

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

Факультет энергетический

Кафедра автоматизации производственных процессов и электротехники

Направление подготовки 15.03.04 "Автоматизация технологических процес-  
сов и производств"

Направленность (профиль) образовательной программы: Автоматизация тех-  
нологических процессов и производств в энергетике

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ

И. о. Заведующего кафедрой

\_\_\_\_\_ А.А. Остапенко

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2017г.

**БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА**

на тему: Автоматизация технологического процесса установки Меррилл-  
Кроу горно-обогатительного комплекса Кубака в Магаданской области

Исполнитель

студент группы 341ОБ

\_\_\_\_\_

подпись, дата

В.О. Лабeko

И.О.Ф.

Руководитель

доцент, канд. тех. наук

должность, ученое звание

\_\_\_\_\_

подпись, дата

М.Д. Штыкин

И.О.Ф.

Консультант

по безопасности и  
экологичности

доцент, канд. тех. наук

должность, ученое звание

\_\_\_\_\_

подпись, дата

А.Б. Булгаков

И.О.Ф.

Нормоконтроль

профессор, д-р тех. наук

должность, ученое звание

\_\_\_\_\_

подпись, дата

О.В. Скрипко

И.О.Ф.

Благовещенск 2017

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

Кафедра автоматизации производственных процессов и электротехники  
Факультет энергетический

УТВЕРЖДАЮ

И.о. Заведующего кафедрой

\_\_\_\_\_ А.А. Остапенко

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2017г.

**З А Д А Н И Е**

К выпускной квалификационной работе студента Лабеко Виктора Олеговича

1. Тема выпускной квалификационной работы Автоматизация технологического процесса установки Меррилл-Кроу горно-обогатительного комплекса Кубака в Магаданской области

(утверждена приказом от 07.12.16 № 2673-уч)

2. Срок сдачи студентом законченной выпускной квалификационной работы: 27.06.2017г.

3. Исходные данные к выпускной квалификационной работе \_\_\_\_\_

1. Схема участка противоточной деконтации установки Меррилл-Кроу;

2. Схема установки приготовления флокулянта;

4. Содержание выпускной квалификационной работы (перечень подлежащих разработке вопросов): Описание объекта автоматизации; разработка структурной схемы; разработка функциональной схемы автоматизации; выбор технических средств; разработка принципиальной электрической схемы; компоновка малогабаритного щита автоматического управления; программная реализация; безопасность и экологичность

5. Перечень материалов приложения: (наличие чертежей, таблиц, графиков, схем, программных продуктов, иллюстративного материала и т.п.) Техническое задание, структурная схема, функциональная схема, принципиальная электрическая схема, алгоритмическая схема, управляющая программа, SCADA-система

6. Консультанты по выпускной квалификационной работе (с указанием относящихся к ним разделов) к.т.н., доцент кафедры БЖД А.Б. Булгаков

7. Дата выдачи задания 05.12.2016г.

Руководитель выпускной квалификационной работы: Михаил Дмитриевич Штыкин  
доцент кафедры АППиЭ, канд.техн. наук

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

Задание принял к исполнению

(дата): 05.12.2016г.

(подпись студента)

## РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа содержит 125 с., 34 рисунка, 9 таблиц, 8 приложений, 15 источников.

МЕРРИЛЛ-КРОУ; ФЛОКУЛЯНТ; ПРОГРАММИРУЕМЫЙ ЛОГИЧЕСКИЙ КОНТРОЛЛЕР; АВТОМАТИЗАЦИЯ; УПРАВЛЕНИЕ; ИЗМЕРЕНИЕ; ЗАПОРНО-РЕГУЛИРУЮЩАЯ АРМАТУРА.

Цель выпускной работы: создание автоматизированной системы управления участком установки Меррилл-Кроу, расположенной на участке ГОК «Кубака» ОАО «Омолонская золоторудная компания».

В выпускной квалификационной работе в соответствии с технологическим процессом были разработаны:

- 1) структурная схема автоматизации;
- 2) функциональная схема автоматизации;
- 3) принципиальная электрическая схема;
- 4) компоновочная схема щита автоматического управления и силового оборудования;
- 5) полный алгоритм работы;
- 6) управляющая программа;
- 7) SCADA – система.

## СОДЕРЖАНИЕ

Нормативные ссылки	6
Перечень условных обозначений	8
Введение	9
1 Описание объекта автоматизации	10
1.1 Принцип работы установки Меррилл-Кроу	10
1.2 Обоснование разработки	11
1.3 Техническое задание на разработку	13
2 Разработка структурной схемы	13
3 Разработка функциональной схемы автоматизации	15
4 Выбор технических средств	21
4.1 Выбор средств измерения переменных	21
4.2 Выбор силового оборудования	25
4.3 Выбор и расчет коммутационного оборудования	28
4.4 Выбор управляющих устройств	31
5 Разработка принципиальной электрической схемы	37
5.1 Разработка электрической схемы	37
6 Компоновка малогабаритного щита автоматического управления	41
6.1 Компоновка ЩАУ	42
7 Программная реализация	43
7.1 Разработка полного алгоритма программы	43
7.2 Разработка управляющей программы	45
7.3 Разработка SCADA-системы	51
8 Безопасность и экологичность	58
8.1 Безопасность	58
8.2 Экологичность	68
8.3 Чрезвычайные ситуации	70
Заключение	75
Библиографический список	76
Приложение А Техническое задание	78

Приложение Б Структурная схема	90
Приложение В Функциональная схема автоматизации	92
Приложение Г Принципиальная электрическая схема	94
Приложение Д Компоновка ЩАУ	98
Приложение Е Алгоритмическая схема	100
Приложение Ж Управляющая программа	101
Приложение З SCADA-система	124

## НОРМАТИВНЫЕ ССЫЛКИ

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

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

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

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

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

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

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

ГОСТ 2.111-68 Единая система конструкторской документации. Нормоконтроль;

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

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

ГОСТ 2.301-68 Единая система конструкторской документации. Форматы;

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

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

ГОСТ 3.1116-79 Единая система технологической документации. Нормоконтроль;

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

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

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

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

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

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

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

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

ГОСТ 36.13-90 Щиты и пульты средств автоматизации технологических процессов.

## ПЕРЕЧЕНЬ УСЛОВНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ

- ПД – преобразователь давления;
- ДТ – датчик температуры;
- ПК – персональный компьютер;
- РУ – распределительное устройство;
- ТР – текущий ремонт;
- ТО – техническое обслуживание;
- ЭМС – электромеханическая служба;
- ПЛК – программируемое логическое устройство;
- МК – Меррилл-Кроу;
- АСУ – автоматическая система управления;
- АСУТП – автоматическая система управления технологическим процессом;
- ЩАУ – щит автоматического управления;
- ЩСО – щит силового оборудования;
- ТП – технологический процесс;
- ЧП – частотный преобразователь.



## ВВЕДЕНИЕ

В данной работе рассматривается автоматизация участка установки Меррик-Кроу, находящейся в ГОК «Кубака», в Северо-Эвенском районе, Магаданской области.

Установка Меррилл-Кроу представляет собой сложную систему технических средств предназначенных для осаждения драгоценных металлов (золото, серебро) из цианистых растворов на цинк. В данном проекте будет осуществляться автоматизация участка приготовления и хранения флокулянта, а также участок дозирования и сгущения. Установка является сезонной, т.к. четыре сгустителя находятся на открытом воздухе и подвержены температурным изменениям в условиях крайнего севера. Во время всего цикла работы установки, температура воздуха должна быть больше 3 °С.

В общем случае под автоматизацией понимают применение технических средств и систем управления, частично или полностью освобождающих человека от непосредственного участия в процессах получения, преобразования, передачи или использования энергии, материалов или информации.

Цель проекта – повышение производительности и эффективности установки Меррилл-Кроу путем автоматизации некоторых ее участков. Основная задача обеспечить автоматическое регулирование уровня осадочной жидкости (уровня постели) в четырех сгустителях.

## 1 ОПИСАНИЕ ОБЪЕКТА АВТОМАТИЗАЦИИ

В данной работе рассматривается автоматизация участка установки Меррилл-Кроу, находящейся в ГОК «Кубака», в Северо-Эвенском районе, Магаданской области.

Участки АСУТП установки Меррилл-Кроу являются:

- участок приготовления и хранения флокулянта;
- участок дозирования;
- участок сгущения;

### **1.1 Принцип работы установки Меррилл-Кроу**

Цианистый раствор, содержащий золото проходит осветление. Очень важно удалить все физические частички - примеси. Применяют отстаивание и/или фильтрацию. Осветлённый раствор подвергают обескислороживанию в деаэрационных колоннах. В обескислороженный раствор вводят цинковую пыль и сразу прокачивают этот раствор через фильтр - пресс. Цинк остаётся на фильтр - прессах с осаждённым на себя золотом, обеззолоченный раствор выходит с фильтр-пресса. Данная технология позволяет осаждать до 95 % драг. металла, содержащегося в насыщенном растворе. Периодически осадок цинка снимают с фильтр-пресса (один раз в 1-5 суток) , осадок обжигают и плавят. Для улучшения осаждения в сгуститель подается флокулянт А331. Флокулянт А331Р является полиэлектролитом, по химическому строению это производное полиакриламида, которое способствует флокуляции минеральных частиц водной суспензии и ускоряет процесс сгущения.

По внешнему виду А331Р представляет собой порошок белого цвета почти без запаха. Объемный вес порошка до 600–850 г/л, 0,02 %-ный водный раствор флокулянта готовится в установке приготовления флокулянта и дозируется в сгустители (рис. 1).

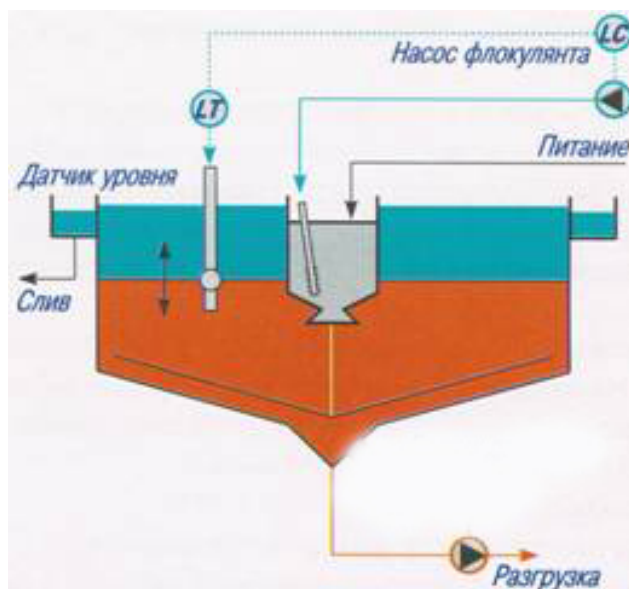


Рисунок 1 – Сгуститель установке Меррилл-Кроу

Принципиальная схема всей установки приведена на рисунке 2.

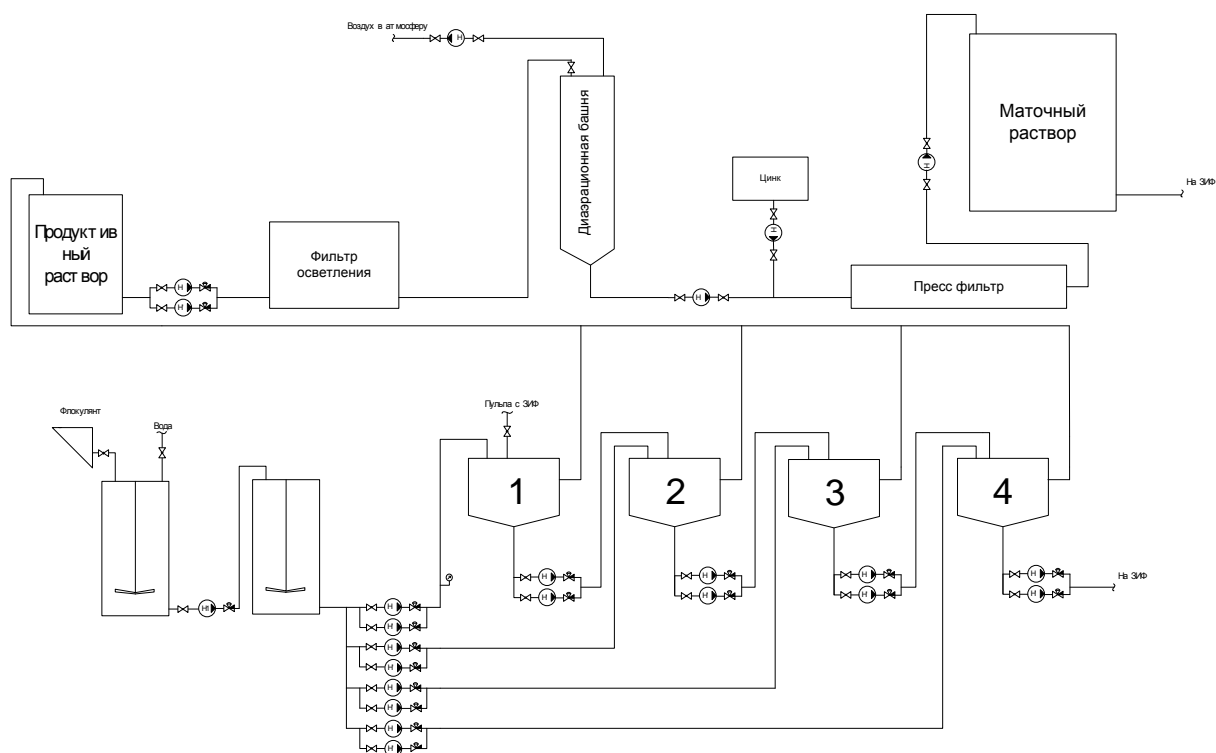


Рисунок 2 – Структурная схема установки Меррилл-Кроу

## 1.2 Обоснование разработки

Необходимость автоматизации участков установки МК продиктованы следующими факторами:

- модернизация систем управления;

- отсутствие системы автоматического поддержания уровня пастели в сгустителях;
- модернизация оборудования;
- увеличение производительности и эффективности установки путем автоматического дозирования флокулянта в сгустителя;
- модернизация оборудования участка приготовления флокулянта;
- обеспечение контроля ключевых технологических параметров, позволяющих фиксировать самое начало развития технологического нарушения и позволяющих своевременно и корректно реагировать, не допуская создания технологической аварийной ситуации.

### **1.3 Техническое задание на разработку**

Техническое задание для выпускной квалификационной работы разработано согласно требованиям ГОСТ 34.602-89 «Техническое задание на создание автоматизированной системы». Техническое задание приведено в Приложение А.

## 2 РАЗРАБОТКА СТРУКТУРНОЙ СХЕМЫ АВТОМАТИЗАЦИИ

Структурная схема согласно ГОСТ 2.702-2011 – это схема, определяющая основные функциональные части системы автоматизации, их назначения и взаимосвязи.

Структурная схема автоматизации предназначена для определения системы контроля и управления ТП данного объекта и установления связей между щитами, пультами управления, агрегатами, рабочим местом оператора.

Структурная схема система управления участка установки Меррилл-Кроу построена на основании анализа контуров регулирования отдельных технологических параметров. Можно выделить 6 контуров управления, такие как:

- 1) контур управления насосами на участке дозирования (КУ1);
- 2) контур управления насосами на участке сгущения (КУ2);
- 3) контур управления насосами на участке приготовления и хранения флокулянта (КУ3);
- 4) контур управления ЗРА участке дозирования (КУ4);
- 5) контур управления ЗРА участке сгущения (КУ5);
- 6) контур управления ЗРА участке приготовления и хранения флокулянта (КУ6).

В КУ1, КУ3 необходимо все время сохранять в работе насосы, путем своевременном переключение на резервный насос в случае отказа основного насоса. Контроль работы насоса осуществляется путем получения сигнала с датчика давления.

В КУ2 необходимо регулировать мощность насосов постели сгустителей, путем изменения частоты на ЧП. В случае превышения уровня в постели в одном из сгустителе, мощность соответствующего насоса должна быть увеличена. В случае отказа основного насоса, резервный насос должен войти в работу без остановки и нарушения технологического процесса.

В КУ4, КУ5, КУ6 необходимо в соответствии с технологическими требованиями обеспечить регулирование клапана подачи воды, флокулянта и своевременно переходить на резерв в случае поломки.

Электрические сигналы с датчиков поступают в ЩАУ на управляющее устройство, после обработки входных сигналов формируются сигналы управления в соответствии с управляющей программой.

Так же на схеме изображен канал связи с SCADA системой. Структурная схема автоматизации изображена на рисунке 3.

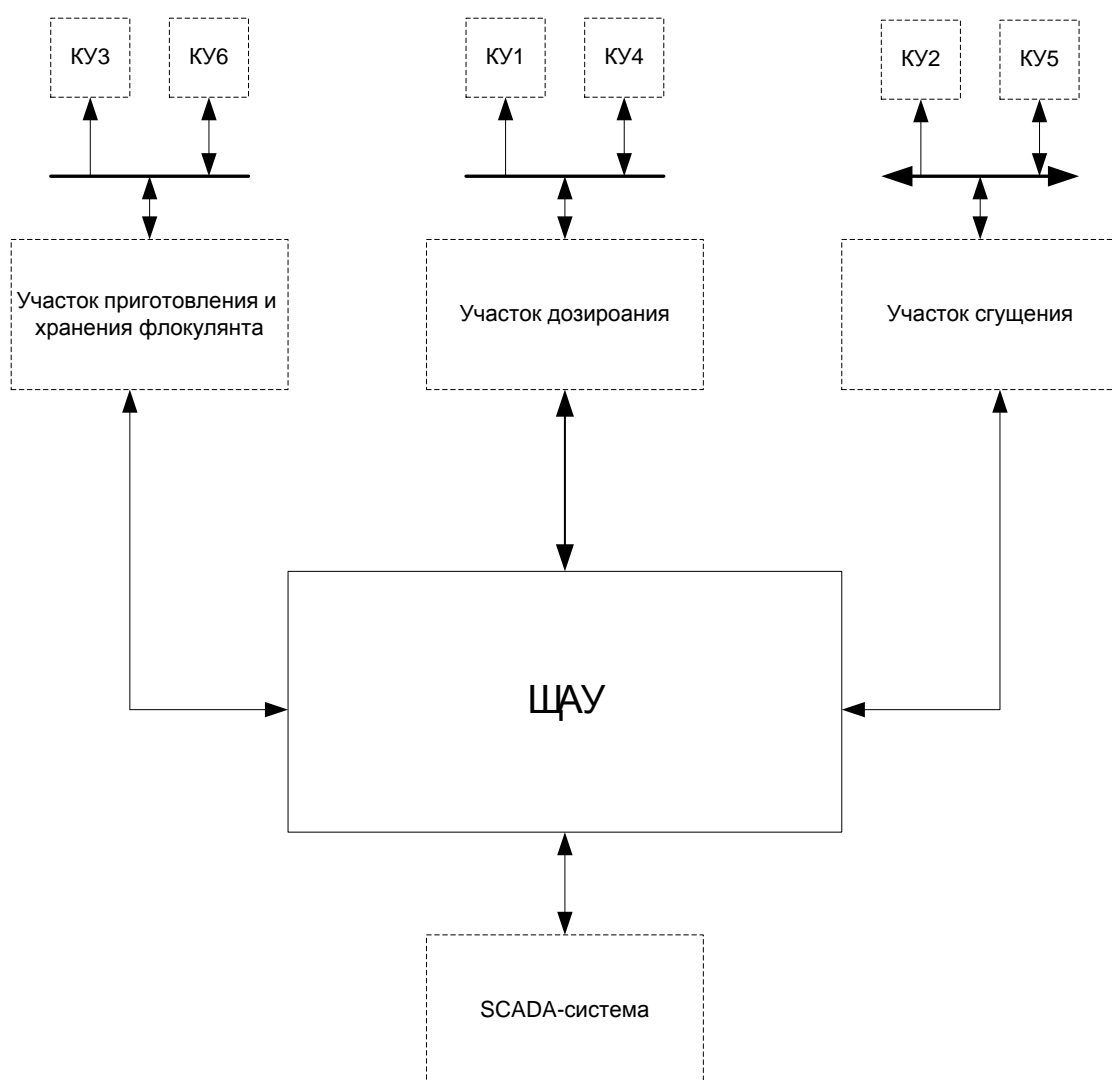


Рисунок 3 – Структурная схема автоматизации



### 3 РАЗРАБОТКА ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ СХЕМЫ АВТОМАТИЗАЦИИ

Функциональная схема автоматизации является одним из основных проектных документов, определяющих функциональную структуру и объем автоматизации технологических установок и отдельных агрегатов промышленного объекта. Схема представляет собой чертеж, на котором схематически условными обозначениями изображены: технологическое оборудование; коммуникации; органы управления и средства автоматизации (приборы, регуляторы, вычислительные устройства) с указанием связей между технологическим оборудованием и элементами автоматики, а также связей между отдельными элементами автоматики.

Вспомогательные устройства, такие как редукторы, фильтры для воздуха, источники питания, соединительные коробки и другие монтажные элементы, на ФСА не показывают [1].

В табл. 1 показаны обозначения устройств на функциональной схеме.

Таблица 1 – Условные обозначения

Обозначение	Наименование
	Магнитный пускатель (контактор)
	Переключатель пакетный
	Измерительный преобразователь для измерения температуры
	Измерительный преобразователь для измерения давления
	Измерительный преобразователь уровня
	Измерительный преобразователь для измерения давления

Во время работы происходит постоянный опрос аналоговых датчиков:

- температуры жидкости в резервуаре приготовления флокулянта, в зависимости от полученных данных принимается решения о работоспособности тэна. Для выполнения технологических требований температура жидкости должна быть 100 °С, допустимая погрешность  $\pm 10$  °С;

- общего уровня в резервуарах, для предотвращения аварийных ситуаций и правильного выполнения рабочей программы, нормальный режим работы при наполнении на 97 %, аварийный режим включается при наполнение на 99 % и более;

- уровня пастели в резервуарах сгущения, контролирование уровня является основной задачей данного проекта, нормальный режим работы при наполнении на 95 %; аварийный режим включается при наполнение на 99 % и более, т.к. емкости находятся на открытом воздухе и подвержены влиянию погодных условий;

- давления в трубопроводах участка дозирования, позволяя своевременно обнаружить неисправность насосов дозирования и программно перейти на резервный насос;

- пневмо-ЗРА. Контроль положения задвижек для визуального контроля оператором и правильного выполнения рабочей программы.

Функциональная схема автоматизации изображена на рисунке 4.



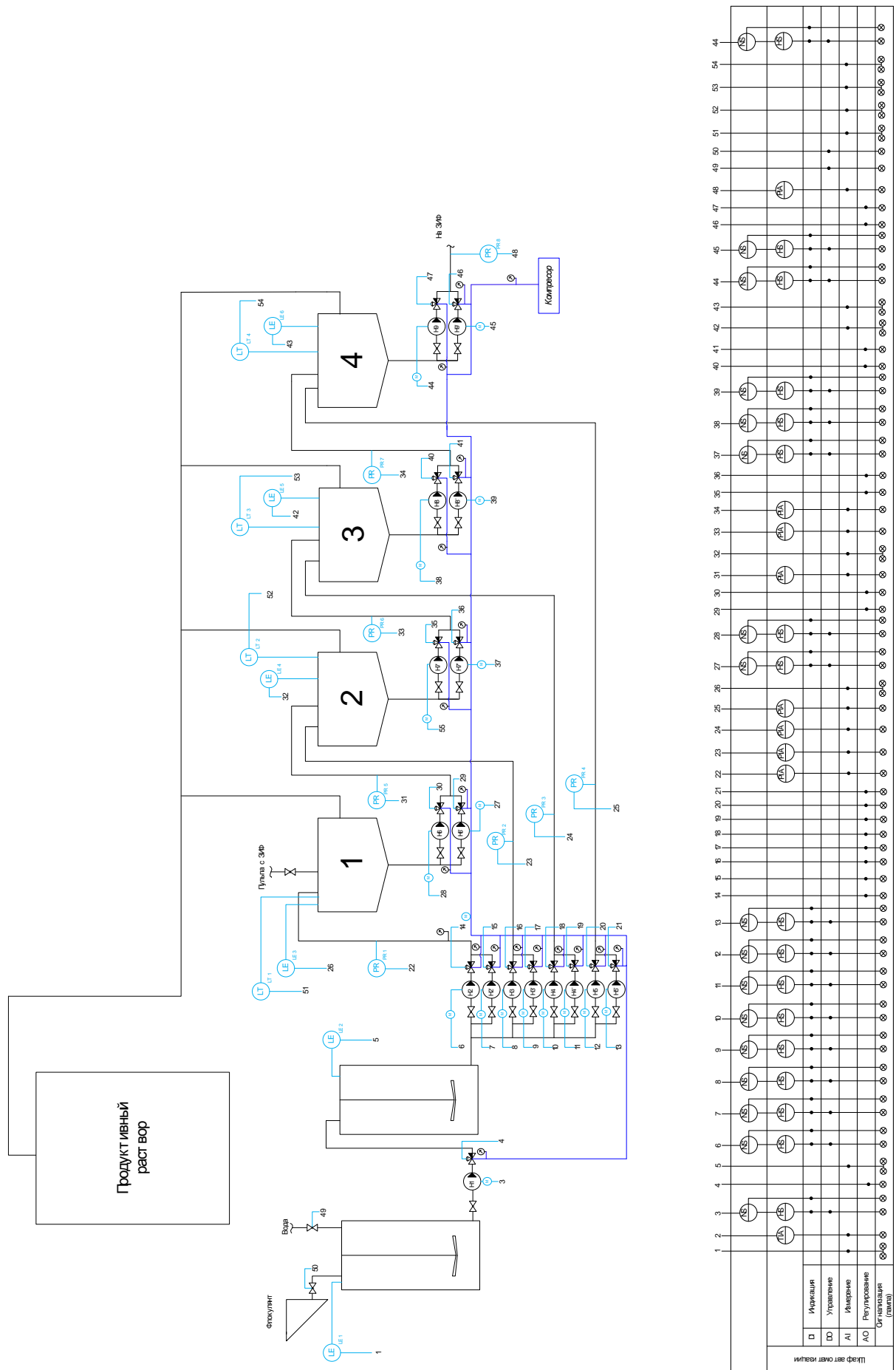


Рисунок 4 – Функциональная схема автоматизации

Предложенная автоматизированная система ТП установки Меррилл-Кроу, является работоспособной только в автоматическом режиме, полноценный ручной режим в данной системе отсутствует.

Для предотвращения аварийной ситуации существует возможность, в ручном режиме осуществлять управления всеми насосами, тем самым регулировать уровень во всех емкостях ТП. Ниже, в таблице 2, приведены назначения всех линий функциональной схемы.

Таблица 2 – Условные обозначения линий функциональной схемы

№	Название
1	2
1	Уровень емкости приготовления флокулянта
2	Температура приготовления флокулянта
3	Насос №1
4	Пневмоклапан №1
5	Уровень емкости хранения флокулянта
6	Насос дозирования № 2
7	Резервный насос дозирования № 2
8	Насос дозирования № 3
9	Резервный насос дозирования № 3
10	Насос дозирования № 4
11	Резервный насос дозирования № 4
12	Насос дозирования № 5
13	Резервный насос дозирования № 5
14	Пневмоклапан № 2
15	Пневмоклапан № 3
16	Пневмоклапан № 4
17	Пневмоклапан № 5

1	2
18	Пневмоклапан № 6
19	Пневмоклапан № 7
20	Пневмоклапан № 8
21	Пневмоклапан № 9
22	Датчик давления на 1 ветке дозирования
23	Датчик давления на 2 ветке дозирования
24	Датчик давления на 3 ветке дозирования
25	Датчик давления на 4 ветке дозирования
26	Уровень емкости сгущения № 1
27	Резервный насос первого сгустителя № 6
28	Насос первого сгустителя № 6
29	Пневмоклапан № 10
30	Пневмоклапан № 11
31	Датчик давления на первой емкости сгущения
32	Уровень емкости сгущения № 1
33	Датчик давления на второй емкости сгущения
34	Датчик давления на третьей емкости сгущения
35	Пневмоклапан № 12
36	Пневмоклапан № 13
37	Резервный насос второго сгустителя № 7
38	Насос третьего сгустителя № 8
39	Резервный насос третьего сгустителя № 8
40	Пневмоклапан № 14
41	Пневмоклапан № 15
42	Уровень емкости сгущения № 3

1	2
43	Уровень емкости сгущения № 4
44	Насос четвертого сгустителя № 9
45	Резервный насос четвертого сгустителя № 9
46	Пневмоклапан № 16
47	Пневмоклапан № 17
48	Датчик давления на четвертой емкости сгущения
49	Электроклапан
50	Шнек
51	Уровень постели сгустителя № 1
52	Уровень постели сгустителя № 2
53	Уровень постели сгустителя № 3
54	Уровень постели сгустителя № 4
55	Насос второго сгустителя № 7

Функциональная схема приведена в приложении В.

## 4 ВЫБОР ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ

### 4.1 Выбор средств измерения параметров

В данном проекте для получения информации об некоторых объектах автоматизации технологического процесса, используют измерительные преобразователи.

Объектом автоматизации является участок установки Меррилл-Кроу, в частности :

- участок приготовления и хранения флокулянта;
- участок сгущения.

Для контроля общего уровня жидкости на данных участках был выбран ультразвуковой уровнемер Prosonic M FMU43.

Prosonic M, предназначен для непрерывного бесконтактного измерения уровня. В зависимости от типа среды датчика диапазон измерений составляет до 15 м в жидкостях и до 7 м в сыпучих продуктах. Обладая функцией линейризации, Prosonic M можно также использовать для измерения расхода в открытых каналах и водосливах. Внешний вид представлен на рисунке 5 [2].

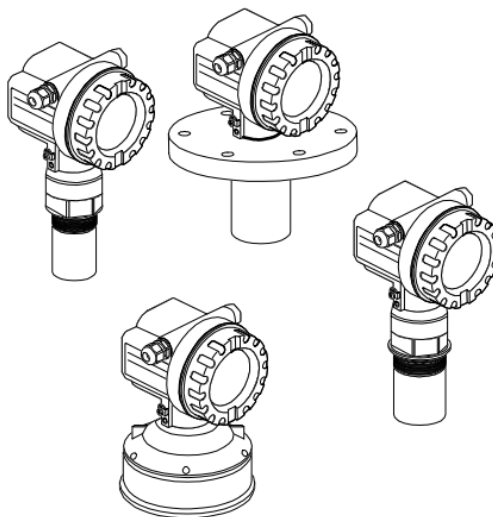


Рисунок 5 – Внешний вид Prosonic M

Для визуального оповещения непосредственно на месте установки в уровнемер вмонтирован жидкокристаллический дисплей (рис. 6).

