

Министерство образования и науки Российской Федерации
федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Институт кибернетики
Направление подготовки 27.04.04 Управление в технических системах
Кафедра систем управления и мехатроники

МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ

Тема работы
Оптимальные параметры настройки регулятора расхода нефтепродуктов для автоматизированной системы управления установкой предварительного сброса воды
УДК 628.515:661.71:628.1

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8АМ5Б	Борисов Дмитрий Владимирович		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Инженер кафедры СУМ	Каранкевич Андрей Геннадьевич	К.Т.Н.		

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент кафедры менеджмента	Петухов Олег Николаевич	К.Э.Н.		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент кафедры ЭБЖ	Извеков Владимир Николаевич	К.Т.Н.		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
СУМ	Губин Владимир Евгеньевич	К.Т.Н.		

ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ООП

Код результата	Результат обучения (выпускник должен быть готов)
<i>Профессиональные компетенции</i>	
P1	Демонстрировать базовые естественнонаучные и математические знания для решения научных и инженерных задач в области анализа, синтеза, проектирования, производства и эксплуатации систем автоматизации технологических процессов и производств. Уметь сочетать теорию, практику и методы для решения инженерных задач, и понимать область их применения
P2	Иметь осведомленность о передовом отечественном и зарубежном опыте в области теории, проектирования, производства и эксплуатации систем автоматизации технологических процессов и производств.
P3	Применять полученные знания для определения, формулирования и решения инженерных задач при разработке, производстве и эксплуатации современных систем автоматизации технологических процессов и производств с использованием передовых научно-технических знаний и достижений мирового уровня, современных инструментальных и программных средств.
P4	Уметь выбирать и применять соответствующие аналитические методы и методы проектирования систем автоматизации технологических процессов и обосновывать экономическую целесообразность решений.
P5	Уметь находить необходимую литературу, базы данных и другие источники информации для автоматизации технологических процессов и производств.
P6	Уметь планировать и проводить эксперимент, интерпретировать данные и их использовать для ведения инновационной инженерной деятельности в области автоматизации технологических процессов и производств.
P7	Уметь выбирать и использовать подходящее программно-техническое оборудование, оснащение и инструменты для решения задач автоматизации технологических процессов и производств.
<i>Универсальные компетенции</i>	
P8	Владеть иностранным языком на уровне, позволяющем работать в интернациональной среде с пониманием культурных, языковых и социально – экономических различий.
P9	Эффективно работать индивидуально, в качестве члена и руководителя группы с ответственностью за риски работу коллектива при решении инновационных инженерных задач в области автоматизации технологических процессов и производств, демонстрировать при этом готовность следовать профессиональной этике и нормам
P10	Иметь широкую эрудицию, в том числе знание и понимание современных общественных и политических проблем, вопросов безопасности и охраны здоровья сотрудников, юридических аспектов, ответственности за инженерную деятельность, влияния инженерных решений на социальный контекст и окружающую среду.
P11	Понимать необходимость и уметь самостоятельно учиться и повышать квалификацию в течение всего периода профессиональной деятельности.

Министерство образования и науки Российской Федерации
 федеральное государственное автономное образовательное учреждение
 высшего образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
 ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Институт кибернетики
 Направление подготовки 27.04.04 Управление в технических системах
 Кафедра систем управления и мехатроники

УТВЕРЖДАЮ:
 Зав. кафедрой СУМ

 (Подпись) _____ (Дата) Губин В.Е
 (Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ
на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

Магистерской диссертации

Студенту:

Группа	ФИО
8АМ5Б	Борисов Дмитрий Владимирович

Тема работы:

Утверждена приказом директора (дата, номер)	3680/с от 05.06.2017
---	----------------------

Срок сдачи студентом выполненной работы:	09.06.2017 г.
--	---------------

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе	Сепарация добытого нефтепродукта в узле предварительного сброса воды является одним из ключевых и важнейших этапов при транспортировке добытого сырья на нефтеперерабатывающий завод. Каждый конструктивный элемент входящий в состав УПСВ несет себе важнейшую функцию. Для безаварийной и корректной работы узлов УПСВ, а также поддержания параметров нефтепродукта на постоянной величине, следует оптимизировать процесс транспортировки сырья между узлами, путем изменения параметров настройки регулирующего органа.
Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов	Основные узлы УПСВ; исследование функционала каждого узла; основные недостатки при транспортировке нефтепродукта между узлами; исследование элементарных звеньев и их соединения; моделирование переходного процесса; разработка конструкторской документации; технико-экономическое обоснование; социальное обоснование; заключение.

Перечень графического материала	1. Общий вид шкафа управления; 2. Схема структурная; 3. Схема функциональная; 4. Схема электрическая принципиальная шкафа управления;
Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы	
Раздел	Консультант
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Петухов Олег Николаевич
Социальная ответственность	Извеков Владимир Николаевич

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	15.01.2016 г.
---	---------------

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Инженер кафедры СУМ	Каранкевич Андрей Геннадьевич	к. т. н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8АМ5Б	Борисов Дмитрий Владимирович		

Министерство образования и науки Российской Федерации
федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Институт кибернетики
Направление подготовки 27.04.04 Управление в технических системах
Кафедра систем управления и мехатроники
Уровень образования – магистратура
Период выполнения – осенний/весенний семестр 2016/2017 учебного года

Форма представления работы:

Магистерская диссертация

**КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ-ПЛАН
выполнения выпускной квалификационной работы**

Срок сдачи студентом выполненной работы:	09.06.2017 г.
--	---------------

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
25.05.2017 г.	Основная часть	60
27.05.2017 г.	Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	20
27.05.2017 г.	Социальная ответственность	20

Составил преподаватель:

Должность	ФИО	Учёная степень, звание	Подпись	Дата
Инженер кафедры СУМ	Каранкевич Андрей Геннадьевич	К.Т.Н.		

СОГЛАСОВАНО:

Зав. кафедрой	ФИО	Учёная степень, звание	Подпись	Дата
СУМ	Губин Владимир Евгеньевич	К.Т.Н.		

Реферат

Выпускная квалификационная работа: 145 с., 32 рис., 26 табл., 53 источников, 4 прил.

Ключевые слова: УПСВ, нефтепродукт, моделирование, АСУ, расход, параметры настройки.

Объектом исследования является УПСВ, осуществляющий сепарацию добытого нефтепродукта, для дальнейшей транспортировки.

Цель работы заключается в разработке среднего уровня АСУ параметров УПСВ, интегрируемого в общую систему управления узла.

В результате работы была построена модель регулятора, рассчитаны параметры настройки, позволяющие снизить время запаздывания при транспортировке нефтепродукта и пластовой жидкости. Разработана структурная системы. Разработан комплект конструкторской документации на шкаф автоматизации системы УПСВ: разработана функциональная схема, составлена спецификация, принципиальная электрическая схема, составлен перечень элементов, общий вид шкафа. Определены финансовые затраты при реализации проекта, проанализирована ресурсоэффективность, а также социальная ответственность предприятия.

Обозначения и сокращения:

- АРМ – автоматизированное рабочее место;
- АСУ – автоматизированная система управления;
- АСР – автоматическая система регулирования;
- АФЧХ – амплитудно-фазовая частотная характеристика;
- БУ – блок управления;
- ВР – водяной резервуар;
- ВЧХ – вещественно-частотная характеристика;
- ГС – газосепаратор;
- ЖК-дисплей – жидкокристаллический дисплей;
- ЗПСИ – заводские приемо-сдаточные испытания;
- ИМ – исполнительный механизм;
- КИП – контрольно-измерительный прибор;
- КД – конструкторская документация;
- МЭО – механизм электрический однооборотный;
- Нв – насос водяной;
- НГС – нефтегазосепаратор;
- Нн – насос нефтяной;
- ОВ – отстойник воды;
- ОКР – опытно-конструкторские работы;
- ОН – отстойник нефти;
- ОПН – оптимальные параметры настройки;
- ПИ-регулятор – пропорционально-интегральный регулятор;
- ПЛК – программируемый логический контроллер;
- ПМИ – программа и методика испытаний;
- РАФЧХ – расширенная амплитудно-фазовая частотная характеристика;
- УПСВ – узел предварительного сброса воды.

Оглавление

	Введение	10
1	Основные узлы УПСВ	12
2	Расчет оптимальных параметров настройки регулятора	18
	2.1 Идентификация объекта	19
	2.2 Расчёт и построение границы заданного запаса устойчивости системы	21
	2.3 Определение параметров настройки регулятора	28
	2.4 Переходный процесс по каналу задания	29
3	Моделирование системы регулирования	38
4	Разработка структурной схемы	41
5	Разработка функциональной схемы и составление заказной спецификации приборов и средств автоматизации	43
	5.1 Разработка функциональной схемы	43
	5.2 Анализ и выбор технических средств шкафа управления	45
	5.3 Составление заказной спецификации приборов и средств автоматизации	51
6	Разработка схемы электрических соединений	52
7	Разработка общего вида шкафа управления	54
8	Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	55
	8.1 Организация и планирование работ	56
	8.2 Продолжительность этапов работ	58
	8.3 Расчет накопления готовности проекта	61
	8.4 Расчет сметы затрат на выполнение проекта	62
	8.5 Расчет затрат на материалы	63
	8.6 Бюджет научно-технического исследования	64
	8.7 Оценка экономической эффективности проекта	69
	8.8 Оценка научно-технического уровня НИР	70
9	Социальная ответственность	71
	9.1 Производственная безопасность	74
	9.2 Экологическая безопасность	87
	9.3 Безопасность в чрезвычайных ситуациях	88
	9.4 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	90
	Заключение	96
	Список использованных источников	98
	Приложение А Theoretical principles and basic concepts	103
	Приложение Б Структурная схема	116
	Приложение В Функциональная схема	117
	Приложение Г Схема электрическая принципиальная	118
	Приложение Д Общий вид шкафа управления	126
	Приложение Е Спецификация приборов и средств автоматизации	127
	Приложение Ж Перечень элементов шкафа управления	128
	Приложение З Спецификация оборудования шкафа управления	132

Графический материал:

На отдельных
листах

ФЮРА. 425280.173 С1

Структурная схема системы вторичного питания

ФЮРА. 425280.173 С2

Функциональная схема системы вторичного питания

ФЮРА. 425280.173 Э3

Схема электрическая принципиальная шкафа управления

ФЮРА. 425280.173 ВО

Общий вид шкафа управления

Введение

С течением времени системы автоматизации все больше используются на начальных этапах добычи нефтепродукта. Использование таких систем обусловлено необходимостью оптимизации начальных процессов нефтедобычи и повышением уровня их безопасности.

На начальных этапах извлечения из пласта нефтепродукт поступает на ДНС, в котором насосы придают ему вспомогательный напор, позволяющий транспортировать извлечённый продукт на следующие этапы сбора и подготовки продукта [1].

Одним из таких этапов является отделение из извлеченного нефтепродукта пластовой жидкости и газа. Такой процесс реализуется в установке предварительного сброса воды.

УПСВ представляет собой технологическую конструкцию состоящую из резервуаров сбора, сепараторов, насосов и узлов учета (рисунок 1) [2].



Рисунок 1 – Общий вид УПСВ

Контроль, сигнализация и управление каждого узла УПСВ осуществляется при помощи различных контрольно-

измерительных средств, сигнализирующих датчиков и приводных механизмов. Применение данных средств автоматизации обеспечивает постоянный контроль процессов протекающих в УПСВ, а также позволяет сообщить об неисправностях обслуживающему персоналу и обезопасить весь нефтегазодобывающий комплекс от серьезных аварий [5].

Для управления параметрами рабочих веществ, между составными частями УПСВ в трубопровод устанавливаются электро-исполнительные и предохранительные клапаны.

Предохранительные клапаны необходимы для защиты элементов системы УПСВ от поломки, путем сбрасывания давления вещества посредством вывода рабочего тела в аварийную емкость.

Исполнительные (регулирующие) клапаны предназначены для управления параметрами рабочего тела вещества, путем изменения расхода тела через проходное сечение в трубопроводе. Изменение положения затвора осуществляется при помощи электроприводов, также установленных на трубопроводе [9].

Таким образом, с применением регулирующих клапанов возможно изменение параметров нефтепродукта в автоматическом или ручном режиме. Наиболее важные узлы трубопроводов УПСВ, в которые устанавливаются регулирующие клапаны располагаются после сепараторов. Клапаны позволяют изменять параметры уже отфильтрованного нефтепродукта в отстойники.

На сегодняшний день не существует известных рекомендаций по улучшению эксплуатации регулирующих клапанов после нефтесепараторов и отстойников на УПСВ, позволяющих оптимизировать процесс перекачки вещества между узлами УПСВ [9].

С этой целью, в данной магистерской диссертации будет разработана АСУ УПСВ и определены оптимальные параметры настройки контроллера для регулирующих клапанов после НГС и отстойников воды, необходимые для оптимизации процесса транспортировки.

1 Основные узлы УПСВ

Существует три основных вида УПСВ [1]:

- резервуарного типа с отстаиванием;
- с аппаратным обезвоживанием;
- с комбинированным обезвоживанием.

Главным отличием указанных типов УПСВ друг от друга является подогрев отделенной жидкости после сепаратора перед отстойником в УПСВ с аппаратным обезвоживанием. А в установках с комбинированным обезвоживанием используется аппаратная и резервуарная деэмульсация.

Типовая схема УПСВ представлена на рисунке 2.

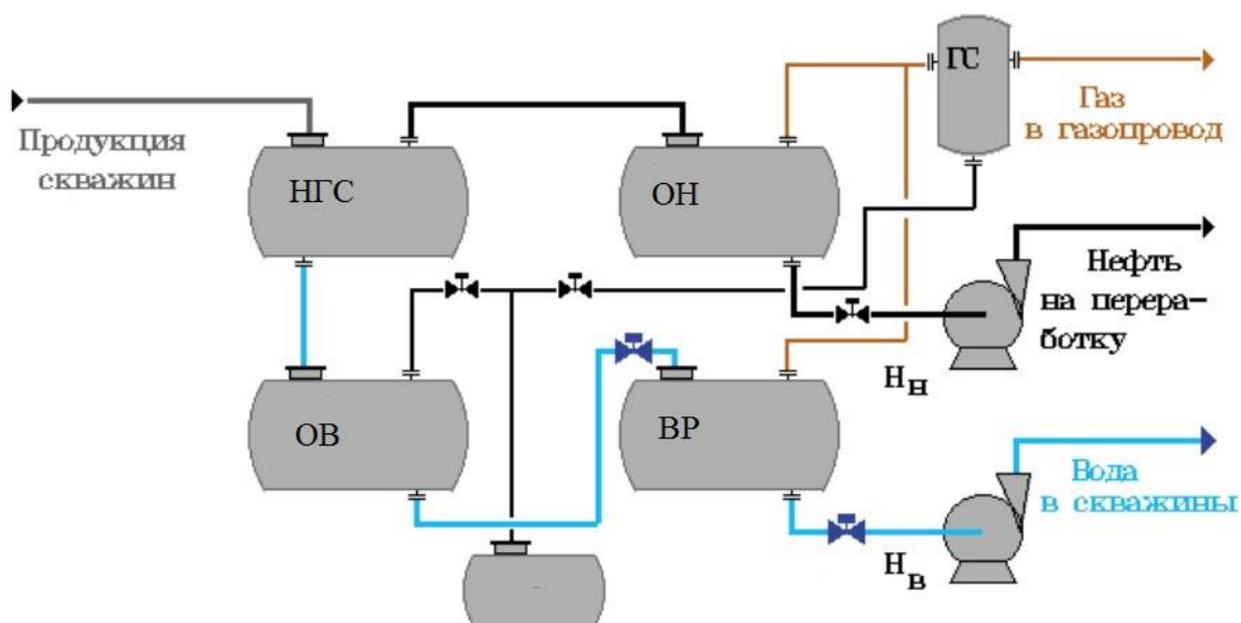


Рисунок 2 – Схема УПСВ

Нефтегазосепаратор (НГС) представляет собой конструкцию для первичной очистки нефтепродукта от газа и жидкости (рисунок 3).

Подразделяются на [1]:

- НГС с депульсатором;
- НГС без депульсатора.



Рисунок 3 – Внешний вид НГС

Отстойник воды (ОВ) играет роль дополнительного сепаратора для сточных вод, очищая отделенную жидкость из нефтепродукта при помощи гидрофобного фильтра. Внешний вид представлен на рисунке 4.



Рисунок 4 – Внешний вид ОВ

Таким же образом в системе УПСВ функционирует и отстойники нефти (ОН), обеспечивающие обессоливание нефти после НГС и удаление газовых смесей, направляя их на газосепаратор (ГС) [2].

Газосепаратор (ГС) предназначен для выделения конденсата из добытого совместно с нефтепродуктом газа (рисунок 5). В основном ГС различаются по своей форме и по рабочему давлению.



Рисунок 5 – Внешний вид ГС

По форме [2]:

- сферические;
- вертикальные;
- горизонтальные;
- сетчатые.

По давлению [2]:

- от 1,6 до 8,8 МПа (с диаметром фланца от 600 до 800 мм²);
- от 0,6 до 8 МПа (с диаметром фланца 1200, 1600, 2000 мм²).

После ГС газ поступает на газоперерабатывающий завод, а все оставшиеся жидкости из газа удаляются при помощи факельных горелок.

На выходе из отстойника отделенная нефть с помощью нефтяного насоса (Нн) поступает на установку подготовки нефти.

Пластовая отфильтрованная жидкость поступает в водяной резервуар (ВР), в котором выводится газ на ГС. Далее жидкость через водяные насосы (Нв) передается на производственные цели [5].



Рисунок 6 – Внешний вид ВР

Остатки нефти в ОВ сбрасываются в дренажную емкость, куда также сбрасывается и нефтяной конденсат из ГС.

Не мало важную роль в УПСВ играет роль и запорная арматура.

Предохранительные клапаны различают на:

- прямого и обратного действия;
- клапаны пропорционального действия и двухпозиционного действия;
- малоподъемные, среднеподъемные и полноподъемные;
- грузовые, пружинные, рычажно-пружинные, магнито-пружинные.

На рисунке 7 показана конструкция такого клапана.

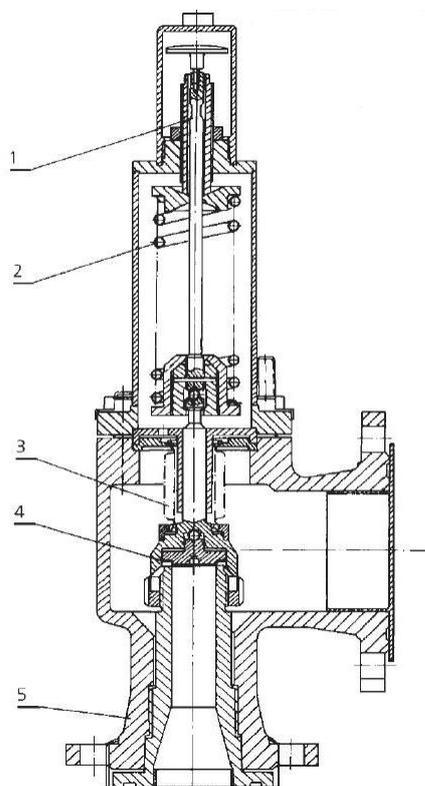


Рисунок 7 – Конструкция предохранительного клапана, где: 1 – винт для настройки; 2 – пружина; 3 – сильфон; 4 – золотник; 5 - корпус

Принцип работы клапана: при превышении давления вещества на пружину больше чем на заранее установленное значение, вещество выводится через патрубки до тех пор, пока давление не установится заданное значение.

Регулирующие клапаны устанавливаются для изменения расхода и давления нефтепродуктов.

Подразделяются на:

- односедельные и двухседельные;
- клеточные;
- мембранные;
- золотниковые.

Конструкция регулирующего клапана представлена на рисунке 8 [9].

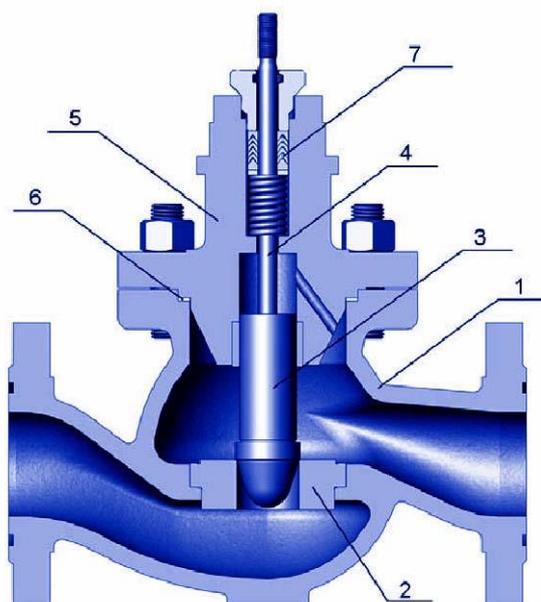


Рисунок 8 – Конструкция регулирующего клапана, где: 1 – корпус; 2 – седло; 3 – плунжер; 4 – шток; 5 – крышка клапана; 6 – уплотнительная прокладка; 7 – сальниковый узел

Привод установленный над клапаном передает усилие через шток на опускающийся плунжер, который изменяет сечение проходного отверстия.

В основном, регулирующие клапаны совместно с приводом устанавливаются после насосов. С учетом автоматической регулировки и управления расхода нефти после НГС и пластовой воды после ОВ, возникает необходимость в оптимизации процесса транспортировки через регулирующий клапан, путем интегрирования в контроллер оптимальных параметров настройки, установленного на среднем уровне АСУ УПСВ.

2 Расчет оптимальных параметров настройки регулятора

Транспортировка нефти после НГС в ОН и воды после ОВ в ВР осуществляется при помощи насосов. Насос имеет две определяющие его характеристики – это подача (расход) и напор (давление на выходе). Расход нефти из НГС может регулироваться при помощи двух способов: дросселирования и возврата жидкости из напорного трубопровода во всасывающий. В УПСВ, расход изменяется методом дроссельного регулирования – регулирования при помощи клапанов. Расход нефти и жидкости определялся при помощи включения насоса, подачи вещества в трубопровод при выключенном регуляторе. По полученной величине давления в сечении уравнильного насадка, определялся расход нефтепродукта после НГС и ОВ. Таким образом, были составлены кривые разгона давления в зависимости от времени для расхода нефти и воды.

Связь между контроллером и исполнительным механизмом можно представить как одноконтурную АСР, с последовательным соединением ПИ-регулятора и объектом регулирования, с отрицательной обратной связью. Структурная схема такой АСР представлена на рисунке 9.

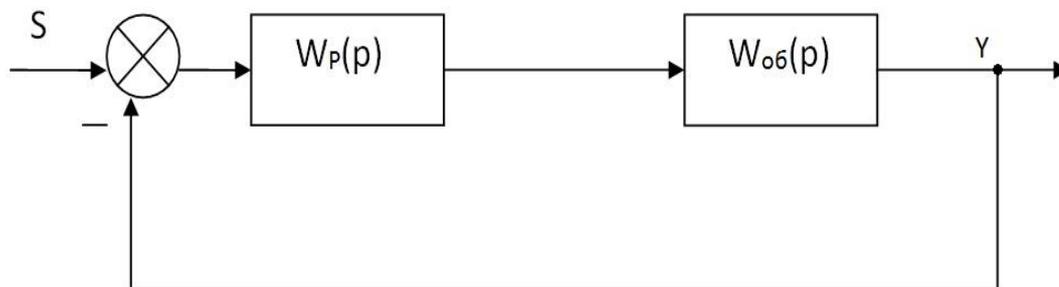


Рисунок 9 – Структурная схема системы регулирования

2.1 Идентификация объекта

Исходными данными для расчетов будут являться кривые разгона объекта, показанные на рисунке 10 и на рисунке 11.

