

Реферат

Пояснительная записка содержит 52 страницы машинописного текста, 9 таблиц, 14 рисунков, 1 список использованных источников из 9 наименований.

Объектом исследования является УДХ – установка дозирования химического реагента.

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

В данном проекте была разработана система контроля и управления технологическим процессом на базе полнофункциональной системы управления технологическими процессами DeltaV, компании Fisher Rosemount.

Разработанная система позволит увеличить эффективность управления установки, повысить точность измерений, сократить число аварийных ситуаций.

Ниже представлен перечень ключевых слов.

УСТАНОВКА ДОЗИРОВАНИЯ ХИМИЧЕСКОГО РЕАГЕНТА, НАСОС ДОЗИРУЮЩИЙ, НАСОС ЗАКАЧКИ, АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ, ЛОКАЛЬНЫЙ ПРОГРАММИРУЕМЫЙ ЛОГИЧЕСКИЙ КОНТРОЛЛЕР, КОНЦЕНТРАТОР, УНИФИЦИРОВАННЫЙ СИГНАЛ, SCADA-СИСТЕМА.

Содержание

Глоссарий.....	7
Обозначения и сокращения.....	9
Цвета, используемые при проектировании экранных форм.....	9
Введение.....	10
1. Техническое задание.....	11
1.1. Основные задачи и цели создания АСУ УДХ.....	11
1.2. Назначение и состав УДХ.....	12
1.3. Требования к автоматике УДХ.....	12
1.4. Требования к техническому обеспечению.....	13
1.5. Требования к метрологическому обеспечению.....	14
1.6. Требование к программному обеспечению.....	15
1.7. Требование к математическому обеспечению.....	16
2. Основная часть.....	17
2.1. Описание технологического процесса.....	17
2.2. Разработка структурной схемы АС.....	19
2.3. Функциональная схема автоматизации по ГОСТ 21.208-2013.....	20
2.4. Разработка схемы информационных потоков УДХ.....	22
2.5. Выбор средств реализации УДХ.....	27
2.5.1. Выбор контроллерного оборудования УДХ.....	27
2.5.2. Выбор датчиков.....	29
2.5.2.1. Выбор уровнемера	29

2.5.2.2. Выбор сигнализаторов уровня.....	30
2.5.2.3. Выбор датчиков температуры.....	31
2.5.2.4. Выбор датчиков давления.....	33
2.5.2.5. Выбор расходомеров.....	34
2.5.3. Выбор частотных преобразователей.....	36
2.6. Разработка схемы внешних соединений.....	39
2.7. Алгоритм автоматического регулирования расхода реагента.....	40
2.8. Экранные формы АС УДХ.....	45
2.8.1. Разработка дерева экранных форм.....	45
2.8.2. Разработка экранных форм АС УДХ.....	45
2.8.2.1 Область видеокadra.....	46
2.8.2.2. Мнемознаки.....	48
2.8.2.2.1. Мнемознак аналогового параметра.....	48
2.8.2.8.2. Мнемознак дискретного параметра.....	48
2.8.2.2.3 Мнемознак «Насосного оборудования».....	49
Заключение.....	51
Список использованных источников.....	52
Приложения.....	53

Введение

Автоматизация – одно из направлений научно-технического прогресса, применение саморегулирующих технических средств, экономико-математических методов и систем управления, освобождающих человека от участия в процессах получения, преобразования, передачи и использования энергии, материалов или информации, существенно уменьшающих степень этого участия или трудоёмкость выполняемых операций. Требуется дополнительное применение датчиков (сенсоров), устройств ввода, управляющих устройств (контроллеров), исполнительных устройств, устройств вывода, использующих электронную технику и методы вычислений.

Автоматизация производства позволяет осуществлять технологические процессы без непосредственного участия обслуживающего персонала. Первоначально осуществлялась лишь частичная автоматизация отдельных операций. В дальнейшем сфера применения автоматизации расширилась как на основные, так и на вспомогательные операции. При полной автоматизации роль обслуживающего персонала ограничивается общим наблюдением за работой оборудования, настройкой и наладкой аппаратуры.

Целью данной работы является модернизация автоматизированной системы управления (УДХ) с использованием ПЛК, на основе выбранной SCADA-системы.

2. Основная часть

2.1. Описание технологического процесса

2.1.1. Установка дозирования химического реагента (УДХ) предполагает установку на кустовой площадке и предназначена для подачи различных химических реагентов в технологический нефтепровод с целью предотвращения отложения на стенках трубопровода парафинов и других веществ, препятствующих режимной работе нефтепровода и приводящих к сокращению срока его службы.

2.1.2. Для хранения запасов химического реагента в блоке УДХ установлена технологическая емкость.

2.1.3. Закачка химического реагента в емкость осуществляется по средствам насоса закачки.

2.1.4. Запуск и остановка насоса закачки осуществляются по месту с кнопочного поста управления Н-10-2, либо дистанционно средствами SCADA системы через блок релейного управления РО-02 путем подачи управляющего воздействия на магнитный пускатель NSA-10-1. При включении насоса закачки в шкафу ШСР происходит включение светового индикатора HL-1.

2.1.5. Измерение уровня реагента в емкости производится при помощи датчика уровня LT-01, имеющего унифицированный выходной сигнал 4-20 мА.

2.1.6. Контроль предельного верхнего уровня реагента в емкости производится при помощи датчика уровня LA-02, имеющего дискретный выходной сигнал.

2.1.7. Контроль предельного нижнего уровня реагента в емкости производится при помощи датчика уровня LA-03, имеющего дискретный выходной сигнал.

2.1.8. Измерение температуры воздуха в помещении УДХ при помощи датчика температуры ТТ-09, имеющего унифицированный выходной сигнал 4-20 мА.

2.1.9. Измерение давления реагента на выкиде насосов НД-1 и НД-2 производится датчиками давления РТ-05 и РТ-06 соответственно. Оба датчика имеют унифицированный выходной сигнал 4-20 мА.

2.1.10. Измерение расхода реагента на линии насоса НД-1 производится при помощи датчика-расходомера FT-07, имеющего унифицированный выходной сигнал 4-20 мА.

2.1.11. Запуск и остановка насоса НД-1 осуществляется по месту с кнопочного поста управления Н-11-3, либо дистанционно средствами SCADA системы через блок релейного управления РО-03 путем подачи управляющего воздействия на магнитный пускатель NSA-11-2. При включении НД-1 в шкафу ШСР происходит включение светового индикатора НЛ-2.

2.1.12. Регулирование расхода реагента производится при помощи контура управления 7-11. В SCADA-системе задается требуемое значение расхода реагента, с которым производится сравнение измеренного расхода реагента и в зависимости от полученного результата сравнения на частотный преобразователь SIC-11-1 подается соответствующее управляющее воздействие на увеличение или уменьшение частоты питающего напряжения НД-1.

2.1.13. Измерение расхода реагента на линии насоса НД-2 производится при помощи датчика-расходомера FT-08, имеющего унифицированный выходной сигнал 4-20 мА.

2.1.14. Запуск и останов насоса НД-2 осуществляется по месту с кнопочного поста управления Н-12-3, либо дистанционно средствами SCADA системы через блок релейного управления РО-03 путем подачи управляющего воздействия на магнитный пускатель NSA-12-2. При включении НД-2 в шкафу ШСР происходит включение светового индикатора НЛ-3.

2.1.15. Регулирование расхода реагента производится при помощи контура управления 8-12. В SCADA-системе задается требуемое значение расхода

реагента, с которым производится сравнение измеренного расхода реагента и в зависимости от полученного результата сравнения на частотный преобразователь SIC-12-1 подается соответствующее управляющее воздействие на увеличение или уменьшение частоты питающего напряжения НД-2.

2.1.16. Перечень входных и выходных сигналов приведен в таблице и представлен в альбоме схем (ФЮРА.425280.001.ЭС.01).

2.2. Разработка структурной схемы АС

Объектом управления является УДХ. В соответствии с ТЗ разработаем систему автоматизированного управления данным технологическим процессом. Трехуровневая структура АС приведена в альбоме схем (ФЮРА.425280.001.ЭС.02).

Нижний (полевой) уровень состоит из первичных датчиков (измерителя уровня реагента, двух сигнализаторов предельного уровня, двух датчиков температуры, двух датчиков давления и двух расходомеров) и управляющих устройств (двух частотных преобразователей).

