



TALLINNA TEHNIKAÜLIKOO  
INSENERITEADUSKOND  
Virumaa kolledž

## **Vaikude sünteesiseadme tsirkulaarveevarustussõlme automatiseerimine**

**Automation of the circulating water supply unit at the resin  
synthesis plant**

TOOTMISE AUTOMATISEERIMINE ÕPPEKAVA LÕPUTÖÖ

Üliõpilane: Sergei Korobov

Üliõpilaskood: 052122RDDR

Juhendaja: Sergei Pavlov, lektor



TALLINNA TEHNIKAÜLIKOOL  
INSENERITEADUSKOND  
Virumaa kolledž

**Автоматизация узла оборотного водоснабжения  
установки синтеза смол**

TOOTMISE AUTOMATISEERIMINE ÕPPEKAVA LÕPUTÖÖ

Üliõpilane: Sergei Korobov

Üliõpilaskood: 052122RDDR

Juhendaja: Sergei Pavlov, lektor

## **AUTORIDEKLARATSIOON**

Olen koostanud lõputöö iseseisvalt.

Lõputöö alusel ei ole varem kutse- või teaduskraadi või inseneridiplomit taotletud. Kõik töö koostamisel kasutatud teiste autorite tööd, olulised seisukohad, kirjandusallikatest ja mujalt pärinevad andmed on viidatud.

"21" mai 2021.

Autor: .....Sergei Korobov.....

/ allkiri /

Töö vastab rakenduskõrgharidusõppe lõputööle/magistritööle esitatud nõuetele  
"21" mai 2021.

Juhendaja: ...Sergei Pavlov /allkirjastatud digitaalselt

Kaitsmisele lubatud

"21" mai 2021.

Kaitsmiskomisjoni esimees Sergei Pavlov

/allkirjastatud digitaalselt

## **LIHTLITSENTS LÕPUTÖÖ ÜLDSUSELE KÄTTESAADAVAKS TEGEMISEKS JA REPRODUTSEERIMISEKS**

Mina Sergei Korobov (sünnikuupäev: 09.03.1983)

1. Annan Tallinna Tehnikaülikoolile tasuta loa (lihtlitsentsi) enda loodud teose „Vaikude sünteesiseadme tsirkulaarveevarustussõlme automatiseerimine“ mille juhendaja on Sergei Pavlov,
  - 1.1. reprodutseerimiseks säilitamise ja elektroonilise avaldamise eesmärgil, sealhulgas Tallinna Tehnikaülikooli raamatukogu digikogusse lisamise eesmärgil kuni autoriõiguse kehtivuse tähtaja lõppemiseni;
  - 1.2. üldsusele kättesaadavaks tegemiseks Tallinna Tehnikaülikooli veebikeskkonna kaudu, sealhulgas Tallinna Tehnikaülikooli raamatukogu digikogu kaudu kuni autoriõiguse kehtivuse tähtaja lõppemiseni.
2. Olen teadlik, et punktis 1 nimetatud õigused jäävad alles ka autorile.
3. Kinnitan, et lihtlitsentsi andmisega ei rikuta kolmandate isikute intellektuaalomandi ega isikuandmete kaitse seadusest ja teistest õigusaktidest tulenevaid õigusi.

# TalTech Inseneriteaduskond Virumaa kolledž

## LÕPUTÖÖ ÜLESANNE

**Üliõpilane:** Sergei Korobov, 052122RDDR

Õppekava, peeriala: RDDR08/17 Tootmise automatiseerimine

Juhendaja(d): lektor, Sergei Pavlov, sergei.pavlov@taltech.ee

Konsultant: nimi, amet

ettevõtte, telefon, e-post

### Lõputöö teema:

(eesti keeles) Vaikude sünteesiseadme tsirkulaarveevarustussõlme automatiseerimine

(inglise keeles) Automation of the circulating water supply unit at the resin synthesis plant

(vene keeles) Автоматизация узла оборотного водоснабжения установки синтеза смол

### Lõputöö põhieesmärgid:

Selle töö eesmärk on vaikude sünteesiseadme tsirkulaarveevarustussõlme automatiseeritud juhtimissüsteemi projekteerimine, kaugjuhtimiseks ja inimeste osalemise minimeerimiseks selles protsessis.

### Lõputöö etapid ja ajakava:

Nr	Ülesande kirjeldus	Tähtaeg
1.	Lõputöö teema valik, andmete kogumine, parameetrite loendi koostamine ja automatiseerimisevahendite valimine	22.02.2021
2.	Lõputöö kirjutamine, automaatikakomponentide kilbi ja signaaliühenduste skeemide joonistamine	30.04.2021
3.	Lõputöö vormistamine ja esitamine	10.05.2021

**Töö keel:** vene keel

**Lõputöö esitamise tähtaeg:**

“10”mai 2021a

**Üliõpilane:** Sergei Korobov

/allkiri/

“13”veebruar 2021a

**Juhendaja:** Sergei Pavlov

/allkiri/

“13”veebruar 2021a

**Konsultant:** .....  
/allkiri/

"....." ..... 20.....a

**Programmijuh:** Sergei Pavlov

/allkiri/

"13"veebbruar 2021a

# ОГЛАВЛЕНИЕ

ПРЕДИСЛОВИЕ .....	9
ПЕРЕЧЕНЬ СОКРАЩЕНИЙ И ОБОЗНАЧЕНИЙ .....	10
ВВЕДЕНИЕ.....	11
1 ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ .....	12
1.1 Техническое задание.....	12
1.2 Этапы выполнения работы.....	12
2 ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС .....	13
3 СРЕДСТВА АВТОМАТИЗАЦИИ .....	16
3.1 Средства автоматизации нижнего уровня.....	17
3.1.1 Датчики давления .....	17
3.1.2 Датчик температуры.....	19
3.1.3 Датчик расхода воды.....	22
3.1.4 Датчики предельного уровня .....	24
3.1.5 Датчик текущего уровня .....	26
3.1.6 Исполнительный регулирующий механизм.....	28
3.1.7 Исполнительный отсекающий механизм.....	30
3.1.8 Кабели связи .....	34
3.2 Средства автоматизации среднего уровня .....	35
3.2.1 Контроллер.....	36
3.2.2 Модуль связи Profibus DP .....	37
3.2.3 Модули аналоговых входов.....	38
3.2.4 Модули аналоговых выходов.....	39
3.2.5 Ethernet-коммутатор.....	39
3.2.6 Блоки питания .....	40
3.2.7 Модуль селективности .....	41
3.2.8 Модуль резервирования источника питания.....	41
3.2.9 Дополнительный ИБП .....	42
3.3 Средства автоматизации верхнего уровня.....	43
3.3.1 Программное обеспечение и среда разработки.....	43
4 ПРИБЛИЗИТЕЛЬНАЯ СТОИМОСТЬ СРЕДСТВ АВТОМАТИЗАЦИИ ДАННОГО ПРОЕКТА.....	45
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	47
КОЖКUVŎТЕ .....	48
SUMMARY.....	49

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ.....	50
ПРИЛОЖЕНИЯ .....	52
Приложение 1 Схемы подключений полевых устройств 1/4 .....	52
Приложение 1.2 Схемы подключений полевых устройств 2/4 .....	53
Приложение 1.3 Схемы подключений полевых устройств 3/4 .....	54
Приложение 1.4 Схемы подключений полевых устройств 4/4 .....	55
Приложение 2 Схема расположения кроссовых коробок.....	56
Приложение 3.1 Схема соединений кроссовой корбки 1/2.....	57
Приложение 3.2 Схема соединений кроссовой корбки 2/2.....	58
Приложение 4 План шкафа СС-01 .....	59
Приложение 5 Схема подключения Profibus DP.....	60
Приложение 6 Схема подключения Ethernet.....	61
Приложение 7 Схема электропитания шкафа СС-01 24VDC .....	62
Приложение 8 Схема электропитания шкафа СС-01 0,4kV.....	63
Приложение 9.1 Лист с тэгами 1/2 .....	64
Приложение 9.2 Лист с тэгами 2/2 .....	65

## **ПРЕДИСЛОВИЕ**

Данная тема автоматизация узла обратного водоснабжения установки синтеза смол была взята автором для дипломной работы, так как раскрывает суть данной профессии. В ходе участия в создании данной системы автоматизированного управления были применены полученные в ходе обучения как практические навыки, так и теоретические. В ходе работы, прохождения практики на предприятии Viru RMT OÜ и написания этой дипломной работы были получены новые знания и новый практический опыт необходимый для специалиста в данной сфере.

Хочу поблагодарить руководство предприятия Viru RMT OÜ за предоставленную возможность применить свои знания на практике, а также за полученную информацию с предприятия.

Ключевые слова: автоматизация, контроллер, датчик, связь, синтез, обратное водоснабжение, дипломная работа.

## **ПЕРЕЧЕНЬ СОКРАЩЕНИЙ И ОБОЗНАЧЕНИЙ**

АСУ ТП – автоматизированная система управления технологическим процессом

УОВ – узел оборотного водоснабжения

VKG – Viru Keemia Grupp

ТП – технологический процесс

PLC – программируемый логический контроллер

СА – средства автоматизации

ЦПУ – центральный пульт управления

УСО – устройство связи с объектом

КИПиА – контрольно-измерительные приборы и автоматика

ИБП – источник бесперебойного питания

## **ВВЕДЕНИЕ**

По итогу обучения в Вирумааском колледже Таллинского технического университета по специальности промышленная автоматизация, было принято решение о написании данной дипломной работы.

Концерн VKG является одним из крупнейших производителей сланцевого масла и других производных из сланца в мире. В данный момент в состав концерна входят дочерние предприятия такие как: VKG Oil AS, VKG kaevandused OÜ, VKG logistika OÜ, VKG Energia OÜ, VKG Soojus OÜ, Viru RMT OÜ, VKG Elektrivõrgud OÜ. В одном из этих предприятий и работал и проходил практику автор данной дипломной работы.

Установка синтеза смол для охлаждения продуктов производства в технологических аппаратах использует оборотную воду. Охлаждение воды осуществляется на узле оборотного водоснабжения (УОВ-1). Там же находятся насосы, осуществляющие циркуляцию оборотной воды. Поскольку УОВ-1 расположен на территории другого предприятия - Novatrade Invest - и подлежит ликвидации, то в связи с этим возникла необходимость монтажа нового узла оборотного водоснабжения на территории установки синтеза для охлаждения оборотной воды в рамках технологического процесса установки синтеза.

Перед дочерним предприятием Viru RMT OÜ, непосредственно, обслуживающим средства автоматизации на данной установке была поставлена задача о создании АСУ ТП данного объекта. Данными видами работ на данном предприятии занимается группа развития средств автоматизации. В ходе создания данной АСУ ТП были применены полученные ранее знания и опыт проектирования подобных систем.

При проектировании и при подборе оборудования, а также при монтаже данной автоматизированной системы должны быть соблюдены действующие законы, указы, стандарты и прочие действующие правовые акты Эстонской республики.

Автор данной дипломной работы также принял участие в осуществлении проекта по автоматизации узла оборотного водоснабжения установки синтеза смол. На основании данного опыта и составлена данная дипломная работа.

Цель данной дипломной работы - автоматизация узла оборотного водоснабжения установки синтеза смол для дистанционного управления и минимизации участия человека в процессе.

# **1 ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ**

## **1.1 Техническое задание**

Необходимо по предоставленной заказчиком схеме и по перечню параметров, мест их установки, а также по предоставленным техническим параметрам устройств измерения и устройств регулирования:

- Составить ценовое предложение по предоставленным данным
- Закупить необходимые материалы и другое сопутствующее оборудование для обеспечения автоматизации установки и подключения данного узла
- Предоставить документацию
- Оборудование должно полностью соответствовать директивам ЕС
- Смонтировать, подключить средства автоматизации и визуализации в объеме поставки.
- Пуско-наладочные работы

## **1.2 Этапы выполнения работы**

Данная дипломная работа выполнена на основании технического задания на разработку проекта по автоматизации нового узла УОВ. Все схемы и чертежи выполнены в программе для проектирования и черчения AutoCAD.

Для достижения поставленной цели необходимо выполнить следующие задачи:

- Ознакомиться с содержанием технического задания
- Составить перечень всех технологических параметров
- Подобрать СА для данного объекта
- Спроектировать и начертить компоновочный шкаф управления СА
- Начертить схемы электрических и сигнальных соединений СА
- Составить листы соединений кроссовых коробок

Для выполнения поставленных задач необходимо:

- Ознакомиться с инструкциями и руководствами по монтажу и эксплуатации данных средств автоматизации и управления
- Подготовить исполнительную документацию на основании данных инструкций и руководств

## 2 ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС

Технологический процесс – это последовательность операций, которые необходимо выполнить, чтобы из исходного сырья получить готовый продукт. Является частью производственного процесса, который может иметь несколько различных технологических процессов. [1]

Автоматизация технологического процесса – совокупность методов и средств, предназначенная для реализации системы или систем, позволяющих осуществлять управление самим технологическим процессом без или с частичным участием человека. При этом, как, правило, за человеком остаётся право принятия наиболее ответственных решений. [2]

Новый узел обратного водоснабжения, который соединяется с существующей системой, предназначен для охлаждения продуктов в технологических аппаратах.

В случае отказа УОВ, продукты в технологических аппаратах будут охлаждаться путем подачи озерной воды из общей магистрали VKG.

Согласно техническому заданию была нарисована схема данного технологического процесса (см. Рис.2.1).

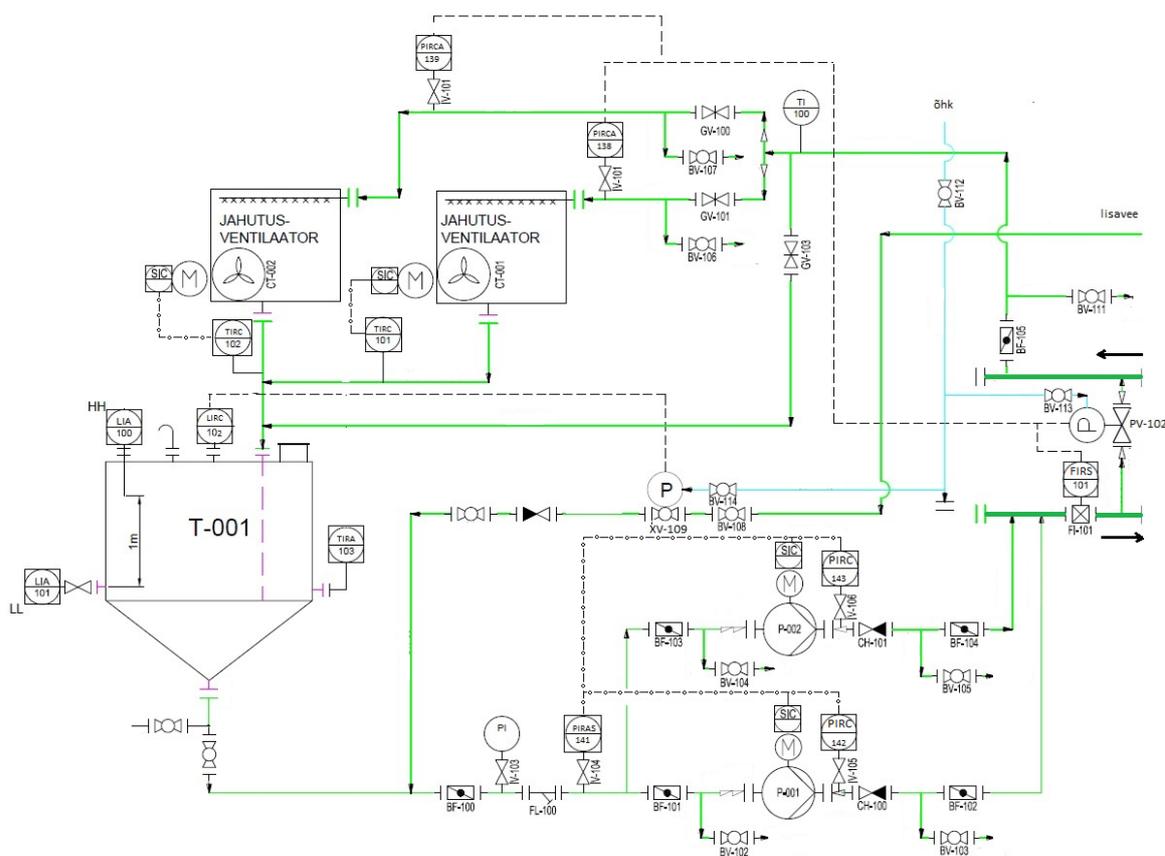


Рис.2.1 Схема технологического процесса

Для этого проектом предусмотрена установка 2-х новых насосов P-001 и P-002 и средств автоматизации в помещении компрессоров здания установки синтеза смол (см. Рис.2.2).