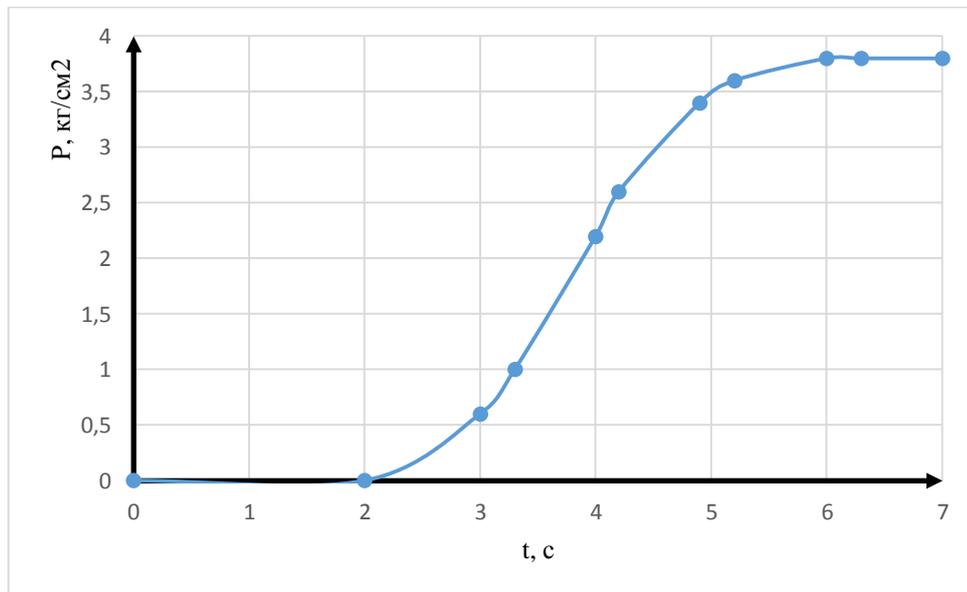


Рисунок 10 – Кривая разгона расхода нефти

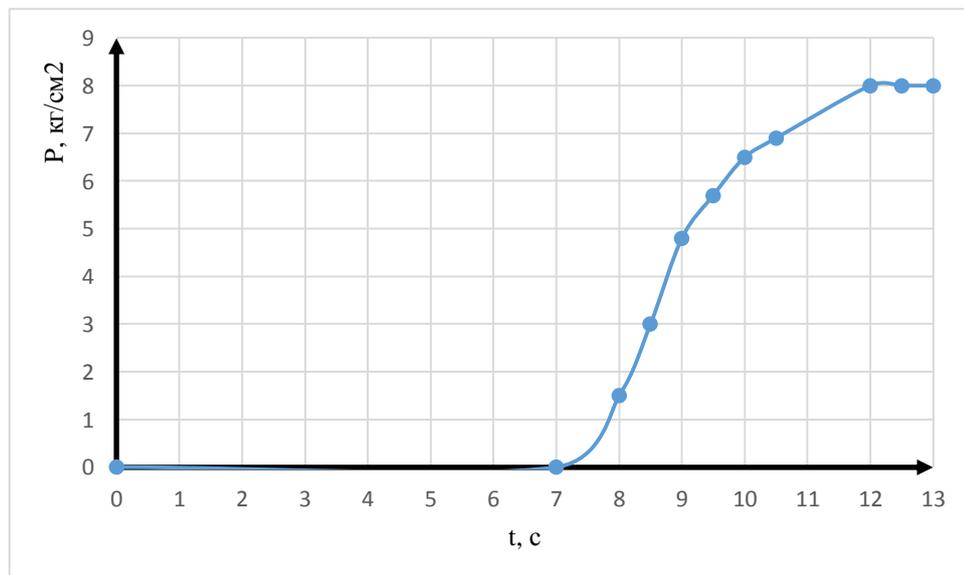


Рисунок 11 - Кривая разгона расхода воды

Как видно из рисунка 9, передаточная функция объекта имеет вид последовательной связи двух элементарных звеньев: аperiodического звена

и звена транспортного запаздывания. Для такой структуры объекта управления передаточная функция объекта имеет вид [7]:

$$W_{об}(p) = \frac{K_{об} \cdot e^{-P \cdot \tau_{об}}}{(T_{об.и} \cdot p + 1)}, \quad (2)$$

где $K_{об}$ – коэффициент пропорциональности;

$\tau_{об}$ – время запаздывания, с;

$T_{об.и}$ – время интегрирования, с;

p – оператор Лапласа.

Для определения значений неизвестных констант производится идентификация кривых разгона, представленная на рисунке 12 и 13.

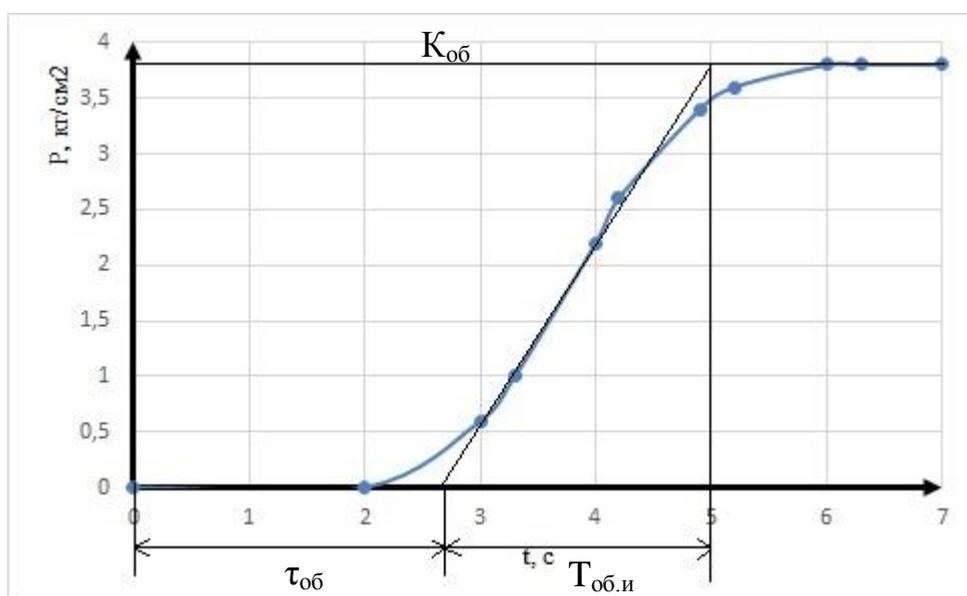


Рисунок 12 - Идентификация системы расхода нефти

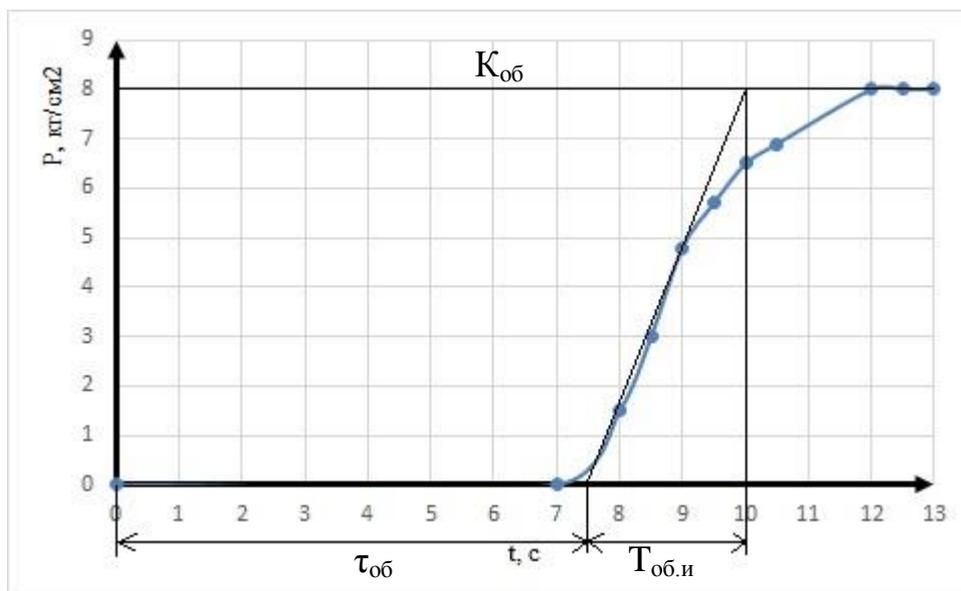


Рисунок 13 – Идентификация системы расхода воды

Графическим способом определены значения следующих констант:

- коэффициент передачи $K_{об1} = 3,8$, $K_{об2} = 8$;
- постоянная времени $T_{об.и1} = 2$ с, $T_{об.и2} = 2,5$ с;
- время запаздывания $\tau_{об1} = 2,8$ с, $\tau_{об2} = 7,4$ с.

Для дальнейшего расчета ОПН требуется знать требования к запасу устойчивости системы, которым является степень затухания $\Psi = 0,70$.

2.2 Расчёт и построение границы заданного запаса устойчивости системы

Для расчёта и построения границы заданного запаса устойчивости с ПИ-регулятором, используется корневой метод параметрического синтеза систем автоматического регулирования с применением расширенных амплитудно-фазовых частотных характеристик (РАФЧХ) [7].

Используя данные, определенные в п. 2.1, следует, что для заданной системы регулирования установлены следующие требования к запасу устойчивости системы: степень затухания кривой разгона $\psi = 0,70$.

Исходя из этого, зная зависимость между степенью затухания кривой разгона в данной системе ψ и степенью колебательности кривой разгона в

данной системе m , определяется значение заданной степени колебательности m системы по формуле [7]:

$$m = -\frac{1}{2 \cdot \pi} \cdot \ln(1 - \psi) = -\frac{1}{2 \cdot \pi} \cdot \ln(1 - 0,71) = 0,19 \quad (3)$$

Зная передаточную функцию объекта (2) и подставляя значения параметров из п. 2.1, окончательные выражения для передаточных функций объекта имеет вид:

$$W_{об1}(p) = \frac{3,8 \cdot e^{-2,8p}}{(2 \cdot p + 1)} \quad (4)$$

$$W_{об2}(p) = \frac{8 \cdot e^{-7,4p}}{(2 \cdot p + 1)} \quad (5)$$

Определяются расширенные частотные характеристики объекта. Расширенные частотные характеристики какого-либо звена можно получить подстановкой в передаточную функцию этого звена $W(P)$ оператора $p = -m \cdot \omega + i \cdot \omega$ или $p = -\eta + i \cdot \omega$, в выражениях для оператора Лапласа ω – частота, c^{-1} . В первом случае расчётные формулы метода обеспечивают получение границы заданной степени колебательности системы m , а во втором - получение границы заданной степени устойчивости системы η в пространстве параметров настройки регулятора [7].

Заменяя в формуле (4) и (5) оператор $p = -m \cdot \omega + i \cdot \omega$, следует выражения для РАФЧХ объектов регулирования:

$$W_{об}(m, i \cdot \omega) = \frac{3,8 \cdot e^{-2,8(-m \cdot \omega + i \cdot \omega)}}{(2 \cdot (-m \cdot \omega + i \cdot \omega) + 1)} \quad (6)$$

$$W_{об}(m, i \cdot \omega) = \frac{8 \cdot e^{-7,4(-m \cdot \omega + i \cdot \omega)}}{(2 \cdot (-m \cdot \omega + i \cdot \omega) + 1)} \quad (7)$$

После задания начального значения частоты $\omega = 0 \text{ с}^{-1}$ и шага по частоте $\Delta\omega = 0,03\text{с}^{-1}$, определяются расширенные частотные характеристики объекта при изменении частоты до $\omega=0,6 \text{ с}^{-1}$.

Расширенная вещественная частотная характеристика (РВЧХ):

$$\text{Re}_{об}(m,\omega)=\text{Re}(W_{об}(m,i\omega)) \quad (8)$$

Расширенная мнимая частотная характеристика (РМЧХ):

$$\text{Im}_{об}(m,\omega)=\text{Im}(W_{об}(m,i\omega)) \quad (9)$$

Расширенная амплитудно-частотная характеристика (РАЧХ)

$$A_{об}(m,\omega) = \sqrt{\text{Re}_{об}^2(m,\omega) + \text{Im}_{об}^2(m,\omega)} \quad (10)$$

Расширенная фазо-частотная характеристика (РФЧХ):

$$\varphi_{об}(m,\omega) = \arctan\left(\frac{\text{Im}_{об}(m,\omega)}{\text{Re}_{об}(m,\omega)}\right) \quad (11)$$

Результаты расчётов сводятся в таблицу 1 и 2, приведенную ниже.

Таблица 1 – Расширенные частотные характеристики по расходу нефти

$\omega, \text{с}^{-1}$	$\text{Re}_{об}(m,\omega)$	$\text{Im}_{об}(m,\omega)$	$A_{об}(m,\omega)$	$\varphi_{об}(m,\omega), \text{рад}$
0	3,3	0	3,3	0
0,03	3,23856	-0,806	3,337	-0,244
0,06	2,91677	-1,538	3,298	-0,485
0,09	2,40478	-2,098	3,192	-0,717
0,12	1,80233	-2,448	3,04	-0,936
0,15	1,197	-2,603	2,865	-1,14
0,18	0,64448	-2,605	2,683	-1,328
0,21	0,17006	-2,501	2,506	-1,503
0,24	-0,22125	-2,33	2,341	1,476
0,27	-0,535	-2,122	2,189	1,324
0,3	-0,7809	-1,897	2,051	1,18

Продолжение таблицы 1

0,33	-0,96937	-1,666	1,927	1,044
0,36	-1,10997	-1,438	1,816	0,913
0,39	-1,21091	-1,217	1,717	0,788
0,42	-1,27899	-1,007	1,628	0,667
0,45	-1,31978	-0,808	1,547	0,549
0,48	-1,33778	-0,621	1,475	0,435
0,51	-1,33668	-0,447	1,409	0,323
0,54	-1,31951	-0,285	1,35	0,213
0,57	-1,28875	-0,136	1,296	0,105
0,6	-1,2465	1,781e-3	1,246	-1,429e-3

Таблица 2 - Расширенные частотные характеристики по расходу воды

ω, c^{-1}	$\text{Re}_{00}(\text{m}, \omega)$	$\text{Im}_{00}(\text{m}, \omega)$	$A_{00}(\text{m}, \omega)$	$\varphi_{00}(\text{m}, \omega), \text{рад}$
0	8	0	8	0
0,03	3,36712	-4,226	10,165	-0,429
0,06	1,34435	-6,733	9,216	-0,819
0,09	0,08214	-7,127	7,882	-1,129
0,12	-0,6981	-6,535	6,672	-1,368
0,15	-1,1894	-5,706	5,706	-1,556
0,18	-1,50548	-4,909	4,958	1,43
0,21	-1,71178	-4,212	4,377	1,296
0,24	-1,84662	-3,617	3,918	1,176
0,27	-1,93307	-3,11	3,55	1,068
0,3	-1,9855	-2,673	3,249	0,966
0,33	-2,01314	-2,293	2,999	0,87
0,36	-2,02209	-1,96	2,79	0,779
0,39	-2,01648	-1,663	2,611	0,691

Продолжение таблицы 2

0,42	-1,99922	-1,398	2,458	0,605
0,45	-1,97236	-1,158	2,325	0,521
0,48	-1,89555	-0,94	2,209	0,439
0,51	-1,84762	-0,74	2,107	0,359
0,54	-1,79433	-0,556	2,016	0,28
0,57	-1,73626	-0,387	1,935	0,201
0,6	-1,89555	-1,398	2,458	0,605

Расчётные формулы корневого метода для ПИ-регулятора имеют следующий вид:

$$\frac{K_p}{T_u} = -\frac{\omega \cdot (m^2 + 1) \cdot \text{Im}_{o\delta}(m, \omega)}{A_{o\delta}^2(m, \omega)}, \quad (12)$$

$$K_p = -\frac{m \cdot \text{Im}_{o\delta}(m, \omega) + \text{Re}_{o\delta}(m, \omega)}{A_{o\delta}^2(m, \omega)} \quad (13)$$

где K_p - коэффициент передачи ПИ-регулятора;

T_u - постоянная интегрирования ПИ-регулятора.

После задания начального значения частоты $\omega = 0 \text{ с}^{-1}$ и шага по частоте $\Delta\omega = 0,03 \text{ с}^{-1}$, определяются настройки регулятора $\frac{K_p}{T_u}$ и K_p при изменении частоты до $\omega=0,6 \text{ с}^{-1}$. Результаты расчётов занесены в таблицу 2.

Таблица 3 – Результаты расчёта настройки ПИ-регулятора в заданном диапазоне частот по расходу нефти

$\omega, \text{ с}^{-1}$	$\frac{K_{p1}}{T_{u1}}$	K_{p1}
0	0	-0,1
0,35	0,01483	-0,082
0,7	0,0575	-0,059
1,05	0,12479	-0,032
1,4	0,21295	-0,002307

Продолжение таблицы 3

1,75	0,31772	0,031
2,1	0,43444	0,066
2,45	0,55814	0,104
2,8	0,6836	0,143
3,15	0,80549	0,183
3,5	0,91838	0,223
3,85	1,01689	0,263
4,2	1,09575	0,303
4,55	1,14987	0,342
4,9	1,17442	0,379
5,25	1,16491	0,414
5,6	1,11726	0,446
5,95	1,02782	0,476
6,3	0,8935	0,503
6,65	0,71174	0,526
7	0,48059	0,546
7,7	0,19877	0,561

Таблица 4 – Результаты расчёта настройки ПИ-регулятора в заданном диапазоне частот по расходу воды

ω, c^{-1}	$\frac{K_{p2}}{T_{и2}}$	K_{p2}
0	0	-0,05
0,35	0,00742	-0,041
0,7	0,02875	-0,03
1,05	0,0624	-0,016
1,4	0,10648	-0,001154
1,75	0,15886	0,015
2,1	0,21722	0,033
2,45	0,27907	0,052

Продолжение таблицы 4

2,8	0,3418	0,071
3,15	0,40274	0,091
3,5	0,45919	0,112
3,85	0,50845	0,132
4,2	0,54788	0,151
4,55	0,57494	0,171
4,9	0,58721	0,189
5,25	0,58246	0,207
5,6	0,55863	0,223
5,95	0,51391	0,238
6,3	0,44675	0,251
6,65	0,35587	0,263
7	0,2403	0,273
7,7	0,09938	0,281

По данным таблицы 3 и 4 строятся графики зависимости $\frac{K_p}{T_n} = f(K_p)$,

т.е. указываются границы заданного запаса устойчивости системы, представленная на рисунке 14 и 15.

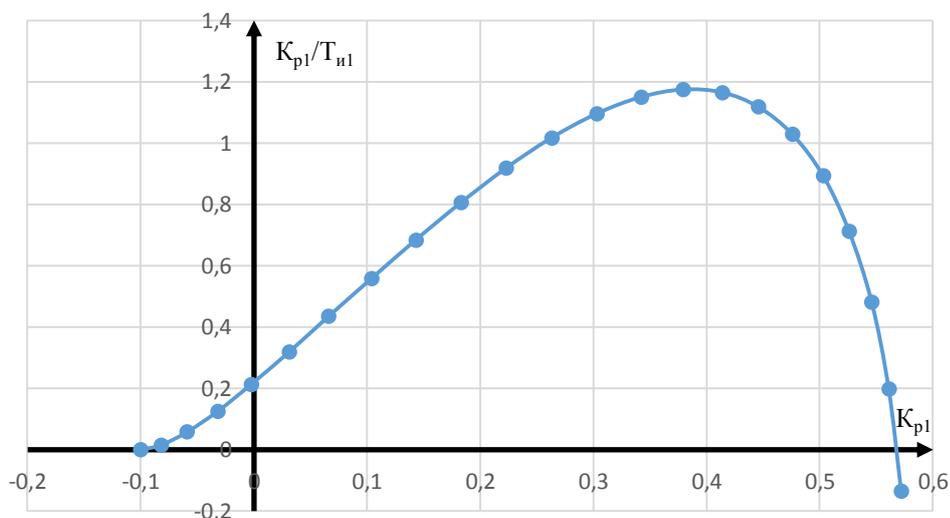


Рисунок 14 – Область параметров настройки ПИ-регулятора расхода нефти

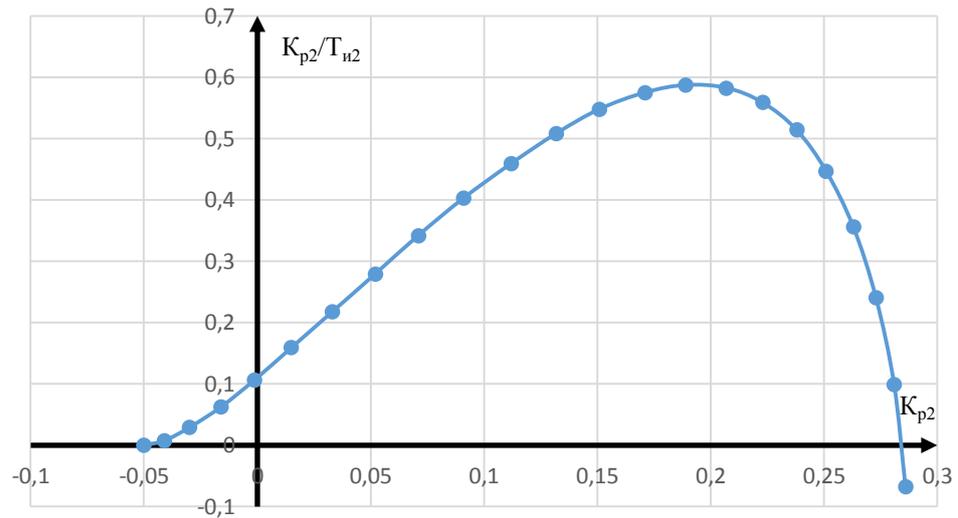


Рисунок 15 – Область параметров настройки ПИ-регулятора расхода воды

Полученные кривые являются линиями заданной степени затухания $\Psi = \Psi_{\text{зад}} = 0,70$, что соответствует степени колебательности $m = 0,19$. Все значения $\frac{K_p}{T_i}$ и K_p , лежащие на этой кривой, обеспечивают определенную степень затухания (в данном случае $\Psi = \Psi_{\text{зад}} = 0,70$).

2.3 Определение оптимальных параметров настройки регулятора

Определение оптимальных параметров настройки регулятора осуществляется вдоль границ заданного запаса устойчивости системы регулирования, представленных на рисунке 14 и 15, до достижения экстремума принятого критерия качества. В качестве критерия качества выбран первый интегральный критерий [7].

Минимуму первого интегрального критерия соответствует точка максимума значения $\frac{K_p}{T_i}$ в сторону большего значения частоты. Эта точка и определяет оптимальные параметры настройки ПИ-регулятора. Используя данные таблицы 3 и 4 и рисунка 14 и 15, определяются следующие значения:

$$\frac{K_{p1}}{T_{и1}} = 1,17442, K_{p1} = 0,379 \quad \text{при } \omega = 4,9 \text{ с}^{-1}, \text{ для } K_{об1} = 10,$$

оптимальные параметры настройки ПИ-регулятора имеют значения

$$\frac{K_{p1}}{T_{и1}} = 1,17442, K_{p1} = 0,379, T_{и1} = 0,32271 \text{ с};$$

$$\frac{K_{p2}}{T_{и2}} = 0,58721, K_{p2} = 0,189 \quad \text{при } \omega = 4,9 \text{ с}^{-1}, \text{ для } K_{об2} = 20,$$

оптимальные параметры настройки ПИ-регулятора имеют значения

$$\frac{K_{p2}}{T_{и2}} = 0,58721, K_{p2} = 0,189, T_{и2} = 0,32186 \text{ с};$$

2.4 Переходный процесс по каналу задания

Для одноконтурной системы управления определяется передаточная функция по каналу задания по формуле:

$$W_{кз}(p) = \frac{W_{об}(p) \cdot W_p(p)}{1 + W_{об}(p) \cdot W_p(p)}, \quad (14)$$

где передаточная функция ПИ-регулятора:

$$W_p(p) = K_p + \frac{K_p}{T_u \cdot p}. \quad (15)$$

После подстановки значения $W_p(p)$ в формулу (14), определяется окончательное выражение для передаточной функции замкнутой системы по каналу задания:

$$W_{кз}(p) = \frac{W_{об}(p) \cdot (K_p + \frac{K_p}{T_u \cdot p})}{1 + W_{об}(p) \cdot (K_p + \frac{K_p}{T_u \cdot p})} = \frac{K_p \cdot W_{об}(p) \cdot (T_u \cdot p + 1)}{T_u \cdot p + K_p \cdot W_{об}(p) \cdot (T_u \cdot p + 1)} \quad (16)$$

Для АФЧХ замкнутой системы полученное выражение образуется путём замены оператора P в формуле (12) на $P = i \cdot \omega$:

$$W_{кз}(i \cdot \omega) = \frac{K_p \cdot W_{об}(i \cdot \omega) \cdot (T_u \cdot i \cdot \omega + 1)}{T_u \cdot i \cdot \omega + K_p \cdot W_{об}(i \cdot \omega) \cdot (T_u \cdot i \cdot \omega + 1)} \quad (17)$$

После задания диапазона изменения частоты $\omega=0...1,3\text{c}^{-1}$ с шагом $\Delta\omega = 0,05\text{c}^{-1}$, рассчитывается вещественная частотная характеристика замкнутой системы $\text{Re}_{з.с..1}(\omega)$. Результаты расчёта сведены в таблицу 5.

