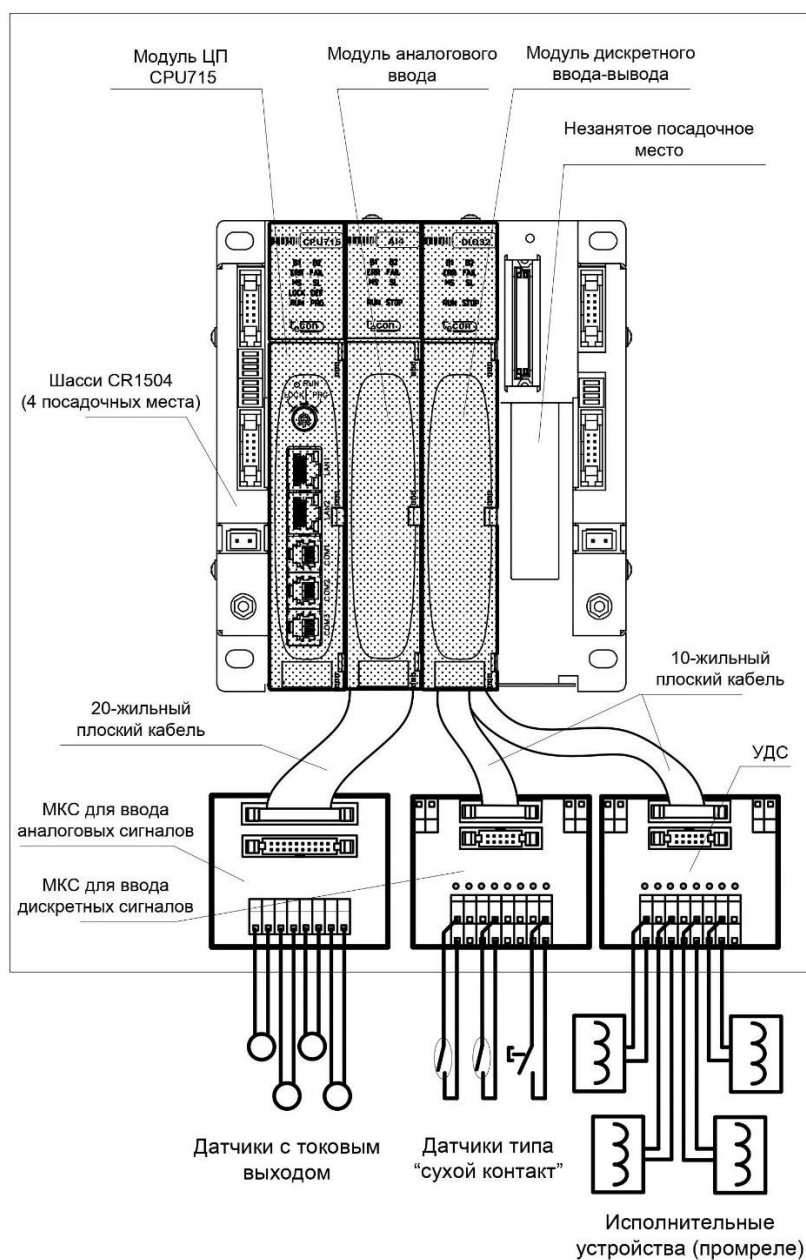


Рисунок 13 – Пример компоновки МФК1500

Основные составные части контроллера МФК1500:

Шасси (CR1504, CR1508, CR1516) – обеспечивают установку и подключение модулей к системной шине. Внешний вид шасси CR1504 представлен на рисунке 14.

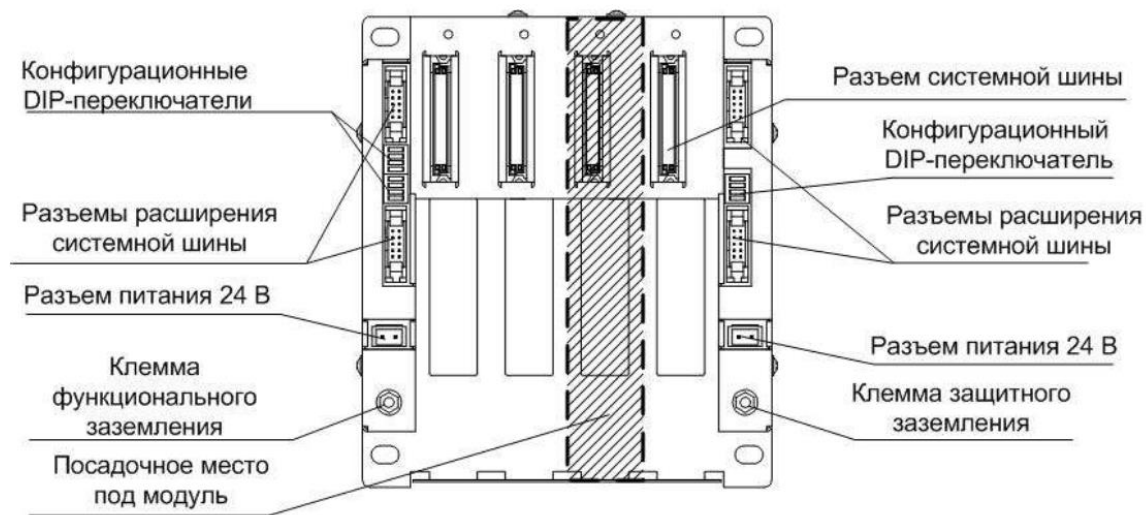


Рисунок 14 – Внешний вид CR1504

Модули УСО:

– ввод аналоговых сигналов: AIG16, AIG8, AI8, AI4, AI16H, AI8H, AIX16, AIX8, ADO24 (для измерений токовых и аналоговых сигналов, включая поддержку протокола HART);

– ввод аналоговых сигналов низкого уровня: LIG16, LIG8, LIG4 (для измерений термопар, термопреобразователей сопротивления, сигналов напряжения постоянного тока);

– вывод аналоговых сигналов: AOC4, AOC4H, AOC2 (для формирования токовых сигналов, включая поддержку протокола HART);

– ввод дискретных сигналов: DI32, DI16, DIO32 (для ввода дискретных сигналов с различными типами входных сигналов);

– вывод дискретных сигналов: DO32, DO32P, DO16, DIO32, ADO24 (для вывода дискретных сигналов с различными типами выходных сигналов, включая ШИМ);

– ввод числоимпульсных и частотных сигналов: FP8, FP1 (для измерения частоты, скорости изменения частоты, количества импульсов) [14].

Модули центральных процессоров (CPU715) обеспечивают управление контроллером и выполнение прикладной программы пользователя.

Коммуникационные модули:

- CMR01: обеспечивает 100% резервирование контроллеров;
- TCM08, TCM04: обеспечивают подключение к CPU715-05 внешних устройств по интерфейсам RS-232/422/485.

На рисунке 15 изображен внешний вид модулей ЦП, УСО, интерфейсного модуля.

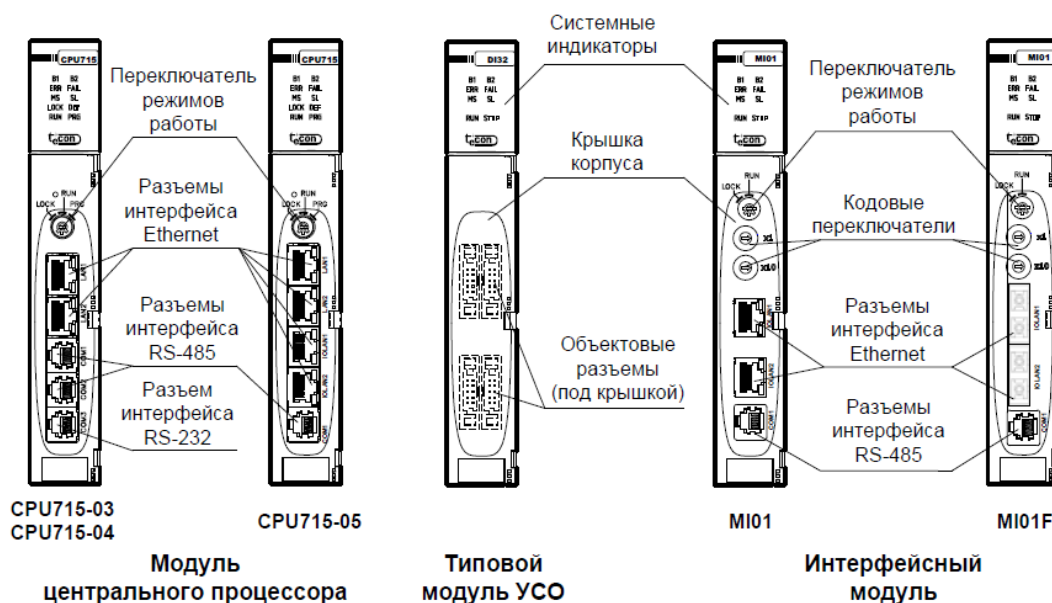


Рисунок 15 – Внешний вид модулей ПЛК1500

Модули клеммных соединений (МКС): TCC4A, TCC4PW, TCC4K, TCC4LT, TCC4LTS, TCC4F, TCC1F (для подключения датчиков и исполнительных устройств).

Умощнители дискретных сигналов (УДС): TCB04, TCB08ST, TCB08RT, TCB08HD, TCB08HP, TCB08NM, TCB08HL, TCB8-24DC, TGB08HL, TGB08RT-24, TGB08RT-220 (для управления нагрузками).

Внешний вид МКС типа ТСС и УДС типа ТСВ представлен на рисунке 16.

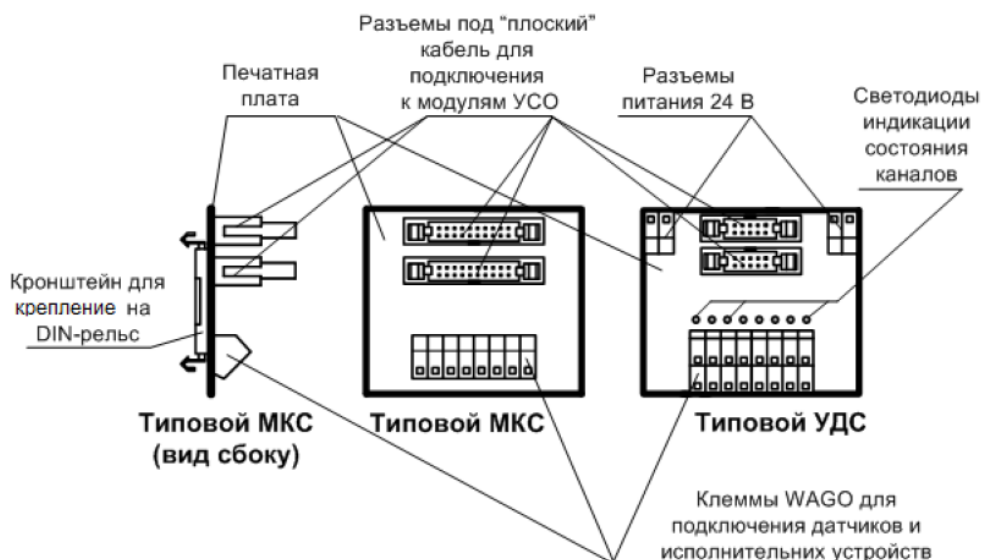


Рисунок 16 – Внешний вид MKS и УДС

На рисунке 17 изображен внешний вид модулей коммуникационных модулей TCM.

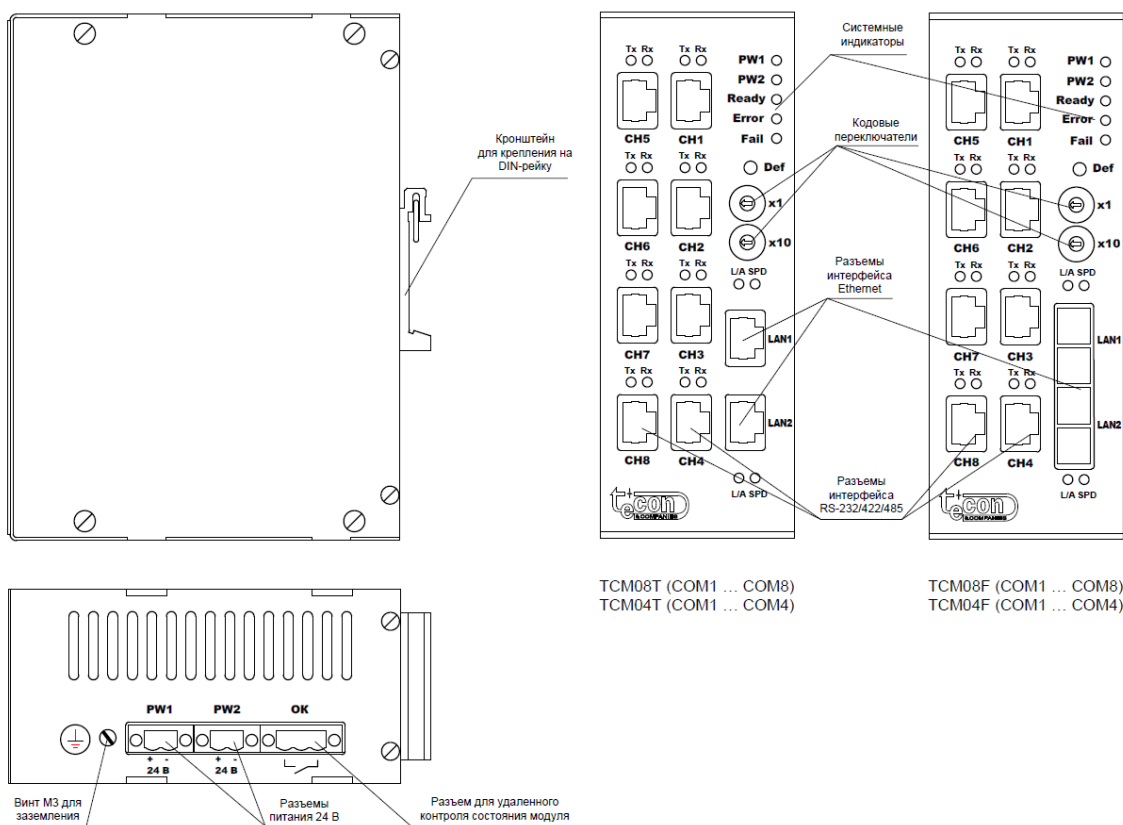


Рисунок 17 – Внешний вид коммуникационных модулей TCM

Кабели: CLF051, CLF050, CLI004, CLI003, CLI010, CLI011, CL16-10 (для подключения модулей, шасси и внешних устройств) [15].

В данной ВКР используются модули CPU715, AIG16, DI32, DO32P, TCC4PW. В таблице 11 приведены технические характеристики используемых в ВКР модулей ПЛК МФК1500.

Таблица 11 – Технические характеристики модулей ПЛК МФК1500

Параметр	Технические характеристики
Модули ЦП (CPU715)	
Частота процессора	400 МГц
Быстродействие	800 MIPS
ОЗУ	128 Мбайт
ПЗУ (Flash)	128 Мбайт
Номинальный ток на выходе	20 А
Защита от короткого замыкания	Да
Выходная мощность	480 Вт
Напряжение питания	24 В $\pm 10\%$, $\pm 15\%$
Потребляемый ток	200 мА (CPU715-03), 230 мА (CPU715-04, CPU715-05)
Модуль аналогового ввода AIG16	
Количество каналов	16
Тип каналов	Канал измерения силы постоянного тока
Гальваническая развязка	Есть, индивидуальная
Рабочий диапазон измерений силы постоянного тока	0...5 мА, 0...20 мА, 4...20 мА
Напряжение питания	24 В $\pm 10\%$, $\pm 15\%$
Ток потребления	160 мА
Входное сопротивление для сигналов тока	130 Ом
Модули дискретного ввода DI32	
Количество каналов	32

Параметр	Технические характеристики
Гальваническая развязка	Групповая, 4 группы по 8 каналов
Напряжение питания	24 В $\pm 10\%$, $\pm 15\%$
Номинальное входное напряжение	24 В
Максимальное входное напряжение	30 В
Входной ток	2...3 мА
Ток потребления	70 мА
Модули дискретного вывода DO32P	
Количество каналов	32
Гальваническая развязка	Групповая, 4 группы по 8 каналов
Напряжение питания	24 В $\pm 10\%$, $\pm 15\%$
Номинальное коммутируемое напряжение	24 В
Максимальное коммутируемое напряжение	30 В
Минимальный коммутируемый ток канала, не менее	1 мА
Максимальный коммутируемый ток канала	50 мА
Максимальный суммарный коммутируемый ток группы	400 мА
Модуль ввода аналоговых сигналов TCC4PW	
Количество каналов	4
Гальваническая развязка	Индивидуальная (каналы и ИПД гальванически связаны между собой)
Напряжение питания МКС	24 В $\pm 10\%$, $\pm 15\%$
Выходное напряжение ИПД	22...25 В
Максимальный ток нагрузки ИПД	25 мА

4.5 Терминальная панель

Терминальная панель представляет собой интерфейсное устройство, которое используется для упрощения подключения и управления различными электрическими или электронными компонентами в системе автоматизации.

На рисунке 18 представлена терминальная панель UM-ТЕК-DI32-24, которая используется для подключения дискретных сигналов.

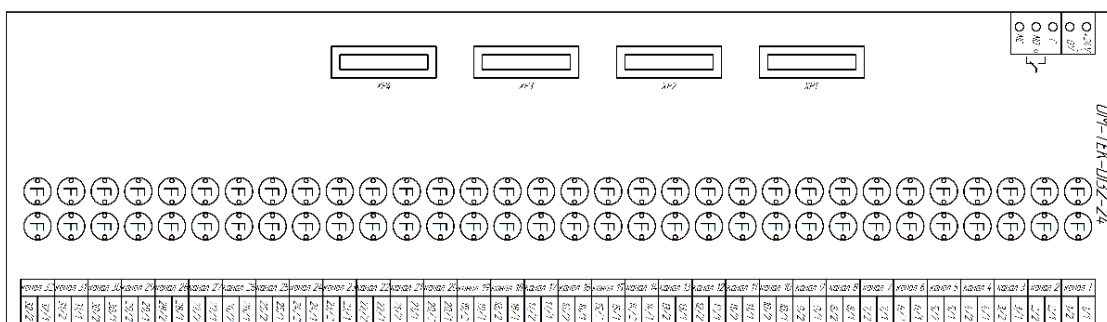


Рисунок 18 – Терминальная панель UM-ТЕК-DI32-24

Терминальная панель имеет 32 дискретных входа (DI32), что позволяет подключать до 32 различных входных сигналов от датчиков, переключателей или других устройств. UM-ТЕК-DI32-24 включает в себя предохранители для защиты от перенапряжений, а также панель имеет 4 объектовых разъема для подключения терминальной панели к дискретному модулю DI32 МФК1500.