Средний (контроллерный) уровень состоит из локального контроллера в комплекте с системой ввода-вывода.

Верхний (информационно-вычислительный) уровень состоит из концентратора и компьютера - рабочей станции, также выполняющей функции АРМ-оператора объединенных по средствам сети Ethernet.

Информация с датчиков полевого уровня поступает на средний уровень управления локальному контроллеру. Он выполняет следующие функции:

- сбор, первичную обработку и хранение информации о параметрах технологического процесса;
- автоматическое логическое управление и регулирование;
- исполнение команд с пункта управления;
- обмен информацией с пунктом управления.

Информация с локального контроллера направляется на станцию управления на базе АРМ-оператора через концентратор, который реализует функцию обмена информацией между локальным контроллером и верхним уровнем.

Все аппаратные средства системы управления объединены между собой каналами связи. На нижнем уровне контроллер взаимодействует с датчиками и исполнительными устройствами. Связь между локальным контроллером и рабочей станции на базе АРМ-оператора исполнена на базе интерфейса Ethernet.

2.3. Функциональная схема автоматизации по ГОСТ 21.208-2013

Функциональная схема автоматизации является техническим документом, определяющим функционально-блочную структуру отдельных узлов автоматического контроля, управления и регулирования технологического процесса и оснащения объекта управления приборами и средствами автоматизации. На функциональной схеме изображаются системы автоматического контроля, регулирования, дистанционного управления, сигнализации.

Все элементы систем управления показываются в виде условных изображений и объединяются в единую систему линиями функциональной

связи. Функциональная схема автоматического контроля и управления содержит упрощенное изображение технологической схемы автоматизируемого процесса. Оборудование на схеме показывается в виде условных изображений.

При разработке функциональной схемы автоматизации технологического процесса решены следующие задачи:

- задача получения первичной информации о состоянии технологического процесса и оборудования;
- задача непосредственного воздействия на технологический процесс для управления им и стабилизации технологических параметров процесса;
- задача контроля и регистрации технологических параметров процессов и состояния технологического оборудования.

В соответствии с заданием разработана функциональная схема автоматизации по ГОСТ 21.208-2013 «Автоматизация технологических процессов. Обозначения условные приборов и средств автоматизации в схемах» и ГОСТ 21.408-93 «Система проектной документации для строительства. Правила выполнения рабочей документации автоматизации технологических процессов».

Функциональная схема автоматизации выполнена согласно требованиям ГОСТ 21.208–2013 и приведена в альбоме схем (ФЮРА.425280.001.ЭС.03).

2.4. Разработка схемы информационных потоков УДХ

Схема информационных потоков, которая приведена в альбоме схем (ФЮРА.425280.001.ЭС.04), включает в себя три уровня сбора и хранения информации:

- нижний уровень (уровень сбора и обработки);
- средний уровень (уровень текущего хранения);
- верхний уровень (уровень архивного хранения).

На нижнем уровне представляются данные физических устройств ввода и вывода. Они включают в себя данные сигналов о состоянии процесса полученные с аналоговых и дискретных устройств, а также данные о их преобразовании.

Средний уровень представляет собой буферную базу обмена данными, которая является как приемником данных от внешних систем, так и их источником, т.е. выполняет роль распределителя информационных потоков между системой автоматике и телемеханики и рабочей станцией “Professional”. На этом уровне из полученных данных ПЛК формирует пакетные потоки информации. Сигналы между контроллером объекта и рабочей станцией “Professional” передаются по протоколу Ethernet.

Параметры, передаваемые на рабочую станцию “Professional” включают в себя:

- уровень реагента в емкости, мм;
- предельный верхний уровень реагента в емкости;
- предельный нижний уровень реагента в емкости;
- температура реагента в емкости, °С;
- температура воздуха в помещении УДХ, °С;

- давление на выкиде НД-1, МПа;
- давление на выкиде НД-2, МПа;
- расход реагента на линии НД-1, л/ч;
- расход реагента на линии НД-2, л/ч;
- Запуск насоса закачки;
- Останов насоса закачки;
- Запуск НД-1;
- Останов НД-1;
- Запуск НД-2;
- Останов НД-2;
- Насос закачки запущен;
- НД-1 запущен;
- НД-2 запущен;
- Пуск регулирования НД-1;
- Стоп регулирования НД-1;
- Частота больше НД-1;
- Частота меньше НД-1;
- Пуск регулирования НД-2;
- Стоп регулирования НД-2;
- Частота больше НД-2;
- Частота меньше НД-2;

Каждый сигнал контроля и управления имеет свой идентификатор (ТЕГ), представляющий из себя набор определенных символов. Структура шифра имеет следующий вид:

1111_222_333, где

1) 1111 – определитель сигнала, 4 символа, может принимать следующие значения:

- DAVL – давление;
- TEMP – температура;
- LEVL – уровень;
- RASH – расход;
- NORM – состояние включенного оборудования;
- PUSK – запуск;
- STOP – останов;
- CHAS – частота.

2) 222 – уточнение определителя сигнала, 3 символа:

- MAX – максимум;
- MIN – минимум;
- HIM – химический реагент;
- VOZ – воздух;
- RAB – работа (работает, работы);
- REG – регулирование;
- BOL – больше;
- MEN – меньше.

3) 333 – код технологического аппарата (или объекта), 3 символа:

- EMK – технологическая емкость;
- POM – технологическое помещение;
- NZ1 – насос закачки;
- ND1 – насос дозирования 1;
- ND2 – насос дозирования 2.

Знак подчеркивания «_» служит для отделения частей идентификатора между собой.

Кодировка всех сигналов в SCADA-системе представлена в таблице №1.

Таблица №1. Кодировка сигналов.

Кодировка	Расшифровка кодировки
LEVL_MAX_EMK	Верхний уровень в емкости
LEVL_MIN_EMK	Нижний уровень в емкости
TEMP_HIM_EMK	Температура реагента в емкости
LEVL_HIM_EMK	Уровень реагента в емкости
TEMP_VOZ_POM	Температура воздуха в помещении УДХ
RASH_HIM_ND1	Расход реагента по линии НД-1
RASH_HIM_ND2	Расход реагента по линии НД-2
DAVL_HIM_ND1	Давление реагента на выкиде НД-1
DAVL_HIM_ND2	Давление реагента на выкиде НД-2
PUSK_RAB_NZ1	Запуск насоса закачки
STOP_RAB_NZ1	Останов насоса закачки
PUSK_RAB_ND1	Запуск НД-1
STOP_RAB_ND1	Останов НД-1
PUSK_RAB_ND2	Запуск НД-2
STOP_RAB_ND2	Останов НД-2
NORM_RAB_NZ1	Насос закачки запущен
NORM_RAB_ND1	НД-1 запущен
NORM_RAB_ND2	НД-2 запущен
PUSK_REG_ND1	Пуск регулирования НД-1
STOP_REG_ND1	Стоп регулирования НД-1
CHAS_BOL_ND1	Частота больше НД-1
CHAS_MEN_ND1	Частота меньше НД-1
PUSK_REG_ND2	Пуск регулирования НД-2
STOP_REG_ND2	Стоп регулирования НД-2
CHAS_BOL_ND2	Частота больше НД-2
CHAS_MEN_ND2	Частота меньше НД-2

Верхний уровень представлен рабочей станцией на базе АРМ-оператора и базой данных АСУ ТП. На мониторе АРМ оператора отображаются информационные и управляющие элементы автоматизированной системы.

Для регуляризации информации в базах данных используются таблицы и поля записи. Поля записей канала сведены в таблицу №2.

Таблица №2. Поля записей.

Имя поля	Значение	Комментарий
code	T_004	Код канала
description	Primary circuit TEMP_HIM_EMK	Описание (первичная цепь, температура химического реагента)
type	AI	Тип: аналоговый сигнал
address	3_T_004	Адрес
Event code	1	Код технологического события
Alarm code	4	Код аварии
Sample (sec)	5	Интервал выборки
Raw value	1228	Первичное значение
Converted value	24	Преобразованное значение °С
Alarm state	yes	Аварийное состояние
coefficient	0.0195	Коэффициент преобразования
units	°С	Единица измерения
min	0	Минимальное значение
max	50	Максимальное значение

2.5. Выбор средств реализации УДХ

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

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

2.5.1. Выбор контроллерного оборудования УДХ

В данном проекте в качестве контроллерного оборудования рассматривались следующие варианты:

- симплексный контроллер Emerson DeltaV версии 2.x;
- программируемый логический контроллер Siemens SIMATIC S7-300;

Представленные варианты схожи по основным техническим и функциональным качествам, однако контроллерное оборудование Emerson DeltaV выгодным образом отличается от своего конкурента удобством монтажа, обслуживания и более продуманной системой модульной компоновки.