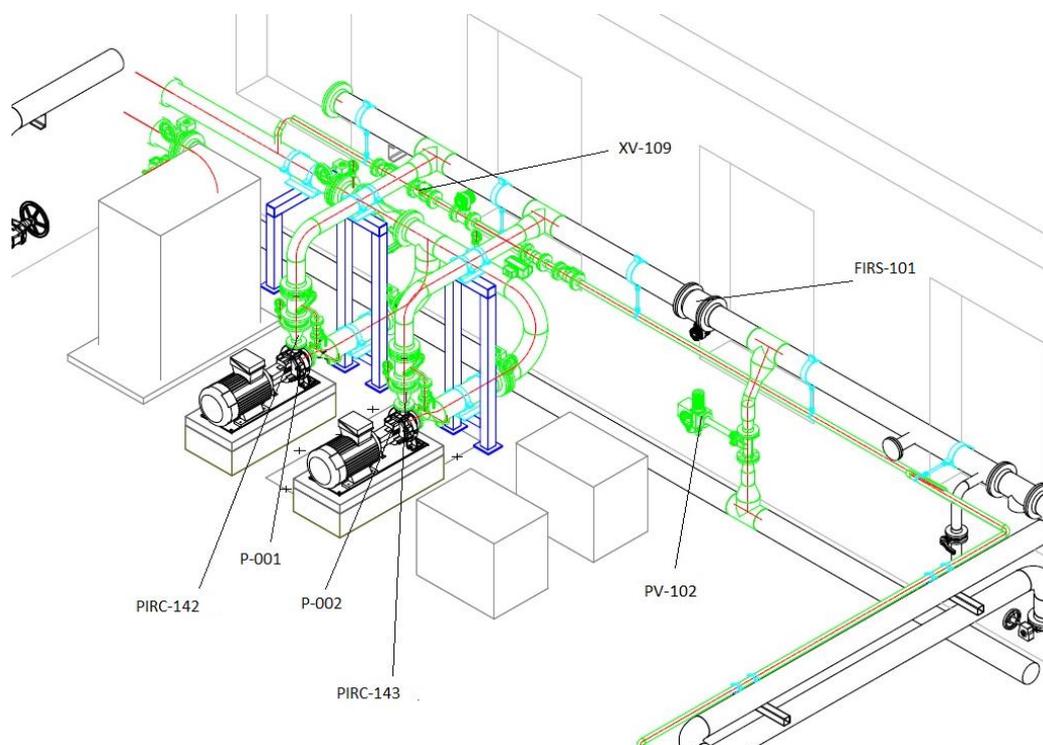


Рис.2.2 Схема расположения насосов и средств автоматизации внутри здания

Всас насосов соединяется с емкостью охлажденной воды и напор с существующим подающим трубопроводом системы оборотного водоснабжения здания установки синтеза смол. На крыше здания установки синтеза смол предусмотрена установка двух вентиляторных градирней СТ-001 и СТ-002 открытого типа и средств автоматизации как показано (см. Рис.2.3). Градирни соединяются с обратным трубопроводом системы оборотного водоснабжения здания установки синтеза смол. После охлаждения обратная вода из градирней самотеком поступает в емкость охлажденной воды Т-001. Емкость Т-001 предусмотрено установить на новые опоры возле помещения компрессорной здания установки синтеза смол. Поскольку электронасосы и электровентиляторы с частотными преобразователями относятся к области электросилового оборудования, поэтому подбором и монтажом занимается электротехнический персонал, а персонал КИПиА реализует только сигналы управления этим оборудованием. Для управления процессом и мониторинга за ним предусмотрены следующие средства автоматизации полевого уровня:

- Датчики давления: PIRCA-138, PIRCA-139, PIRAS-141, PIRC-142, PIRC-143
- Датчики температуры: TI-100, TIRC-101, TIRC-102, TIRA-103

- Датчик расхода: FIRS-101
- Датчики уровня: LIA-100, LIA-101, LIRC-102
- Исполнительные механизмы: PV-102, XV-109

Алгоритм работы средств автоматизации:

В случае включения авто-режима работы отсекающего клапана XV-109, количество испарившейся в градирнях воды пополняется автоматически из трубопровода озерной воды по заданному алгоритму, если уровень воды понижается до 10%, то клапан открывается, когда уровень достигает 80%, то клапан закрывается, данное регулирование происходит по датчику уровня LIRC-102. Регулирующий клапан PV-102 в автоматическом режиме работает по давлениям на входах в градирни (по заданным значениям), также есть блокировка, если расход воды FIRS-102 отсутствует или меньше заданного значения, то клапан PV-102 открывается и весь поток воды идет через байпас. Управление вентиляторами градирен СТ-001, СТ-002 происходит по показаниям температур на выходе с градирен и заданным значениям. Насосы P-001, P-002 в автоматическом режиме работают по давлениям PIRC-142, PIRC-143 на нагнетании насосов, также присутствует блокировка по отсутствию или низкому давлению на всасе насосов. Также за всеми параметрами, которые присутствуют в этом процессе можно наблюдать на ЦПУ. Управляемые параметры могут работать как в авто режиме так и в ручном.

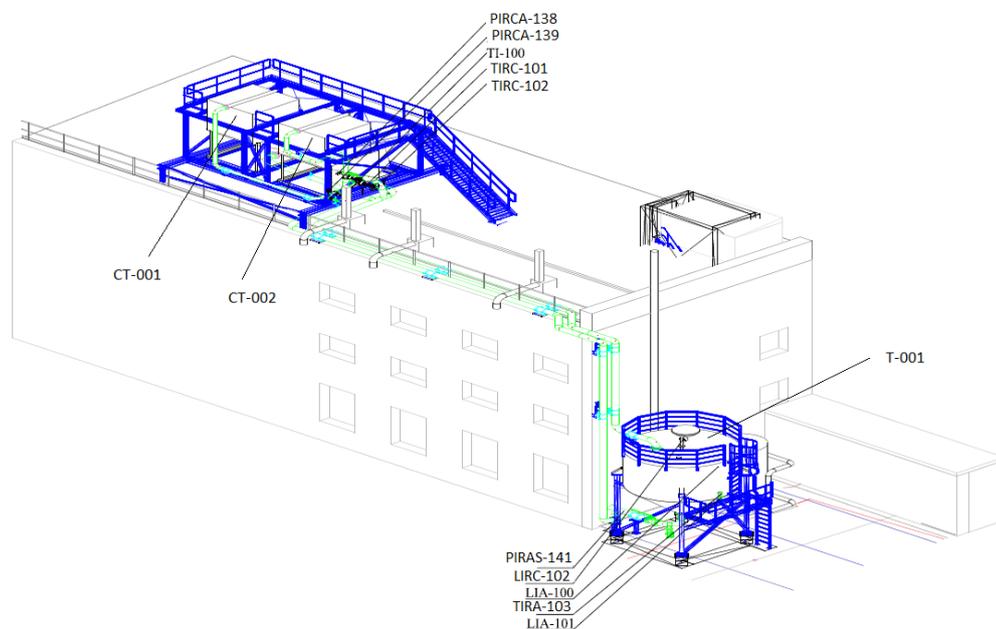


Рис.2.3 Схема расположения градирен, ёмкости охлажденной воды и средств автоматизации вне помещения

### 3 СРЕДСТВА АВТОМАТИЗАЦИИ

Современный технологический процесс в целом как объект управления характеризуется структурной сложностью и территориальной распределённостью, функциональной сложностью и многопараметричностью. Поведение таких объектов управления, часто, не предсказуемо. Поэтому при управлении технологическим процессом в целом, большинство стандартных операций управления выполняются автоматически, а нестандартные, например, принятие решений в нестандартных ситуациях, требуют участия человека. Такое управление называется автоматизированным. [3]

АСУ ТП состоит в большинстве случаев из средств и объектов, расположенных на трёх уровнях (см. Рис.3.1):

1. Первый(нижний) уровень - включает в себя технологическое оборудование, напрямую взаимодействующее с объектом, со средой измерения (датчики, сенсоры), исполнительные механизмы, используемые для управления. [4]
2. Второй(средний) уровень - устройства обработки информации со встроенными алгоритмами: шкафы (щиты) автоматики с контроллерами и модулями расширения, с автоматизированным силовым оборудованием для воздействия на исполнительные механизмы и прочее. [4]
3. Третий(верхний) уровень - средства организации человеко-машинного интерфейса, обработки, архивирования и хранения данных: автоматизированные рабочие места операторов и экраны коллективного пользования с программным обеспечением SCADA, программная часть. [4]



Рис.3.1 Стандартная структурная схема уровней АСУ ТП [5]

## 3.1 Средства автоматизации нижнего уровня

В данном разделе пойдет речь о средствах автоматизации нижнего (полевого) уровня таких как датчики измерения различных параметров и о исполнительных механизмах, влияющих на ТП. Схемы подключения полевых устройств смотреть на приложениях 1.1, 1.2, 1.3, 1.4.

### 3.1.1 Датчики давления

Датчик давления – это устройство для измерения и преобразования давления среды - жидкости, газа или пара. Датчик измеряет давление среды и формирует рабочий выходной сигнал. Датчик включает в себя устройство первичного преобразования, снабженное чувствительным элементом, и схему для вторичной обработки сигнала. [6]

В нашем случае мы выбрали следующий датчик избыточного давления запараметрировав шкалу измерения 0-16 bar (см. Рис.3.1.1.1): Yokogawa EJA530E-JBS8N-014NN In-Line Mount Gauge Pressure Transmitter.



Рис.3.1.1.1 Датчик давления Yokogawa EJA530E

Это тип и марка датчиков давления была выбрана по ряду причин: Высокая точность измерений, высокая надежность, длинный межпроверочный интервал, новейшие технологии, примененные в датчике, позволяют быть уверенными в долгом сроке службы прибора и по соотношению цена качество – это отличный выбор. Сенсор в этом датчике выполнен на основе монокристаллического кремниевого резонансного чувствительного элемента. Преимуществом также является и очень быстрая доставка оборудования данного производителя. [7]

Данные датчики используются на параметрах: PIRCA-138, PIRCA-139, PIRAS-141,

PIRC-142, PIRC-143. Ниже приведены технические характеристики датчиков (см. таблицу 3.1.1.1).

Таблица 3.1.1.1 Технические характеристики датчика [7]

Выходной сигнал	4...20 мА постоянного тока с цифровой связью(протокол HART)
Диапазон верхнего предела шкалы	0,1...2 МПа
Материал частей, контактирующих с рабочей средой	Рабочий штуцер: 316L SST, Диафрагма: Хастеллой С-276
Подсоединение к процессу	Наружная резьба G 1/2 DIN 16 288
Электрический подвод	Два отверстия под электрический ввод с заглушкой, внутренняя резьба M20
Корпус	Литой из алюминиевого сплава
Класс защиты	IP67

### 3.1.1.1 Принцип измерения

Чувствительным элементом в данном датчике является кремниевый механический резонатор – уникальная разработка фирмы Yokogawa. В зависимости от приложенного давления резонатор растягивается или сжимается, в итоге частота его собственных механических колебаний растет или уменьшается. Колебания механического резонатора в постоянном магнитном поле конвертируются в колебания электрического контура, в итоге, на выходе чувствительного элемента образуется цифровой сигнал, точно показывающий величину измеряемого давления (см. Рис. 3.1.1.1.1). [8]

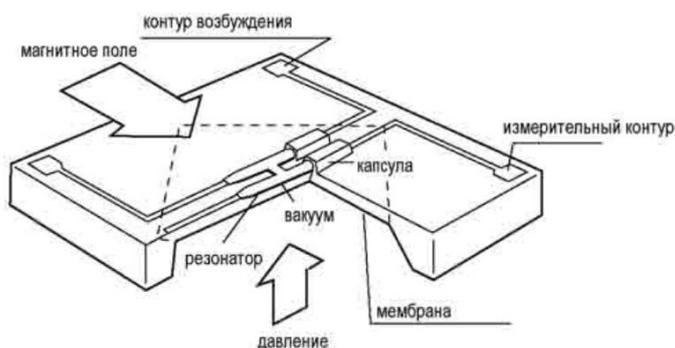


Рис.3.1.1.1.1 Принцип работы сенсора давления с кремниевым механическим резонатором [8]

### 3.1.1.2 Монтаж датчика

В нашем случае датчик давления подключается к процессу при помощи резьбового наружного соединения G1/2 и держится за счет импульсной трубки, подсоединенной к процессу, также имеется запорный первичный шаровой вентиль для отсекания измеряемой среды от датчика и дальнейшего обслуживания (см. Рис.3.1.1.2.1).



Рис.3.1.1.2.1 Монтаж датчика по месту

### 3.1.2 Датчик температуры

Одним из важнейших показателей состояния вещества в технологическом процессе является – температура. Именно поэтому, её измерение с помощью различных датчиков температуры позволяет контролировать тот или иной технологический процесс, отслеживая изменения температурного режима в различных системах. [9]

В данном случае были подобраны датчики температуры в комплексе с термокарманами, которые служат для отделения сенсора от измеряемой среды и возможности обслуживания без опустошения (дренирования) трубопровода с водой, и преобразователями (для преобразования термосопротивления в токовый сигнал, запараметрированный 4...20 мА – 0-50 градусов по Цельсию), один из датчиков имеет идентичные характеристики кроме длины:

- Термометр сопротивления - Pt100, with cert. Atex Exe, TOP-PKG-158-PS/Exe-1xPt100-A-4p-6-G1/2"-185-145-XE-DANAYTA70-Z и Pt100, with cert. Atex Exe, TOPPKG-158-PS/Exe-1xPt100-A-4p-6-G1/2"-335-145-XE-DANAYTA70-Z
- Термокарманы - T-WELL-W/PKG-Z-G1/2"-1.4404-12,5-16-7-G1/2"-150-40-SW27-185 и T-WELL-W/PKG-Z-G1/2"-1.4404-12,5-16-7-G1/2"-300-40-SW27-335
- Преобразователи(Transmitters) - YTA70-J

Данные датчики температуры были выбраны также по нескольким причинам: у данного производителя очень широкий выбор по размерам, по типу и по другим

критериям. Также датчики данного производителя очень хорошо зарекомендовали себя в эксплуатации в различных условиях, поскольку закупаются давно. Данный тип сенсора (Pt100) идеально подходит для измерения температур в данном диапазоне. Также данные датчики температуры имеют хорошее соотношение цена качество и быстрая поставка.

Данные датчики температуры используются на параметрах: TI-100, TIRC-101, TIRC-102, TIRA-103. Ниже приведены технические данные (см. таблицу 3.1.2.1).

Таблица 3.1.2.1. Таблица технических характеристик датчика [10]

Тип измерения	1xPt100
Проводность	4
Диапазон измерения	- 100 + 450
Диаметр вставки	6 мм
Присоединение к процессу	G 1/2
Длина	185 мм, 335 мм
Выходной сигнал	Из преобразователя 4....20 мА
Класс защиты	IP67

### 3.1.2.1 Принцип измерения

Здесь используется сенсор температуры типа Pt100 4х-проводный (см.Рис.3.1.2.1.1). Основан на принципе измерения сопротивления. Главным материалом является платиновый спай на конце сенсора, который при температуре 0 градусов по Цельсию имеет сопротивление 100 Ом, при повышении температуры сопротивление увеличивается линейно, при уменьшении уменьшается.

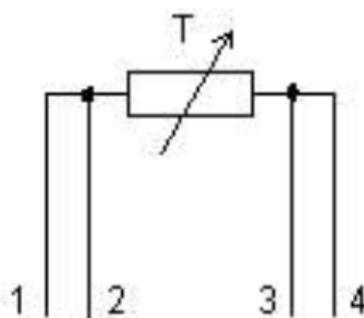


Рис.3.1.2.1.1 Pt100 [10]

Сенсор встроен в защитный корпус для защиты от окружающей среды, также в корпус помещен преобразователь(transmitter) (см.Рис.3.1.2.1.2).



Рис.3.1.2.1.2 Датчик температуры вместе с корпусом [11]

### 3.1.2.2 Монтаж датчика

В нашем случае датчик с термокарманом установлены в трубопровод с водой, путем вкручивания в заранее подготовленную бобышку (отбор) с резьбовым соединением типа G1/2. Термокарман без датчика (см. Рис.3.1.2.2.1).



Рис.3.1.2.2.1 Термокарман [11]

При подборе, монтаже датчика важно учитывать, чтобы конец присоединяемый к процессу находился в пределах от 1/3 до 2/3 середины потока, то есть ближе к середине, для более точного измерения. Датчик температуры с термокарманом установленный в процесс (см. Рис.3.1.2.2.2).



Рис. 3.1.2.2.2 Датчик с термокарманом установлен в процесс по месту

### 3.1.3 Датчик расхода воды

Одним из важнейших измеряемых параметров в технологическом процессе является – расход. В данном процессе измеряется расход воды на выходе с этого узла.

Здесь установлен электромагнитный расходомер с запараметрированной шкалой 0 – 250 м<sup>3</sup>/ч Krohne Optiflux 4300 (см.Рис.3.1.3.1).



Рис.3.1.3.1 Krohne Optiflux 4300 [12]

Данный датчик используется на параметре: FIRS-101. Ниже приведены основные технические характеристики (см. таблицу 3.1.3.1).