Технические характеристики терминальной панели UM-ТЕК-DI32-24 представлены в таблице 12.

Таблица 12 – Технические характеристики терминальной панели UM-ТЕК-DI32-24

Параметр	Технические характеристики
Количество каналов	32
Напряжение питания	24 В постоянного тока
Типы подключаемых сигналов	24 В постоянного тока, сухой контакт

4.6 Источник питания

В качестве источника электропитания используется Phoenix Contact QUINT-PS/1AC/24DC/20 [16].

Технические характеристики Phoenix Contact QUINT-PS/1AC/24DC/20 приведены в таблице 13.

Таблица 13 – Технические характеристики Phoenix Contact QUINT-PS/1AC/24DC/20.

Параметр	Технические характеристики
Диапазон номинальных значений на входе	100 В...240 В
Потребляемый ток	5,8А (110 В), 3 А (230В)
Номинальная потребляемая мощность	569 Вт
Номинальное напряжение на выходе	18 В...29,5 В \pm 1%
Номинальный ток на выходе	20 А
Защита от короткого замыкания	Да
Выходная мощность	480 Вт

На рисунке 19 изображен Phoenix Contact QUINT-PS/1AC/24DC/20.



Рисунок 19 – Источник питания Phoenix Contact QUINT-PS/1AC/24DC/20

4.7 Диодный модуль

Для защиты от обратной полярности используется диодный модуль QUINT-DIODE/12-24DC/2X20/1X40, Phoenix Contact (рисунок 20) [17].



Рисунок 20 – Диодный модуль QUINT-DIODE/12-24DC/2X20/1X40, Phoenix Contact

Технические характеристики QUINT-DIODE/12-24DC/2X20/1X40 представлены в таблице 14.

Таблица 14 – Технические характеристики QUINT-DIODE/12-24DC/2X20/1X40, Phoenix Contact

Параметр	Технические характеристики
Диапазон номинальных напряжений на входе	12 В DC ... 24 В DC
Диапазон входных напряжений	10 В DC ... 30 В DC
Тип напряжения питания	DC (пост. ток)
Номинальный входной ток	2x 20 А (-25 °С ... 60 °С) 1x 40 А (-25 °С ... 60 °С)
Максимальный ток	2x 30 А (-25 °С ... 40 °С) 1x 60 А (-25 °С ... 40 °С)
Номинальное напряжение	U_{In} - 0,5 В
Номинальный ток на выходе	40 А (Увеличение мощности) 20 А (Резервирование)
Степень защиты (IP)	IP20

4.8 Коммутационное оборудование

4.8.1 Выключатель нагрузки

Используется выключатель нагрузки SE Acti 9 iSW 2P 40A, Schneider Electric (рисунок 19) [18].



Рисунок 19 – SE Acti 9 iSW 2P 40A, Schneider Electric

Технические характеристики выключателя нагрузки SE Acti 9 iSW 2P 40A приведены в таблице 15.

Таблица 15 – Технические характеристики SE Acti 9 iSW 2P 40A, Schneider Electric

Параметр	Технические характеристики
Номинальный ток	40 А в 415 В Переменный ток 50/60 Гц
Номин. напряжение	415 В Переменный ток 50/60 Гц
Тип напряжения	АС (перемен.)
Мин. уровень напряжения	48 В
Включающая способность	5 кА
Количество полюсов	2
Степень защиты (IP)	IP20

4.8.2 Автоматический выключатель

Используется Автоматический выключатель iC60N C 6A 2P, Schneider Electric (рисунок 20) [19].



Рисунок 20 – iC60N C 6A 2P, Schneider Electric

Технические характеристики автоматического выключателя iC60N C 6A 2P приведены в таблице 16.

Таблица 16 – Технические характеристики iC60N C 6A 2P, Schneider Electric

Параметр	Технические характеристики
Номинальный ток	6 А
Тип сети	Переменный ток Постоянный ток
Число защищенных полюсов	2
Обозначение кривой	C
Отключающая способность (при 220...240 В переменного тока)	20 кА I _{cu} в 220...240 В Переменный ток 50/60 Гц в соответствии с EN/IEC 60947-2
Номинальная рабочая отключающая способность (при 220...240 В переменного тока)	15 кА 75 % в соответствии с IEC 60947-2 - 220...240 В Переменный ток 50/60 Гц
Степень защиты (IP)	IP20

5 ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СХЕМЫ СОЕДИНЕНИЙ

Электрическая схема соединений – это графическое представление электрической цепи, показывающее, как различные компоненты (устройства, датчики и т.д.) соединены между собой.

В рамках ВКР необходимо рассмотреть основные подключения дискретных и аналоговых сигналов к ПЛК МФК1500, а также схему подключения питания контроллера.

5.1 Схема подключения питания

В приложении Д приведена схема подключения питания аналогового модуля AIG16 МФК1500.

Основные элементы схемы:

– G101, G102 – источники питания QUINT-PS/1AC/24DC/20.

Предназначены для преобразования напряжения 230 В AC в 24 В DC;

– VD11 – диодный модуль QUINT-DIODE/24DC/2X20/1X40.

Используется для защиты от обратного тока;

– XT201, XT202 – клеммы, которые служат для питания 230 VAC;

– XT(PE), XT(PE)1 – клеммы защитного заземления;

– QF101, QF201 – выключатели нагрузки SE Acti 9 iSW 2P 40A;

– SF101, SF201 – автоматические выключатели iC60N C 6A 2P.

Описание схемы:

Источники бесперебойного питания QUINT-PS/1AC/24DC/20 преобразуют 240 В переменного тока в 24 В постоянного тока.

Диодный модуль QUINT-DIODE/12-24DC/2X20/1X40 предназначен для обеспечения бесперебойного и надежного питания путем разделения и резервирования цепей постоянного тока. Безопасная резервная система создается за счет параллельной схемы включения двух развязанных блоков питания. Диоды внутри модуля предотвращают обратное токовое воздействие между источниками питания. Это значит, что выходной ток не будет возвращаться в неисправный источник, что предотвращает потенциальные

повреждения. Два входа на 20 А и один выход на 40 А диодного модуля позволяют комбинировать сигналы от двух источников, обеспечивая надёжное и бесперебойное питание системы в случае отказа одного из источников.

Схема подключения источников питания QUINT-PS/1AC/24DC/20 к диодному модулю приведена на рисунке 21.

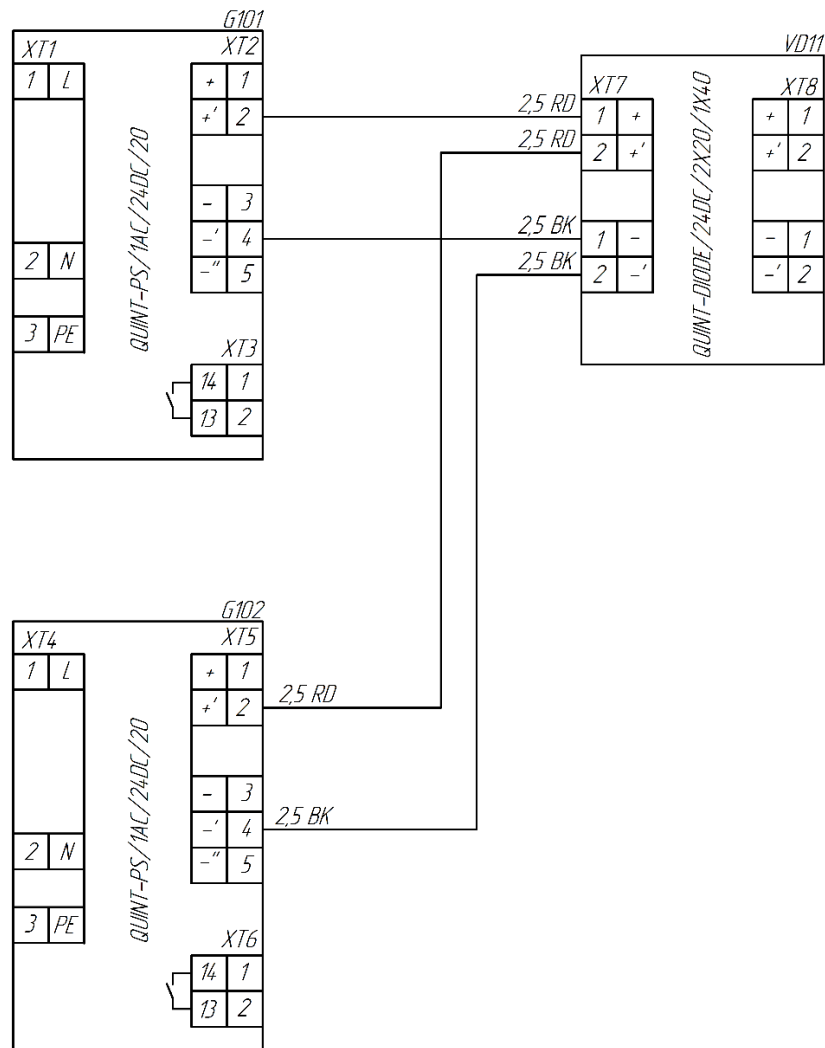


Рисунок 21 – Схема подключения источников питания к диодному модулю

После прохождения через диодный модуль, ток поступает на питание МКС ТСС4W, который, в свою очередь, обеспечивает подключение и распределение питания к аналоговым и/или дискретным модулям системы управления.

5.2 Подключение аналоговых сигналов

Подробно опишем схему подключения аналоговых сигналов к модулю AIG16, приведенную в приложении Е.

Элементы, представленные на схеме:

- 2A2 – модуль ввода аналоговых сигналов AIG16;
- D1101, D1102, D1103 – модули клеммных соединений TCC4PW;
- AI1-AI6 – уровнемеры, установленные в емкостях дизельного топлива;
- AI7-AI9 – датчики температуры дизельного топлива в емкости.

Этап 1: подключение датчиков к модулю клеммных соединений TCC4PW.

Модуль клеммных соединений TCC4PW в данном случае используется для подключения датчиков с пассивным токовым выходом, т.к. в нём есть встроенные источники питания датчиков (ИПД).

Рисунок 22 показывает упрощенную функциональную схему одного канала модуля TCC4PW и иллюстрирует прохождение сигнала по «токовой петле» от датчика до входа модуля (токоизмерительный шунт модуля ввода токовых сигналов и датчики показаны условно). Рисунок демонстрирует вариант подключения датчика с пассивным токовым выходом (с использованием ИПД). [18]

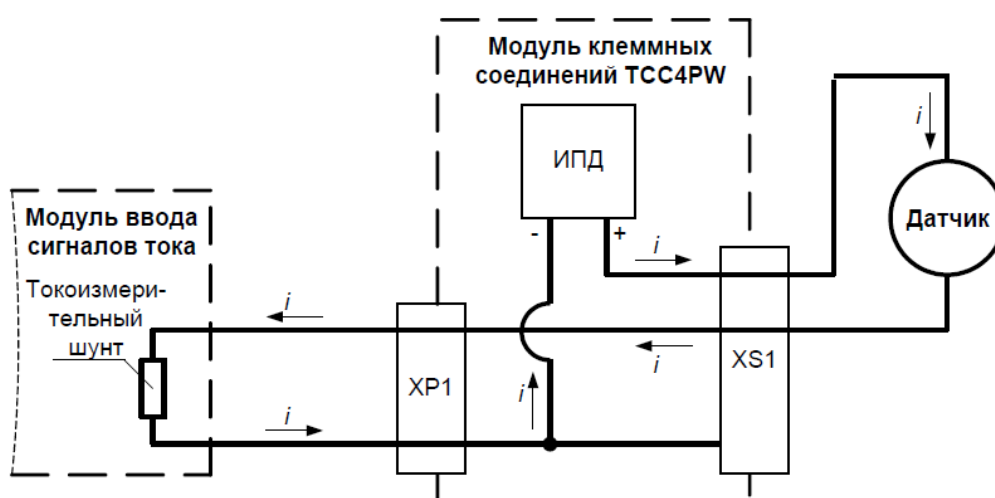


Рисунок 22 – Подключение датчика с пассивным токовым выходом

На рисунке 23 представлена схема подключения аналоговых датчиков к МКС ТСС4РW.

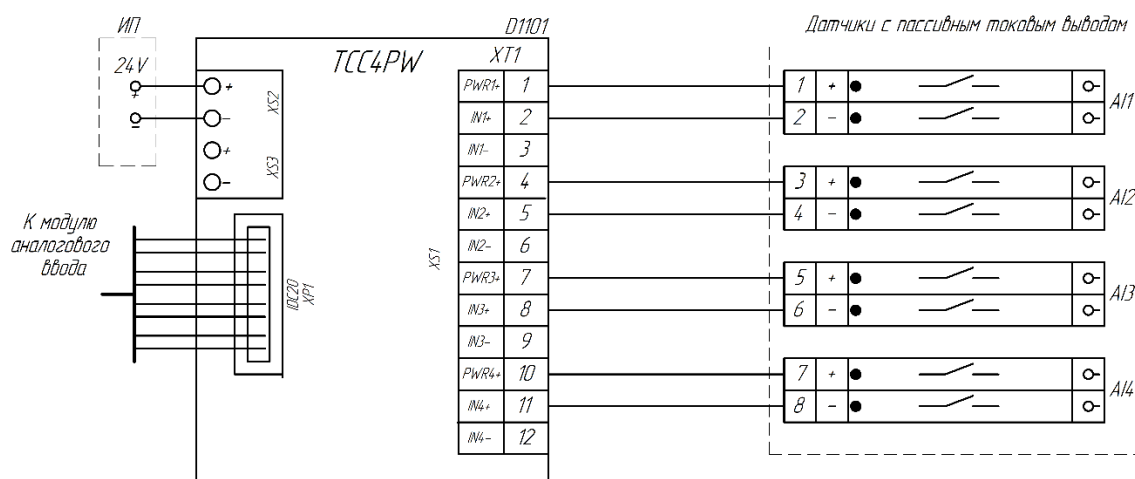


Рисунок 23 – Типовая схема включения ТСС4РW

Каналы 1-4 соединены с датчиками, имеющими пассивный токовый выход, по «двухпроводной» схеме. При такой схеме включения встроенный в модуль ТСС4РW ИПД оказывается подключенным «последовательно» с датчиком в токовую цепь (петлю). На разъеме XS1 модуля ТСС4РW задействуются два контакта («PWR+», «IN+») [18].

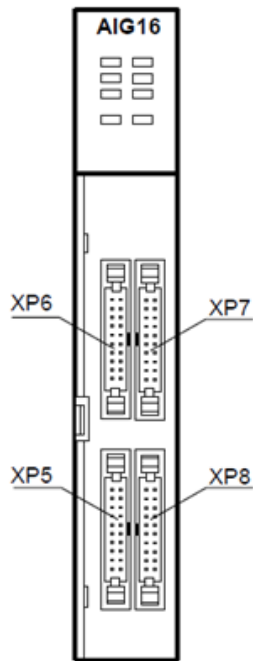
Этап 2: подключение МКС к аналоговому модулю АIG16.

Подключение аналоговых датчиков к АIG 16 выполняется через объектовые разъемы XP6, XP7, XP8, XP9 модуля АIG16. Объектовые разъемы модуля АIG16 обеспечивают гальваническую развязку между внутренними схемами модуля и внешними устройствами, что предотвращает возможные повреждения из-за электрических помех.

Соединение МКС ТСС4РW с модулем АIG16 осуществляется через стандартный плоский кабель, обеспечивая надежную передачу сигналов и гальваническую развязку.

На рисунке 24 представлено расположение объектовых разъемов и подключение МКС ТСС4РW к аналоговому модулю АIG16.

Расположение
объектовых разъемов
в модуле AIG16



Подключение МКС ТСС4РW
к аналоговому модулю
AIG16

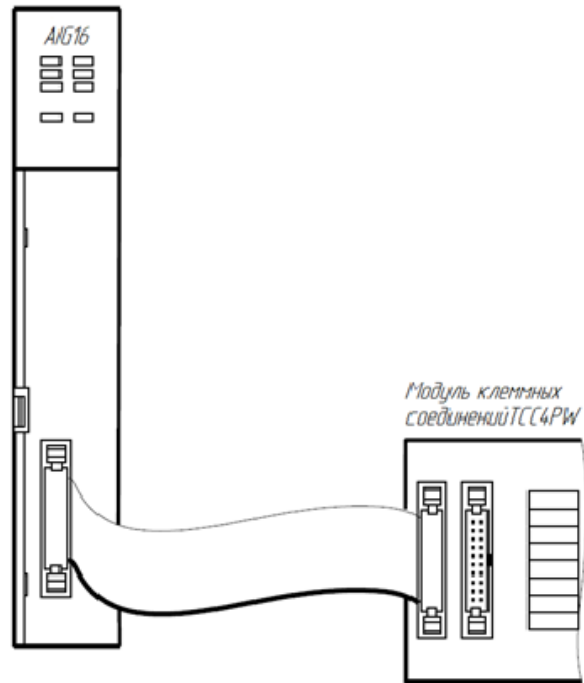


Рисунок 24 – Подключение аналогового модуля AIG16

5.3 Подключение дискретных сигналов

Опишем схему подключения дискретных сигналов к модулю DI32, приведенную на листе 7.

Элементы, представленные на схеме:

- 3A5 – модуль ввода дискретных сигналов DI32;
- FTA101 – терминальная панель для ввода дискретных сигналов UM-TEK-DI32-24;
- DI1-DI29 – дискретные датчики типа «сухой контакт»: сигналы конечных состояния клапанов («открыт», «закрыт», «готовность», «авария»), сигналы состояния насосов («работа», «неисправность», «общее отключение»).

Этап 1: подключение дискретных датчиков ввода к терминальной панели UM-TEK-DI32-24.

Подключение дискретных сигналов осуществляется через терминальную панель, где каждый канал представляет собой два контакта: один для подачи напряжения или сигнала (+24V), и другой для возврата (0V). Это обеспечивает замкнутый контур, необходимый для правильного функционирования дискретного ввода. Терминальная панель UM-ТЕК-DI32-24 имеет 32 канала.

На рисунке 25 представлено подключение дискретных датчиков ввода к терминальной панели UM-ТЕК-DI32-24.