Таблица 5 – Результаты расчёта ВЧХ замкнутой системы

ω, c^{-1}	$\text{Re}_{с1}(\omega)$	$\text{Re}_{с1}(\omega)$
0	1	1
0,5	1,0168342	1,0168544
1	1,0670191	1,0671243
1,5	1,1497014	1,1500246
2	1,2634344	1,2642066
2,5	1,4044919	1,4060367
3	1,558715	1,5613018
3,5	1,6691651	1,6721803
4	1,5183324	1,5166074
4,5	0,4783834	0,4560371
5	-1,6229904	-1,6527791
5,5	-2,5858856	-2,5843578
6	-2,2710653	-2,2587252
6,5	-1,7606873	-1,7498133
7	-1,3479524	-1,3400181
7,5	-1,0421859	-1,0365742
8	-0,8149281	-0,8109498
8,5	-0,6422997	-0,639456
9	-0,5080325	-0,5059865
9,5	-0,4013504	-0,3998758
10	-0,3150254	-0,3139675
10,5	-0,2440943	-0,2433453
11	-0,185062	-0,1845455

Продолжение таблицы 5

11,5	-0,1354078	-0,1350685
12	-0,0932729	-0,0930703
12,5	-0,0572601	-0,0571639
13	-0,0263005	-0,0262878
13,5	0,0004361	0,0003827
14	0,0236032	0,0234972
14,5	0,0437216	0,0435733
15	0,0612099	0,0610278
15,5	0,0764085	0,0761989
16	0,0895956	0,0893636
16,5	0,1010002	0,1007502
17	0,1108122	0,1105473
17,5	0,1191891	0,1189121
18	0,1262624	0,1259756
18,5	0,1321421	0,1318472
19	0,1369198	0,1366184
19,5	0,1406723	0,1403658
20	0,1434636	0,1431531

По данным таблицы 5 строятся ВЧХ замкнутой системы, которые приведены на рисунке 16 и 17.

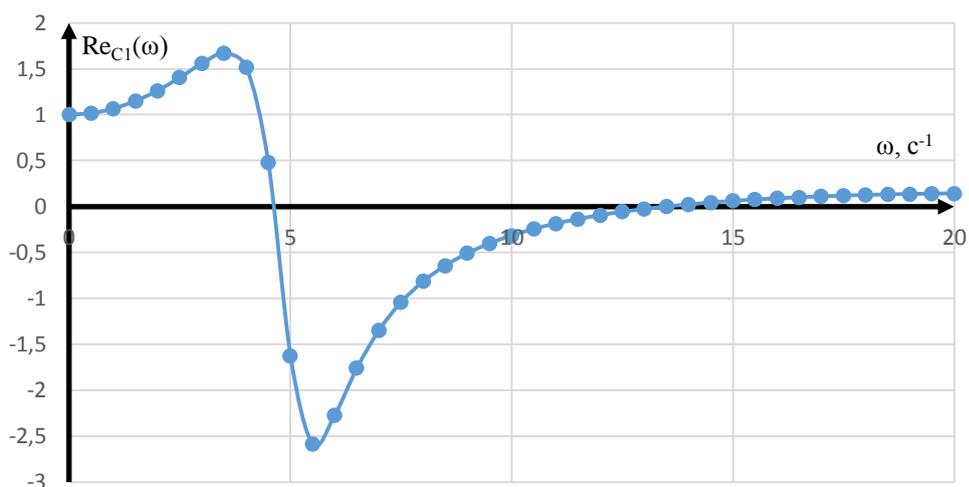


Рисунок 16 – ВЧХ замкнутой системы расхода нефти

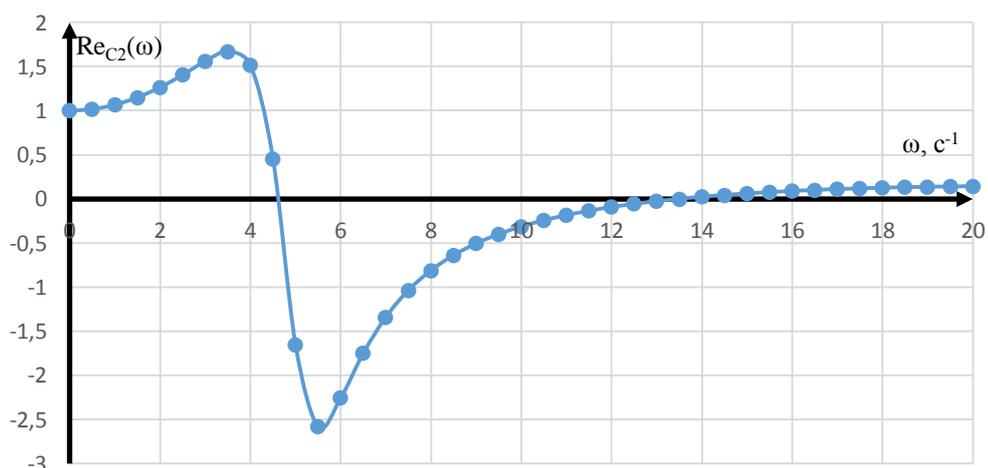


Рисунок 17 – ВЧХ замкнутой системы расхода воды

Переходный процесс в замкнутой системе по каналу задания рассчитывается по методу трапеций [7], используя ВЧХ замкнутой системы, приведенных на рисунках 16 и 17.

Переходная характеристика системы $y(t)$ связана с ВЧХ этой системы $Re(\omega)$ выражением:

$$y(t) = \frac{2}{\pi} \cdot \int_0^{\infty} \frac{Re(\omega)}{\omega} \cdot \sin(\omega \cdot t) \cdot d\omega \quad (18)$$

где t – время переходного процесса в замкнутой системе.

Задав диапазон изменения времени переходного процесса $t=0...5$ с, с шагом $\Delta t = 0,2$ с, рассчитывается переходный процесс в замкнутой системе по каналу задания. Результаты расчета сведены в таблицу 6.

Таблица 6 – Результаты расчёта переходного процесса в замкнутой системе по каналу задания

t, с	$y_1(t)$	$y_2(t)$
0	0	0
0,2	0	0
0,4	9,072	17,93
0,6	17,075	34,224
0,8	17,638	35,247
1	12,354	24,813
1,2	6,975	13,999
1,4	5,608	11,189
1,6	8,033	15,997
1,8	11,216	22,346
2	12,476	24,97
2,2	11,446	22,952
2,4	9,632	19,342
2,6	8,661	17,328
2,8	9,019	17,997
3	10,014	19,976
3,2	10,689	21,36
3,4	10,631	21,283
3,6	10,107	20,239
3,8	9,662	19,352
4	9,621	19,219
4,2	9,88	19,738
4,4	10,151	20,283
4,6	10,224	20,452

Продолжение таблицы 6

4,8	10,112	20,219
5	9,941	19,891

По данным таблицы 6 строятся переходные процессы в замкнутой системе по каналу задания, которые приведены на рисунке 18 и 19.

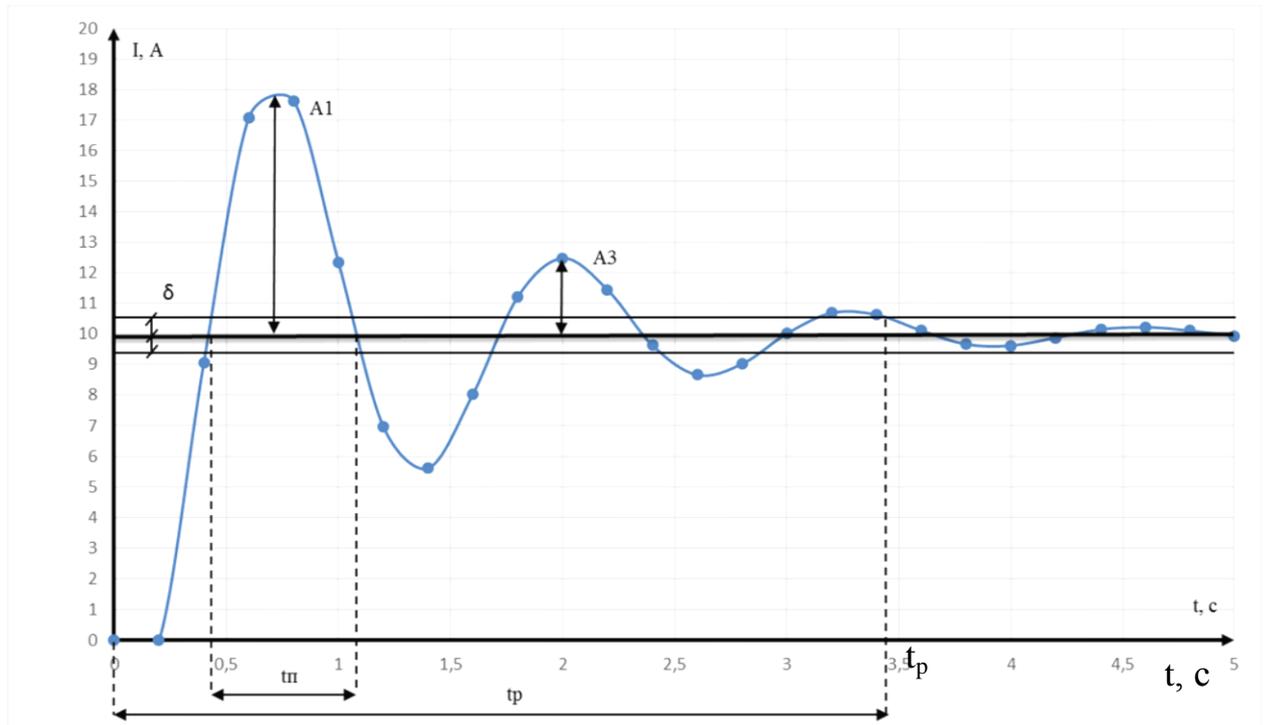


Рисунок 18 - Переходный процесс в замкнутой системе по каналу задания по расходу нефти

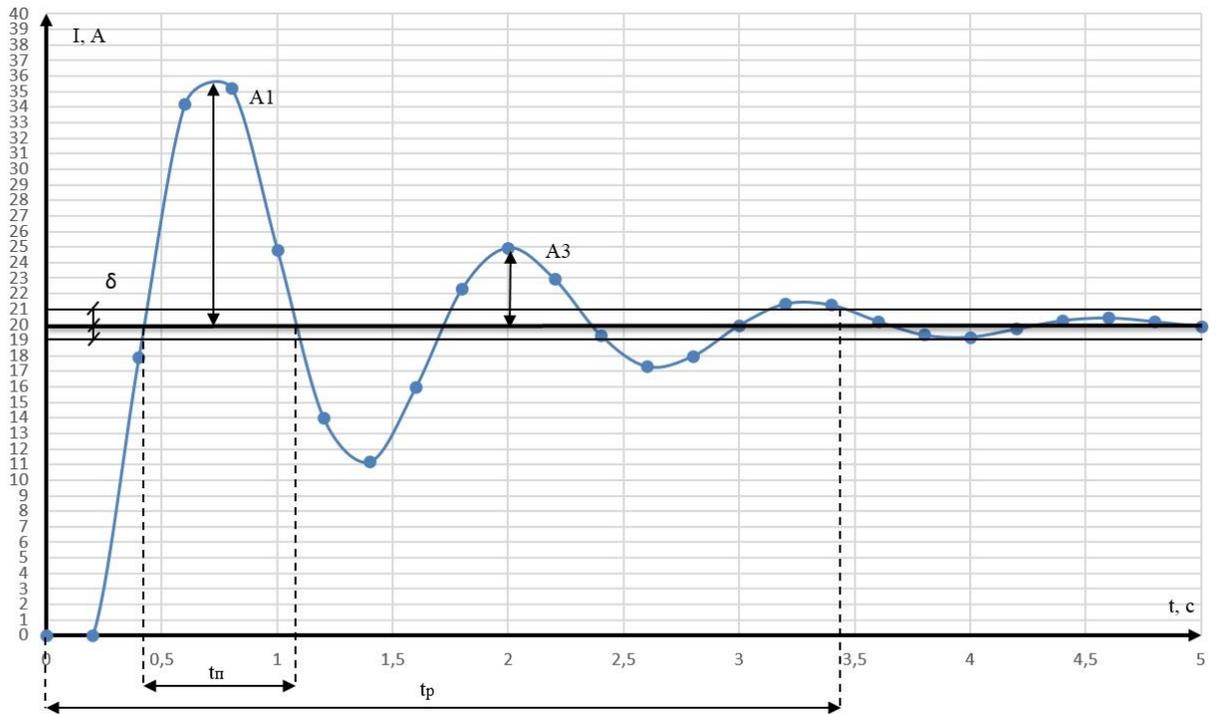


Рисунок 19 - Переходный процесс в замкнутой системе по каналу задания по расходу воды

Используя данные рисунков 18 и 19, производится оценка качества переходных процессов.

Прямые оценки качества переходного процесса расхода нефти:

- Максимальная динамическая ошибка

$$A_1 = 7,8.$$

- Перерегулирование

$$\sigma_1 = \frac{A_1}{y(\infty)} \cdot 100 \% ; \quad (19)$$

$$\sigma_1 = \frac{7,8}{10} \cdot 100 \% = 77,5 \% ,$$

где $y(\infty)$ - уровень установившегося значения регулируемой величины при времени переходного процесса t , равного ∞ .

- Степень затухания переходного процесса

$$\psi_1 = 1 - \frac{A_3}{A_1} ; \quad (20)$$

$$\psi_1 = 1 - \frac{2,5}{7,8} = 0,67,$$

где A_3 - второй максимальный выброс регулируемой величины.

- Статическая ошибка

$$\varepsilon_{CT1} = S - y(\infty); \quad (21)$$

$$\varepsilon_{CT1} = 10 - 10 = 0,$$

где S – сигнал регулирующего воздействия.

- Время регулирования

$$t_{p1} = 3,4 \text{ с при } \delta_1 = 0,05 \cdot y(\infty) = 0,5.$$

Прямые оценки качества переходного процесса расхода воды:

- Максимальная динамическая ошибка

$$A_1 = 15,5.$$

- Перерегулирование

$$\sigma_2 = \frac{15,5}{20} \cdot 100 \% = 77,5 \%,$$

- Степень затухания переходного процесса

$$\psi_2 = 1 - \frac{5}{15,5} = 0,67,$$

- Статическая ошибка

$$\varepsilon_{CT2} = 20 - 20 = 0,$$

- Время регулирования

$$t_{p2} = 5,9 \text{ с при } \delta_2 = 0,05 \cdot y(\infty) = 1.$$

Под оптимальным процессом регулирования обычно понимают процесс, удовлетворяющий требованиям к запасу устойчивости системы. Поиск оптимальных параметров настройки осуществляется вдоль границы заданного запаса устойчивости системы регулирования до достижения экстремума принятого критерия качества. В качестве принятого критерия качества был принят первый интегральный критерий.

В результате проделанных вычислений, получены оптимальные параметры настройки регулятора, способствующие равномерному и оптимальному расходу нефти после НГС и воды после ОВ, с минимальным временем запаздывания, а также были построены переходные процессы по каналу задания. Оценка качеств этих процессов показала, что они удовлетворяют требованиям запаса устойчивости системы, полученной при идентификации кривых разгона.

3 Моделирование системы регулирования

Определенные в разделе 2 ОПН необходимо протестировать в реальных условиях эксплуатации системы регулирования. Но так как большинство современных регуляторов и контроллеров представляют собой закрытую систему регулирования, с изначально заданными параметрами настройки, которые изменить не представляется возможным.

Установить достоверность полученных ОПН возможно при помощи моделирования системы регулирования в программной пакете МВТУ [8].

В поле построения модели, создается модель системы регулирования представленная на рисунке 20.

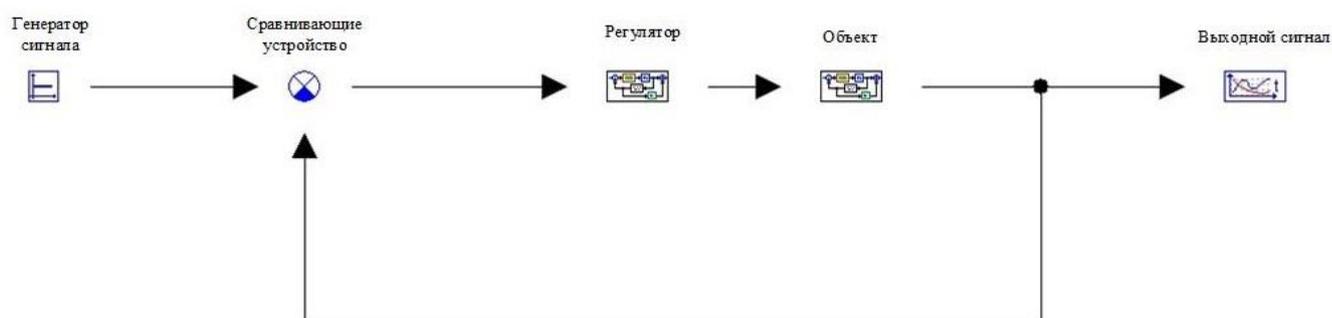


Рисунок 20 – Модель системы регулирования в программе МВТУ [8]

Также как и в разделе 2, регулятор необходимо представить как параллельное соединение пропорционального и интегрирующего звена (рисунок 21).

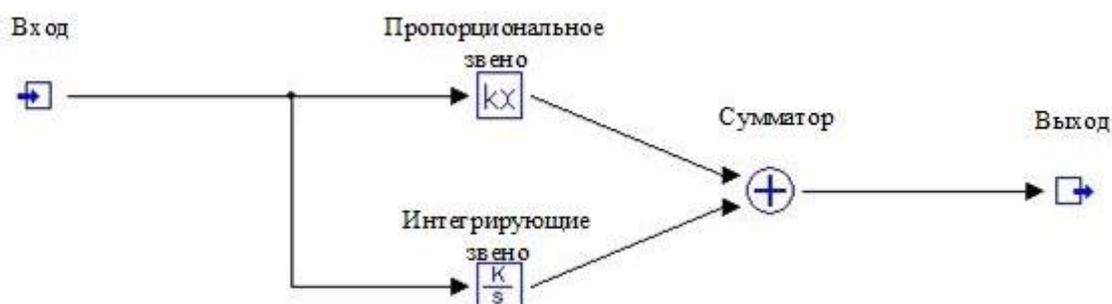


Рисунок 21 – Модель регулятора в программе МВТУ [8]

Объект управления представлен в виде последовательного соединения звена транспортного запаздывания и апериодического звена, который изображен на рисунке 22.

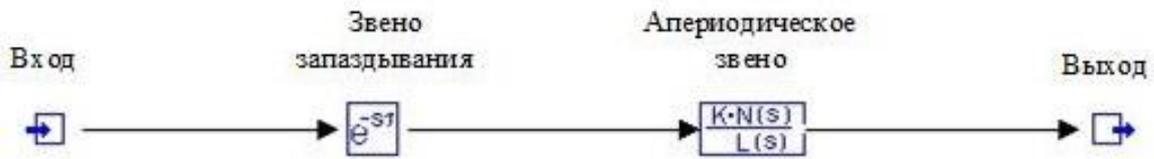


Рисунок 22 – Модель объекта управления в программе МВТУ [8]

Найденные ОПН подставляются в соответствующие элементы модели и на вход разработанной системы регулирования подается единичное ступенчатое воздействие. После завершения процесса на выходе модели, автоматически строятся переходные процессы возникающие в регуляторе. Переходный процесс по расходу нефти изображен на рисунке 23, а по расходу воды на рисунке 24.

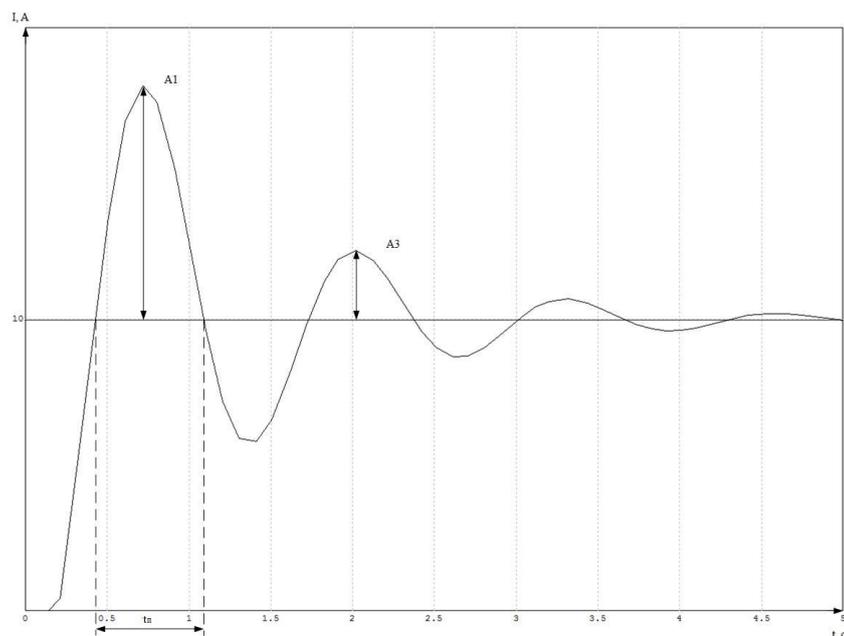


Рисунок 23 - Переходный процесс модели системы регулирования расхода нефти [8]

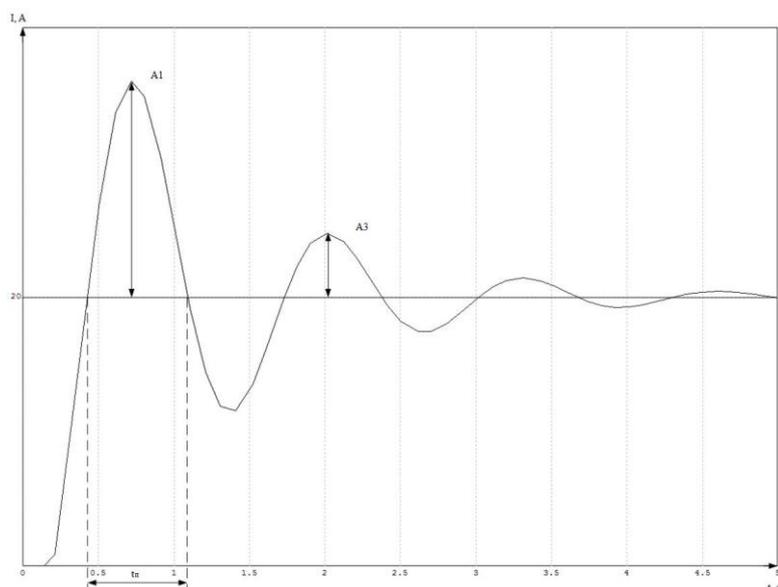


Рисунок 24 - Переходный процесс модели системы регулирования расхода воды [8]

При сравнении полученных переходных процессов в модели системы регулирования и переходных процессов полученных в разделе 2, наглядно видно, что данные процессы идентичны, что говорит о том, что полученные при расчетах ОПН являются достоверными, и способны быть интегрированы в существующие регуляторы и контроллеры.

4 Разработка структурной схемы

Выбор структуры управления объектом автоматизации оказывает существенное влияние на эффективность его работы, снижение относительной стоимости системы управления, ее надежности и ремонтоспособности [4].

Управление расходом осуществляется при помощи установки на определенных участках трубопровода специализированной запорной арматуры, которая позволяет при отклонении параметра от установленного значения стабилизировать его, путем открытия или закрытия запорного устройства на определенный угол. Значение параметра регистрируется до и после места установки запорного устройства [9].