Таблица 3.1.3.1. Технические характеристики датчика [12]

Принцип измерения	закон Фарадея
Диапазон измерения	-12 +12 м/с
Среда измерения	электропроводные жидкости
Рабочая температура	-40 + 180
Температура окружающей среды	-40 +65
Максимальное давление	PN10
Электропроводность	вода: $\geq 20$ мкСм/см
Диаметр	DN200
Технологическое присоединение	фланцевое, EN 1092-1
Подключение	Input 230VAC, Output 4...20 mA 24VDC

#### 3.1.3.1 Принцип измерения

Электропроводная жидкость протекает внутри электрически изолированной трубы сквозь магнитное поле. Данное магнитное поле создается током, проходящим через двухсекционную обмотку возбуждения. [12]

В жидкости индуцируется напряжение  $U$ ,  $U = v * k * B * D$ , где:  $v$  = скорость потока,  $k$  = фактор коррекции учитывающий геометрию трубы,  $B$  = сила магнитного поля,  $D$  = внутренний диаметр расходомера [12]

Сигнал напряжения  $U$  снимается между двумя электродами (см. Рис.3.1.3.1.1), находящимися в контакте с жидкостью, его величина прямо пропорциональна скорости потока жидкости  $v$ , которая легко преобразуется в значение расхода  $q$ . Поэтому конвертер сигналов сначала усиливает напряжение, затем отфильтровывает все помехи и преобразует его в расход на дисплее, стандартные промышленные сигналы и протоколы. [12]

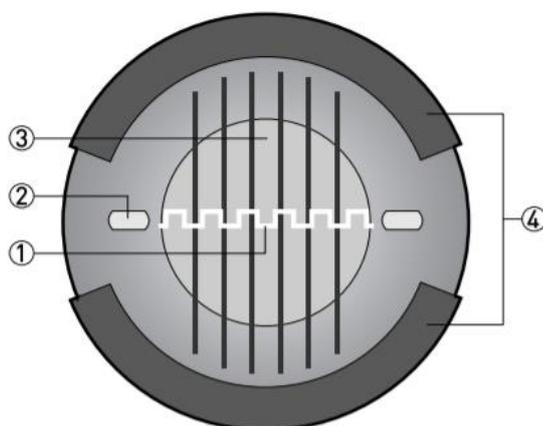


Рис.3.1.3.1.1 Принцип действия электромагнитного расходомера [12]

1 - Индуцированное напряжение (пропорционально скорости потока), 2 - Электроды, 3 - Внешние магнитные поля, 4 - Обмотка возбуждения. [12]

### 3.1.3.2 Монтаж датчика

Данный расходомер нужно устанавливать на прямых участках трубопровода, не менее 5-и диаметров трубопровода перед датчиком и не менее 2-х диаметров после него. Также нужно избегать внешних магнитных полей возле датчика, поскольку преобразователь может принять данные поля за поля, индуцируемые катушкой датчика и это может привести к ложным измерительным данным. Вибрации тоже могут нарушить корректную работу расходомера. В данном случае датчик установлен корректно (см. Рис.3.1.3.2.1). [12]



Рис.3.1.3.2.1 Монтаж расходомера по месту

### **3.1.4 Датчики предельного уровня**

Датчики предельного уровня – первичный полевой прибор в системах автоматизации. Датчики предельного уровня по применению для различных веществ делятся на датчики уровня для жидкости и датчики уровня для сыпучих материалов. Данные датчики типа Rosemount 2130(LIA-100, LIA-101) (см. Рис.3.1.4.1) измеряют предельный уровень воды в ёмкости Т-001. По функциональности различают: датчики предельного уровня (сигнализаторы уровня - контролируют достижение уровня в конкретной точке) о которых в данном разделе и пойдет речь и уровнемеры или преобразователи уровня, осуществляющие непрерывный(аналоговый) мониторинг за уровнем. [13]



Рис.3.1.4.1 Датчик предельного уровня Rosemount 2130 [13]

Данный датчик был выбран, поскольку он показал себя одним из лучших датчиков

данного типа в других проектах. Он полностью соответствует всем требованиям по данному параметру. Отказоустойчив, не требует обслуживания и соответствует критерию цена-качество. [13]

Ниже приведены основные технические характеристики датчика (см. таблицу 3.1.4.1).

Таблица 3.1.4.1. Технические характеристики Rosemount 2130 [13]

Выходной сигнал	PNP
Среда измерения	Жидкости
Рабочая температура	-40 +180
Материал вилки	нерж.сталь 316L
Технологическое подсоединение	2 дюйма/50 мм (DN50)
Питание	24VDC
Материал корпуса	алюминий
Максимальное рабочее давление	PN100

Сигнализатор уровня Rosemount 2130 разработан для сложных применений, жестких условий эксплуатации и опасных условий. Его надежная конструкция и мощные встроенные диагностические возможности позволят вам сфокусироваться на установке в целом. Сигнализатор легко устанавливается и не требует настройки или калибровки. Результаты его измерений всегда надежны, так как на них практически не влияют условия процесса. [13]

Данные датчики уровня установлены на параметры: LIA-100, LIA-101.

#### **3.1.4.1 Принцип измерения**

В этом датчике используется технология вибрационной вилки. Разработанный на основе принципа камертона, прибор состоит из двухлучевой вилки, которая вибрирует со своей собственной частотой. Частота колебаний изменяется в зависимости от среды, в которую она погружена. В воздушной атмосфере вилка вибрирует с собственной частотой. Когда жидкость покрывает вилку, частота падает. Изменения частоты постоянно контролируются электроникой сигнализатора, которые затем вносят изменение в состояние выхода, чтобы управлять сигналами. [13]

#### **3.1.4.2 Монтаж датчика**

Датчик устанавливается сверху или сбоку на требуемом уровне ёмкости при помощи резьбового соединения. Его чувствительная часть(сенсор) погружается внутрь ёмкости (см. Рис.3.1.4.2.1).

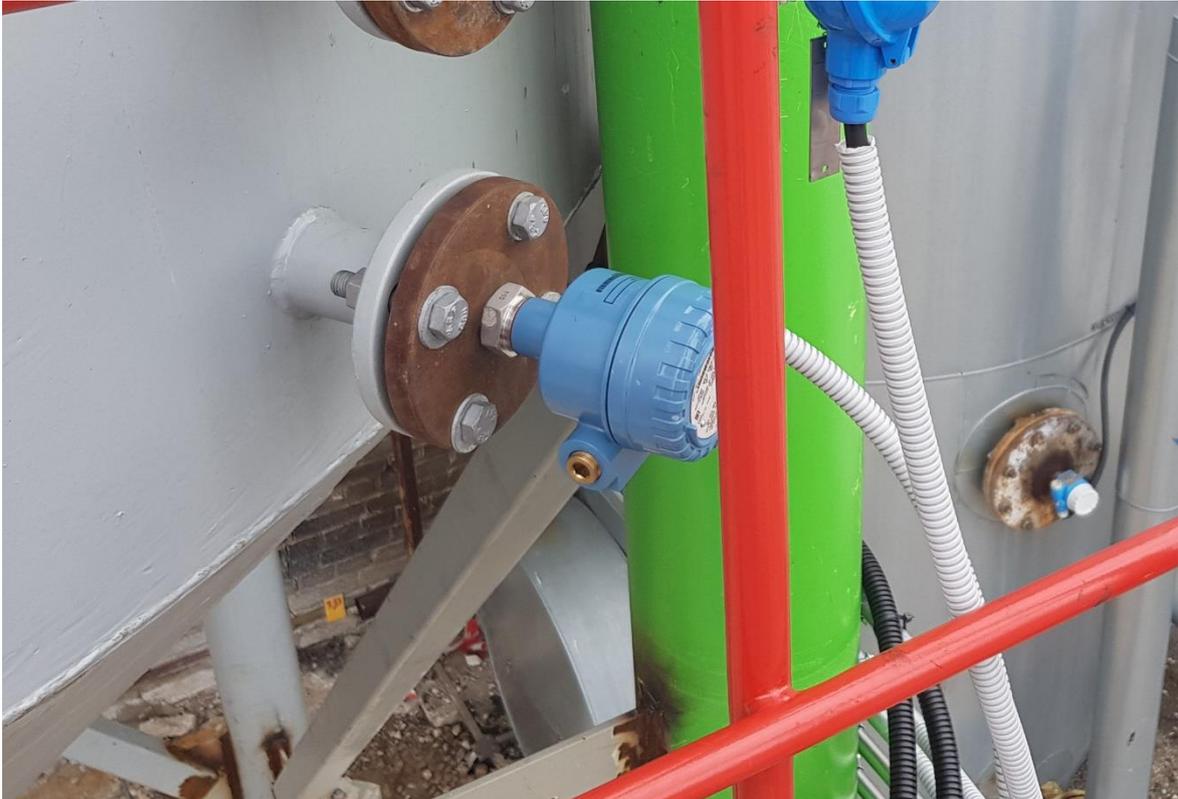


Рис.3.1.4.2.1 Монтаж датчика Rosemount 2130 в процесс

### **3.1.5 Датчик текущего уровня**

Помимо датчика предельного уровня на ёмкости Т-001 установлен датчик измеряющий текущее(аналоговое) значение уровня BD Sensor LMK307(LIRC-102) (см. Рис.3.1.5.1). Данный датчик установлен на параметр: LI-102. [15]



Рис.3.1.5.1 Датчик уровня LMK 307 [15]

В данном случае был подобран погружной гидростатический датчик уровня исходя из низкой стоимости, высокой надежности, простого монтажа и неприхотливости. Данный датчик был выбран автором данной работы в виде эксперимента, поскольку

данный датчик был закуплен впервые и в дальнейшем на основании работы данного датчика будет сделан вывод.

Датчик состоит из измерительного блока давления и электронного преобразователя, конструктивно объединенных в стальном герметичном корпусе. Кабель, помимо питающих и сигнальных линий, содержит в себе пустотелую жилу (воздушную трубку), для подачи опорного атмосферного давления. Погружной зонд предназначен для использования в системах автоматического контроля, регулирования и управления технологическими процессами в различных отраслях промышленности. [15]

Ниже приведены основные технические характеристики датчика (см. таблицу 3.1.5.1).

Таблица 3.1.5.1 Технические характеристики [15]

Диапазон измерения	0..0,4 до 0..25 бар (от 0..4 до 0..250 м вод. ст.), избыточное
Погрешность	0,5 % ДИ
Выходной сигнал	4..20 мА , 0..20 мА , 0..10 В (HART)
Темп. Среды	- 10 + 70 град. по цельсию
Сенсор	Керамический тензорезистивный

### 3.1.5.1 Принцип измерения

Работа измерительного блока давления основана на тензометрическом эффекте. Первичный преобразователь измерительного блока состоит из кремниевого чувствительного элемента (ЧЭ), закрепленного на керамической мембране. Кремниевый ЧЭ представляет собой мост Уитстона из диффузионных тензорезисторов. Давление, воздействующее на керамическую мембрану, передается на ЧЭ и вызывает изменение сопротивления тензорезисторов и, как следствие, дисбаланс мостовой схемы. Первичный преобразователь с помощью металлостеклянных гермовыводов соединён с электронным преобразователем, осуществляющим питание моста, замер напряжения на измерительной диагонали моста, а затем линейаризацию, термокомпенсацию и преобразование этого сигнала в унифицированный выходной сигнал постоянного тока или напряжения. [15]

### 3.1.5.2 Монтаж датчика

Датчик установлен сверху ёмкости путем погружения в воду на определенную глубину (см. Рис.3.1.5.2.1) через специально подготовленное фланцевое соединение с отверстием, с возможностью фиксации (регулирования по глубине погружения) и демонтажа для обслуживания.



Рис.3.1.5.2.1 Монтаж датчика по месту

### **3.1.6 Исполнительный регулирующий механизм**

В случае данного технологического процесса и учитывая, что электросиловыми исполнительными механизмами занимается электротехнический персонал, то в данном случае только два исполнительных механизма.

В этом технологическом процессе был установлен регулирующий клапан типа DN 100 Fisher GX с цифровым клапанным контроллером DVC6200 (см. Рис.3.1.6.1).[16]



Рис.3.1.6.1 Клапан вместе с пневмопозиционером [16]

Регулирующий клапан Fisher GX является современной конструкцией, объединяющей в себе клапан и привод в сборе. Клапан предназначен для использования в разнообразных средах, таких как жидкости, газы и пары. В данном случае этот клапан с пневмопозиционером был выбран по ряду причин: простота конструкции, простота настройки, стоимость, высокая надежность, простота обслуживания, долговечность и высокая отказоустойчивость. [16]

Ниже приведены основные технические характеристики клапана Fisher GX и пневмопозиционера Fieldvue DVC6200 (см. таблицах 3.1.6.1 и 3.1.6.2). [16]

Таблица 3.1.6.1 Клапан Fisher GX [16]

Размер корпуса клапана	DN100
Класс давления	PN 25/40
Материал корпуса клапана	Углеродистая сталь 1.0619
Строительные размеры	EN 558-1
Тип пропускной характеристики	Линейная
Присоединение к процессу	Фланец с выступом по EN 1092-1
Ход штока	40 мм

Таблица 3.1.6.2 Пневмопозиционер Fieldvue DVC6200 [16]

Управление	4 - 20 mA (HART)
Обратная связь	4 - 20 mA
Питание	10 - 30 VDC
Проводность	4-х
Давление питания воздуха	0,3 - 10 bar
Рабочая температура	-52 +85 град. по цельсию

### 3.1.6.1 Принцип действия

В конструкции Fisher GX с цифровым пневмоконтроллером типа Fieldvue DVC6200 используется встроенная система подачи воздуха к приводу. В этой конструкции, где подаваемый воздух подается на закрытие клапана, воздух подается к верхней части привода по пневмотрубке. Воздух попадает в верхнюю камеру, давит на мембрану, мембрана соединена со штоком и шток двигается на закрытие, в обратную сторону движение происходит за счет пружины. Таким образом, если нет воздуха по каким-либо причинам, то клапан открыт. Цифровой клапанный контроллер DVC6200 представляет собой коммуникационное устройство на основе микропроцессора, служащее для преобразования электрического сигнала в пневматический. С помощью протоколов HART и Foundation fieldbus реализуется доступ к важным параметрам и настройке клапана в целом. [16]

### 3.1.6.2 Монтаж клапана

Этот клапан монтируется при помощи фланцевых соединений в трубопровод согласно всем нормам как показано (см. Рис.3.1.6.2.1). Также для управления клапаном требуется подвод сжатого воздуха.



Рис.3.1.6.2.1 Монтаж клапана по месту

### 3.1.7 Исполнительный отсекающий механизм

Также в этом ТП присутствует один отсекающий исполнительный механизм в виде клапана XV-109, который работает по принципу открыто или закрыто. Он состоит из шарового вентиля и прикрепленного к нему поворотного пневмоцилиндра с пневмораспределителем и блоком концевых выключателей.

#### 3.1.7.1 Шаровой вентиль

Шаровой вентиль – это кран с затвором, имеющим шаровидную конфигурацию. Строение шарового вентиля отличается надежностью и простотой. В размещенном в оболочке вентиля металлическом шаровом затворе имеется сквозное отверстие по линии потока. Жесткая фиксация штока и шара образует ось вращения, размещенную под 90 градусов относительно линии потока. При вращении шара, проход либо перекрыт, либо открыт. В данном случае установлен вентиль типа Jade Ball DN50 PN16 (см. Рис.3.1.7.1.1). [17][18]



Рис.3.1.7.1.1 Вентиль Jade ball DN50 PN16 [18]

Ниже приведены основные технические данные шарового вентиля (см. таблицу 3.1.7.1.1).

Таблица 3.1.7.1.1. Шаровой вентиль [18]

Рабочая среда	Вода, пар, воздух
Рабочая температура	- 10 + 180 градусов по целсию
Макимальное давление	PN16
Подсоединение к процессу	Фланцевое типа EN 1092-1, B1/PN16
Угол поворота	90 градусов
Материал корпуса	Углеродистая сталь ASTM A 105
Подсоединение к упр.механизму	ISO5211 F10

### **3.1.7.2 Пневмоцилиндр с пневмораспределителем и блок концевых выключателей**

К шаровому вентилю при помощи специального кронштейна (адаптера) и по стандарту ISO5211 F10 подсоединен и закреплен поворотный пневмоцилиндр типа Savip 5219 RA как показано (см. Рис.3.1.7.2.1). [19]



Рис.3.1.7.2.1 Пневмоцилиндр SAVIP 5219RA [19]

Ниже приведены основные технические данные пневмоцилиндра (см. таблицу 3.1.7.2.1).

Таблица 3.1.7.2.1. Пневмоцилиндр [19]

Тип подсоединения	ISO5211 F10
Рабочая температура	-20 + 80 градусов по цельсию
Рабочее давление	2 -8 bar
Угол поворота	90 +5/-5 градусов
Пневмоподсоединение	NAMUR G1/4, G1/4
Материал корпуса	ALU

К пневмоцилиндру по стандарту NAMUR закреплён пневмораспределитель Rotexautomation 51450 (см. Рис. 3.1.7.2.2). [20]



Рис. 3.1.7.2.2 Пневмораспределитель Rotexautomation 51450 [20]

Ниже приведены основные технические данные пневмораспределителя (см. таблицу 3.1.7.2.2).