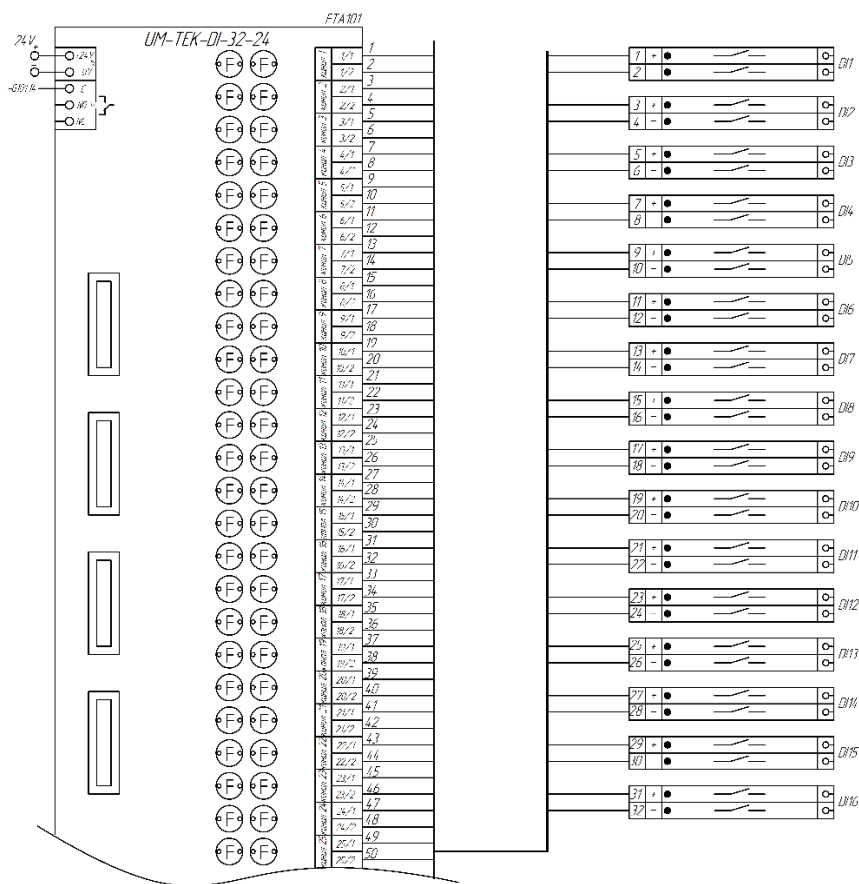


Рисунок 25 – Подключение дискретных датчиков ввода к терминальной панели UM-ТЕК-DI32-24

Этап 2: Подключение терминальной панели к модулю AIG16

Подключение выполняется через объектовые разъемы XP5, XP6, XP7, XP8 модуля DI32 и XP1, XP2, XP3, XP4 терминальной панели UM-ТЕК-DI32-24.

На рисунке 26 показано подключение терминальной панели к модулю DI32.

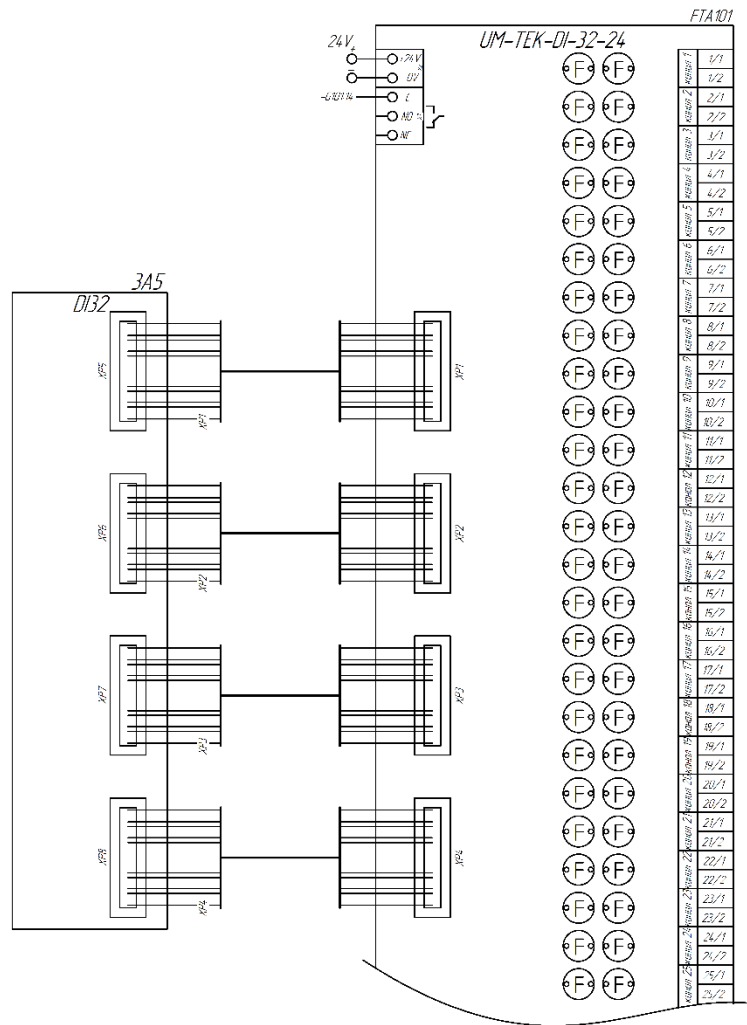


Рисунок 26 – Подключение терминальной панели UM-TEK-DI32-24 к дискретному модулю DI32

6 ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ

6.1 SCADA-система ТЕКОН

На Амурском ГПЗ используется SCADA-система ТЕКОН для автоматизации и управления технологическими процессами насосной станции хранения дизельного топлива. Данная система предназначена для решения широкого ряда задач и обслуживания АСУ ТП всевозможных конфигураций.

SCADA система ТЕКОН масштабируема, что позволяет реализовать проект АСУТП любого объема и сложности. Для повышения отказоустойчивости системы реализована поддержка резервирования и дублирования серверных компонентов, а также функционал удаленного управления компонентами SCADA системы [20].

Компоненты взаимодействуют с использованием стека протоколов TCP/IP (рисунок 27).

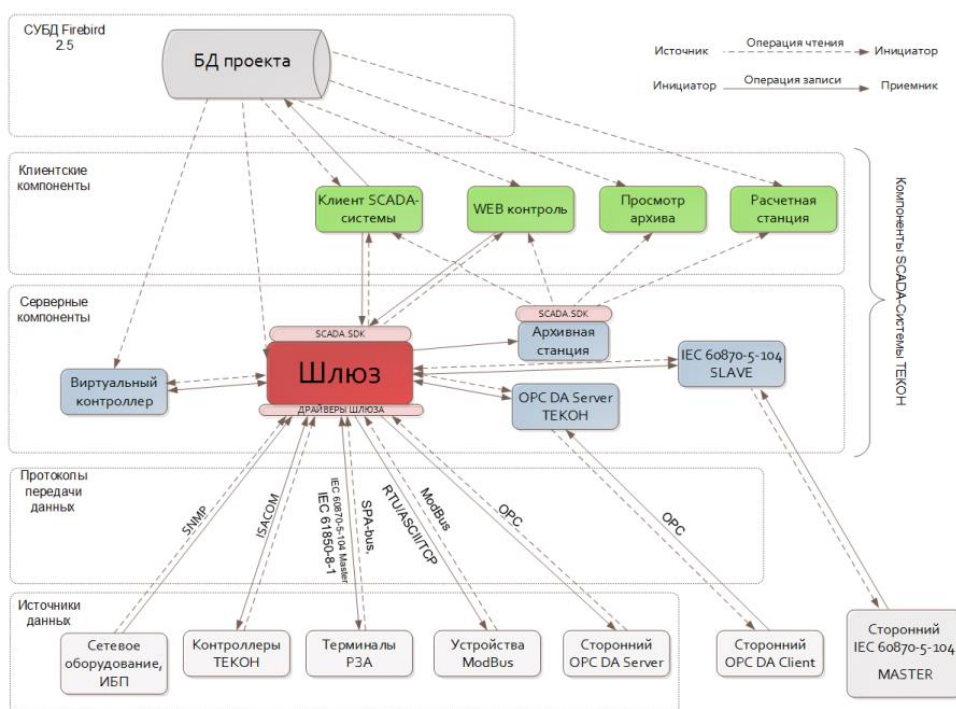


Рисунок 27 – Схема взаимодействия компонентов SCADA-системы

Взаимодействие между компонентами SCADA системы ТЕКОН организовано с помощью фирменного SDK. Для обмена данными компонент должен предоставить уникальный идентификатор, разрешающий доступ.

Обмен ключем между компонентами производится в зашифрованном виде [21].

Код приложений связанный с безопасностью защищен от попыток просмотра и отладки. Это позволяет исключить несанкционированное вмешательство в процесс обмена данными и неавторизованное подключение стороннего ПО к компонентам [21].

6.2 Создание проекта АСУТП насосной станции хранения дизельного топлива в SCADA-системе ТЕКОН

На первом этапе создания АСУ была создана визуализация, полностью отражающая технологическую часть системы и отвечающая следующим требованиям:

- отображение состояния технологического оборудования на мнемосхемах;
- задание уставок, предельных значений, калибровка датчиков;
- наличие функций управления оборудованием в ручном режиме;
- наличие журнала сообщений, аварий и предупреждений;
- ведение архивов сообщений, переменных, действий оператора;
- вывод информации в виде графиков, таблиц, отчетов.

На листе 2 представлена визуализация АСУ ТП насосной станции хранения дизельного топлива.

На рисунке 28 представлен фрагмент визуализации, отвечающий за состояние емкости с дизельным топливом.

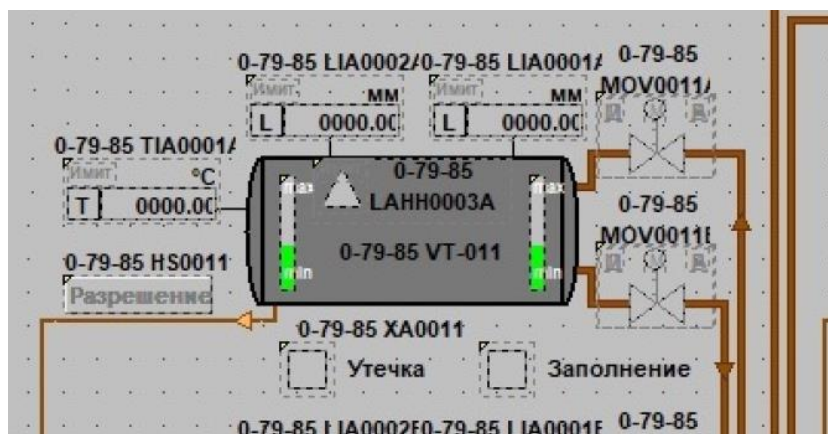


Рисунок 28 – Фрагмент визуализации

Как видно из рисунка, на визуализации мы можем наблюдать значение уровнемеров, датчика температуры ДТ, а также следить за состоянием клапанов (открыты или закрыты, ручной или автоматический режим) и процессом заполнения или утечки. Если в данный момент происходит наполнение емкости, подсветится мнемосимвол «заполнение», если произошла утечка ДТ, то оператор увидит, что горит мнемосимвол «утечка».

На рисунке 29 представлен фрагмент установки загрузки дизельного топлива.



Рисунок 29 – Загрузка дизельного топлива на визуализации

По состоянию клапана MOV0030 оператор может следить за процессом заполнения емкостей. На данном фрагменте также показан мнемосимвол «заземлено», свидетельствующий о наличии защитного заземления.

На рисунке 30 показан фрагмент с насосной.

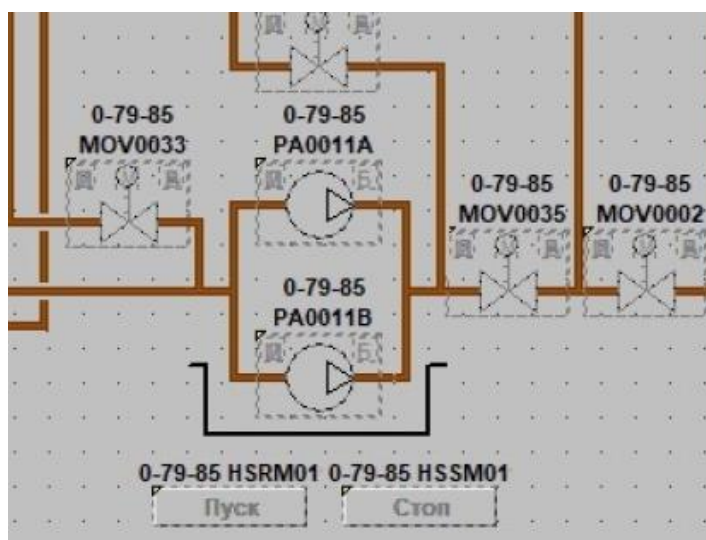


Рисунок 30 – Насосная

Важно отметить, что если какой-либо элемент системы будет находиться в работе, то мнемосимвол этого элемента будет подсвечиваться.

Для информирования оператора о режимах работы оборудования и выполнении какой-либо из программ, необходимо создать информационные панели. Например, о состоянии работы насосов свидетельствует информационная панель, представленная на рисунке 31.

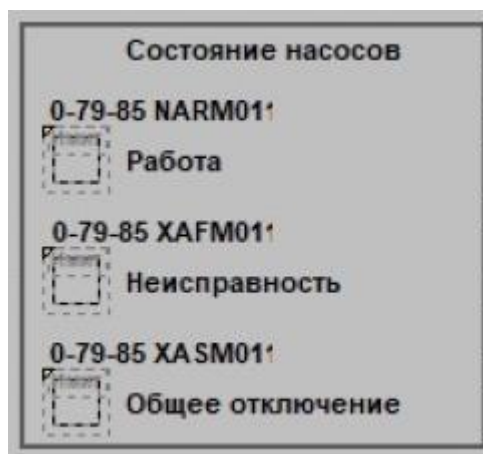


Рисунок 31 – Информационная панель

У каждого потребителя ДТ существует своя информационная панель, показывающая, исходит ли за запрос от потребителя. На рисунке 32 представлена информационная панель потребителя ДТ.



Рисунок 32 – Информационная панель потребителя ДТ

После прихода запроса от потребителя (подсвечен мнемосимвол «запрос» на информационной панели потребителя ДТ), оператор должен подтвердить запрос на панели «подтверждение». Панель «подтверждение» представляет собой мнемокадр, состоящий из пяти кнопок. Данная панель позволяет подтвердить подачу ДТ потребителю, а также подтвердить емкость,

из которой необходимо экстренно слить ДТ при возникновении утечки. На рисунке 33 приведена панель «подтверждение».

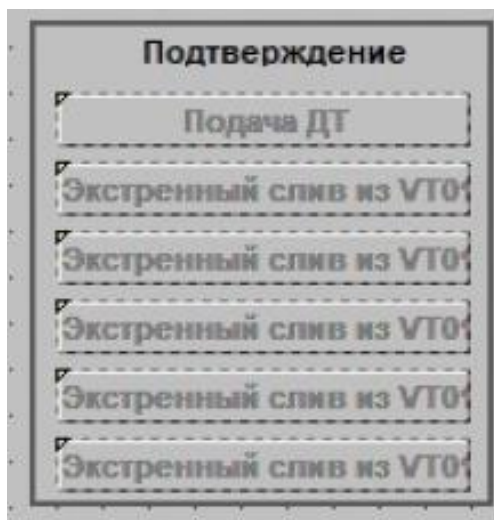


Рисунок 33 – Панель «подтверждение»

На втором этапе необходимо было составить модель исследуемой системы и написать программу автоматического управления.

В SCADA-системе ТЕКОН создание модели системы и написание программы были выполнены на языке FBD. FBD (англ. Function Block Diagram) – графический язык программирования стандарта МЭК 61131-3. Предназначен для программирования программируемых логических контроллеров (ПЛК).

Для того чтобы написать программу управления необходимо выполнить несколько этапов:

1. Создание сетевого шлюза. Сетевой шлюз – это программное обеспечение, которое работает на границе двух или более сетей, обеспечивая межсетевое взаимодействие, то есть, обмен данными между этими сетями. На первом этапе необходимо создать сетевой шлюз для сопряжения контроллера с АРМ. Для этого во вкладке «Провайдеры (Шлюзы)» окна «Объекты проекта» SCADA-системы ТЕКОН необходимо создать шлюз, присвоить ему тип и указать сервер архива ARCHIVE (рисунок 34);

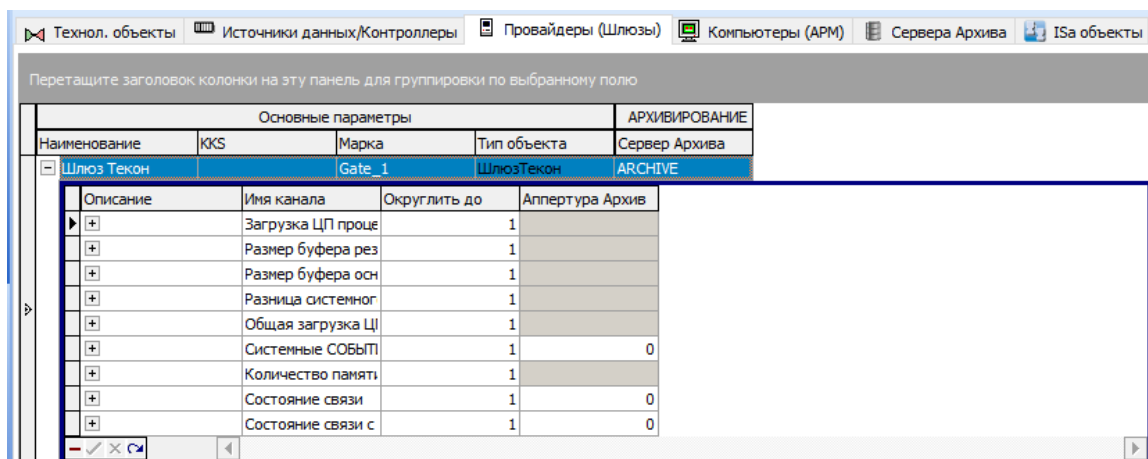


Рисунок 34 – Содание сетевого шлюза

2. Добавление и настройка контроллера, привязка переменных в SCADA-системе. Во вкладке «Распределение» окна «Объекты проекта» SCADA-системы ТЕКОН необходимо щелчком правой кнопки мыши выбрать созданный ранее шлюз и в открывшемся окне выбрать опцию «Добавить котроллер». После добавления контроллера нужно добавить настроить IP-адрес для связи с компьютером во вкладке «Параметры объекта» окна «Объекты проекта» (рисунок 35);

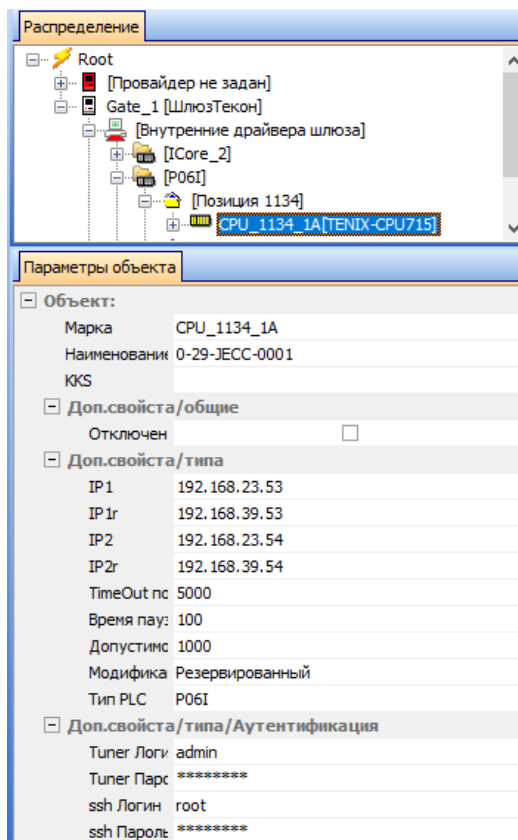


Рисунок 35 – Добавление и настройка контроллера

Для привязки переменных необходимо добавить модули контроллера во вкладке «Устройства ввода/вывода». Затем необходимо привязать каналы к созданным модулям согласно рисунку (рисунок 36).