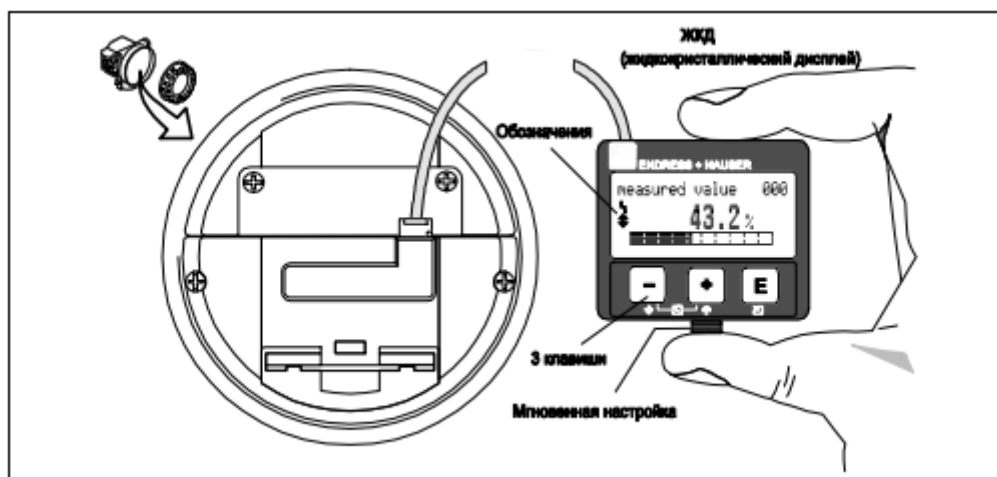


Рисунок 6 - Уровнемер Prosonic M

Технические характеристики Prosonic M FMU 43:

- максимальный диапазон измерения – 15 метров;
- выходной сигнал – 4...20 мА;
- питание – 90 ... 253 В переменного тока;
- потребляемая мощность 600 мВт ... 1 Вт;
- время срабатывания 0,5 с;
- ошибка измерений до 0,2 % от заданного расстояния измерений.

Одним таких ключевых параметров в процессе сгущения является уровень раздела фаз (высота осветленного слоя), при котором обеспечивается кондиционный слив сгустителя.

Для контроля уровня раздела фаз предполагается установка погружных ультразвуковых датчиков SONDAR 3000, производства фирмы IS Technologies Co. Ltd. непосредственно в емкости сгустителей. Использование погружных датчиков позволят регулировать уровень осадочной жидкости и предупреждать нарушения процесса на начальной стадии.

SONDAR 3000 – это развитая ультразвуковая система, реализующая измерение уровня слоя осадочной жидкости в сгустителях и прочих подобных резервуарах при различных технологических процессах (рис. 7).

Уровнемер состоит из микропроцессорного преобразователя, предназначенного для обработки сигналов с датчиков и формирования сигнала со-

общающего уровень постели сгустителя, а также бесконтактного ультразвукового датчика.

Предусмотрены различные варианты комплектации, в том числе для установки на подвижный мост (ферму) сгустителя с периферическим приводом и беспроводной передачей данных, а также для установки на осветлители с вращающимся скиммером для удаления пены с поверхности. При необходимости SONDAR 3000 оборудуется водяным или воздушным устройством очистки погружного датчика [3].



Рисунок 7 – Уровнемер постели SONDAR 3000

Характеристики Уровнемер постели SONDAR 3000:

- максимальный диапазон измерения – 10 метров;
- минимальный диапазон измерения – 0,5 метров;
- выходной сигнал – 4...20 мА;
- питание – 90 ... 260 В переменного тока;
- время срабатывания 0,2 с;
- ошибка измерений до 1 % от заданного расстояния измерений.

Клеммная таблица подключения двух уровнемеров зависит от выбранной комплектации, но в целом идентична (рис. 8).

Уровнемер							
Питание		Тестовые				СЦТ	
1	2		3	4		5	6
+	-					L+	L-

Рисунок 8 – Клеммная таблица подключения уровнемера

Для контроля работоспособности насосов установленных на рассматриваемых участках установки Меррилл-Кроу были установлены преобразователи давления Метран 150 (рис. 9). Взрывозащищенные датчики предназначены для установки и работы во взрывоопасных зонах помещений и наружных установок согласно нормативным документам, регламентирующим применение электрооборудования во взрывоопасных условиях.



Рисунок 9 – Метран 150

Характеристики Метран 150:

- выходной сигнал постоянного тока 4...20 мА;
- диапазон рабочих температур измеряемой среды -40 ...100 °С;
- напряжение питания 12...36 В, постоянного тока;
- потребляемая мощность 0,8 Вт;
- диапазон рабочих температур окружающего воздуха -40...80 °С.

Клеммная таблица подключения преобразователя давления указана на рисунке 10.

Метран150				
Питание 12- 36V		СЦТ		
1	2		5	6
+	-		L+	L-

Рисунок 10 - Клеммная таблица подключения ПД100



## 4.2 Выбор силового оборудования

Для организации перекачивания в емкость хранения и дозирования флокулянта в емкости сгущения был выбран насос CM 150-125-315/4 (рис. 11). Для подачи флокулянта нам понадобится 8 насосов, четыре основных и четыре для холодного резерва.



Рисунок 11 – насос дозирования

Насосы типа CM 150-125-315/4 - центробежные, горизонтальные, консольные, одноступенчатые предназначены для перекачивания бытовых и промышленных загрязненных жидкостей с водородным показателем pH от 2 до 13, плотностью до 1100 кг/м<sup>3</sup>, температурой до 363 К (до 90 °С), с содержанием различных неабразивных взвешенных веществ, в том числе древесно-волоконистых полуфабрикатов, концентрацией до 2% по весу, абразивных взвешенных веществ не более 1 % по объему, размером до 5 мм микротвердостью не более 9000 МПа [4].

Характеристики насоса CM 150-125-315/4:

- производительность, 200 м<sup>3</sup>/ч;
- напор, 32 м;
- частота вращения, 1450 об/мин;
- потребляемая мощность, 29 кВт.

Схема подключения трехфазного двигателя насоса на рисунке 12.

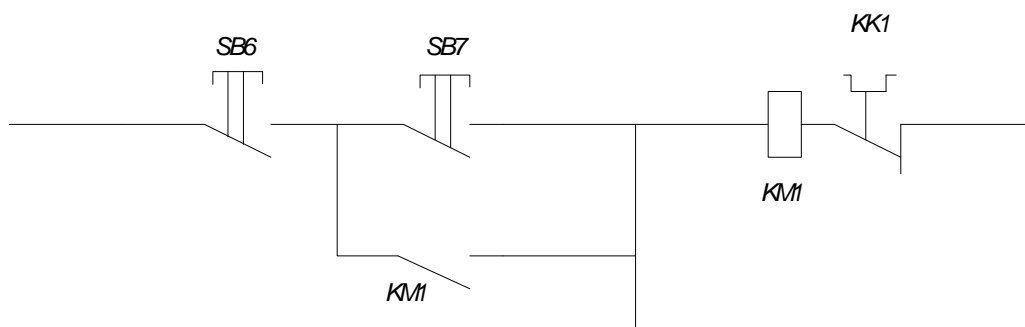


Рисунок 12 – Схема подключения насоса

Исходя из того, что насосы все время работают в номинальном режиме, управление дозированием ложится на пневмо-ЗРА. Для регулирования дозирования флокулянта установлены пневмо-ЗРА фирмы VALMA (рис. 13).

Уплотнения корпуса клапана выполнены из PTFE, а уплотнения пневмопривода из PTFE и HNBR (гидрированная нитрил-бутадиеновая резина), что позволяет клапану работать с такими средами, как пар и перегретая вода (до 180 °С), и при температуре окружающей среды от минус 40 до + 65 °С.



Рисунок 13 – Пневмо-ЗРА VALMA

Самые важные компоненты клапана проходят антикоррозионную обработку, вал-шестерня изготовлен из никелированного стального сплава, а корпус пневмопривода и его поршни - из твердо анодированного сплава алюминия. Торцевые заглушки корпуса пневмопривода из литого алюминия имеют специальное порошковое напыление.

Характеристики пневмо-ЗРА VALMA:

- наименование BAV-2W-080-TH2-S4-DA;
- температура – 20 ...+ 180 °С;
- расход 576 м<sup>3</sup>/ч;
- максимальное давление 10 бар;
- материал корпуса и шара AISI 304.

На участке сгущения все время необходимо откачивать нижний, осадочный слой, т.к его состав содержит множество тяжелых металлов, химических реагентов. Для решения этой задачи необходимо установить насос, способный работать в данных условиях.

Шламовые насосы Warman (рис. 14) применяется для гидравлической транспортировки высоко абразивных материалов в самых тяжелых условиях эксплуатации. Агрегаты электронасосные на основе шламовых насосов Warman проектируются по специальному техническому заданию заказчика и следовательно наиболее полно и оптимально отвечают его потребностям. Конструкция шламового насоса Warman вобрала в себя опыт долгих лет промышленной эксплуатации и множества усовершенствований и поэтому шламовый насос Warman является насосом с самой минимальной эксплуатационной стоимостью. Шламовые насосы Warman имеют самый широкий выбор износостойких материалов из которых изготавливаются детали проточной части. Подбор оптимального материала шламового насоса Warman в зависимости от условий эксплуатации дает максимальную эффективность и наименьшие затраты [5].

Характеристики насоса Warman:

- типоразмер насоса 6/4D-АН;
- максимальная мощность привода 65 кВт;
- подача, 360 м<sup>3</sup>/ч;
- частота вращения 800 – 1550 об/мин;
- диаметр рабочего колеса 365 мм.



Рисунок 14 – Насос Warman

Подключение насосов Warman осуществляется через преобразователь частоты Hyundai N700V-900HF для регулирования объема откачивания осадочного слоя сгустителя (рис. 15).

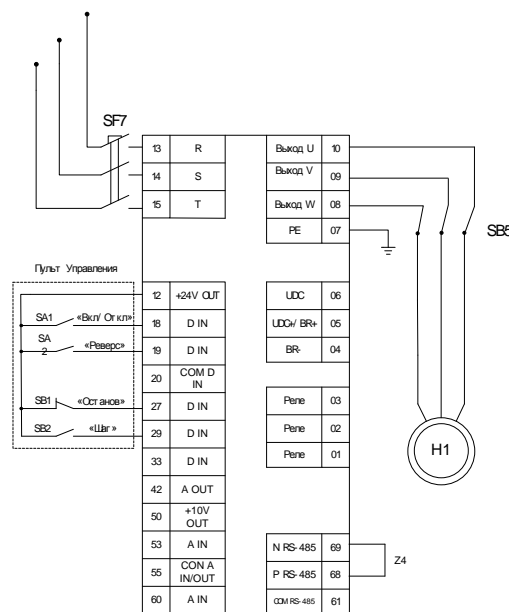


Рисунок 15 – Подключения насоса Warman через ПЧ

### 4.3 Выбор коммутационного оборудования

Для запуска, остановка и реверса насоса CM 150-125-315/4 установим магнитный пускатель ПМЛ4160МБ (рис. 16) [6].

Контакторы и магнитные пускатели предназначены для применения в стационарных установках для дистанционного пуска непосредственным подключением к сети, остановки и реверсирования трехфазных асинхронных

электродвигателей с короткозамкнутым ротором переменного тока частоты 50 и 60 Гц.

Характеристика ПМЛ4160МБ:

- номинальный ток главной цепи, 63 А;
- номинальное напряжение втягивающей катушки, 380 В, 50 Гц;
- максимальная частота включений без нагрузки с нагрузкой, включений в час 3600/1200;
- крепление на стандартную рейку: DIN - 75 мм.



Рисунок 16 - Магнитный пускатель ПМЛ4160МБ

Для управления пневмо-ЗРА, установим на пневмопривод позиционер (рисунок 17), с его помощью осуществляется регулирование клапаном.

Позиционеры серий Р и Е, предназначены для использования с линейными и поворотными клапанами. Позиционер Е применяется для точного регулирования хода клапана с помощью сжатого воздуха на основе входного сигнала 4 - 20 мА. Позиционер Р применяется для точного регулирования хода клапана с помощью сжатого воздуха на основе входного сигнала 0,2 – 1,0 Бар.

Характеристики позиционеров:

- отсутствие резонанса при функционировании позиционера в диапазоне 5 - 200 Гц;

- осуществление контроля с 1/2 разделением без каких-либо дополнительных переходников;
- простые процедуры установки нуля и диапазона;
- простой переход с обратного действия на прямое действие и наоборот;
- простой переход от привода с пружинным возвратом к приводу двустороннего действия, и наоборот;
- быстрое соединение обратной связи и соответствие стандарту ISO 5211 или Namur;
- быстрая и точная реакция;
- малый расход воздуха;
- эффективная защита против пульсаций за счёт использования выходной диафрагмы в приводе небольшого размера;
- простой монтаж соединений воздушных трубок в любом направлении;
- беспроводное исполнение позиционеров [7].



Рисунок – 17 Позиционер серии E

Характеристики позиционеров серий P и E на рисунке 18.

Модель	Е	Р
Входной сигнал	4-20 mADC	0.2~1 kgf/cm 2 (3~15 psi)
Сопротивление	250±15Ω	/
Давление	1.4~7 Бар	1.4~7 Бар
Рабочий ход	0°-90° (R), 10-150 мм (L)	0°-90° (R), 10-150 мм (L)
Присоединение воздуха	G1/4	PT1/4
Присоединение манометра	G1/8	PT1/8
Электрическое присоединение	G1/2	/
Взрывозащита	нет	/
IP	IP66	IP66
Окружающая температура	-20°C ~ 70°C	-20°C ~ 70°C
Линейность	±1.5%	±1.5%
Гистерезис	1.5%	1.5%
Чувствительность	0.4%	0.4%
Расход	80 Нл/мин (P=1.4 Бар)	80 Нл/мин (P=1.4 Бар)
Материалы	Алюминиевый сплав	Алюминиевый сплав
Вес	2.7 кг / 2.8 кг	1.7 кг

Рисунок 18 - Характеристики позиционера серии Е и Р

На рисунке 19 изображена схема подключения внутри корпуса.

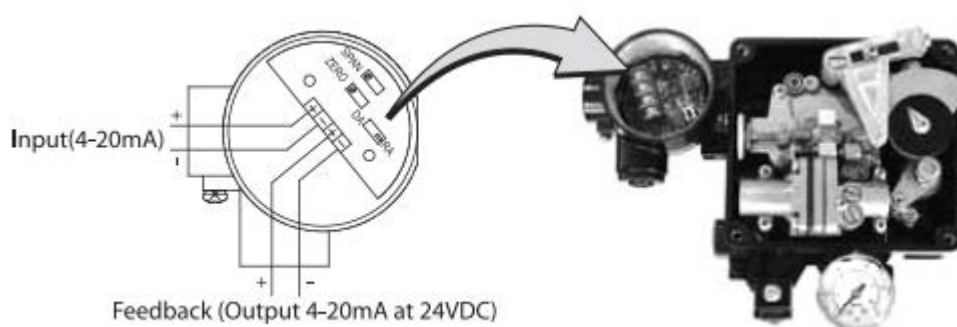


Рисунок 19 - Схема подключения

#### 4.4 Выбор управляющих устройств

Для управления частью установки Меррилл Кроу, планируется спроектировать систему из управляющих устройств со своим сервером и возможностью двухсторонней связи с SCADA системой.

Управление будет осуществляться с помощью ПЛК и модулей расширения, это позволит реализовать:

- расчет и вывод необходимых технологических команд;
- повышение безопасности системы АСУТП;
- возможность сохранения информации о ходе технологического процесса для построения технико-экономических характеристик.

Для наглядности после рассмотрения управляющих устройств, составим структурную схему управляющих устройств.

Выберем контроллер фирмы Овен ПЛК 160.

Контроллер предназначен для:

- измерения аналоговых сигналов тока или напряжения и преобразования их к выбранной пользователем физической величине;
- измерения дискретных входных сигналов;
- управление дискретными (релейными) выходами;
- управление аналоговыми выходами;
- прием и передачу данных по интерфейсам RS-485, RS-232, Ethernet;
- выполнение пользовательской программы по анализу результатов измерения дискретных и аналоговых входов, управления дискретными входами и выходами, передачи и приему данных по интерфейсам RS-485, RS-232, Ethernet.

Контроллер может применяться для создания систем автоматизированного управления технологическим оборудованием в энергетике, на транспорте, в т.ч. железнодорожном, в различных областях промышленности, жилищно-коммунального и сельского хозяйства.

Контроллер может быть применен на промышленных объектах. Логика работы контроллера определяется потребителем в процессе программирования контроллера. Программирование осуществляется с помощью программного обеспечения CoDeSys 2.3 (версии 2.3.9.9). При этом поддерживаются все языки программирования, указанные в МЭК 61131-3 [8].

В таблице 3 приведены характеристики контроллера ПЛК 160.

Таблица 3 – Технические характеристики ПЛК160

Параметр	Значение
1	2
Напряжение питания, В	от 22 до 28 постоянного тока (номинальное 24 В) от 90 до 264 переменного тока (номинальное 110/220 В) частотой от 47 до 63 Гц (номинальное значение 50 Гц)



1	2
Параметры встроенного источника питания	Выходное напряжение $24 \pm 3$ В, ток потребления не более 400 мА
Количество дискретных входов	16
Напряжение питания дискретных входов, В	24±3
Количество аналоговых входов	12
Количество аналоговых выходов	4

На рисунке 20 показано расположение контактов для подключения внешних цепей

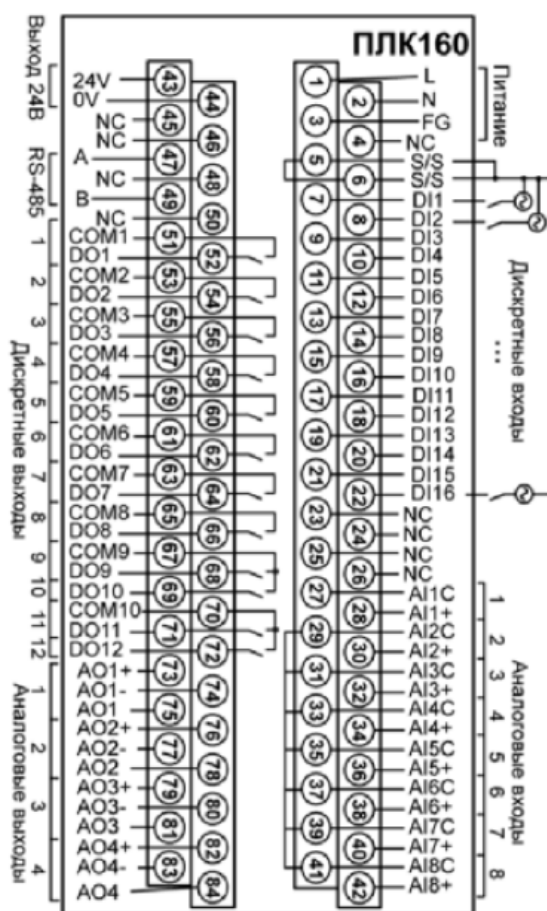


Рисунок 20 – Схема расположения контактов

Для увеличения контактов системы ввода вывода центрального процессора, выберем модуль аналогово ввода-вывода МУ110-8И и МУ110-8А.

Модуль МУ110-8И изображен на рисунке 21.



Рисунок 21 – Модуль МУ110-8И

Характеристика модуля ОВЕН МУ110-8И приведена в таблице 4.

Таблица 4 - Характеристика модуля МУ110-8И

Параметр	Значение
Питание	90...264 В переменного тока (номинальное напряжение 220 В) частотой 47...63 Гц
Количество аналоговых выходных элементов	8
Интерфейс связи с компьютером	RS-485

Прибор эксплуатируется при следующих условиях:

- закрытые взрывобезопасные помещения без агрессивных паров и газов;
- температура окружающего воздуха от минус 10 до +55 °С;
- верхний предел относительной влажности воздуха 80 % при 25 °С и более низких температурах без конденсации влаги;
- атмосферное давление от 86 до 106,7 кПа.

По устойчивости к климатическим воздействиям при эксплуатации прибор соответствует группе исполнения В4 по ГОСТ 12997-84.

По устойчивости к воздействию атмосферного давления прибор относится к группе Р1 по ГОСТ 12997-84.

По устойчивости к механическим воздействиям при эксплуатации прибор соответствует группе исполнения N1 по ГОСТ 12997-84 [9].

Модуль ОВЕН МУ110-8А аналогичен МУ110-8И, только имеет аналоговые входы.

Для более эффективной, быстродействующей работы системы, установим ПЛК 323 (рис. 22), который будет выполнять функции сервера, а именно выполнять опрос/передачу ПЛК на всех участках установки и отправлять/получать данные в SCADA систему.



Рисунок 22 – ПЛК 323

Характеристика модуля ПЛК323 приведена в таблице 5.

Таблица 5 - Характеристика ПЛК 323

Параметр	Значение
Питание	~90...264 В (номинальное значение 110/230 В) частотой 47...63 Гц
Интерфейсы связи	Ethernet, RS-232, RS-485, SM/GPRS
Степень защиты корпуса	IP20 со стороны передней панели, IP00 со стороны клемм
Потребляемая мощность, не более	15 Вт

После описания всех управляющих устройств, для наглядности составим структурную схему, на которой отразим все устройства управления и связи между ними (рис. 23).

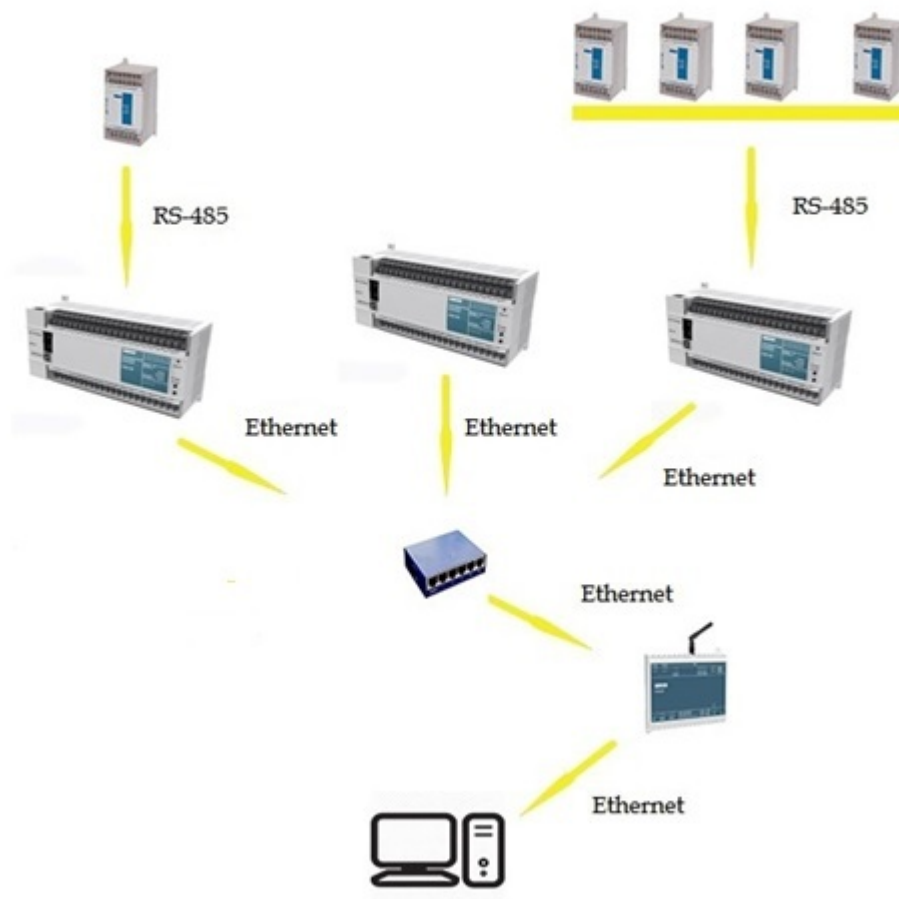


Рисунок 23 – Структурная схема управляющих устройств

## 5 РАЗРАБОТКА ПРИНЦИПИАЛЬНОЙ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ СХЕМЫ

В соответствии с ГОСТ 2.702-2011, ГОСТ 2.709-89, ГОСТ 2.710-81, ГОСТ 2.721-74 была разработана принципиальная электрическая схема.

Схема была разделена на две составляющие части:

- 1) электрическое оборудование участка установки Меррилл-Кроу;
- 2) подключение силового оборудования участка установки Меррилл-Кроу.

Принципиальная электрическая схема приведена в приложении Г.

### 5.1 Разработка электрической схемы

На принципиальной схеме изображают все электрические элементы или устройства, необходимые для выполнения и контроля в установке заданных электрических процессов, все электрические связи между ними, а также электрические элементы (соединители, зажимы и т. п.), которыми заканчиваются входные и выходные цепи.

Проектирование электрической схемы будем производить с учетом выбранных выше устройств и функциональной схемы автоматизации.

Принципиальная электрическая схема силового оборудования участка установки Меррилл-Кроу изображена на рисунке 24.

На рисунке 24 использованы следующие обозначения:

Н1 – насос № 1;

Н2 – насос № 2;

Н2' – резервный насос № 2;

Н3 – насос № 3;

Н3' – резервный насос № 3;

Н4 – насос № 4;

Н4' – резервный насос № 4;

Н5 – насос № 5;

Н5' – резервный насос № 5;

Н6 – насос № 6;

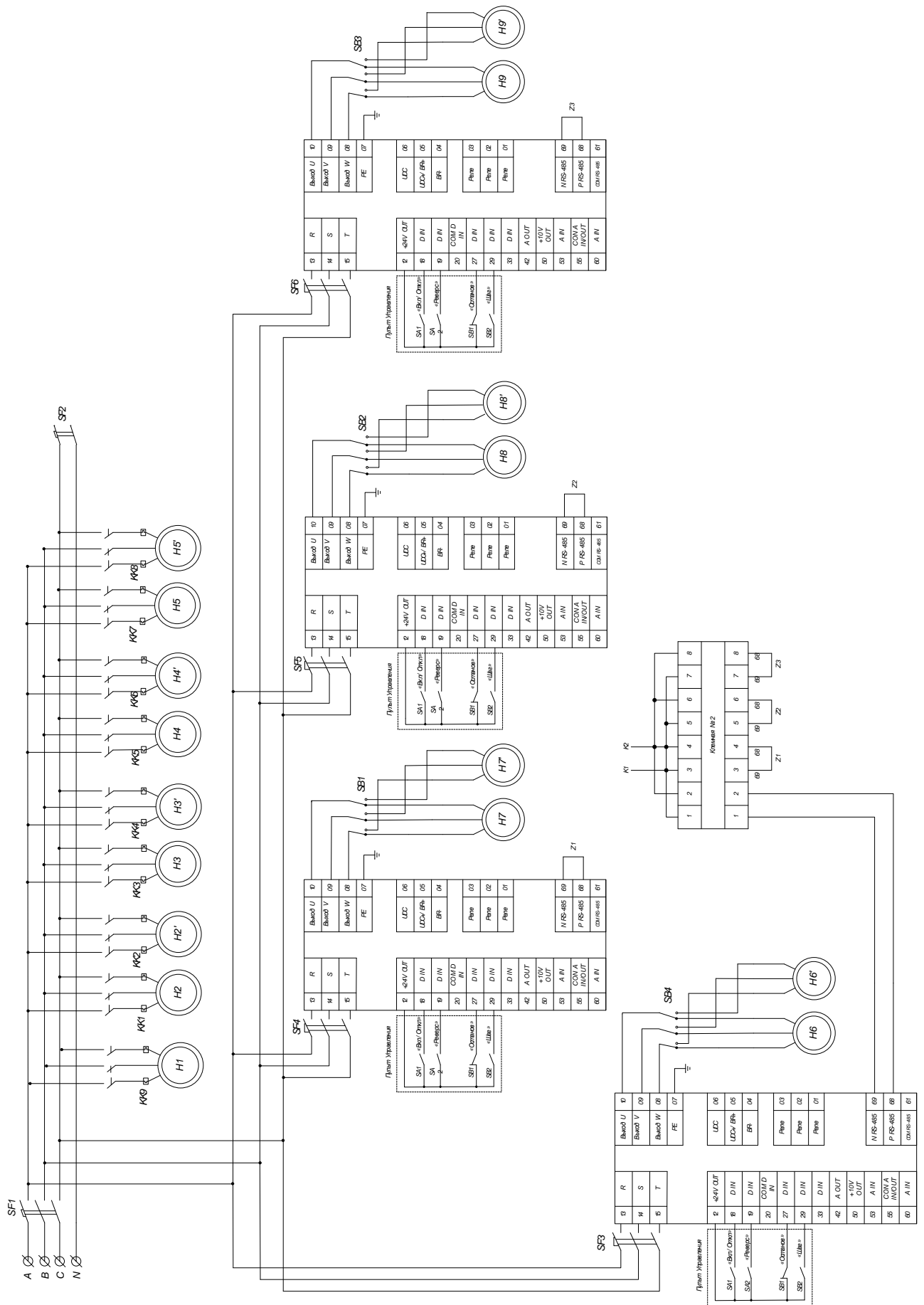


Рисунок 24 - Электрическая схема силового оборудования

Н6' – резервный насос № 6;

Н7 – насос № 7;

Н7' – резервный насос № 7;

Н8 – насос № 8;

Н8' – резервный насос № 8;

SB - кнопка;

SF - автоматический выключатель.

Питание силового оборудования и ПЧ осуществляется от сети 380 В.

Принципиальная электрическая схема участков установки Меррилл-Кроу изображена на рисунке 25.

На рисунке 25 использованы следующие обозначения:

SB - кнопка;

КК1-КК8 - магнитные пускатели насосов на участке дозирования ;

– \_#d, (2) – оборудование установленное на участке дозирования;

– \_#d' – резервное оборудование установленное на участке дозирования;

– \_#с , (3)– оборудование установленное на участке сгущения;

– \_#с' – резервное оборудование установленное на участке сгущения;

– 1) управляющее устройство установленное на участке приготовления и хранения флокулянта;

– 2) управляющее устройство установленное на участке дозирования;

– 3) управляющее устройство установленное на участке сгущения.

Питание силового управляющего оборудования осуществляется от сети 220 В. Питание датчиков осуществляется от БП или ПЛК 24В.