Таблица 3.1.7.2.2. Пневмораспределитель [20]

Тип подсоединения	NAMUR G1/4
Рабочая температура	- 25 + 85 градусов по цельсию
Рабочее давление	2 - 10 bar
Кол-во управляющих сигналов	1.
Тип управляющих сигналов	24VDC
Материал корпуса	ALU

Также на данном исполнительном устройстве для мониторинга состояния установлен блок концевых выключателей Fluidotecnika sb 400 (см. Рис. 3.1.7.2.2). [21]



Рис. 3.1.7.2.2 Блок концевых выключателей Fluidotecnika sb 400 [21]

Ниже приведены основные технические данные блока концевых выключателей (см. таблицу 3.1.7.2.2).

Таблица 3.1.7.2.2. Блок концевых выключателей [21]

Выходной сигнал	NO/NC
Рабочее напряжение	12-250 V AC/DC
Тип контактов	Механические
Рабочая температура	- 20 + 50 градусов по цельсию
Класс защиты	IP66

### 3.1.7.3 Монтаж клапана

Клапан устанавливается при помощи фланцевого соединения в трубопровод (см. Рис. 3.1.7.3.1), также данному клапану помимо кабелей управления и обратной связи требуется подвод сжатого воздуха.



Рис. 3.1.7.3.1 Монтаж клапана по месту

### **3.1.8 Кабели связи**

Поскольку сами по себе средства автоматизации работать не способны, поэтому питание и связь между средствами нижнего и среднего уровня происходит посредством кабелей. Связь между модулями контроллера и датчиками, исполнительными механизмами типа клапаны происходит посредством кабелей типа RE-2Y(St)Yv-fl PIMF, а связь частотных преобразователей с модулем связи контроллера происходит посредством цифровой шины Profibus DP и соответственно по кабелю Profibus.

#### **3.1.8.1 Кабель RE**

Кабель связи или так называемый сигнальный кабель RE-2Y(St)Yv-fl PIMF один из самых распространённых кабелей в промышленной автоматике, так как соответствует в большинстве случаев всем требуемым критериям. Данный кабель бывает 1-парным, 2-парным, 4-парным и так далее. Чтобы удешевить, упростить работу по прокладке, а также создать резерв пар сигналов в данном проекте проложено два двенадцати парных кабеля до двух мест локализации параметров сигналов и в этих местах установлены кроссовые коробки, от которых уже отходят одно или двух парные кабеля к датчикам и исполнительным механизмам. Ниже приведены основные технические данные кабеля (см. таблицу 3.1.8.1.1). Схемы расположения кроссовых коробок и схемы кроссовых соединений смотреть приложения 2, 3.1 и 3.2. [22]

Расшифровка кабеля: RE - кабель инструментальный, Y - изоляция жил из ПВХ, (St) - общий экран, Y - внешняя оболочка ПВХ, Yv - внешняя оболочка, усиленный ПВХ, fl - трудновоспламеняющийся, PIMF - пара в экране. [22]

Таблица 3.1.8.1.1. Основные технические характеристики кабеля RE [23]

номинальное напряжение	300 VDC
испытательное напряжение	1500 VDC
сопротивление жилы	0,75мм <sup>2</sup> : макс.25,0 Ω/km
сопротивление изоляции	мин. 5ГОм x км
рабочая емкость	макс.115 нФ/км
индуктивность	макс. 1 мГн/ км
мин. радиус изгиба	7,5х наружных диаметров кабеля
температурный диапазон неподвижная прокладка	-30 °С / до +70 °С
температурный диапазон подвижная прокладка	- 5 °С / до +50 °С

### 3.1.8.2 Кабель Profibus

Протокол Profibus DP разработан для передачи информации от ведущего устройства к оконечному (ведомому). Протокол отличается максимально высокой скоростью передачи данных, которая может достигать 12 Мбит/сек при 100 метрах кабеля Profibus DP. В данном случае по этому протоколу и кабелю управляются частотные преобразователи. [24]

Ниже приведены основные технические данные кабеля (см. таблицу 3.1.8.2.1).

Таблица 3.1.8.2.1. Основные характеристики кабеля Profibus DP [25]

Сопротивление петли на длину / максимальное	110 Ω/km
Экранированное сопротивление на длину / максимальное	9,5 Ω/km
Мощность на длину / при 1 Гц	28,5 pF/m
Эффективное значение рабочего напряжения	100 V
Исполнение электрического подключения / FastConnect	да
Материал / изоляции жил	PE
Материал / оболочки кабеля	ПВХ
Цвет / оболочки кабеля	фиолетовый
Сечение токопроводящей жилы	0,34 мм <sup>2</sup>

## 3.2 Средства автоматизации среднего уровня

Для контроля и управления средствами автоматизации данного узла был выбран программируемый логический контроллер(PLC) марки Siemens с дополнительными модулями расширения I/O, с с коммуникационным модулем связи шины Profibus DP, а также система резервированного питания модулей и контроллера той же марки. [26]

Учитывая количество параметров в данном ТП и предполагаемое расширение данной системы в будущем, было принято совместное решение о покупке оборудования марки Siemens линейки Simatic S7-1200. [26]

Данное решение было принято, учитывая план перехода в перспективе всего оборудования среднего уровня на продукт марки Siemens AG, а данный тип контроллера с модулями был выбран потому, что он отвечает всем требованиям проекта и данная марка контроллера отлично зарекомендовала себя в других проектах.

В данный момент этой системе требуется 12 аналоговых входов(4-20мА), 1 аналоговый выход(4-20мА), 4 дискретных входа и 1 дискретный выход. Проанализировав систему и учитывая пожелания (резерв) заказчика было куплено оборудование на 14 дискретных входов, 10 дискретных выходов, 16+2(0-10В) аналоговых входов и 8+2(0-20мА) аналоговых выходов. В итоге был собран шкаф управления средствами автоматизации с УСО (см. Рис.3.2.1). Схему расположения оборудования в шкафу, можно смотреть в приложении 4. [26]

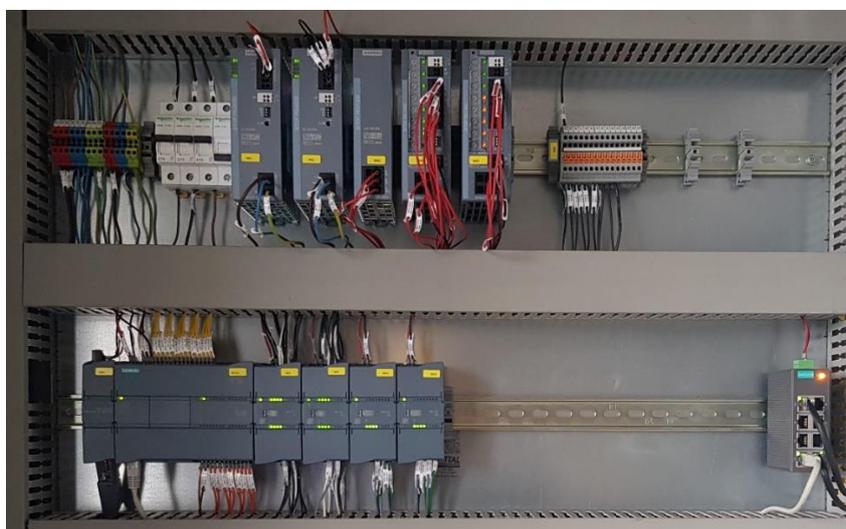


Рис.3.2.1 Шкаф с УСО

### 3.2.1 Контроллер

В данной системе было принято решение об использовании PLC Siemens Simatic S7-1200 CPU1215C (см. Рис.3.2.1.1). PLC Simatic S7-1200. Данный контроллер имеет 14 собственных дискретных входов, 10 собственных дискретных выходов, 2 аналоговых выхода(0-20мА), 2 аналоговых входа(0-10В) и 2 Profinet порта. Это семейство микроконтроллеров для решения самых разных задач автоматизации малого уровня. Эти контроллеры имеют модульную конструкцию и универсальное назначение. Они способны работать в реальном масштабе времени, могут использоваться для построения относительно простых узлов локальной автоматки или узлов комплексных систем автоматического управления, поддерживающих интенсивный коммуникационный обмен данными через сети Industrial Ethernet/PROFINET, а также PtP (Point-to-Point) соединения. Программируемые

контроллеры S7-1200 имеют компактные пластиковые корпуса со степенью защиты IP20, могут монтироваться на стандартную 35 мм профильную шину DIN или на монтажную плату и работают в диапазоне температур от 0 до +50 °С. Они способны обслуживать от 10 до 284 дискретных и от 2 до 51 аналогового канала ввода-вывода. К центральному процессору (CPU) программируемого контроллера S7-1200 могут быть подключены коммуникационные модули (CM); сигнальные модули (SM) и сигнальные платы (SB) ввода-вывода дискретных и аналоговых сигналов. [26]



Рис. 3.2.1.1 Контроллер S7-1200 CPU1215C по месту

### 3.2.2 Модуль связи Profibus DP

Учитывая, что в данном ТП управление частотными преобразователями происходит посредством шины Profibus DP, то к данному комплексу PLC был установлен коммуникационный модуль CM 1243-5 PROFIBUS DP-Master (см. Рис.3.2.2.1). Схему подключения оборудования по данному интерфейсу смотреть приложение 5. [27]



Рис. 3.2.2.1 Коммуникационный модуль CM 1243-5 PROFIBUS DP-Master по месту

Модуль CM 1243-5 позволяет производить подключение контроллера SIMATIC S7-

1200 к сети PROFIBUS в режиме ведущего DP устройства: [27]

- Ведущее устройство PROFIBUS DPV1 по стандарту IEC 61158.[27]
- Обслуживание до 16 ведомых устройств PROFIBUS DP. [27]
- Поддержка S7 функций связи для обмена данными с другими контроллерами S7. [27]
- Поддержка обмена данными с программаторами и панелями операторов, оснащенными интерфейсом PROFIBUS. [27]
- Замена модуля без повторного конфигурирования. [27]
- Поддержка всех стандартных скоростей обмена данными от 9.6 Кбит/с до 12 Мбит/с. [27]
- Компактный пластиковый корпус формата модулей S7-1200 для установки на стандартную профильную шину. [27]
- Быстрое включение в работу с помощью STEP 7 без дополнительных затрат на программирование. [27]
- Простое подключение S7-1200 к сети PROFIBUS без использования дополнительного блока питания. [27]

### 3.2.3 Модули аналоговых входов

В этом проекте установлены модули аналоговых входов типа SM 1231 AI (см. Рис.3.2.3.1). Модуль имеет по 8 аналоговых пассивных входа. Может принимать и обрабатывать сигналы в виде +/- 10V, +/- 5V, +/- 2.5V или 0-20 мА, 4-20 мА. В данном случае модули сконфигурированы под токовую петлю 4-20 мА, так как все аналоговые сигналы в этом проекте работают по данному стандарту. [28]



Рис. 3.2.3.1 Модуль аналоговых входов SM 1231 AI по месту

### 3.2.4 Модули аналоговых выходов

В этом проекте установлены модули аналоговых выходов типа SM 1232 AQ (см. Рис.3.2.4.1). Также, как и модули аналоговых входов данные модули имеют по 4 аналоговых выхода. Данный модуль может выдавать выходные сигналы в виде +/- 10V или 0-20 мА, 4-20 мА. Опять же, в данном случае это токовая петля 4-20 мА. [29]



Рис. 3.2.4.1 Модуль аналоговых выходов SM 1232 AQ по месту

### 3.2.5 Ethernet-коммутатор

Так как данный проект требует возможности подключения нескольких операторских станций (в перспективе), а также подключения инженерной станции, то было принято решение о монтаже Ethernet-коммутатора марки MOXA EDS-208 с 8-ю портами для подключения устройств в одну сеть (см. Рис.3.2.5.1). Схему подключения оборудования по Ethernet можно посмотреть в приложении 6.[30]



Рис. 3.2.5.1 Ethernet-коммутатор MOXA EDS-208 [30]

Это экономичное решение для построения промышленных Ethernet-сетей. Коммутатор может использоваться как с источником питания постоянного тока 12 - 45 В, так и с источником переменного тока 18 - 30 В. Надежная работа устройства в расширенном температурном диапазоне  $-10 +60^{\circ}\text{C}$  и усиленное промышленное исполнение позволяют использовать его в жестких условиях эксплуатации. Коммуникационный порт RJ-45 коммутатора EDS поддерживает скорости 10/100 Мбит/сек и оснащен функцией auto negotiation для определения максимально возможной скорости передачи данных между коммутатором и подключенным устройством. Модель EDS-208 является устройством plug&play и не требует использования дополнительного ПО ни при установке, ни при эксплуатации. [30]

### 3.2.6 Блоки питания

Здесь были подобраны блоки питания, учитывая ток нагрузки оборудования плюс запас мощности на будущее (резерв). Блок питания SITOP PSU6200S 24V/10A (см. Рис.3.2.6.1).



Рис. 3.2.6.1 Блок питания SITOP PSU6200S 24V/10A [31]

Отмеченный наградами промышленный дизайн, компактная ширина, оптимизированные клеммы, широкие возможности диагностики и высокая эксплуатационная надежность, длинный срок службы. SITOP PSU6200 - это чрезвычайно высокопроизводительный, отличный источник питания для стандартных решений питания устройств напряжением 24В. Данные блоки питания предлагают возможности для целенаправленной диагностики, быстрой установки и надежной работы. Эти блоки питания отлично подходят для подключения к контроллерам линейки Siemens S7-1200. [31]

Схему подключения питания оборудования 24VDC, а также схему резервирования питания смотреть в приложении 7.

### 3.2.7 Модуль селективности

В этом проекте был подобран модуль селективности SITOP SEL1400 10A (см. Рис.3.2.7.1), 8-канальный модуль селективности с ограничивающей характеристикой 10 А на канал, Вход =24 В/72 А, Выход =24 В/8х 10 А, порог регулирования 2-10 А каждого канала, с интерфейсом для мониторинга и с функцией электронного предохранителя по перегрузке (в зависимости от настройки по току каждого канала). [32]



Рис. 3.2.7.1 Модуль селективности SITOP SEL1400 10A [32]

### 3.2.8 Модуль резервирования источника питания

Учитывая, что питанию средств автоматизации в ТП уделяется много внимания и внезапное отключение питания может привести к необратимым последствиям, то в данном проекте установлен резервированный блок питания и управляет этими блоками модуль резервирования (redundancy modul). При отказе одного источника питания другой автоматически берет на себя функцию источника питания. Таким образом SITOP RED1200 20A (см. Рис.3.2.8.1), обеспечивает защиту источника питания в нестабильных условиях. [33]



Рис. 3.2.8.1 Модуль резервирования SITOP RED1200 [33]

### 3.2.9 Дополнительный ИБП

Поскольку данный узел имеет немаловажную роль в данном ТП было принято решение об установке дополнительного источника питания в виде ИБП марки EATON 5110 (см. Рис.3.2.9.1). Схему подключения ИБП и блоков питания также можно смотреть в приложении 8.



Рис. 3.2.9.1 ИБП в шкафу УСО по месту

Так как питание шкафа автоматики приходит в виде 3-х фазного напряжения 0,4кВ и блоки питания в целях дополнительной надежности подключены к разным фазам этой 3-х фазной сети, то ИБП подключен в разрыв питания второго блока питания

(PS2). В случае отсутствия напряжения на одной из фаз, шкаф УСО будет питаться от другой фазы, а в случае отсутствия напряжения на всех фазах, шкаф будет питаться от ИБП. Ниже приведены некоторые технические характеристики (см. таблицу 3.2.9.1).

Таблица 3.2.9.1. Технические характеристики EATON 5110 [34]

Номинальная мощность	500 ВА
Мощность (ВА/Вт)	500/300
Размеры Ш*Г*В (мм)	87x260x270
Вес (кг)	6
Типичное время автономной работы	3 мин при 100% нагрузке
Номинальное выходное напряжение	230 В
Диапазон входных напряжений	178-275 В
Частота	50/60 Гц, автоматический выбор
Номинальное выходное напряжение	230 В
Стабильность выходного напряжения	230 В +/- 10%
Перегрузочная способность	130% +/- 10%, немедленное выключение 105% , отключение ИБП через 5 мин
КПД	95% в нормальном режиме работы
Типичное время автономной работы	3 мин при 100% нагрузке 8 мин при 50% нагрузке
Класс защиты	IP20

## 3.3 Средства автоматизации верхнего уровня

### 3.3.1 Программное обеспечение и среда разработки

Поскольку, разработкой программного обеспечения для данной системы автоматизации, автор этой дипломной работы не занимался, то об этом будет сказано несколько слов.

Специалистам по программированию и наладке PLC были переданы листы с тэгами, которые также можно посмотреть в приложениях 9.1 и 9.2.