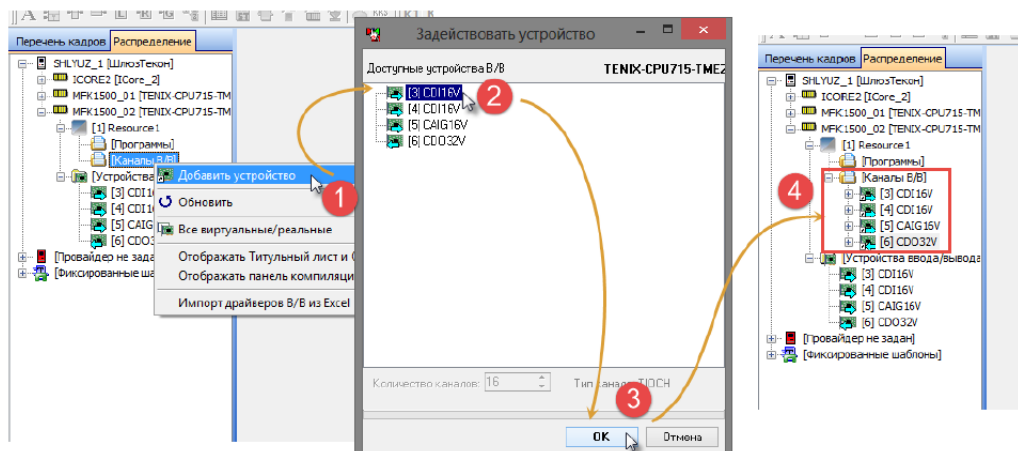


Рисунок 36 – Добавление модулей ПЛК и привязка каналов к модулям

После создания сетевого шлюза, настройки контроллера и привязки каналов можно приступить к написанию программы.

При программировании используются наборы библиотечных блоков и собственные блоки, также написанные на FBD или других языках МЭК 61131-3. Блок (элемент) — это подпрограмма, функция или функциональный блок (И, ИЛИ, НЕ, триггеры, таймеры, счётчики, блоки обработки аналогового сигнала, математические операции и др.).

7 БЕЗОПАСНОСТЬ И ЭКОЛОГИЧНОСТЬ

7.1 Безопасность

7.1.1 Характеристика опасностей производства

На насосной станции хранения дизельного топлива обращаются вещества, способные образовывать взрывопожароопасные смеси горючих газов и паров с воздухом с низким нижним пределом возгорания и взрываемости, по степени воздействия их можно разделить на:

- физические;
- химические.

Физические опасные производственные факторы:

- пожар: утечка дизельного топлива, статическое электричество, неисправность оборудования, наличие легковоспламеняемых материалов – все это повышает риск возникновения пожара [22].

- взрыв: в замкнутых пространствах или при нарушении вентиляции может произойти образование взрывоопасных смесей дизельного топлива с воздухом [23].

- шумовое воздействие: работа насосного оборудования, компрессоров и других механизмов создает высокий уровень шума, который может негативно воздействовать на слух работников [24].

- вибрация: работа насосного оборудования может создавать вибрацию, которая может негативно воздействовать на организм человека, вызывая усталость, головные боли и другие неприятные симптомы [25].

- электротравма: неисправность электрооборудования, неправильная эксплуатация электроустановок может привести к поражению электрическим током [26].

- механическая травма: неосторожное обращение с оборудованием, недостаточная освещенность могут привести к травмам при выполнении работ [27].

Химические факторы:

- токсические пары: дизельное топливо выделяет токсичные пары, которые могут вызвать отравление при вдыхании;
- контакт с кожей: дизельное топливо раздражает и сушит кожу;
- попадание в организм: попадание дизельного топлива в пищеварительный тракт может вызвать отравление;
- загрязнение окружающей среды: утечки дизельного топлива могут загрязнять почву, воду и воздух [28].

Один и тот же производственный фактор по природе своего действия может относиться одновременно к различным группам.

7.1.2 Безопасность при запуске, остановке и резервировании технологических систем и оборудования

При запуске/останове технологических систем и оборудования важно убедиться в их готовности к работе. Необходимо провести визуальный осмотр, чтобы убедиться в отсутствии утечек, повреждений и деформаций. Нужно проверить: уровни жидкостей и газов в системах, чтобы убедиться, что они находятся в пределах нормальных значений; давление в системах и убедиться, что оно соответствует рабочим параметрам. Все электрические соединения должны быть исправны, а защитные устройства включены. Также необходимо убедиться, что система вентиляции работает правильно [27].

Необходимо проверить работоспособность систем управления. Все сигналы от датчиков и исполнительных механизмов должны быть исправны, программы управления загружены правильно и работают в соответствии с требованиями технологического процесса.

При резервировании технологических систем и оборудования важно убедиться, что резервное оборудование готово к работе. Необходимо:

- провести все необходимые проверки, аналогичные проверкам при запуске основного оборудования;

– переключить технологический процесс на резервное оборудование, контролируя рабочие параметры и убеждаясь, что переключение происходит плавно;

– при автоматическом запуске резервирования убедиться, что резервирование прошло успешно и технологический процесс не был нарушен.

7.1.3 Меры безопасности при ведении технологического процесса

Для обеспечения безопасного технологического процесса предусмотрены следующие меры:

– обучение персонала: все работники, задействованные в технологическом процессе, должны пройти обязательное обучение по технике безопасности, основам работы с дизельным топливом и правилам эксплуатации оборудования;

– ознакомление с инструкцией по охране труда: перед началом работы работники должны ознакомиться с инструкцией по охране труда, относящейся к конкретному виду работы, которую они выполняют;

– использование средств индивидуальной защиты (СИЗ): при работе с дизельным топливом необходимо использовать спецодежду, перчатки, очки и респиратор [29];

– наличие аптечки первой помощи: на станции должно быть оборудовано место для оказания первой помощи с наличием необходимых медикаментов и материалов;

– предупреждающие знаки: на станции должны быть размещены предупреждающие знаки о пожароопасности, наличии легковоспламеняющихся веществ, правилах поведения при аварии [30];

– сигнализация: система сигнализации должна оповещать о возникновении аварийных ситуаций (пожар, утечка топлива) и включать аварийное освещение.

7.1.4 Требования к обеспечению взрывобезопасности технологических процессов

Насосная станция дизельного топлива относится к взрывоопасному объекту. Эксплуатация разрешается, если содержание взрывоопасных веществ (углеводородов C12-C19) в воздухе в помещениях и на наружных площадках не превышает 300 мг/м³ [4].

При аварийной разгерметизации блока учитывается поступление жидкой фазы и парогазовой фазы как входящих, так и выходящих (обратных) потоков.

При разгерметизации блок отключается по входным и выходным потокам с помощью приводных кранов. Освобождение технологических блоков от продукта осуществляется в закрытую дренажную систему. Время срабатывания приводной арматуры оборудования блоков составляет не более 6 секунд [4].

При разгерметизации блока с пожароопасными продуктами необходимо локализовать разгерметизированную систему или оборудование и быстро опорожнить эту систему в резервное оборудование или дренажную емкость.

На границах каждого из блоков установлена приводная запорная арматура, позволяющая изолировать технологический блок в случае необходимости. Время срабатывания приводной арматуры не более 6 секунд [4].

Меры взрывобезопасности:

- в помещениях, где хранится дизельное топливо, должна быть обеспечена постоянная вентиляция для предотвращения образования взрывоопасных смесей;

- все оборудование, работающее с дизельным топливом, должно быть надежно заземлено для предотвращения возникновения статического электричества;

- запрещено использование открытого огня на территории станции дизельного топлива;

- периодически необходимо проверять оборудование на наличие утечек дизельного топлива [31].

7.2 Экологичность

Основным видом воздействия проектируемых объектов на атмосферный воздух являются выбросы вредных веществ.

К источникам воздействия на атмосферный воздух в результате реализации деятельности будут относиться как точечные (организованные), так и площадные (неорганизованные) источники выбросов загрязняющих веществ.

7.2.1 Сброс сточных и химически загрязненных вод в канализацию

Сточные воды с загрязняющими веществами на станции дизельного топлива практически отсутствуют. Но, при гидроиспытаниях, очистке (пропарки, промывки) оборудования и трубопроводов могут образовываться стоки с загрязняющими веществами. Выпуск стоков в производственно-дождевую канализацию производится под наблюдением производственного персонала и только после проведения анализа на превышение загрязняющих веществ. Отбор проб сточных вод на превышение загрязняющих веществ осуществляется по месту сброса в производственно-дождевую канализацию. Производить сброс без контроля (отбора анализов) на загрязняющие вещества, а также с превышением загрязняющих средств запрещается [32].

В случае аварийной ситуации при разливах ДТ сброс предусматривается в технологическую дренажную емкость, данные сбросы вывозятся автоцистерной на утилизацию.

7.2.2 Выбросы в атмосферу

Сброс от предохранительных клапанов, защищающих технологическое оборудование, предусмотрен в дренажную систему.

Возможен сброс через неплотности оборудования, фланцевых соединений трубопроводов и арматуры в атмосферу [33].

7.2.3 Нормы и требования, ограничивающие вредное воздействие процессов производства и выпускаемой продукции на окружающую среду

Загрязнение окружающей среды продуктами возможно при нарушении технологического режима, разгерметизации или выходе из строя

оборудования, коммуникаций. Для исключения загрязнения атмосферы необходимо соблюдать нормативы выбросов загрязняющих веществ в атмосферу, установленных для конкретных производственных объектов, а также применять очистные сооружения для сокращения выбросов [33].

Для предотвращения загрязнения почвы технологическое оборудование размещено на бетонированных площадках с бортами для предотвращения утечки дизельного топлива.

7.3 Чрезвычайные ситуации

7.3.1 Основные опасности производства

1. Пожарная опасность:

– утечка дизельного топлива из резервуаров, трубопроводов или насосного оборудования может привести к образованию легковоспламеняющейся смеси с воздухом, которая при наличии источника зажигания может воспламениться;

– перекачка дизельного топлива может генерировать статическое электричество, что также может стать причиной возгорания;

– неисправность насосного оборудования, клапанов, трубопроводов или систем безопасности может привести к утечке топлива и возгоранию;

– наличие на территории станции легковоспламеняемых материалов (например, тары, масляных тряпок, сухих материалов) повышает риск возникновения пожара [31].

2. Взрывоопасность:

– образование взрывоопасных смесей. В замкнутых пространствах или при нарушении вентиляции может произойти образование взрывоопасных смесей дизельного топлива с воздухом;

– неисправность систем вентиляции может привести к накоплению взрывоопасных концентраций паров дизельного топлива [31].

3. Токсическое воздействие:

– вдыхание паров дизельного топлива может вызвать отравление, головную боль, тошноту, головокружение, а в тяжелых случаях – потерю сознания [28];

– контакт дизельного топлива с кожей может вызвать раздражение, дерматит.

4. Опасности при выполнении производственных операций:

– неправильная эксплуатация оборудования: несоблюдение правил эксплуатации насосного оборудования, клапанов, трубопроводов, и систем безопасности может привести к аварии;

– неправильное хранение дизельного топлива: нарушение правил хранения дизельного топлива (негерметичность резервуаров, отсутствие вентиляции, несоблюдение температурного режима) может привести к утечкам, испарению и увеличению риска пожара;

– несоблюдение мер безопасности при работе с дизельным топливом (отсутствие средств индивидуальной защиты, курение на территории станции, неправильное осуществление перекачки) может привести к несчастным случаям и авариям [27].

7.3.2 Меры, принимаемые для минимизации возникновения чрезвычайных ситуаций

Чтобы минимизировать возникновение ЧС, необходимо:

– соблюдать правила безопасности: все работники станции должны быть обучены правилам безопасности и строго их соблюдать [27];

– проводить регулярные проверки: необходимо регулярно проводить проверки оборудования, систем безопасности, и контролировать качество дизельного топлива [27];

– обеспечить надлежащую вентиляцию;

– применять средства индивидуальной защиты [29];

– применять систему безопасности: на насосной станции должна быть разработана система безопасности, включающая в себя меры по предотвращению пожара, взрыва, отравления и других нештатных ситуаций.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе выполнения бакалаврской работы была разработана АСУ ТП насосной станции хранения дизельного топлива Амурского ГПЗ. Были проведены: анализ технологического процесса насосной станции дизельного топлива и всего предприятия в целом, разработка функциональной схемы автоматизации, выбор оборудования, разработка электрических схем подключения питания и соединения модулей ПЛК, а также создание человеко-машинного интерфейса на базе SCADA-системы ТЕКОН.

В результате выполнения проекта можно сделать вывод, что внедрение АСУ ТП насосной станции хранения дизельного топлива позволяет:

- обеспечить бесперебойную и безопасную работу энергообъектов Амурского ГПЗ;
- снизить затраты на эксплуатацию и обслуживание станции;
- повысить эффективность работы станции и обеспечить ее соответствие современным требованиям.

В дальнейшем проект будет совершенствоваться путем внедрения дополнительного оборудования и написания программ управления вспомогательным оборудованием.

В целом, разработанная АСУ ТП является эффективным инструментом для управления насосной станцией хранения дизельного топлива Амурского ГПЗ. Внедрение этой системы позволит повысить безопасность, эффективность и надежность работы станции.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. О компании – ООО «Газпром переработка Благовещенск» [Электронный ресурс]. – URL: <https://blagoveshchensk-pererabotka.gazprom.ru/> (дата обращения: 14.03.2024).
2. Амурский газоперерабатывающий завод. Концепция создания автоматизированной системы управления технологическими процессами, ПАО «ГАЗПРОМ АВТОМАТИЗАЦИЯ»; Москва, 2016. – 114 с.
3. Порядок организации работы ПАО «Газпром автоматизация» в рамках реализации проекта «Строительство Амурского газоперерабатывающего завода», ПАО «ГАЗПРОМ АВТОМАТИЗАЦИЯ», 2017 – 64 с.
4. Технологический регламент. Склады хранения дизельного топлива (тит. 3.1.1.08.962 и 4.1.1.32.140) №ТР-0-02-2022 – ООО «Газпром переработка Благовещенск», г. Свободный, 2022. – 168 с.
5. ГОСТ 21.404-85. Система проектной документации для строительства. Автоматизация технологических процессов. Обозначения условные приборов и средств автоматизации в схемах ; введ. 1986–01–01. – Москва : Министерство монтажных и специальных строительных работ СССР ; М. : Издательство стандартов, 1987. – 12 с.
6. Взрывозащищенные электромоторы D5X - D6X - D5S – Marellimotori | Главная [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.marellimotori.ru/> (дата обращения: 18.03.2024).
7. ICON 2000 Электрические приводы – Biffi Actuators | Biffi US [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://biffi.it/en-us> (дата обращения: 18.03.2024).
8. Levelflex FMP51, FMP52, FMP54 - My Endress+Hauser ID – Flow, level, liquid analysis, optical analysis, pressure, temperature measurement, software and system products | Endress+Hauser [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.endress.com/> (дата обращения: 18.03.2024).

9. 266 HART Измерительные преобразователи давления – ABB Library [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://library.abb.com/> (дата обращения: 18.03.2024).

10. Датчик температуры SensyTemp TSP311, TSP321, TSP331 – ABB Library [Электронный ресурс]. – URL: <https://library.abb.com/> (дата обращения: 18.03.2024).

11. Head-mount temperature transmitter TTH300 – ABB Library [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://library.abb.com/> (дата обращения: 18.03.2024).

12. Digital temperature transmitter - T32.xS - WIKA – Home - WIKA Alexander Wiegand SE & Co. KG [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.wika.com/> (дата обращения: 18.03.2024).

13. Расходомер массовый Promass F 300 – Endress+Hauser: Уровень, расход, давление, температура [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.casc.endress.com/> (дата обращения: 18.03.2024).

14. Контроллер многофункциональный МФК1500. Руководство по эксплуатации. Часть 1. БНРД.420002.003РЭ1 – Москва, 2017, – 138 с.

15. Контроллер многофункциональный МФК1500. Руководство по эксплуатации. Часть 2. БНРД.420002.003РЭ1 – Москва, 2017, – 223 с.

16. QUINT-PS/1AC/24DC/20 - Источники питания – 2866776 – Phoenix Contact Интернэшнл [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.phoenixcontact.com/> (дата обращения: 20.05.2024).

17. QUINT-DIODE/12-24DC/2X20/1X40 - Резервные модули – Phoenix Contact Интернэшнл [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.phoenixcontact.com/> (дата обращения: 20.05.2024).

18. A9S65240 - ВЫКЛЮЧАТЕЛЬ НАГРУЗКИ iSW 2П 40А – Schneider Electric Global [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.se.com/> (дата обращения: 20.05.2024).

19. A9F79206 - Автоматический выключатель iC60N C 6A 2P – Schneider Electric Global [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.se.com/> (дата обращения: 20.05.2024).

20. SCADA-система «Текон» – ТеконАвтоматика [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://ivtecon.ru/> (дата обращения: 16.05.2024).

21. SCADA-система "ТЕКОН". Руководство программиста АВЩД.50010-05 33 01 – Иваново, 2020, – 305 с.

22. ГОСТ 12.1.004-91. Система стандартов безопасности труда. Пожарная безопасность. Общие требования ; введ. 1992–07–01. – Москва : Министерство внутренних дел СССР ; М. : Издательство стандартов, 1991. – 68 с.

23. ГОСТ 12.1.010-76. Система стандартов безопасности труда. Взрывобезопасность. Общие требования ; введ. 1978–01–01. – Москва : Государственный комитет стандартов Совета Министров СССР ; М. : ИПК Издательство стандартов, 1996. – 7 с.

24. ГОСТ 12.1.003-83 Система стандартов безопасности труда. Шум. Общие требования безопасности ; введ. 1984–07–01. – Москва ; Государственный комитет СССР по стандартам ; М. : Издательство стандартов, 1983 г. – 11 с.

25. ГОСТ 12.1.012-2004 Система стандартов безопасности труда. Вибрационная безопасность. Общие требования ; введ. 2004–02–04. – Москва ; Межгосударственный Совет по стандартизации, метрологии и сертификации ; М. : Стандартинформ, 2008. – 20 с.