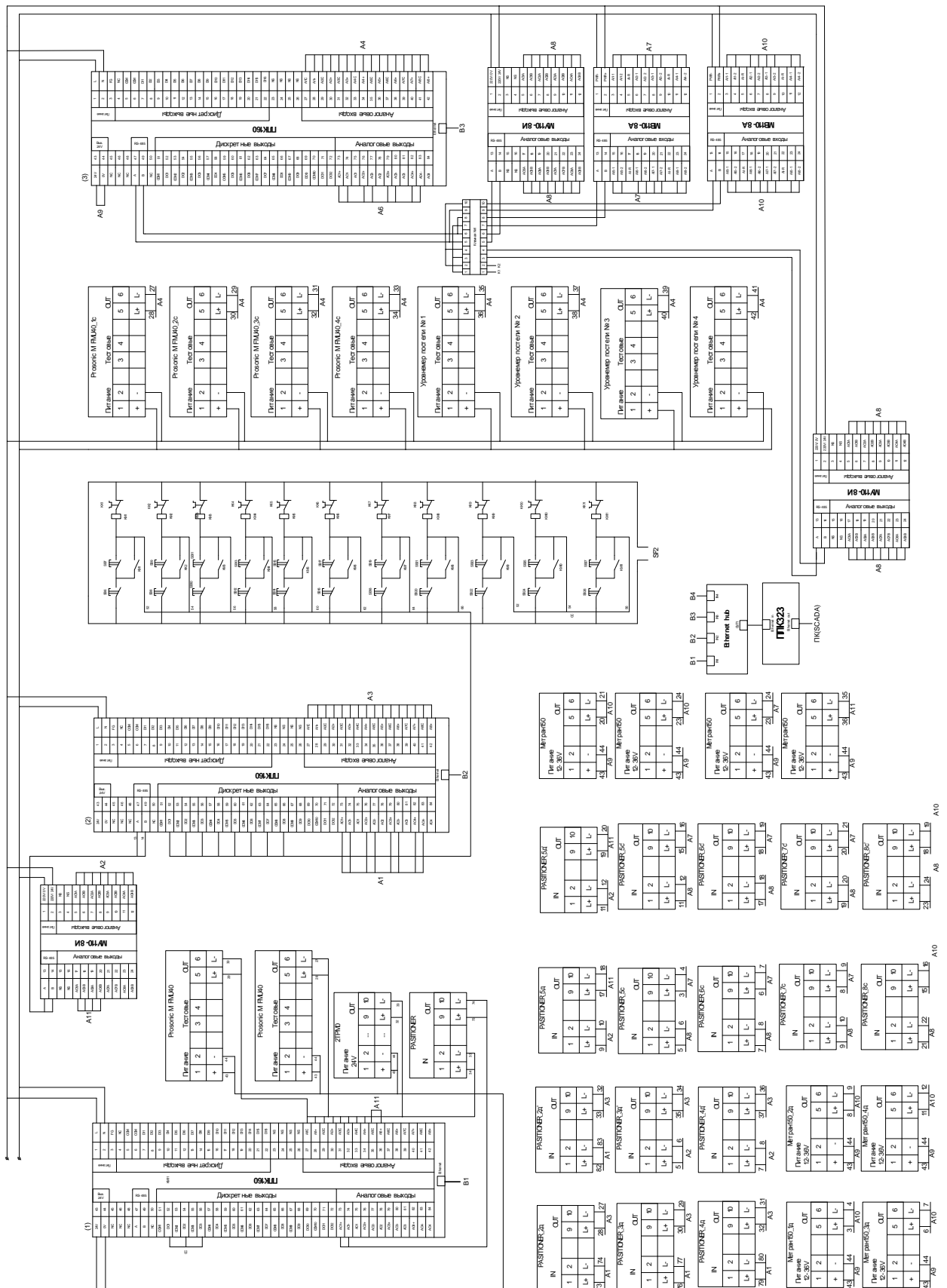


Рисунок 25 – Принципиальная электрическая схема



## 6 КОМПОНОВКА МАЛОГАБАРИТНОГО ЩИТА АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ

В данной ВКР в соответствии с ОСТ 36.13-90, РМ 3-82-90 и РМ 4-51-90, был скомпонован щит автоматического управления, приложение Д.

Настоящий стандарт ОСТ 36.13-90 распространяется на щиты, штативы, пульта и вспомогательные элементы к ним (в дальнейшем именуемые изделиями), предназначенные для применения в системах автоматизации технологических процессов в качестве устройств, на которых устанавливаются электрические, пневматические и гидравлические приборы и аппараты контроля, управления, регулирования и питания.

Поясняющие надписи под приборами и аппаратами должны быть четкими и контрастными, выполняться черным цветом в рамках на бумаге, пленке или другой основе белого фона. Поясняющие надписи в табло должны быть четкими и контрастными, выполняться на пленке или другой прозрачной основе. При этом должны обеспечиваться аккуратность, читаемость и сохраняемость надписей в заданных условиях эксплуатации, транспортировании и хранения. Надписи под аппаратами внутри щитов разрешается выполнять краской.

Электрические соединения между установленными в изделиях аппаратами, приборами и сборками контактных зажимов, должны выполняться изолированными проводами с медными жилами, прокладываемыми открыто жгутами или в пластмассовых коробах. Сращивание проводов из 2-х и более кусков не допускается.

Рабочее напряжение электрических цепей изделия не должно превышать номинальное напряжение проводов, используемых при монтаже электрических проводок. Концы проводов и сборки контактных зажимов должны иметь маркировку, соответствующую проектно-нормативной документации. Допускается для коротких, отчетливо просматриваемых проводов наносить маркировку с одного конца провода. Провода

должны прокладываться таким образом, чтобы не затруднять свободный доступ, к устройством и их выводам.

Приступая к компоновке щитов и пультов управления необходимо учитывать, что компоновка щитов и пультов является одним из этапов проектирования системы контроля и управления. По этому предварительно ведется разработка схем автоматизации, являющихся одним из основных технических документов в проектах автоматизации, определяющих назначение и функции, выполняемые системами контроля, регулирования и управления, а также оснащение их приборами и средствами автоматизации [10].

### 6.1 Компоновка ЩАУ

В соответствии с правилами компоновки щитов, выбранной аппаратуры и разработанной принципиальной схемой был скомпонован ЩАУ. На рисунке 26 показан вид внутри.

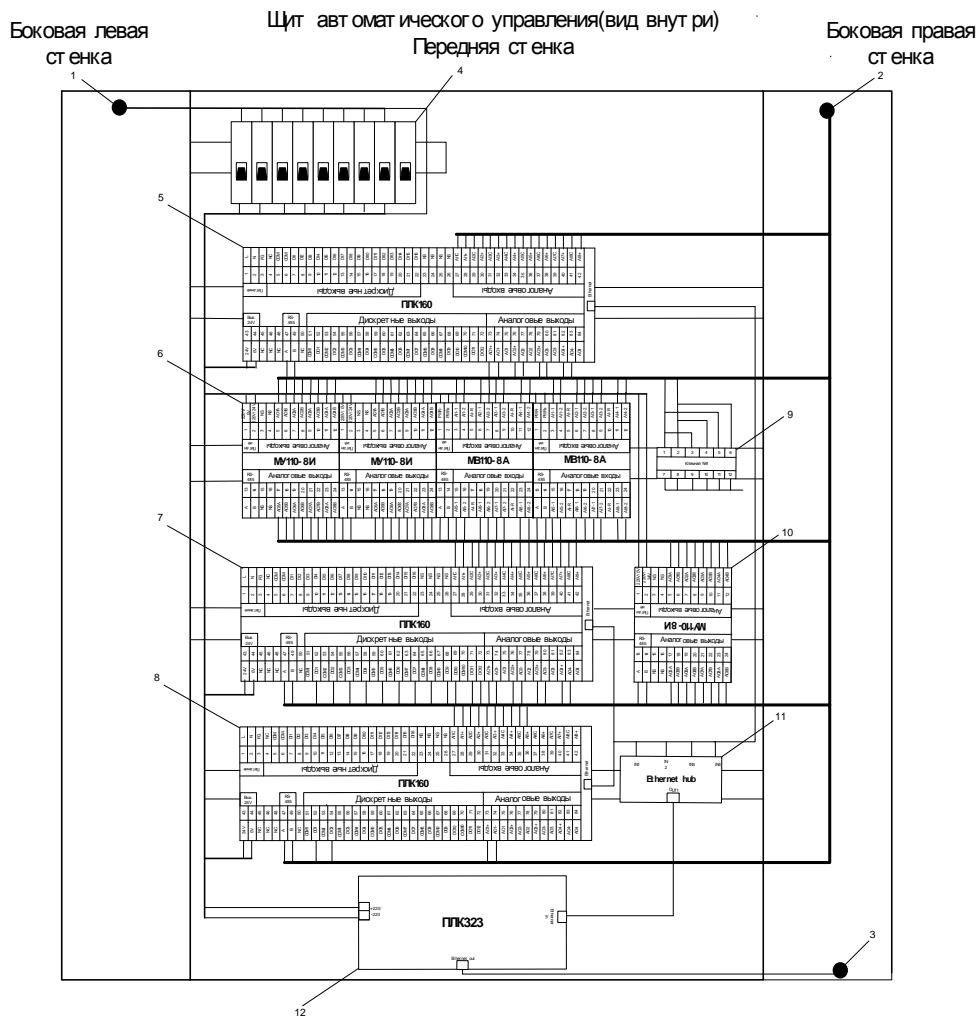


Рисунок 26 – ЩАУ вид внутри

На рисунке 26 использованы следующие обозначения:

- 1 – кабель питания;
- 2 – связка кабеля (управления);
- 3 – кабель к SCADA-системе;
- 4 – автоматический выключатель;
- 5 – ПЛК160 (участок сгущения);
- 6 – модули расширения MB110-8A/MY110-8И (участок сгущения);
- 7 – ПЛК160 (участок дозирования);
- 8 – ПЛК160 (участка приготовления и хранения флокулянта);
- 9 – клемная коробка;
- 10 – модуль расширения МУ110-8И (участка дозирования);
- 11 – Ethernet hub;
- 12 – ПЛК323 .

Схема компоновки ЩАУ приведена в приложении Д.

## 7 ПРОГРАММНАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ

### 7.1 Разработка полного алгоритма программы

Данный пункт ВКР посвящен разработке полного алгоритма управления ЭК АПК-2, в соответствии с ГОСТ19.701-90 [11].

Программа считывает следующие параметры:

- уровень во всех резервуарах рассматриваемых участков установки;
- уровень раздела фаз (постели) в четырех сгустителях;
- давления во всех линиях трубопровода;
- процент открытия всех пневмо-ЗРА.

Программа должна реализовывать следующие функции пневмо-ЗРА:

- в зависимости от уровня осадочной жидкости увеличивать или уменьшать процент открытия ЗРА (пропорциональный закон регулирования);
- в случае отказа или повреждении насоса ЗРА должна «отрезать» его от общей системы;
- обеспечивать подачу воды и флокулянта не нарушая технологического процесса.

Программа должна реализовывать следующие функции насосов:

- обеспечивать дозирование флокулянта в сгустителя;
- обеспечить откачку осадочного слоя из сгустителя;
- обеспечить перекачку готового флокулянта в емкость хранения;
- если давление на работающем насос, через 10 секунд с момента его запуска, меньше 1,5 бар отключить его, подать сигнал «внимание» и запустить резервный насос. Если давление на резервном насосе, через 10 секунд с момента его запуска, меньше 1,5 бар отключить его и подать сигнал «аварии» (участок дозирования);
- если давление на работающем насос, через 10 секунд с момента его запуска, меньше 3 бар отключить его, подать сигнал «внимание» и запустить резервный насос. Если давление на резервном насосе, через 10 секунд с мо-

мента его запуска, меньше 3 бар отключить его и подать сигнал «аварии» (участок сгущения);

– в зависимости от уровня осадочной жидкости в емкостях сгущения, увеличивать или уменьшать мощность откачивающих насосов каждые 2 минуты на 5 Гц.

В соответствии, с выше изложенными условиями был разработан полный алгоритм программы, представленный в Приложении Е.

## 7.2 Разработка управляющей программы

В программе было использовано множество входных и выходных переменных, для удобства они были разбиты на группы, таблицы 6-7.

Таблица 6 – Перечень аналоговых сигналов

Наименование	Описание	Единицы Измерения	Предел Измерения	Тип Сигнала
1	2	3	4	5
Ur1p	Уровень раздела фаз 1 емкости сгущения	%	0-100	(4-20) мА
Ur2p	Уровень раздела фаз 2 емкости сгущения	%	0-100	(4-20) мА
Ur3p	Уровень раздела фаз 3 емкости сгущения	%	0-100	(4-20) мА
Ur4p	Уровень раздела фаз 4 емкости сгущения	%	0-100	(4-20) мА

Продолжение таблицы 6

1	2	3	4	5
Sh2	Пневмо-ЗРА на 2м насосе	%	0-100	(4-20) мА
Sh2r	Пневмо-ЗРА на 2м резервном насосе	%	0-100	(4-20) мА
Sh3	Пневмо-ЗРА на 3м насосе	%	0-100	(4-20) мА
Sh3r	Пневмо-ЗРА на 3м резервном насосе	%	0-100	(4-20) мА
Sh4	Пневмо-ЗРА на 4м насосе	%	0-100	(4-20) мА
Sh4r	Пневмо-ЗРА на 4м резервном насосе	%	0-100	(4-20) мА
Sh5	Пневмо-ЗРА на 5м насосе	%	0-100	(4-20) мА
Sh5r	Пневмо-ЗРА на 5м резервном насосе	%	0-100	(4-20) мА
H1	Мощность 6 на- соса	Гц	0-50	(4-20) мА
H1r:	Мощность 6 ре- зервного насоса	Гц	0-50	(4-20) мА
H2	Мощность 7 на- соса	Гц	0-50	(4-20) мА
H3r	Мощность 8 на- соса	Гц	0-50	(4-20) мА

Продолжение таблицы 6

1	2	3	4	5
Н2r:	Мощность 7 резервного насоса	Гц	0-50	(4-20) мА
Н3r:	Мощность 8 резервного насоса	Гц	0-50	(4-20) мА
Н4	Мощность 9 насоса	Гц	0-50	(4-20) мА
Н4r	Мощность 9 резервного насоса	Гц	0-50	(4-20) мА
D2	Давление 2 насоса	бар	0-100	(4-20) мА
D22	Давление 2 резервного насоса	бар	0-100	(4-20) мА
D3	Давление 3 насоса	бар	0-100	(4-20) мА
D33	Давление 3 резервного насоса	бар	0-100	(4-20) мА
D4	Давление 4 насоса	бар	0-100	(4-20) мА
D44	Давление 4 резервного насоса	бар	0-100	(4-20) мА
D55	Давление 5 резервного насоса	бар	0-100	(4-20) мА
D5	Давление 5 насоса	бар	0-100	(4-20) мА
D6	Давление 6 насоса	бар	0-100	(4-20) мА

Продолжение таблицы 6

1	2	3	4	5
D66	Давление 6 резервного насоса	бар	0-100	(4-20) мА
D7	Давление 7 насоса	бар	0-100	(4-20) мА
D77	Давление 7 резервного насоса	бар	0-100	(4-20) мА
D8	Давление 8 насоса	бар	0-100	(4-20) мА
D88	Давление 8 резервного насоса	бар	0-100	(4-20) мА
D9	Давление 9 насоса	бар	0-100	(4-20) мА
D99	Давление 9 резервного насоса	бар	0-100	(4-20) мА

Таблица 7 – Перечень дискретных сигналов

Название	Описание
1	2
Nasos1	Насос 1 состояние «Пуск/Отключение»
Nasos2	Насос 2 состояние «Пуск/Отключение»
Nasos2r	Насос 2 резервный состояние «Пуск/Отключение»



1	2
Nasos3	Насос 3 состояние «Пуск/Отключение»
Nasos3r	Насос 3 резервный состояние «Пуск/Отключение»
Nasos4	Насос 4 состояние «Пуск/Отключение»
Nasos4r	Насос 4 резервный состояние «Пуск/Отключение»
Nasos5	Насос 5 состояние «Пуск/Отключение»
Nasos5r	Насос 5 резервный состояние «Пуск/Отключение»
Nasos6	Насос 6 состояние «Пуск/Отключение»
Nasos6r	Насос 6 резервный состояние «Пуск/Отключение»
Nasos7	Насос 7 состояние «Пуск/Отключение»
Nasos7r	Насос 7 резервный состояние «Пуск/Отключение»
Nasos8	Насос 8 состояние «Пуск/Отключение»
Nasos8r	Насос 8 резервный состояние «Пуск/Отключение»
Nasos9	Насос 9 состояние «Пуск/Отключение»
Nasos9r	Насос 9 резервный состояние «Пуск/Отключение»

Программа разработана в CoDeSysV2.3. Имитация входных параметров, от которых зависит работа рассматриваемых участков установки Меррилл-Кроу, была выполнена так же в CoDeSysV2.3.

На рисунке 27 представлено окно с имитирующей структурной схемой, участков установки Меррилл-Кроу. На рисунке изображены следующие участки:

- участок приготовления и хранения флокулянта;
- участок дозирования;
- участок сгущения.

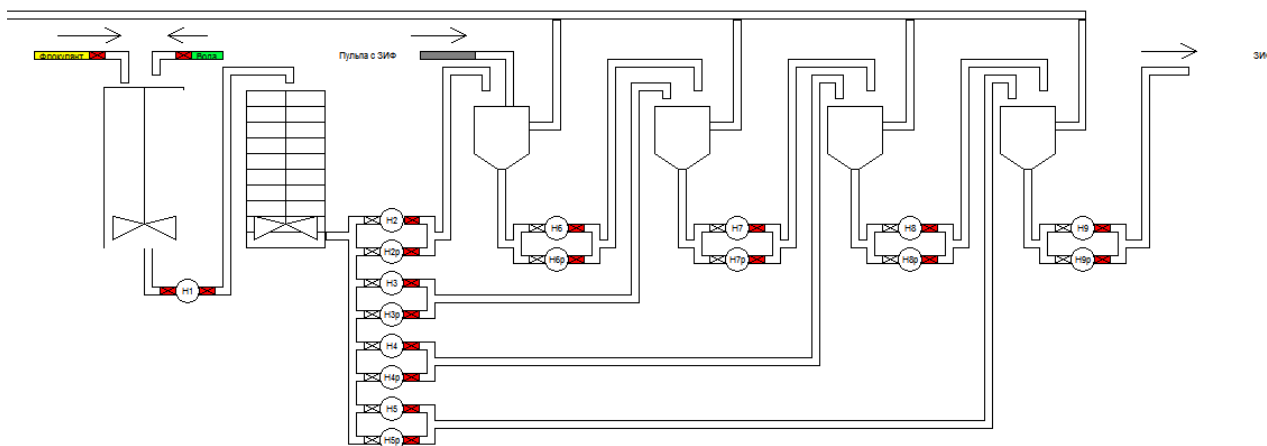


Рисунок 27 – Имитирующая структурная схема участков установки Меррилл-Кроу в CoDeSysV2.3.

Для приближения к реальным условиям технологического процесса были написаны подпрограммы:

- для имитации давления во всех насосах;
- для имитации мощности для шламовых насосов участка сгущения;
- для имитации процента открытия пневмо-ЗРА на участке дозирования.

В программе предусмотрены 17 кнопок имитирующих отказ всех насосов и существует дополнительное окно, для наблюдения параметров во время проектирования (рисунок 28).

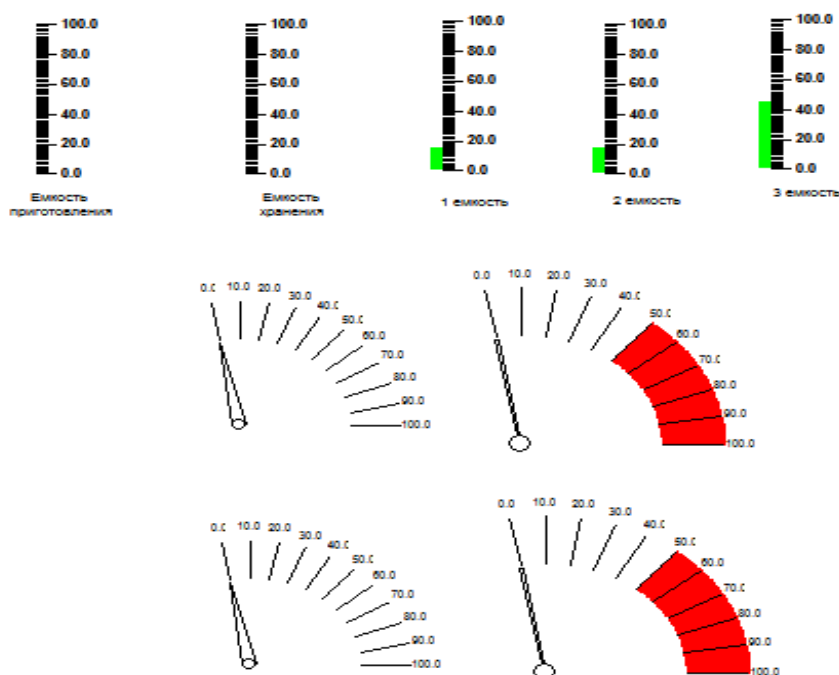


Рисунок 28 – Дополнительное окно в CoDeSysV2.3.

Согласно полному алгоритму работы, была разработана управляющая программа, которая представлена в Приложении Ж.

### 7.3 Разработка SCADA-системы

SCADA - программный пакет, предназначенный для разработки или работы в реальном времени систем сбора, обработки, отображения и сохранение информации об объекте мониторинга или управления. SCADA - система может являться частью АСУТП, системы экологического мониторинга, научного, автоматизации ТП и т.д.

SCADA - системы используются во всех структурах хозяйства, где требуется обеспечивать операторский контроль за технологическими процессами в режиме реальном времени. Данное программное обеспечение устанавливается на компьютеры для связи с объектом, использует драйверы ввода-вывода или OPC/DDE серверы.

Основная задача SCADA – это сбор информации о множестве удаленных объектов, поступающей с пунктов контроля, и отображение этой информации в едином диспетчерском центре. Кроме этого, SCADA должна обеспе-

чивать долгосрочное архивирование полученных данных. При этом оператор часто имеет возможность не только наблюдать за объектом, но и ограниченно им управлять, реагируя на различные изменения технологического процесса.

Работа SCADA-системы – это непрерывный процесс сбора информации с удаленных объектов для обработки, анализа и возможного управления. Для разработки SCADA была выбрана инструментальная система TRACE MODE 6. Это универсальное программное средство разработки и отладки приложений для автоматизированных систем управления технологическими процессами (АСУТП) и управления производством (АСУП).

Для межпрограммного обмена был выбран основной стандарт, обмена данными в сфере промышленной автоматизации OPC. Стандарт OPC разработан международной организацией OPC Foundation (<http://www.opcfoundation.org>), членами которой являются более 400 фирм, работающих в области средств автоматизации и измерительной техники.

После появления стандарта OPC практически все SCADA-пакеты были перепроектированы как OPC-клиенты, а каждый производитель аппаратного обеспечения стал снабжать свои устройства управления, модули ввода-вывода, интеллектуальные датчики и исполнительные устройства стандартным OPC - сервером.

Благодаря появлению стандартизации интерфейса стало возможным подключение любого физического устройства к любой SCADA-системе, если они оба соответствовали стандарту OPC. Разработчики получили возможность проектировать только один драйвер для всех SCADA-пакетов, а пользователи получили возможность выбора оборудования и программных средств без ограничений на их совместимость.

Стандарт OPC обладает следующими преимуществами:

- 1) позволяет объединить на уровне объектов различные системы управления и контроля, функционирующие в распределенной разнородной среде;

2) ликвидирует необходимость использования нестандартных протоколов обмена данными между устройством и SCADA-системой.

Основная цель стандарта OPC заключается в создании универсального механизма доступа к любому аппаратному устройству из прикладной программы. OPC позволяет производителям оборудования поставлять программные компоненты, которые стандартным способом обеспечивают связь ПО с технологическим устройством управления.

Недостатки OPC технологии:

- доступность только на операционных системах семейства Microsoft Windows;

- связь с технологией DCOM, исходные коды которой являются закрытым. Это не дает возможность решать вопросы безотказности ПО, а также выявлять и устранять возникающие программные ошибки (проблемы конфигурирования, доступа к интернету, безопасности).

OPC-сервер – программа, получающая данные, во внутреннем формате устройства или системы, преобразующая эти данные в формат OPC. OPC-сервер является источником данных для OPC-клиентов. По своей сути OPC-сервер – это некий универсальный драйвер физического оборудования, позволяющий взаимодействие с любым OPC-клиентом.

На рисунке 30 показаны созданные каналы Источники/Приемники, с помощью которых будет осуществляться обмен с OPC-сервером.

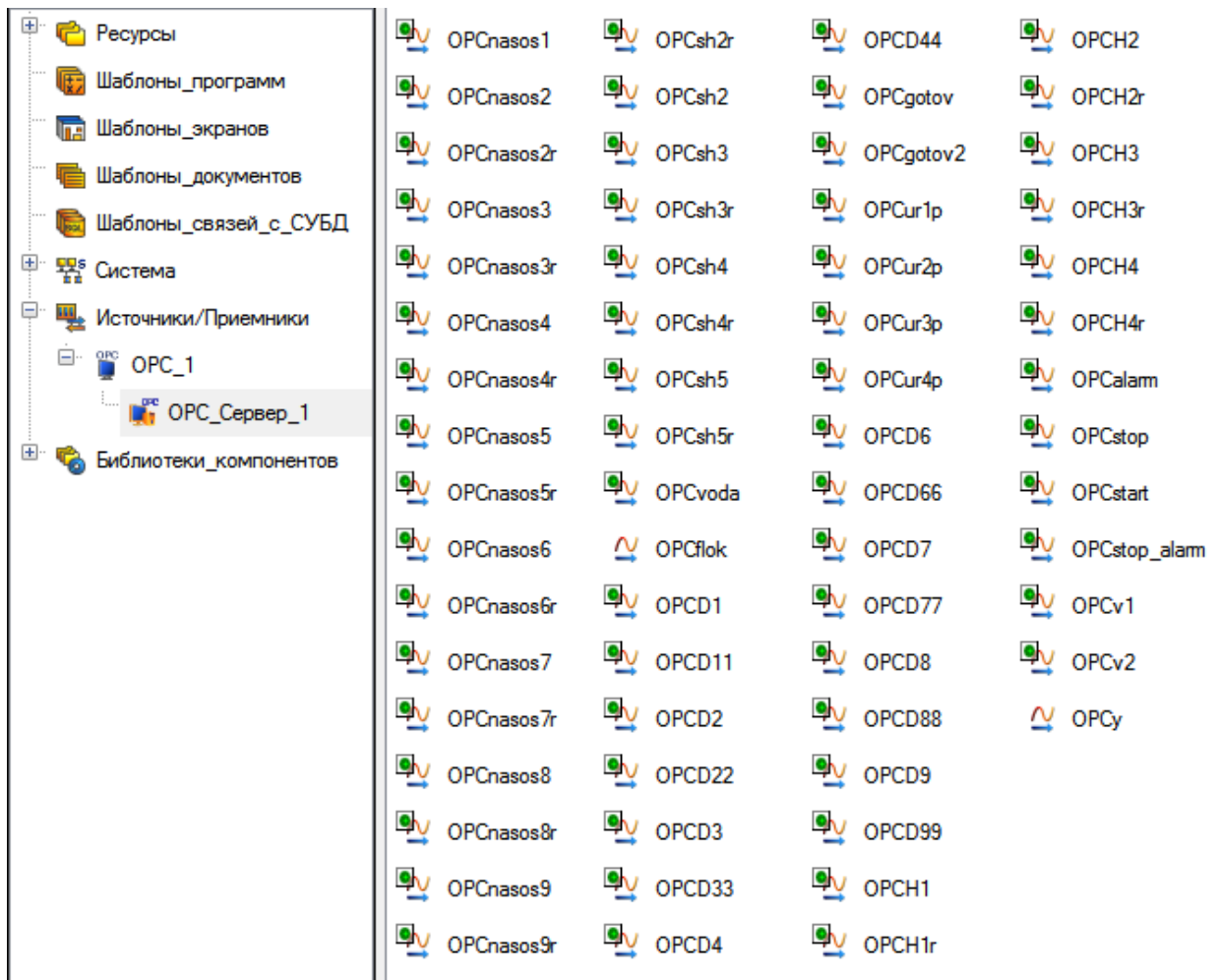


Рисунок 30 – Каналы Источники/Приемники

На рисунке 31, представлен главный экран SCADA-системы. здесь предоставляются такие возможности как :

- слежение за технологическим процессом участков приготовления и хранения флокулянта и дозирования в реальном времени;
- слежение за насосами находящимся на соответствующих участках, работающие подсвечиваются зеленым не работающие красным;
- ведется наблюдение за значениями давления и процентом открытия пневмо-ЗРА. Работающие ЗРА подсвечиваются зеленым цветом, нерабочие красным;
- первый запуск ;
- слежение за уровнем в емкостях приготовления и хранения флокулянта;
- оповещение об аварии и вводе в работу резервный насос;

- остановить технологический процесс или возобновить его;
- слежение за подачей воды и флокулянта.

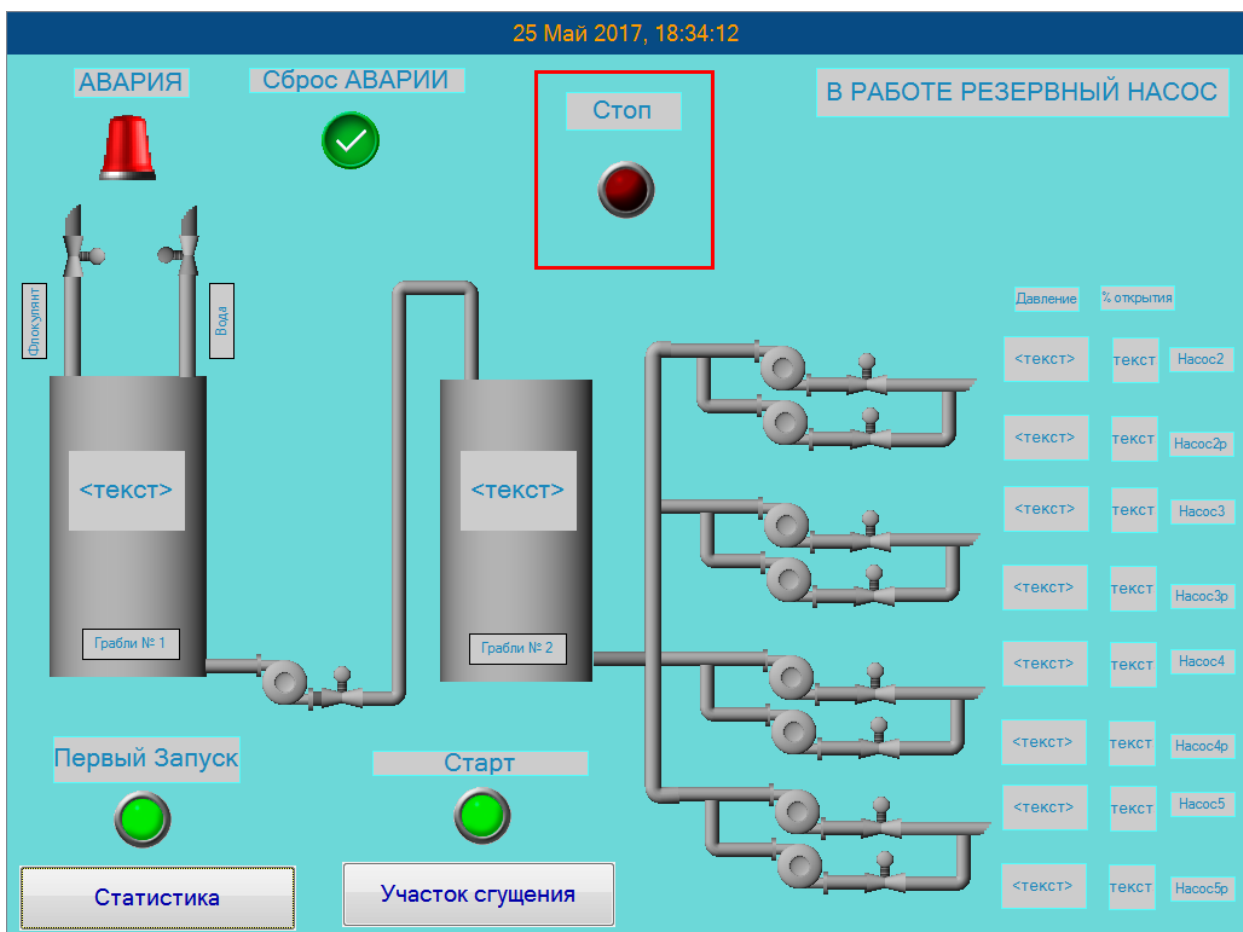


Рисунок 31 – Главный экран SCADA-системы

В случае некорректной работы или выхода из строя на экране отображается авария или индикатор ввода в работу резервного насоса.