Структурная схема автоматизированной системы управления параметров УПСВ представлена на листе ФЮРА.425280.173 С1, в приложении Б.

Представленная АСУ является трехуровневой и работает следующим образом: Сигналы значения давления в нефтепроводе до и после задвижки поступают измерительный барьер, после чего направляются на контроллер, а именно на модуль аналогового ввода. Сигнал значения расхода нефти или воды напрямую поступает на контроллер и при отклонении значения расхода или давления от заданного, процессорный модуль контроллера выдает управляющий сигнал, со значением угла закрытия или открытия задвижки, выходящий из модуля аналогового вывода и поступающий на вход блока управления. Блок управления выдает сигнал с уровнем открытия/закрытия электроприводу задвижки. Электропривод также регистрирует положение затвора, передает данный сигнал на блок управления (БУ), который направляет его на модуль аналогового ввода. При необходимости полного перекрытия потока, дискретный модуль вывода вырабатывает управляющий сигнал, передает его на БУ, который, в свою очередь, направляет его на электропривод. Концевые выключатели, установленные на

электроприводе, сигнализируют о достижении конечного положения затвора, и передают данный сигнал на БУ, а далее на модуль дискретного ввода. Все входные и выходные сигналы передаются от процессорного модуля на автоматизированное рабочее место (АРМ) оператора, где происходит прием, отображение полученной информации, а также подача команд на контроллер, в случае необходимости.

5 Разработка функциональной схемы и составление заказной спецификации приборов и средств автоматизации

5.1 Разработка функциональной схемы системы управления

Функциональная схема представляет собой вид технической документации с изображением на ней основных элементов объекта управления, контрольно-измерительными приборами, преобразователями, контроллерами, а также видами взаимосвязей между ними [3].

В большинстве случаев функциональная схема отображает взаимосвязь нижнего (полевого) и среднего уровня автоматизации АСУ. Изображается непосредственное подключение оборудования нижнего уровня на элементы объекта управления.

В основном нижний уровень представлен следующими средствами автоматизации [3]:

- термоэлектрический преобразователь;
- термопреобразователь сопротивления;
- расходомер;
- газоанализаторы;
- вторичный преобразователь;
- исполнительные механизмы;
- запорная арматура.

Средний уровень представляется как таблица в нижней части схемы, с указанием места его установки (блок-бокс, помещение), наименованием ПЛК и видами сигналов, связывающих уровни.

Этими сигналами являются [3]:

- сигнализация;
- управление;

- измерение;
- регистрация.

Сигналы измерения и регистрации представляет собой унифицированный аналоговый сигнал, постоянно передающий значение параметра. Сигнализация имеет вид дискретного входного сигнала, а управление – дискретного выходного сигнала.

Устанавливаемое оборудование на объекте автоматизации выбирается в зависимости от функционала данного агрегата, места и условия его эксплуатации. Большинство датчиков измерения устанавливается непосредственно на месте, где необходимо измерить определённый параметр. К примеру, для измерения давления или расхода, датчики избыточного давления монтируются в сам трубопровод, с использованием сужающих устройств.

Оборудование вырабатывающее дискретные сигналы (для сигнализации) могут устанавливаться в различных местах, т.к. такой вид сигнала является не постоянным и может быть сформирован вблизи объекта управления.

Исходя из выбранного по функционалу на такой схеме средств автоматизации, формируется спецификации приборов системы управления, в которой точно указан производитель, наименование прибора, количество и его обозначение (в соответствии с функциональной схемой).

Функциональная схема АСУ параметров магистрального трубопровода представлена на листе ФЮРА.425280.173 С2, приложения В.

Измерение давления происходит непосредственно на трубопроводе, до и после запорной арматуры.

Для получения первичной информации о состоянии технологического процесса необходимо предусмотреть на функциональной схеме измерительные преобразователи давления (1а, 2а), которые устанавливаются по месту. Так как предполагается использование датчика давления с выходным унифицированным токовым сигналом, на схеме не

предусматриваются какие-либо нормирующие преобразователи. Для обработки текущей информации о состоянии технологического процесса и формирования команд управления устанавливается программируемый логический контроллер, размещаемый в шкафу автоматизации. Сигнал задания для регулируемого параметра устанавливается при программировании контроллера. Импульс по расходу поступает от первичного элемента 3а измерительной системы на дифференциальный манометр 3в через разделительный сосуд 3б. На выходе дифференциального манометра формируется унифицированный токовый сигнал 4-20 мА. На основе этого сигнала контроллер формирует управляющее воздействие, которое поступает на блок управления 4а, а далее в исполнительный механизм (ИМ) 4б. Вал исполнительного механизма вращается, приводя в движение регулирующий орган, установленный в трубопроводе. Информация о положении вала исполнительного механизма формируется в блоке сигнализации ИМ и заводится в контроллер.

5.2 Анализ и выбор технических средств шкафа управления

5.2.1 Выбор преобразователя давления

Будут рассмотрены преобразователи, на основе микропроцессорных технологий, используемых для жестких сред и высокой степенью защиты от воспламенения и взрыва. Выделены два преобразователя давления, подходящие под вышеперечисленные требования. Это измерительный преобразователь Rosemount 3051 компании «Метран» [11] и EJX 430А производства Yokogawa Electric Corporation [10].

Таблица 7 – Сравнение преобразователей давления

Наименование	YOKOGAWA EJX 430A	Rosemount 3051
Прибор	Преобразователь давления измерительный	Преобразователь давления измерительный

Рабочая температура, °С	от -60 до +98	от -55 до 95
-------------------------	---------------	--------------

Продолжение таблицы 7

Температура окружающей среды при эксплуатации, °С	от -50 до +67 от -45 до +54	от -50 до +61
Диапазон измерения	от 100 до 200 кПа от -1 до 2 МПа от -0,1 до 10 МПа от -0,1 до 50 МПа	от 0,05 до 9,6 МПа
Степень защиты	IP66	IP66
Унифицированный аналоговый сигнал	4...20 мА с поддержкой протоколов HART и Foundation Fieldbus	4...20, 0...20 мА; 0...10 В С поддержкой HART-протокола и протокола Foundation Fieldbus протокол Profibus WirelessHART
Основная погрешность, %	± 0,1	±0,065; ±0,04
Стоимость, руб.	20 000	35 000

Из таблицы 7 определено, что выбранные для сравнения датчики имеют практически идентичные характеристики, подходящие под требования к данным преобразователям. Датчик YOKOGAWA EJX 430A уступает датчику Rosemount 3051 лишь по величине основной погрешности. Однако, для применения в разрабатываемой системе эта величина удовлетворяет требованиям, поэтому выбирается датчик YOKOGAWA EJX 530A, так как он подходит для проектируемой системы, и его цена почти в два раза ниже чем у Rosemount 3051.



Рисунок 25 – Датчик давления EJX430A [10]

5.2.2 Выбор регулирующего устройства

В настоящее время в качестве регулирующего устройства (РУ) в АСУ широко используются программируемый логический контроллер (ПЛК).

Для выбора ПЛК рассматриваются два варианта устройств от различных производителей:

1) ПЛК Modicon M340 (производство «Schneider Electric») [13]. ПЛК является модульным устройством с широкими возможностями по выбору модулей в зависимости от сложности проектируемой АСУ ТП. В состав контроллера может входить коммуникационные модули для построения различных сетей для обмена данными между несколькими шкафами или диспетчерским уровнем АСУ ТП. Имеется возможность создания «горячего резервирования».

2) ПЛК PLC-5 ControlLogix производства компании «Rockwell Automation» [12]. Этот ПЛК предназначен для дискретного и непрерывного управления в сочетании с широкими коммуникационными возможностями. Системы ControlLogix являются модульными, что позволяет расширять и модернизировать систему автоматизации, варьировать с количеством корзин контроллера в системе автоматизации, выстраивать собственную сеть передачи данных.

Оба варианта близки по своему функционалу и характеристикам. Но по причине более высокой надежности оборудования компании «Rockwell Automation» был выбран ПЛК PLC-5 ControlLogix (рисунок 26).



Рисунок 26 – Контроллер PLC-5 ControlLogix [12]

Контроллер является модульным, что позволяет с легкостью варьировать с количеством и наименованием модулей. Исходя из количества модулей, выбирается определенная колодка, соединяющая модули контроллера, и необходимая для взаимодействия модулей платформы с друг другом [9].

Контроллер PLC-5 ControlLogix включает в свой состав:

- 1 процессорный модуль 1756-L62: модуль с запрограммированным алгоритмом по выработке управляющего воздействия из модулей вывода, после сравнения с заданным значением параметра, поступающим от модулей ввода;
- 2 модуля дискретного ввода 1756-IB32 и 1756-IB32: служит для приема дискретной величины, а именно сигнализационных сигналов, выработанных на БПР;
- 1 модуль дискретного вывода 1756-OB32: необходим для выработки и подачи на БПР дискретного управляющего сигнала;

- 1 модуль аналогового вывода 1756-OF8: предназначен для подачи на БПР управляющего сигнала со значением поворота затвора запорного устройства;

- 1 модуль аналогового ввода 1756-IF16: данный модуль принимает аналоговые входные сигналы со значением давления поступающие через измерительный барьер от датчиков давления, а также сигнал о положение затвора запорного устройства [12].

5.2.3 Выбор блока управления электроприводом

Блок управления электроприводом необходим для автоматического и дистанционного управления электроприводом, обеспечивая следующие функции:

- обеспечение питающим напряжением электропривода;
- обеспечение надежным дистанционным управлением;
- точная регистрация положения запорной арматуры;
- регистрация конечных положений затвора;
- наличие клемм для входных и выходных дискретных и аналоговых сигналов.

Всем данным требованиям отвечает блок питания и регистрации БПР-2, производства российской фирмы «НТП ИПЦ». Основные эксплуатационные параметры прибора показаны в таблице 8.

Таблица 8 – Технические характеристики БПР-2

Параметр	Значение
Напряжение питания	380 В
Выходное напряжение	380 В
Потребляемая мощность	6 ВА
Выходное/входные дискретные сигналы	24 В
Выходное/входные аналоговые сигналы	4...20 мА, 0...10 В
Монтаж	На DIN-рейку

5.2.4 Выбор исполнительного механизма

Самыми распространенными исполнительными механизмами в нашей стране являются ИМ типа механизма электрического однооборотного (МЭО).

Исполнительные механизмы МЭО предназначены для управления трубопроводной арматурой в системах автоматического регулирования технологическими процессами. Механизмы передают крутящий момент арматуре при повороте на один оборот или менее [4].

Исполнительные механизмы МЭО изготавливаются с датчиком обратной связи (блоком сигнализации положения выходного вала) для работы в системах автоматического регулирования или без датчиков обратной связи - с блоком концевых выключателей для режима ручного управления. Механизмы управляются контактными или бесконтактными управляющими устройствами.

К данному типу ИМ обязательно выбирается сопутствующая приборная продукция: пускатели, задатчики ручные, блоки ручного управления, усилители.

В настоящее время множество промышленных предприятий работают с немецкой компанией AUMA, которая на сегодняшний день является одним из ведущих в мире производителей электрических приводов. Для приводов AUMA характерны различные режимы работы, высокая степень защиты, антикоррозийная защита различной степени для различных условий, низко- и высокотемпературные модификации, взрывозащита, что немало важно при эксплуатации в нефтетранспортировочной отрасли.

При выборе электропривода Auma отпадает необходимость приобретения такого количества вспомогательного оборудования как при выборе ИМ типа МЭО. Более того система управления приводами AUMA, может быть сконструирована с управлением от микропроцессора и ряда интерфейсов цифровых шин, что обеспечивают оптимальное интегрирование исполнительных органов в процесс управления. Поэтому для данной АСУ параметров в магистральном нефтепроводе выбираем регулирующий привод

фирмы «AUMA» серии SAR 07.1, который в последующем монтируется в сам регулирующий клапан (рисунок 27).



Рисунок 27 – Электропривод SAR 07.1

Электропривод SAR 07.1 обеспечивает использование в условиях с неблагоприятным для человека температурным режимом и в труднодоступных местах. Модульность оборудования от данного производителя позволяет управлять комплексом коммуникационных сооружений одному работнику.

Для управления и обработки сигнала привода требуется блок управления. Для ручного управления предусмотрен маховик. Отключение в конечных положениях осуществляется концевым выключателем или моментным выключателем.

На основании выбранных технических средств автоматизации составлена заказная спецификация приборов и средств автоматизации. Спецификация представлена в Приложении А.

5.3 Составление заказной спецификации приборов и средств автоматизации

На основании выбранного оборудования составлена заказная спецификация приборов и средств автоматизации, представленная в таблице Е.1 в приложении Е с шифром ФЮРА.425280.173 СО1.

6 Разработка схемы электрических соединений

В приложении Г представлена схема электрических соединений шкафа управления с шифром ФЮРА.425280.173 ЭЗ.

Получение информации о значениях параметров технологического процесса происходит при помощи измерительных преобразователей давления и преобразователя разности давления. С выхода измерительных преобразователей унифицированные токовые сигналы 4-20 мА поступают на вход измерительных барьеров, а далее передают их на модуль аналогового ввода А1.2, на который также поступает сигнал от преобразователя разности давления. Данный модуль применяется для приема входных аналоговых сигналов, с последующим его преобразованием для процессорного модуля А1.1, в котором реализуется функции вычисления, сбора и обработки полученных данных. После обработки полученной информации процессорный модуль выдает цифровой код на модуль аналогового вывода А1.3, где происходит преобразование этого кода в аналоговый управляющий сигнал 4...20 мА [3]. Сигнал поступает на блок управления электропривода задвижки, осуществляющий прием и передачу сигналов с данного исполнительно механизма. Сигнал о изменении положении затвора поступает на сам электропривод, который при помощи вращения вала изменяет положение затвора, уменьшая или увеличивая тем самым проходное сечение в трубопроводе. При движении вала, также ведется регистрация его положения и в форме аналогового сигнала 4...20 мА передается на блок управления, а далее на также на модуль аналогового ввода А1.2. При необходимости полного открытия или закрытия клапана, с модуля дискретных сигналов вырабатывается управляющий декретный сигнал 24 В, поступающий на блок управления, который замыкает цепь при помощи «сухого контакта» для полного закрытия электроприводом затвора [4]. При достижении конечных положений, привод затвора при помощи

концевых выключателей вырабатывает дискретные сигналы 24 В, о положении затвора и передает его на блок управления. Тот в свою очередь, отправляет на вход модуля дискретного ввода данный сигнал, который передаётся также на процессорный модуль А1.1. Весь процесс управления и получения информации синхронизируется с АРМ по сети Ethernet, при помощи канала связи процессорного модуля.

При разработке электрической схемы был составлен перечень элементов с шифром ФЮРА.425280.173 ПЭ, указанный в таблице Ж.1 приложения Ж.

7 Разработка общего вида шкафа управления

Разместить все оборудование среднего уровня возможно при помощи использования специализированных шкафных конструкций. В зависимости от количества оборудования среднего уровня, выбирается определённый вид шкафа [9]. Основными различиями этих видов шкафов является габариты, количество дверей, и подвод полевых кабелей.

В данной системе управления для размещения средств автоматизации используется щит шкафной, односекционный с задней дверью, одностороннего обслуживания Rittal [14] с габаритами 2000x600x600 мм [10]. Общий вид щита представлен на чертеже ФЮРА.425280.173 ВО приложения Г.

Контроллер А1 размещен на передней фронтальной панели. Ниже контроллера располагаются дополнительное оборудование для ввода-вывода сигналов, преобразователи, источники бесперебойного питания, клеммные сборки, измерительные барьеры, реле.

Контроллер и барьеры, источники питания, преобразователи и диодные модули крепятся на DIN-рейку с размерами 35x15. DIN-рейка устанавливается на заднюю сетку.

Для подвода к контроллеру сигнальных проводов, между ними и с левой стороны устанавливается короб монтажный с габаритами 80x60 [6].

Полное наименование сборочных единиц и оборудования для сборки шкафа управления приведены в спецификации с шифром ФЮРА.425280.173 СО 2 приведенная в таблице 3.1 в приложении 3.

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА
«ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И
РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»**

Студенту:

Группа	ФИО
8АМ5Б	Борисов Дмитрий Владимирович

Институт	Кибернетики	Кафедра	СУМ
Уровень образования	Магистр	Направление/специальность	Управление в технических системах

Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:

<i>1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих</i>	. Работа с информацией, представленной в российских и иностранных научных публикациях, аналитических материалах, статистических бюллетенях и изданиях, нормативно-правовых документах; анкетирование; опрос, наблюдение.
<i>2. Нормы и нормативы расходования ресурсов</i>	
<i>3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования</i>	

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

<i>1. Оценка коммерческого и инновационного потенциала НТИ</i>	Проведение предпроектного анализа и определение возможных альтернатив проведения НТИ.
<i>2. Разработка устава научно-технического проекта</i>	Определение структуры и трудоёмкости работ в рамках НТИ, разработка графика проведения НТИ, планирование бюджета НТИ
<i>3. Планирование процесса управления НТИ: структура и график проведения, бюджет, риски и организация закупок</i>	Оценка экономической эффективности проекта, оценка научно-технического уровня НИР.

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

--

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	
---	--

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент каф. менеджмента ИСГТ	Петухов О.Н.	к.э.н., доцент		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8АМ5Б	Борисов Дмитрий Владимирович		

8.1 Организация и планирование работ

Для выполнения научных исследований формируется рабочая группа, в состав которой могут входить научные сотрудники и преподаватели, инженеры, техники и лаборанты. Примерный порядок составления этапов и работ, распределение исполнителей по данным видам работ приведен в таблице 9.

Таблица 9 – Перечень выполняемых работ с указанием доли участия исполнителей

Этапы работы	Исполнители	Загрузка исполнителей
1. Постановка целей и задач исследования	НР, С	НР – 80% С – 20%
2. Обзор научной литературы	С	С – 100%
3. Разработка содержания ВКР	НР, С	НР – 20% С – 80%
4. Разработка календарного плана выполнения работ	НР, С	НР – 30% С – 70%
5. Разработка схем: структурной и функциональной	НР, С	НР – 10% С – 90%
6. Выбор алгоритмов управления	НР, С	НР – 20% С – 80%
7. Проведение исследования по тематике работы	С	С – 100%
8. Обработка полученных результатов	НР, С	НР – 20% С – 80%
9. Оформление расчетно-пояснительной записки	С	С – 100%
10. Оформление графического материала	С	С – 100%
11. Подведение итогов	НР	НР – 100%

На первом этапе происходит постановка цели и задачи исследования – Оптимальные параметры настройки регулятора расхода нефтепродуктов для автоматизированной системы управления установкой предварительного сброса воды. Тематика выбирается научным руководителем и обсуждается со студентом.

На втором этапе студент производит поиск научной литературы по предоставленной тематике для ознакомления и изучения необходимого материала. В дальнейшем данный материал будет использоваться для проведения исследований и разработки устройства.

На третьем этапе студент совместно с научным руководителем разрабатывают общее содержание ВКР. Данный документ является основополагающим при проведении дальнейшего исследования и разработки.

На четвертом этапе реализуется календарный план выполнения работ, обусловленный сроком обучения в магистратуре.

На пятом этапе студент занимается разработкой функциональной, структурной и схем. Данные схемы показывают общую структуру устройства и связи между его компонентами. В дальнейшем модернизация параметров настройки регуляторов будет основываться на данных документах.

На шестом этапе производится выбор алгоритмов управления. Затем студент начинает выполнение исследовательской части работы (седьмой этап) – в данном случае исследование заключается в достижении требуемых показателей качества переходного процесса.

На восьмом, девятом и десятом этапе студент, под руководством научного руководителя занимается интерпретацией и обработкой результатов, а также оформлением расчетно-пояснительной записки и графического материала (графические материалы результатов исследования, презентация проекта).

Одиннадцатый этап заключается в подведении итогов проведенной работы, получении студентом обратной связи от научного руководителя и комиссии на защите дипломного проекта.

8.2 Продолжительность этапов работ

Так как отсутствует нормативная база по проводимым работам, а также достоверная информация о процессе выполнения подобных работ иными исполнителями, воспользуемся экспертным способом оценки продолжительности выполнения запланированных работ.

Произведем оценку минимального и максимального времени выполнения каждого из этапов. Рассчитаем ожидаемое время выполнения работ, воспользовавшись формулой:

$$t_{ож} = \frac{3 \cdot t_{min} + 2 \cdot t_{max}}{5},$$

где $t_{ожi}$ – ожидаемое время выполнения i -го этапа работ в чел.-дн., t_{min} – минимальная продолжительность работы, дн.; t_{max} – максимальная продолжительность работы, дн.

Ожидаемое, минимальное и максимальное время исполнения в предложенной выше формуле, оцениваются в рабочих днях на человека. Произведем перевод этих величин в календарные дни, воспользовавшись следующей формулой:

$$T_{кд} = T_{рд} \cdot T_{к},$$

где $T_{кд}$ – продолжительность выполнения этапа в календарных днях; $T_{к}$ – коэффициент календарности, позволяющий перейти от длительности работ в рабочих днях к их аналогам в календарных днях, и рассчитываемый по формуле

$$T_{к} = \frac{T_{кал}}{T_{кал} - T_{вд} - T_{пд}}$$

где $T_{КАЛ}$ – календарные дни ($T_{КАЛ} = 365$); $T_{ВД}$ – выходные дни ($T_{ВД} = 52$); $T_{ПД}$ – праздничные дни ($T_{ПД} = 10$).

$$T_K = \frac{365}{365-52-10} = 1,2$$

В свою очередь рабочие дни рассчитываются по следующей формуле:

$$T_{РД} = \frac{t_{ож}}{K_{ВН}} \cdot K_D,$$

$K_{ВН}$ – коэффициент выполнения работ, учитывающий влияние внешних факторов на соблюдение предварительно определенных длительностей, в частности, возможно $K_{ВН} = 1$; K_D – коэффициент, учитывающий дополнительное время на компенсацию непредвиденных задержек и согласование работ ($K_D = 1-1,2$; в этих границах конкретное значение принимает сам исполнитель).

Для простоты расчетов примем K_D и $K_{ВН}$, равными единице. Тогда формула для расчета календарных дней преобразуется в следующую:

$$T_{КД} = T_{РД} \cdot T_K = t_{ож} \cdot T_K = \frac{3t_{min} + 2t_{max}}{5} \cdot 1,2$$

Воспользовавшись данными из таблицы 9, приведенными выше формулами, произведем расчет продолжительности выполнения работ научным руководителем и студентом в календарных днях. Результаты расчетов представлены в таблице 10.

Таблица 10 – Расчет трудозатрат на выполнение проекта

Этап	Исполнители	Продолжительность работ, дни			Трудоемкость работ по исполнителям чел.-дн.			
					$T_{РД}$		$T_{КД}$	
		t_{min}	t_{max}	$t_{ож}$	НР	С	НР	С
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1. Постановка целей и задач исследования	НР, С	4	5	4,4	3,52	0,88	5,2096	1,3024
2. Обзор научной литературы	С	7	10	8,2	0	8,2	0	12,136
3. Разработка содержания ВКР	НР, С	30	40	34	6,8	27,2	10,064	40,256
4. Разработка календарного плана выполнения работ	НР, С	6	8	6,8	2,04	4,76	3,0192	7,0448
4. Разработка схем: структурной, функциональной	НР, С	7	14	9,8	0,98	8,82	1,4504	13,0536
6. Выбор алгоритмов управления	НР, С	15	25	19	3,8	15,2	5,624	22,496
7. Проведение исследования по тематике работы	С	8	12	9,6	0	9,6	0	14,208
8. Обработка полученных результатов	НР, С	7	10	8,2	1,64	6,56	2,4272	9,7088
9. Оформление расчетно-пояснительной записки	С	14	18	15,6	0	15,6	0	23,088
10. Оформление графического материала	С	4	8	5,6	0	5,6	0	8,288
11. Подведение итогов	НР	4	5	4,4	4,4	0	6,512	0
Итого:				125,6	23,18	102,42	34,3064	151,5816

8.3 Расчет накопления готовности проекта

Произведем оценку текущих результатов работы. Величина накопления готовности работы показывает, на сколько процентов по окончании текущего этапа выполнен общий объем работ по проекту в целом. Степень готовности рассчитывается по следующей формуле:

$$CG_i = \frac{TP_i^H}{TP_{общ.}} = \frac{\sum_{k=1}^i TP_k}{TP_{общ.}} = \frac{\sum_{k=1}^i \sum_{j=1}^m TP_{km}}{\sum_{k=1}^I \sum_{j=1}^m TP_{km}},$$

где TP_i^H – накопленная трудоемкость i -го этапа проекта по его завершении; $TP_{общ.}$ – общая трудоемкость проекта; TP_i^H – накопленная трудоемкость i -го этапа проекта по его завершении; TP_{ij} (TP_{kj}) – трудоемкость работ, выполняемых j -м участником на i -м этапе, здесь $j = \overline{1, m}$ – индекс исполнителя, $m = 2$.