В основе системы автоматизированного управления УДХ будем использовать симплексный контроллер Emerson DeltaV версии 2.x (второй модуль слева) (рис. 1).



Рис. 1. Симплексный контроллер Emerson DeltaV.

Контроллер установлен на 2-х слотовой несущей панели вместе с источником питания. Несущая панель контроллера соединяется с 8-ми слотовой несущей панелью многофункционального интерфейса подсистемы ввода-вывода, на которую устанавливаются необходимые модули ввода и вывода. Питание системного источника питания от сети 220 VAC. Максимальное потребление контроллером по току 450 мА.

Согласно перечню сигналов, произведем выбор требуемых модулей ввода и вывода для автоматизированной системы управления УДХ:

- Модуль аналогового ввода 4-20 мА 8-ми канальный. Поскольку в данной системе используется 7 каналов, оставшийся свободный канал не удовлетворяет условию резерва в 20%, следовательно, используем два модуля и распределим сигналы между ними. Максимальное потребление по току 150 мА.

- Модуль дискретного ввода 24 VDC 32-х канальный. В системе используется 5 дискретных каналов ввода, следовательно, используем один модуль. Максимальное потребление по току 75 мА.

- Модуль дискретного вывода 24 VDC 8-ми канальный. В системе используется 14 дискретных каналов вывода, следовательно, используем три модуля для обеспечения минимального резерва по количеству каналов. Максимальное потребление по току 70 мА.

Подберем источник питания по току нагрузки выбранных модулей. Суммарная токовая нагрузка составляет 1,035 А, следовательно, выбираем системный источник питания модели VE5001 с максимальной токовой нагрузкой 2,1 А.

2.5.2. Выбор датчиков

2.5.2.1. Выбор уровнемера

Для контроля уровня химического реагента в технологической емкости выберем отечественный уровнемер ПМП-062, предназначенный для измерения уровня жидкости в стационарных и передвижных резервуарах и преобразования уровня в унифицированный токовый сигнал 4-20мА.



Рис. 2. Уровнемер ПМП-062.

Измерение уровня жидкости осуществляется при помощи поплавка со встроенным магнитом, который магнитным полем воздействует на чувствительные элементы (герконы). Благодаря установки герконов в ряд с определенным интервалом и соединением их через резисторы ($R_1 \dots R_{n-1}$) по схеме резистивного делителя напряжения достигается непрерывное измерение с шагом 5 мм. Линейность измерения обеспечивается одинаковыми номиналами высокоточных резисторов, имеющих одинаковый температурный коэффициент сопротивления.

В корпусе уровнемера ПМП-062 находится электронная плата преобразования уровня в токовый сигнал, на которой расположены винтовые клеммные зажимы для присоединения кабеля и подстроечные резисторы "4 мА" и "20 мА".

Таблица 3. Технические характеристики ПМП-062.

Значения	Характеристики
0-1600	Измеряемый уровень, мм
двухпроводная	Схема подключения
15 ... 42	Напряжение питания (Uп), В
4 ... 20	Выходной сигнал, мА
0,2	Основная погрешность - γ ,%
-50 ... +80	Диапазон температур измеряемой среды, °С
-50 ... +80	Диапазон температур окр. среды, °С
1ExdПВТЗ	Маркировка взрывозащиты
IP66	Степень защиты по ГОСТ 14254

2.5.2.2. Выбор сигнализаторов уровня

Для контроля предельных значений уровня реагента в емкости устанавливаются сигнализаторы предельного верхнего и нижнего уровней. Данные сигналы используются для автоматического отключения дозирующих насосов и насоса закачки.

В качестве датчиков-сигнализаторов уровня будем использовать приборы ПМП-053. В основе работы датчика лежит применение геркона, под воздействием магнитного поля, изменяющего свое состояние (замкнут или разомкнут). Поплавок со встроенным магнитом передвигается по направляющей и вызывает переключение состояния геркона.



Рис. 3. Сигнализатор уровня ПМП-053.

Таблица 4. Технические характеристики ПМП-053.

Значения	Характеристики
двухпроводная	Схема подключения
15 ... 42	Напряжение питания (Uп), В
сухой контакт	Выходной сигнал
2	Основная погрешность установки уровня, мм.
-50 ... +60	Диапазон температур контролируемой среды, °С
-50 ... +60	Диапазон температур окр. среды, °С
1ExdПВТЗ	Маркировка взрывозащиты
IP66	Степень защиты по ГОСТ 14254

2.5.2.3. Выбор датчиков температуры

Для контроля температуры реагента в емкости и контроля температуры воздуха в помещении УДХ с целью обеспечения необходимого температурного режима работающих насосов дозирующих, применим датчики ТСМУ Метран-274-Ех. Для установки датчика температуры реагента применяется разделитель сред (сварной стакан).

Принцип работы основан на изменении электрического сопротивления терморезистором при изменении его температуры. Чувствительный элемент первичного преобразователя и встроенный в головку датчика измерительный преобразователь преобразуют измеряемую температуру в унифицированный выходной сигнал постоянного тока, что дает возможность построения АСУТП без применения дополнительных нормирующих преобразователей.



Рис. 4. ТСМУ Метран-274-Ex.

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

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

2.5.2.4. Выбор датчиков давления

В процессе подачи реагента в технологический нефтепровод необходимо осуществлять контроль давления на выкиде насосов дозирования с целью избегания аварийных ситуаций, связанных с превышением расчетного давления трубопровода. Для заданных целей применим датчики давления Метран-55-ДИ-Ех.

Принцип работы основан на изменении электрического сопротивления тензоэлементом при воздействии на него давления. Чувствительный элемент первичного преобразователя и встроенный в головку датчика измерительный преобразователь преобразуют измеряемое давление в унифицированный выходной сигнал постоянного тока.



Рис. 5. Датчик давления Метран-55-ДИ-Ех.

Таблица 6. Технические характеристики Метран-55-ДИ-Ех.

Значения	Характеристики
0-10	Измеряемое давление, МПа
двухпроводная	Схема подключения
15 ... 42	Напряжение питания (Uп), В
4 ... 20	Выходной сигнал, мА
0,25	Класс точности
-40 ... +70	Диапазон температур окр. среды, °С
ExiaIICT5	Маркировка взрывозащиты
IP65	Степень защиты по ГОСТ 14254

2.5.2.5. Выбор расходомеров.

В процессе подачи реагента в технологический нефтепровод необходимо осуществлять измерение объемного расхода химического реагента с целью его дальнейшего регулирования согласно технологических уставок, а также с целью учета общего количества закачанного реагента. Для заданных целей применим электромагнитный расходомер Метран-370.

Принцип действия данного типа расходомера основан на измерении ЭДС, индуцируемой в потоке электропроводной жидкости под действием внешнего магнитного поля. Чувствительный элемент первичного преобразователя и встроенный в головку датчика измерительный преобразователь преобразуют измеряемый расход в унифицированный выходной сигнал постоянного тока.



Рис. 6. Расходомер Метран-370.

Таблица 7. Технические характеристики расходомера Метран-370.

Значения	Характеристики
0-100	Измеряемый расход, л/ч
двухпроводная	Схема подключения
4	Давление среды не более, МПа
15 ... 42	Напряжение питания (Uп), В
4 ... 20	Выходной сигнал, мА
0, 5	Класс точности
-40 ... +50	Диапазон температур окр. среды, °С
ExiaIICT5	Маркировка взрывозащиты
IP65	Степень защиты по ГОСТ 14254
20	мм ,Диаметр прохода
4	после СУ Расстояние

2.5.3. Выбор частотных преобразователей

Для регулирования и поддержания необходимого расхода химического реагента в системе электрического питания дозирующих насосов необходимо использование частотных преобразователей, которые путем изменения частоты питающего напряжения, согласно управляющих воздействий с контроллерной системы будут поддерживать расход в необходимых пределах регулирования.