Так же присутствуют две кнопки перехода на другие экраны.

На рисунке 32, представлен второй экран SCADA-системы. Здесь предоставляются такие возможности как:

- слежение за технологическим процессом участков сгущения в реальном времени;
- слежение за шламовыми насосами, находящимся на соответствующем участке, работающие подсвечиваются зеленым не работающие красным;
- ведется наблюдение за значениями давления и мощностью насосов;
- оповещение об аварии и вводе в работу резервный насос;
- остановить технологический процесс;

– слежение за уровнем раздела фаз (уровнем постели) в емкостях сгущения.

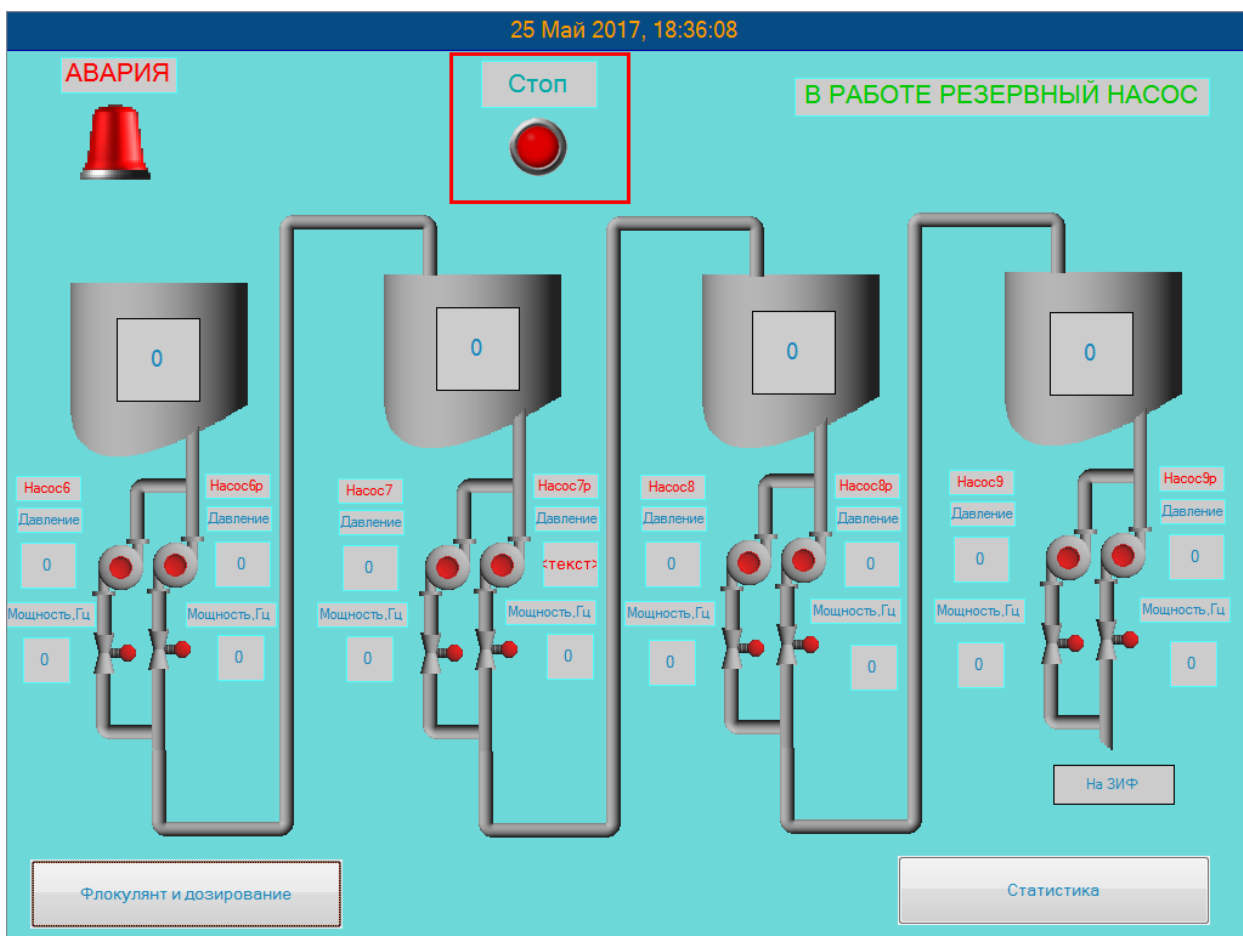


Рисунок 32 – Второй экран SCADA-системы

В случае некорректной работы или выхода из строя на экране отображается индикатор ввода в работу резервного насоса. В случае если вышел из строя уже резервный насос будет включен режим аварии и все насосы и ЗРА отключатся и перейдут в закрытое положение соответственно.

Так же присутствуют две кнопки перехода на другие экраны.

На рисунке 33, представлен третий экран SCADA-системы. Здесь предоставляются такие возможности как :

– оценивать, сравнивать уровни осадочного слоя в четырех емкостях сгущения в графическом виде.

Так же присутствуют две кнопки перехода на другие экраны:

- флокулянт и дозирование;
- сгущения.



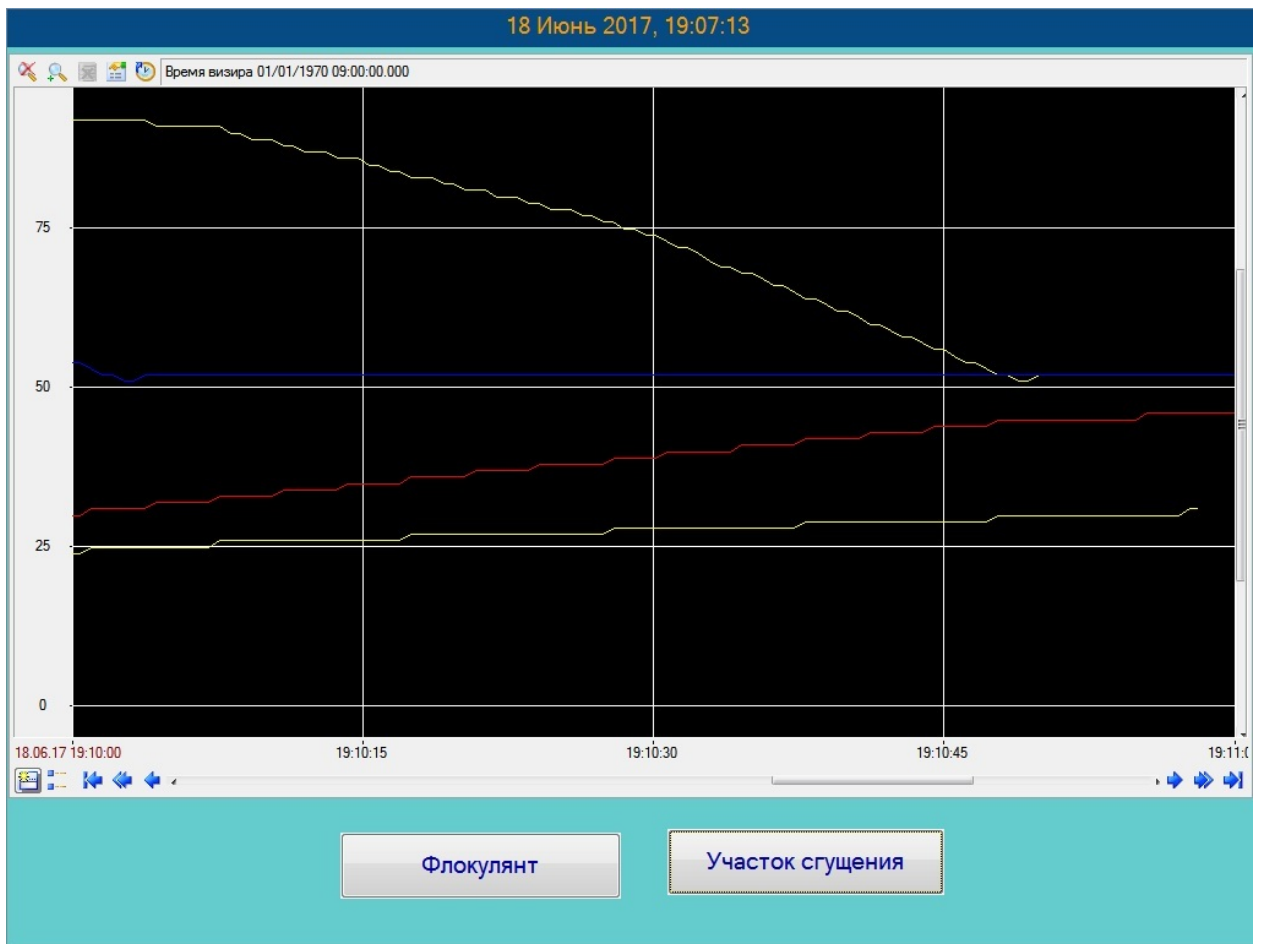


Рисунок 33 – Третий экран SCADA-системы

## 8 БЕЗОПАСНОСТЬ И ЭКОЛОГИЧНОСТЬ

Полностью безопасных и безвредных производственных процессов не существует. Задача охраны труда - свести к минимальной вероятности поражения или заболевания работающего с одновременным обеспечением комфорта при максимальной производительности труда.

В данном разделе дипломного проекта будет выполнен анализ вредных факторов, воздействующих на операторов ЭВМ, которые осуществляют свою трудовую деятельность на установке Меррилл-Кроу, расположенной на участке ГОК «Кубака» ОАО «Омолонская золоторудная компания».

Будет спроектировано оптимальное рабочее место с точки зрения эргономики. Рассмотрена спроектированная SCADA-система с точки зрения безопасности для оператора ЭВМ. Затронута тема электробезопасности обслуживающего и ремонтного персонала установки. Обратим внимание на экологическую часть со стороны загрязнения окружающей среды. Произведен анализ возможных чрезвычайных ситуаций их предупреждения и последствия.

Данный раздел позволит, повысить производительность труда обслуживающего и ремонтного персонала, тем самым, обеспечить эффективную эксплуатацию оборудования.

### **8.1 Безопасность**

Компьютеризированный труд совершается в условиях ограниченной подвижности, связан с длительным мышечным напряжением, а это является самой утомительной формой мышечной деятельности человека.

Труд человека за компьютером может привести к возникновению неврозов, нервно-психических и сердечно-сосудистых заболеваний.

Вредные производственные факторы, которые могут привести к заболеваниям или снижению работоспособности, согласно ГОСТ 12.0.003-74:

Физические:

-повышенный уровень электромагнитных излучений, статическое электричество;

- прямая и отраженная блескость, недостаточная освещенность рабочей зоны;

- шум, проникающий извне, шум от работающей аппаратуры.

Психофизиологические:

- перенапряжение анализаторов;

- монотонность;

- неподвижная поза.

В процессе работы приходится в течение нескольких часов пристально смотреть на яркий мигающий экран, что приводит к перенапряжению глаз и головной боли. Но главная опасность для зрения - неправильное освещение, неудачно выбранное место для компьютера и работа без перерыва. Устранив эти причины, можно свести к минимуму вред от технического несовершенства монитора.

Электрические установки, к которым относится практически все оборудование ЭВМ, представляют для человека большую потенциальную опасность, так как в процессе эксплуатации или проведении профилактических работ человек может коснуться частей, находящихся под напряжением. В процессе обслуживания человек прикасается к различным частям ЭВМ, что вызывает появление разрядных токов статических зарядов.

Такие разряды опасности для жизни человека не представляют, у человека возникают при этом неприятные ощущения, однако могут привести к выходу из строя ЭВМ.

Конструкция рабочего места должна соответствовать антропологическим, физиологическим и психофизическим требованиям.

Основные параметры рабочего места, высота рабочих поверхностей в зависимости от роста человека регламентированы ГОСТ 12.2.032-78.

Площадь поверхности стола соответствует установленным размерам дисплейного терминала и рабочей зоны с местом расположения оперативной документации. Схема размещения оборудования на рабочем месте оператора показана на рисунке 34.

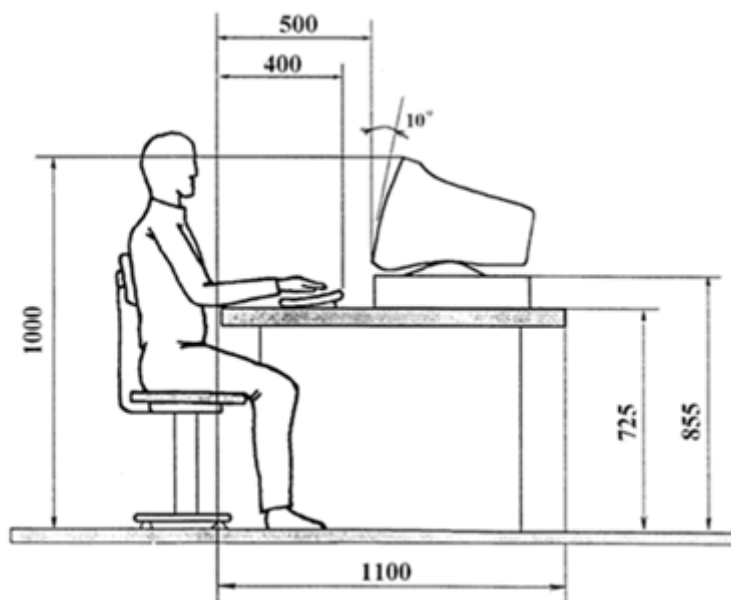


Рисунок 34 – Размещение оборудования на рабочем месте оператора

Более детальную оценку качеств рабочего места для человека с точки зрения удобства и соответствия нормам безопасности приводится ниже.

Эргономическая оценка рабочего места:

Выделяются 7 условий для того, чтобы деятельность на рабочем месте, оснащенном ЭВМ, осуществлялась без жалоб и усталости [12].

Правильная установка рабочего стола:

- при выбранной высоте (лучшая высота - 72 см);
- должен быть организован необходимый простор для рук по высоте, ширине и глубине;
- в области сиденья не должно быть ящиков стола.

Правильная установка рабочего стула:

- высота обязана регулироваться;
- конструкция обязана быть вращающейся;
- правильный выбор высоты сиденья: площадь сиденья на 3 см ниже, чем подколенная впадина.

Правильная установка приборов: необходимо так установить яркость знаков и яркость фона дисплея, чтобы не существовало слишком большого различия, по сравнению с яркостью окружающей обстановки, но чтобы знаки четко узнавались на расстоянии чтения. Не допускать:

- слишком высокую яркость (вызывает мерцание);
- слишком малую яркость (сильная нагрузка на глаза);
- слишком черную фоновую яркость дисплея .

Правильное выполнение работ:

- положение тела прямое, ненапряженное;
- положение головы прямое, свободное, удобное;
- положение рук - согнуты чуть больше, чем под прямым углом;
- положение ног - согнуты, чуть больше, чем под прямым углом;
- вымеренное расстояние для зрения, клавиатура и дисплей - примерно на равном расстоянии для зрения: при постоянных работах - приблизительно 50 см, при случайных работах – не более 70 см.

Правильное освещение:

- освещение со стороны, слева;
- по возможности, равномерное освещение всего рабочего пространства сотрудника;
- приборы устанавливать в местах, удаленных от окон;
- выбирать точечное освещение помещения или укрывать корпуса светильников;
- поступающий через окна свет смягчать с помощью штор, фильтров;
- организовать рабочее место, чтобы направление взгляда шло по возможности параллельно фронту окон.

Правильное применение дополнительных средств: подлокотники использовать, если клавиатура выше 1,5 см, подставку для документов и опору для ног.

Правильный метод работы:

- предусматривать по возможности перемену задач и нагрузок;
- соблюдать перерывы в работе: 5 минут через 1 час работы на дисплее или 10 минут после 2-х часов работы на дисплее.

В создании благоприятных условий для повышения производительности и снижения напряжения, большую роль играют факторы, характери-

зующие состояние окружающей среды: микроклимат помещения, уровень шума и освещение.

Производительность профессиональной деятельности человека, его эффективность в работе полностью зависят от того, насколько учтены в конструкции оборудования и организации рабочих мест эргономические требования. Несоблюдение этих требований, приводит к излишним рабочим усилиям и движениям, включению для поддержания позы дополнительных групп мышц и психологического утомления, что способствует более быстрому развитию утомления и дополнительному напряжению функций организма, работающего.

Рабочее место рассматривается как эргономическая система, объединяющая человека и машину ( производственное оборудование). Основным принципом эргономической оценки рабочего места - определение его соответствия антропометрическим и психофизиологическим особенностям работающего человека.

С целью, создания нормальных условий для персонала вычислительных центров установлены нормы производственного микроклимата. Эти нормы устанавливают оптимальные и допустимые значения температуры, относительной влажности и скорости движения воздуха для рабочей зоны помещений вычислительного центра с учетом избытков явной теплоты, тяжести выполняемой работы и сезонов года.

В данном проекте помимо технического обеспечения для автоматизации части установки Меррилл-Кроу было создано программное обеспечение и организована SCADA-система.

В связи неизменной работой оператора с ЭВМ, невозможно не подметить зрительную усталость, получившее общее название «компьютерный визуальный синдром» (*CVS-Computer Vision Syndrome*). Обстоятельство его появления несколько, во первых – сформировавшаяся за немало лет эволюции зрительная система человека, которая приспособлена для восприятия

объектов в отраженном свете (картин природы, рисунков, печатных текстов и т. п.), а не для работы с экраном ЭВМ.

Изображение на экране сильно отличается от привычных глазу объектов наблюдения, оно состоит из дискретных точек, мерцает, т.е. эти точки с определенной частотой зажигаются и гаснут. Цветное компьютерное изображение не соответствует естественным цветам (спектры излучения люминофоров отличаются от спектров поглощения зрительных пигментов в колбочках сетчатки глаза, которые ответственны за наше цветовое зрение). Но не только особенности изображения на экране вызывают зрительное утомление.

При работе на компьютере долгое время, у глаз не бывает необходимых фаз расслабления, глаза напрягаются, их работоспособность уменьшается. Большую нагрузку орган зрения испытывает при вводе информации, так как оператор вынужден часто переводить взгляд с экрана на текст и клавиатуру находящиеся на разном расстоянии и по разному освещенные.

При проектировании SCADA системы для оператора были соблюдены требования цветокоррекции всех графических элементов, фон экранов был выбран «мягкого» голубого тона, напоминающий цвет неба. SCADA система была спроектирована в сертифицированном программном обеспечении Trace Mode. В котором ограничена цветовая палитра, тем самым исключая создания графических элементов, цветов создающих визуальный дискомфорт для глаза.

*Принципиальное замечание*, экран современного монитора также не естественен для зрительной системы человека. Однако в экране мы рассматриваем изображение в целом и издалека – нам главное содержание, общий план, динамика событий и нет необходимости напрягать зрительную систему, чтобы разглядеть какую либо мелочь.

Требования к визуальным параметрам должны обеспечивать удобность работы юзера, т.е. минимальная зрительная усталость при заданной точности, скорости и надежности восприятия информации.

Именно из-за особенностей зрительного восприятия визуальные требования разделены на две группы.

В первую выделены четыре параметра:

- яркость;
- освещенность;
- угловой размер знака;
- угол наблюдения,

Параметры же второй группы:

- неравномерность яркости;
- блики;
- мелькание;
- дрожание;
- геометрические и нелинейные искажения и т.д.

Для человека при общей оценке изображения важны одновременно все четыре основных визуальных параметра первой группы. Поэтому эргономическая безопасность дисплеев может быть обеспечена только при сочетаниях их значений в определенных диапазонах – оптимальном (комфортность зрительной работы максимальна) и допустимом (комфортность не ниже нормы). Только так может быть минимизирована зрительная нагрузка.

В реальных условиях границы диапазонов придется корректировать в зависимости от соотношения спектров свечения экрана и внешней освещенности, от воспроизводимых дисплеем цветов знака и фона (некоторые пары цветов не только утомляют зрение, но и могут привести к стрессу).

Комфортность и безопасность зрительной работы с дисплеем в значительной степени зависит от контрастности изображения, т. е. отношения его яркости к яркости фона. Фоновая яркость образуется из-за диффузного отражения внешнего светового потока от люминофора трубки и за счет зеркального отражения от стекла экрана.

Электробезопасность - важный аспект данного проекта. В данной работе рассматривались две сети:



- 220 В, для подключения управляющих устройств и измерительных средств;

- 380 В для подключения силового оборудования.

Поражение человека электротоком возможно лишь при его непосредственном контакте с точками электроустановки, между которыми существует напряжение, или с точкой, потенциал которой отличается от потенциала земли. Анализ опасности такого прикосновения, оцениваемой величиной проходящего через человека тока или напряжением прикосновения, зависит от ряда факторов: схемы включения человека в электросеть, ее напряжения, режима нейтрали, изоляции токоведущих частей, их емкостной составляющей и т.п.

При изучении причин поражения током необходимо различать прямой контакт с токоведущими частями электроустановок и косвенный. Первый как правило, возникает при грубейших нарушениях правил эксплуатации электроустановок (ПТЭ и ПТБ), второй - в результате аварийных ситуаций, например при пробое изоляции.

Схемы включения человека в электрическую цепь могут быть различными. Однако наиболее распространенными являются две: между двумя различными проводниками - двухфазное включение и между одним проводником или корпусом электроустановки, одна фаза которой пробита, и землей - однофазное включение.

Статистика показывает, что наибольшее число электротравм происходит при однофазном включении, причем большинство из них - в сетях напряжением 380/220 В.

Для обеспечения безопасности обслуживающего и ремонтного персонала следует соблюдать основные правила ТБ:

1. К ремонту электрического оборудования допускаются лица не моложе 18 лет, прошедшие мед освидетельствование, особое обучение, практическую подготовку и имеющие соответственное удостоверение.

2. К самостоятельным работам по ремонту электрического оборудования допускаются персонал, прошедшие инструктаж по охране труда и усвоившие неопасные приемы работы.

3. Персонал по ремонту электрического оборудования при самостоятельном выполнении работ на электроустановках напряжением до 1000 В обязан иметь не ниже III группы по технике безопасности, а выше 1000 В - IV группы.

4. В процессе работы, в установленные на предприятии сроки, персонал должен пройти инструктаж по охране труда, сдать экзамены на знание правил технической эксплуатации электроустановок и правил техники безопасности при эксплуатации электроустановок.

5. Персонал по ремонту электрического оборудования должен знать сроки испытаний защитных средств и приспособлений, правила эксплуатации и ухода за ними, и уметь воспользоваться. Не разрешается использовать защитные средства и приспособления с просроченным периодом проверки.

6. Работник должен знать и делать:

- правила внутреннего трудового распорядка предприятия;
- правила противопожарной безопасности.

В помещении для ремонта электрического оборудования, также при работе с легковоспламеняющимися и горючими субстанциями воспрещается воспользоваться открытым огнем.

7. Персонал в период работы должны воспользоваться средствами персональной защиты (спецодежда, спецобувь, рукавицы, очки, каска и др.), выдаваемыми на предприятии.

8. Персонал по ремонту и эксплуатации электрического оборудования несет ответственность за нарушение требований данной аннотации согласно правилам внутреннего трудового распорядка, если его деяния не манят за собой уголовной ответственности [13].

## 8.2 Экологичность

Установка Меррилл-Кроу представляет собой сложную систему технических средств предназначенных для осаждения драгоценных металлов с помощью химических средств в больших количествах. В основном загрязнение касается атмосферного воздуха путем выбросов аэрозолей и газов.

Фоновый уровень загрязнения атмосферного воздуха, то есть фоновые концентрации вредных веществ в атмосферном воздухе района расположения рабочей площадки Золото извлекающей фабрики (пыль, оксиды углерода, и т.д.), должен быть принят по данным компетентной службы.

При проектировании необходимо соблюдать следующие нормы и требования:

- санитарные нормы проектирования;
- противопожарные требования;
- правила выпуска газов и запыленного воздуха;
- нормы естественного и искусственного освещения;
- единые правила безопасности при дроблении, сортировке и обогащении полезных ископаемых;
- на рабочих местах должны быть разработаны инструкции по безопасной работе с указанием опасностей и вредностей.

Отделение гидрметаллургии является организованным источником выбросов загрязняющих веществ (ЗВ) в атмосферу и имеет следующие участки:

- а) Участок сгущения пульпы.

Загрязняющими агентами являются аэрозоли NaOH, NaCN, и газообразный HCN.

*Для предотвращения выделения HCN* используется защитная щелочь ( $\text{pH} \geq 10$ ). Отделение должно быть оснащено местными аспирационными отсосами от оборудования и приточно-вытяжной вентиляцией заданной производительности, исходя из размеров помещения. Источник организованный.

б) Участок цианирования.

Загрязняющими агентами являются аэрозоли NaOH, NaCN и газообразный HCN.

*Для предотвращения выделения HCN* используется защитная щелочь. Все емкости цианирования и емкость питания сгустителя расположены на открытом воздухе. Источник организованный.

в) Участок отмывки хвостов

Загрязняющими агентами являются аэрозоли NaOH, NaCN и газообразный HCN.

*Для предотвращения выделения HCN* используется защитная щелочь. Сгустители отмывки хвостов расположены на открытом воздухе. Источник организованный.

г) Участок Мэррилл Кроу

Возможный источник загрязнения - пыль Zn, ZnO при приготовлении цинковой пульпы. Источниками загрязнения также являются аэрозоли NaOH, NaCN, и газообразный HCN.

*Для предотвращения выделения HCN* используется защитная щелочь ( $\text{pH} \geq 10$ ). Отделение должно быть оборудовано приточно-вытяжной вентиляцией заданной производительности, исходя из размеров помещения. Источник организованный, так как на выходе вытяжной вентиляции необходимо установить либо скруббер со щелочным орошением либо поглотительный Фильтр.

е) Участок разрушения цианида

Возможные источники загрязнения – газообразный HCN, газообразный SO<sub>2</sub> (при снижении pH). Отделение оборудовано приточно–вытяжной вентиляцией заданной производительности, исходя из размеров помещения.

*Для газоочистки* используется скруббер, орошаемый раствором едкого натра. Источник организованный.

Оценка выбросов загрязнений (аэрозолей и газов) в сутки представлена ниже (Таблица 9) [14].

Таблица 9 – Оценка выбросов загрязнений (аэрозолей и газов) в сутки [14]

Оборудование	Выбросы, г/сут
Сгуститель 4шт.	620
Емкость приготовления флок.	40
Фильтры установки МК 4 шт.	120
Всего	780

### 8.3 Чрезвычайные ситуации

Чрезвычайные ситуации это обстоятельства природного, техногенного или биолого-социального характера, которые возникли в определенном месте. К ним относятся природные катаклизмы, катастрофы, аварии, пожары, другие непредвиденные случаи.

Чрезвычайные ситуации так же квалифицируются по своему размаху, от локального - до регионального или федерального характера. Любая чрезвычайная ситуация проходит одинаковые этапы развития. Сначала это период зарождения, который может длиться любое количество времени, затем происходит событие, лежащее в основе чрезвычайной ситуации, и после этого непосредственно само чрезвычайное событие, приносящее вред, ущерб, материальные потери или человеческие жертвы. Последний этап – это стадия затухания, ликвидации, борьбы с последствиями, которая также неограничен во времени и зависит от характера и масштабов произошедшего.

Аварийные ситуации на объекте рассматриваемой установки могут возникнуть при человеческом факторе или ошибки персонала, пожара, взрыва и в других непредвидимых случаях.

Поражающие факторы источников техногенных чрезвычайных ситуаций по механизму действия подразделяются на факторы:

- физического действия;
- химического действия.

В данном разделе рассмотрим сценарий развития ЧС, в следствии человеческого фактора или ошибки оператора, на установки Меррилл-Кроу:

Чрезвычайная ситуация может произойти по следующим причинам:

- нетрадиционный подход к тому или иному действию;
- несоблюдение техники безопасности;
- ошибки в расчётах на производстве.

За работай данной установки ответственен эксплуатационный персонал, состоящий из мастера смены и оператора.

При проектировании системы автоматизации участков установки Меррилл-Кроу была разработана управляющая программа и SCADA-система для оператора.

Так как, программа является большей степенью информативным экраном и практически не имеет средств управления технологическим оборудованием, по этому ошибка в технологическом процессе по причине человека сводится к минимуму. Оператор все же может в ручном режиме выполнить ряд действий:

- полностью остановить технологический процесс;
- управлять насосами на участке дозирования и сгущения.

Так как, программа работает в автоматическом режиме, задача эксплуатационного персонала состоит в поддержании работоспособности органов управления и управляющих устройств в рабочем состоянии. В случае грубого отклонения технологических параметров от технологического регламента оператор должен сообщить об этом мастеру смены, главному оператору ЗИФ и остановить технологический процесс на установке.

В самой программе существует два сигнала оповещения оператора, предупредительный и аварийный.

1. Предупредительный сигнал предупреждает об отказе конкретного насоса и ввод в технологический процесс резервного на определенной линии участка трубопровода. В сою очередь оператор должен сообщить об этом

мастеру смены и вызвать ремонтную бригаду, для устранения не исправности.