Таблица 11 – Нарастание технической готовности работы и удельный вес каждого этапа

Этапы работы	$TP_i, \%$	$CG_i, \%$
1. Постановка целей и задач исследования	3,5	3,5
2. Обзор научной литературы	6,53	10,03
3. Разработка технического задания (ТЗ)	27,07	37,1
4. Разработка календарного плана выполнения работ	5,42	42,52
5. Разработка схем: структурной, функциональной и внешних проводок	7,8	50,32
6. Разработка принципиальной эл. схемы и выбор компонентов	15,13	65,45
7. Проведение исследования по тематике работы	7,64	73,09
8. Обработка полученных результатов	6,53	79,62
9. Оформление расчетно-пояснительной записки	12,43	92,05
10. Оформление графического материала	4,45	96,5
11. Подведение итогов	3,5	100

8.4 Расчет сметы затрат на выполнение проекта

В состав затрат на создание проекта включается величина всех расходов, необходимых для реализации комплекса работ, составляющих содержание данной разработки. Расчет сметной стоимости ее выполнения производится по следующим статьям затрат:

- материалы и покупные изделия;
- заработная плата;
- социальный налог;
- расходы на электроэнергию;
- амортизационные отчисления;
- командировочные расходы;
- оплата услуг связи;
- арендная плата за пользование имуществом;
- прочие услуги (сторонних организаций);
- прочие (накладные расходы) расходы.

В ходе выполнения проекта отсутствуют расходы на командировочные, услуги связи, услуги сторонних организаций и арендная плата за пользование имуществом. Таким образом основу расходов данного проекта составляют:

- материалы и покупные изделия;
- заработная плата;
- социальный налог;
- расходы на электроэнергию;
- амортизационные отчисления;
- прочие (накладные расходы) расходы.

8.5 Расчет затрат на материалы

К данной статье расходов относится стоимость материалов, покупных изделий, полуфабрикатов и других материальных ценностей, расходуемых непосредственно в процессе выполнения работ над объектом проектирования.

На первом этапе работ необходимо провести теоретические исследования. Для этого необходим ряд программных пакетов, таких как Microsoft Word, MathCAD, MATLAB, Universal Mechanism. Большинство данных продуктов предоставляются ТПУ бесплатно для студентов и профессоров, а остальные находятся в свободном доступе на интернет ресурсах. Таким образом затраты на материальные расходы данного этапа исследований включают в себя расходы на бумагу, тетради и пр. На втором этапе проводится исследования. Для этого использовался персональный компьютер с программой MATLAB, которая была предоставлена бесплатно.

В материальные затраты также входят транспортно-заготовительные расходы (ТЗР), которые обуславливаются затратами на совершение купли-продажи материалов, их доставку. Обычно ТЗР составляют от 5% до 20% от общей цены материалов. Положим норму ТЗР равной 10%.

Таблица 12 – Расчет затрат на материалы

Наименование	Единица измерения	Количество	Цена за ед., руб.	Затраты на материалы
Ручка	шт.	3	20	60
Карандаш	шт.	2	10	20
Бумага	па.	1 пачка	0.5	250
Папка для бумаги	шт.	2	20	40
Скрепки	уп.	1 упаковка	30	300
Программное обеспечение	шт.	3	1500	4500
Компьютер	шт.	3	30000	90000
принтер	шт.	1	25000	25000
Итого:				120170

8.6 Бюджет научно-технического исследования

При планировании бюджета НТИ должно быть обеспечено полное и достоверное отражение всех видов расходов, связанных с его выполнением. В процессе формирования бюджета НТИ используется следующая группировка затрат по статьям:

- материальные затраты НТИ;
- затраты на специальное оборудование для научных (экспериментальных) работ;
- основная заработная плата исполнителей темы;
- дополнительная заработная плата исполнителей темы;
- отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления);
- затраты научные и производственные командировки;
- контрагентные расходы;
- накладные расходы.

8.6.1 Основная заработная плата исполнителей темы

Данная статья расходов включает заработную плату научного руководителя и инженера (в его роли выступает исполнитель проекта), а также премии, входящие в фонд заработной платы. Расчет основной заработной платы выполняется на основе трудоемкости выполнения каждого этапа и величины месячного оклада исполнителя. Величины месячных окладов по нормам ТПУ для научного руководителя принимается равным 33 162,87р., а для студента-исполнителя – 14 874,45р.

Среднедневная тарифная заработная плата ($ЗП_{\text{дн-т}}$) рассчитывается по формуле, учитывающей, что в году 298 рабочих дней и, следовательно, в месяце в среднем 24,83 рабочих дня при шестидневной рабочей неделе:

$$ЗП_{дн-т} = \frac{МО}{24,83}$$

Расчеты полной заработной платы для обоих участников проекта, с учетом ряда коэффициентов ($K_{ГП} = 1,1$; $K_{доп.ЗП} = 1,188$; $K_p = 1,3$), приведены в таблице 13.

Таблица 13 – Затраты на заработную плату

Исполнитель	Оклад, руб./мес.	Среднедневная ставка, руб./раб.день	Затраты времени, раб.дни	Коэффициент	Фонд з/платы, руб.
НР	33162,87	1617,70	26,00	1,59	71453,59
И	14874	599,05	91,00	1,70	92610,04
Итого:					164063,63

Таким образом, затраты на основную заработную плату составили $З_{ЗП} = 164063,63$ руб.

8.6.2 Расчет затрат на электроэнергию

Данная статья учитывает затраты на электроэнергию, которая потребляется всем оборудованием в течение работы над проектом. Затраты на электроэнергию рассчитываются по формуле:

$$C_{эл.об.} = P_{об} \cdot t_{об} \cdot Ц_{Э}$$

где $P_{об}$ – мощность, потребляемая оборудованием, кВт; $Ц_{Э}$ – тариф на 1 кВт·час ($Ц_{Э} = 3,1$ руб/кВт·ч); $t_{об}$ – время работы оборудования, час. Время работы оборудования определяется по формуле:

$$t_{об} = T_{РД} * K_t$$

где $K_t \leq 1$ – коэффициент использования оборудования по времени, равный отношению времени его работы в процессе выполнения проекта к $T_{РД}$, определяется исполнителем самостоятельно. В ряде случаев возможно определение $t_{об}$ путем прямого учета, особенно при ограниченном использовании соответствующего оборудования.

Для выполнения работ студентом использовался персональный компьютер и учебный стенд. Определим затраты на потребленную оборудованием электроэнергию и сведем результаты расчетов в таблицу 14.

Таблица 14 – Затраты на электроэнергию

Наименование оборудования	Мощность оборудования, кВт	K_t	Время работы оборудования, ч	Затраты на электроэнергию
Персональный компьютер	0,3	0,9	655,2	1033,32
Принтер	0,25	0,001	0,7	0,54
Итого				1033,86

8.6.3 Расчет затрат на социальный налог

Затраты на единый социальный налог (ЕСН), который включает в себя отчисления в пенсионный фонд, на социальное и медицинское страхование, составляют 30% от полной заработной платы по проекту и рассчитывается по формуле $C_{соц} = C_{эл} * 0,3$. Для проведения исследования затраты на социальный налог составляют $C_{соц} = 164063,63 * 0,3 = 49219,089$ руб.

8.6.4 Расчет амортизационных расходов

Расчет амортизационных расходов производится по следующей формуле:

$$C_{ам} = \frac{N_A * Ц_{об} * t_{рф} * n}{F_d},$$

где N_A – годовая норма амортизации единицы оборудования; $Ц_{об}$ – балансовая стоимость единицы оборудования с учетом ТЗР, F_d – действительный годовой фонд времени работы соответствующего оборудования, берется из специальных справочников или фактического режима его использования в текущем календарном году, $t_{рф}$ – фактическое

время работы оборудования в ходе выполнения проекта, учитывается исполнителем проекта; n – число задействованных однотипных единиц оборудования.

Персональный компьютер и принтер входят в группу – вычислительная техника, следовательно, они имеют срок полезного использования 2-3 года.

Так как к сроку начала работ компьютер и принтер эксплуатировались более 5 и 10 лет соответственно, то срок их полезного использования истек, следовательно, амортизационные расходы на ПК и принтер оборудования равны нулю.

Таким образом, амортизационные расходы на использование оборудования составят:

$$C_{\text{ам}} = \frac{N_A * C_{\text{об}} * t_{\text{рф}} * n}{F_d} = 0,00 \text{ руб.}$$

8.6.5 Расчет прочих (накладных) расходов

В статье «Прочие расходы» отражены расходы на выполнение проекта, которые не учтены в предыдущих статьях. Их следует принять равными 10% от суммы всех предыдущих расходов, т.е.

$$C_{\text{проч.}} = (C_{\text{мат}} + C_{\text{зн}} + C_{\text{соц}} + C_{\text{эл.об.}} + C_{\text{ам}}) \cdot 0,1 = (120170 + 164063,63 + 1033,86 + 49219,089 + 0) \cdot 0,1 = 334486,579 \cdot 0,1 = \mathbf{33448,6579 \text{ руб.}}$$

8.6.6 Расчет общей себестоимости проекта

Рассчитав сумму всех расходов на выполнение запланированных работ, произведем расчет общей себестоимости проекта. Результаты расчетов представлены в таблице 15.

Таблица 15 – Расчет общей себестоимости проекта

Статья затрат	Обозначение	Сумма, руб.
Материалы и покупные изделия	C_{mat}	120170
Заработная плата	$C_{зн}$	164063,63
Отчисления в социальные фонды	$C_{соц}$	49219,089
Расходы на электроэнергию	$C_{эл.}$	1033,86
Амортизационные отчисления	$C_{ам}$	0,00
Прочие расходы	$C_{проч}$	33448,6579
ИТОГО:		367935,237

Таким образом, затраты на разработку составили $C = 367935,237$ руб.

8.6.7 Расчет прибыли, НДС и цены разработки НИР

Так как информация для применения сложных методов расчеты прибыли отсутствует, то прибыль может варьироваться в пределах от 5% до 20% от себестоимости продукта. Заложим в проект прибыль, равную 13% от себестоимости. Тогда:

$$P = 0,13 * C = 47831,58 \text{ руб.}$$

Рассчитаем НДС как 18% от суммы затрат на разработку и заложенной прибыли, т.е.:

$$НДС = (P + C) * 0,18 = 74838,02 \text{ руб.}$$

Цена разработки НИР – это сумма трех составляющих: полной себестоимости проекта, прибыли и НДС, т.е.:

$$C_{НИР} = 367935,237 + 47831,58 + 74838,02 = \mathbf{490604,84} \text{ руб.}$$

8.7 Оценка экономической эффективности проекта

Результатом проведения НИР является создание среднего уровня управления и исследования оптимальных параметров настройки регулятора расхода нефтепродуктов для автоматизированной системы управления установкой предварительного сброса воды.

Данная разработка позволит оптимизировать расход нефтепродукта с автоматизированного рабочего места (АРМ). Таким образом, данная разработка может усовершенствовать процесс.

Для получения количественной оценки экономической эффективности разработанного проекта необходимо проведение специального комплексного исследования, которое выходит за рамки представленной работы.

Результатом данной работы является проект, не предназначенный для продажи и коммерциализации.

8.8 Оценка научно-технического уровня НИР

В данном разделе произведем оценку научно-технического уровня разработки при помощи вычисления интегрального индекса научно-технического уровня $I_{НТУ}$. Расчет данного индекса производится как взвешенная сумма количественных оценок НИР по трем признакам: уровень новизны, теоретический уровень и возможность реализации.

Таблица 16 – Критерии оценки уровня новизны НИР

Уровень новизны	Характеристика уровня новизны – n_i	Баллы
-----------------	---------------------------------------	-------

Принципиально новая	Новое направление в науке и технике, новые факты и закономерности, новая теория, вещество, способ	8 – 10
Новая	По-новому объясняются те же факты, закономерности, новые понятия дополняют ранее полученные результаты	5 – 7
Относительно новая	Систематизируются, обобщаются имеющиеся сведения, новые связи между известными факторами	2 – 4
Не обладает новизной	Результат, который ранее был известен	0

Таблица 17 – Критерии оценки теоретического уровня НИР

Теоретический уровень полученных результатов – n_2	Баллы
Установка закона, разработка новой теории	10
Глубокая разработка проблемы, многоспектральный анализ взаимодействия между факторами с наличием объяснений	8
Разработка способа (алгоритм, программа и т. д.)	6
Элементарный анализ связей между фактами (наличие гипотезы, объяснения версии, практических рекомендаций)	2
Описание отдельных элементарных факторов, изложение наблюдений, опыта, результатов измерений	0,5

Таблица 18 – Критерии оценки возможности реализации НИР по времени

Время реализации – n_3	Баллы
В течение первых лет	10
От 5 до 10 лет	4
Свыше 10 лет	2

Разрабатываемая система по оценке таблицы 16 имеет уровень новизны равный 5, т.к. подобные системы существуют, однако с помощью интегрирования в контроллер полученных параметров настройки процесс оптимизации вышел на новый уровень.

Критерии оценки теоретического уровня НИР однозначно равен 6, т.к. результатом данной работы является алгоритм работы контроллера.

Критерий оценки возможности реализации НИР по времени равен 10, т.к. реализация разработки имеет ограниченный срок 2,5 года.

Таким образом, произведем расчет интегрального индекса НТУ НИР:

$$I_{НТУ} = \sum_{i=1}^3 k_i \cdot n_i = 0,4 \cdot 5 + 0,1 \cdot 6 + 0,5 \cdot 10 = 7,6$$

Так как индекс НТУ равен 7,6 балла, то это означает, что НТУ соответствует высокому уровню проведенной НИР.

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
8АМ5Б	Борисов Дмитрий Владимирович

Институт	Кафедра	СУМ
Уровень образования	Магистр	Управление в технических системах
	Направление/специальность	

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения	Инженер-конструктор в данной работе осуществлял проектирование среднего уровня управления параметрами УПСВ системы управления технологического процесса на УПСВ. Рабочим местом инженера-конструктора является офисное помещение площадью 30 м ² , включающее 3 персональных компьютера, периферийные устройства. Разработанная система устанавливается на средний уровень системы управления, в процессе которого инженер-конструктор принимает участие.
--	--

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Производственная безопасность 1.1. Анализ выявленных вредных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения в следующей последовательности: 1.2. Анализ выявленных опасных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения в следующей последовательности:	1.1. Вредные факторы: - Электромагнитное излучение. - Освещенность. - Микроклимат. - Ионизация воздуха. 1.2. Опасные факторы: - Опасность поражения электрическим током. - Возможность возникновения пожара.
2. Экологическая безопасность:	Рассматриваемый узел предварительного сброса воды может стать причиной загрязнения почвы нефтепродуктами, вырубки деревьев в районе разработки месторождения, нарушения циркуляции подземных вод и иссушение водоносных горизонтов при нарушении водоупоров и подземными выработками. Природоохранными мероприятиями могут быть вывоз, уничтожение и захоронение остатков нефтепродуктов, загрязненной земли и т.д. дополнительная защита трубопроводов.

3. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:	К возможным ЧС на УПСВ можно отнести разрыв трубопровода и протечки резервуаров. В случае аварийной ситуации, а также при обнаружении какой-либо неисправности, процесс транспортировки должен быть остановлен, задвижки на входных и выходных линиях закрыты, должен быть оповещен обслуживающий персонал, действовать согласно плану ликвидации аварий.
4. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности: – специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; – организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.	- Правовые нормы трудового законодательства: Трудовой кодекс Российской Федерации, Федеральный закон «Об основах охраны труда в Российской Федерации», Федеральный закон «Об обязательном социальном страховании от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний», Устав Томского политехнического университет, Трудовой договор, Коллективный договор. - Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны согласно ГОСТ 12.2.032-78. Система стандартов безопасности труда. Рабочее место при выполнении работ сидя. Общие эргономические требования; СН 245-71 «Санитарные нормы проектирования промышленных предприятий»; СН 181-70 «Указания по проектированию цветовой отделки интерьеров производственных зданий промышленных предприятий».

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	
---	--

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент	Извеков Владимир Николаевич	к.т.н., доцент		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8АМ5Б	Борисов Дмитрий Владимирович		

Социальная ответственность

Аннотация

Представление понятия «Социальная ответственность» сформулировано в международном стандарте (МС) IS CSR-08260008000: 2011 «Социальная ответственность организации» [51].

В соответствии с МС - Социальная ответственность - ответственность организации за воздействие ее решений и деятельности на общество и окружающую среду через прозрачное и этическое поведение, которое:

- содействует устойчивому развитию, включая здоровье и благосостояние общества;
- учитывает ожидания заинтересованных сторон;
- соответствует применяемому законодательству и согласуется с международными нормами поведения (включая промышленную безопасность и условия труда, экологическую безопасность);
- интегрировано в деятельность всей организации и применяется во всех ее взаимоотношениях (включая промышленную безопасность и условия труда, экологическую безопасность).

Введение

В данной магистерской диссертации разрабатывается автоматизированная система управления среднего уровня УПСВ. Система должна обеспечивать безаварийную эксплуатацию узлов УПСВ в автоматическом или ручном режиме, при помощи современных средств автоматизации. Для оптимизации процесса транспортировки нефтепродукта и отсепарированной пластовой воды между основными узлами УПСВ была разработана модель регулятора, интегрируемая в основной контроллер системы управления, позволяющая при помощи запорной арматуры управлять параметром расхода, тем самым обеспечивая безаварийность и непрерывность процесса транспортировки нефтепродукта.

При выполнении данного раздела под рабочей зоной будет принято рабочее место инженера-конструктора, разрабатывающего систему вторичного питания, которое находится в помещении конструкторского отдела (КО), адаптированным под проектную деятельность.

9.1 Производственная безопасность

Конструкция здания проектной организации блочная. Блоки состоят из основания, каркаса, закрытого снаружи трехслойными панелями с утеплителем из минеральной ваты и пластиковыми панелями, внутри – слоем утеплителя из минеральной ваты и ламинированными панелями. Двери и окна пластиковые, окна с тройным остеклением. Пол утепленный, покрытый линолеумом, потолок подвесной. Помещение КО хорошо освещено, звуко-виброизолировано, с системой вентиляции, по площади оптимально для размещения и безопасной эксплуатации дополнительного оборудования и периферийных технических средств.

Площадь помещения составляет 18 м², объем воздуха – 72 м³. Количество рабочих мест – 3, на каждое рабочее место приходится по 24 м³ объема, что соответствует СанПиН 2.2.2.542–96 [17]. Вентиляция помещения совмещенная, совмещающая в себе естественную и принудительную (систему кондиционирования воздуха).

Таблица 19 – Основные элементы процесса проектирования, формирующие опасные и вредные факторы

Наименование видов работ и параметров производственного процесса	Факторы (ГОСТ 12.0.003–74 ССБТ)		Нормативные документы
	Вредные	Опасные	
1	2	3	4
Работа за ЭВМ	Ионизация воздуха	–	СанПиН 2.2.4.1294–03 [19]
	Микроклимат	–	ГОСТ 12.1.005–88 [20]
	Электромагнитные излучения	–	СанПиН 2.2.2/2.4.1340–03 [21]
	Статическое электричество	–	ГОСТ 12.1.038–82 ССБТ [22]
Работа с эл.оборудованием		Повышенная напряженность электрического поля	ГОСТ 12.1.038–82 ССБТ [22]
Нахождение в помещении офисного типа	Освещенность рабочей зоны	–	СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278–03 [23]
		Возникновение пожара	ППБ01-03 [24]
Работы по запуску объекта в эксплуатацию		Опасность поражения электрическим током	ГОСТ 12.1.038–82 ССБТ [22]
	Электромагнитные излучения		СанПиН 2.2.2/2.4.1340–03 [21]

9.1.1 Микроклимат

Вычислительная техника является источником существенных тепловыделений, что может привести к повышению температуры и снижению относительной влажности в помещении. Постоянная духота и влажность вызывают учащенное дыхание и повышенное потоотделение. Длительное нахождение в неблагоприятных условиях вызывает стресс в

организме, что может вызвать ухудшение самочувствия и подорвать здоровье.

Температура в помещении должна поддерживаться в оптимальных диапазонах, при которых не происходит перегрев или переохлаждение организма.

При очень низкой скорости движения воздуха может возникнуть духота и повышение температуры окружающей среды. Большая скорость воздушных потоков приводит к сквознякам, которые негативно сказываются на здоровье людей, работающих в помещении.

Оптимальные параметры микроклимата для Ia [25]– категории работ (легкая) для комфортного нахождения в помещении рабочего персонала приведены в таблице 20.

Таблица 20 – Оптимальные и допустимые нормы температуры, относительной влажности и скорости движения воздуха на рабочем месте по СанПиН 2.2.4.548–96 [20]

Период года	Температура, °С			Относительная влажность, %		Скорость движения, м/с	
	оптимальная	допустимая		оптимальная	допустимая на рабочих местах	оптимальная, не более	допустимая на рабочих местах
		верхняя граница	нижняя граница				
Холодный	22–24	25	21	40–60	75	0,1	Не более 0,1
Теплый	23–25	28	22	40–60	55(при 28 °С)	0,1	0,1–0,2

Для создания и поддержания оптимального микроклимата, независимо от наружных условий: в холодное время года используется водяное и воздушное отопление; в теплое время года применяется кондиционирование воздуха. Кондиционер, с помощью приборов автоматического регулирования поддерживает в помещении заданные параметры воздушной среды.

Чтобы сохранять рекомендуемый температурный режим, офисы должны быть оснащены соответствующим охлаждающим или нагревательным оборудованием. Для контроля температуры в помещении используют цифровые термометры. Они крепятся на стену или в другом удобном месте и позволяют постоянно следить за текущей температурой воздуха в офисе.

Для контроля влажности в помещении используются гигрометры, которые часто комбинируют с термометрами и часами. Это делает такие приборы очень удобными в использовании.

9.1.2 Ионизация воздуха

В офисных помещениях эксплуатируется оборудование, способное создавать электростатические поля, включая дисплеи ЭВМ и прочие виды оргтехники являются источниками ионов.

Отрицательные ионы воздуха биологически благотворны, а положительные ионы оказывают вредное воздействие на организм [41]. Переизбыток положительно заряженных ионов в воздухе помещения вызывает следующие негативные воздействия на организм человека:

- положительно заряженные ионы кислорода не воспринимаются организмом как кислород;
- снижается работоспособность, повышается утомляемость организма;
- нарушается сон и аппетит;
- повышаются раздражимость, учащаются стрессы и нервные расстройства;
- возможно появление аллергических реакций;
- снижается иммунитет, увеличивается риск поражения инфекционными заболеваниями.

Нормируемыми показателями аэроионного состава воздуха производственных и общественных помещений являются:

– концентрации аэроионов (минимально допустимая и максимально допустимая) обеих полярностей ρ^+ , ρ^- определяемые как количество аэроионов в одном кубическом сантиметре воздуха (*ион/см³*);

– коэффициент униполярности U (минимально допустимый и максимально допустимый), определяемый как отношение концентрации аэроионов положительной полярности к концентрации аэроионов отрицательной полярности.

Минимально и максимально допустимые значения нормируемых показателей определяют диапазоны концентраций аэроионов обеих полярностей и коэффициента униполярности, отклонения от которых могут привести к неблагоприятным последствиям для здоровья человека.

Значения нормируемых показателей концентраций аэроионов и коэффициента униполярности приведены в таблице 21.