Для заданных целей применим векторные частотные преобразователи E2-8300-001H. Внешний вид преобразователей представлен на рисунке 7, а его технические характеристики в таблице 6.



Рис. 7. Векторный преобразователь частоты E2-8300-001H.

Таблица 8. Технические характеристики преобразователя частоты E2-8300-001H.

Значения	Характеристики
0,75	Номинальная мощность двигателя, кВт
380	Напряжение питания (Uп), В
2,3	Номинальный выходной ток, А
0,1...650	Гц, Диапазон регулирования частоты
есть	Функция ограничения частоты
1,5	Сечение кабеля силовой цепи, мм ²
-10 ... +50	Диапазон температур окр. среды, °С
IP20	Степень защиты по ГОСТ 14254

Схема электрических соединений частотного преобразователя представлена на рисунке ниже.

Напряжение питания подается на вводы L1, L2, L3, выходное напряжение снимается с выходов T1, T2, T3.

Управление данным частотным преобразователем осуществляется путем подачи на его многофункциональные входы S1, S2, S3 и S4 управляющих воздействий в виде импульсных сигналов постоянного напряжения номиналом 24 вольта.

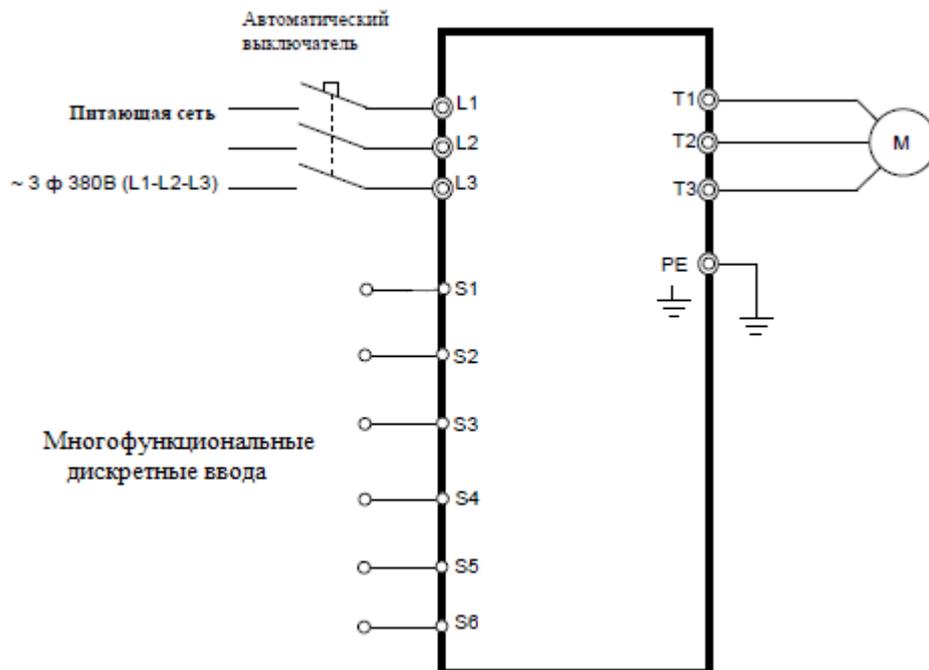


Рис. 8. Схема электрических соединений преобразователя частоты.

Многофункциональные входы при выбранном нами способе управления выполняют следующие команды:

S1 – уменьшение частоты;

S2 – увеличение частоты;

S3 - стоп регулирования;

S4 - пуск регулирования.

2.6. Разработка схемы внешних соединений

Схема внешних соединений приведена в альбоме схем (ФЮРА.425280.001 ЭС.05).

Измерительные приборы в количестве семи единиц подключены по 2-х проводной схеме и имеют выходной токовый сигнал 4-20 мА. Два контрольных прибора уровня также подключены по 2-х проводной схеме и имеют выходной сигнал – сухой контакт.

В качестве кабеля для контрольно – измерительных приборов выбран КВКЭнг 1х2х1,0. Это – кабель с медными многожильными токопроводящими жилами сечением 1 кв. мм. с виниловой изоляцией, свитыми между собой и оплетенными экраном из медной сетки в виниловой оболочке, с защитным покровом из металлической оплетки и внешней виниловой изоляцией из негорючего состава.

Кнопочные посты управления насосов подключены тремя проводами по типовой схеме, через наборы клеммных соединителей ХТ-01...03 шкафа телемеханики для параллельного подключения дистанционного управления, соединения с электромагнитными пускателями через набор клеммных соединителей ХТ-01 шкафа ШСР.

В качестве кабеля для цепей управления насосами выбран КВВГнг 4х1,0. Это – кабель с медными токопроводящими жилами с виниловой изоляцией в виниловой, с защитным покровом и предназначен для неподвижного присоединения к электрическим приборам, аппаратам и распределительным.

Цепи управления частотными преобразователями выполнены также кабелем КВВГнг 4х1,0.

Питание шкафа телемеханики выполнено проводом КВВГнг 4х6,0.

В дополнение к схеме внешних соединений, в альбоме схем прилагается схема соединений шкафа телемеханики(УСО №1) (ФЮРА.425280.001 ЭС.06).

Структурная схема автоматического регулирования давлением приведена в альбоме схем (ФЮРА.425280.001.ЭС.07). Данная схема состоит из следующих основных элементов: элемента задания необходимого значения, ПИД - регулятора, блока каналов связи, регулирующего органа, объекта управления и генератора возмущений.

Определим передаточные функции основных элементов структурной схемы регулирования.

Объектом управления является участок трубопровода между точкой измерения расхода и регулирующим органом. Длина этого участка определяется правилами установки датчика и регулирующих органов и составляет 4 метра. Динамика объекта управления $W(p)$, выраженная как отношение «расход вещества через насос дозирования» (объемный расход жидкости после насоса) к «расходу вещества через расходомер» (измеряемый объемный расход жидкости) приближенно описывается апериодическим звеном первого порядка с чистым запаздыванием. Воспользовавшись типовой передаточной функцией трубопровода для схемы управления расхода, передаточная функция объекта регулирования в виде участка трубопровода будет:

$$W(p) = \frac{Q_k(p)}{Q(d)} = \frac{1}{Tp+1} e^{-\tau_0 p},$$

$$T = \frac{2Lfc^2}{Q}, \quad \tau_0 = \frac{Lf}{Q}, \quad c = \frac{Q}{f} \sqrt{\frac{\rho}{2\Delta p}}, \quad f = \frac{\pi d^2}{4},$$

где $Q_k(p)$ – объемный расход жидкости после насоса;

$Q(p)$ – измеряемый объемный расход жидкости;

ρ – плотность жидкости;

L – длина участка трубопровода между точкой измерения и точкой регулирования;

d – диаметр трубы;

f – площадь сечения трубы;

Δp – перепад давления на трубопроводе;

τ_0 – запаздывание;

T – постоянная времени.

Характеристики объекта управления приведены в таблице №9.

Таблица №9. Характеристики объекта управления.

	Наименование	Ед. изм.	Количество
1	Плотность метанола	кг/м ³	793
2	Объемный расход жидкости	м ³ /ч	0,8
3	Длина участка трубопровода	м	4
4	Диаметр трубы	мм	20
5	Перепад давления на участке трубопровода	кгс/см ²	0,1

Рассчитаем передаточную функцию объекта управления:

$$f = \frac{\pi d^2}{4} = \frac{\pi \cdot 0,02^2}{4} = 0,00032 \text{ м}^2,$$

$$c = \frac{Q}{f} \sqrt{\frac{\rho}{2\Delta p g}} = \frac{0,8}{0,00032} \sqrt{\frac{793}{2 \cdot 0,098 \cdot 0,1 \cdot 10^6}} = 0,13969 \text{ с},$$

$$T = \frac{2Lfc^2}{Q} = \frac{2 \cdot 4 \cdot 0,00032 \cdot 0,13969^2}{\frac{0,8}{3600}} = 0,225 \text{ с},$$

$$\tau_0 = \frac{Lf}{Q} = \frac{4 \cdot 0,00032}{\frac{0,8}{3600}} = 5,76 \text{ с},$$

$$W(p) = \frac{1}{Tp+1} e^{-\tau_0 p} = \frac{1}{0,255p+1} e^{-5,76p}.$$

Передаточная функция блока обратной связи представляет собой коэффициент k_d , который примерно равен 1.