Так как, само производство является опасным из-за большого количества химических веществ добавляемых в технологический процесс. Все основные органы управления и силовые агрегаты дублируются, тем самым повышая безопасность технологического процесса установки Меррилл-Кроу.

2. Аварийный сигнал сообщает оператору об выходе из строя резервного органа, программа автоматически останавливает технологический процесс т.к. не возможности заменить вышедший из строя резервный орган. Оператор должен немедленно сообщить об этом мастеру смены, главному оператору ЗИФ и вызвать ремонтный персонал.

В итоге ЧС, вызванное человеческим фактором, может привести к следующим событиям:

- разлив отравляющих, химических веществ на территорию самого предприятия, на почву, в водоем. Это приведет к полномасштабному загрязнению окружающей среды;
- отравления персонала;
- поражение электрическим током;
- физическим травмам полученных при ударе конструкцией здания, элементами установки и т.д.;
- химическим, термическим ожоги персонала и т.д.

Очистка загрязнения окружающей среды, восстановление работоспособности предприятия и полная ликвидация ЧС может занять много времени. Также она довольно сложная и дорогая. Выбор способа и используемые в процессе технические средства зависят от типа химического вещества, и от размера пострадавшей территории и количества пострадавшего персонала.

Для того, чтобы выше сказанное не произошло самый действующий способ – это предупреждение аварии.

Предупреждение аварий - это комплекс мероприятий по соблюдению правовых норм, выполнению эколого-защитных, санитарно-

гигиенических требований и правил, а также проведения комплекса организационных, технологических и инженерно-технических мероприятий, направленных на прогнозирование и профилактику возникновения источников чрезвычайной ситуации.

Для предотвращения возникновения рассматриваемых аварийных ситуаций необходимо своевременно осуществлять контроль функционирования очистных сооружений, согласно правилам эксплуатации очистных сооружений своевременно осуществлять замену расходных материалов.

Для предотвращения разрушения укрепляющих сооружений (дамб) хвостохранилища в первую очередь необходимо строго соблюдать строительные нормы и правила при строительстве. В дальнейшем, при эксплуатации объекта, требуется осуществлять своевременный контроль дамб и при необходимости проводить укрепительные мероприятия.

Кроме того, необходимо осуществлять:

- визуальные и инструментальные наблюдения за хвостохранилищем и отстойниками, уровнем заполнения емкости;
- геодезические измерения элементов рассматриваемых сооружений: изменения во времени: габаритные,
- отбор контрольных проб воды на химический анализ;
- химический анализ воды отобранных проб;
- периодический анализ и обобщение результатов наблюдений за эксплуатацией илоотстойника и отстойника;

При строительстве хвостохранилища желательно осуществить авторский надзор проектной организацией, разработавшей проект, за строительством данных сооружений.

На весь период строительства и эксплуатации данных сооружений необходимо проводить:

- мониторинг безопасности;
- сопоставление фактического состояния сооружений с проектом, выяснение и устранение причин несоответствия их проекту;



- контроль государственными органами Ростехнадзора, районным и областными комитетами Росприроднадзора.

В случае возникновения аварийной ситуации на хвостохранилище в первую очередь необходимо прекратить работы, связанные с его использованием. В короткие сроки отобрать пробы воды в поверхностных водных объектах. В дальнейшем вести внеплановый ежедневный контроль состояния воды в водном объекте. Привлечь научно исследовательские организации для разработки мероприятий по восстановлению естественного состояния ихтиофауны поверхностных водных объектов [15].

В данном разделе ВКР был выполнен анализ вредных и опасных факторов, воздействующих на операторов ПЭВМ, была предложена оптимальная организация и эргономическая оценка рабочего места, а также приведены другие меры безопасности.

Рассмотрены вопросы безопасности труда при работе эксплуатационного и ремонтного персонала. Проведена идентификация и анализ опасных и вредных факторов, влияющих на безопасность труда.

Проанализирован экологический аспект данного проекта, определены основные факторы загрязнения окружающей среды и борьбы с ними.

Представлен возможный сценарий ЧС и борьба с ним.

Безопасность труда является важной составляющей при организации производства, так как, в итоге она позволяет повысить эффективность труда и сохранить здоровье персонала.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе выполнения ВКР была изучена установка Меррилл-Кроу и ее технологическая схема. Разработана функциональная схема автоматизации. Представлена полная электрическая схема рассматриваемых участков установки. Предложена компоновочная схема управляющей аппаратуры. Разработана управляющая программа и SCADA система. Разработан полный алгоритм работы рассматриваемых участков установки, который предусматривает все возможные ненормальные и аварийные режимы работы.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1 Методическое пособие по созданию Функциональных схем [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://books.ifmo.ru/>. 03.04.2017 г.

2 Руководство по эксплуатации Prosonic M ультразвуковой уровнемер [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.pkimpex.ru/files/prosonic-m-fmu40-41-42-43-rpe.pdf>. 03.04.2017 г.

3 Руководство по эксплуатации Sondar 3000-S уровнемер уровня постели [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://docviewer.yandex.ru/?url=https%3A%2F%2Fwww.instrumart.com%2Fasets%2FSONDAR3man.pdf&name=SONDAR3man.pdf&lang=en&c=58e20131e2a5>. 03.04.2017г.

4 Сайт компании ООО «НАСОСЭНЕРГОМАШ» [Электронный ресурс]. Режим доступа: [http://nasosdon.pulscen.ru/goods/10808884nasos\\_sm\\_150\\_125-\\_315\\_4\\_fekalny\\_200\\_m3\\_ch\\_32\\_m\\_37\\_kvт\\_1500\\_ob\\_min](http://nasosdon.pulscen.ru/goods/10808884nasos_sm_150_125-_315_4_fekalny_200_m3_ch_32_m_37_kvт_1500_ob_min). 03.04.2017 г.

5 Статья про шламовые насосы Warman [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.grunto-nasos.ru/pumps-warman>. 03.04.2017 г.

6 Интернет магазин «Виращ» [Электронный ресурс]. Режим па: <http://www.virage24.ru/shop/magnitnyy-puskatel-pml4160mb/>. 03.04.2017 г.

7 Каталог ЗРА [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.camozzi.ru-/images/pdf2016/seriay-pp-pe.pdf> . 03.04.2017 г.

8 Сайт компании ООО "ОВЕН" [Электронный ресурс]. Режим па: <http://www.owen.ru/> . 03.04.2017 г.

9 ГОСТ 21.404–85. Обозначения условные приборов и средств автоматизации в схемах. – Введен дата. – 1985.04.18. – М.: Изд-во стандартов, 1986. – 8 с.

10 ОСТ 36.13-90 «Щиты и пульты систем автоматизации технологических процессов. Общие технические условия». [Электронный ресурс]. Режим доступа: [https://ohranatruda.ru/ot\\_biblio/normativ/data\\_normativ/48/48051/](https://ohranatruda.ru/ot_biblio/normativ/data_normativ/48/48051/). 21.06.2017 г.

11 ГОСТ 19.701-90 (ИСО 5807-85) Единая система программной документации (ЕСПД). Схемы алгоритмов, программ, данных и систем. Обозначения условные и правила выполнения. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/9041994>. 21.06.2017 г.

12 Петров, А.И. Эргономическая оценка рабочего места оператора ПЭВМ/ А. И. Петров /МИР ПК. – 1996. – №10. – С.18-22.

13 Инструкции по охране труда для электрослесаря [Электронный ресурс]. Режим доступа: [https://ohranatruda.ru/ot\\_biblio/instructions/165/149141/](https://ohranatruda.ru/ot_biblio/instructions/165/149141/). 13.06.2017 г.

14 Аксенов Б.В Технологический регламент ЗИФ «Кубака» / ЗАО «Полиметал Инжиниринг».2009. – 47 с.

15 Крутько А.Н. Перечень мероприятий по охране окружающей среды / Иркутский научно-исследовательский институт благородных и редких металлов – 2012. – 168 с.

## ПРИЛОЖЕНИЕ А

### Техническое задание

#### **1 ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ**

Наименование системы: Автоматизация технологического процесса участка установки Меррилл-Кроу горно-обогатительного комбината «Куба-ка».

Плановые сроки начала и окончания по созданию системы:

Начала 1 октября 2016 г.

Окончание: 30 июня 2017 г.

Порядок оформления и предъявления результатов:

Сдача КП по дисциплине АТПиП 4 апреля 2017 г.

- Основные схемотехнические решения;

- Принципиальные монтажные схемы;

Защита преддипломной практики : 21 мая 2017 г.

- Основной программно-управляющий алгоритм;

Предзащита и защита ВКР: 30 июня 2017 г.

-Эскизный проект.

#### **2 НАЗНАЧЕНИЯ И ЦЕЛИ СОЗДАНИЯ АС**

##### **2.1 Назначения АС**

АСУ ТП предназначена для:

- Автоматического наблюдение работоспособности насосов, участка дозирования установки Меррилл-Кроу;

- Автоматического наблюдение работоспособности насосов, участка сгущения установки Меррилл-Кроу;

- Автоматическое регулирование уровня осадочной жидкости в сгустителях, на участке сгущения установки Меррилл-Кроу;

- Контроль аварийных и измерения текущих уровней во всех емкостях и резервуарах , рассматриваемых участков установки Меррилл-Кроу;

- Отображения информации о ходе технологического процесса: состояний технологических параметров, состояния оборудования;

- Безаварийного останова технологических объектов при аварийных ситуациях;
- Формирования журнала аварий и событий с возможностью вывода на печать;
- Формирования архивных трендов технологических параметров с возможностью масштабирования, выбора определенных интервалов времени для просмотра и вывода на печать;
- Автоматизации участка приготовления и хранения флокулянта с целью увеличить качество продукта и снизить время на его приготовления.

## **2.2 Цели создания системы:**

- Оперативный сбор, хранение обработка и передача информации о состоянии технологического объекта;
- Визуализацию параметров, отображающих протекания технологического процесса и состояние технологического оборудования;
- Дистанционное автоматическое управление технологическим оборудованием;
- Автоматический контроль параметров, обеспечивающих штатный режим функционирования технологических объектов в соответствии с утвержденным регламентом работы;
- Предоставления обслуживающему персоналу оперативную информацию о нарушении функционирования технологического оборудования для выработки решений по их устранению;
- Повышения эффективности, надежности и долговечности работы технологического оборудования , благодаря проведению постоянной диагностики состояния оборудования;
- Повышения безопасности технологического процесса.

### **3 ХАРАКТЕРИСТИКА ОБЪЕКТА АВТОМАТИЗАЦИИ**

Установка Меррилл-кроу располагается в ГОК «Кубака» Северозенском районе Магаданской области и находится под управлением дочерней компании ОАО «Омолонская золоторудная компания» входящая в состав Polymetal International.

Установка Меррилл-Кроу представляет собой сложную систему технических средств предназначенных для осаждения драгоценных металлов (золото, серебро) из цианистых растворов на цинк.

Объектами существующей АСУ ТП являются:

- Насос Warman 65кВт, в количестве 8 шт.;
- Насос CM 150-125-315/4 29кВт, в количестве 8 шт.;
- Пневмо-ЗРА, в количестве 17 шт.;
- Сгустителя SUPAFLO 2500 м<sup>3</sup>, в количестве 4 шт.;
- Установки приготовления и хранения флокулянта 2,533 м<sup>3</sup>, 1 шт.;

Установка Меррилл-Кроу является сезонной, т.к четыре сгустителя находятся на открытом воздухе и подвержены температурным изменениям в условиях крайнего севера.

### **4 ТРЕБОВАНИЯ К СИСТЕМЕ**

#### **4.1 Требования к системе в целом**

АСУТП должна состоять из следующих подсистем:

- Управления насосами, обеспечивающей поддержание постоянного давления в линиях дозирования флокулянта, безопасную работу насосов и равномерный износ, При поломке обеспечить переключение на резервный насос;

- Управления пневмо-ЗРА, обеспечивающие подачу определенного количества флокулянта в сгустителя, равномерный износ;

Система должна включать два уровня управления:

- 1) управления со щита по месту;
- 2) управление с удаленного компьютера оператора.

Подключение полевых устройств к щитовому оборудованию должно

осуществляться по индивидуальным кабельным линиям; связь ПЛК, операторской панели и компьютеров – по сети Ethernet.

АСУ должна иметь возможность функционирования в следующих режимах:

- Ручное управление насосами сгустителей непосредственно со щита управления, в случае отказа последней;

- Управляющая подсистема, выполняющая функции обработки информации о состоянии технологического объекта управления, оценки информации, выбора управляющих воздействий и их реализации - включает в себя функции технологических защит и блокировок, дистанционного управления;

- Вспомогательная подсистема, выполняющая сбор и обработку данных о состоянии АСУ ТП, архивирование и представление этой информации персоналу, осуществление управляющих воздействий на соответствующие технические и (или) программные средства.

Иерархическая структура АСУ ТП должна состоять из следующих уровней:

- операторский уровень реализующий функции отображения информации оперативного (дистанционного и автоматизированного) управления, как установкой в целом, так и отдельными ее элементами, а также все неоперативные функции АСУ ТП (протоколирование, архивация, информационно-вычислительные задачи и т.п.);

- контроллерный уровень, реализующий функции сбора и предварительной обработки информации, автоматического управления силовым оборудованием.

- сетевые устройства, связывающие в единое информационное пространство все составляющие АСУ ТП (коммуникационный уровень).

#### **4.1.2 Требования к численности и квалификации персонала, режиму его работы**

Для работы АСУ ТП необходим персонал следующих категорий:

- Оперативный персонал – пользователи АСУ ТП;



- Технический обслуживающий персонал службы КИПиА, осуществляющий оперативное обслуживание и ремонт программных и технических средств АСУ ТП.

Технический обслуживающий персонал должен иметь техническое образование по специальностям, относящимся к системе управления.

Оперативный персонал должен пройти обучение навыкам управления технологическим процессом с использованием АСУ ТП.

#### **4.1.3 Требование к надежности**

При проектировании АСУ ТП должны использоваться следующие системные методы обеспечения надежности:

- Выбор надежных технических средств, включая устройства связи, обеспечение надежного бесперебойного электропитания;
- Разработка надежно работающих программных средств;
- Защита от выдачи ложных команд и ложной информации;
- Рациональное распределение задач между техническими и программными средствами и между техникой и персоналом;
- Наличие различных видов избыточности (аппаратной, информационной, временной, функциональной, алгоритмической);
- Использование методов и средств технической диагностики;
- Организация рациональной эксплуатации оборудования рассматриваемых участков и обеспечение запасными частями до минимального сменного устройства/элемента.

#### **4.1.4 Требования к безопасности**

АСУ ТП должна быть построена таким образом, чтобы отказы технических средств не приводили к ситуациям, опасным для жизни и здоровья людей и повреждению оборудования.

Технические средства АСУ ТП должны быть выполнены в соответствии с требованиями по безопасности используемых электротехнических изделий по ГОСТ 12.2.007.0-75.

Все внешние элементы технических средств АСУ ТП, находящиеся под

напряжением, должны иметь защиту от случайного прикосновения, а сами технические средства иметь защитное заземление в соответствии с ГОСТ 12.1.030-81 и «Правилами устройства электроустановок».

Технические средства должны быть установлены таким образом, чтобы обеспечивались их безопасная эксплуатация и техническое обслуживание.

Все механизмы (двигатели, задвижки) должны быть промаркированы в соответствии с технологическими схемами.

#### **4.1.5 Требования к эргономике и технической эстетике**

Общие эргономические требования, регламентирующие организацию рабочих мест оперативного персонала АСУ ТП, взаимное расположение органов управления, средств отображения и связи в пределах каждого рабочего места должны соответствовать положениям государственных стандартов системы «человек-машина» и эргономическим требованиям.

Уровни шума и звуковой мощности в рабочих помещениях оперативного персонала не должны превышать значений, установленных санитарными нормами.

Основным средством управления и представления информации должны быть автоматизированные рабочие места, оборудованные цветными дисплеями.

Должна быть реализована возможность настройки вывода сигнализации как по характеристике (по группам оборудования) так и по приоритету (аварийная, предупредительная).

Используемые цвета на дисплеях должны быть легко различимы. Для индикации аварийной и предупредительной сигнализации должны быть использованы специально оговоренные цвета.

#### **4.1.6 Требования к эксплуатации, техническому обслуживанию, ремонту и хранению компонентов системы**

Для АСУ ТП должны быть предусмотрены следующие виды технического обслуживания:

- Профилактические осмотры и ремонты с периодичностью профилактических и ремонтных остановов объектов управления, предусмотренных в инструкциях на эксплуатацию технических изделий;

- Внеплановые ремонты АСУ ТП, осуществляемые при обнаружении неисправностей в процессе эксплуатации;

- Контроль и выполнение работ по внедрению, наладке, приемке в эксплуатацию, аттестации вновь вводимых технических средств АСУ ТП;

- Метрологический контроль, периодическая калибровка (поверка) измерительных каналов.

На оборудование должно быть представлено отдельное руководство по эксплуатации.

Сохранение работоспособности установки и обеспечение работы технологического оборудования без изменения несущей нагрузки.

#### **4.1.7 Требования к защите информации от несанкционированного доступа**

Должна быть разработана система регистрации изменений программного и информационного обеспечения.

В системе технически и документально должен обеспечиваться доступ к информации, необходимой для эксплуатации системы. Разработчик и изготовитель системы сообщает заказчику состав и порядок доступа к информации, в нераспространении которой он заинтересован. Заказчик обязан выполнять определенные вместе с разработчиком мероприятия по защите информации от несанкционированного доступа и распространения.

#### **4.1.8 Требования по сохранности информации при авариях**

Полная или частичная потеря информации (программы или данных) должна быть исключена при любых отказах, а также при потере питания.

Защита от потери информации должна осуществляться как путем мероприятий, обеспечивающих защиту информации при отказах и потере основного питания (резервирование электрического питания), так и за счет восстановления с резервных носителей.

#### **4.1.9 Требования к защите от влияния внешних воздействий**

Технические средства верхнего уровня оперативного контура, должны соответствовать ГОСТ 12997-84 и надежно функционировать при следующих показателях окружающей среды:

- Рабочая температура окружающей среды +3...+40 °С;
- Предельная температура окружающей среды (кратковременное изменение на период не более 2-х часов, при котором гарантируется не разрушение технических средств) +1...+45 °С;
- Относительная влажность воздуха 20...80%;
- Атмосферное давление 84,6...106,7 кПа (630 - 800 мм рт. ст.).

#### **4.1.10 Требования к патентной чистоте**

Все поставляемое оборудование и программное обеспечение должно сопровождаться разрешительными документами (лицензиями и т.п.) для соблюдения авторских прав. Лицензии и разрешения должны быть действительными на территории РФ.

#### **4.1.11 Требования по стандартизации и унификации**

Должен быть единый подход к решению однотипных задач, должны создаваться унифицированные объектно-ориентированные компоненты информационного, лингвистического, программного, технического и организационного обеспечения.

Во всех рабочих станциях систем одного уровня в рамках локальной сети должна использоваться единая операционная система, настраиваемая в соответствии с конфигурацией устройств и их программным обеспечением.

#### **4.2 Требования к функциям (задачам), выполняемым системой**

Функции подразделяются на информационные, управляющие и вспомогательные (сервисные).

В состав информационных функций входят следующие:

- Сбора, первичной обработки и распределения информации;
- Представления информации;
- Технологической сигнализации;

- Информационно-вычислительные и расчетные;
- Регистрация и архивирование событий и параметров;
- Протоколирование и документирование информации.

В состав управляющих функций входят следующие:

- Дистанционного управления;
- Автоматического регулирования;

### **Сбор, первичная обработка и распределение информации**

Функция предназначена для сбора и первичной обработки информации, вводимой с аналоговых датчиков таких как: температура жидкости, давление в трубопроводах участка дозирования, уровнях в емкостях. Функция должна выполняться автоматически во всех режимах работы системы. Выходной информацией функции являются обработанные значения параметров с соответствующими признаками проведенного контроля и обработки, занесенные в базу данных.

### **Представление информации**

Для представления информации оператору-технологу должны использоваться следующие формы:

- Отображение мнемосхем, параметров, текстовой и графической информации на цветных дисплеях;
- Распечатки протоколов, ведомостей и т.п.

### **Технологическая сигнализация**

Технологическая сигнализация предназначена для инициативного извещения оперативного персонала о возникновении нарушений в технологическом процессе, изменений в составе работающего оборудования и обнаруженных неисправностях.

### **Регистрация и архивирование процессов и параметров**

Задача предназначена для регистрации и накопления текущих значений параметров: температуры жидкости, давления в трубопроводе, уровнях в емкостях

### **Требования к документированию информации**

Документация, выполняемая Исполнителем, согласуется с Заказчиком.

Документация на АСУ ТП должна быть выполнена на русском языке. Документация на АСУ ТП передается Заказчику на бумаге и на электронных носителях.

### **Требования к функциям автоматического регулирования**

Функция автоматического регулирования (АР) предназначена для поддержания заданных параметров температуры, давления и уровня. Она разрабатывается как обеспечивающая эффективную эксплуатацию технологического оборудования при его работе в регулировочном диапазоне нагрузок, плановых остановках, а также при аварийных ситуациях.

### **4.3 Требования к видам обеспечения**

#### **Требования к математическому обеспечению**

Математическое обеспечение (МО) АСУ ТП должно включать в свой состав совокупность алгоритмов, обеспечивающих реализацию возлагаемых на систему функций во всех режимах работы. МО АСУ ТП должно включать технологические алгоритмы, которые должны обеспечивать выполнение всех функций управления технологическим процессом.

#### **Требования к информационному обеспечению**

В состав данных, используемых в АСУ ТП в процессе работы, должны входить:

- Данные о текущем состоянии параметров: температуры жидкости в емкости приготовления флокулянта, давления в трубопроводах участка дозирования и сгущения;

- Данные для сигнализации;

- Данные, вводимые обслуживающим персоналом в систему.

Каждый параметр в системе должен иметь свой идентификатор, численное значение и другие необходимые характеристики.

#### **Требования к лингвистическому обеспечению**

Лингвистическое обеспечение АСУ ТП должно включать в свой состав

языки программирования, используемые для разработки прикладных программ, язык оперативного управления (интерфейса «человек-машина»). Разработка прикладного ПО всех уровней должна осуществляться с использованием инструментальных средств «Овен». В интерфейсе инструментальных средств допускается использование английского языка.

### **Требования к программному обеспечению**

ПО системы должно строиться как распределённый программный комплекс, в котором программы и данные распределены между различными уровнями управления.

## **5 СОСТАВ И СОДЕРЖАНИЕ РАБОТ ПО СОЗДАНИЮ СИСТЕМЫ**

Этапы работ:

- Предпроектное обследование контура регулирования;
- Выбор необходимого оборудования;
- Создание полной электрической схемы объекта;
- Разработка прикладного ПО
- Пусконаладочные работы
- Испытание полной полученной системы.

## **6 ПОРЯДОК КОНТРОЛЯ И ПРИЕМКИ СИСТЕМЫ**

Порядок контроля производится плановыми отчётами, о выполненных этапах проектирования руководителю выпускной квалификационной работы.

Прием разработанной системы осуществляется в виде предзащиты и защиты выпускной квалификационной работы

## **7 ТРЕБОВАНИЯ К СОСТАВУ И СОДЕРЖАНИЮ РАБОТ ПО ПОДГОТОВКЕ ОБЪЕКТА АВТОМАТИЗАЦИИ К ВВОДУ СИСТЕМЫ В ДЕЙСТВИЕ**

Общие требования:

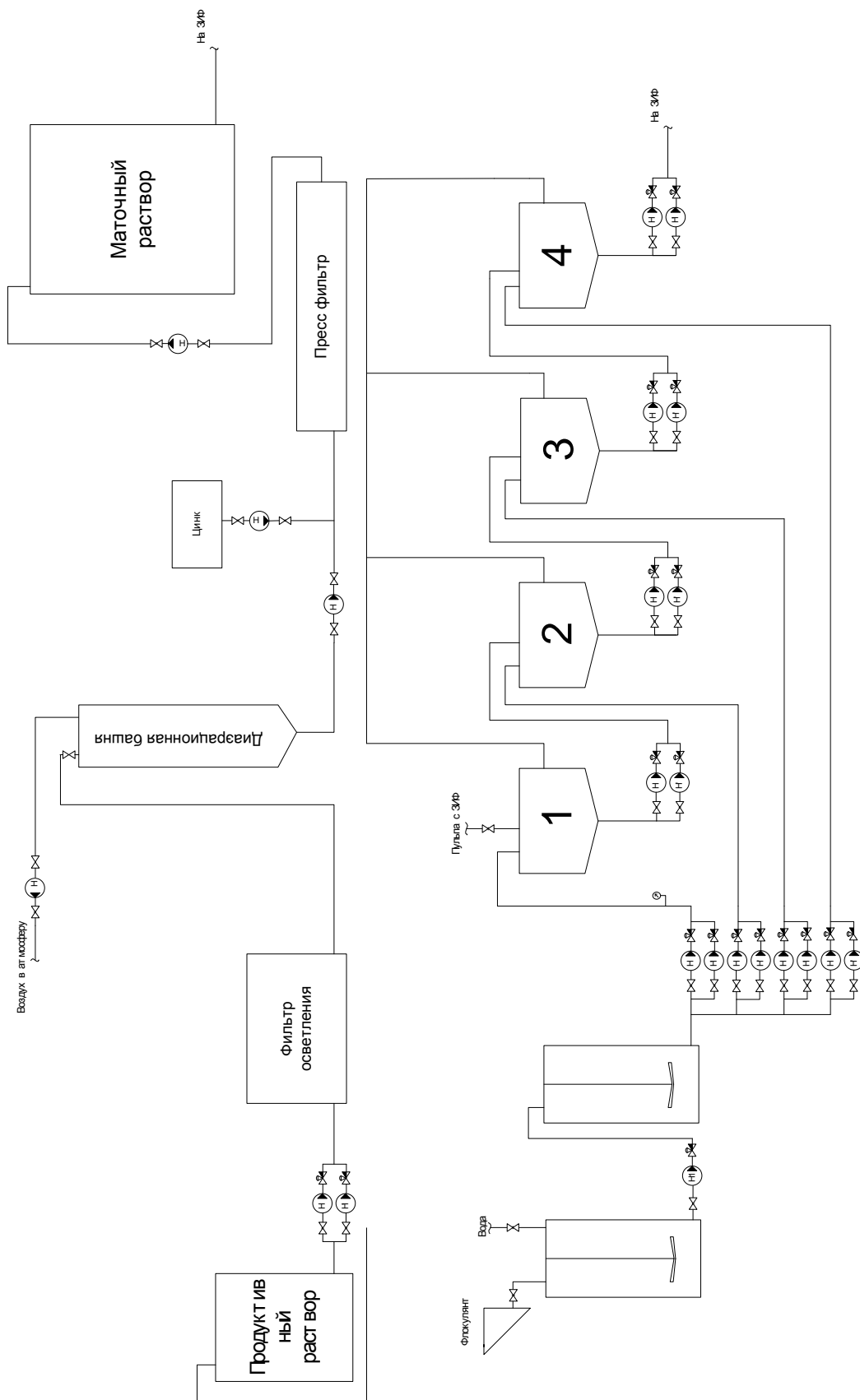
- Провести подготовку помещений для размещения оборудования АСУТП;
- Обеспечить необходимые условия хранения технических средств АСУТП.