Таблица 21 – Значения нормируемых показателей концентраций аэроионов и коэффициента униполярности согласно Сан-ПиН 2.2.4.1294-03 [34]

Нормируемые показатели	Концентрация аэроионов, ρ (<i>ион/см³</i>)		Коэффициент униполярности U
	положительной полярности	отрицательной полярности	
Минимально допустимые	$\rho^+ \geq 400$	$\rho^- > 600$	$0,4 \leq U < 1,0$
Максимально допустимые	$\rho^+ < 50000$	$\rho^- \leq 50000$	

Для нормализации аэроионного состава воздуха следует применять соответствующие, прошедшие санитарно–эпидемиологическую оценку и имеющие действующие санитарно–эпидемиологическое заключение, аэроионизаторы или деионизаторы, предназначенные для использования в санитарно–гигиенических целях.

Осуществление нормализации аэроионного состава воздуха рекомендуется производить на протяжении всего времени пребывания рабочего персонала в офисном помещении [34].

9.1.3 Электромагнитные излучения

Повышенный уровень электромагнитных излучений и его оценка проводится при выполнении работ любым электрическим оборудованием.

Источниками электромагнитных полей влияющих на инженера-конструктора в офисном помещении являются ЭВМ, устройства ввода/вывода информации, а при работе на объекте - щиты управления, панели сигнализации.

Неблагоприятное воздействие токов промышленной частоты проявляются только при напряженности магнитного поля 160–200 А/м. Практически при обслуживании и нахождении даже в зоне мощных электроустановок высокого напряжения магнитная напряженность поля не превышает 20–25 А/м, поэтому оценку потенциальной опасности воздействия электромагнитного поля промышленной частоты достаточно производить по величине электрической напряженности поля.

В соответствии с СанПиН 2.2.4.1191-03 [27] нормы допустимых уровней напряженности электрических полей зависят от времени пребывания человека в контролируемой зоне. Время допустимого пребывания в рабочей зоне в часах составляет $T=50/E-2$. Работа в условиях облучения электрическим полем с напряженностью 20–25 кВ/м продолжается не более 10 минут. При напряженности не выше 5 кВ/м присутствие людей в рабочей зоне разрешается в течение 8 часов.

Во время работы персонала на ЭВМ, мониторы, особенно с электронно-лучевыми трубками, являются источниками наиболее вредных излучений, неблагоприятно влияющих на здоровье человека.

Электромагнитное поле имеет электрическую и магнитную составляющую. ЭВМ являются источниками таких излучений как: мягкого рентгеновского; ультрафиолетового 200 – 400 нм; видимого 400 – 700 нм, ближнего инфракрасного 700 – 1050 нм; радиочастотного 3 кГц – 30 МГц; электростатических полей.

Интенсивность ультрафиолетового и инфракрасного излучений от экрана монитора лежит в пределах 10 – 100 мВт/м². Ультрафиолетовое излучение в больших дозах приводит к дерматиту кожи, головной боли, рези в глазах. Инфракрасное излучение приводит к перегреву тканей человека (особенно хрусталика глаза), повышению температуры тела.

Т.к. напряженности магнитного поля в помещении не слишком велика, то в специальных средствах защиты нет необходимости.

При возможном превышении норм электромагнитного излучения согласно СанПиН 2.2.4.1191-03 [27] следует сократить время пребывания или работы в зоне действия излучения, увеличить расстояние от источника. Использование поглотительных материалов также способствует уменьшению величины электромагнитного излучения. К таким материалам относятся поролон, каучук, ферромагнитный порошок. Возможно и использование средств индивидуальной защиты, таких как защитные халаты, очки, спецобувь.

9.1.4 Статическое электричество

ЭВМ и другие виды оргтехники могут являться источником статического электричества. Электризуется поверхность дисплея, при прикосновении к которому может возникнуть электрическая искра. Вредное воздействие статического электричества сказывается не только при непосредственном контакте с зарядом, но и за счет действия электрического поля, возникающего вокруг заряженной поверхности. Воздействие

электростатических полей в сочетании с пониженной влажностью воздуха, которая создается при работе дисплея, может вызвать заболевание кожи лица и кистей рук в виде сыпи, покраснения, зуда и шелушения.

Под действием статических полей экрана монитора ионы и частички пыли приобретают положительный заряд и устремляются к ближайшему заземленному предмету – обычно им оказывается лицо пользователя, и результатом может стать не проходящая сыпь.

Допустимые уровни на рабочих местах напряженности электростатического поля на рабочих местах устанавливаются в зависимости от времени воздействия в течение рабочего дня.

Предельно допустимая напряженность ЭСП на рабочих местах не должна превышать следующих величин: при воздействии до 1 ч – 60 кВ/м; для 5-часового воздействия – 20 кВ/м; при воздействии свыше 5 ч величина, определяется расчетным методом [22].

Мерами борьбы с накоплением статического электричества являются: заземление всей техники, которая находится в помещении, влажная уборка для уменьшения количества пыли, использование дополнительных увлажнителей воздуха, антистатических спреев и браслетов.

9.1.5 Освещенность рабочей зоны

Среди технических требований к рабочему месту инженера-конструктора особенно важным является требование к освещенности, которая значительно влияет на эффективность трудового процесса. Недостаточная освещенность способствует возрастанию нагрузки на органы зрения и приводит к утомляемости организма. Поэтому необходимо обеспечить оптимальное сочетание общего и местного освещения [28].

При верхнем или комбинированном естественном освещении помещений любого назначения нормируется среднее значение коэффициента естественной освещенности (КЕО) в точках, расположенных на пересечении

вертикальной плоскости характерного разреза помещения и рабочей поверхности. Расчетная точка принимается в геометрическом центре помещения или на расстоянии 1 м от поверхности стены, противостоящей боковому светопроему.

При комбинированном естественном освещении допускается деление помещения на зоны с боковым освещением (зоны, примыкающие к наружным стенам с окнами) и зоны с верхним освещением. Согласно СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278–03 [23], необходимые для комфортной работы нормы освещения приведены в таблице 22.

Таблица 22 – Нормируемые показатели естественного, искусственного и совмещенного освещения основных помещений общественного здания согласно СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278–03 [23]

Помещения	Рабочая поверхность и плоскость нормирования КЕО и освещенности (Г – горизонтальная, В – вертикальная) и высота плоскости над полом, м	Естест. освещение		Совмещенное освещение		Искусственное освещение				
		КЕО $e_{н, \%}$	При верхнем или комбинированном освещении	При боковом освещении	При верхнем или комбинированном освещении	При боковом освещении	Освещенность, лк		Показатель дисконт – форта, М, не более	Коэффициент пульсации освещенности, К _п , %, не более
							При комбинированном освещении	При общем освещении		
Помещения для работы с дисплеями и видеотерминалами, залы ЭВМ	Г – 0,8	3,5	1,2	2,1	0,7	500	300	400	15	10
	Экран монитора: В – 1,2	–	–	–	–	–	–	200	–	–

При организации освещения необходимо иметь в виду, что увеличение уровня освещенности приводит к уменьшению контрастности

изображения на дисплее. В таких случаях выбирают источники общего освещения по их яркости и спектральному составу излучения.

Общая чувствительность зрительной системы увеличивается с увеличением уровня освещенности в помещении. Рабочее место должно быть организовано таким образом, чтобы не возникали блики и отражения на мониторе, клавиатуре, на рабочей поверхности. При использовании специальных фильтров для устранения отражений и бликов может ухудшиться качество изображения. Во избежание этого следует найти другие способы устранения (встроенные фильтры, устранение источников бликов и отражений и т.д.).

Следует ограничивать отраженную блёскость на рабочих поверхностях (экран, стол, клавиатура и др.) за счет правильного выбора типов светильников и расположения рабочих мест по отношению к источникам естественного и искусственного освещения, при этом яркость бликов на экране ВДТ и ПЭВМ не должна превышать $40 \text{ кд} / \text{м}^2$ и яркость потолка, при применении системы отраженного освещения, не должна превышать $200 \text{ кд} / \text{м}^2$.

Стена или какая-либо другая поверхность позади компьютера должна быть освещена примерно также как и экран. Необходимо остерегаться очень светлой или блестящей окраски на рабочем месте – она может стать источником причиняющих беспокойство отражений.

Естественное освещение должно удовлетворять СНиП 23-05-95 [29]. Нормы естественного освещения установлены с учетом обязательной регулярной очистки стекол световых проемов не реже двух раз в год. В соответствии с характером выполняемых работ, освещенность рабочего места по СНиП 23-05-95 [29] должна быть 200 Лк – общая освещенность и 400 Лк – комбинированное освещение.

В помещении конструкторского отдела используется совмещенное освещение: искусственное и естественное. Естественное проникает через

оконный проем, что обеспечивает боковое освещение. Источником искусственного освещения являются люминесцентные лампы типа ЛБ-80.

Производится расчет освещенности E_{ϕ} для помещения конструкторского отдела. Размеры помещения: длина $A = 5$ м, ширина $B = 6$ м, высота $H = 2,7$ м. Равномерное освещение с применением люминесцентных ламп.

Фактическая освещенность рассчитывается по формуле:

$$E_{\phi} = \frac{\Phi \cdot N \cdot \eta}{S \cdot K \cdot Z},$$

где Φ – световой поток лампы; $S = A \cdot B = 5 \cdot 6 = 30 \text{ м}^2$ – площадь освещаемого помещения; K – коэффициент запаса, учитывающий уменьшение светового потока лампы вследствие ее старения, запыленности, для люминесцентных ламп он равен $K = 1,5$; Z – коэффициент неравномерности освещения, отношение E_{cp}/E_{min} , для люминесцентных ламп $Z = 1,15$; N – число ламп $N = 6$; η – коэффициент использования светового потока.

Коэффициент использования светового потока показывает, какая часть светового потока лампы попадает на рабочую поверхность. Он зависит от индекса помещения i , типа светильника, высоты светильников над рабочей поверхностью $h = H - h_p = 2,7 - 0,7 = 2 \text{ м}$ ($h_p = 0,7 \text{ м}$ – высота рабочей поверхности над полом) и коэффициентов отражения стен $\rho_c = 30\%$ и потолка $\rho_n = 50\%$.

Индекс помещения определяется по формуле:

$$i = \frac{S}{h \cdot (A + B)} = \frac{30}{2 \cdot (6 + 5)} = 1,36.$$

Коэффициента использования светового потока светильников $\eta = 57 \%$.

В помещении конструкторского отдела используются люминесцентные лампы общего назначения: ЛБ-80.

- Световой поток лампы $\Phi = 2650$ лм;
- Мощность – 32 Вт;

Фактическая освещенность:

$$E_{\phi} = \frac{\Phi \cdot N \cdot \eta}{S \cdot K \cdot Z} = \frac{2650 \cdot 6 \cdot 0,57}{30 \cdot 1,5 \cdot 1,15} = 175 \text{ лк},$$

Таким образом, из рассчитанных данных видно, что использование имеющегося числа люминесцентных ламп удовлетворяет нормам искусственной освещенности на рабочем месте согласно СНиП 23-05-95 [29] $E_{н}=200$ лк.

9.1.6 Опасность возникновения возгораний и пожаров

Пожарную опасность несут собой материалы и приборы, находящиеся в помещении, а точнее это совокупность свойств материалов, способствующих возникновению и (или) развитию горения и последующего распространения опасных факторов пожара. Пожароопасность может быть присуща негорючим веществам, которые способны при взаимодействии с др. веществами вызывать горение или усиливать его.

Согласно НПБ 105-2003 [30] в зависимости от характеристики и количества веществ обращающихся в производстве, производства подразделяются по пожарной и взрывной опасности на категории А, Б, В, Г, Д.

Категория помещения – В4

Степень огнестойкости помещения КО II.

Класс конструктивной пожарной опасности по СНиП 21-01-97-СО [31].

Класс пожарной опасности строительных конструкций по ГОСТ 30403-96 [32]– конструкция класса К0 (не пожароопасные).

Класс пожароопасной зоны помещения по ПУЭ [51] – П-Па

(Присутствуют твердые горючие вещества на пример склады бумаги, мебели)

К противопожарным мероприятиям в помещении относят следующие мероприятия:

– помещение должно быть оборудовано: средствами тушения пожара (огнетушителями, стендом с противопожарным инвентарем); средствами связи; должна быть исправна электрическая проводка осветительных приборов и электрооборудования.

– каждый сотрудник должен знать место нахождения средств пожаротушения и средств связи; помнить номера телефонов для сообщения о пожаре; уметь пользоваться средствами пожаротушения.

Помещение обеспечено средствами пожаротушения в соответствии с СНиП 21-01-97-СО [31]. На 100 м² пола имеется:

- 1) пенный огнетушитель ОП-10 – 1 шт;
- 2) углекислотный огнетушитель ОУ-5 – 1 шт;
- 3) ящик с песком на 0,5 м³ – 1 шт;
- 4) железные лопаты – 2 шт.

В соответствии ГОСТ Р 12.2.143-2009 [52] в ситуациях возникновения возгорания в помещении, для организации движения людей к эвакуационным выходам за наименьшее количество времени и информировании персонала о нахождении средств тушения пожара и путей выхода из помещения согласно ППБ 01-2003 [11] применяются фотолюминесцентные эвакуационные системы, также называемые как планы эвакуации. План эвакуации из помещения, в котором расположен конструкторский отдел приведен на рисунке 28.



Рисунок 28 – Пример плана эвакуации из помещения

При невозможности самостоятельно потушить пожар необходимо вызвать пожарную команду, после чего поставить в известность о случившемся инженера по техники безопасности.

9.2 Экологическая безопасность

9.2.1 Анализ влияния эксплуатации УПСВ на окружающую среду

Загрязнение окружающей среды в районе УПСВ определяется технологическими особенностями установок, степенью герметизации оборудования и размещением отдельных технических средств автоматизации на каждом отдельном элементе УПСВ. Вредные воздействия на окружающую среду и природоохранные мероприятия приведены в таблице 23 [33].

Таблица 23 – Вредные воздействия на окружающую среду и природоохранные мероприятия

Компоненты окружающей среды	Вредные воздействия	Природоохранные мероприятия
Земля и земельные ресурсы	Загрязнение почвы нефтепродуктами	Вывоз, уничтожение и переработка остатков нефтепродуктов
Вода и водные ресурсы	Загрязнение нефтепродуктами	Сооружение отводов, накопителей
Лес и лесные ресурсы	Порубка древостоя при оборудовании УПСВ и коммуникаций	Попенная плата, соблюдение нормативов отвода земель в залесенных территориях
Животный мир	Распугивание, нарушение	Проведение комплекса

	мест обитания животных, случайное уничтожение	природоохранных мероприятий, планирование работ с учетом охраны животных
--	---	--

9.2.2 Обоснование мероприятий по защите окружающей среды.

Охрана окружающей среды при разработке и установке УПСВ регламентируется федеральными законами: «Об охране окружающей среды» [34], «Об охране атмосферного воздуха» [35], «Об экологической экспертизе» [36], «Об отходах производства и потребления» [37], «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения» [38], «Водным кодексом Российской Федерации» [39], «Земельным кодексом Российской Федерации» [40], «Лесным кодексом Российской Федерации» [41].

Обслуживающий персонал, отвечающий за определенные узлы УПСВ обязан осуществлять природоохранную деятельность, направленную на предотвращение и снижение негативного влияния на окружающую среду при осуществлении технологического процесса и должен обеспечивать:

- соблюдение положения о производственном экологическом контроле;
- соблюдение природоохранного законодательства;
- недопущение фактов разрыва трубопровода;
- расследования причин аварий, связанных с экологическим ущербом, разработку мероприятий по ликвидации аварийных последствий, контроль их выполнения;
- укомплектование производственных трубопроводов техническими средствами по обнаружению и оповещению персонала о наличии нефтяных загрязнений, организацию работы природоохранного оборудования;
- принятие незамедлительных мер к устранению обнаруженных нарушений природоохранного законодательства [42].

9.3 Безопасность в чрезвычайных ситуациях

Разработанная система управления интегрируется в диспетчерскую систему управления параметров УПСВ. Соответственно, объектом управления такой системы является УПСВ. Основной и наиболее частой техногенной чрезвычайной ситуацией на УПСВ является разрыв трубопровода. Необходимо рассмотреть наиболее частые причины разрывов трубопровода и мероприятия по их ликвидации.

Причинами разрывов нефтепроводов являются:

- гидроудары, перепады давления и вибрации;
- коррозионные процессы;
- природные явления и форс-мажорные обстоятельства.

Для снижения вероятностей разрыва трубопроводов, необходимо, согласно СНиП 2.05.06-85 [43]:

- проводить своевременное обслуживание оборудования, эксплуатируемого на УПСВ;
- своевременно предотвращать незначительные конструктивные дефекты узлов УПСВ;
- заменять изношенное оборудование;
- использовать станции катодной защиты для уменьшения величины коррозии;
- обеспечить постоянный мониторинг параметров и оборудования технологического процесса;
- постоянно поддерживать квалификацию обслуживающего персонала.

Согласно РД 153-39.4-114-01 [44] для ликвидации разрывов трубопроводов выполняются следующие мероприятия:

- сооружение земляного амбара и сбор в него нефти;

- подготовка ремонтной площадки и размещение на ней технических средств;
- вскрытие аварийного участка трубопровода и сооружение ремонтного котлована;
- освобождение аварийного участка трубопровода от нефти;
- вырезка дефектного участка трубопровода;
- герметизация (перекрытие) внутренней полости трубопровода;
- монтаж и вварка катушки;
- заварка контрольных отверстий и отверстий для отвода нефти;
- контроль качества сварных швов;
- пуск нефтепровода, вывод его на эксплуатационный режим;
- изоляция отремонтированного участка нефтепровода;
- засыпка нефтепровода, восстановление обвалования.

9.4 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

К работам инженера-конструктора допускаются:

- лица не моложе 18 лет, прошедшие обязательные при приёме на работу ежегодные медицинские освидетельствования на предмет пригодности для работы на ЭВМ, ПЭВМ и ВДТ в соответствии с требованиями приказа Минздрава РФ №90 [45];
- прошедшие вводный инструктаж;
- прошедшие первичный инструктаж на рабочем месте;
- прошедшие проверку знаний по электробезопасности с присвоением 1-й квалификационной группы по электробезопасности.

Перед началом работы инженер-конструктор согласно ГОСТ 12.2.049-80 [46] обязан:

- осмотреть и привести в порядок рабочее место;

- проверить целостность корпуса приборов и устройств, питающих шнуров, штепсельных соединений;
- проверить защищённость проводов и кабелей, лежащих на полу, от возможных механических повреждений оборудованием, мебелью и т.д.;
- убрать провода и кабели с проходов;
- проверить исправность подъёмно-поворотного стула;
- отрегулировать освещённость на рабочем месте, убедиться в достаточности освещённости, отсутствии отражений на экране, отсутствии встречного светового потока;
- проверить правильность подключения оборудования в сеть;
- убедиться в наличии защитного заземления и подключения экранного проводника к корпусу ПК (при наличии внешнего экрана);
- протереть специальной салфеткой поверхность экрана и защитного фильтра;
- проверить правильность установки стола, стула, подставки для ног, пюпитра, положения оборудования, угла наклона экрана, положение клавиатуры и, при необходимости, произвести регулировку рабочего стола и кресла, а также расположение элементов компьютера в соответствии с требованиями эргономики и в целях исключения неудобных поз и длительных напряжений тела.

Инженер-конструктор согласно СаНПиН 2.2.2/2.4.1340-03 [21] во время работы обязан:

- выполнять только ту работу, которая ему была поручена, и по которой он был проинструктирован;
- в течение всего рабочего дня содержать рабочее место в порядке и чистоте;
- держать открытыми все вентиляционные отверстия устройств;
- внешнее устройство «мышь» применять только при наличии специального коврика;

- при необходимости прекращения работы на некоторое время корректно закрыть все активные задачи;
- отключать питание только в том случае, если инженер во время перерыва в работе на компьютере вынужден находиться в непосредственной близости от видеотерминала (менее 2 метров), в противном случае питание разрешается не отключать;
- выполнять санитарные нормы и соблюдать режимы работы и отдыха;
- соблюдать правила эксплуатации вычислительной техники в соответствии с инструкциями по эксплуатации;
- соблюдать установленные режимом рабочего времени регламентированные перерывы в работе и выполнять в физкультпаузах и физкультминутках рекомендованные упражнения для глаз, шеи, рук, туловища, ног;
- продолжительность непрерывной работы с ПК без регламентированного перерыва не должна превышать 2 часов;
- суммарное время регламентированных перерывов при 8-часовом рабочем дне в зависимости от вида выполняемых работ составляет от 30 до 70 мин. При несоответствии фактических условий труда требованиям СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 [21] время регламентированных перерывов следует увеличить на 30 %. При работе с ПК в ночную смену (с 22 до 6 часов), независимо от категории и вида трудовой деятельности продолжительность регламентированных перерывов должна увеличиваться на 60 %. Необходимо соблюдать расстояние от глаз до экрана в пределах 60-80 см.

Основываясь на ГОСТ 12.1.019-79 [47] инженеру-конструктору во время работы запрещается:

- касаться одновременно экрана монитора и клавиатуры;

- прикасаться к задней панели системного блока (процессора) при включенном питании;
- переключение разъёмов интерфейсных кабелей периферийных устройств при включенном питании;
- загромождать верхние панели устройств бумагами и посторонними предметами в целях недопущения накапливания органической пыли;
- производить отключение питания во время выполнения активной задачи;
- производить частые переключения питания;
- допускать попадания влаги на поверхность системного блока (процессора), монитора, рабочую поверхность клавиатуры, дисководов, принтеров и других устройств;
- включать сильно охлаждённое (принесённое с улицы в зимнее время) оборудование;
- производить самостоятельно вскрытие и ремонт оборудования;
- превышать величину количества обрабатываемых символов свыше 30 тыс. за 4 часа работы.

По окончании работ инженер-конструктор обязан соблюдать следующую последовательность выключения вычислительной техники:

- произвести закрытие всех активных задач;
- убедиться что в дисководах нет дискет;
- выключить питание системного блока (процессора);
- выключить питание всех периферийных устройств;
- отключить блок питания.

В соответствии со Статьей 212 ТК РФ [53] работодатель для соблюдения безопасных условий труда работодатель должен обеспечить:

- безопасность работников при эксплуатации зданий, сооружений, оборудования, осуществлении технологических процессов, а также применяемых в производстве инструментов, сырья и материалов;
- применение сертифицированных средств индивидуальной и коллективной защиты работников;
- соответствующие требованиям охраны труда условия труда на каждом рабочем месте;
- режим труда и отдыха работников в соответствии с законодательством РФ и законодательством субъектов РФ;
- приобретение и выдачу за счет собственных средств специальной одежды, специальной обуви и других средств индивидуальной защиты, смывающих и обезвреживающих средств в соответствии с установленными нормами работникам, занятым на работах с вредными и (или) опасными условиями труда, а также на работах, выполняемых в особых температурных условиях или связанных с загрязнением;
- обучение безопасным методам и приемам выполнения работ по охране труда и оказанию первой помощи при несчастных случаях на производстве, инструктаж по охране труда, стажировку на рабочем месте и проверку знаний требований охраны труда, безопасных методов и приемов выполнения работ;
- недопущение к работе лиц, не прошедших в установленном порядке обучение и инструктаж по охране труда, стажировку и проверку знаний требований охраны труда;
- организацию контроля за состоянием условий труда на рабочих местах, а также за правильностью применения работниками средств индивидуальной и коллективной защиты;
- проведение аттестации рабочих мест по условиям труда с последующей сертификацией работ по охране труда в организации;

- недопущение работников к исполнению ими трудовых обязанностей без прохождения обязательных медицинских осмотров (обследований), обязательных психиатрических освидетельствований, а также в случае медицинских противопоказаний;
- информирование работников об условиях и охране труда на рабочих местах, о существующем риске повреждения здоровья и полагающихся им компенсациях и средствах индивидуальной защиты;
- принятие мер по предотвращению аварийных ситуаций, сохранению жизни и здоровья работников при возникновении таких ситуаций, в том числе по оказанию пострадавшим первой помощи;
- расследование и учет в установленном Трудовым кодексом РФ и иными нормативными правовыми актами порядке несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний;
- санитарно-бытовое и лечебно-профилактическое обслуживание работников в соответствии с требованиями охраны труда, а также доставку работников, заболевших на рабочем месте, в медицинскую организацию в случае необходимости оказания им неотложной медицинской помощи. В этих целях в организации по установленным нормам оборудуются помещения для оказания медицинской помощи, создаются санитарные посты с аптечками, укомплектованными набором лекарственных средств и препаратов для оказания первой медицинской помощи;
- обязательное социальное страхование работников от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний;
- ознакомление работников с требованиями охраны труда;
- разработку и утверждение с учетом мнения выборного профсоюзного или иного уполномоченного работниками органа инструкций по охране труда для работников в порядке, установленном ст. 372 Трудового кодекса РФ для принятия локальных нормативных актов;

– наличие комплекта нормативных правовых актов, содержащих требования охраны труда в соответствии со спецификой деятельности организации.