Система управления разработана в среде разработки программного обеспечения TIA Portal v.15 (SIEMENS AG). Данная АСУТП под управлением контроллера SIMATIC S7-1200 диагностирует состояние узлов, считывает параметры с датчиков, управляет исполнительными механизмами (клапаны, вентиляторы, насосы). На экране визуализации показан технологический процесс узла оборотного водоснабжения. Для визуализации процесса используется HMI SCADA WinCC, входящая в пакет разработки TIA Portal и установленная на операторскую станцию (компьютер).

Для того чтобы осуществлять слаженную работу между персоналом по программной

части и персоналом обслуживающим оборудование КИПиА, ведутся списки всех параметров, где присутствуют все необходимые данные.

Главными задачами SCADA-системы SIMATIC WinCC для персонала управляющей данной АСУТП, является получение своевременной информации о процессе и возможности удобного интуитивно понятного управления, поэтому для автоматизации этого ТП реализован перечень следующих возможностей:

- Автоматический, а также ручной режим управления клапанами
- Все показания приборов в режиме реального времени
- Блокировки по заданным алгоритмам
- Архивирование данных с возможностью вывода на экран трендов графиков

## 4 ПРИБЛИЗИТЕЛЬНАЯ СТОИМОСТЬ СРЕДСТВ АВТОМАТИЗАЦИИ ДАННОГО ПРОЕКТА

Ниже приведена приблизительная стоимость оборудования СА среднего уровня, оборудования СА нижнего уровня и дополнительного оборудования на момент закупки на основании ценовых предложений (см. таблицы 4.1 и 4.2).

Таблица 4.1 Стоимость оборудования СА среднего уровня ТП

№	Описание	Код заказа	Кол-во	Сумма
1	Контроллер CPU 1215C (14 DI 24V DC; 10 DO 24VDC ;2 AI; 2AO), PS 24V DC (2 PROFINET PORT)	6ES7215-1AG40-0XB0	1	417,34
2	Коммуникационный модуль для связи с частотными преобразователями Communication module CM 1243-5 PROFIBUS DP master	6GK7243-5DX30-0XE0	1	346,5
3	Модуль аналоговых входов Analog input 8 AI; 13-bit	6ES7231-4HF32-0XB0	2	534,38
4	Модуль аналоговых выходов Analog output 4 AO; 14-bit	6ES7232-4HD32-0XB0	2	554,4
5	Карта памяти контроллера SIMATIC S7, MEMORY CARD FOR S7-1X00 CPU, 3,3 V FLASH, 256 MBYTE	6ES7954-8LL03-0AA0	1	269,5
6	Блок питания SITOP PSU6200S 24 V/10 A Stabilized power supply input: 120/230 V AC, output: DC 24V/10 A	6EP1334-2BA20	2	270,6
7	Модуль резервирования электропитания SITOP RED1200 redundancy module Input/output: 24/48 V DC/20 A Suitable for decoupling two SITOP power supplies with max. 10 A output current each	6EP4346-7RB00-0AX0	1	59,93
ёё	Электронный предохранитель SITOP SEL1400 10 A Selectivity module 8-channel with limiting characteristic Input: 24 V DC/60 A output: 24 V DC/8x 10 A Threshold adjustable 2-10 A with monitoring interface	6EP1961-2BA21	2	338,25
9	Промышленный Ethernet-коммутатор MOXA EDS-208	EDS-208	1	122,65
10	Лицензия на ПО операторской станции SIMATIC WinCC RT Professional, 128 PowerTags V15.1, Runtime software in TIA Portal, Single license, software and documentation download, License key download, Class A, 5 languages (de, en, fr, es, it) executable under Windows 7 Prof/Ent/Ult SP1 (64 bit)/ 10 Prof/Ent (64 bit)/ Server 2008 R2+SP1 (64 bit)/ Server 2012 R2 / 2016 (64 bit)	6AV2105-0BA05-0AH0	1	1 862,85
Сумма всего:				4776,4 eur

Таблица 4.2 Стоимость дополнительного оборудования и СА нижнего уровня данного ТП

№	Описание	Кол-во	Стоимость	Сумма
1	Регулирующая арматура DN100 Fisher GX DVC6200	1 шт.	4797	4797
2	Отсекающая арматура DN50 PN16 Jade ball	1 шт.	858	858
3	Датчик давления EJA530E-JBS8N-014NN/KF22 (-1...16 bar)	5 шт.	345	1725
4	Датчик температуры + термокарман	4 шт.	331	1324
5	Датчик уровня BD sensors LMK 307	1 шт.	379	379
6	Датчик уровня Rosemount 2130 Level Switch - Vibrating Fork	2 шт	552	1104
7	Сигнальный кабель RE-2Y(St)Yv-fl 2x2x0,75 PIMf	500 м.	0,98	490
8	Сигнальный кабель RE-2Y(St)Yv-fl 1x2x0,75 PIMf	200 м.	0,7	140
9	Сигнальный кабель RE-2Y(St)Yv-fl 12x2x0,75 PIMf	120 м.	5,32	638,4
10	Сигнальный кабель Profibus DP (фиолетовый)	150 м.	1,45	217,5
11	Материалы для подключения воздуха КиП	1 компл.	300	300
12	Кабельные трассы + комплектующие	24 м.	24,5	588
13	Дополнительные монтажные материалы	1 компл.	200	200
14	Маркировка	1 компл.	100	100
15	Шкаф Rittal 1200 x 1200 x 400	1 шт.	422	422
16	Кросскоробка Rittal 400 x 400 x 200	2 шт.	235	470
17	Материалы для сборки шкафа автоматики	1 компл.	300	300
18	Операторская станция (компьютер, монитор, клавиатура, мышь)	1 компл.	2000	2000
19	Аренда подъемного механизма + транспорт	3 суток	120	360
Всего				16412,9 eur

Общая стоимость оборудования: 4776,40 + 16412,90 = 21189,3 евро.

## **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

В ходе написания данной работы были выполнены следующие задачи:

- Применение полученных в ходе обучения знаний
- Подбор оборудования для автоматизации данного узла
- Составление ценового предложения
- Составление и черчение схем подключения данного узла
- Анализ проделанной работы

Также в ходе работы над данным проектом при подборе оборудования были изучены различные виды средств автоматизации (датчики, исполнительные механизмы, коммуникационное оборудование, вспомогательное оборудование), были выявлены сильные и слабые стороны различного оборудования на разных позициях технологического процесса. Это был положительный опыт для дальнейшего осуществления подобных проектов. При проектировании было составлено также ценовое предложение и закуплено оборудование, которое при проектировании в дальнейшем может быть полезно для наглядной стоимости подобного проекта.

Данный проект может быть взят за основу при проектировании подобных АСУ ТП в дальнейшем.

В заключении можно сказать, что поставленная цель - Автоматизация узла обратного водоснабжения установки синтеза смол – достигнута. В данной работе выбрано конкретное решение, которое соответствовало имеющимся возможностям и ресурсам, а также поставленным задачам- дистанционное управление и минимизация участия человека в процессе - в данный конкретный момент времени.

## KOKKUVÕTE

Selline kontserni Viru Keemia Grupp vaikude sünteesiseadme tsirkulaarveevarustussõlme automatiseerimise projekt, pärast mahutite, torustikute ja muude tehnoloogilist seadmete põhiehitamisest, oli automatiseeritud projekteerimise, väljavalimise, automatiseerimise seadmete paigaldamise ja käivitus-ja häälestustööde kaudu arendusgruppiga ja tütarettevõtte VIRU RMT OÜ teiste töötajatega. Tsirkulaarveevarustussõlm on ette nähtud toodete jahutamiseks tehnoloogilistes seadmetes.

Töötades kontserni automatiseerimisseadmete hooldustöötajate grupi koosseisus Viru Keemia Grupp tütarettevõttes Viru RMT OÜ ja omades võimalusega osa võtta uue sõlme automatiseerimises, selle diplomitöö autoriga oli tehtud järgmine:

- Selle sõlme automatiseerimise seadmete väljavalimine
- Hinnapakumise koostamises osavõtt
- Automatiseerimisseadmete ühendusskeemide joonistamine
- Teostatud tööde analüüs

Samuti selle projektiga töö käigus seadmete väljavalimises olid uuritud erinevad automatiseerimisseadmete tüübid (andurid, ajamid, sidevahendid, abiseadmed) ja olid selgunud erinevate seadmete nõrgad ja tugevad küljed tehnoloogilise protsessi erinevates positsioonides. See oli positiivne kogemus edasise samasuguste projektide teostamiseks.

Projekteerimisel oli samuti koostatud hinnapakumine ja ostetud seadmed, mis edasi projekteerimisel võib olla kasulik nagu sarnase projekti illustratiivne maksumus.

See projekt võib olla aluseks samaseid tehnoloogilise protsessi automatiseeritud juhtimissüsteemide projekteerimisel edasitulevikus.

Kokkuvõtteks võib öelda, et püstitatud eesmärk - vaikude sünteesiseadme tsirkulaarveevarustussõlme automatiseerimine – on saavutatud. Selles töös oli valitud konkreetne lahendus, mis vastas võimalustele ja ressurssidele ja samuti püstitatud eesmärkidele – distantljuhtimine ja inimese osalemise protsessis minimiseerimine – selles konkreetses ajamomendis.

## SUMMARY

This project represents the automation of the recycled water supply unit of the resin synthesis plant of the Viru Keemia Group concern. After the main construction of the tanks, pipelines and other processing equipment, the recycled water supply unit was automated by the development group and other personnel of the subsidiary VIRU RMT OY, namely: design, selection and installation of automation equipment, commissioning of this unit. The recycled water supply unit is designed for cooling products in technological apparatuses.

Working in the VIRU RMT OY subsidiary of the VKG concern as part of a group of automation maintenance personnel, and also having the opportunity to participate in the automation of a new unit, the author of this thesis did the following:

- Selection of automation equipment for this unit
- Participation in the preparation of the price offer
- Drawing diagrams for connecting automation means
- Analysis of the work done

Also, during the work on this project, when selecting equipment, various types of automation means (sensors, actuators, communication equipment, auxiliary equipment) were studied, and the strengths and weaknesses of various equipment at different positions of the technological process were identified. This was a positive experience for the further implementation of such projects. During the design, a price offer was also drawn up and equipment was purchased, which in the future may be useful for illustrating the cost of such a project. This project can be used as a basis for the design of similar automated control systems in the future.

In conclusion, we can say that the goal set - Automation of the recycled water supply unit of the resin synthesis plant-has been achieved. In this paper, a specific solution was chosen that corresponded to the available capabilities and resources, as well as to the tasks set - remote control and minimizing human participation in the process - at this particular time.

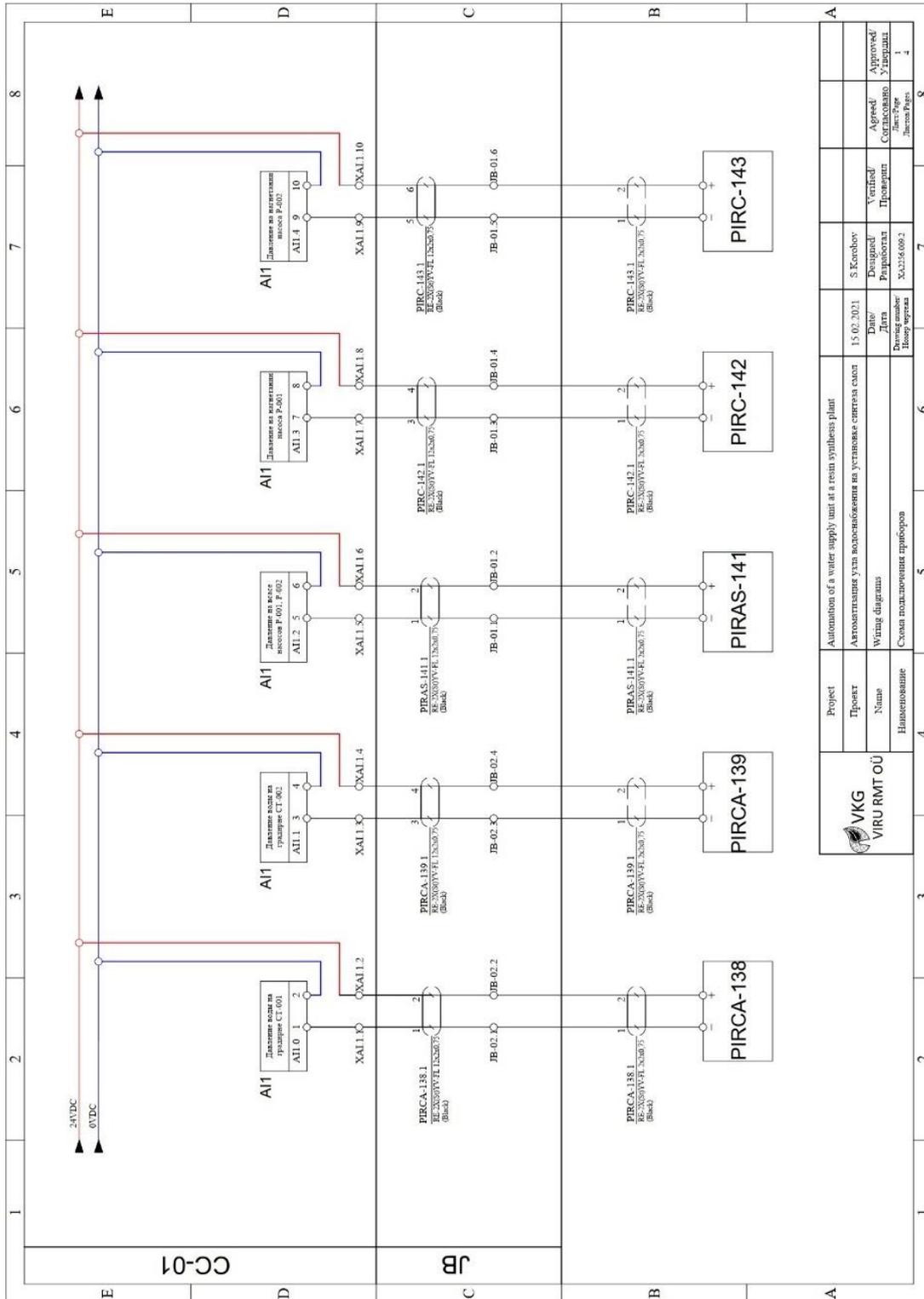
## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Автоматизация процессов. [**Online**] [http://opiobjektid.tptlive.ee/Automatiseerimine/3\\_.html](http://opiobjektid.tptlive.ee/Automatiseerimine/3_.html) (03.04.2021)
2. Автоматизация технологических процессов. [**Online**] <https://proiz-teh.ru/at-avtomatizaciya-processov.html> (03.04.2021)
3. Введение в автоматизированное управление технологическими процессами. [**Online**] [https://studopedia.su/2\\_12858\\_ierarhiya-urovney-asu-tp.html](https://studopedia.su/2_12858_ierarhiya-urovney-asu-tp.html) (03.04.2021)
4. Современные системы АСУ ТП. [**Online**] <https://prosoftsystems.ru/catalog/avtomatizacija-tehnologicheskix-processov-jenergoob> (03.04.2021)
5. Уровни АСУ ТП. [**Online**] [http://opiobjektid.tptlive.ee/Automatiseerimine/9\\_.html](http://opiobjektid.tptlive.ee/Automatiseerimine/9_.html) (03.04.2021)
6. Датчики давления. [**Online**] [https://rusautomation.ru/datchiki\\_davleniya](https://rusautomation.ru/datchiki_davleniya) (03.04.2021)
7. Датчики давления ЕЈА-Е [**Online**] [http://www.yokogawa.ru/products/kip/pressure\\_measurement/datchiki-serii-eja-e-tablitsa-datchikov/](http://www.yokogawa.ru/products/kip/pressure_measurement/datchiki-serii-eja-e-tablitsa-datchikov/) (28.04.2021)
8. Измерение давления. [**Online**] <https://yoko.kip-postavka.ru/davltnie.htm> (04.04.2021)
9. Температуры. [**Online**] <https://sensormatica.ru/catalogue/datchiki-i-preobrazovатели/datchiki-i-regulyatory-temperature/> (04.04.2021)
10. Каталог Alf-sensors. [**Online**] [https://alf-sensor.com/wysiwyg\\_images/Katalog\\_EN.pdf](https://alf-sensor.com/wysiwyg_images/Katalog_EN.pdf) (28.04.2021)
11. Alf-sensors. [**Online**] <https://alf-sensor.com/products/resistance-thermometer-with-process-connection-fitting-with-additional-protection-tube-type-top-pkg-158-exim1-exi-exe.html> (28.04.2021)
12. Электромагнитный расхода расходомер Optiflux 4300. [**Online**] <https://ru.krohne.com/ru/pribory/izmerenie-raskhoda/raskhodometry/ehlektromagnitnye-raskhodometry/optiflux-4300/> (04.04.2021)
13. Датчики уровня. [**Online**] [https://rusautomation.ru/datchiki\\_urovnya](https://rusautomation.ru/datchiki_urovnya) (09.04.2021)
14. Сигнализатор уровня. [**Online**] <https://www.emerson.ru/ru-ru/catalog/rosemount-sku-2130-switch---vibrating-fork-ru-ru> (04.04.2021)
15. Погружные датчики уровня. [**Online**] <https://www.bdsensors.ru/ru/uroven/pogruznyie-datchiki-urovnya/> (09.04.2021)
16. Регулирующий клапан Fisher GX. [**Online**] <https://www.emerson.ru/ru-ru/catalog/fisher-gx-ru-ru> (09.04.2021)
17. Шаровые вентили. [**Online**] <https://stroy-podskazka.ru/vodosnabzhenie/kran-sharovoj/ventili/> (09.04.2021)