- Исключить доступ посторонних лиц к техническим средствам АСУТП во время хранения, монтажа, эксплуатации (охрана, использование средств сигнализации и т.п.);
- Обеспечить подачу требуемого электропитания системы;
- Обеспечить рабочее состояние используемых для АСУ ТП датчиков и др. аппаратуры полевого уровня не подлежащих замене;
- Обеспечить выполнение заданных условий эксплуатации в помещениях, где размещается оборудование АСУ ТП;



# ПРИЛОЖЕНИЕ Б

## СТРУКТУРНАЯ СХЕМА



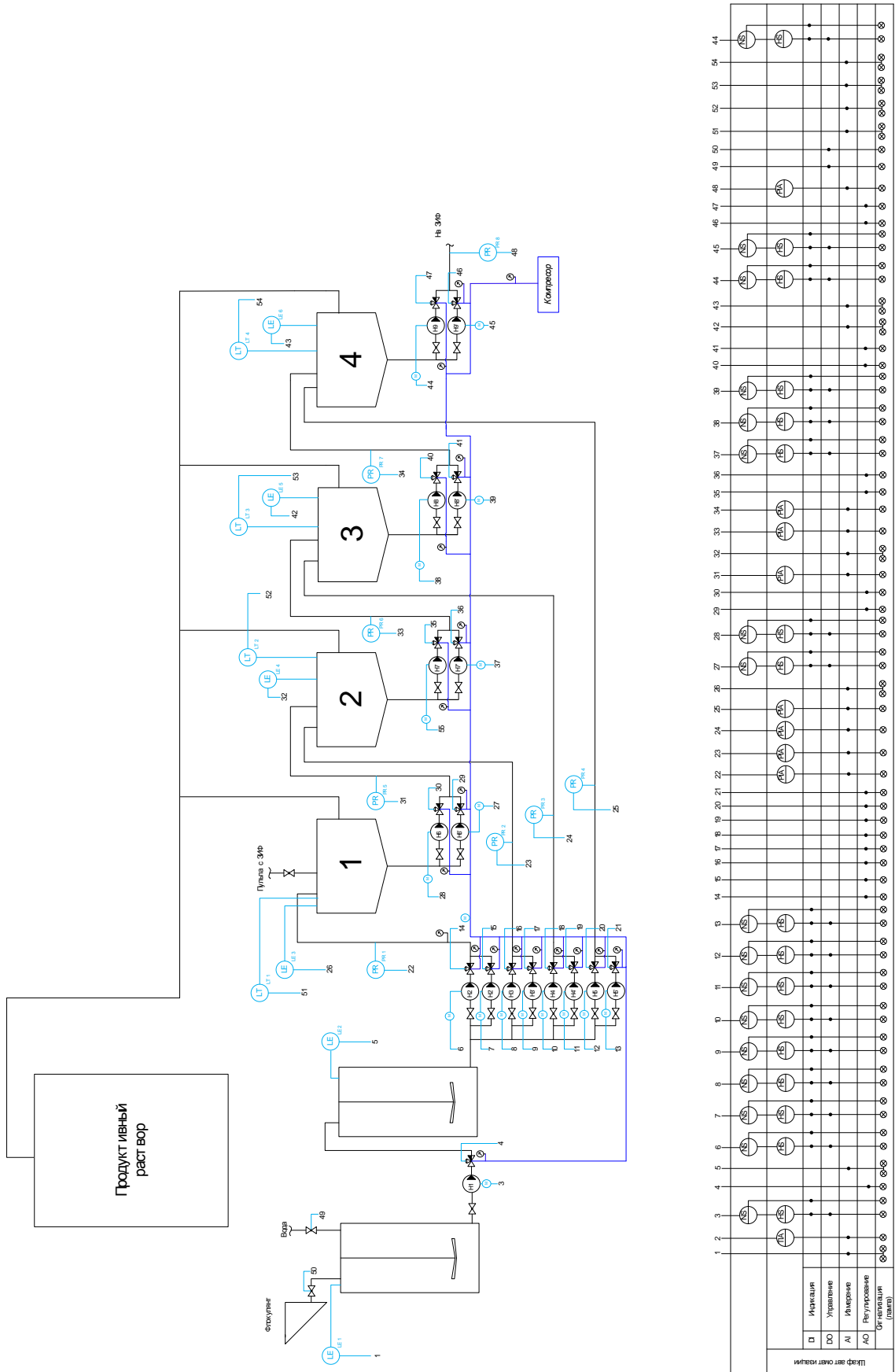
Продолжение ПРИЛОЖЕНИЯ Б

СПЕЦИФИКАЦИЯ

Поз. Обозн.	Наименование				Кол-во	Примечание		
	<u>Емкости</u>							
1,2,3,4	Емкости сгущения				4			
	<u>Насосы</u>							
H1-H9	Основные насосы на участках приготовления и хранения флокулянта, дозирования и сгущения				9			
H2r-H9r	Резервные насосы на участках дозирования и сгущения				8			
					ВКР.134010.15.03.04.ГЧ			
Из м	Лис т	№Докум.	Подп.	Да- та				
Разраб.	Лабко В.О.							
Провер:	Штыкин М.Д.				Структурная схема установки Меррилл- Кроу		Лис т	Лис- тов
Н.контро ль	Скрипка О.В.						1	1
Утв.	Остапенко А.А.					АмГУ гр. 341 ОБ		

# ПРИЛОЖЕНИЕ В

## ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ СХЕМА



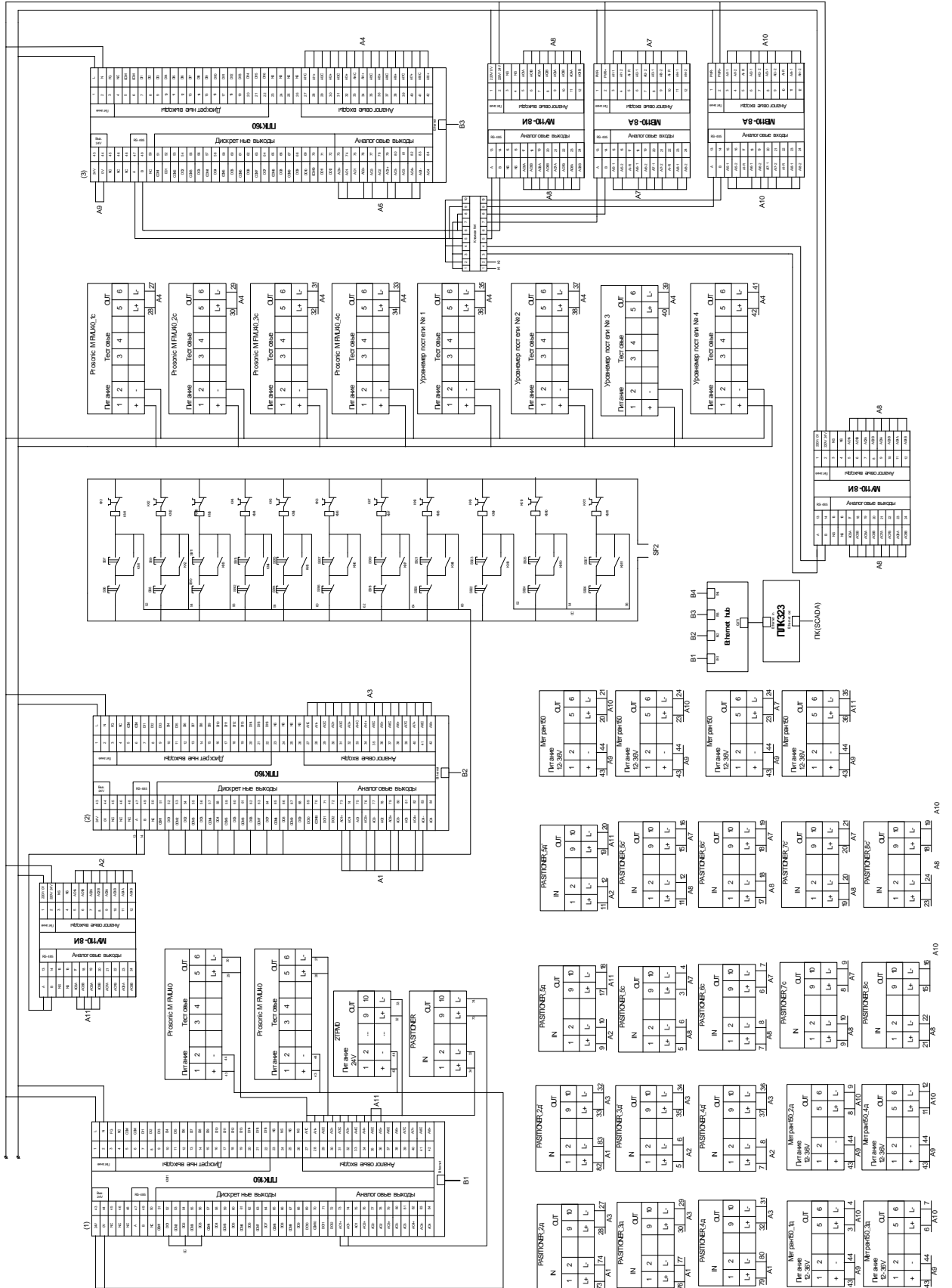
Продолжение ПРИЛОЖЕНИЕ В

СПЕЦИФИКАЦИЯ

Поз. Обозн.	Наименование				Кол-во	Примечание			
	<u>Емкости</u>								
1,2,3,4	Емкости сгушения				4				
					1				
	<u>Насосы</u>				1				
H1-H9	Основные насосы на участках приготовления и хранения флокулянта, дозирования и сгушения				9				
H2r-H9r	Резервные насосы на участках дозирования и сгушения				8				
	<u>Обозначения</u>								
NS	Магнитный пускатель (контактор)				17				
HS	Переключатель пакетный				21				
PIA	Измерительный преобразователь давления				8				
LE	Измерительный преобразователь уровня				6				
					ВКР.134010.15.03.04.СХ				
Из м	Лис т	№Докум.	Подп.	Да- та					
Разраб.	Лабеко В.О.				Функциональная схема установки Меррилл- Кроу		Лис т	Лис- тов	
Провер.	Штыкин М.Д.						1	1	
Н.контро ль	Скрипко О.В.					АмГУ гр. 341 ОБ			
Утв.	Остапенко А.А.								

# ПРИЛОЖЕНИЕ Г

## ПРИНЦИПИАЛЬНАЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ СХЕМА



Продолжение ПРИЛОЖЕНИЕ Г

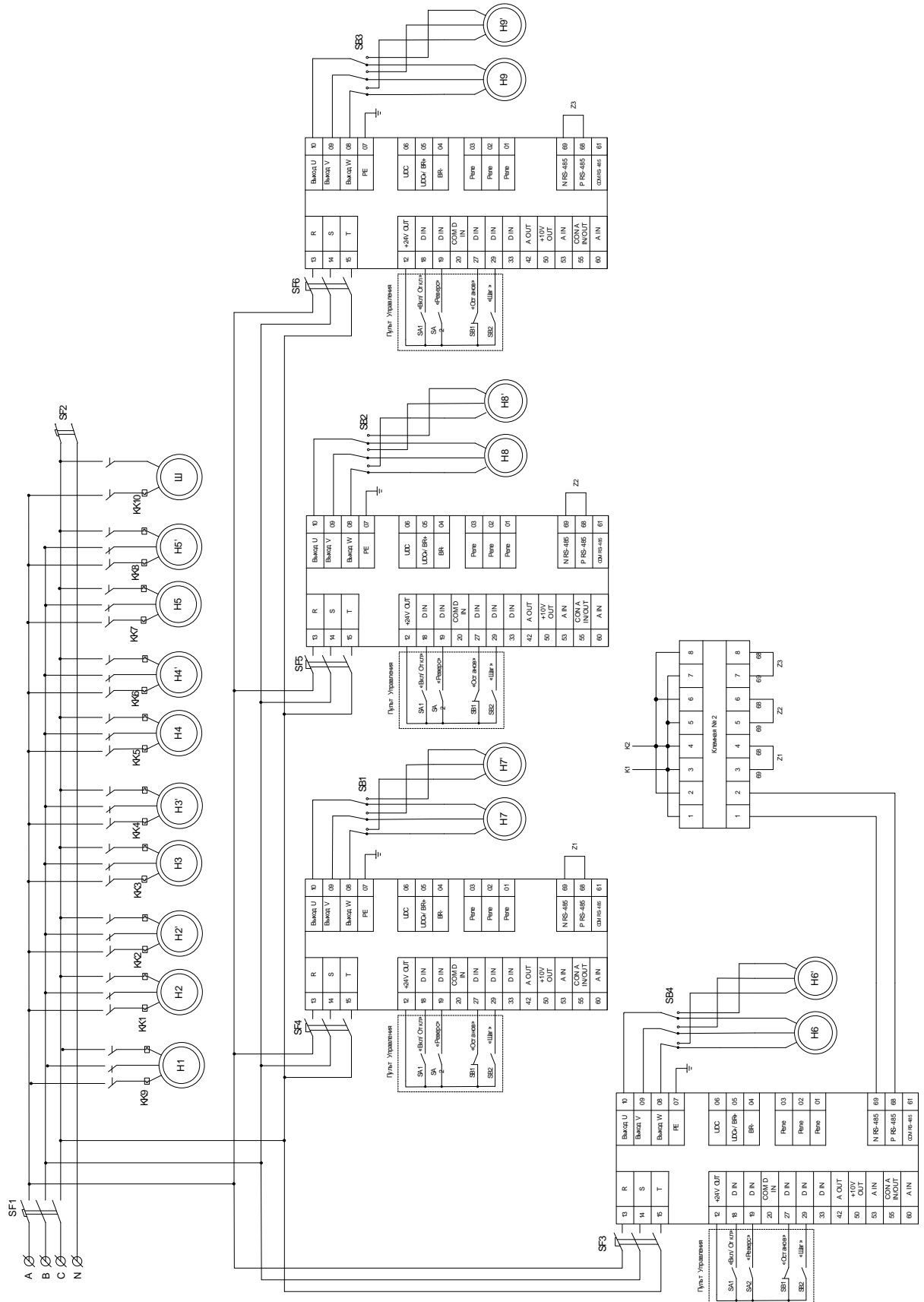
СПЕЦИФИКАЦИЯ

Поз. Обозн.	Наименование				Кол-во	Примечание	
	<u>ПДК</u>						
	ПЛК160				3		
	ПЛК323				1		
	<u>Модули</u>				1		
МУ110-8И	Модуль аналоговых выходов				3		
МВ110-8А	Модуль аналоговых входов				2		
	<u>Обозначения</u>						
SB	Выключатель кнопочный				21		
KK	Электротепловое реле				11		
KM	Магнитный пускатель				11		
					ВКР.134010.15.03.04.СХ		
Изм	Лист	№Докум.	Подп.	Дата			
Разраб.	Лабеко В.О.				Принципиальная электрическая схема установки Меррилл-Кроу	Лист	Листов
Провер.	Штыкин М.Д.					1	1
Н.контроль	Скрипко О.В.					АмГУ гр. 341 ОБ	
Утв.	Остапенко А.А.						



# Продолжение ПРИЛОЖЕНИЯ Г

## СИЛОВАЯ СХЕМА





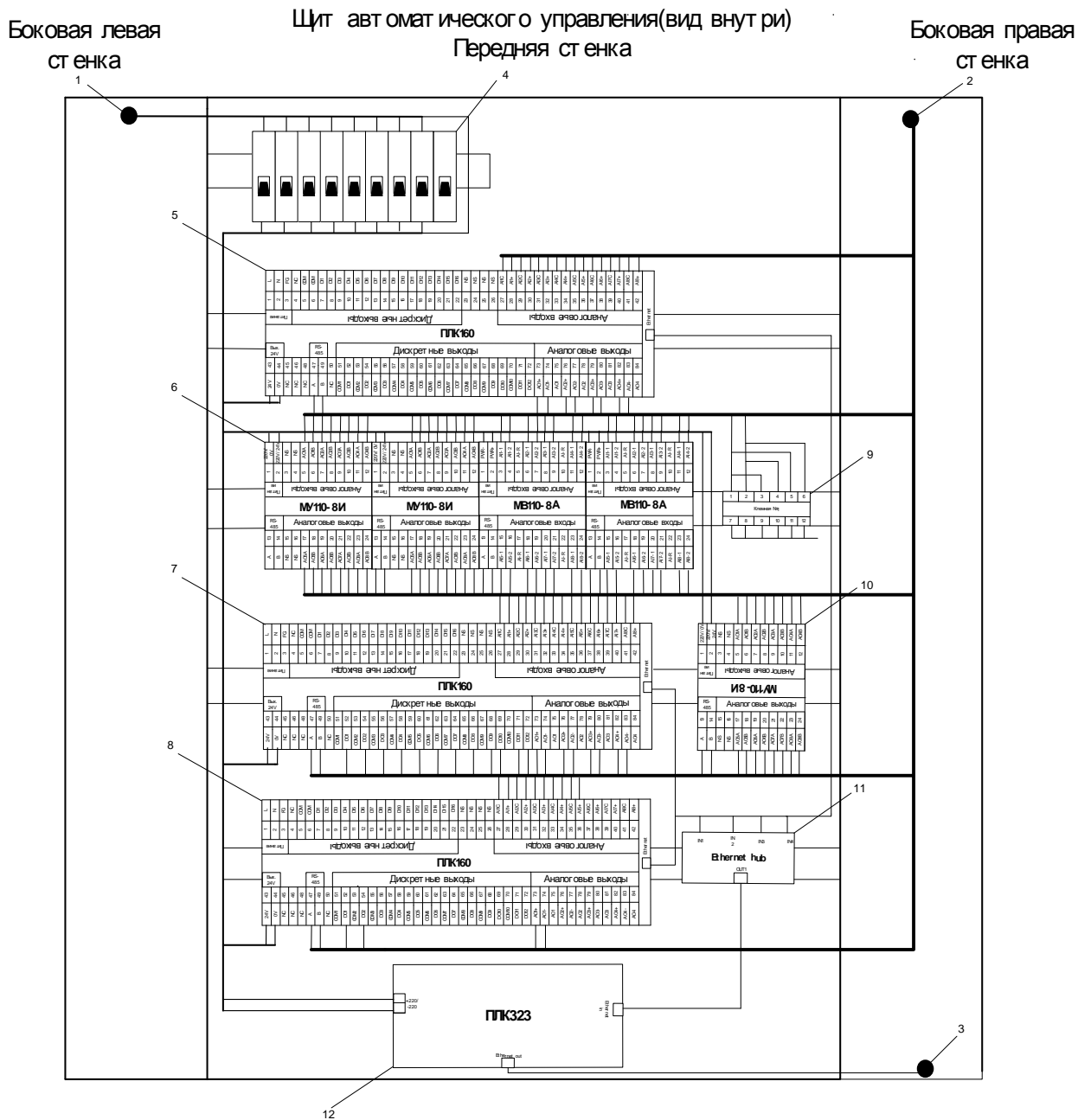
Продолжение ПРИЛОЖЕНИЕ Г

СПЕЦИФИКАЦИЯ

Поз. Обозн.	Наименование				Кол-во	Примечание		
	<u>Насосы</u>							
H1-H9	Основные насосы на участках приготовления и хранения флокулянта, дозирования и сгущения				9			
H2r-H9r	Резервные насосы на участках дозирования и сгущения				8			
	<u>Частотный преобразователь</u>							
1-4	Hyundai N700V-900HF				4			
	<u>Обозначения</u>							
SF1-SF6	Автоматический выключатель				6			
A,B,C	Фазы				3			
					ВКР.134010.15.03.04.СХ			
Изм	Лист	№Докум.	Подп.	Дата				
Разраб.	Лабeko B.O.				Принципиальная электрическая схема установки Меррилл-Кроу		Лист	Листов
Провер.	Штыкин M.D.						1	1
Н.контрoль	Скрипко O.B.					АмГУ гр. 341 ОБ		
Утв.	Остапенко A.A.							

# ПРИЛОЖЕНИЕ Д

## ЩИТ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ



Продолжение ПРИЛОЖЕНИЕ Д

СПЕЦИФИКАЦИЯ

Поз. Обозн.	Наименование				Кол-во	Примечание	
1	кабель питания				1		
2	связка кабеля (управления)				1		
3	кабель к SCADA-системе				1		
4	автоматический выключатель				1		
5	ПЛК160 (участок сгущения)				1		
6	модули расширения MB110-8A/MY110-8И (участок сгущения)				1		
7	ПЛК160 (участок дозирования)				1		
8	ПЛК160 (участка приготовления и хранения флокулянта)				1		
9	клемная коробка				1		
10	модуль расширения MY110-8И (участка дозирования)				1		
11	Ethernet hub				1		
12	ПЛК323				1		
					ВКР.134010.15.03.04.СХ		
Из м	Лис т	№Докум.	Подп.	Да- та			
Разраб.	Лабко В.О.				Компоновка ЦАУ	Лис т	Лис- тов
Провер.	Штыкин М.Д.					1	1
Н.контро ль	Скрипка О.В.					АмГУ гр. 341 ОБ	
Утв.	Остапенко А.А.						





## ПРИЛОЖЕНИЕ Ж

### УПРАВЛЯЮЩАЯ ПРОГРАММА

#### PLC\_PRG

(\*Визуализация участка хранения и приготовления флокулянта\*)

```
IF voda = TRUE THEN
    gotov := gotov+ 0.02;
END_IF
```

```
IF nasos1 = TRUE THEN
    gotov := gotov - 0.02;
    gotov2 := gotov2 + 0.05;
END_IF
```

```
IF gotov>100 THEN
    gotov:=100;
    ELSIF gotov<0 THEN
    gotov:=0;
END_IF
```

```
IF gotov2>100 THEN
    gotov2:=100;
    ELSIF gotov2<0 THEN
    gotov2:=0;
END_IF
```

```
IF gotov>40 THEN
    mechalka:= TRUE;
    ELSIF gotov<40 THEN
    mechalka:= FALSE;
END_IF
```

```
IF gotov2>40 THEN
    mechalka2:= TRUE;
    ELSIF gotov2<40 THEN
    mechalka2:= FALSE;
END_IF
```

(\*Визуализация участка дозирования флокулянта\*)

```
IF (nasos2 OR nasos2r OR nasos3 OR nasos3r OR nasos4 OR nasos4r OR nasos5 OR nasos5r) =
TRUE THEN
    gotov2:= gotov2 - 0.01;
END_IF
```

(\*\*\*\*\*ДАВЛЕНИЕ Насоса 2 и резерва\*\*\*\*\*)

```
IF D1 > 4.2 THEN
    D1 := 4.2;
END_IF
```

```

IF D1 < 0 THEN
    D1 := 0.015;
END_IF

IF avariyaN2 = TRUE THEN
    D1:= D1 - 0.015;
END_IF

IF D11 > 4.2 THEN
    D11 := 4.2;
END_IF

IF D11 < 0 THEN
    D11 := 0;
END_IF

IF avariyaN2r = TRUE THEN
    D11:= D11 - 0.02;
END_IF
(*****)
(*****ДАВЛЕНИЕ Насоса 3 и резерва*****)
IF D2 > 4.2 THEN
    D2 := 4.2;
END_IF

IF D2 < 0 THEN
    D2 := 0.015;
END_IF

IF avariyaN3 = TRUE THEN
    D2:= D2 - 0.015;
END_IF

IF D22 > 4.2 THEN
    D22 := 4.2;
END_IF

IF D22 < 0 THEN
    D22 := 0;
END_IF

IF avariyaN3r = TRUE THEN
    D22:= D22 - 0.02;
END_IF
(*****)
(*****ДАВЛЕНИЕ Насоса 4 и резерва*****)
IF D3 > 4.2 THEN
    D3 := 4.2;
END_IF

IF D3 < 0 THEN

```

```
    D3 := 0.015;  
END_IF
```

```
IF avariyaN4 = TRUE THEN  
    D3:= D3 - 0.015;  
END_IF
```

```
IF D33 > 4.2 THEN  
    D33 := 4.2;  
END_IF
```

```
IF D33 < 0 THEN  
    D33 := 0;  
END_IF
```

```
IF avariyaN4r = TRUE THEN  
    D33:= D33 - 0.02;  
END_IF
```

```
(*****)
```

```
(*****ДАВЛЕНИЕ Насоса 5 и резерва*****)
```

```
IF D4 > 4.2 THEN  
    D4 := 4.2;  
END_IF
```

```
IF D4 < 0 THEN  
    D4 := 0.015;  
END_IF
```

```
IF avariyaN5 = TRUE THEN  
    D4:= D4 - 0.015;  
END_IF
```

```
IF D44 > 4.2 THEN  
    D44 := 4.2;  
END_IF
```

```
IF D44 < 0 THEN  
    D44 := 0;  
END_IF
```

```
IF avariyaN5r = TRUE THEN  
    D44:= D44 - 0.02;  
END_IF
```

```
(*****)
```

```
PR_HR_FL;  
Doz;  
URP;  
ala;
```



## Doz

(\*Программа участка дозирования флокулянта\*)

(\*НАСОСЫ 2 и резерв2\*\*\*\*\*)

IF gotov2 > 70 AND ur1p < 48 = TRUE THEN

rabota:= TRUE;

END\_IF

IF rabota = TRUE THEN

nasos2:=TRUE;

D1:=D1 + 0.01;

timer3(IN:=TRUE, PT:=T#6s);

END\_IF

IF ur1p >52 OR D1 < 1.5 THEN

nasos2:=FALSE;

nasos2r:=FALSE;

END\_IF

IF timer3.Q = TRUE AND D1<2 AND ur1p < 52 THEN

nasos2r:=TRUE;

D11:= D11 + 0.01;

timer33(IN:=TRUE, PT:=T#5s);

END\_IF

IF timer33.Q = TRUE AND D11<2 AND nasos2r = TRUE THEN

nasos2r:= FALSE;

alarm:=TRUE;

END\_IF

IF timer33.Q = TRUE AND ur1p>52 THEN

timer3(IN:=FALSE);

timer33(IN:=FALSE);

END\_IF

(\*\*\*\*\*)

(\*НАСОСЫ3 и резерв3\*\*\*\*\*)

IF gotov2 > 70 AND ur2p < 48 THEN

rabota1:= TRUE;

END\_IF

IF rabota1 = TRUE THEN

nasos3:=TRUE;

D2:=D2 + 0.01;

timer4(IN:=TRUE, PT:=T#6s);

END\_IF

IF ur2p >52 OR D2 < 1.5 THEN

nasos3:=FALSE;

END\_IF

IF ur2p>52 THEN

nasos3r:=FALSE;

END\_IF

```
IF timer4.Q = TRUE AND D2<2 AND ur2p < 52 THEN
    nasos3r:=TRUE;
    D22:= D22 + 0.01;
    timer44(IN:=TRUE, PT:=T#5s);
```

END\_IF

```
IF timer44.Q = TRUE AND D22<2 AND nasos3r = TRUE THEN
    nasos3r:= FALSE;
    alarm:=TRUE;
```

END\_IF

```
IF timer44.Q = TRUE THEN
    timer4(IN:=FALSE);
    timer44(IN:=FALSE);
```

END\_IF

(\*\*\*\*\*)

**(НАСОСЫ4 и резерв4\*\*\*\*\*)**

```
IF gotov2 > 70 AND ur3p < 48 THEN
    rabota2:= TRUE;
```

END\_IF

```
IF rabota2 = TRUE THEN
    nasos4:=TRUE;
    D3:=D3 + 0.01;
    timer5(IN:=TRUE, PT:=T#6s);
```

END\_IF

```
IF ur3p >52 OR D3 < 1.5 THEN
    nasos4:=FALSE;
```

END\_IF

```
IF ur3p>52 THEN
    nasos4r:=FALSE;
```

END\_IF

```
IF timer5.Q = TRUE AND D3<2 AND ur3p < 52 THEN
    nasos4r:=TRUE;
    D33:= D33 + 0.01;
    timer55(IN:=TRUE, PT:=T#5s);
```

END\_IF

```
IF timer55.Q = TRUE AND D33<2 AND nasos4r = TRUE THEN
    nasos4r:= FALSE;
    alarm:=TRUE;
```

END\_IF

```
IF timer55.Q = TRUE THEN
    timer5(IN:=FALSE);
    timer55(IN:=FALSE);
```

END\_IF

(\*\*\*\*\*)

**(НАСОСЫ5 и резерв5\*\*\*\*\*)**

```
IF gotov2 > 70 AND ur4p < 48 THEN
  rabota3:= TRUE;
END_IF
```

```
IF rabota3 = TRUE THEN
  nasos5:=TRUE;
  D4:=D4 + 0.01;
  timer6(IN:=TRUE, PT:=T#6s);
END_IF
```

```
IF ur4p >52 OR D4 < 1.5 THEN
  nasos5:=FALSE;
END_IF
```

```
IF ur4p>52 THEN
  nasos5r:=FALSE;
END_IF
```

```
IF timer6.Q = TRUE AND D4<2 AND ur4p < 52 THEN
  nasos5r:=TRUE;
  D44:= D44 + 0.01;
  timer66(IN:=TRUE, PT:=T#5s);
END_IF
```

```
IF timer66.Q = TRUE AND D44<2 AND nasos5r = TRUE THEN
  nasos5r:= FALSE;
  alarm:=TRUE;
END_IF
```

```
IF timer66.Q = TRUE THEN
  timer6(IN:=FALSE);
  timer66(IN:=FALSE);
END_IF
```

(\*\*\*\*\*)

### URP

**(ПЕРВАЯ ЕМКОСТЬ\*\*\*\*\*)**

```
IF nasos2 OR nasos2r = TRUE THEN
  ur1p:= ur1p + 0.001;
END_IF
```

**(Управление Уровнем ПОСТЕЛИ\*\*\*\*\*)**

```
IF (sh2 > 20 AND sh2<40) OR (sh2r > 20AND sh2r <40) THEN
  ur1p:= ur1p + 0.001;
END_IF
```

```
IF (sh2 > 40 AND sh2<60) OR (sh2r > 40AND sh2r <60) THEN
  ur1p:= ur1p + 0.002;
END_IF
```

```

IF (sh2 > 60 AND sh2<100) OR (sh2r > 60AND sh2r <100) THEN
    ur1p:= ur1p + 0.004;
END_IF

IF ((H1 > 5 OR H1r > 5) AND nasos6 = TRUE ) OR ( (sh2 < 20 OR sh2r < 20) AND timer1.Q
=TRUE ) THEN
    ur1p:= ur1p - 0.005;
END_IF
(*****Регулирование ЗНАЧЕНИЙ UR1P*****)
IF ur1p < 0 THEN
    ur1p:=0;
END_IF
IF H1 > 50 THEN
    H1:=50;
END_IF
IF H1 <0 THEN
    H1:=1;
END_IF

IF H1r > 50 THEN
    H1r:=50;
END_IF
IF H1r <0 THEN
    H1r:=1;
END_IF
(*****)
IF H1 > 20 AND H1 < 30 THEN
    ur1p:=ur1p - 0.001;
END_IF
IF H1 > 40 AND H1 < 51 THEN
    ur1p:=ur1p - 0.005;
END_IF

IF H1r > 20 AND H1r < 30 THEN
    ur1p:=ur1p - 0.001;
END_IF
IF H1r > 40 AND H1r < 51 THEN
    ur1p:=ur1p - 0.005;
END_IF
(*****)
IF sh2 < 0 THEN
    sh2:=0;
END_IF
IF sh2 > 100 THEN
    sh2:=100;
END_IF

IF sh2r < 0 THEN
    sh2r:=0;
END_IF

```

```

IF sh2r > 100 THEN
    sh2r:=100;
END_IF

```

```

(Управление Значением Задвижек (UR1P)*****)
(*****Задание %
задвижки*****)

```

```

IF nasos2 = TRUE AND ur1p < 20 THEN
    sh2:=80;
END_IF
IF nasos2 = TRUE AND ur1p < 40 AND ur1p > 20 THEN
    sh2:=40;
END_IF
IF nasos2 = TRUE AND ur1p < 52 AND ur1p > 40 THEN
    sh2:=20;
END_IF

```

```

IF nasos2r = TRUE AND ur1p < 20 THEN
    sh2r:=80;
END_IF
IF nasos2r = TRUE AND ur1p < 40 AND ur1p > 20 THEN
    sh2r:=40;
END_IF
IF nasos2r = TRUE AND ur1p < 52 AND ur1p > 40 THEN
    sh2r:=20;
END_IF

```

```

IF nasos2r = FALSE THEN
    sh2r:= sh2r - 0.05;
END_IF

```

```

IF nasos2 = FALSE THEN
    sh2:= sh2 - 0.05;
END_IF

```

```

(*****)
(*****Гц на ЧП*****)

```

```

IF ur1p > 52 AND nasos6 = TRUE AND timerG.Q = TRUE THEN
    H1:= H1 + 5;
    timerG(IN:=FALSE);
END_IF

```

```

IF ur1p > 52 AND nasos6 = TRUE THEN
    timerG(IN:=TRUE, PT:=T#3s);
    ur2p:= ur2p + 0.002;
    ur1p:= ur1p -0.002;
END_IF

```

```

IF nasos6 = FALSE THEN
    H1:= H1 - 0.5;
END_IF

```

```
IF ur1p > 52 AND nasos6r = TRUE AND timerG.Q = TRUE THEN
    H1r:= H1r + 5;
    timerG(IN:=FALSE);
END_IF
```

```
IF ur1p > 52 AND nasos6r = TRUE THEN
    timerG(IN:=TRUE, PT:=T#3s);
    ur2p:= ur2p + 0.002;
    ur1p:= ur1p -0.002;
END_IF
```

```
IF nasos6r = FALSE THEN
    H1r:= H1r - 0.5;
END_IF
```

```
(*****  
(Управление Насосами откачки*****)
```

```
IF ur1p > 55 THEN
    rabota4:= TRUE;
END_IF
```

```
IF ur1p < 52.1 THEN
    rabota4:= FALSE;
END_IF
```

```
IF rabota4 = TRUE THEN
    nasos6:=TRUE;
    D6:=D6 + 0.1;
    timer7(IN:=TRUE, PT:=T#6s);
END_IF
```

```
IF ur1p < 52 THEN
    nasos6:=FALSE;
    nasos6r:=FALSE;
END_IF
```

```
IF ur1p< 48 OR D6 < 4 THEN
    nasos6:=FALSE;
END_IF
```

```
IF timer7.Q = TRUE AND D6<4 THEN
    nasos6r:=TRUE;
    D66:= D66+ 0.1;
    rabota4:= TRUE;
    timer77(IN:=TRUE, PT:=T#5s);
END_IF
```

```
IF timer77.Q = TRUE AND D66<4 AND nasos6r = TRUE THEN
    nasos6r:= FALSE;
    alarm:=TRUE;
END_IF
```

```

IF timer77.Q = TRUE THEN
    timer7(IN:=FALSE);
    timer77(IN:=FALSE);
END_IF