26. ГОСТ 12.2.007.0-75 Система стандартов безопасности труда. Изделия электротехнические. Общие требования безопасности ; введ. 1978–01–01. – Москва ; Государственный комитет стандартов Совета Министров СССР ; М. : Издательство стандартов, 1980 г. – 12 с.

27. ГОСТ 12.3.002-75 Система стандартов безопасности труда. Процессы производственные. Общие требования безопасности ; введ. 1976–

07–01. – Москва ; Государственный комитет стандартов Совета Министров СССР ; М. : Издательство стандартов, 1970 г. – 9 с.

28. ГОСТ 12.1.007-76. Система стандартов безопасности труда. Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности ; введ. 1977–01–01. – Москва ; Государственный комитет СССР по стандартам ; М. : Издательство стандартов, 1982 г. – 7 с.

29. ГОСТ 12.4.011-89. Система стандартов безопасности труда. Средства защиты работающих. Общие требования и классификация ; введ. 1990–07–01. – Москва ; Государственный комитет СССР по управлению качеством продукции и стандартам ; М. : ИПК Издательство стандартов, 1996 г. – 8 с.

30. ГОСТ 12.4.026-76. Система стандартов безопасности труда. Цвета сигнальные и знаки безопасности ; введ. 1978–01–01. – Москва ; Государственный комитет стандартов Совета Министров СССР ; М. : Издательство стандартов, 1976 г. – 34 с.

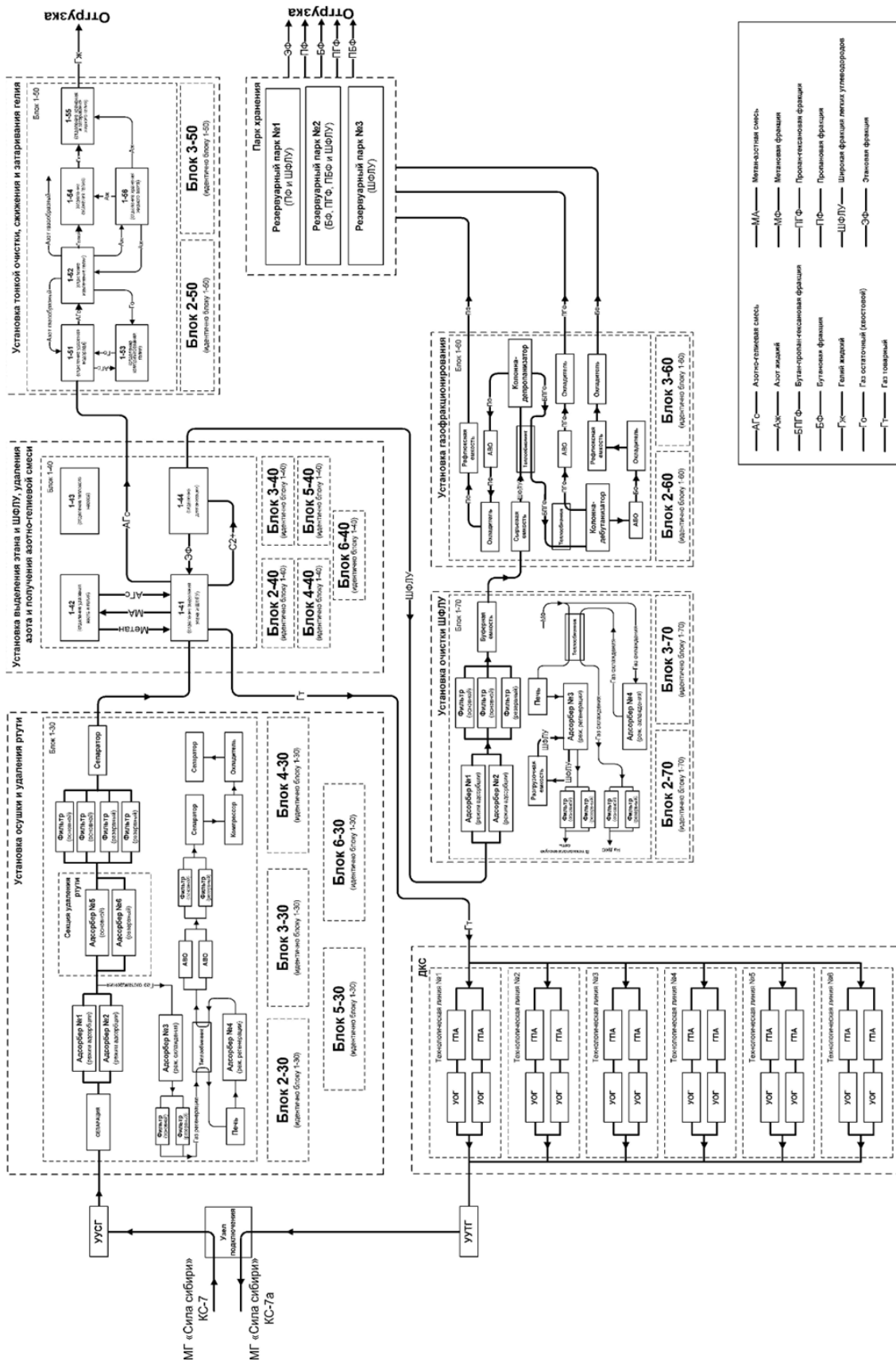
31. ГОСТ 12.1.044-89. Система стандартов безопасности труда. Пожаровзрывоопасность веществ и материалов. Номенклатура показателей и методы их определения ; введ. 1991–01–01. – Москва ; Государственный комитет СССР по управлению качеством продукции и стандартам ; М. : Издательство стандартов, 1989 г. – 100 с.

32. ГОСТ 17.1.1.01-77. Охрана природы. Гидросфера. Использование и охрана вод. Основные термины и определения ; введ. 1978–07–01. – Москва ; Госстандарт СССР ; М. : Издательство стандартов, 1980 г. – 9 с.

33. ГОСТ 17.2.3.02-78. Охрана природы. Атмосфера. Правила установления допустимых выбросов вредных веществ промышленными предприятиями ; введ. 1980–01–01. – Москва ; Государственный комитет СССР по стандартам ; М. : Издательство стандартов, 1979 г. – 11 с.

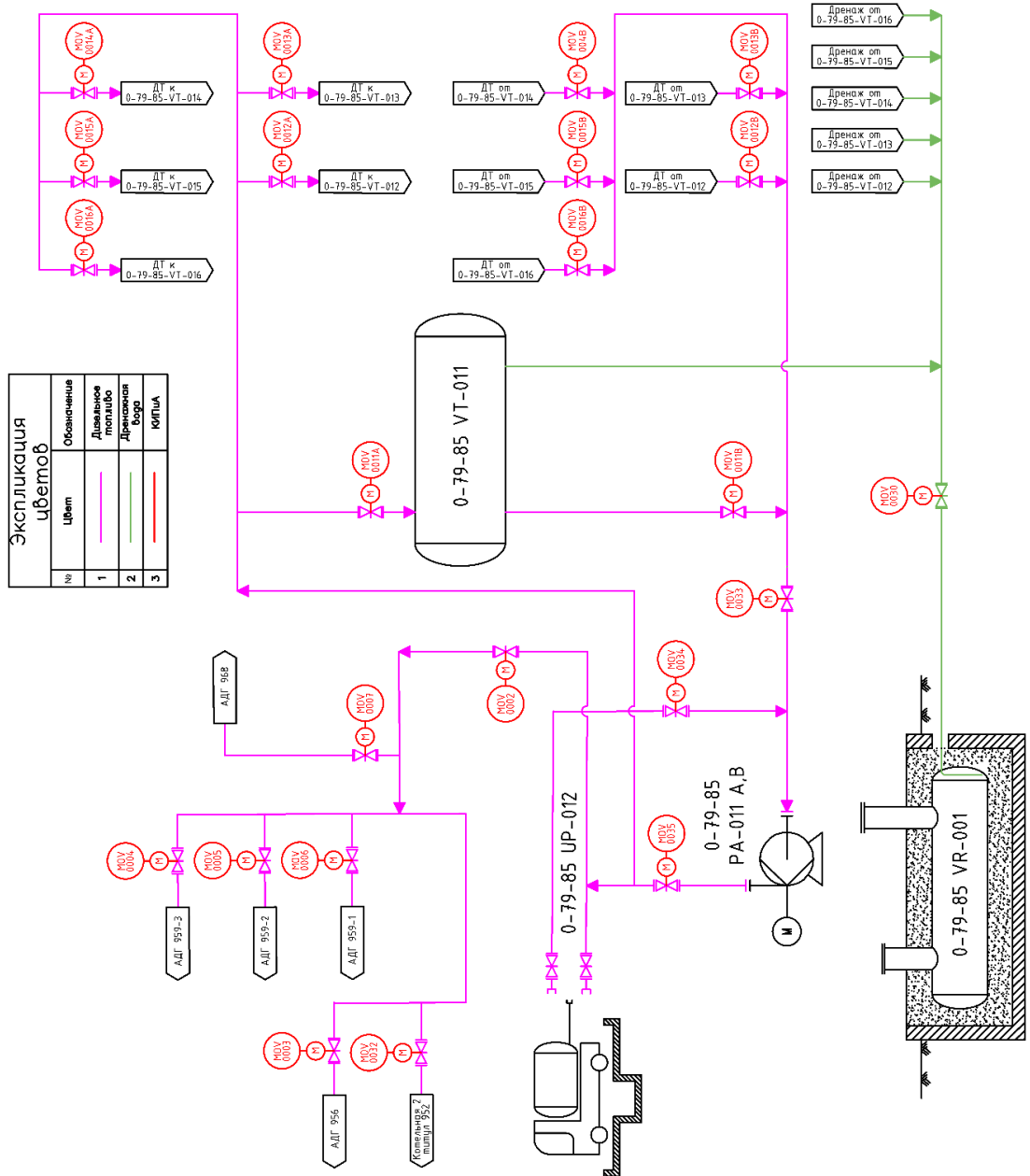
ПРИЛОЖЕНИЕ А

Технологическая схема Амурского ГПЗ



ПРИЛОЖЕНИЕ Б

Блок-схема технологического блока станции дизельного топлива



ПРИЛОЖЕНИЕ В

Техническое задание на разработку

Техническое задание разработано согласно требованиям ГОСТ-34.602-89.

1 «Общие сведения»

В данной выпускной квалификационной работе разрабатывается автоматизированная система управления технологическими процессами дизельной станции Амурского ГПЗ.

В ходе выполнения требуется разработать функциональную схему автоматизации, принципиальную и полную электрические схемы автоматизации, спецификации, принципиальный и полный алгоритмы программы, исходный текст программы.

Срок начала выполнения работы – _____.

Срок окончания выполнения работы – _____.

2 «Назначение и цели создаваемой системы»

Назначением данной системы является её использование на территории Амурского ГПЗ в качестве объекта для хранения и передачи дизельного топлива потребителям (котельная и дизельные электростанции) в случае возникновения аварийных ситуаций или перебоев с поставками основного топлива.

3 «Характеристика объектов автоматизации»

Система предназначена для работы в полевых условиях.

В качестве объектов автоматизации применяются клапаны с электроприводом и насосно-компрессорное оборудование.

Клапаны с электроприводом выполняют следующие функции:

– отсечение дизельного топлива в баки хранения дизельного топлива от насосной станции дизельного топлива;

– отсечение дизельного топлива в насосную станцию дизельного топлива от баков хранения дизельного топлива;

– отсечение дизельного топлива в насосную станцию дизельного топлива от передвижных цистерн

– отсечение дизельного топлива к потребителям от насосной станции дизельного топлива;

– отсечение сброса дренажной воды в подземную дренажную емкость от насосной станции дизельного топлива и баков хранения дизельного топлива.

Насосная станция состоит из двух насосов – основного и резервного. Центробежный насос имеет следующие характеристики:

4 «Требования к системе»

4.1 Требования к системе в целом

В системе необходим программируемый логический контроллер, модули ввода-вывода, исполнительные механизмы, программное обеспечение.

4.2 Требования к функциям (задачам), выполняемым системой

Система должна считывать сигналы с измерительных преобразователей и датчиков для открытия/закрытия запорной арматуры, а также для реализации программы выбора ёмкости для перекачки дизельного топлива.

4.3 Требования к видам обеспечения.

Программа работы системы должна быть написана на одном из языков программирования международного стандарта МЭК 6-1131/3 (SFC, LD, FBD, ST, IL).

5 «Состав и содержание работ по созданию системы»

В таблице 1 представлены сроки выполнения работы по разделам.

Таблица 1 – График сдачи и проработка соответствующих разделов

Дата	Название	Содержание
05.02.2024	Предварительная работа	Обсуждение плана работ, уточнение задач на разработку.
17.05.2024	Подведение итогов практики	Отчет по практике, ТЗ, предварительное содержание, литературный и патентный поиск

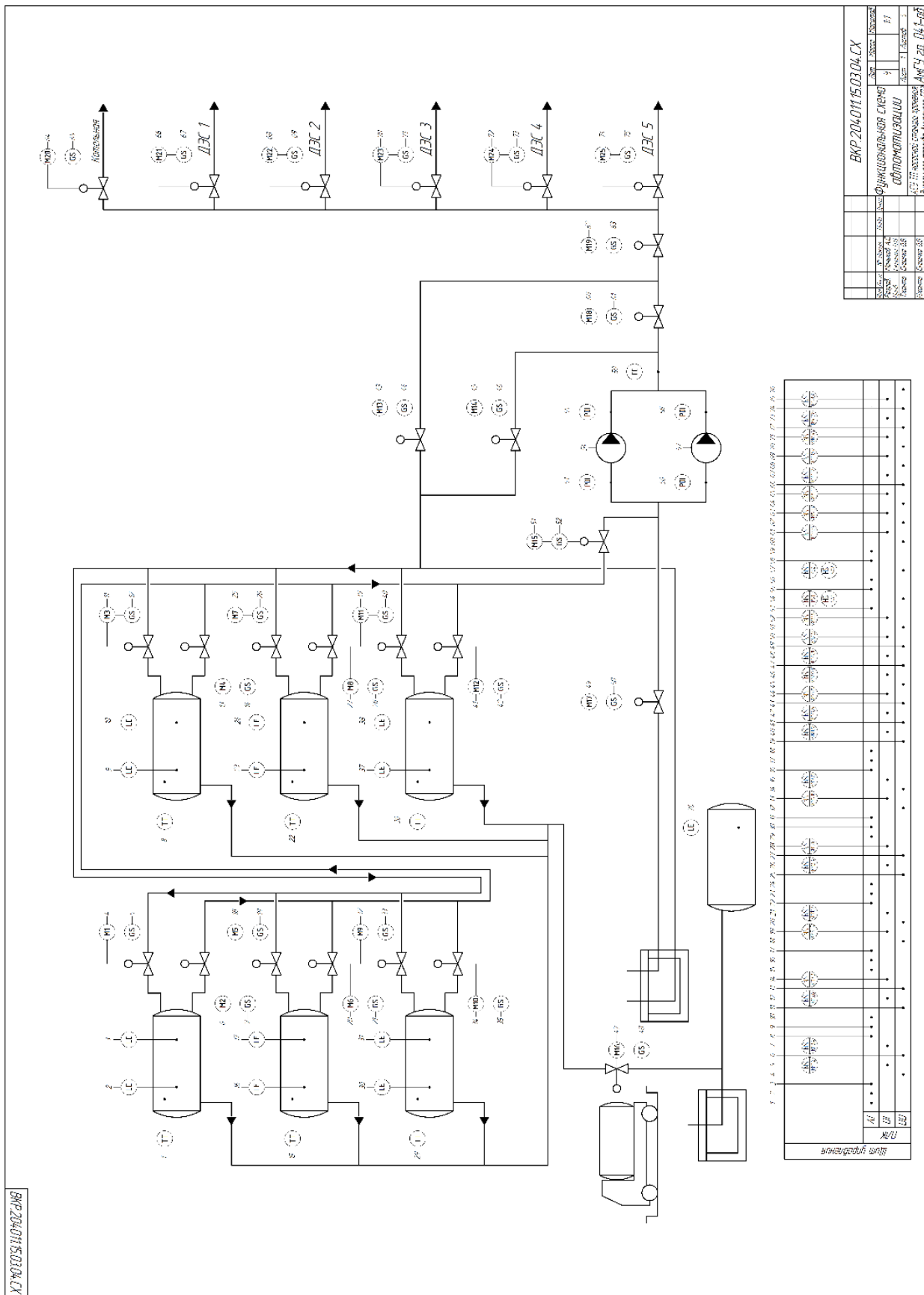
21.06.2024	Листы + Оформление ПЗ	Полностью готовая работа на проверку
22.06.2024	Проверка работы	Устранение замечаний
28.06.2024	Очная защита	

6 «Порядок контроля и приёмки системы»

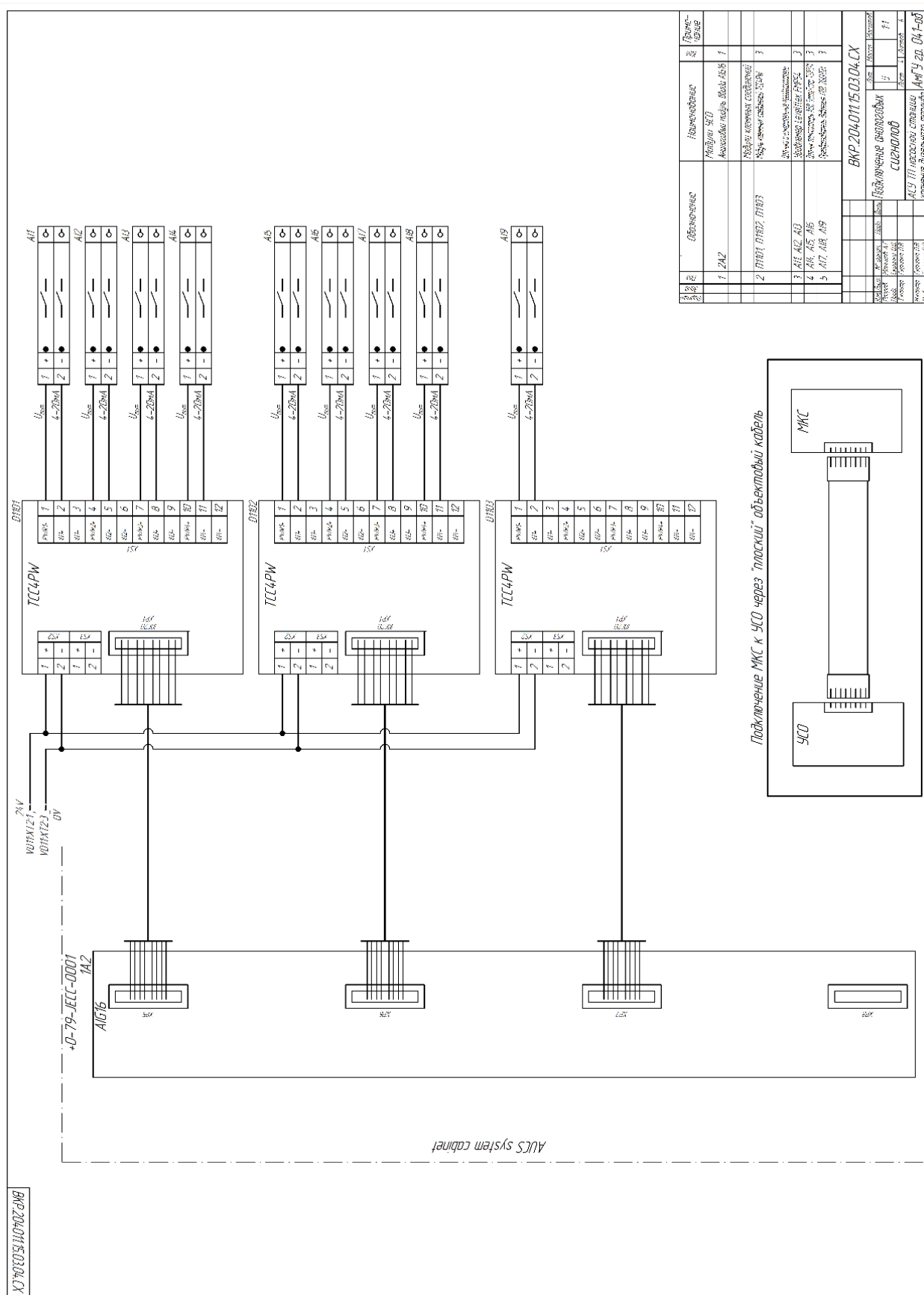
Для проверки работоспособности автоматизированной системы, должен быть выполнен ряд процедур, а именно:

- а) компиляция написанной программы;
- б) пошаговая отладка программы с отслеживанием за правильностью выполнения алгоритма программы;
- в) тестирование системы в целом.