В процессе управления объектом необходимо поддерживать расход на выходе равный 0,8 м³/ч, поэтому в качестве передаточной функции задания выступает константа равная 0,8.

Передаточная функция ПИД-регулятора имеет вид:

$$W_{\text{ПИД}}(p) = K + 1/T_i p + T_d p,$$

где $K=2.065$, $T_i=1.677$ и $T_d=0.556$ коэффициенты, которые были получены опытным путем.

Линии связи описываются аperiodическим звеном первого порядка, с постоянного времени 0,5 секунд.

Исполнительное устройство так же описывается аperiodическим звеном первого порядка, с постоянного времени 1 секунда.

Процесс регулирования расхода осуществляется следующим образом. На объект управления в процессе его функционирования оказывают воздействия различные факторы, поэтому выход объекта управления должен суммироваться с возмущающим воздействием. Итоговое значение расхода на

выходе объекта управления измеряется расходомером. Полученный сигнал поступает на вход системы и сравнивается с заданием. В итоге вычисляется ошибка регулирования. Результат вычисления ошибки поступает на ПИД-регулятор, который в зависимости от значения ошибки формирует управляющее воздействие регулирующей орган, а регулирующей орган в свою очередь, в зависимости от управляющего воздействия, оказывает воздействие на объект управления с целью уменьшения ошибки.

График переходного процесса САР мы можем наблюдать на рисунке 10.

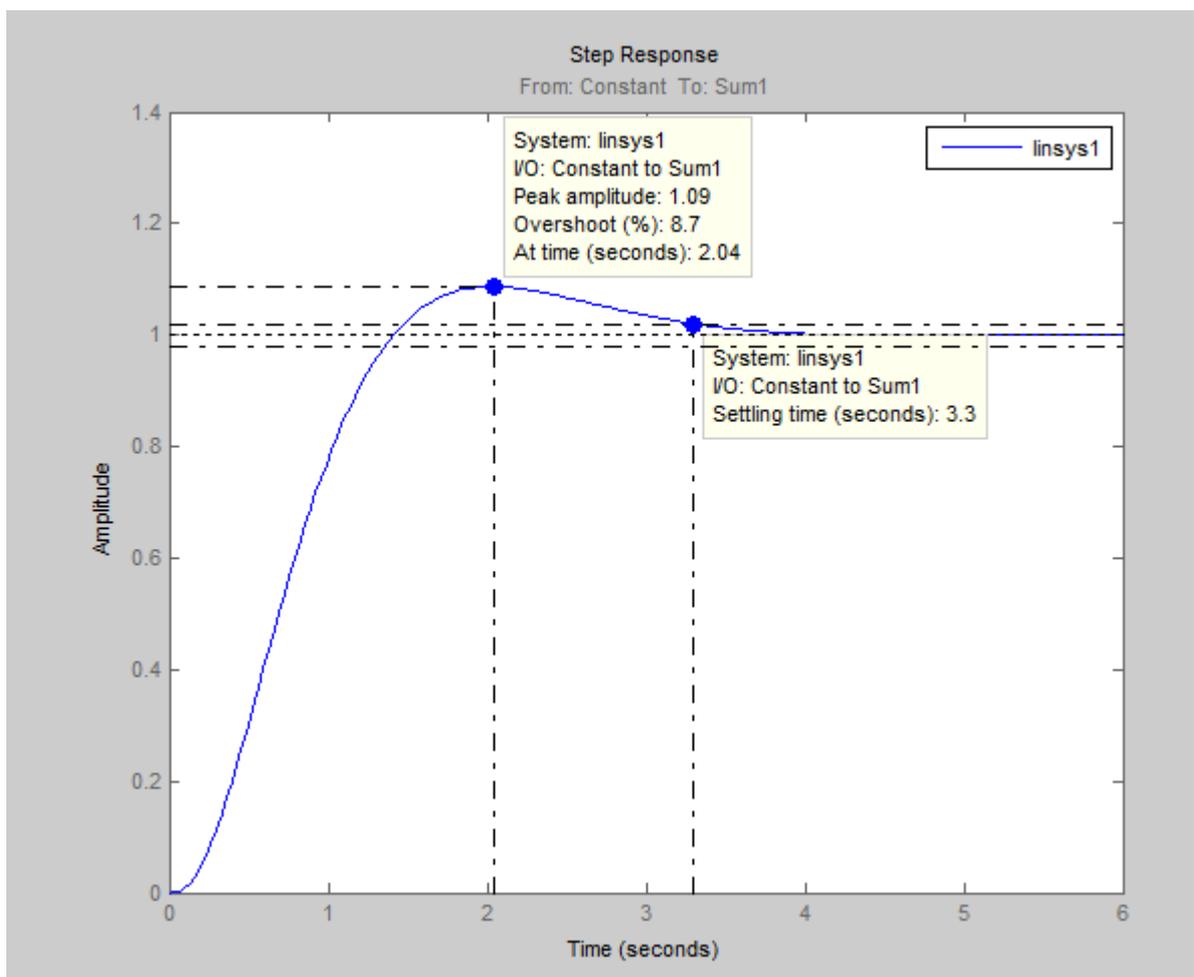


Рис. 10. График переходного процесса САР.

Из графика переходного процесса видно, что время переходного процесса составляет 3,3 секунды, перерегулирование составляет 8,7%.

2.8. Экранные формы АС УДХ

Управление в АС УДХ реализовано при помощи набора экранных форм (мнемосхем), на которых наглядно представлен ход технологического процесса, значения его параметров и состояния устройств.

2.8.1. Разработка дерева экранных форм

Дерево экранных форм приведено в альбоме схем (ФЮРА.425280.001.ЭС.08).

Оператор установки имеет возможность осуществлять навигацию экранных форм. В качестве базовой мнемосхемы представлена мнемосхема общего вида технологической установки. Данная мнемосхема позволяет выполнять переход на дополнительные мнемосхемы технологического и контрольно-измерительного оборудования, которые позволяют вести более тщательный контроль состояния УДХ и осуществлять операции по управлению. Открытие дополнительных мнемосхем осуществляется нажатием на значки технологического и контрольно-измерительного оборудования.

2.8.2. Разработка экранных форм АС УДХ

Интерфейс оператора содержит рабочее окно, состоящее из следующих областей:

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

Рабочее окно интерфейса АРМ оператора показано на рисунке 11.

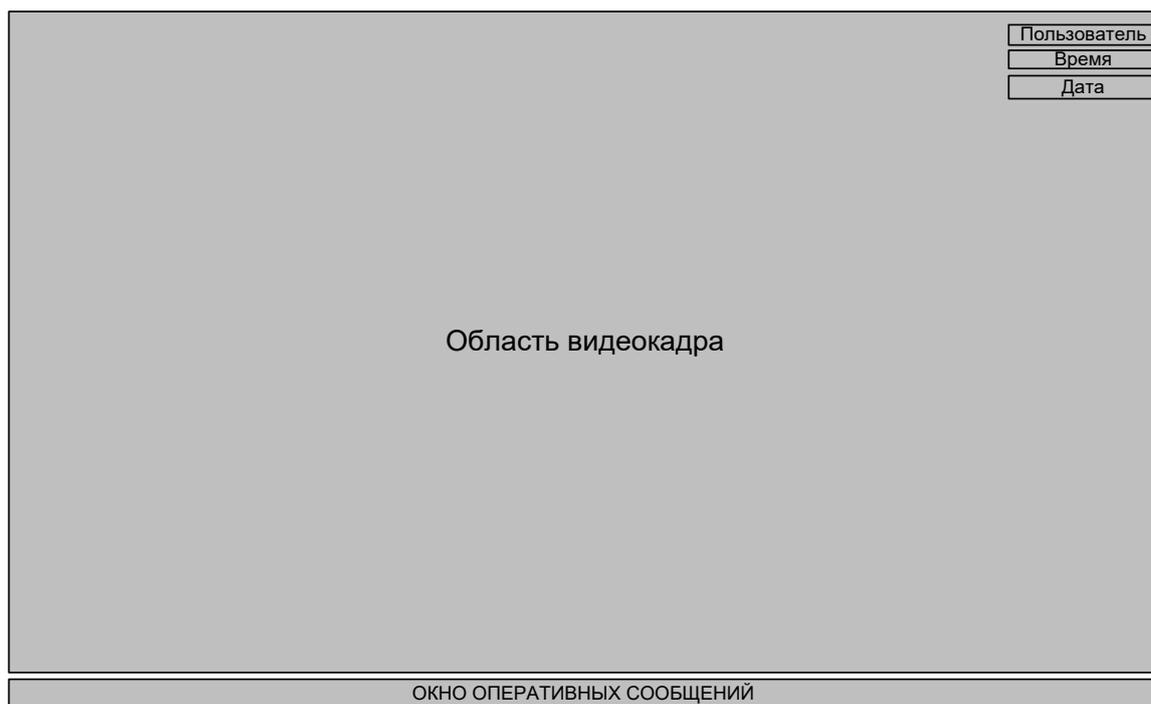


Рис. 11. Рабочее окно интерфейса оператора

2.8.2.1 Область видеокadra

Видеокadры предназначены для контроля состояния технологического оборудования и управления этим оборудованием. В состав видеокadров входят:

- мнемосхемы, отображающие основную технологическую информацию;
- дополнительные мнемосхемы установки параметров технологического и контрольно-измерительного оборудования.

В области видеокadra АРМ оператора доступны следующие мнемосхемы:

- Мнемосхема УДХ (ФЮРА.425280.001.ЭС.09);
- Мнемосхема насоса закачки, как пример мнемосхемы технологического оборудования (ФЮРА.425280.001.ЭС.09);

– Мнемосхема датчика температуры, как пример мнемосхемы контрольно-измерительного оборудования (ФЮРА.425280.001.ЭС.09).

На мнемосхеме «УДХ» отображается работа следующего оборудования и значения параметров:

- измеряемые параметры УДХ;
- контролируемые параметры УДХ;
- состояние и работы насосов НД-1, НД-2 и НЗ.

При помощи данной мнемосхемы может быть осуществлен переход к мнемосхемам технологического оборудования и контрольно-измерительных приборов.

На мнемосхеме «насоса закачки» отображаются следующие параметры:

- состояние работы;
- предел времени запуска;
- время истекло после команды запуска.

При помощи данной мнемосхемы может осуществляться управление насосом.

На мнемосхеме «датчика температуры» отображаются следующие параметры:

- текущая температура;
- текущий уровень уставки.

При помощи данной мнемосхемы может осуществляться изменение значения уставок.

2.8.2.2. Мнемознаки

2.8.2.2.1. Мнемознак аналогового параметра

На рисунке 12 представлен мнемознак аналогового параметра.



Рис. 12. Мнемознак аналогового параметра.

В центральной части отображается значение аналогового параметра с единицами измерения.

Приняты следующие цвета для отображения значений аналогового параметра с единицами измерения:

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

Контурная рамка изменяет свои цвета аналогично значениям параметра.

Цвет фона центрального поля во всех случаях остается черным.

2.8.2.8.2. Мнемознак дискретного параметра

На рисунке 13 представлен мнемознак дискретного параметра.

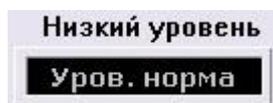


Рис. 13. Мнемознак дискретного параметра.

В центральной части отображается текущее состояние параметра в форме выражения, которое изменяется на соответствующее при изменении его состояния.

Приняты следующие цвета для отображения текущего состояния параметра:

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

Контурная рамка изменяет свои цвета аналогично значениям параметра.

Цвет фона центрального поля во всех случаях остается черным.

2.8.2.2.3 Мнемознак «Насосного оборудования»

На рисунке 14 представлен мнемознак «Насосного оборудования».



Рис. 14. Мнемознак «Насосного оборудования».

В центральной части насоса отображается его текущее состояние в форме цвета, которое изменяется на соответствующее при изменении его состояния.

Приняты следующие цвета для отображения текущего состояния насоса:

- серый цвет – насос остановлен;

– зеленый цвет – насос запущен;

В нижней части отображается состояние насоса в форме выражения «остановлен» или «работает», цвет надписи в обоих случаях серый, цвет поля - черный.

Заключение

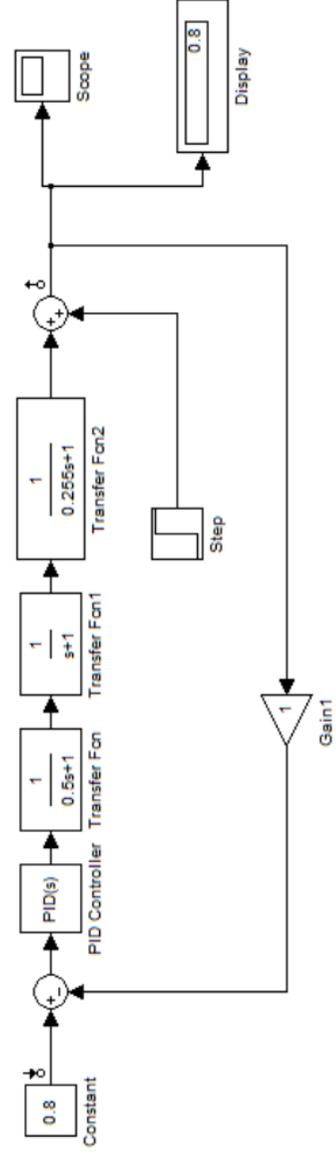
В результате выполненной работы была модернизирована система автоматизированного управления установки дозирования химического реагента и сепаратора. В ходе курсового проекта был изучен технологический процесс дозированной подачи реагента в сепаратор УКПН. Была разработана функциональная схема автоматизации УДХ, что позволило определить состав необходимого оборудования и количество каналов передачи данных и сигналов. В данном курсовом проекте была разработана схема внешних проводок, позволяющая подключить систему передачи сигналов от полевых устройств в шкаф телемеханики и АРМ. Для управления расходом химического реагента была разработана САР подачи химреагента и поддержания его необходимого значения в ходе технологического процесса.

ФЮРА.425280.001.ЭС.01

Наименование сигнала	Идентификатор сигнала	Диапазон измерения	Единица измерения	Тип сигнала	Технологические уставки	
					Предупредительные	Аварийные
Установка дозированной подачи химического реагента						
min max min max						
Верхний уровень в емкости	LEVEL_MAX_EMK	-	-	DI	-	+
Нижний уровень в емкости	LEVEL_MIN_EMK	-	-	DI	-	+
Температура реагента в емкости	TEMP_HIM_EMK	0-50	°C	4-20 МА	+	+
Уровень реагента в емкости	LEVEL_HIM_EMK	0-1600	мм	4-20 МА	+	-
Температура воздуха в помещении УДЦХ	TEMP_VOZ_POM	0-50	°C	4-20 МА	+	+
Расход реагента по линии НД-1	RASH_HIM_ND1	0-1	м³/ч	4-20 МА	+	-
Расход реагента по линии НД-2	RASH_HIM_ND2	0-1	м³/ч	4-20 МА	+	-
Давление реагента на выкиде НД-1	DAVL_HIM_ND1	0-10	МПа	4-20 МА	+	+
Давление реагента на выкиде НД-2	DAVL_HIM_ND2	0-10	МПа	4-20 МА	+	+
Запуск насоса закачки	PUSK_RAB_NZ1	-	-	DO	-	-
Останов насоса закачки	STOP_RAB_NZ1	-	-	DO	-	-
Запуск НД-1	PUSK_RAB_ND1	-	-	DO	-	-
Останов НД-1	STOP_RAB_ND1	-	-	DO	-	-
Запуск НД-2	PUSK_RAB_ND2	-	-	DO	-	-
Останов НД-2	STOP_RAB_ND2	-	-	DO	-	-
Насос закачки запущен	NORM_RAB_NZ1	-	-	DI	-	-
НД-1 запущен	NORM_RAB_ND1	-	-	DI	-	-
НД-2 запущен	NORM_RAB_ND2	-	-	DI	-	-
Пуск регулирования НД-1	PUSK_REG_ND1	-	-	DO	-	-
Стоп регулирования НД-1	STOP_REG_ND1	-	-	DO	-	-
Частота больше НД-1	CHAS_BOL_ND1	-	-	DO	-	-
Частота меньше НД-1	CHAS_MEN_ND1	-	-	DO	-	-
Пуск регулирования НД-2	PUSK_REG_ND2	-	-	DO	-	-
Стоп регулирования НД-2	STOP_REG_ND2	-	-	DO	-	-
Частота больше НД-2	CHAS_BOL_ND2	-	-	DO	-	-
Частота меньше НД-2	CHAS_MEN_ND2	-	-	DO	-	-