Заключение

В данной магистерской диссертации была разработана АСУ параметров УПСВ. С целью повышения эффективности и оптимизации процесса транспортировки нефтепродукта и пластовой жидкости от НГС в дальнейшие узлы УПСВ были рассчитаны оптимальные параметры настройки регулятора.

Полученные параметры настройки позволяют оптимизировать расход нефти и воды через насосы, при помощи запорной арматуры, уменьшить время запаздывания до 3,4 для нефти и 5,9 для воды, а также уменьшить величину перерегулирования до 77.5 %.

При моделировании регулятора с ОПН, полученные зависимости переходных процессов указывают на достоверность полученных при расчетах параметров, что говорит о реализации данной математической модели в реальных промышленных условиях.

Спроектированный средний уровень автоматизации АСУ разработан с использованием современных технических средств автоматизации, позволяет легко интегрироваться в любую существующую систему управления.

Разработанная система основана на современных промышленных технических средствах автоматизации.

Система управления спроектирована на основе программируемого контроллера ControlLogix производства фирмы «Allen Bradley». Использование основного и резервного канала питания оборудования, а также применение оборудования резервирования питания позволяют увеличить надежность системы от отказов. В целях скорейшего обнаружения и устранения отказов и неполадок в шкафу управления, каждый элемент и цепи шкафа контролируются, их состояние также передается на АРМ оператора.

В разделе ресурсоэффективности определено, что спроектированная система может быть реализована за 2,5 года, и будет являться относительно новой технологией для нефтегазовой промышленности.

В разделе социальная ответственности были выявлены все опасные и вредные факторы влияющие на персонал при разработке данной системы. Определены возможные чрезвычайные ситуации на УПСВ, установлены меры по их предотвращению и мероприятия по поддержанию безопасности.

Таким образом, разработанная система позволит вести автоматический контроль параметров технологического объекта, сбор, обработку и передачу информации о ходе технологического процесса транспортировки параметров добываемой среды и состоянии технологического оборудования оператору. Предусматривается управление технологическим процессом в «ручном» режиме, при помощи визуализации процесса на АРМ и подачи команд управления оператором.

Список использованных источников

1. Большая Энциклопедия Нефти и Газа [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.ngpedia.ru/>- Загл. с экрана.
2. Росляк А. Т. Разработка нефтяных и газовых месторождений: Учебно-методическое пособие. – Томск: Изд. ТПУ, 2007. – 66 с.
3. Волощенко А. В., Горбунов Д. Б. Проектирование систем автоматического контроля и регулирования: учебное пособие. – Томск: Изд. ТПУ, 2007. – 109 с
4. Клюев А.С., Глазов Б.В., Дубровский А.Х., Клюев А.А. Проектирование систем автоматизации технологических процессов: Справочное пособие– М.: Энергоатомиздат, 1990. – 464 с.
5. ТПР-35.240.10-КТН-012-10. Комплекс типовых проектных решений автоматизации НПС и резервуарных парков на базе современных типовых решений и комплектующих. М: ОАО АК «Транснефть», 2015. – 117 с.
6. ПУЭ Правила устройства электроустановок. - 6-е изд., – М.: Госэнергонадзор, 2000. – 254 с.
7. Воронов А.А. Теория автоматического управления. Учебник для вузов. Ч.1. Теория линейных систем автоматического управления. - 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Высш. шк., 1986. – 367 с.
8. Программный комплекс “Моделирование в технических устройствах” (“МВТУ”) [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://mvtu.power.bmstu.ru/>- Загл. с экрана.
9. Проектирование систем автоматизации технологических процессов: Справочное пособие / Под ред. А. С. Клюева. – 2-ое изд., перераб. и доп. – М.: Энергоатомиздат, 1990. – 464 с.
10. Корпорация «Yokogawa» номенклатурный каталог – Режим доступа: <http://www.yokogawa.ru/>Загл. с экрана.
11. ПГ «Метран», номенклатурный каталог – Режим доступа: <http://www.metran.ru/>Загл. с экрана.

12. Компания «Allen Bradley», номенклатурный каталог [Электронный ресурс]. - Режим доступа: www.allen-bradley.ru/ Загл. с экрана.
13. Компания «SchneiderElectric», номенклатурный каталог – Режим доступа: <http://www.schneider-electric.com/site/home/index.cfm/ru/> Загл. с экрана.
14. Компания Rittal, номенклатурный каталог [Электронный ресурс]. - Режим доступа: www.rittal.ru/ Загл. с экрана.
15. Селезнева Н.Н., Ионова И.Ф. Финансовый анализ. Управление финансами. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2010. – 639 с.
16. Басовский Л.Е. Финансовый менеджмент. Учебник. – М.: ИНФРА-М, 2003. – 240 с.
17. СанПиН 2.2.2.542-96 «Гигиенические требования к видеодисплейным терминалам, персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы». – М.: Госкомсанэпиднадзор, 1996. – 56 с.
18. ГОСТ 12.0.003-74 ССБТ «Опасные и вредные производственные факторы. Классификация». – М.: ИПК, 1974. – 4 с.
19. СанПиН 2.2.4.1294-03 «Гигиенические требования к аэроионному составу воздуха производственных и общественных помещений». – М.: Минздрав, 2003. – 54 с.
20. ГОСТ 12.1.005-88. ССБТ «Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны». – М.: Стандартиформ, 1988. – 50 с.
21. СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 «Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы». – М.: Минздрав, 2003. – 68 с.
22. ГОСТ 12.1.038-82 «Электробезопасность. Предельно допустимые значения напряжений прикосновения и токов». – М.: ИПК, 1982. – 44 с.
23. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03 «Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещенному освещению жилых и общественных зданий». – М.: Госкомсанэпиднадзор, 2003. – 32 с.
24. ППБ01-03 «Правила пожарной безопасности в Российской Федерации». – М.: Минюст, 2003. – 21 с.

25. СанПиН 2.2.4.548–96. «Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений». – М.: Минздрав, 1996. – 28 с.
26. Охрана труда в электроустановках: Учебник для вузов /Под ред. Б.А. Князевского. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Энергоатомиздат, 1983. – 336 с.
27. СанПиН 2.2.4.1191-03 «Электромагнитные поля в производственных условиях». – М.: Минздрав, 2003. – 8 с.
28. СП 52.13330.11 «Естественное и искусственное освещение». – М.: Минстрой, 2011. – 8 с.
29. СНиП II-4-79 «Естественное и искусственное освещение». – М.: Госстрой, 1979. – 6 с.
30. НПБ 105-03 «Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности». – М.: Минюст, 2003. – 11 с.
31. СНиП 21-01-97 «Пожарная безопасность зданий и сооружений». – М.: Госстрой, 1997. – 68 с.
32. ГОСТ 30403–96 «Конструкции строительные». – М.: Минстрой, 1996.
33. ГОСТ 17.1.3.13–86 «Охрана природы. Гидросфера. Общие требования к охране поверхностных вод от загрязнений» – М.: ИПК, 1986. – 44 с.
34. Об охране окружающей среды: федеральный закон от 10 янв. 2002 г. № 7–ФЗ (ред. от 25 июня 2012 г. № 93–ФЗ) // Собрание законодательства Российской Федерации. – 2002. – № 2. – Ст. 133 ; 2012. – № 26. – Ст. 3446.
35. Об охране атмосферного воздуха: федеральный закон от 4 мая 1999 г. № 96–ФЗ (ред. от 25 июня 2012 г. № 93–ФЗ) // Собрание законодательства Российской Федерации. – 1999. – № 18.– Ст. 2222 ; 2012. – № 26. – Ст. 3446.
36. Об экологической экспертизе: федеральный закон от 23 нояб. 1995 г. № 174–ФЗ (ред. от 28 июля 2012 г. № 314–ФЗ) // Собрание законодательства Российской Федерации. – 1995. – № 48. – Ст. 4556 ; 2012. – № 31. – Ст. 4322.
37. Об отходах производства и потребления: федеральный закон от 24 июня 1998 г. № 89–ФЗ (ред. От 28 июля 2012 г. № 128–ФЗ) // Собрание

- законодательства Российской Федерации. – 1998. – № 26. – Ст. 3009 ; 2012. – № 31. – Ст. 4317.
38. О санитарно–эпидемиологическом благополучии населения: федеральный закон от 30 марта 1999 г. № 52–ФЗ (ред. от 25 июня 2012 г. № 93–ФЗ) //Собрание законодательства Российской Федерации. – 1999. – № 14. – Ст. 1650 ; 2012. – № 26. – Ст. 3446.
39. Водный кодекс Российской Федерации от 3 июня 2006 г. № 74–ФЗ (ред. от 28 июля 2012 г. № 133–ФЗ) //Собрание законодательства Российской Федерации. – 2006. – № 23. – Ст. 2381; 2012. – № 31. – Ст. 4322.
40. Земельный кодекс Российской Федерации от 25 окт. 2001 г. № 136–ФЗ (ред. от 30 дек. 2012 г.) //Собрание законодательства Российской Федерации. – 2001. – № 44. – Ст. 4147; 2012. – № 53 (Ч. 1). – Ст. 7643.
41. Лесной кодекс Российской Федерации от 4 дек. 2006 г. № 200–ФЗ (ред. от 28 июля 2012 г. № 133–ФЗ) //Собрание законодательства Российской Федерации. – 2006. – № 50. – Ст. 5278; 2012. – № 31. – Ст. 4322.
42. Панин В.Ф., Сечин А.И., Федосова В.Д. Экология для инженера // под ред. проф. В.Ф. Панина. – М.: Изд. Дом «Ноосфера», 2000. – 284 с.
43. СНиП 2.05.06-85 «Магистральные трубопроводы». – М.: Миннефтегазстрой, 1985. – 68 с.
44. РД 153-39.4-114-01 «Правила ликвидации аварий и повреждений на магистральных нефтепроводах». - М: ОАО АК «Транснефть», 2015. – 98 с.
45. Приказ Минздравмедпрома РФ от 14.03.1996 N 90 «О порядке проведения предварительных и периодических медицинских осмотров работников и медицинских регламентах допуска к профессии». – М.: Минздрав, 1996. – 34 с.
46. ГОСТ 12.2.049-80 «ССБТ. Оборудование производственное. Общие эргономические требования». – М.: ИПК, 1980. – 24 с.
47. ГОСТ 12.1.019-79 «ССБТ. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты». – М.: ИПК, 1979. – 7 с.

48. ГОСТ 12.2.032-78 «Система стандартов безопасности труда. Рабочее место при выполнении работ сидя. Общие эргономические требования». – М.: ИПК, 1978. – 4 с.
49. СН 245-71 «Санитарные нормы проектирования промышленных предприятий». – М.: Минстрой, 1971. – 15 с.
50. СН 181-70 «Указания по проектированию цветовой отделки интерьеров производственных зданий промышленных предприятий». – М.: Минстрой, 1970. – 5 с.
51. Международный стандарт ИС CSR-08260008000. Социальная ответственность организации. Требования.
52. ГОСТ Р 12.2.143-2009 «Системы фотолюминесцентные эвакуационные. Требования и методы контроля».
53. ТК РФ. Статья 212. «Обязанности работодателя по обеспечению безопасных условий и охраны труда»

Приложение А
(Обязательное)

Theoretical principles and basic concepts

Студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8АМ5Б	Борисов Дмитрий Владимирович		

Консультант кафедры:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Рудницкий В.А.	к. т. н.		

Консультант – лингвист кафедры ИЯИК:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ст. преподаватель	Пичугова И.Л.			

Theoretical principles and basic concepts

Automation is part of scientific and technological progress. It deals with self-regulated technical equipment, economical and mathematical methods and control systems that free people from acquiring, transforming, transmitting and using of energy, materials and information and significantly decrease participation and complexity of executive operations. This requires additional use of a sensors, input devices, controllers, actuators and output devices that using electronics and methods of calculation, that sometimes copies neural and thinking functions of a man.

Automation of production allows executing technological processes without direct participation of service staff. Originally, there was only partial automation of individual operations, and then scope was expanded both for main and secondary operations. For complete automation service staff role is limited to monitoring of equipment operation, configuration and adjusting of hardware.

Recently, automation system functions are constantly increasing. More and more often, their task is to auto tune of equipment when changing working conditions to get more effective and more optimal operation modes of facility. Number of installations, lines, manufactories and even factories working without service staff is continuously increasing.

In the present, there are four main features of automation, which determine goals and objectives of its implementation.

First feature is rising of working efficiency along with quality improvement and manufactory products reliability enhancement. Second one is related to ability of controlling of technological processes in danger, hard-to-reach or inaccessible for man areas such as mining coalfaces, chemical or nuclear reactors, space devices and spacecraft. Third deals with replacing human with machine in solving problems that requires intensive and long calculations, analysis of huge data and operational logical response. The last feature is increasing of cultural and

professional level of service staff, which change the labor format itself. It has huge social value and helps to erase difference between physical and intellectual labor.

There are next main stages of automation:

1. Partial automation, when individual unconnected mechanisms and installations are automated.

2. Complex automation, when all operations of technological process are coordinated and being done on a predefined program.

3. Full automation, when both main and secondary operations are automated. Auto adjust of optimal working modes is provided. This stage is up to widely apply of computer engineering with use of cybernetics and optimal control.

Modern period of technical development is characterized with creating and introduction of industrial control system (ACS), industrial robots and production systems unifying production centers, robots and manipulators, computers into one system that gives sharp rise technical and economic indicators on account of ability to equipment retuning during the process of work for changing production task, increasing working efficiency and production quality.

Goals of this course project is to create industrial computer system project, choose and use technical and software tools, mathematical apparatus and software for ICS engineering SCADA. Knowledge of physical basis of automated system devices processes, protocols and interfaces of automated technological processes systems, GOST requirements for developing of technical documentation for automated systems projects. Obtaining of professional skills in creating of engineering and technical documentation in electronic form with the use of Internet resources for project solutions.

Main goals and targets of creating ACS TP

Oil dewatering unit is designed for separation formation water and associated gas from oil.

ISC TII is designed for automatic and automated control of technological equipment in real-time concerning with regulations of safe technological process management. Main goals of creating ACS TP are:

- Stable functioning of technological processes with rational operation control
- Stable working modes of equipment and technological processes
- Increase of equipment reliability, heavy accident risk reduction
- Prevention of emergency situations
- Improvement of technical and economic indicators through automated maintaining technological process within specified planned and technological limitations with regard to production capacity increase
- Increase of information support of technological and operational staff
- Improvement of operational staff working conditions

As a result ACS TP gives:

- Stable work of technological equipment control system
- Decrease of intensity and amplitude of random oscillation of technological parameters
- Increase exploitation level through unification of technological and software equipment
- Increase of automated system reliability through using microprocessors and continuous diagnostics of hardware and software.

System purpose

Automated control system of technological processes oil dewatering unit is designed for next functions:

- Control parameters of technological process of separating oil from formation water and associated gas
- Control of main technological equipment included in oil dewatering unit
- Solve problems of autoregulation, emergency protection
- Visualization of technological process of station and display current values
- Give warning and emergency messages via PC

System is provided with direct intervention of oil dewatering unit operator into technological process (open/close of electric gate valve, redefine of regulator settings) through set of commands from automated workplace (organized as PC) of operator-technologist.

Targets of creating system

It is necessary to constantly monitor technological parameter, such as level, consumption, pressure, temperature, to maintain work of technological processes in oil dewatering unit. So it uses a complex of technical means – sensors, measuring transducers, communication devices, controllers and technical means of higher levels. All indications from low-level devices sent to operator-room УКПН via communication channels.

Primary sensors of flow, pressure, level, temperature and valves are connected with input / output device modules over two-wire scheme. Standard current signal 4-20mA is used. Electro-pneumatic converters are used to transform current signal into valve control pneumosignal. Thus, signals from primary devices in the form of current 4-20mA come to input / output device module, then from input / output device module signal in digital form arrives to main electronic module, where it is being decoded and displayed on monitors. Impact on regulating valve parts take place in reverse order. Signal from operator's keyboard or from predefined program gets to main module, then from main module it goes to input / output device module module, from input / output device module in form of current

signal it comes to electro-pneumatic converter, which in its turn control rod motion of valve.

Technical requirements

Equipment for open area should be temperature resisted from -50°C to $+50^{\circ}\text{C}$ and humidity not less than 80% with temperature 35°C . Software-technical automated system complex should have possibility to enlargement, upgrade and development, and also should have not less than 20% input\output channels reserve. Sensors in system should meet the requirements of explosive protection. One should use equipment with intrinsically safe electrical circuits. Sensitive parts, which are in contact with hydrogen sulfide or other hazard environment, should be made of corrosion resistant materials, or two-phase separators should be used for their protection. Protection degree of technical equipment should be not less than IP56. Reliability indicators of sensors for general industrial purpose should be chosen according to world-class and best samples of domestic devices, such as:

- 1) MTBF (mean time between failures) not less than 100,000 hours
- 2) Service life not less than 10 years.

Controllers should have modular architecture, which allows free layout of input\output channels. It is allowed to use modules with intrinsically safe electrical circuits as well as exterior intrinsic safety barrier in a separate carcass, when signal input from sensors in explosive environment are necessary.

Level control in oil tanks should be done not less from three independent sensors with signaling of upper limit not less than two measurements.

Metrological requirements

Need to use diaphragm-based flowmeters for oil-pressure measurement node inside the pipeline. Main relative error of flowmeter should be no more than 1%.

Main relative error of temperature, vibrations, alarm devices should be no more than 0.2%

Need to use radar level meter for a level measurement node inside oil-tank. Main error in level measurement should be no more than 0,125%.

Software requirements

Software of automated system includes:

- System software (operational systems)
- Instrumental software
- Basic application software
- Special application software

Configuration functions set in general should contain:

- Create and managing database configuration of input\output channels
- Configuration of algorithms of control, regulating and protection with use of standard functional blocks
- Create of mnemonic schemes (video frames) for visualization of technical objects condition
- Configuration of accounting documents (reports, protocols)

Building tools for special application software should consist of technological and universal programming languages and appropriate developer tools (compilers, debuggers). Technological programming languages should comply with IEC 61131-3 standard.

Basic application software should provide execution of standard functions of corresponding level of automated system (query, measure, filter, visualization, signalization, register etc).

Special application software should ensure compliance with non-standard functions of corresponding level of automated system (special algorithms of control, calculation etc).

Mathematical software requirements

Mathematical software of automated system should consist of mathematical methods, models and algorithms for information processing, that are used while creating and exploitation of automated systems and allow to use single mathematical apparatus for different components implementation.

Single circuit closed automated regulation system (ARS) with deviation regulation principle are widely used in automatic systems for stabilization of regime parameters. Single circuit ARS can be represented as flow-chart (pic 1), which contains regulation object, regulator and object of comparison. Object of regulation state is characterized with current value of controlled variable $x(t)$. Current value $x(t)$ is compared to predefined value $x_s(t)$ inside the object of comparison, where regulation error $x(t)$ is generated called mismatch. Mismatch signal is transformed according to chosen regulation signal in regulator into regulation impact $x_p(t)$, that goes to object itself. Properties of ARS are depend on properties of its elements.

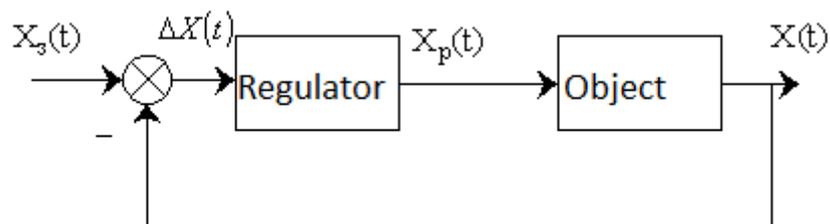


Figure 1 - Flow-chart of single circuit ARS

The main task of ARS design is to choose regulation law and calculate regulator's settings, that ensure stable system work and guarantee optimal quality of work. There are several different approaches to methods of defining regulator settings in ARS designing. These methods could be divided into analytics, graphics-analytics and empirical groups. Methods of simulation modeling on computers are commonly used now.

It is easy to use empirical correlations for first iteration of regulator settings defining. For that purpose object properties should be approximated by transmission function of first order inertial circuit with pure relaxation circuit.

$$W_{ob}(p) = \frac{K_{ob}}{T_{ob}p + 1} e^{-\tau_{ob}p}$$

Such approximation is being done through object ramp (рис. 2), that was either analytically or experimentally derived.

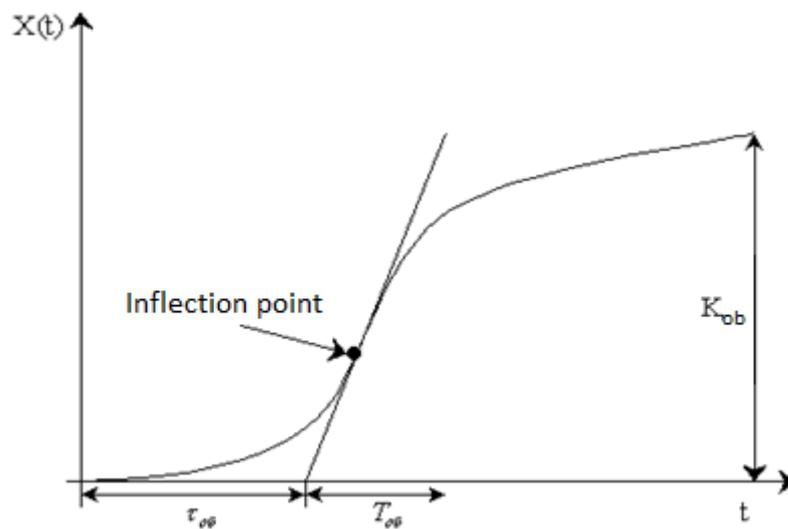


Figure 2 - Evaluation of K_{ob} , T_{ob} , t_{ob} parameters by object ramp.

Regulator settings are obtained by empirical correlations.

Two main questions should be solved while ACS analysis:

- Stability of a system
- Quality of regulation process

Stability and quality of ASR work are being studied during imitational modelling process. Stability is estimated directly from received transitional characteristics of ASR work. Transitional characteristic should converge for stable process and should lead regulated parameter $x(t)$ to given value $x_3(t)$.

Stability could be quantified by fading of y process, which is determined by transitional process (рис. 3) given by: $\psi = \frac{A_1 - A_3}{A_1}$, where A_1 and A_3 are the extremums of amplitudes of two neighbor fluctuations of same sign. For stable systems this indicator should be within @ 0.9, 0.7. Quality of transitional process is determined by indexes, which characterize degree of deviation of real process from desired one. Quantitatively quality of transitional process is estimated by next indexes (рис. 3):

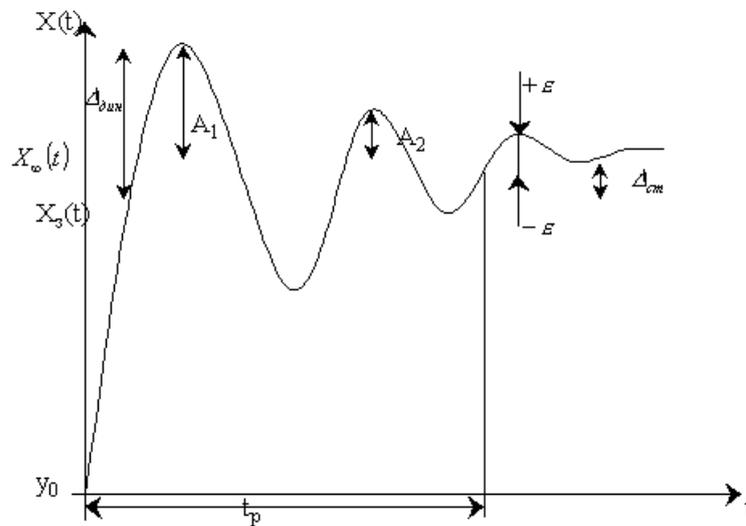


Figure 3 - Quality indexes of transitional process.