ПРИЛОЖЕНИЕ Г



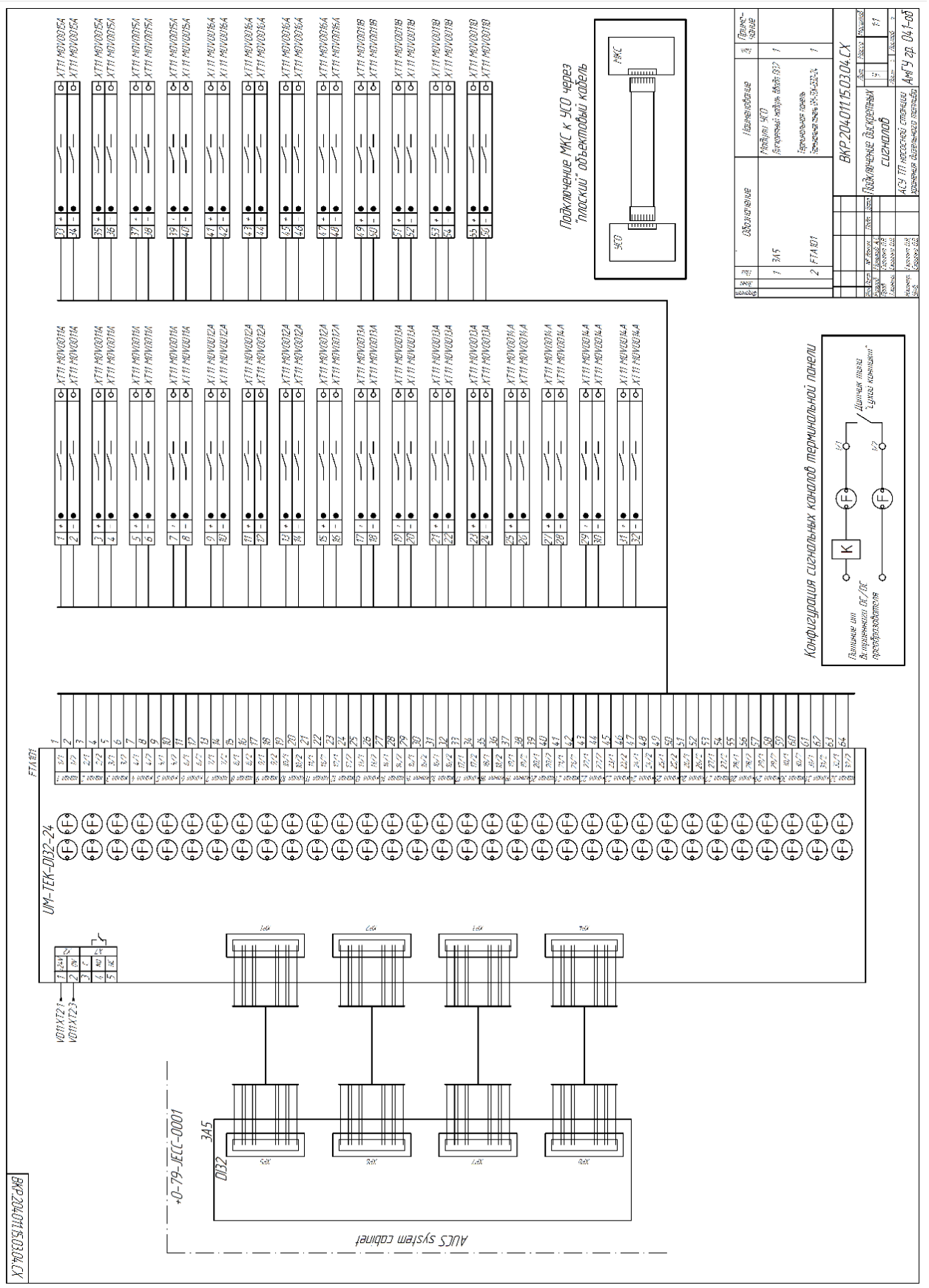
ПРИЛОЖЕНИЕ Д



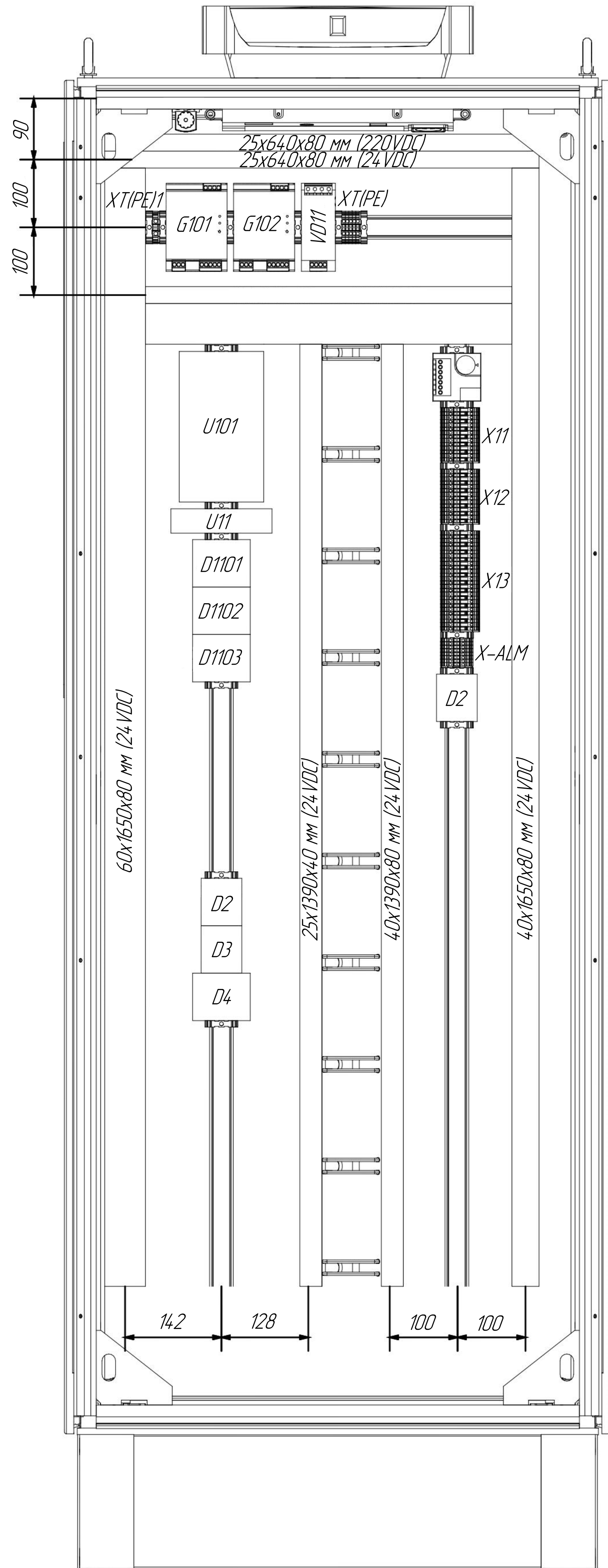
ВКР 204.0115.03.04.СХ

№	Обозначение	Наименование	Примечание
1	2A2	Модуль УСО Аккумуляторный блок АСВ	1
2	ПРИСТ. ПИИЗ	ИЗДАНИЕ КОМПОНЕНТ СЕРИИ ПИИЗ ИЗДАНИЕ КОМПОНЕНТ СЕРИИ ПИИЗ	3
3	A11, A12, A13	Модуль ПЕРИФЕРИИ	3
4	A14, A15, A16	Модуль ПЕРИФЕРИИ	3
5	A17, A18, A19	Модуль ПЕРИФЕРИИ	3
ВКР 204.0115.03.04.СХ			
ИЗДАНИЕ КОМПОНЕНТ СЕРИИ ПИИЗ			
СЛУЖЕБНО			
АУС 111 КОМПОНЕНТ СЕРИИ ПИИЗ ИЗДАНИЕ КОМПОНЕНТ СЕРИИ ПИИЗ			
№	Итого	Итого	Итого
1	1	1	1
2	3	3	3
3	3	3	3
4	3	3	3
5	3	3	3
Итого: 15			
Итого: 15			
Итого: 15			
Итого: 15			