```

**(Давление на Шламовых насосах\*\*\*\*\*)**

```

IF D6 > 7 THEN
    D6 := 7.1;
END_IF

```

```

IF D6 < 0 THEN
    D6 := 0.1;
END_IF

```

```

IF avariyaN6 = TRUE THEN
    D6:= D6 - 1;
END_IF

```

```

IF D66 > 7 THEN
    D66 := 7.1;
END_IF

```

```

IF D66 < 0 THEN
    D66 := 0.1;
END_IF

```

```

IF avariyaN6r = TRUE THEN
    D66 := D66 - 1;
END_IF

```

**(Вторая ЕМКОСТЬ\*\*\*\*\*)**

```

IF nasos3 OR nasos3r = TRUE THEN
    ur2p:= ur2p + 0.001;
END_IF

```

(\*\*\*\*\*Управление Уровнем ПОСТЕ-  
ЛИ\*\*\*\*\*)

```

IF (sh3 > 20 AND sh3<40) OR (sh3r > 20AND sh3r <40) THEN
    ur2p:= ur2p + 0.001;
END_IF

```

```

IF (sh3 > 40 AND sh3<60) OR (sh3r > 40AND sh3r <60) THEN
    ur2p:= ur2p + 0.002;
END_IF

```

```

IF (sh3 > 60 AND sh3<100) OR (sh3r > 60AND sh3r <100) THEN
    ur2p:= ur2p + 0.004;
END_IF

```

```

IF ((H2 > 5 OR H2r > 5) AND nasos7 = TRUE ) OR ( (sh3 < 20 OR sh3r < 20) AND timer1.Q
=TRUE ) THEN
    ur2p:= ur2p - 0.005;

```

```

END_IF
(*****Регулирование ЗНАЧЕНИЙ UR1P*****)
IF ur2p < 0 THEN
    ur2p:=0;
END_IF
IF H2 > 50 THEN
    H2:=50;
END_IF
IF H2 <0 THEN
    H2:=1;
END_IF

IF H2r > 50 THEN
    H2r:=50;
END_IF
IF H2r <0 THEN
    H2r:=1;
END_IF
(*****)
IF H2 > 20 AND H2 < 30 THEN
    ur2p:=ur2p - 0.001;
END_IF
IF H2 > 40 AND H2 < 51 THEN
    ur2p:=ur2p - 0.005;
END_IF

IF H2r > 20 AND H2r < 30 THEN
    ur2p:=ur2p - 0.001;
END_IF
IF H2r > 40 AND H2r < 51 THEN
    ur2p:=ur2p - 0.005;
END_IF
(*****)
IF sh3 < 0 THEN
    sh3:=0;
END_IF
IF sh3 > 100 THEN
    sh3:=100;
END_IF

IF sh3r < 0 THEN
    sh3r:=0;
END_IF
IF sh3r > 100 THEN
    sh3r:=100;
END_IF

(*****
******)

(Управление Значением Задвижек (UR1P)*****)

```



```

(*****Задание
зadвижки*****)
IF nasos3 = TRUE AND ur2p < 20 THEN
    sh3:=80;
END_IF
IF nasos3 = TRUE AND ur2p < 40 AND ur2p > 20 THEN
    sh3:=40;
END_IF
IF nasos3 = TRUE AND ur2p < 52 AND ur2p > 40 THEN
    sh3:=20;
END_IF

IF nasos3r = TRUE AND ur2p < 20 THEN
    sh3r:=80;
END_IF
IF nasos3r = TRUE AND ur2p < 40 AND ur2p > 20 THEN
    sh3r:=40;
END_IF
IF nasos3r = TRUE AND ur2p < 52 AND ur2p > 40 THEN
    sh3r:=20;
END_IF

IF nasos3 = FALSE THEN
    sh3:= sh3 - 0.1;
END_IF

IF nasos3r = FALSE THEN
    sh3r:= sh3r - 0.1;
END_IF
(*****)
(*****Гц на ЧП*****)
IF ur2p > 52 AND nasos7 = TRUE AND timerG.Q = TRUE THEN
    H2:= H2 + 5;
    timerG(IN:=FALSE);
END_IF

IF ur2p > 52 AND nasos7 = TRUE THEN
    timerG(IN:=TRUE, PT:=T#3s);
    ur3p:= ur3p + 0.002;
    ur2p:= ur2p -0.002;
END_IF

IF nasos7 = FALSE THEN
    H2:= H2 - 0.5;
END_IF

IF ur2p > 52 AND nasos7r = TRUE AND timerG.Q = TRUE THEN
    H2r:= H2r + 5;
    timerG(IN:=FALSE);
END_IF

IF ur2p > 52 AND nasos7r = TRUE THEN

```

```
    timerG(IN:=TRUE, PT:=T#3s);
    ur3p:= ur3p + 0.002;
    ur2p:= ur2p -0.002;
END_IF
```

```
IF nasos7r = FALSE THEN
    H2r:= H2r - 0.5;
END_IF
```

```
(*****
*****)
```

```
(Управление Насосами откачки*****)
```

```
IF ur2p > 55 THEN
    rabota5:= TRUE;
END_IF
```

```
IF ur2p < 52.1 THEN
    rabota5:= FALSE;
END_IF
```

```
IF rabota5 = TRUE THEN
    nasos7:=TRUE;
    D7:=D7 + 0.1;
    timer8(IN:=TRUE, PT:=T#6s);
END_IF
```

```
IF ur2p < 52 THEN
    nasos7:=FALSE;
    nasos7r:=FALSE;
END_IF
```

```
IF ur2p< 48 OR D7 < 4 THEN
    nasos7:=FALSE;
END_IF
```

```
IF timer8.Q = TRUE AND D7<4 THEN
    nasos7r:=TRUE;
    D77:= D77+ 0.1;
    rabota5:= TRUE;
    timer88 (IN:=TRUE, PT:=T#5s);
END_IF
```

```
IF timer88.Q = TRUE AND D77<4 AND nasos7r = TRUE THEN
    nasos7r:= FALSE;
    alarm:=TRUE;
END_IF
```

```
IF timer88.Q = TRUE THEN
    timer8(IN:=FALSE);
    timer88(IN:=FALSE);
END_IF
```

**(\*\*\*\*\*Давление на Шламовых насосах\*\*\*\*\*)**

IF D7 > 7 THEN  
    D7 := 7.1;  
END\_IF

IF D7 < 0 THEN  
    D7 := 0.1;  
END\_IF

IF avariyaN7 = TRUE THEN  
    D7 := D7 - 1;  
END\_IF

IF D77 > 7 THEN  
    D77 := 7.1;  
END\_IF

IF D77 < 0 THEN  
    D77 := 0.1;  
END\_IF

IF avariyaN7r = TRUE THEN  
    D77 := D77 - 1;  
END\_IF

**(ТРЕТЬЯ ЕМКОСТЬ\*\*\*\*\*)**

IF nasos4 OR nasos4r = TRUE THEN  
    ur3p := ur3p + 0.001;  
END\_IF

**(\*\*\*\*\*Управление Уровнем ПОСТЕЛИ\*\*\*\*\*)**

IF (sh4 > 20 AND sh4 < 40) OR (sh4r > 20 AND sh4r < 40) THEN  
    ur3p := ur3p + 0.001;  
END\_IF

IF (sh4 > 40 AND sh4 < 60) OR (sh4r > 40 AND sh4r < 60) THEN  
    ur3p := ur3p + 0.002;  
END\_IF

IF (sh4 > 60 AND sh4 < 100) OR (sh4r > 60 AND sh4r < 100) THEN  
    ur3p := ur3p + 0.004;  
END\_IF

IF ((H3 > 5 OR H3r > 5) AND nasos8 = TRUE) OR ((sh4 < 20 OR sh4r < 20) AND timer1.Q = TRUE) THEN  
    ur3p := ur3p - 0.005;  
END\_IF

**(\*\*\*\*\*Регулирование ЗНАЧЕНИЙ UR1P\*\*\*\*\*)**

IF ur3p < 0 THEN

```

        ur3p:=0;
    END_IF
    IF H3 > 50 THEN
        H3:=50;
    END_IF
    IF H3 <0 THEN
        H3:=1;
    END_IF

    IF H3r > 50 THEN
        H3r:=50;
    END_IF
    IF H3r <0 THEN
        H3r:=1;
    END_IF
    (*****
    IF H3 > 20 AND H3 < 30 THEN
    ur3p:=ur3p - 0.001;
    END_IF
    IF H3 > 40 AND H3 < 51 THEN
    ur3p:=ur3p - 0.005;
    END_IF

    IF H3r > 20 AND H3r < 30 THEN
    ur3p:=ur3p - 0.001;
    END_IF
    IF H3r > 40 AND H3r < 51 THEN
    ur3p:=ur3p - 0.005;
    END_IF
    (*****
    IF sh4 < 0 THEN
        sh4:=0;
    END_IF
    IF sh4 > 100 THEN
        sh4:=100;
    END_IF

    IF sh4r < 0 THEN
        sh4r:=0;
    END_IF
    IF sh4r > 100 THEN
        sh4r:=100;
    END_IF

    (*****
    *****
    (Управление Значением Задвижек (UR1P)*****
    (*****Задание % задвижки*****
    IF nasos4 = TRUE AND ur3p < 20 THEN
        sh4:=80;

```

```

END_IF
IF nasos4 = TRUE AND ur3p < 40 AND ur3p > 20 THEN
    sh4:=40;
END_IF
IF nasos4 = TRUE AND ur3p < 52 AND ur3p > 40 THEN
    sh4:=20;
END_IF

IF nasos4r = TRUE AND ur3p < 20 THEN
    sh4r:=80;
END_IF
IF nasos4r = TRUE AND ur3p < 40 AND ur3p > 20 THEN
    sh4r:=40;
END_IF
IF nasos4r = TRUE AND ur3p < 52 AND ur3p > 40 THEN
    sh4r:=20;
END_IF

IF nasos4 = FALSE THEN
    sh4:= sh4 - 0.1;
END_IF

IF nasos4r = FALSE THEN
    sh4r:= sh4r - 0.1;
END_IF
(*****
(*****Гц на ЧП*****)
IF ur3p > 52 AND nasos8 = TRUE AND timerG.Q = TRUE THEN
    H3:= H3 + 5;
    timerG(IN:=FALSE);
END_IF

IF ur3p > 52 AND nasos8 = TRUE THEN
    timerG(IN:=TRUE, PT:=T#3s);
    ur4p:= ur4p + 0.002;
    ur3p:= ur3p -0.002;
END_IF

IF nasos8 = FALSE THEN
    H3:= H3 - 0.5;
END_IF

IF ur3p > 52 AND nasos8r = TRUE AND timerG.Q = TRUE THEN
    H3r:= H3r + 5;
    timerG(IN:=FALSE);
END_IF

IF ur3p > 52 AND nasos8r = TRUE THEN
    timerG(IN:=TRUE, PT:=T#3s);
    ur4p:= ur4p + 0.002;
    ur3p:= ur3p -0.002;
END_IF

```

```
IF nasos8r = FALSE THEN
    H3r:= H3r - 0.5;
END_IF
```

```
(*****
*****)
```

```
(Управление Насосами откачки*****)
```

```
IF ur3p > 55 THEN
    rabota6:= TRUE;
END_IF
```

```
IF ur3p < 52.1 THEN
    rabota6:= FALSE;
END_IF
```

```
IF rabota6 = TRUE THEN
    nasos8:=TRUE;
    D8:=D8 + 0.1;
    timer9(IN:=TRUE, PT:=T#6s);
END_IF
```

```
IF ur3p < 52 THEN
    nasos8:=FALSE;
    nasos8r:=FALSE;
END_IF
```

```
IF ur3p< 48 OR D8 < 4 THEN
    nasos8:=FALSE;
END_IF
```

```
IF timer9.Q = TRUE AND D8<4 THEN
    nasos8r:=TRUE;
    D88:= D88+ 0.1;
    rabota6:= TRUE;
    timer99 (IN:=TRUE, PT:=T#5s);
END_IF
```

```
IF timer99.Q = TRUE AND D88<4 AND nasos8r = TRUE THEN
    nasos8r:= FALSE;
    alarm:=TRUE;
END_IF
```

```
IF timer99.Q = TRUE THEN
    timer9(IN:=FALSE);
    timer99(IN:=FALSE);
END_IF
```

```
(*Давление на Шламовых насосах*****)
```

```
IF D8 > 7 THEN
    D8 := 7.1;
```

END\_IF

IF D8 < 0 THEN  
    D8 := 0.1;  
END\_IF

IF avariyaN8 = TRUE THEN  
    D8:= D8 - 1;  
END\_IF

IF D88 > 7 THEN  
    D88 := 7.1;  
END\_IF

IF D88< 0 THEN  
    D88 := 0.1;  
END\_IF

IF avariyaN8r = TRUE THEN  
    D88 := D88- 1;  
END\_IF

**(ЧЕТВЕРТАЯ ЕМКОСТЬ\*\*\*\*\*)**

IF nasos5 OR nasos5r = TRUE THEN  
    ur4p:= ur4p + 0.001;  
END\_IF

**(\*Управление Уровнем ПОСТЕЛИ\*\*\*\*\*)**

IF (sh5 > 20 AND sh5<40) OR (sh5r > 20AND sh5r <40) THEN  
    ur4p:= ur4p + 0.001;  
END\_IF

IF (sh5 > 40 AND sh5<60) OR (sh5r > 40AND sh5r <60) THEN  
    ur4p:= ur4p + 0.002;  
END\_IF

IF (sh5 > 60 AND sh5<100) OR (sh5r > 60AND sh5r <100) THEN  
    ur4p:= ur4p + 0.004;  
END\_IF

IF ((H4 > 5 OR H4r > 5) AND nasos9 = TRUE ) OR ( (sh5 < 20 OR sh5r < 20) AND timer1.Q =TRUE ) THEN  
    ur4p:= ur4p - 0.005;

END\_IF

**(\*\*\*\*\*Регулирование ЗНАЧЕНИЙ UR1P\*\*\*\*\*)**

IF ur4p < 0 THEN  
    ur4p:=0;

END\_IF

IF H4 > 50 THEN  
    H4:=50;

END\_IF

```
IF H4 < 0 THEN
    H4:=1;
END_IF
```

```
IF H4r > 50 THEN
    H4r:=50;
END_IF
```

```
IF H4r < 0 THEN
    H4r:=1;
END_IF
```

```
(*****)
```

```
IF H4 > 20 AND H4 < 30 THEN
    ur4p:=ur4p - 0.001;
END_IF
```

```
IF H4 > 40 AND H4 < 51 THEN
    ur4p:=ur4p - 0.005;
END_IF
```

```
IF H4r > 20 AND H4r < 30 THEN
    ur4p:=ur4p - 0.001;
END_IF
```

```
IF H4r > 40 AND H4r < 51 THEN
    ur4p:=ur4p - 0.005;
END_IF
```

```
(*****)
```

```
IF sh5 < 0 THEN
    sh5:=0;
END_IF
```

```
IF sh5 > 100 THEN
    sh5:=100;
END_IF
```

```
IF sh5r < 0 THEN
    sh5r:=0;
END_IF
```

```
IF sh5r > 100 THEN
    sh5r:=100;
END_IF
```

```
(*****)
```

```
(Управление Значением Задвижек (UR1P)*****)
```

```
(*****Задание % задвижки*****)
```

```
IF nasos5 = TRUE AND ur4p < 20 THEN
    sh5:=80;
END_IF
```

```
IF nasos5 = TRUE AND ur4p < 40 AND ur4p > 20 THEN
    sh5:=40;
END_IF
```

```
IF nasos5 = TRUE AND ur4p < 52 AND ur4p > 40 THEN
    sh5:=20;
```



```

END_IF

IF nasos5r = TRUE AND ur4p < 20 THEN
    sh5r:=80;
END_IF
IF nasos5r = TRUE AND ur4p < 40 AND ur4p > 20 THEN
    sh5r:=40;
END_IF
IF nasos5r = TRUE AND ur4p < 52 AND ur4p > 40 THEN
    sh5r:=20;
END_IF

IF nasos5 = FALSE THEN
    sh5:= sh5 - 0.1;
END_IF

IF nasos5r = FALSE THEN
    sh5r:= sh5r - 0.1;
END_IF
(*****
(*****Гц на ЧП*****)
IF ur4p > 52 AND nasos9 = TRUE AND timerG.Q = TRUE THEN
    H4:= H4 + 5;
    timerG(IN:=FALSE);
END_IF

IF ur4p > 52 AND nasos9 = TRUE THEN
    timerG(IN:=TRUE, PT:=T#3s);
    (*ur4p:= ur4p + 0.002;*)
    ur4p:= ur4p -0.002;
END_IF

IF nasos9 = FALSE THEN
    H4:= H4 - 0.5;
END_IF

IF ur4p > 52 AND nasos9r = TRUE AND timerG.Q = TRUE THEN
    H4r:= H4r + 5;
    timerG(IN:=FALSE);
END_IF

IF ur4p > 52 AND nasos9r = TRUE THEN
    timerG(IN:=TRUE, PT:=T#3s);
    (*ur4p:= ur4p + 0.002;*)
    ur4p:= ur4p -0.002;
END_IF

IF nasos9r = FALSE THEN
    H4r:= H4r - 0.5;
END_IF

```

(\*\*\*\*\*  
\*\*\*\*\*)

(\*Управление Насосами откачки\*\*\*\*\*)

```
IF ur4p > 55 THEN
  rabota7:= TRUE;
END_IF
```

```
IF ur4p < 52.1 THEN
  rabota7:= FALSE;
END_IF
```

```
IF rabota7 = TRUE THEN
  nasos9:=TRUE;
  D9:=D9 + 0.1;
  timer10(IN:=TRUE, PT:=T#6s);
END_IF
```

```
IF ur4p < 52 THEN
  nasos9:=FALSE;
  nasos9r:=FALSE;
END_IF
```

```
IF ur4p< 48 OR D9 < 4 THEN
  nasos9:=FALSE;
END_IF
```

```
IF timer10.Q = TRUE AND D9<4 THEN
  nasos9r:=TRUE;
  D99:= D99+ 0.1;
  rabota7:= TRUE;
  timer1010 (IN:=TRUE, PT:=T#5s);
END_IF
```

```
IF timer1010.Q = TRUE AND D99<4 AND nasos9r = TRUE THEN
  nasos9r:= FALSE;
  alarm:=TRUE;
END_IF
```

```
IF timer1010.Q = TRUE THEN
  timer10(IN:=FALSE);
  timer1010(IN:=FALSE);
END_IF
```

(\*Давление на Шламовых насосах\*\*\*\*\*)

```
IF D9 > 7 THEN
  D9 := 7.1;
END_IF
```

```
IF D9 < 0 THEN
  D9 := 0.1;
END_IF
```

```
IF avariyaN9 = TRUE THEN
    D9:= D9 - 1;
END_IF
```

```
IF D99 > 7 THEN
    D99 := 7.1;
END_IF
```

```
IF D99< 0 THEN
    D99 := 0.1;
END_IF
```

```
IF avariyaN9r = TRUE THEN
    D99 := D99- 1;
END_IF
```

### **PR HR FL**

(\*Программа участка хранения и приготовления флокулянта\*)

```
IF gotov2>30 AND gotov>30 AND timer1.Q =TRUE THEN
    timer1(IN:=FALSE);
    timer(IN:=FALSE);
END_IF
```

```
IF (gotov>50)AND(gotov2<98) AND (timer1.Q = TRUE) THEN
    nasos1:= TRUE;
    ELSIF gotov2 >70 AND gotov <5 THEN
    nasos1:= FALSE;
END_IF
```

```
IF gotov2 > 95 THEN
    nasos1 := FALSE;
ELSIF gotov2< 20 AND gotov > 30 AND flok= FALSE AND voda = FALSE THEN
    nasos1:=TRUE;
END_IF
```

```
IF (gotov<50) AND alarm = FALSE AND nasos1 = FALSE THEN
    voda:=TRUE;
END_IF
```

```
IF gotov>50 AND voda = TRUE THEN
    flok:=TRUE;
    timer(IN:=TRUE, PT:=T#20s);
END_IF
```

```
IF (gotov>50) AND ((voda AND flok)=TRUE) AND timer.Q = TRUE THEN
    flok:=FALSE;
END_IF
```

```
IF timer.Q = TRUE THEN
    timer1(IN:=TRUE, PT:=T#30s);
```

END\_IF

IF gotov >= 98 THEN  
    voda:= FALSE;  
END\_IF

IF (gotov>50 AND ((voda AND flok)=TRUE)) AND timer.Q = TRUE THEN  
    alarm:=TRUE;  
END\_IF

**ala**

IF alarm = TRUE OR stop = TRUE THEN

    nasos1:=FALSE;  
    nasos2:=FALSE;  
    nasos2r:=FALSE;  
    nasos3:=FALSE;  
    nasos3r:=FALSE;  
    nasos4:=FALSE;  
    nasos4r:=FALSE;  
    nasos5:=FALSE;  
    nasos5r:=FALSE;  
    nasos6:=FALSE;  
    nasos6r:=FALSE;  
    nasos7:=FALSE;  
    nasos7r:=FALSE;  
    nasos8:=FALSE;  
    nasos8r:=FALSE;  
    nasos9:=FALSE;  
    nasos9r:=FALSE;  
    voda:=FALSE;  
    flok:=FALSE;  
    start:=FALSE;

END\_IF

IF avariyaN2 OR avariyaN3 OR avariyaN4 OR avariyaN5 = TRUE THEN  
    v1:= TRUE;  
END\_IF

IF avariyaN6 OR avariyaN7 OR avariyaN8 OR avariyaN9 = TRUE THEN  
    v2:= TRUE;  
END\_IF

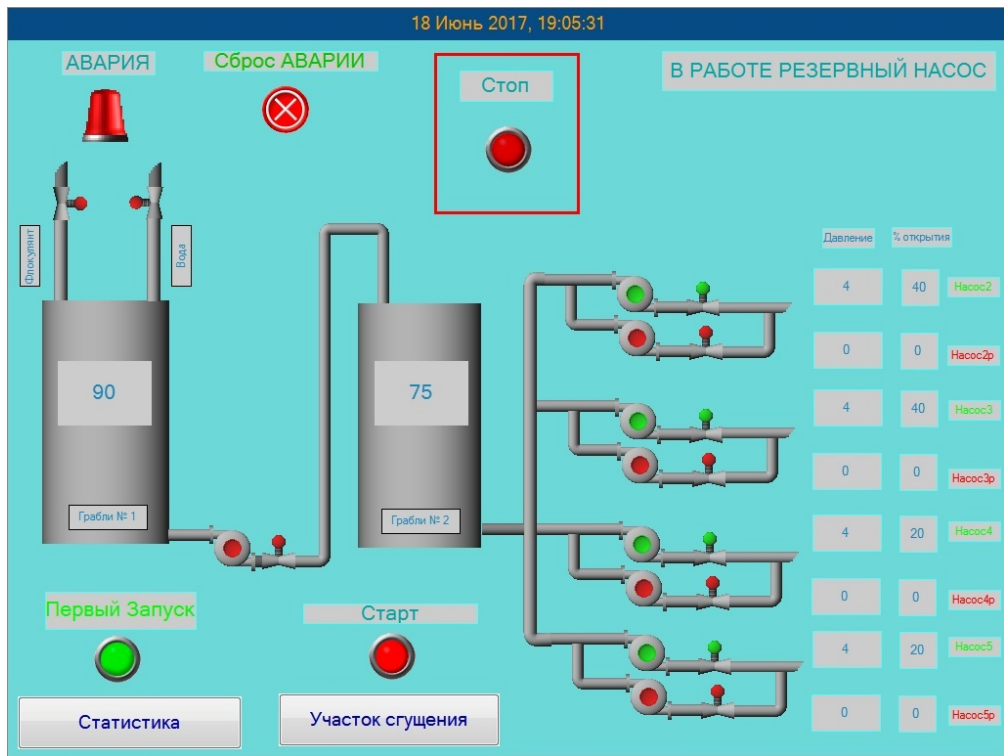
IF stop\_alarm = TRUE THEN  
    alarm:=FALSE;  
    stop:=FALSE;  
END\_IF

```
IF start = FALSE THEN
rabota:=FALSE;
rabota1:=FALSE;
rabota2:=FALSE;
rabota3:=FALSE;
rabota4:=FALSE;
rabota5:=FALSE;
rabota6:=FALSE;
rabota7:=FALSE;
        voda:=FALSE;
        flok:=FALSE;
END_IF
```