18. Jade ball. [**Online**] <https://www.moraviasystems.cz/upload/files/1574941083zvk9h-ball-valve-pn16-jade-diamond-en.pdf> (28.04.2021)
19. ATTUATORI ROTANTI. [**Online**] <https://www.savip-srl.com/attuatori> (28.04.2021)
20. Namur solenoid valve. [**Online**] <https://www.rotexautomation.in/namur-solenoid-valve.html> (28.04.2021)
21. Switch box. [**Online**] [https://www.fluidotecnica.eu/wp-content/uploads/2020/01/SB400\\_scheda-tecnicadatasheet.pdf](https://www.fluidotecnica.eu/wp-content/uploads/2020/01/SB400_scheda-tecnicadatasheet.pdf) (28.04.2021)
22. Инструментальный кабель RE-типа. [**Online**] <http://import-kabel.ru/catalog/37/1087> (09.04.2021)
23. Экранированный кабель RE Helkama. [**Online**] <https://tk-neva.ru/catalog/kabel/kabeli-specialnogo-naznachenija/instrumentalnyj-kabel/tovar-1234.html> (09.04.2021)
24. Промышленные сети Profibus. [**Online**] <https://cable.ru/articles/id-1675.php> (09.04.2021)
25. Сетевые кабели. [**Online**] <https://simatic-market.ru/Siemens-CA01/6XV1830-0EH10/> (09.04.2021)
26. Siemens S7-1200 Программируемый контроллер. [**Online**] <https://www.siemens-pro.ru/components/s7-1200.htm> (10.04.2021)
27. CM 1243-5. [**Online**] <https://www.avigan.com.ua/page/cm-1243-5/mp/14184/> (10.04.2021)
28. Модули ввода SM 1231. [**Online**] <https://www.avigan.com.ua/page/moduli-vvoda-sm-1231/mp/14162/> (28.04.2021)
29. Модули ввода-вывода SM 1232. [**Online**] <https://www.avigan.com.ua/page/moduli-vvoda-vyvoda-sm-1234/mp/14166/> (28.04.2021)
30. Коммутатор EDS-208. [**Online**] [https://moxa.ru/shop/ethernet/unmanaged/fast\\_ethernet/eds-200/eds-208/eds-208/](https://moxa.ru/shop/ethernet/unmanaged/fast_ethernet/eds-200/eds-208/eds-208/) (10.04.2021)
31. PSU6200. [**Online**] <https://new.siemens.com/global/en/products/automation/power-supply/sitop-psu6200.html> (10.04.2021)
32. Модуль селективности. [**Online**] <https://mall.industry.siemens.com/mall/ru/ru/Catalog/Product/6EP4438-7EB00-3DX0> (10.04.2021)
33. Модуль резервирования. [**Online**] <https://www.directindustry.com.ru/prod/siemens-power-supplies/product-17494-1816912.html> (10.04.2021)
34. Eaton Powerware 5110. [**Online**] <https://eaton-powerware.ru/eaton-powerware-5110-500va.html> (10.04.2021)

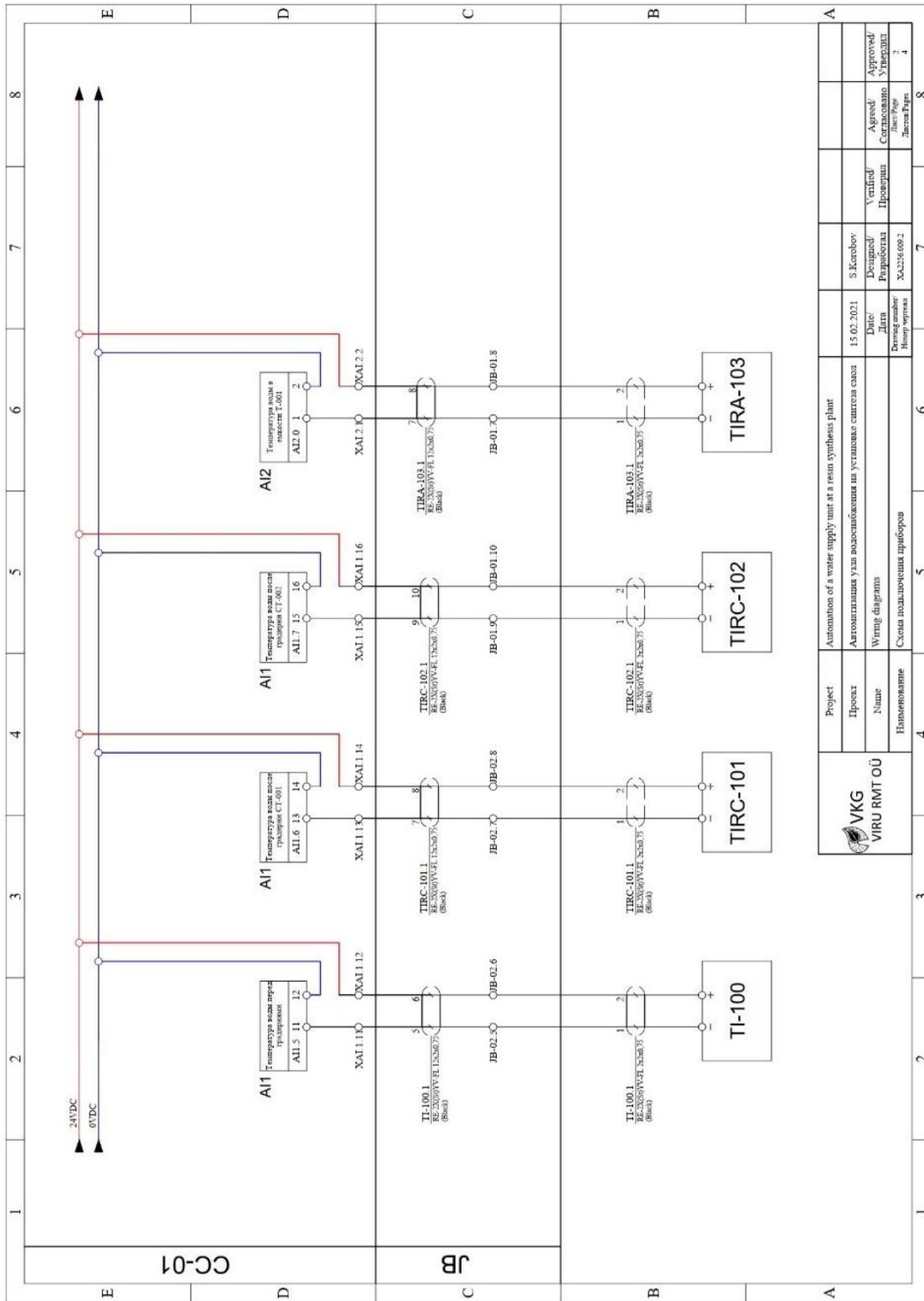
# ПРИЛОЖЕНИЯ

## Приложение 1 Схемы подключений полевых устройств 1/4



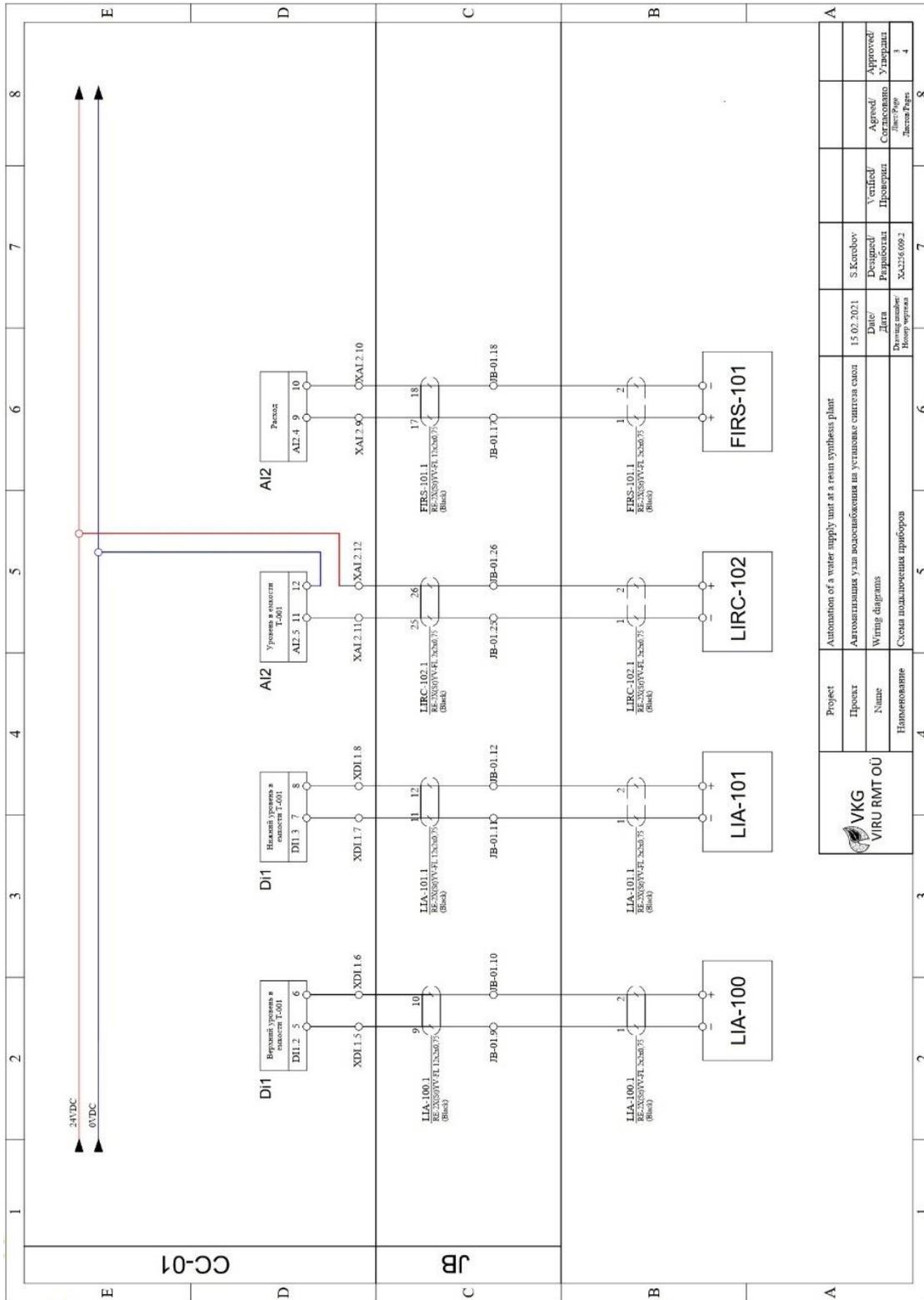
	Project	Automation of a water supply unit at a resin synthesis plant					
	Проект	Автоматизация узла водоснабжения на установке синтеза смол	15.02.2021	S.Konobov	Verified/ Проверено	Agreed/ Согласовано	Approved/ Утверждено
	Name	Wiring diagram	Date/ Дата	Designed/ Разработчик	Checked/ Проверен	Accepted/ Принято	Approved/ Утверждено
Name/Имя		Schematics/Схемы подключения приборов		Project No./Номер проекта	X-0216.009.2	Drawn/Начертил	Checked/Проверил
				Author/Автор	Иванов	Checked/Проверено	Approved/Утверждено
				Version/Версия	1	Checked/Проверено	Approved/Утверждено

# Приложение 1.2 Схемы подключений полевых устройств 2/4



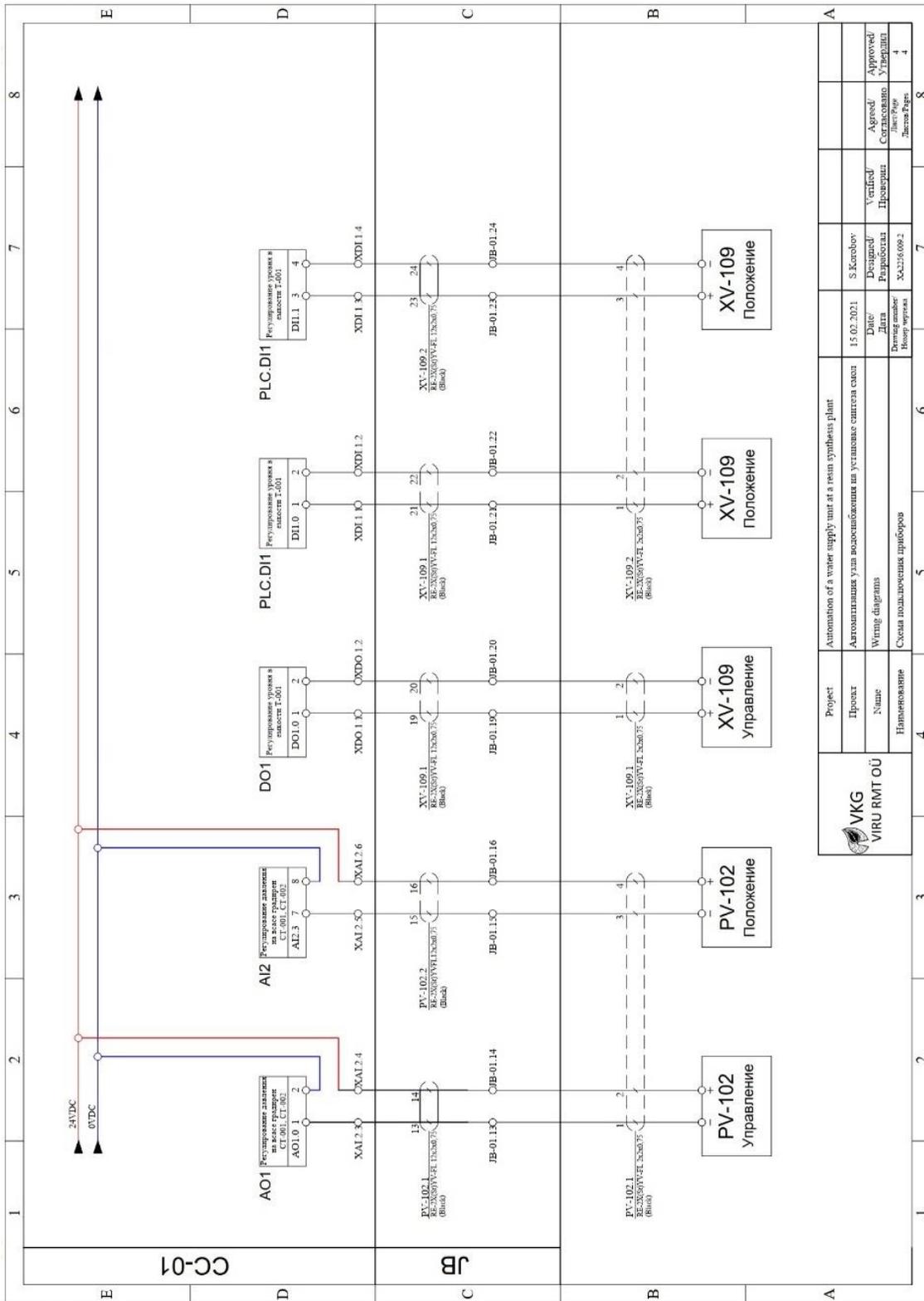
	Project	Automation of a water supply unit at a resin synthesis plant	15.02.2021 Date/ Дата Разработчик/ Разработчик XAJ.216.009.2 Номер проекта/ Номер проекта	7	8
	Проект	Автоматизация узла водоснабжения на установке синтеза смолы			
	Name	Wiring diagram			
Наименование		Схема подключения приборов			
	Verified/ Проверен	Agreed/ Согласовано			
	Approved/ Утвержден	Approved/ Утвержден			