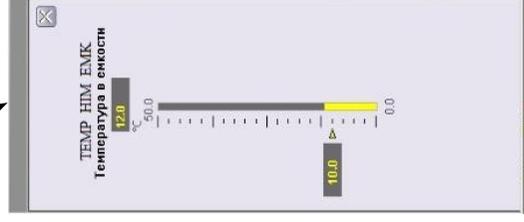
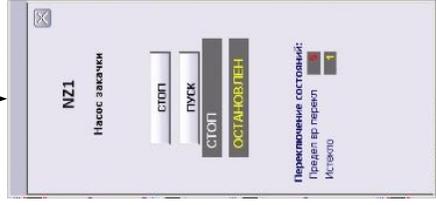
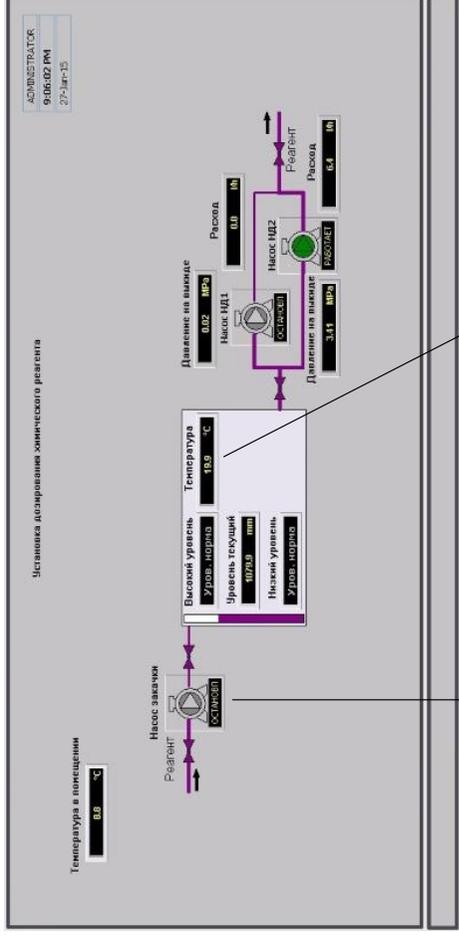
ФЮРА.425280.001.ЭС.01			
Изм/Испит	№ док.	Подп.	Дата
Разраб.	Мельшиев Б.В.		
Проект.	Громова Е.И.		
Т.контр.			
Н.контр.			
Упл.			
Перечень входных и выходных сигналов		Лит.	Масса/Масштаб
		У	
		ГТУ	ИК
		Группа 8Т2.1	

ФЮРА.425280.001.ЭС.07

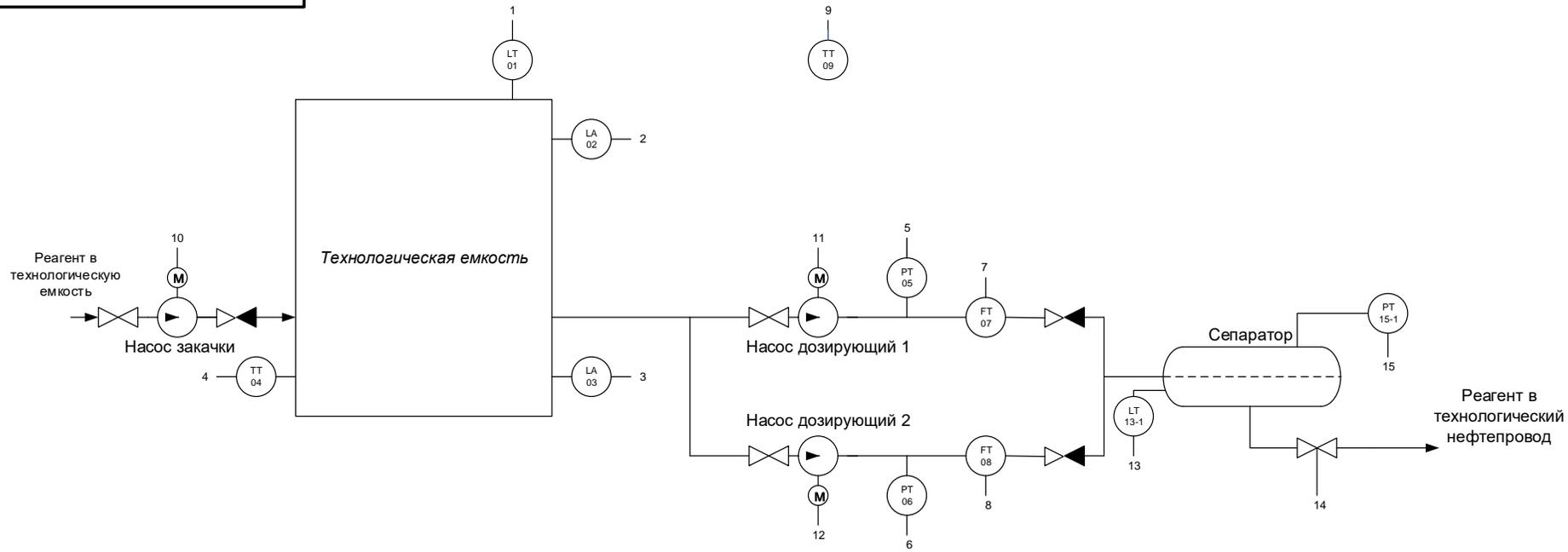


ФЮРА.425280.001.ЭС.07			
		Лист	Масса
		№ док.	Масштаб
		Разраб.	Мальцев В.В.
		Проф.	Гоммаков Е.И.
		Т.контр.	
		Н.контр.	
		Уме.	
Модель алгоритма ПИД-регулирования			
ТТУ ИК Группа 8Т21			

ФЮРА.425280.001.ЭС.08



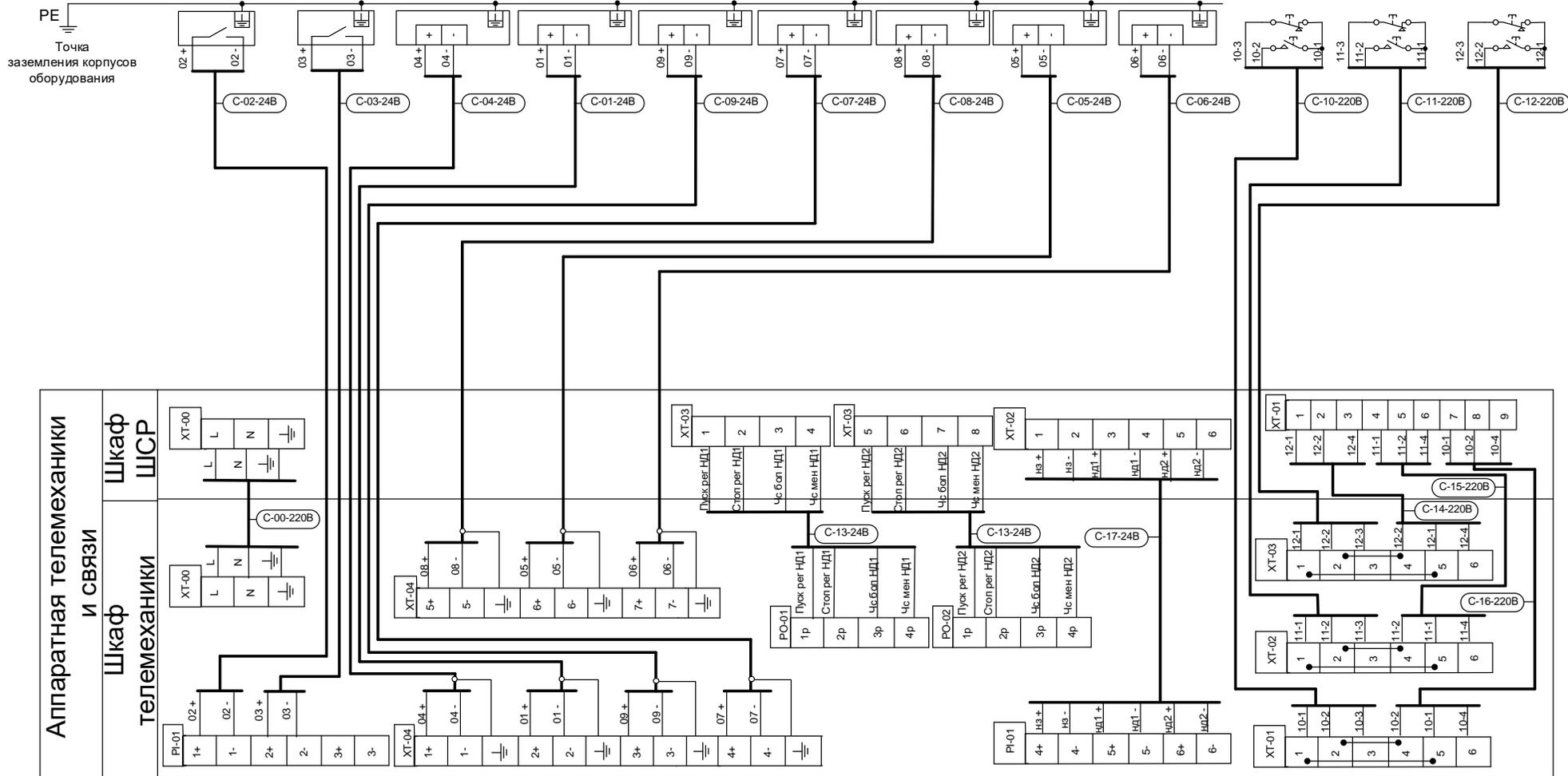
ФЮРА.425280.001.ЭС.08			
		Лит.	Масса
		У	
Дерево экранных форм			
		ТТУ ИК Группа 8121	