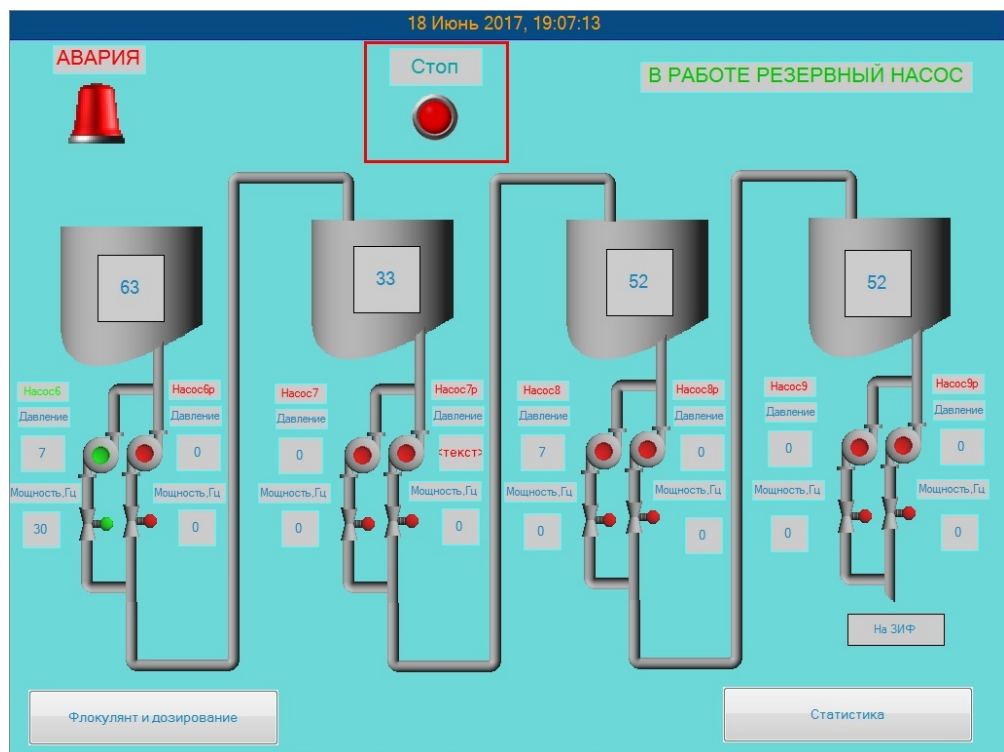
# ПРИЛОЖЕНИЕ 3

## SCADA-СИСТЕМА

Экран участка приготовления, хранения и дозирование флокулянта

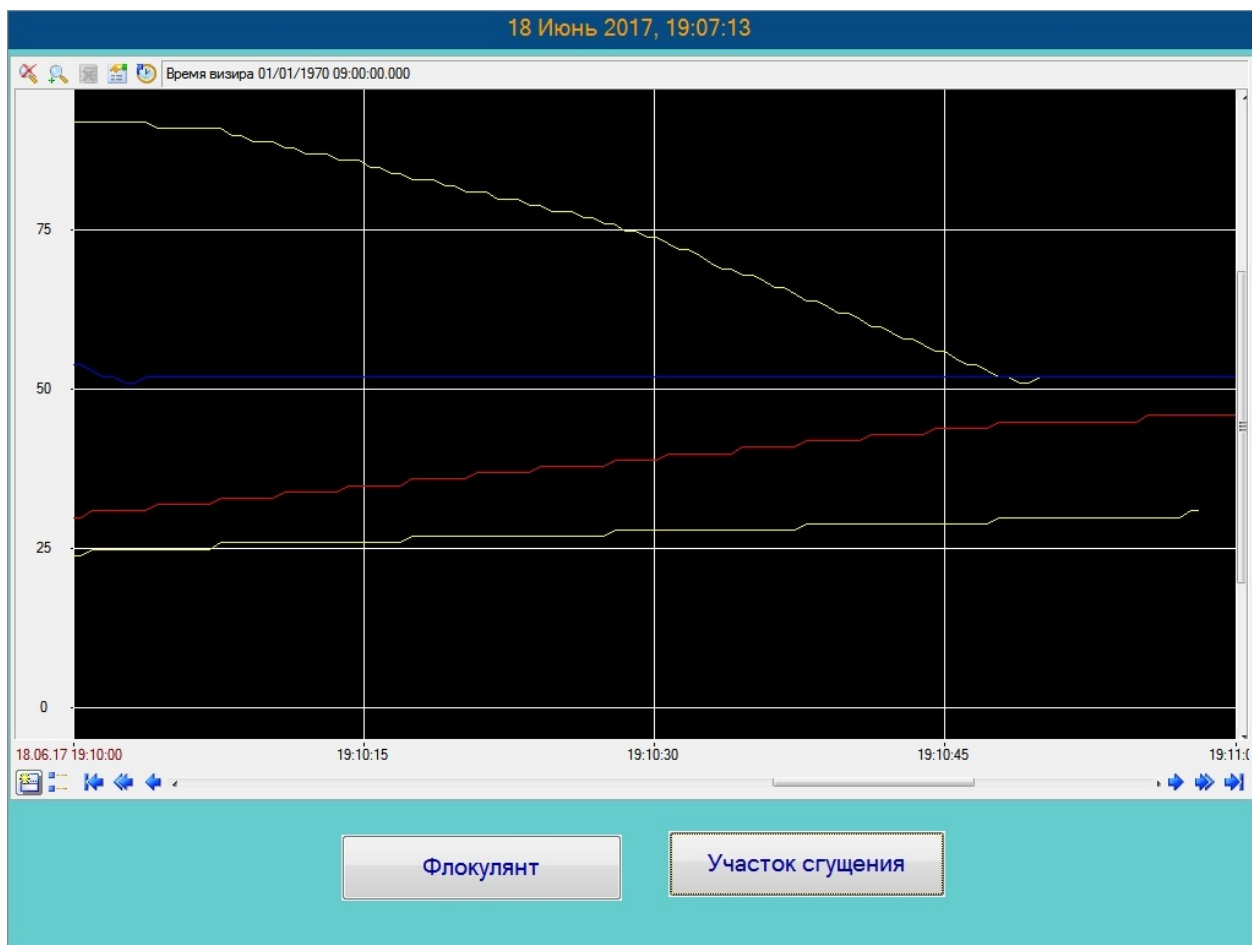


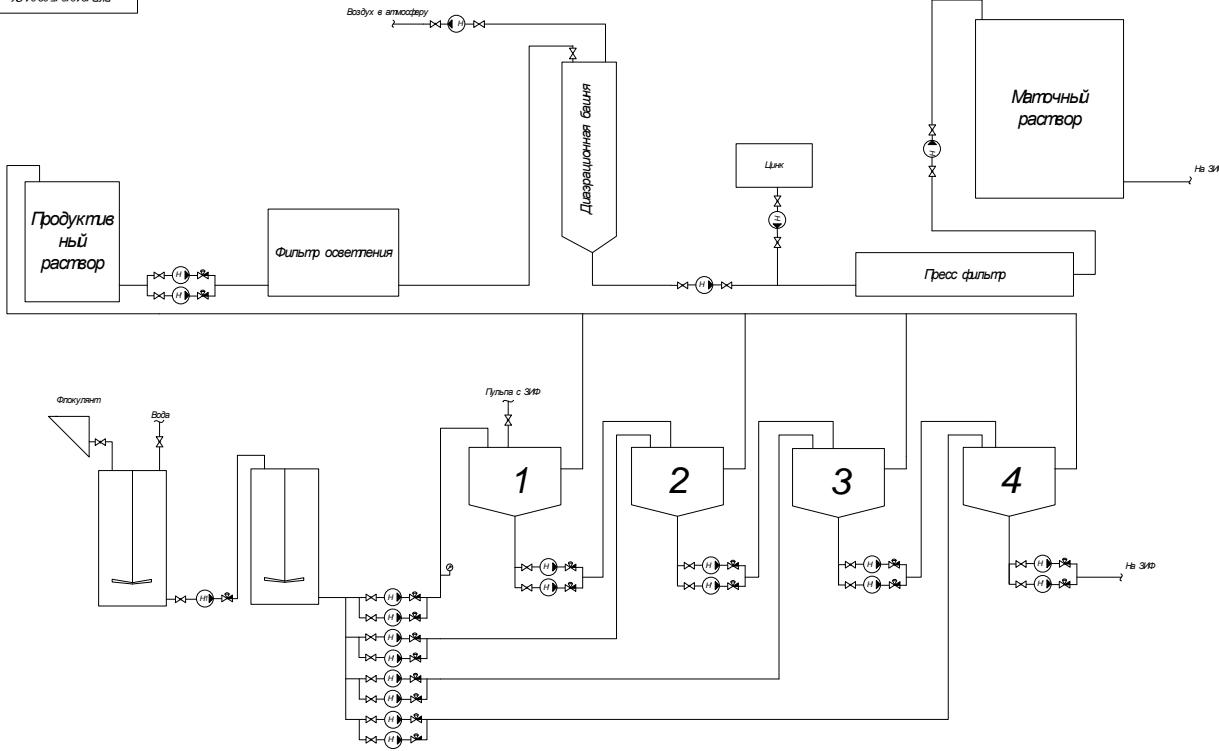
Экран участка сгущения



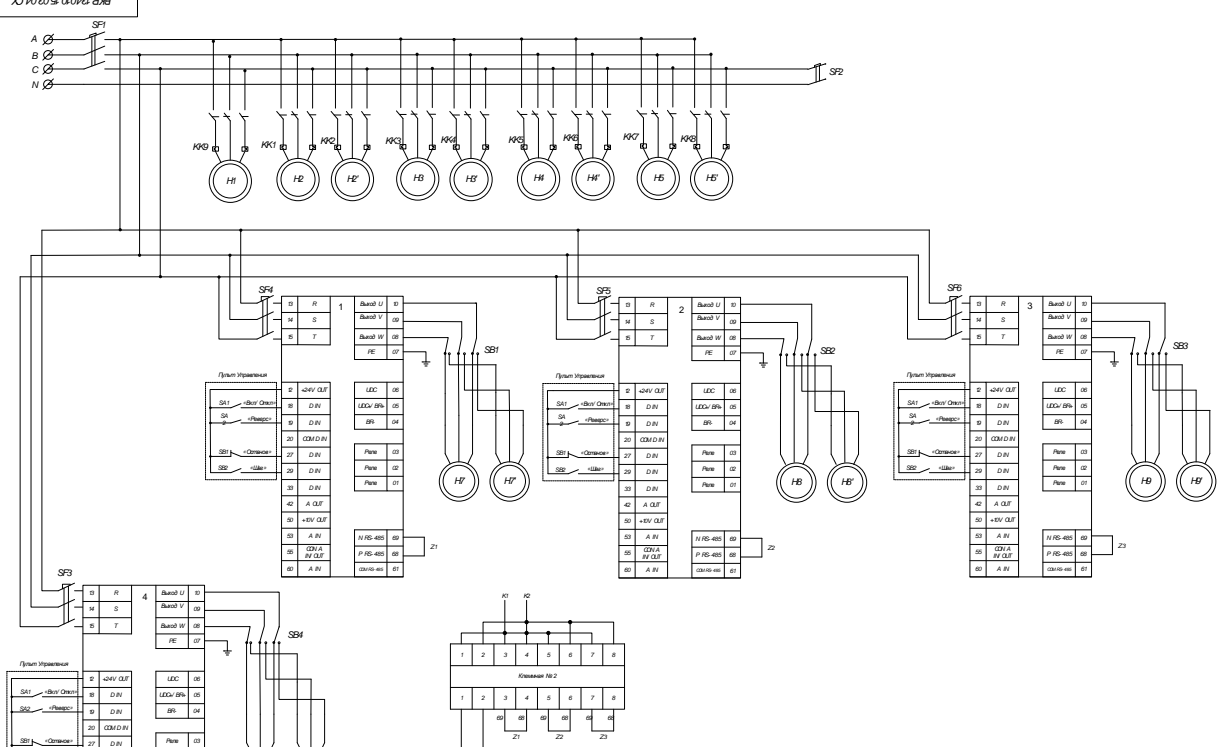
## Продолжение ПРИЛОЖЕНИЕ 3

### Экран статистики уровня в сгустителях



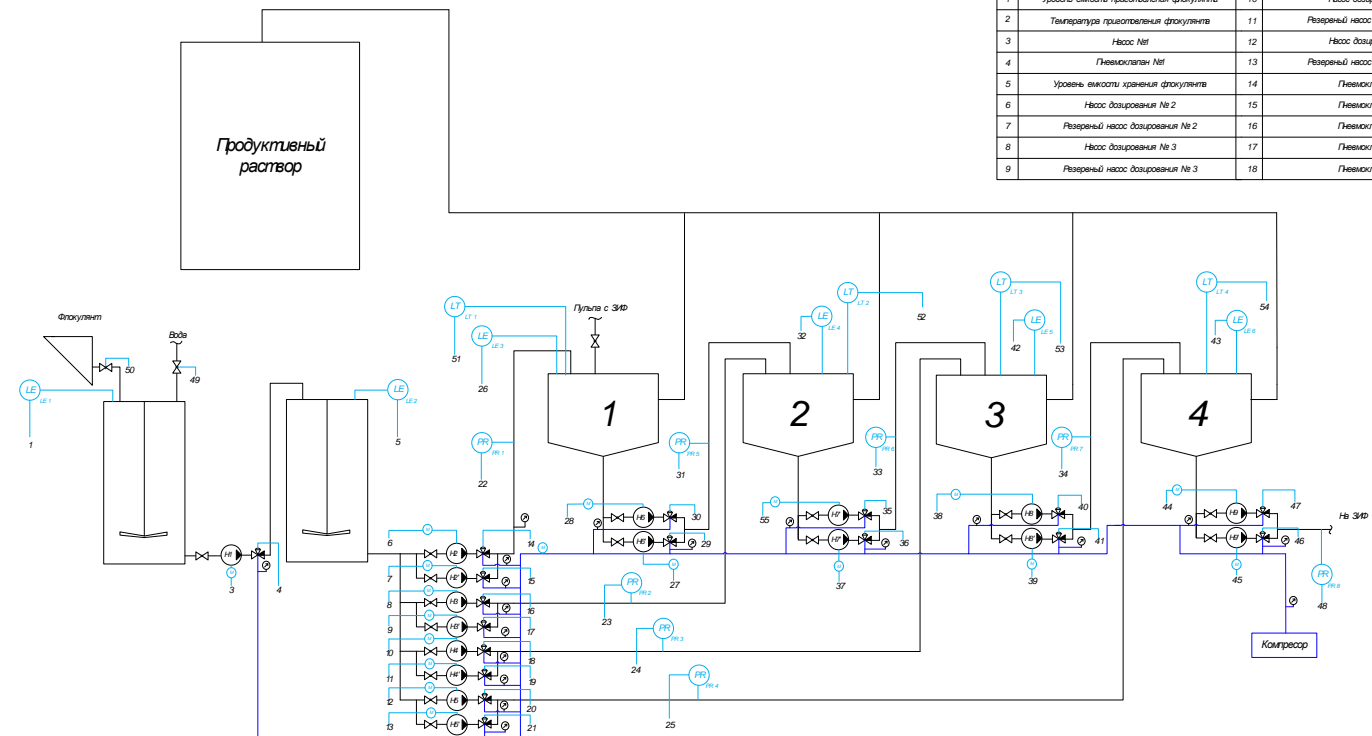


№ п/п	Дата	Исполнитель	Исполнение	Итого	Дата	
1		Лавров Е.В.				
2		Славин М.В.				
3		Славин М.В.				
ВКР. 13410.15.03.04.0X						
Структурная схема установки Меррилл-Кроу				Листы	Масса	Итого
				у/т		
				Лист 1	Листов 6	
Автоматизация технологического процесса установки Меррилл-Кроу с использованием комплекса Кобыляк и Матрица-Область				АИГУ		вр. 341 ОБ



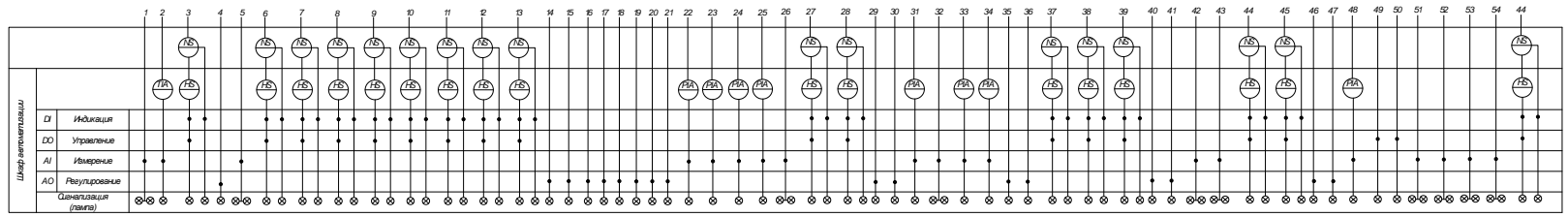
№ п/п	Дата	Исполнитель	Исполнение	Итого	Дата	
1		Лавров Е.В.				
2		Славин М.В.				
3		Славин М.В.				
ВКР. 13410.15.03.04.0X						
Схема электрическая схема				Листы	Масса	Итого
				у/т		
				Лист 1	Листов 6	
Автоматизация технологического процесса установки Меррилл-Кроу с использованием комплекса Кобыляк и Матрица-Область				АИГУ		вр. 341 ОБ





№	Название	№	Название	№	Название
1	Уровень емкости приготовления флокулянта	10	Насос дозирования № 4	19	Пневмоклапан № 7
2	Температура приготовления флокулянта	11	Резервный насос дозирования № 4	20	Пневмоклапан № 8
3	Насос №1	12	Насос дозирования № 5	21	Пневмоклапан № 9
4	Пневмоклапан №1	13	Резервный насос дозирования № 5	22	Датчик давления на 1 ветке дозирования
5	Уровень емкости хранения флокулянта	14	Пневмоклапан № 2	23	Датчик давления на 2 ветке дозирования
6	Насос дозирования № 2	15	Пневмоклапан № 3	24	Датчик давления на 3 ветке дозирования
7	Резервный насос дозирования № 2	16	Пневмоклапан № 4	25	Датчик давления на 4 ветке дозирования
8	Насос дозирования № 3	17	Пневмоклапан № 5	26	Уровень емкости сушения № 1
9	Резервный насос дозирования № 3	18	Пневмоклапан № 6	27	Резервный насос первого сушения № 6

28	Насос первого сушения № 6
29	Пневмоклапан № 10
30	Пневмоклапан № 11
31	Датчик давления на первой емкости сушения
32	Уровень емкости сушения № 1
33	Датчик давления на второй емкости сушения
34	Датчик давления на третьей емкости сушения
35	Пневмоклапан № 12
36	Пневмоклапан № 13
37	Резервный насос второго сушения № 7
38	Насос третьего сушения № 8
39	Резервный насос третьего сушения № 8
40	Пневмоклапан № 14
41	Пневмоклапан № 15
42	Уровень емкости сушения № 3
43	Уровень емкости сушения № 4
44	Насос четвертого сушения № 9
45	Резервный насос четвертого сушения № 9
46	Пневмоклапан № 16
47	Пневмоклапан № 17
48	Датчик давления на четвертой емкости сушения
49	Электрорегулятор
50	Штек
51	Уровень постели сушения № 1
52	Уровень постели сушения № 2
53	Уровень постели сушения № 3
54	Уровень постели сушения № 4
55	Насос второго сушения № 7

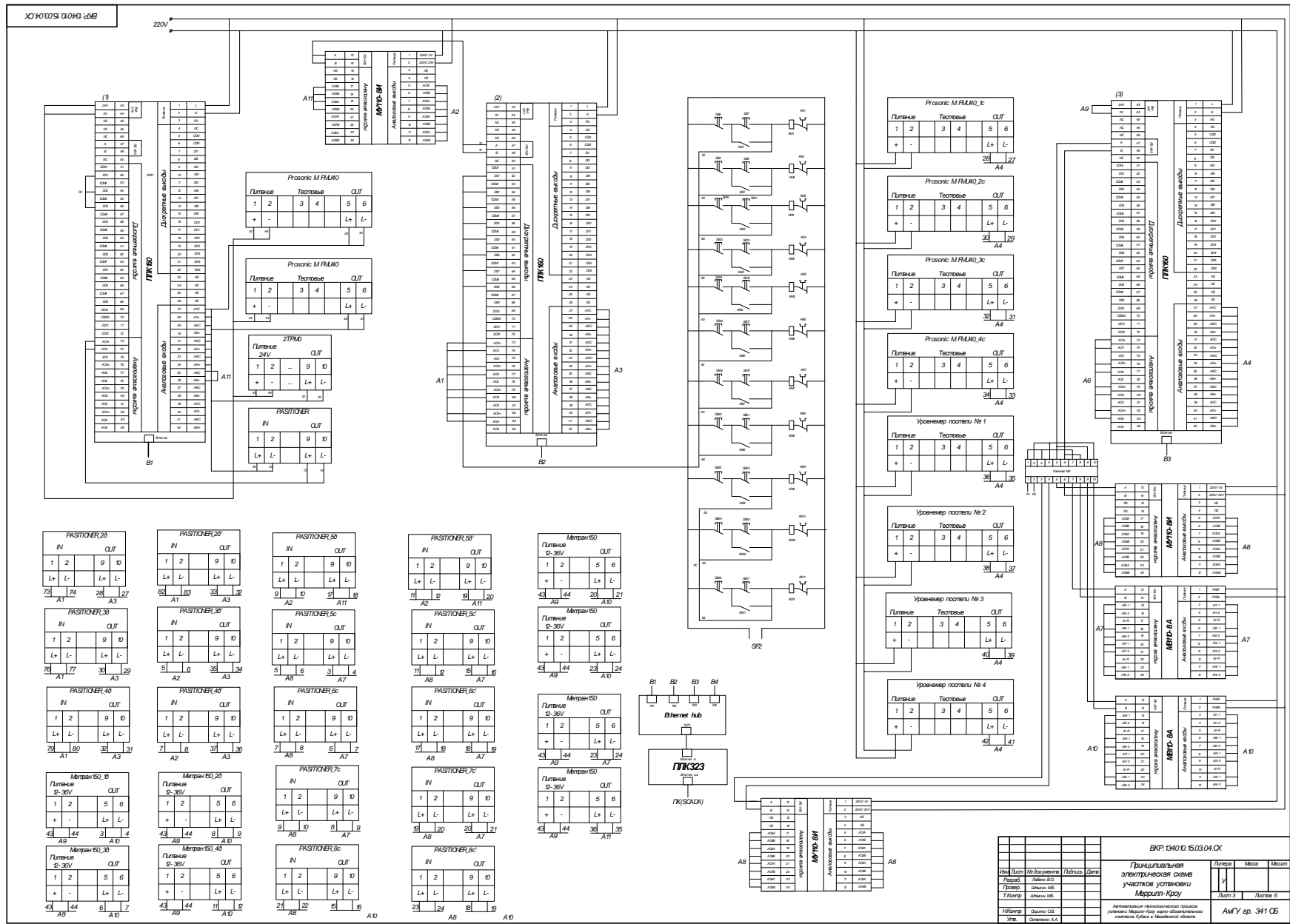


ВКР: 134010.6.03.04.0X			
Имя	Полн.	Дата	Лист
Лист	№ документа	Полн.	Дата
Разраб	Лыткин В.С.		
Проект	Сытник М.В.		
Т.Систем	Сытник М.В.		
Исполн	Сытник М.В.		
Исп	Сытник М.В.		

Функциональная схема установки Меррилл-Кроу

Лист 2 из 6

AMU sp. 341 06



ВКР: 640 Д. 15.03.04.0Х

№ п/п	Исполнитель	Подпись	Дата
1	Проектант	Иванов И.И.	
2	Проверенный	Петров П.П.	
3	Техник	Сидоров С.С.	
4	Монтажник	Кузнецов К.К.	
5	Специалист АЭС	Давыдов Д.Д.	

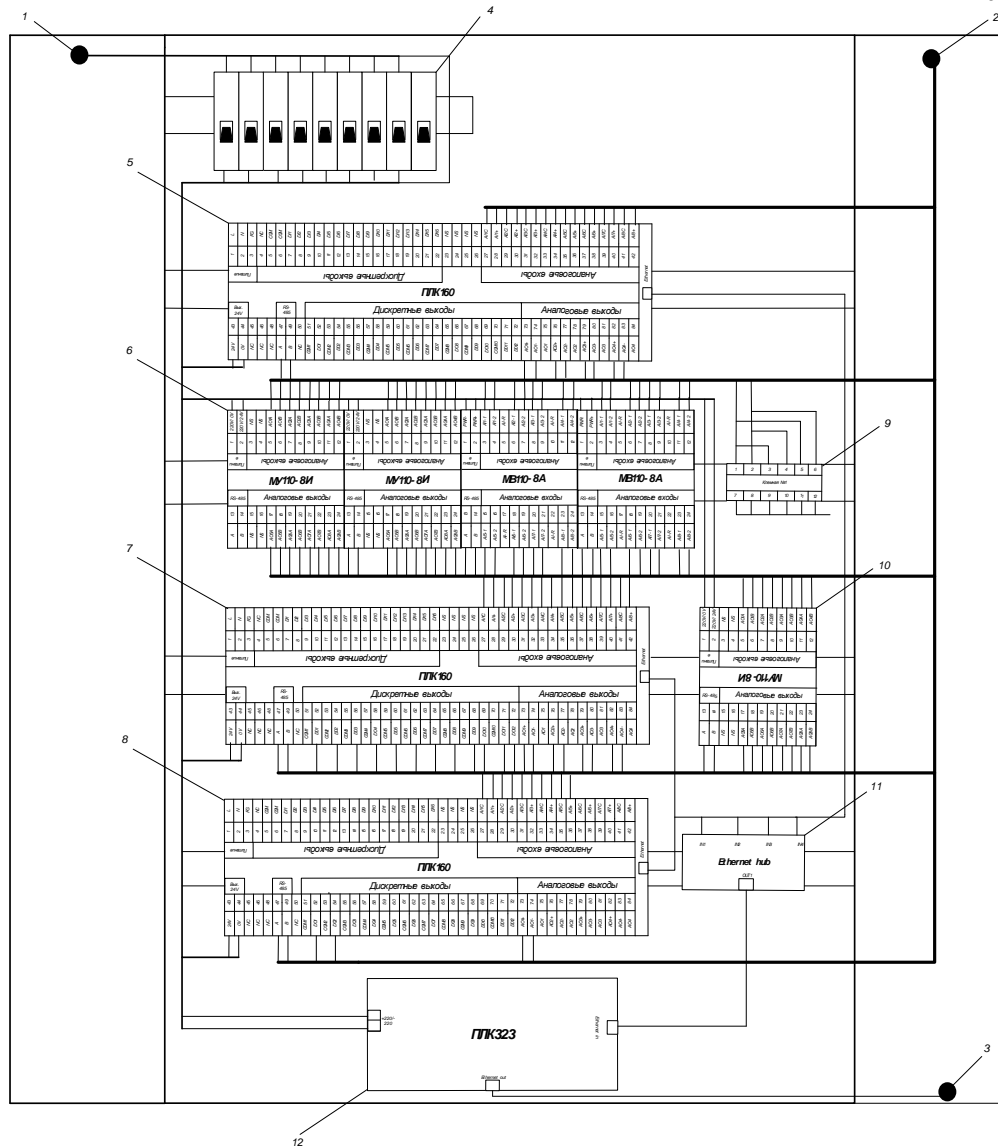
Генеральная электрическая схема участка установки  
**Мурзил-Круу**

АвГУ ар. 341 СБ

Щит автоматического управления (вид внутри)  
Передняя стенка

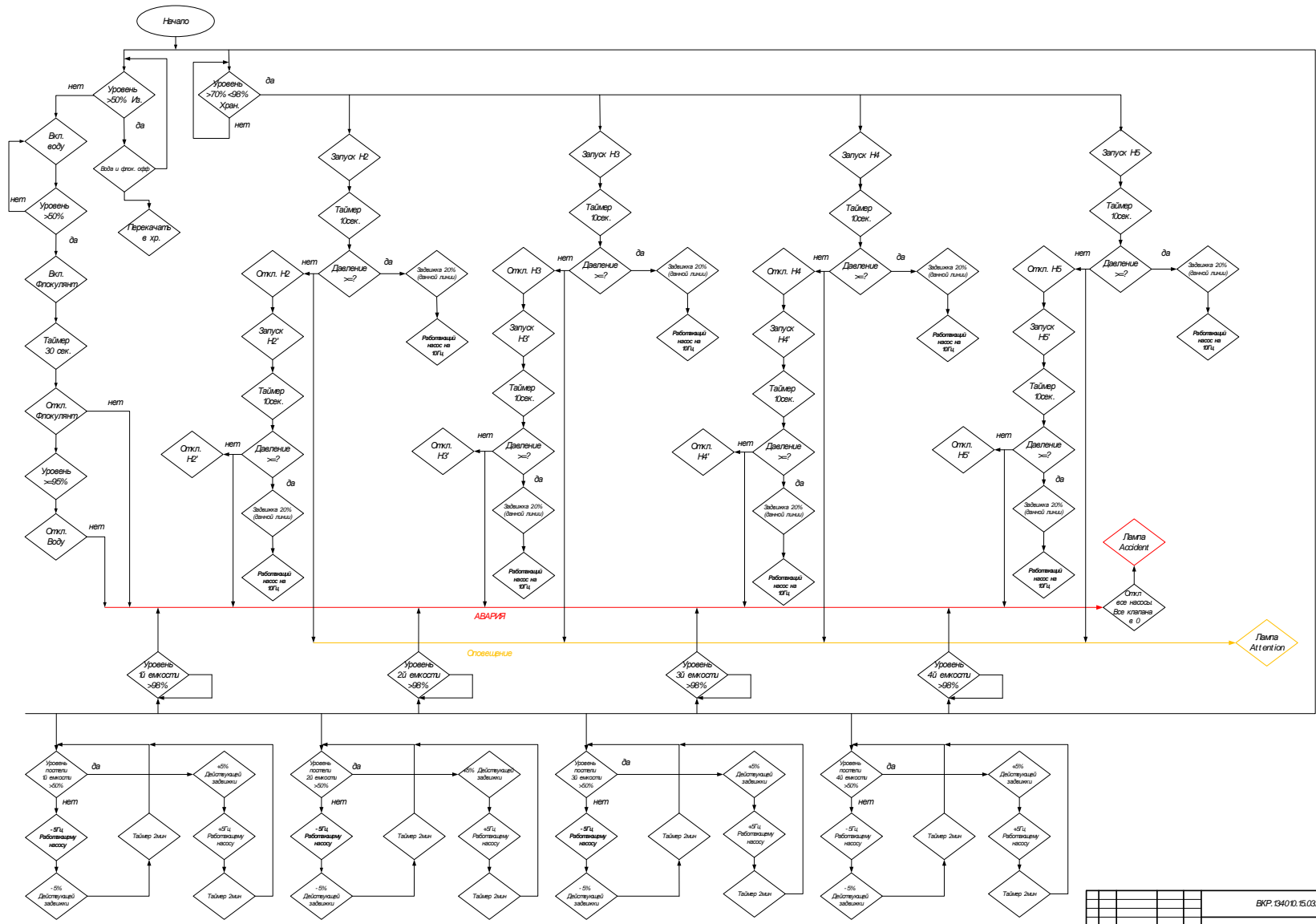
Боковая левая стенка

Боковая правая стенка



- 1 – кабель питания
- 2 – связка кабеля (управления)
- 3 – кабель к SCADA-системе
- 4 – автоматический выключатель
- 5 – ПЛК 160 (участок сужения)
- 6 – модули расширения МВ110-8А/МВ110-8И (участок сужения)
- 7 – ПЛК 160 (участок дозирования)
- 8 – ПЛК 160 (участка приготовления и хранения флокулянта)
- 9 – клемная коробка
- 10 – модуль расширения МВ110-8И (участка дозирования)
- 11 – Ethernet hub
- 12 – ПЛК323

ВКР: 34010.15.03.04.01				Листов	Место	Масштаб
Имя (Лист)	ИВ.Зачинчен	Год/мес	Дата			
Разработчик	Миронов В.О.			Установка аппаратов и сборка малогабаритного ЦАУ		
Проектировщик	Иванов И.В.			Лист 4	Листов 6	
Проверенный	Иванов И.В.			Актуальность информации по состоянию на 01.03.2010 г.		
Инженер	Орлов С.В.			АМГУ ар. 341 05		
Утвержден	Орлов С.В.			Листов 6		



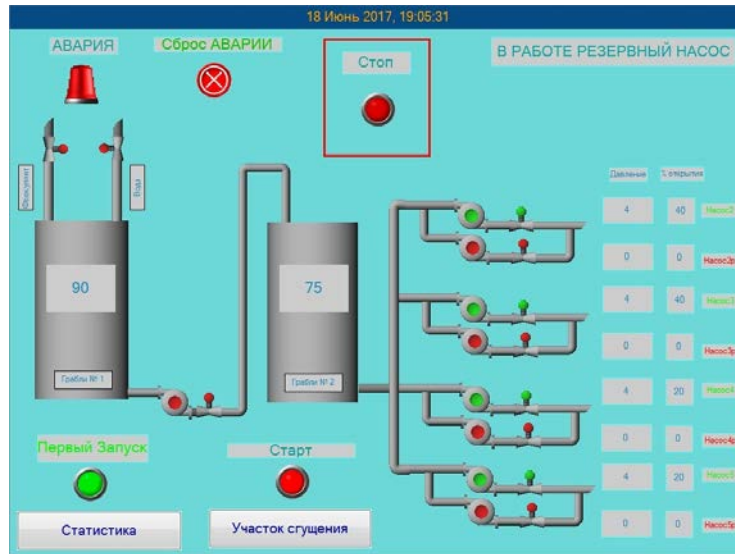
ВКР: 04010.15.03.04.В0				Лист	Мас	Месл
Диз	Диз	Программист	Григорьев	Лист	Месл	Месл
Разр	Лавренко	ВО		Лист	Месл	Месл
Проект	Шалин	ИД		Лист	Месл	Месл
Генер	Шалин	ИД		Лист	Месл	Месл
Исполн	Савицкий	СВ		Лист	Месл	Месл
Итп	Затяжко	А.А.		Лист	Месл	Месл

Алгоритмическая схема разработанной программы

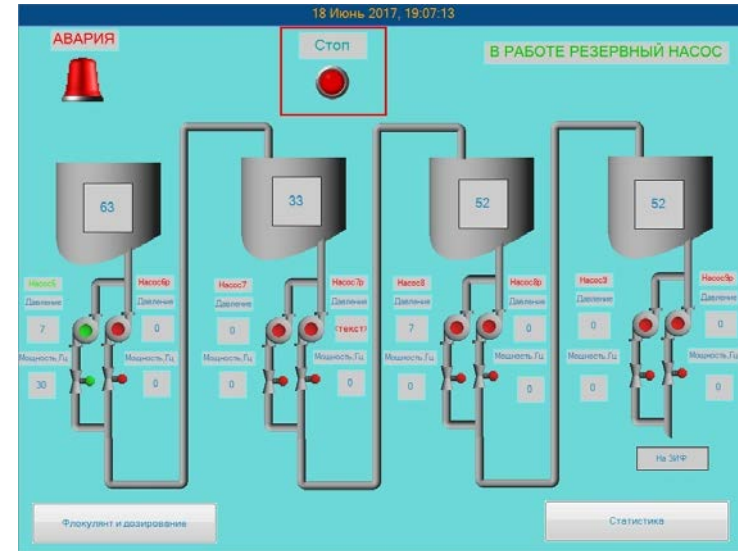
Литературные материалы, использованные при разработке программы: стандарты МВТУ, ГОСТ, нормативные акты, техническое задание, проект и т.д.

АМГУ ар. 341 СБ

Экран участка приготовления, хранения и дозирования флокулянта



Экран участка сушения



Экран отображения уровня в сгустителях



				ВКР 1340.0.15.03.04.01.01		
Имя	Лист	№ документа	Год/мес/д	Дата	Листов	Мисов
Листов	Листов	Листов	Листов	Листов	Листов	Листов
Проект	Исполн	Исполн	Исполн	Исполн	Исполн	Исполн
Исполн	Создан	Создан	Создан	Создан	Создан	Создан
Упр.	Создан	Создан	Создан	Создан	Создан	Создан
				SCADA- Система участков установки Меррилл-Кроу		
				Автоматизация технологического процесса установки Меррилл-Кроу одно-областного комплекса Кудоба в Ивановской области		
				АИГУ в.р. 341 05		