# Приложение 1.3 Схемы подключений полевых устройств 3/4

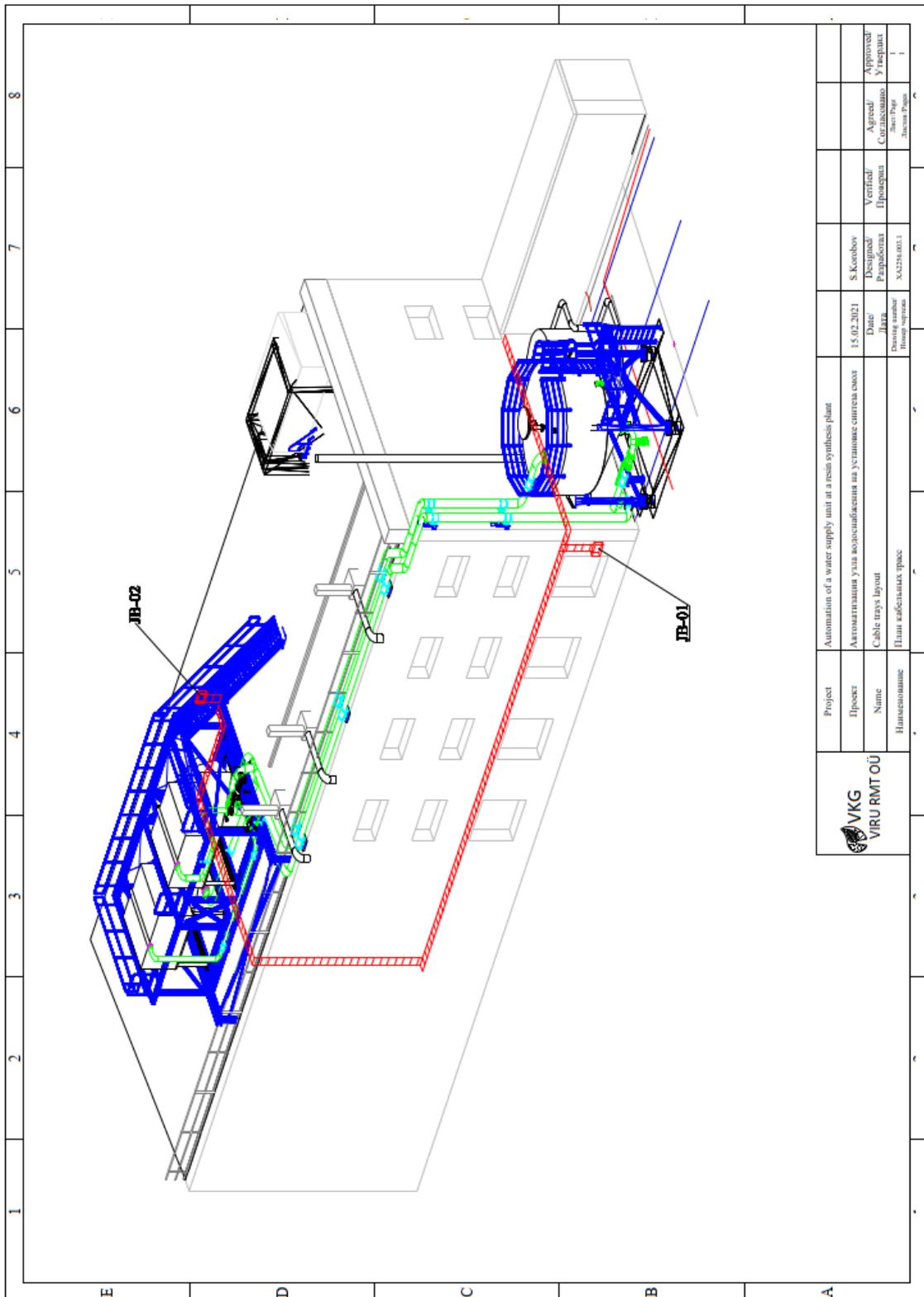


Project	Automation of a water supply unit at a resin synthesis plant	15.02.2021	S. Korobov				
Проєкт	Автоматизація уніта водопостачання на установку синтезу смол	Дата: 15.02.2021	Дизайнер: S. Korobov	Verified/Проверено	Agreed/Согласовано	Approved/Утверждено	
Name	Wiring diagrams	Деталь: XA2256.009.2	Работавший: XA2256.009.2	Проверено	Согласовано	Утверждено	
Наименование	Схема подключения приборов	Деталь: XA2256.009.2	Работавший: XA2256.009.2	Проверено	Согласовано	Утверждено	
		Drawing number: XA2256.009.2					
		Sheet number: 3					
		Sheet total: 4					

# Приложение 1.4 Схемы подключений полевых устройств 4/4



## Приложение 2 Схема расположения кроссовых коробок



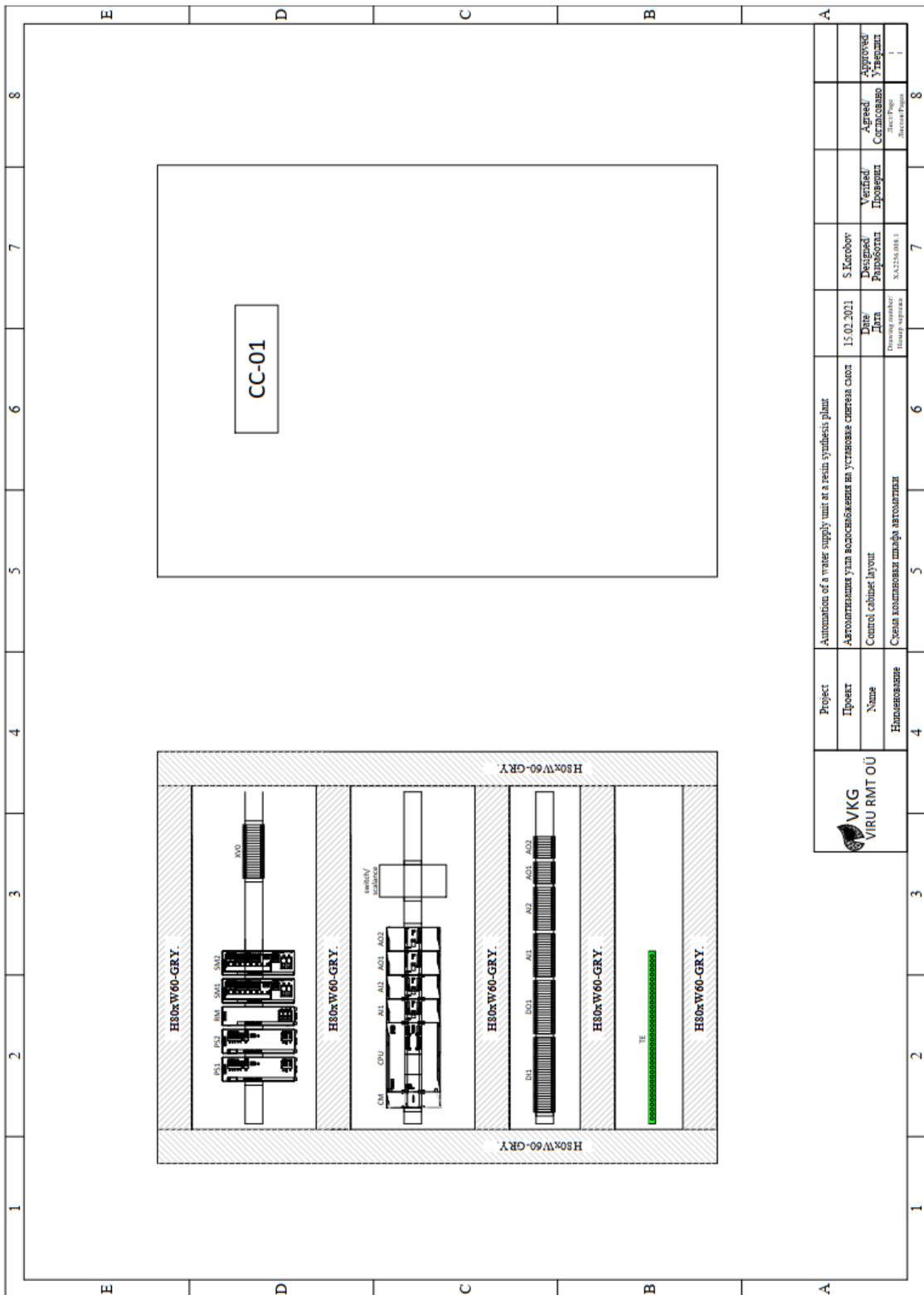
	Project	Automation of a water supply unit at a resin synthesis plant				
	Проект	Автоматизация узла водоснабжения на установке синтеза смол				
	Name	Cable trays layout	Date	15.02.2021	Designed	S. Koolbas
	Наименование	План кабельных трасс	Drawn/checked		Approved/Confirmed	Утвержден/Согласован
						1

# Приложение 3.1 Схема соединений кроссовой корбки 1/2

Agreed / согласовано:		Customer / Заказчик: VKG Oil AS				Object / Объект: VKG Oil AS Kohtla-Järve, Estonia		AS BUILT / Исполнительная документация		 Project Nr / Номер проекта: XA2256			
Designed / Разработал: Sergei Korobov Date / Дата: 16.12.2020		Designing company/Компания проектировщик: VIRU RMT OU				Project / Проект: Automation of a water supply unit at a resin synthesis plant/Автоматизация узла водоснабжения на установке синтеза смол		Drawing Nr / Номер чертежа: .XA2256.RMT.006.1		Name / Наименование: Cross connection list with / Таблица кроссовых соединений			
Откуда / From	Кабель / Cable	Клемма / Terminal	Пара / Pair	Провод / Wire	Откуда / From	Кабель / Cable	Клемма / Terminal	Пара / Pair	Провод / Wire	Куда / To	Устройство клеммника / Terminal device	Клемма / Terminal	Описание / Description
PIRAS-141	PIRAS-141.1	+	1	1w			1	1	1w		XAI.1	5	
		-		1b			2		1b			6	
PIRC-142	PIRC-142.1	+	1	1w			3	2	2w		XAI.1	7	
		-		1b			4		2b			8	
PIRC-143	PIRC-143.1	+	1	1w			5	3	3w		XAI.1	9	
		-		1b			6		3b			10	
TIRA-103	TIRA-103.1	+	1	1w			7	4	4w		XAI.2	1	
		-		1b			8		4b			2	
LIA-100	LIA-100.1	+	1	1w			9	5	5w		XDI.1	5	
		-		1b			10		5b			6	
LIA-101	LIA-101.1	+	1	1w			11	6	6w		XDI.1	7	
		-		1b			12		6b			8	
PV-102	PV-102.1	+	1	1w	JB-01	JB-01/CC-01	13	7	7w	CC-01	XAO.1	1	
		-		1b			14		7b			2	
PV-102	PV-102.1	+	2	2w			15	8	8w		XAI.2	7	
		-		2b			16		8b			8	
FIRS-101	FIRS-101.1	+	1	1w			17	9	9w		XAI.2	9	
		-		1b			18		9b			10	
XV-109	XV-109.1	+	1	1w			19	10	10w		XDO.1	1	
		-		1b			20		10b			2	
XV-109	XV-109.1	+	1	1w			21	11	11w		XDI.1	1	
		-		1b			22		11b			2	
XV-109	XV-109.2	+	2	2w			23	12	12w		XDI.1	3	
		-		2b			24		12b			4	

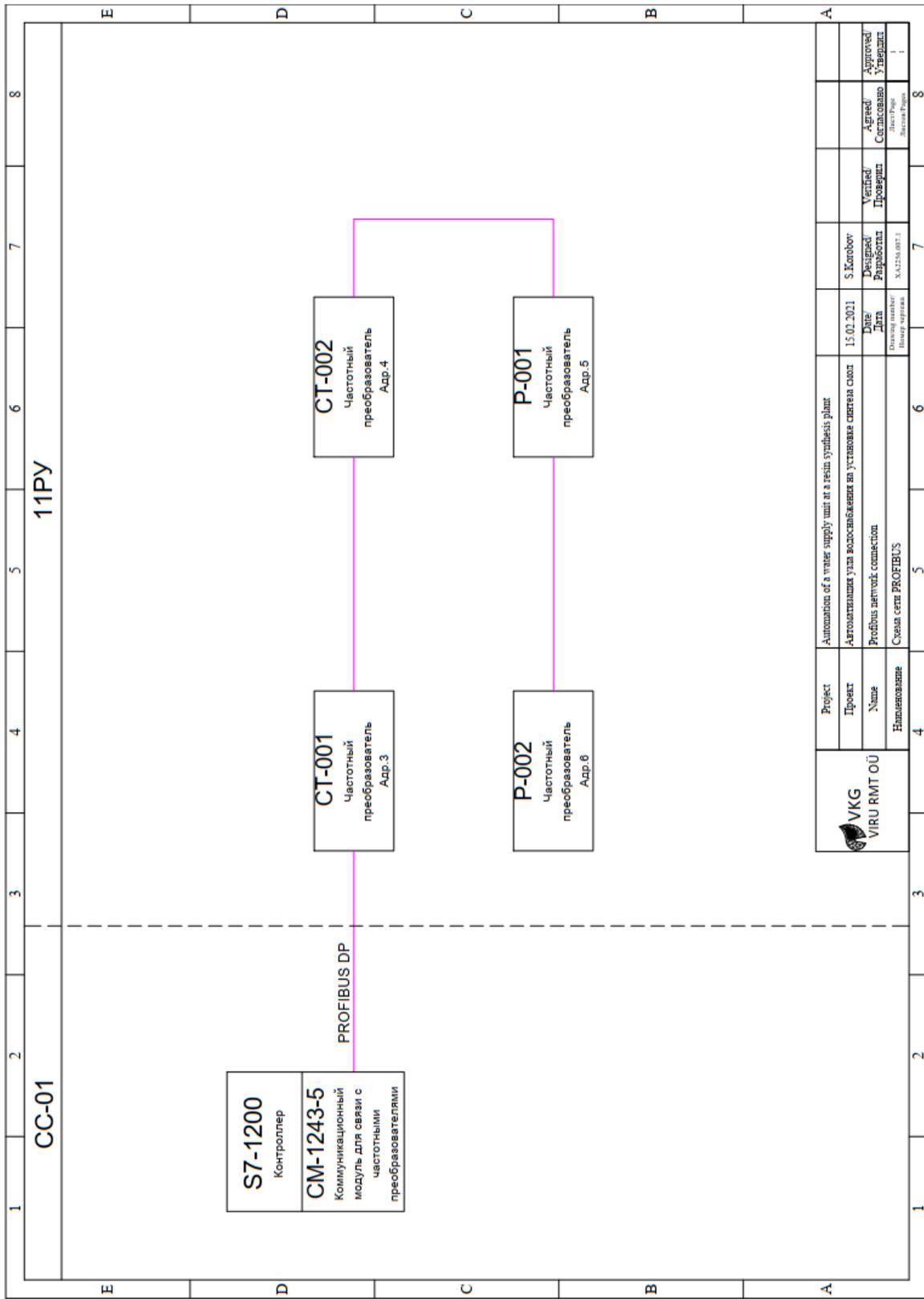


# Приложение 4 План шкафа СС-01

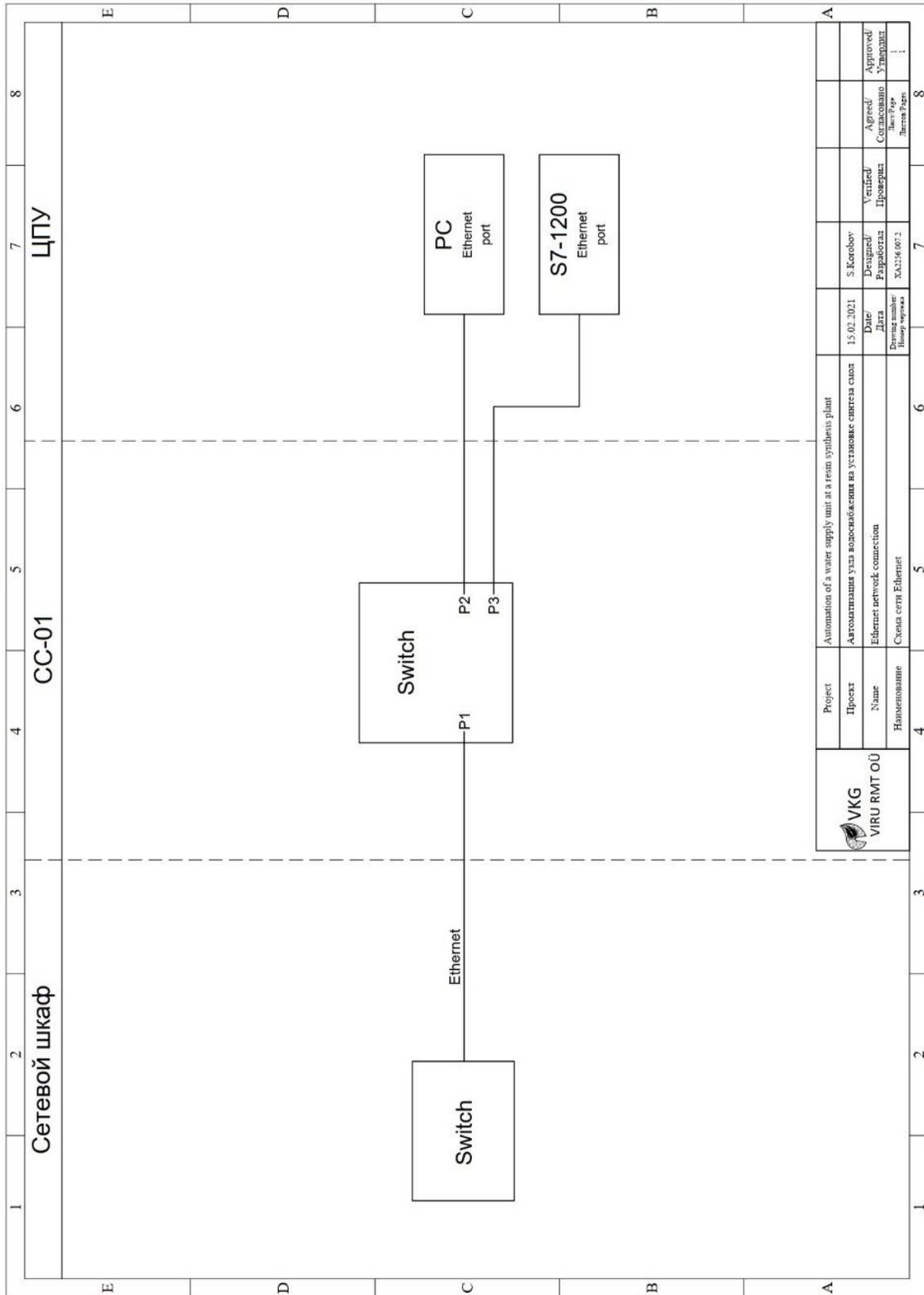


		Project	Automation of a water supply unit at a resin synthesis plant				
		Проект	Автоматизация узла водоснабжения на установке синтеза смол				
		Name	Control cabinet layout	15.02.2021	S. Korobov	Designed/	Approved/
		Наименование	Схема компоновки шкафа автоматики	Дата	Дата	Работопол	Проверил
				SA.2254.004.1		Согласовано	Зачет Page
							1
							8