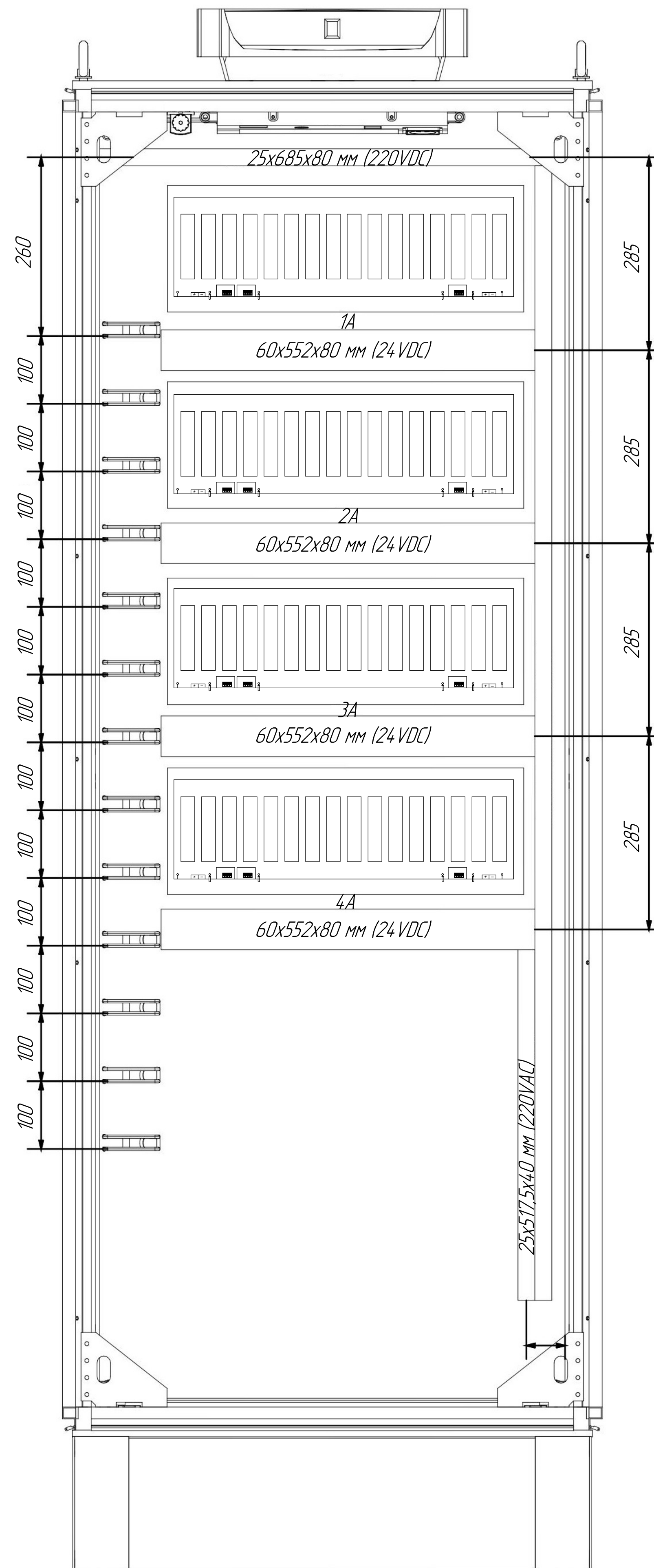
ПРИЛОЖЕНИЕ Е



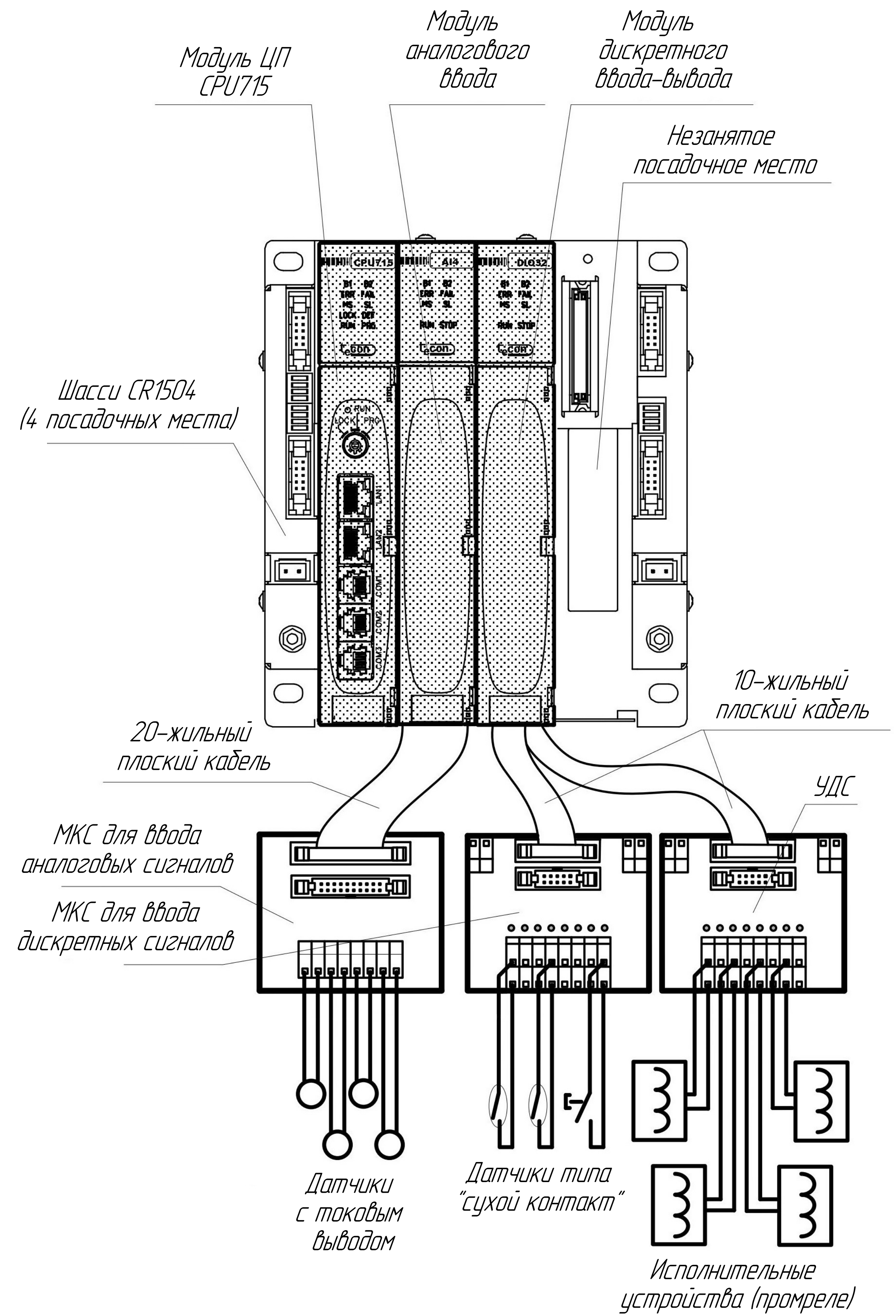
Шкаф кроссовый АСУ Э



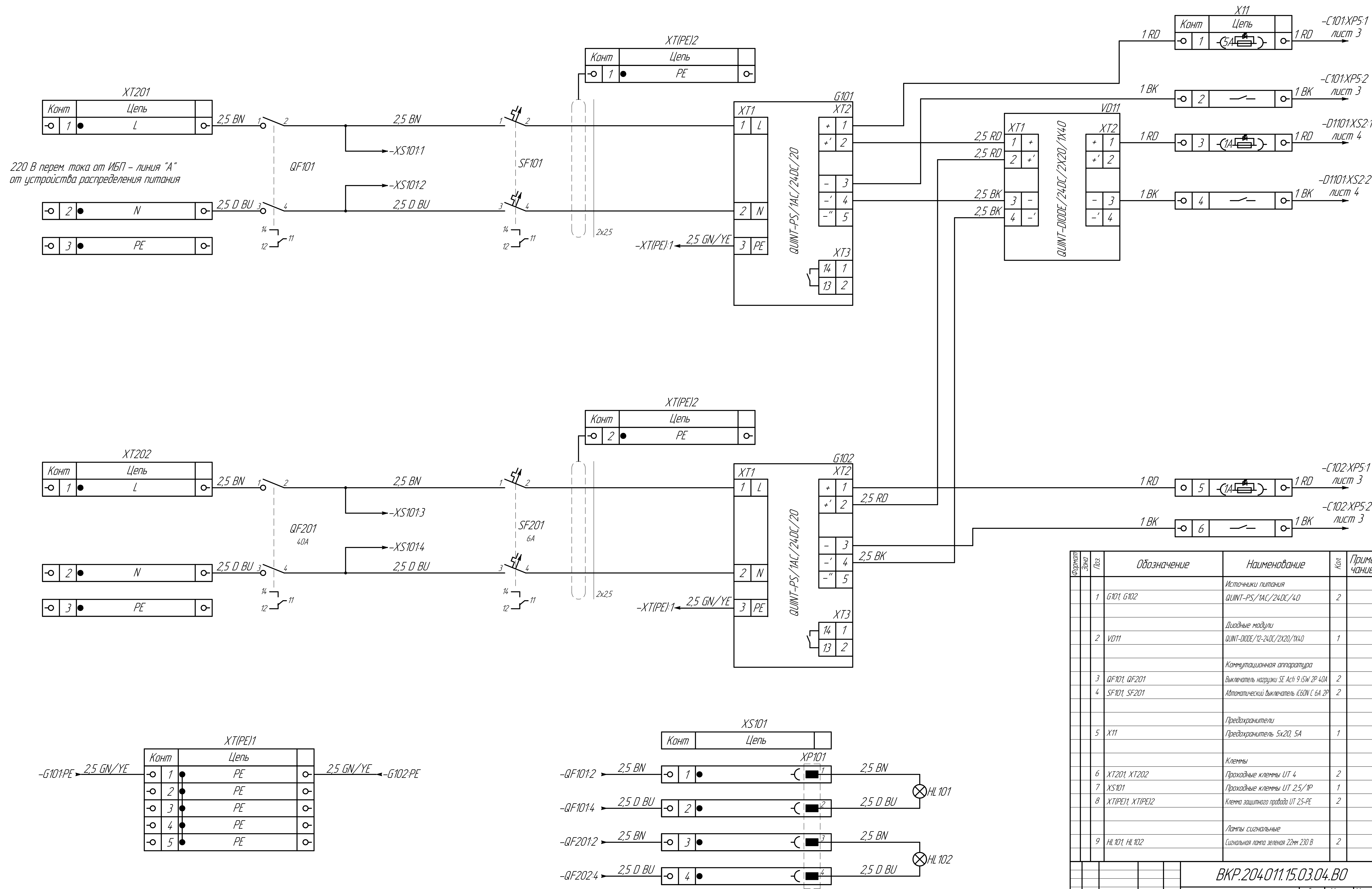
Шкаф системный АСУ Э



Многофункциональный контроллер МФК1500



ВКР.204.011.15.03.04.В0				Лист	Масса	Масштаб	
Изм.	Лист	№ док.	Подп.	Дата	Компоновка шкафов АСУ Э МФК1500	1:1	
Разработ.	Маньков А.С.	Скряпка О.В.	Скряпка О.В.	2016			
Проект.	Скряпка О.В.	Скряпка О.В.	Скряпка О.В.	2016			
Т.контр.	Скряпка О.В.	Скряпка О.В.	Скряпка О.В.	2016			
Исполн.	Скряпка О.В.	Скряпка О.В.	Скряпка О.В.	2016			
Утв.	Скряпка О.В.	Скряпка О.В.	Скряпка О.В.	2016	АСУ ТП насосной станции хранения дизельного топлива Амурского ГПЗ		
				Лист	2	Листов	6



220 В перем. тока от ИБП - линия "А" от устройства распределения питания

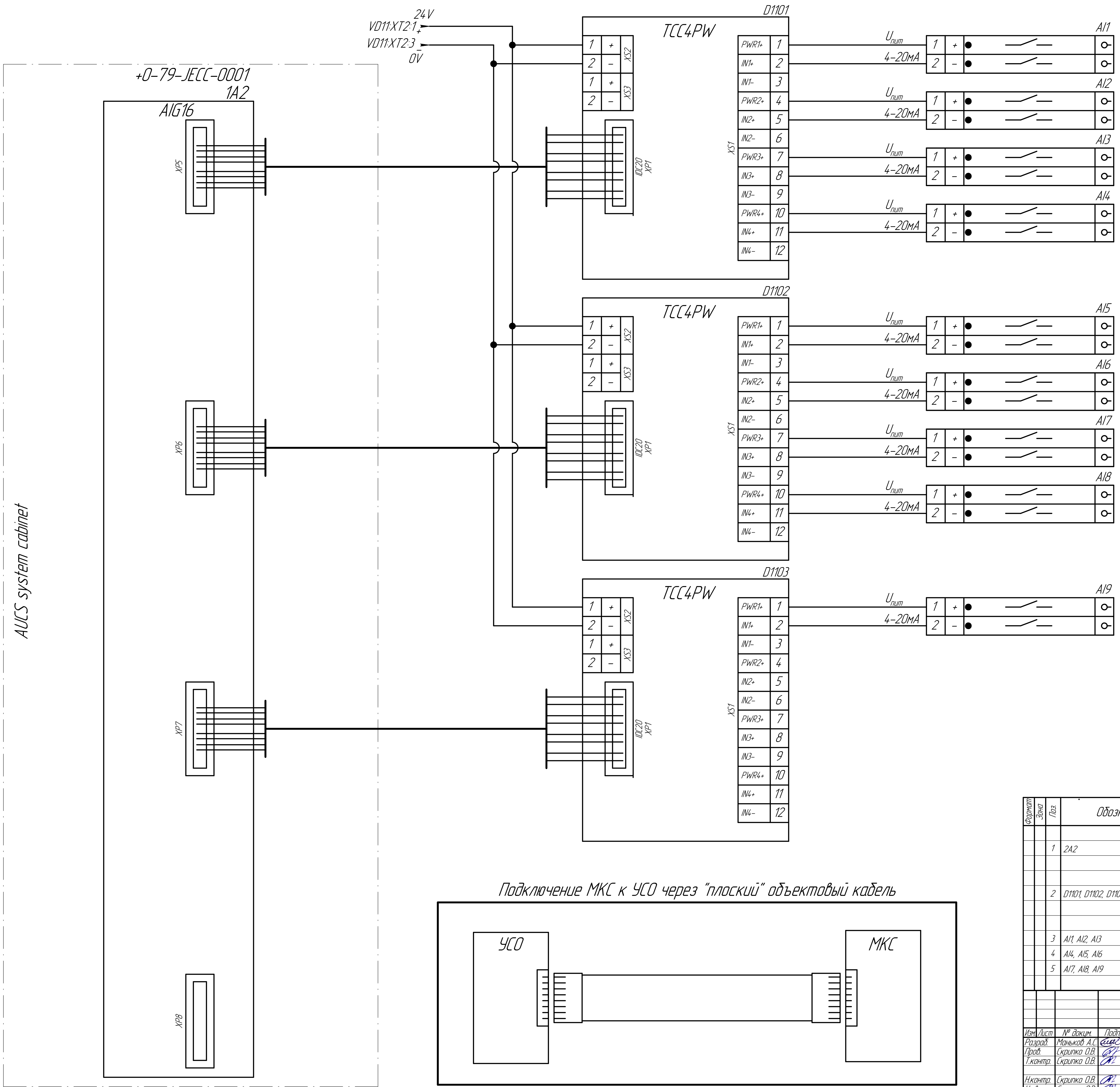
Формат	Элемент	Паз	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
	1		G101, G102	Источники питания QUINT-PS/1AC/24DC/40	2	
	2		VD11	Диодные модули QUINT-DIODE/12-24DC/2X20/1X40	1	
	3		QF101, QF201	Коммутационная аппаратура Выключатель нагрузки SE Acti 9 63W 2P 40A	2	
	4		SF101, SF201	Автоматический выключатель IC60N C 6A 2P	2	
	5		X11	Предохранители Предохранитель 5x20, 5A	1	
	6		XT201, XT202	Клеммы Проходные клеммы UT 4	2	
	7		XS101	Клеммы Проходные клеммы UT 2,5/1P	1	
	8		XT(PE)1, XT(PE)2	Клемма защитного провода UT 2,5-PE	2	
	9		HL101, HL102	Лампы сигнальные Сигнальная лампа зеленая 22мм 230 В	2	

ВКР.204.011.15.03.04.В0

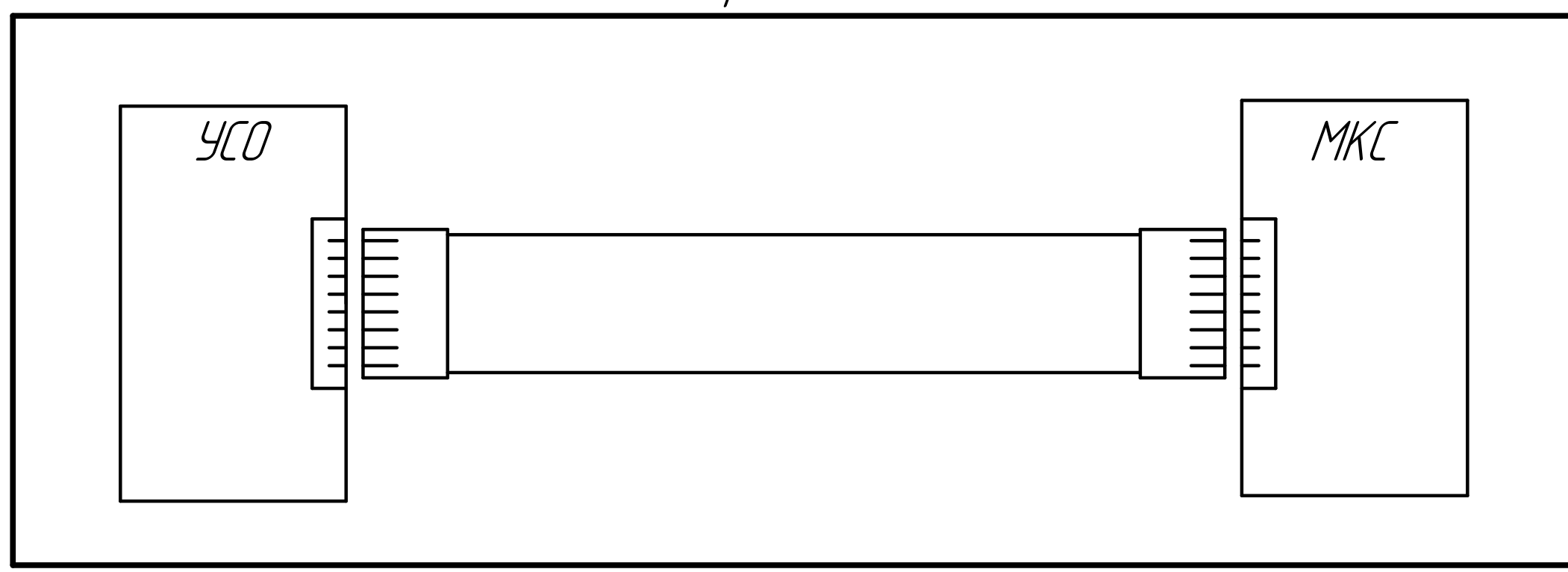
Изм.	Лист	№ док.	Подп.	Дата	Схема подключения питания АСУ ТП насосной станции хранения дизельного топлива	Лист	Масштаб
Разраб.	Маньков А.С.	Скрипка О.В.	Скрипка О.В.	2015.03.04		3	1:1
Проб.	Скрипка О.В.	Скрипка О.В.	Скрипка О.В.			Листов	6
Т.контр.	Скрипка О.В.	Скрипка О.В.	Скрипка О.В.				
Исполн.	Скрипка О.В.	Скрипка О.В.	Скрипка О.В.				

АМГУ зр. 041-0д

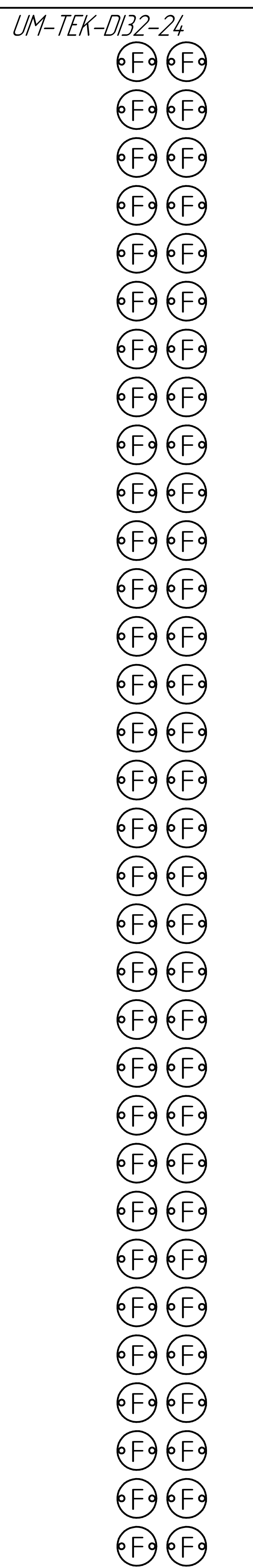
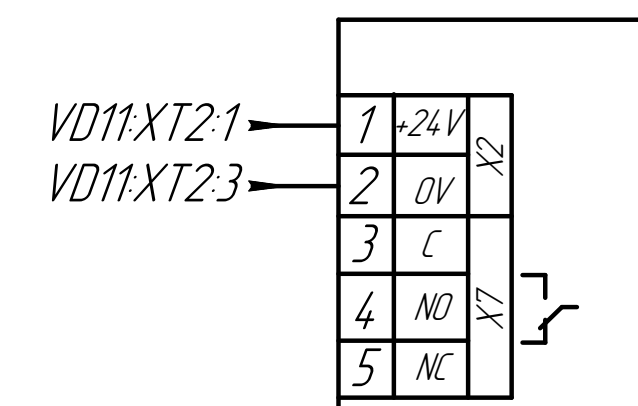
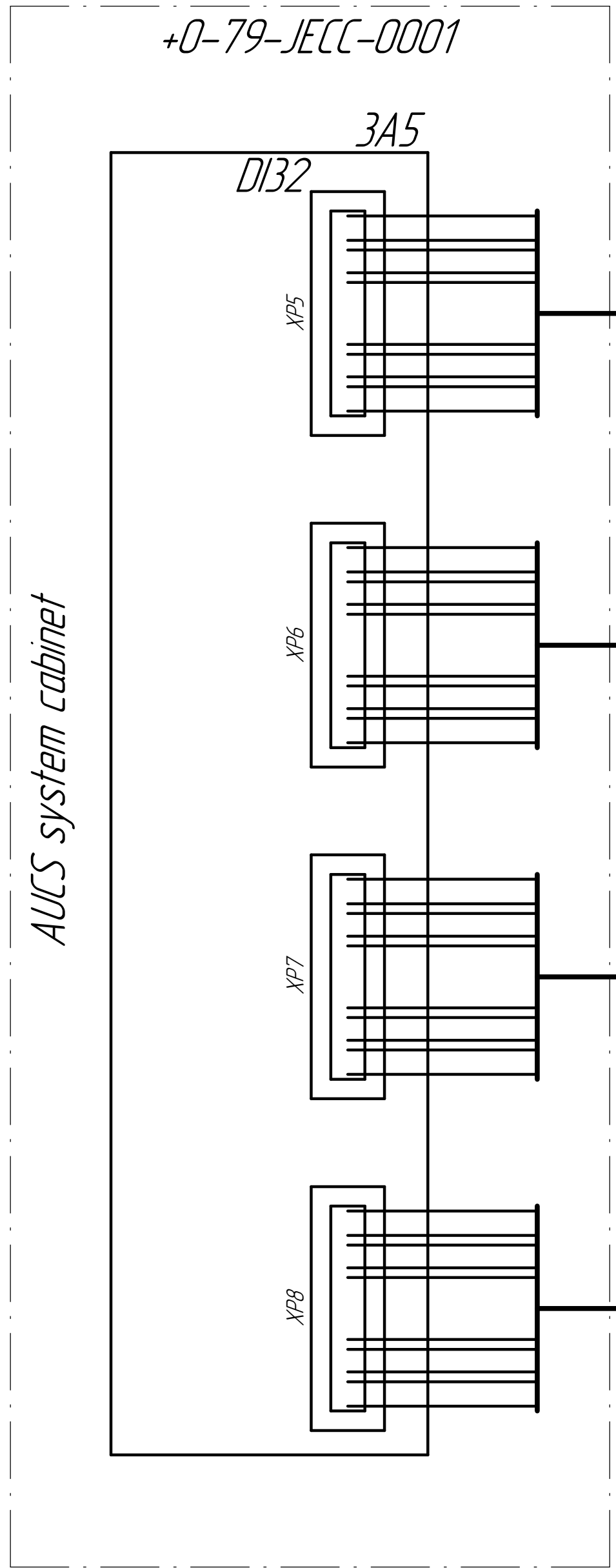
AUCS system cabinet