Приборы и электроаппаратура		1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15																	
		(мм)		(°C)	(МПа)	(МПа)	(м³/ч)	(м³/ч)	(°C)			(мм)	(4-20 мА)	(МПа)					
По месту	FC 7-2																		
	H 10-2																		
	H 11-3																		
Шкаф ШСР	NSA 10-1																		
	SIC 11-1																		
	NSA 11-2																		
Шкаф УСО №1	HL-1																		
	SIC 12-1																		
	NSA 12-2																		
	HL-2																		
	HL-3																		
	LT 13-2																		
	PT 15-2																		
	Мониторинг																		
	Регистрация																		
	Управление																		

ФЮРА.425280.001.ЭС.03			
Изм/Лист	№ док.	Подп.	Дата
Разраб.	Малышев В.В.		
Пров.	Громаков Е.И.		
Т.контр			
Н.контр			
Уте.			
Функциональная схема автоматизации по ГОСТ 21.208-2013			Лит. Масса Масштаб
			у
			ТПУ ИК Группа 8Т21

Объект	Установка дозирования химического реагента											
Наименование параметра и место измерения параметра	Контроль		Измерение						Управление			
	Верхний уровень	Нижний уровень	Температура хим. реагента	Уровень хим. реагента	Температура воздуха	Расход хим. реагента	Давление хим. реагента	Насос закачки	НД - 1	НД - 2		
Позиция	LA-02	LA-03	ТТ-04	LT-01	ТТ-09	FT-07	FT-08	РТ-05	РТ-06	Н-10-2	Н-11-3	Н-12-3
	Технологическая емкость			Технологическое помещение	Технологический трубопровод на выходе с НД-1, НД-2			Кнопочный пост управления в боксе УДХ				

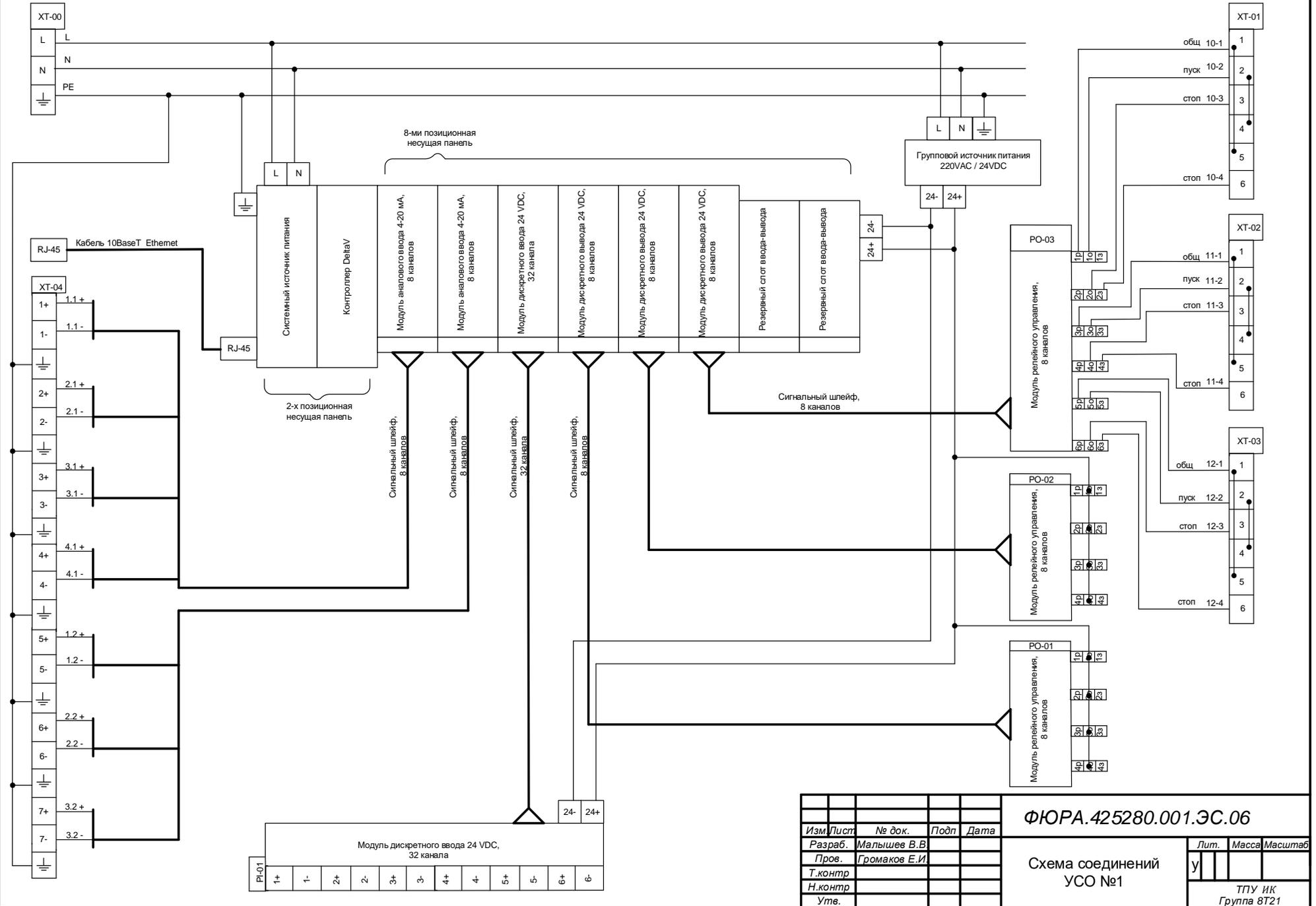


Изм.	Лист	№ док.	Подп.	Дата
Разраб.	Малышев В.В.			
Проев.	Громаков Е.И.			
Т.контр				
Н.контр				
Умс.				

ФЮРА.425280.001.ЭС.05

Схема внешних соединений

Лит.	Масса	Масштаб
у		
ТПУ ИК Группа 8Т21		



Изм.	Лист	№ док.	Подп.	Дата
Разраб.	Мальшев В.В.			
Пров.	Громаков Е.И.			
Т.контр				
Н.контр				
Уте.				

ФЮРА.425280.001.ЭС.06

Схема соединений
УСО №1

Лит.	Масса	Масштаб
у		
ТПУ ИК Группа 8Т21		