# Приложение 5 Схема подключения Profibus DP

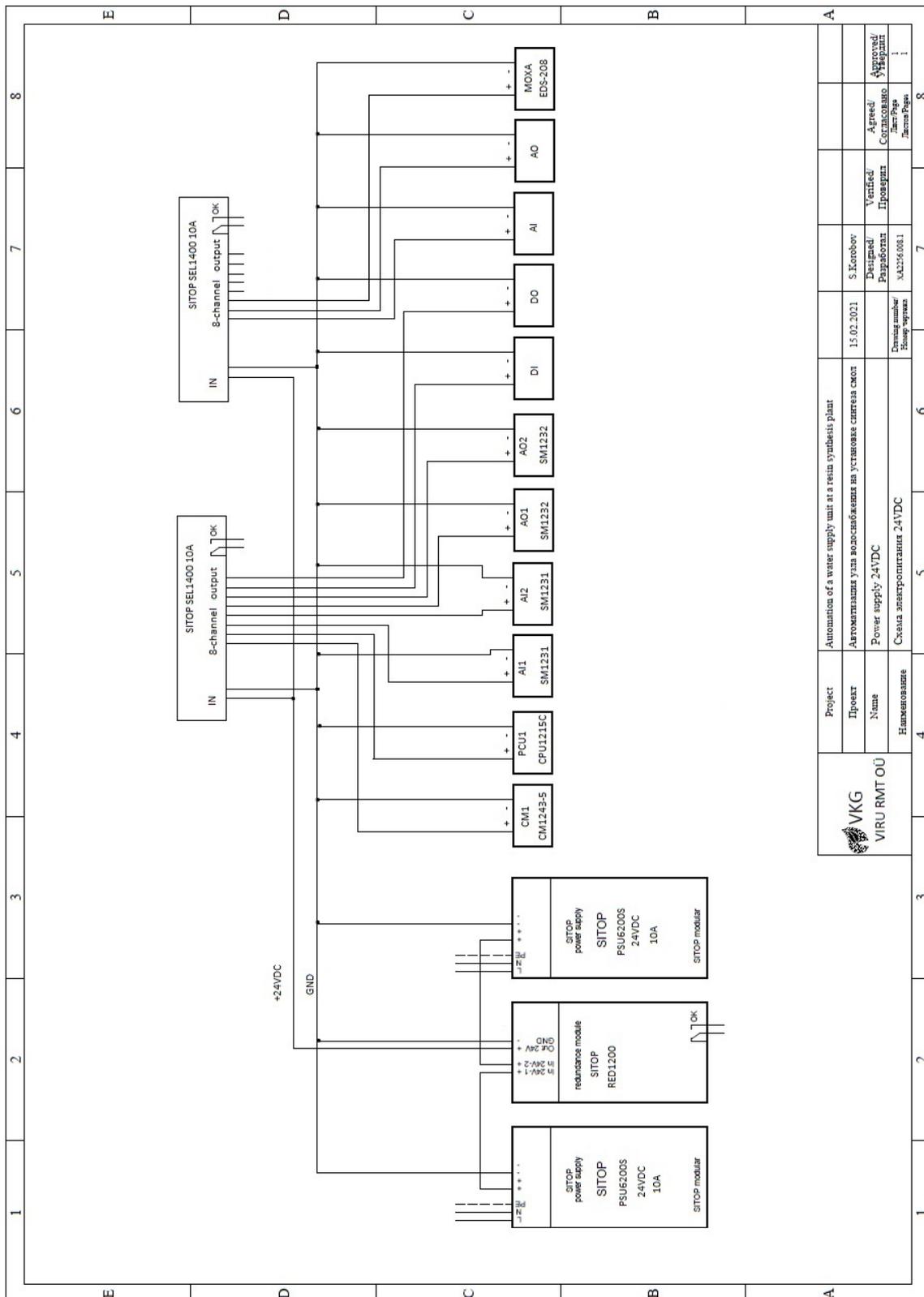


# Приложение 6 Схема подключения Ethernet



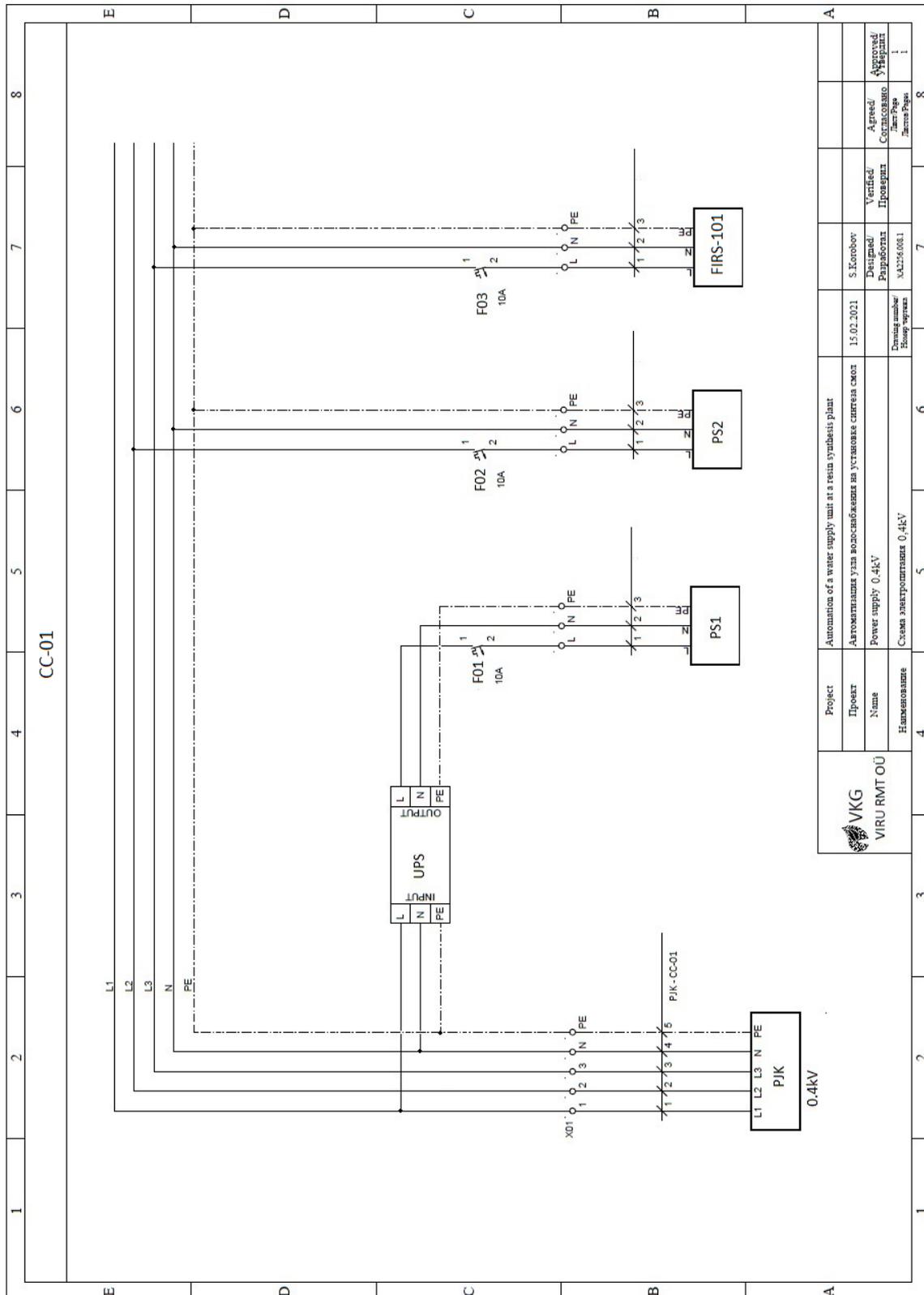
	Project	Automation of a water supply unit at a resin synthesis plant							
	Проект	Автоматизация узла водоснабжения на установке синтеза смол							
	Name	Ethernet network connection							
	Наименование	Схема сети Ethernet							
	Date	15.02.2021							
	Дата	15.02.2021							
	Drawing number	ХА.2124.001.2							
	Номер чертежа	ХА.2124.001.2							
	Designed/	S. Korobov							
	Разработал	S. Korobov							
	Checked/								
	Проверил								
	Agreed/								
	Согласовано								
	Approved/								
	Утвердил								
	Sheet Page								
	Листов Page								

# Приложение 7 Схема электропитания шкафа СС-01 24VDC



		Project	Automation of a water supply unit at a resin synthesis plant				
Проект	Автоматизация узла водоснабжения на установке синтеза смол	15.02.2021	S. Korobov				
Название	Power supply 24VDC		Designed/ Разработчик			Verified/ Проверено	Approved/ Утверждено
Наименование	Схема электропитания 24VDC		Drawn/сделан/ Изготовитель				
			МА124.008.1				

# Приложение 8 Схема электропитания шкафа СС-01 0,4кV



# Приложение 9.1 Лист с тэгами 1/2

Agreed / Согласовано:		Customer / Заказчик:		Object / Объект:		Drawing Nr / Номер чертежа:		Project Nr / Номер проекта:								
Designed / Разработал: Sergei Korobov		VKG OÜ AS Kohila-Järve, Estonia		AS BUILT / Исполнительная документация		VKG VIRU RMT		Project Nr / Номер проекта: XA2256								
Date / Дата: 16.12.2020		Designing company/Компания проектировщик: VIRU RMT OÜ		Automation of a water supply unit at a resin synthesis plant/Автоматизация узла водоснабжения на установке синтеза смол		Name / Наименование: Tag List / Перечень параметров		Project Nr / Номер проекта: XA2256								
MODULE / МОДУЛЬ	MODULE NUMBER / НОМЕР МОДУЛЯ	RAIL / РЕЙКА	CHANNEL NUMBER / НОМЕР КАНАЛА	MODULE TERMINAL / КЛЕММЫ МОДУЛЯ	TAG / ПОЗИЦИЯ	POSITION / РАСПОЖЕНИЕ	EQUIPMENT TYPE / ТИП ОБОРУДОВАНИЯ	PARAMETER ТИП ПАРАМЕТРА	DESCRIPTION / ОПИСАНИЕ	SCALE / ШКАЛА	РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬ НА ЧАСТИ	PAIR / ПАРА	КЛЕММЫ В КОРПУСЕ / КЛЕММЫ В КОРПУСЕ	УСТРОЙСТВО / УСТРОЙСТВО	КЛЕММЫ (+) TERMINAL (+)	КЛЕММЫ (-) TERMINAL (-)
AI	1	1	0		PIRS-138		Датчик	Давление	Давление воды на градирне СТ-001	0...16 bar	JB-02	1		XAI.1	1	2
AI	1	1	1		PIRS-139		Датчик	Давление	Давление воды на градирне СТ-002	0...16 bar	JB-02	2		XAI.1	3	4
AI	1	1	2		PIRS-141		Датчик	Давление	Давление на всасе насоса Р-001, Р-002	0...16 bar	JB-01	1		XAI.1	5	6
AI	1	1	3		PIRS-142		Датчик	Давление	Давление на нагнетании насоса Р-001	0...16 bar	JB-01	2		XAI.1	7	8
AI	1	1	4		PIRS-143		Датчик	Давление	Давление на нагнетании насоса Р-002	0...16 bar	JB-01	3		XAI.1	9	10
AI	1	1	5		TI-100		Датчик	Температура	Температура воды перед градирнями	0...50 °C	JB-02	3		XAI.1	11	12
AI	1	1	6		TIRS-101		Датчик	Температура	Температура воды после градирни СТ-001	0...50 °C	JB-02	4		XAI.1	13	14
AI	1	1	7		TIRS-102		Датчик	Температура	Температура воды после градирни СТ-002	0...50 °C	JB-02	5		XAI.1	15	16
AI	2	1	0		TIRA-103		Датчик	Температура	Температура воды в емкости Т-001	0...50 °C	JB-01	4		XAI.2	1	2
AI	2	1	1					резерв	резерв					XAI.2	3	4
AI	2	1	2					резерв	резерв					XAI.2	5	6
AI	2	1	3		PV-102		Клапан	Положение	Регулирование давления на всасе градирни(Открыт/Закрыт)	0-100%	JB-01	8		XAI.2	7	8
AI	2	1	4		FIRS-101		Расходомер	Расход	Расход	0...250 м3/ч	JB-01	9		XAI.2	9	10
AI	2	1	5		LIRS-102		Датчик	Уровень	Уровень в емкости Т-001	0-100%	JB-01	10		XAI.2	11	12
AI	2	1	6					резерв	резерв					XAI.2	13	14
AI	2	1	7					резерв	резерв					XAI.2	15	16
AI	PLC	1	0					резерв	резерв					XAI.2	17	18
AI	PLC	1	1					резерв	резерв					XAI.2	19	20
AO	1	1	0		PV-102		Клапан	Управление	Регулирование давления на всасе градирни(Открыт/Закрыт)	0-100%	JB-01	7		XAO.1	1	2
AO	1	1	1					резерв	резерв					XAO.1	3	4
AO	1	1	2					резерв	резерв					XAO.1	5	6
AO	1	1	3					резерв	резерв					XAO.1	7	8
AO	2	1	0					резерв	резерв					XAO.2	1	2
AO	2	1	1					резерв	резерв					XAO.2	3	4
AO	2	1	2					резерв	резерв					XAO.2	5	6
AO	2	1	3					резерв	резерв					XAO.2	7	8

## Приложение 9.2 Лист с тэгами 2/2

DI	PLC	1	0	XV-109	Клапан	Положение	Регулирование уровня в емкости Т-001(Открыт)		JB-01	11	XDI.1	1	2
DI	PLC	1	1	XV-109	Клапан	Положение	Регулирование уровня в емкости Т-001(Закрыт)		JB-01	12	XDI.1	3	4
DI	PLC	1	2	ЦА-100	Датчик	Уровень	Верхний уровень в емкости Т-001		JB-01	5	XDI.1	5	6
DI	PLC	1	3	ЦА-101	Датчик	Уровень	Нижний уровень в емкости Т-001		JB-01	6	XDI.1	7	8
DI	PLC	1	4				резерв				XDI.1	9	10
DI	PLC	1	5				резерв				XDI.1	11	12
DI	PLC	1	6				резерв				XDI.1	13	14
DI	PLC	1	7				резерв				XDI.1	15	16
DI	PLC	1	8				резерв				XDI.1	17	18
DI	PLC	1	9				резерв				XDI.1	19	20
DI	PLC	1	10				резерв				XDI.1	21	22
DI	PLC	1	11				резерв				XDI.1	23	24
DI	PLC	1	12				резерв				XDI.1	25	26
DI	PLC	1	13				резерв				XDI.1	27	28
DO	6	1	0	XV-109	Клапан	Управление	Регулирование уровня в емкости Т-001(Открыть/Закрыть)		JB-01	10	XDO.1	1	2
DO	6	1	1				резерв				XDO.1	3	4
DO	6	1	2				резерв				XDO.1	5	6
DO	6	1	3				резерв				XDO.1	7	8
DO	6	1	4				резерв				XDO.1	9	10
DO	6	1	5				резерв				XDO.1	11	12
DO	6	1	6				резерв				XDO.1	13	14
DO	6	1	7				резерв				XDO.1	15	16
DO	6	1	8				резерв				XDO.1	17	18
DO	6	1	9				резерв				XDO.1	19	20