Подключение МКС к УСО через "плоский" объектовый кабель

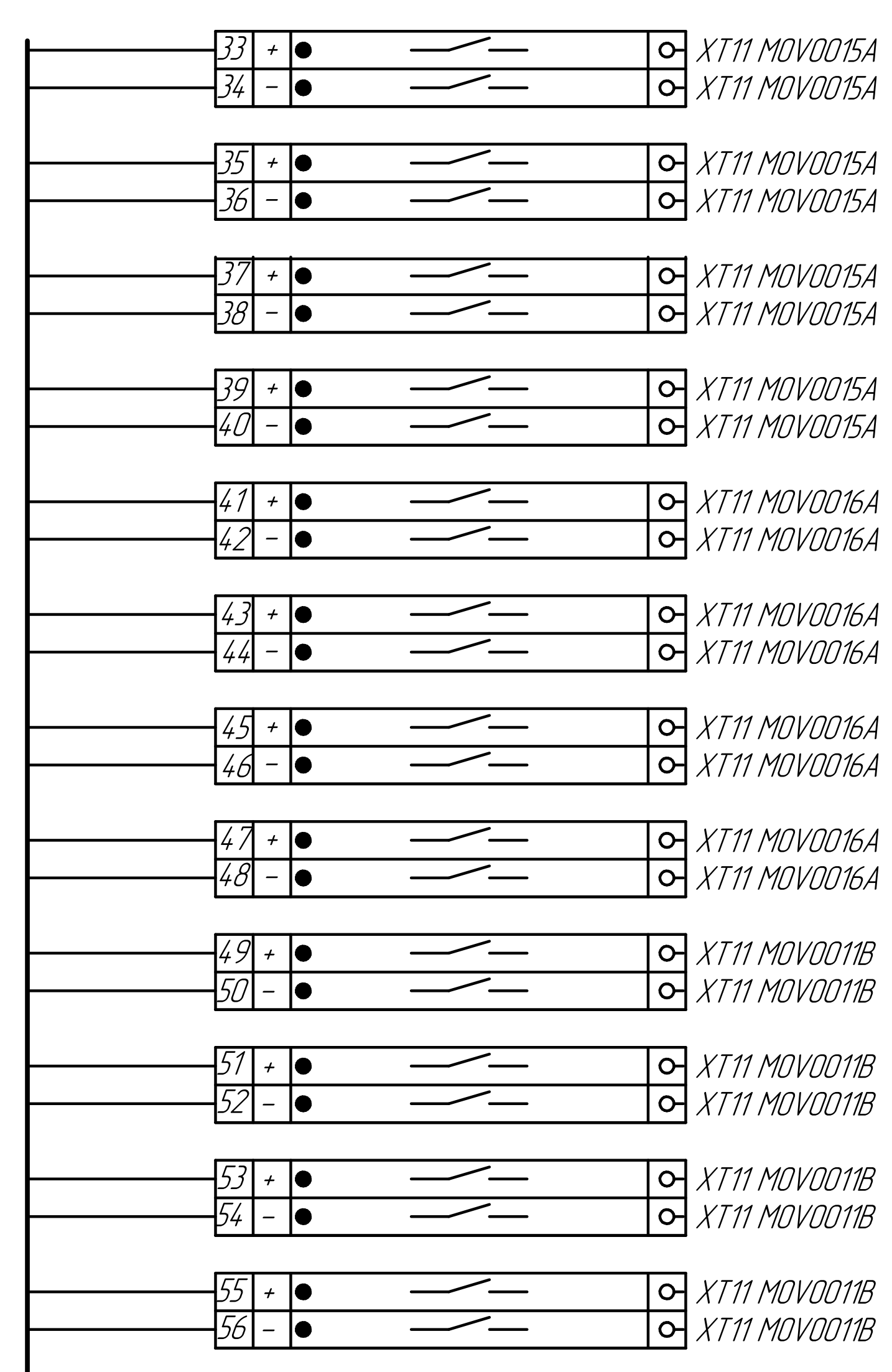
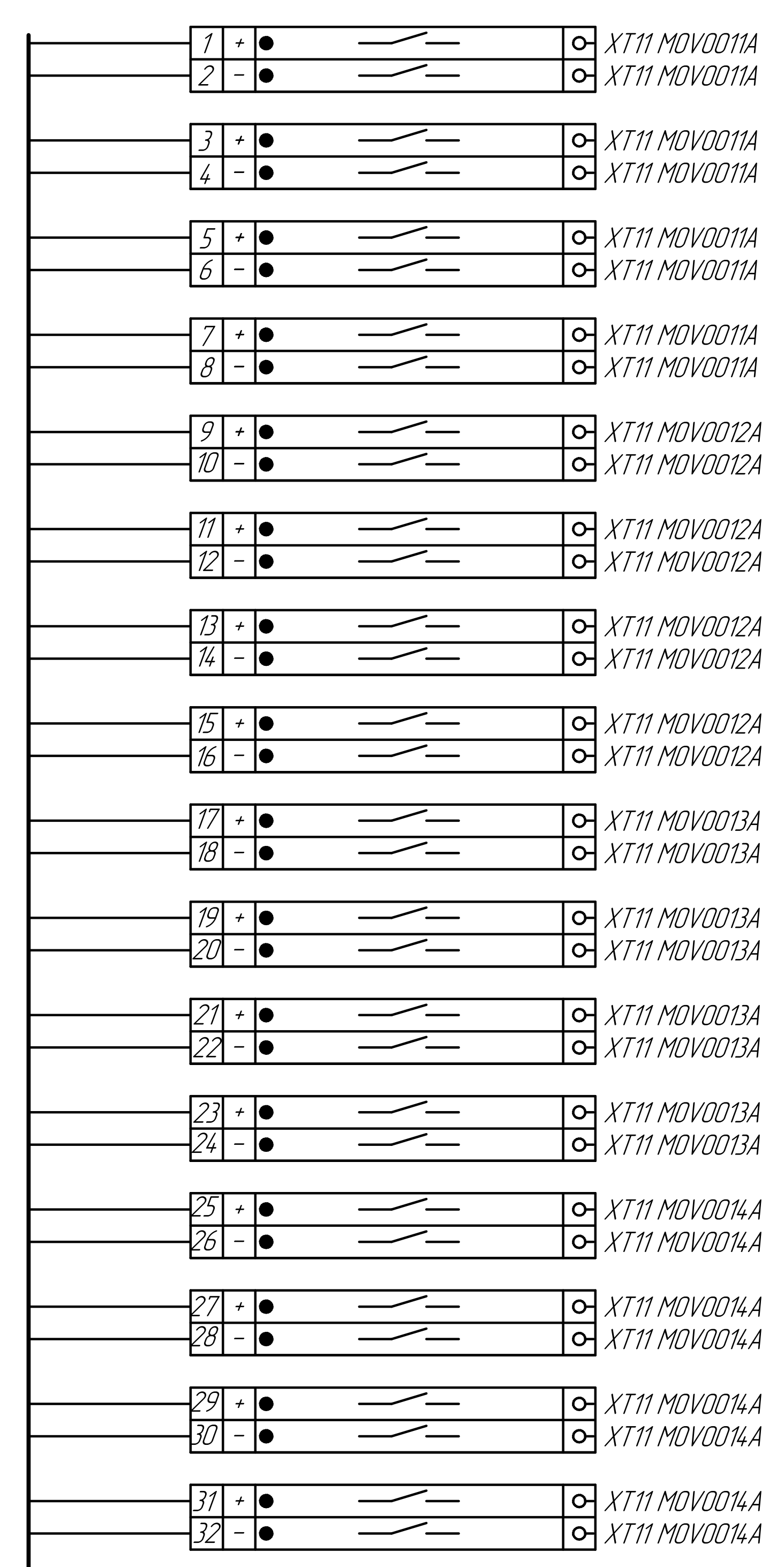


Идентификатор	Зона	Паз	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
	1	2A2		Модули УСО Аналоговый модуль ввода АIG16	1	
	2	D1101, D1102, D1103		Модули клеммных соединений Модуль клеммных соединений ТСС4PW	3	
	3	A11, A12, A13		Датчики и измерительные преобразователи Урожаймер LevelFlex FMP54	3	
	4	A14, A15, A16		Датчик температуры ABB SensyTemp TSP311	3	
	5	A17, A18, A19		Преобразователь давления ABB 2664SH	3	

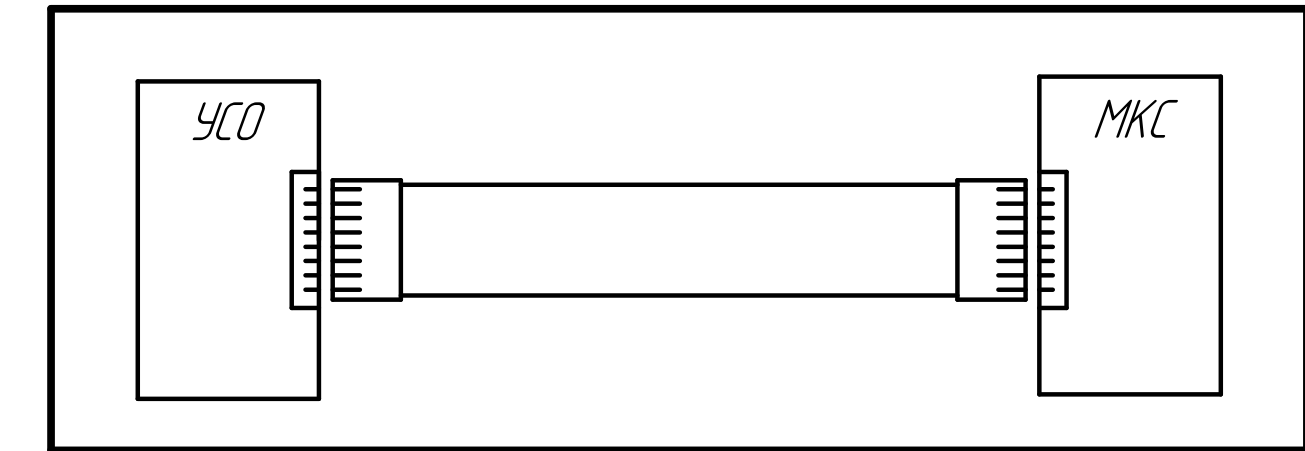


FTA101

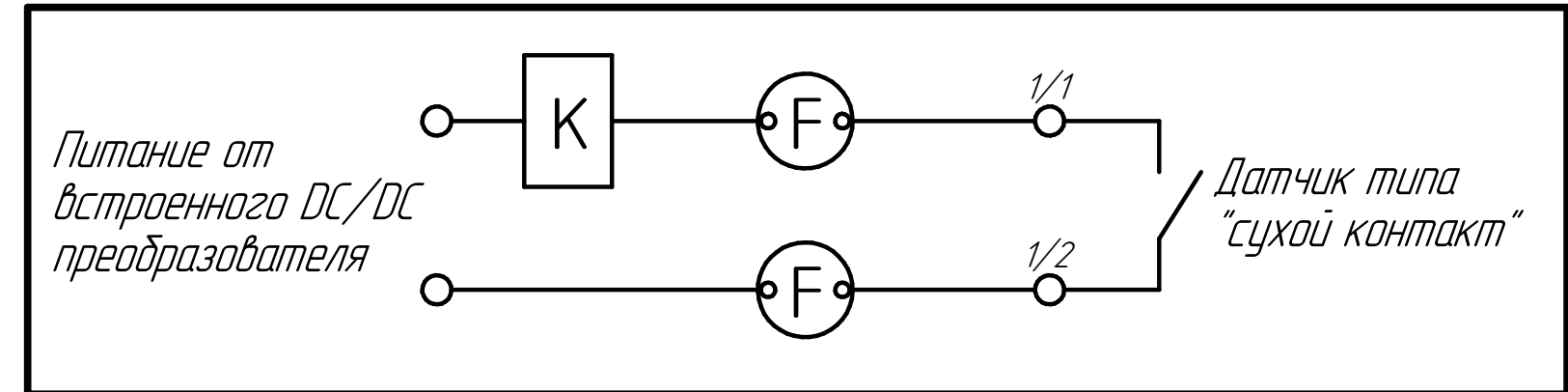
1/1	1
1/2	2
2/1	3
2/2	4
3/1	5
3/2	6
4/1	7
4/2	8
5/1	9
5/2	10
6/1	11
6/2	12
7/1	13
7/2	14
8/1	15
8/2	16
9/1	17
9/2	18
10/1	19
10/2	20
11/1	21
11/2	22
12/1	23
12/2	24
13/1	25
13/2	26
14/1	27
14/2	28
15/1	29
15/2	30
16/1	31
16/2	32
17/1	33
17/2	34
18/1	35
18/2	36
19/1	37
19/2	38
20/1	39
20/2	40
21/1	41
21/2	42
22/1	43
22/2	44
23/1	45
23/2	46
24/1	47
24/2	48
25/1	49
25/2	50
26/1	51
26/2	52
27/1	53
27/2	54
28/1	55
28/2	56
29/1	57
29/2	58
30/1	59
30/2	60
31/1	61
31/2	62
32/1	63
32/2	64



Подключение МКС к УСО через "плоский" объектовый кабель



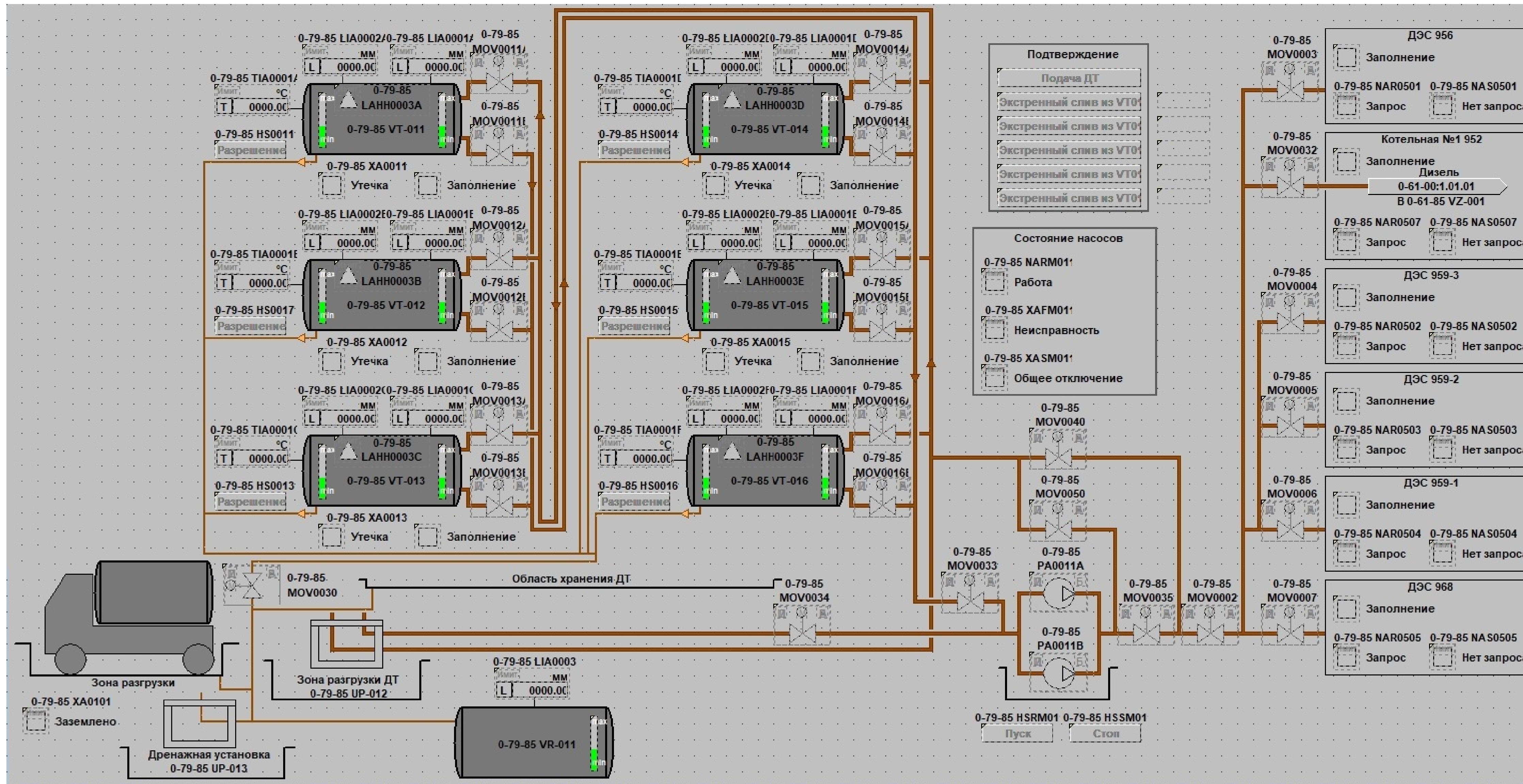
Конфигурация сигнальных каналов терминальной панели



Формат	Знач	Лист	Обозначение	Наименование	Кол	Примечание
		1	3A5	Модули УСО Дискретный модуль ввода DI32	1	
		2	FTA101	Терминальная панель Терминальная панель UM-TEK-DI32-24	1	

BKP.204.01.15.03.04.CX							
Изм.	Лист	№ док.	Подп.	Дата	Подключение дискретных сигналов	Лист	Масштаб
Разраб.	Маньков А.С.	Скринка О.В.	Скринка О.В.	2015.03.04		у	1:1
Проб.	Скринка О.В.	Скринка О.В.	Скринка О.В.	2015.03.04		Лист 5	Листов 6
Т.контр.	Скринка О.В.	Скринка О.В.	Скринка О.В.	2015.03.04			
Исполн.	Скринка О.В.	Скринка О.В.	Скринка О.В.	Скринка О.В.	АСУ ТП насосной станции хранения дизельного топлива		АМГУ зр. 04-1-0д

Экран оператора. Общий вид



Информационная панель

Процедура получения топлива

В работе Тайм-аут

Текущий шаг: 0 0

0-79-85 HS0023

Алгоритм останова

В работе Тайм-аут

0-79-85 HS0025

Аварийный слив топлива

В работе Тайм-аут

Алгоритм снабжения топливом

В работе Тайм-аут

Текущий шаг: 0 0

Выбор питающей емкости

В работе Тайм-аут

Текущий шаг: 0 0

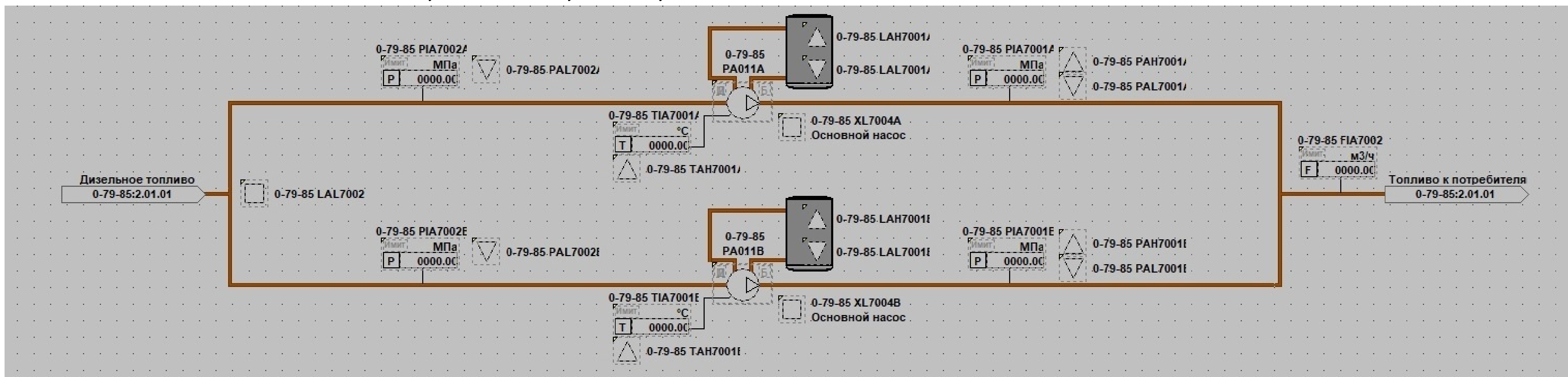
Состояние насосов

0-79-85 NARM01: Работа

0-79-85 XAFM01: Неисправность

0-79-85 XASM01: Общее отключение

Экран оператора. Помещение насосной



				ВКР.204.011.15.03.04.В0		
Изм.	Лист	№ док.	Подп.	Дата	Человеко-машинный интерфейс в SCADA-системе ТЕКОМ	Лит. Масса Масштаб
Разраб.	Скрипка О.В.	Маньков А.С.	Скрипка О.В.	2015.03.04	у	1:1
Проб.	Скрипка О.В.	Скрипка О.В.	Скрипка О.В.		Лист 6	Листов 6
Т.контр.	Скрипка О.В.	Скрипка О.В.	Скрипка О.В.		АСУ ТП насосной станции хранения дизельного топлива	
Исполн.	Скрипка О.В.	Скрипка О.В.	Скрипка О.В.		АМГУ зр. 041-од	