- Statistical error, which is a deviation of adjustable parameter from defined values in a steady state is $\Delta_{cm} = x_w(t) - x_3(t)$
- Dynamical error, which is maximum deviation of adjustable parameter from defined value is $\Delta_{dwn} = x_{max}(t) - x_3(t)$
- Regulation time t_p , i.e. time when adjustable parameter reaches defined value with desired precision ϵ . For practical ASR precision is defined with 5% deviation of parameter from defined value $\epsilon = \pm 5\%$.
- Integrated quadratic criterion, which is general index

$$J = \int_0^{\infty} [x_3(t) - x(t)]^2 dt$$

ASR with the best quality has minimum integrated quadratic criterion, with saving defined stability.

Link choice

Aperiodic link, which is one of the most frequent links, is a link, which is

described by differential equation $T \frac{dy(t)}{dt} + y(t) = k \cdot x(t)$ and have transitional function

$W(s) = \frac{k}{Ts+1}$. Here k is a dimensionless coefficient, $T > 0$ is a constant, which is called as time constant of link. Time constant is dimensional value, that is measured in seconds and shows the inertia of object or speed of reaction to change of input signal.

Time lag link is a link that transit input signal to output without waveform distortion, but with some time delay τ . One of the most common in automated systems is a transport delay, caused by space transportation of elements that transmit information (e.g. conveyor belt, rolling metal strip). Static delay devices are some kind of different delay lines of electronic or parametric type. In some cases, delay link is introduced to system design conditionally. Some object have unknown dynamics equations, so transitional process curve for single input impact is approximated by exponent and equivalent delay.

System delay is simply shift signal to the right along time axis without changing its form. Mathematically it can be written as $y(t) = x(t - \tau)$. Image of signal on the output of the delay link could be calculated according to displacement theorem for Laplace transform:

$$Y(s) = \mathcal{L}\{y(t)\} = \int_0^{\infty} x(t - \tau) e^{-st} dt = e^{-s\tau} \int_0^{\infty} x(t) e^{-st} dt = e^{-s\tau} X(s),$$

so transitional function of pure delay link is $W_{\tau}(s) = e^{-s\tau}$.

Regulators

PI-controller is one of the most universal regulator. In fact, PI-controller is just P-controller with additional integral element. I-element is needed for removing static error, which is common for P-controller. Basically, integral part is cumulative and this it allows PI-controller to take into account previous history of input signal changing at this really moment. If to add differential element to algorithm it transforms into PID-regulation law.

PI-controller. Form of output signal:

$$U(t) = P + I = K \cdot \varepsilon(t) + \frac{1}{T_u} \int_0^t \varepsilon(t) dt$$

- U(t) is output signal
- P is proportional element
- I is integral element
- K is proportionality factor
- T_u is an integrated constant (time of compensator)
- $\varepsilon(t)$ is a misalignment signal, difference between feedback signal and defined one.

PI-controller. Transmission function:

$$W(p) = K(1 + 1/T_u \cdot s) \text{ или } W(p) = K + 1/T_u \cdot s;$$

One can see from formulae, that P-part adds up to accumulated I-part for time t. In fact, PI-controller “learns” on previous experience. If no external disturbance affects system – regulated parameter stabilizes on defined value; P-component will be equal to 0, and I-component fully fit the output signal.

PI-controller can be obtained by typical parallel connection of elements. Lets make up MatLab scheme from two parallel-connected links – k and 1/T_u. Put delay to 1second to see output in the original moment of time.

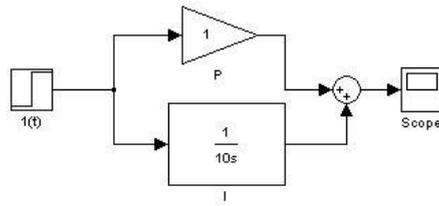
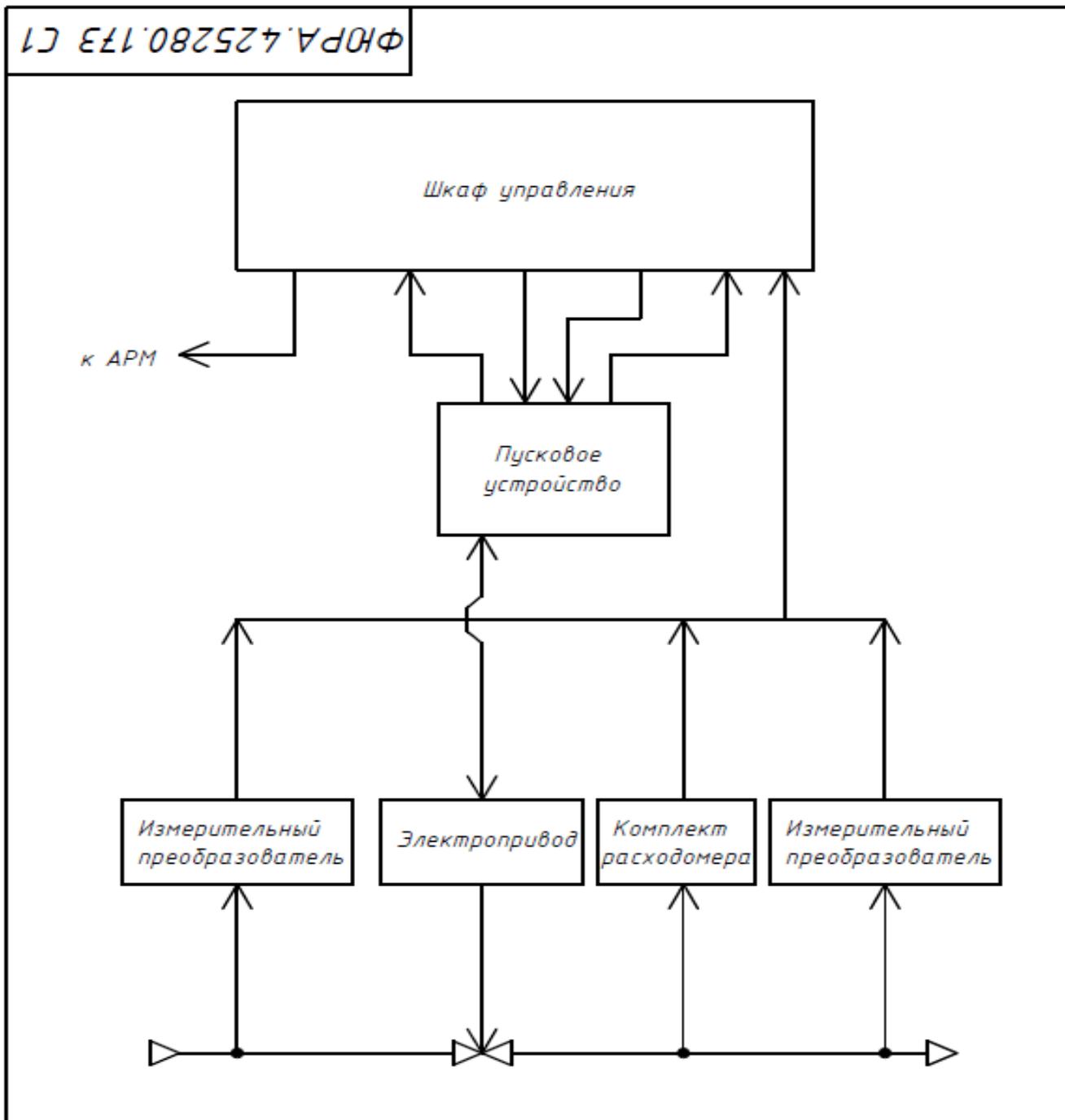


Figure 4 – scheme of PI-controller

Conclusion of chapter

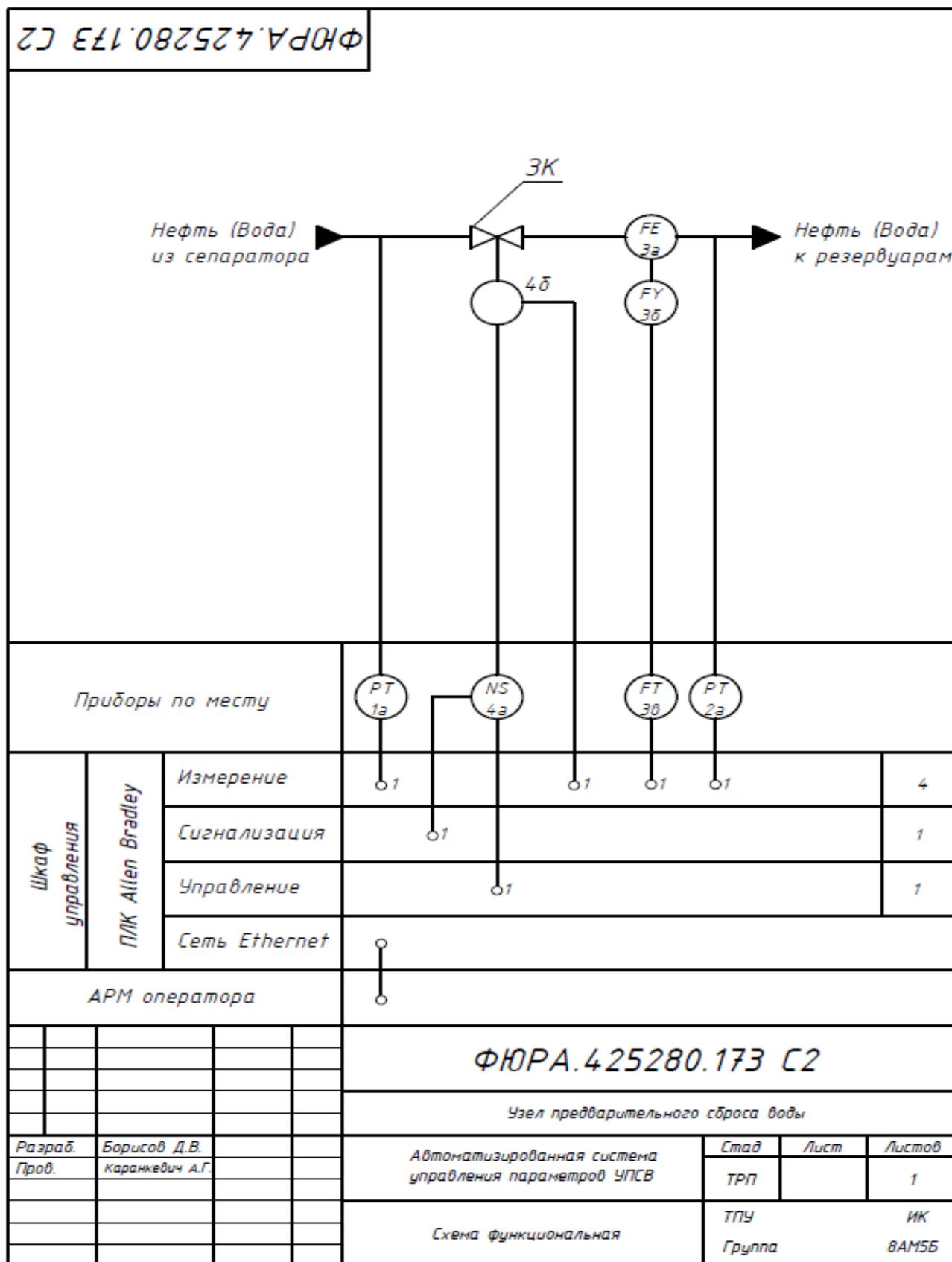
This section discusses the main terms, types of references and requirements for an oil dehydration plant that are necessary for solving the tasks of the final qualification project.

Приложение Б
(Обязательное)
Структурная схема



				ФЮРА.425280.173 С1		
				<i>Узел предварительного сброса воды</i>		
Разраб.	Борисов Д.В.			Автоматизированная система управления параметрами УПСВ	Станд	Лист
Пров.	Каранкевич А.Г.				ТРП	1
				Схема структурная	ТПУ Группа	ИК 8АМ5Б

Приложение В
(Обязательное)
Схема функциональная



Приложение Г
(Обязательное)
Схема электрическая принципиальная

ФЮРА.425280.173 ЭЭ

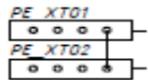
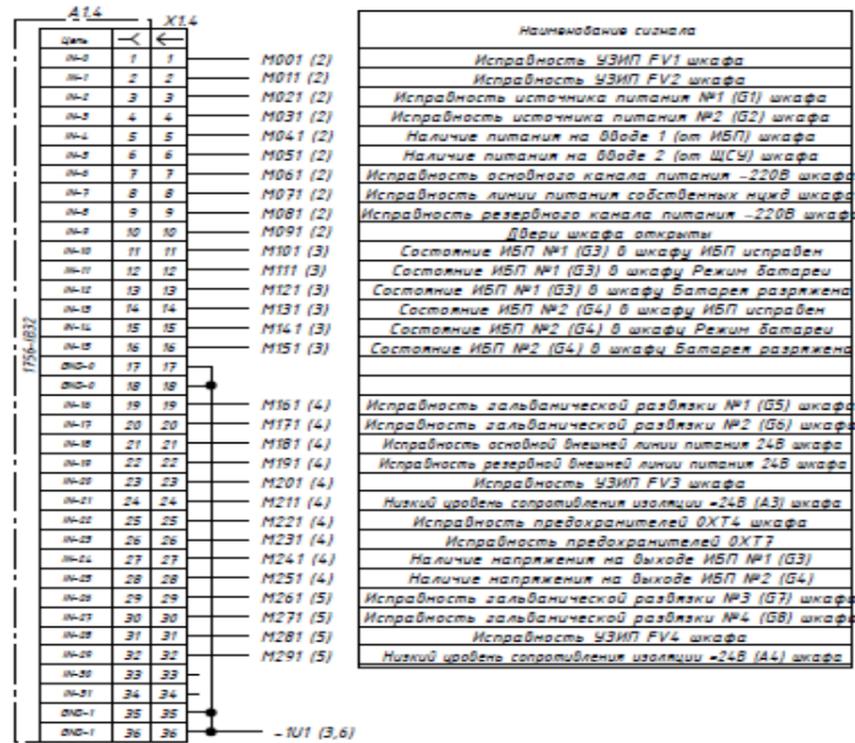
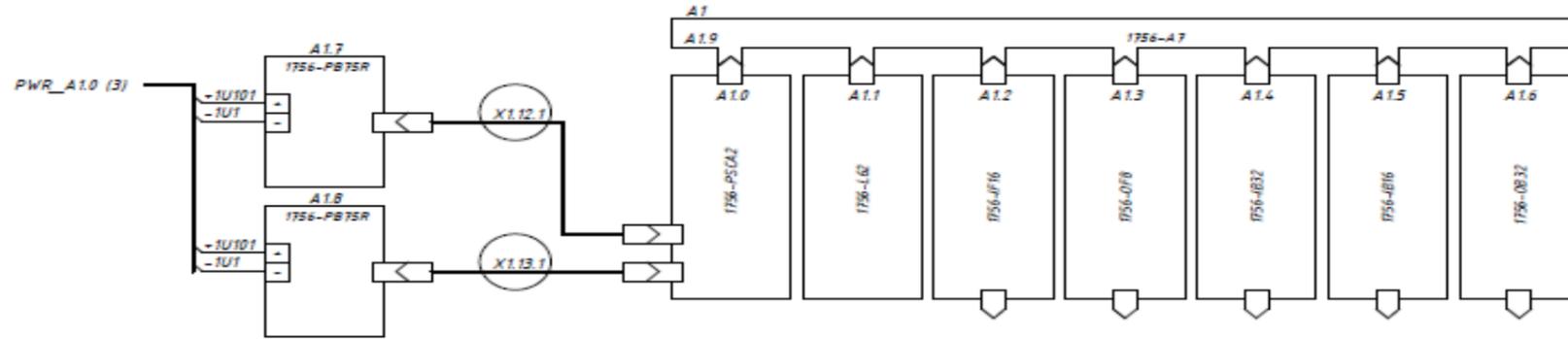
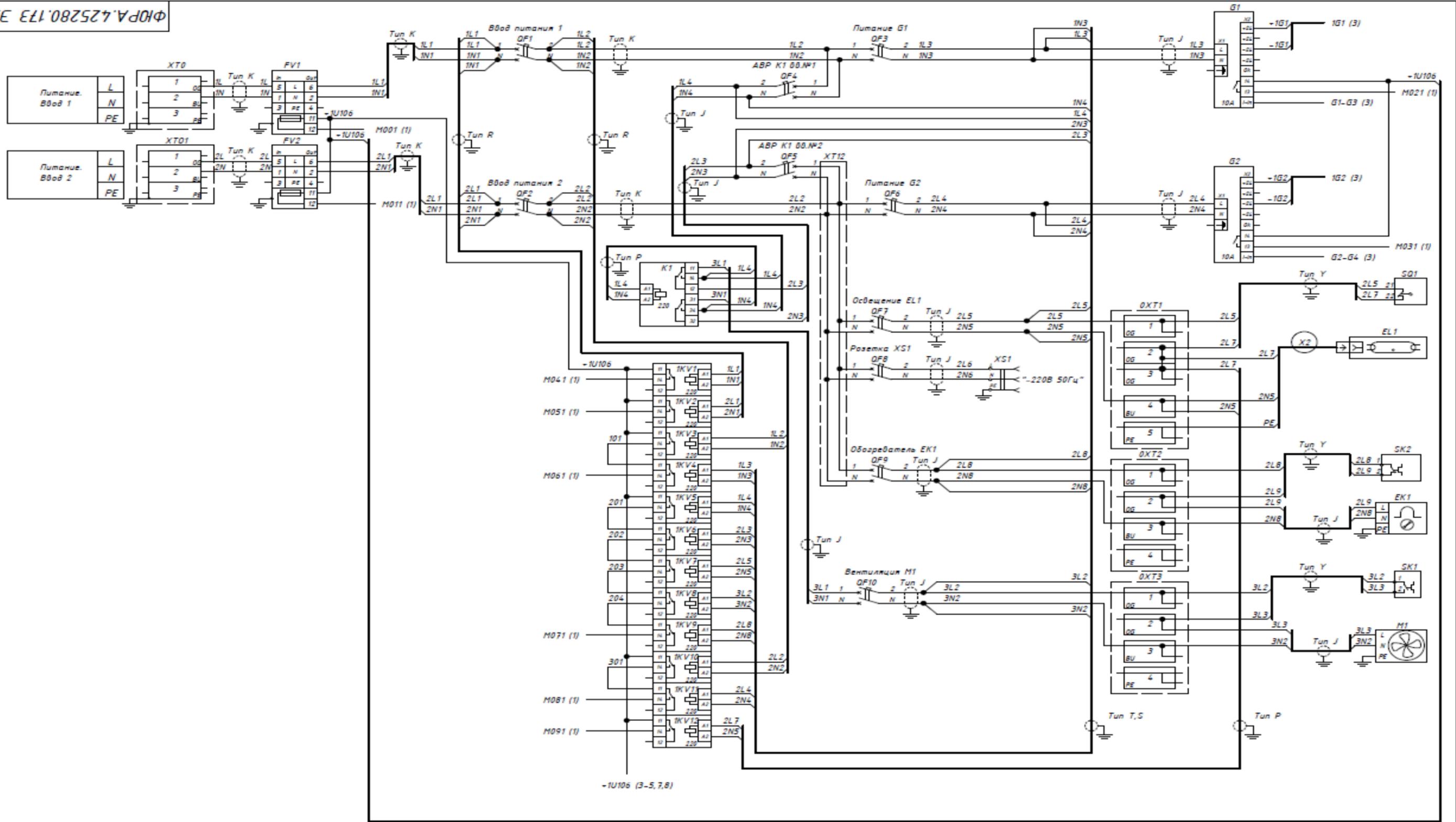


Таблица 1

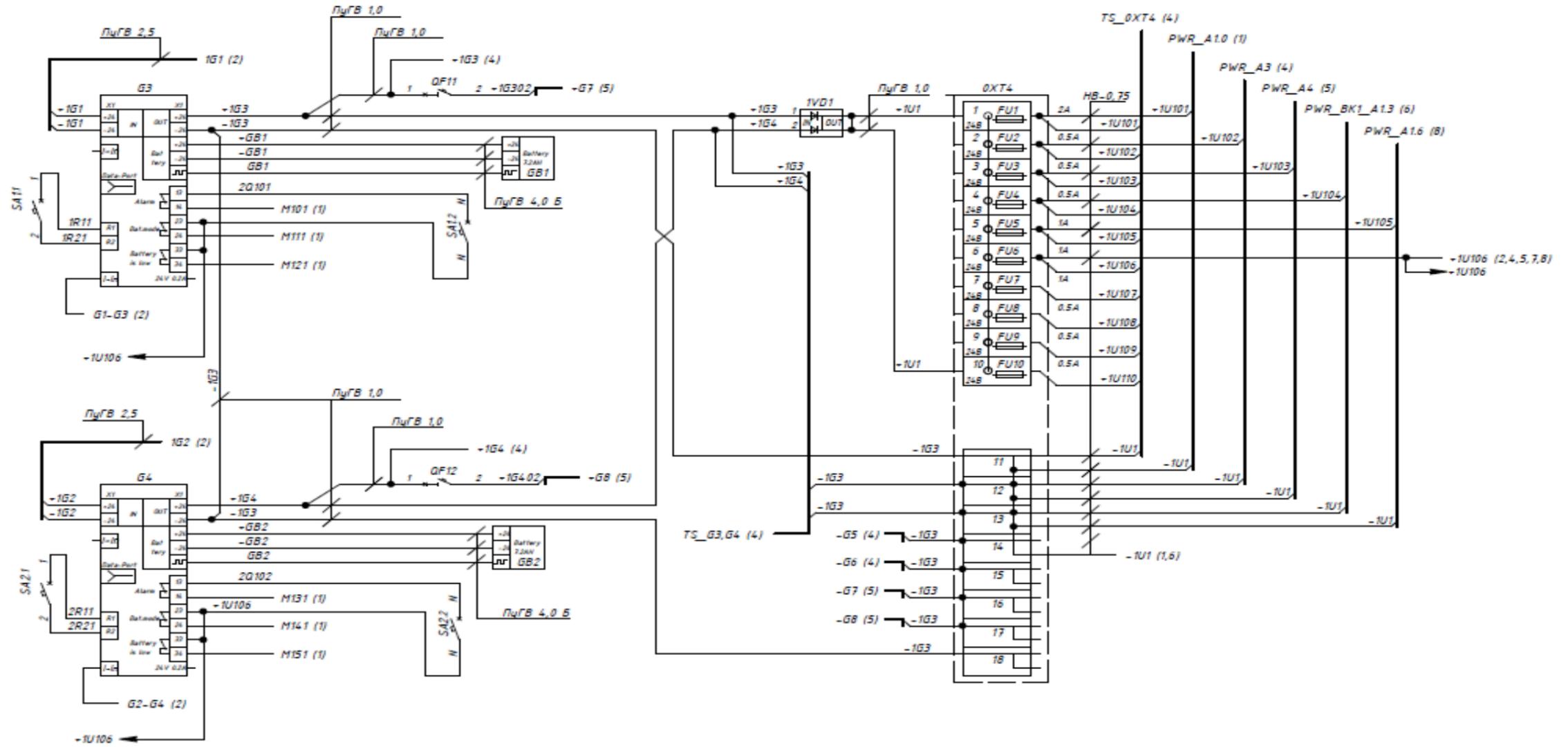
Тип кабеля	Буква
КСКВЗВнз(A)-LS 2x1	J
КСКВЗВнз(A)-LS 2x2,5	K
КСКВЗВнз(A)-LS 2x0,35	P
КСКВЗВнз(A)-LS 4x0,35	R
КСКВЗВнз(A)-LS 6x0,35	S
КСКВЗВнз(A)-LS 8x0,35	T
КСКВЗВнз(A)-LS 2x1,5	Y

- Электрический монтаж цепей 220В выполнить экранированными кабелями. Типы кабелей приведены в таблице 1, все остальные цепи - проводом ИВ-0,50 4 600 Б ГОСТ 17515-72, если не указано иное.
- Фазные проводники линии питания 220В выполнить коричневыми (черными) жилами кабеля, нулевые - синими.
- Цепи питания 24В положительной полярности выполнить проводом красного цвета, отрицательной полярности - проводом черного цвета.

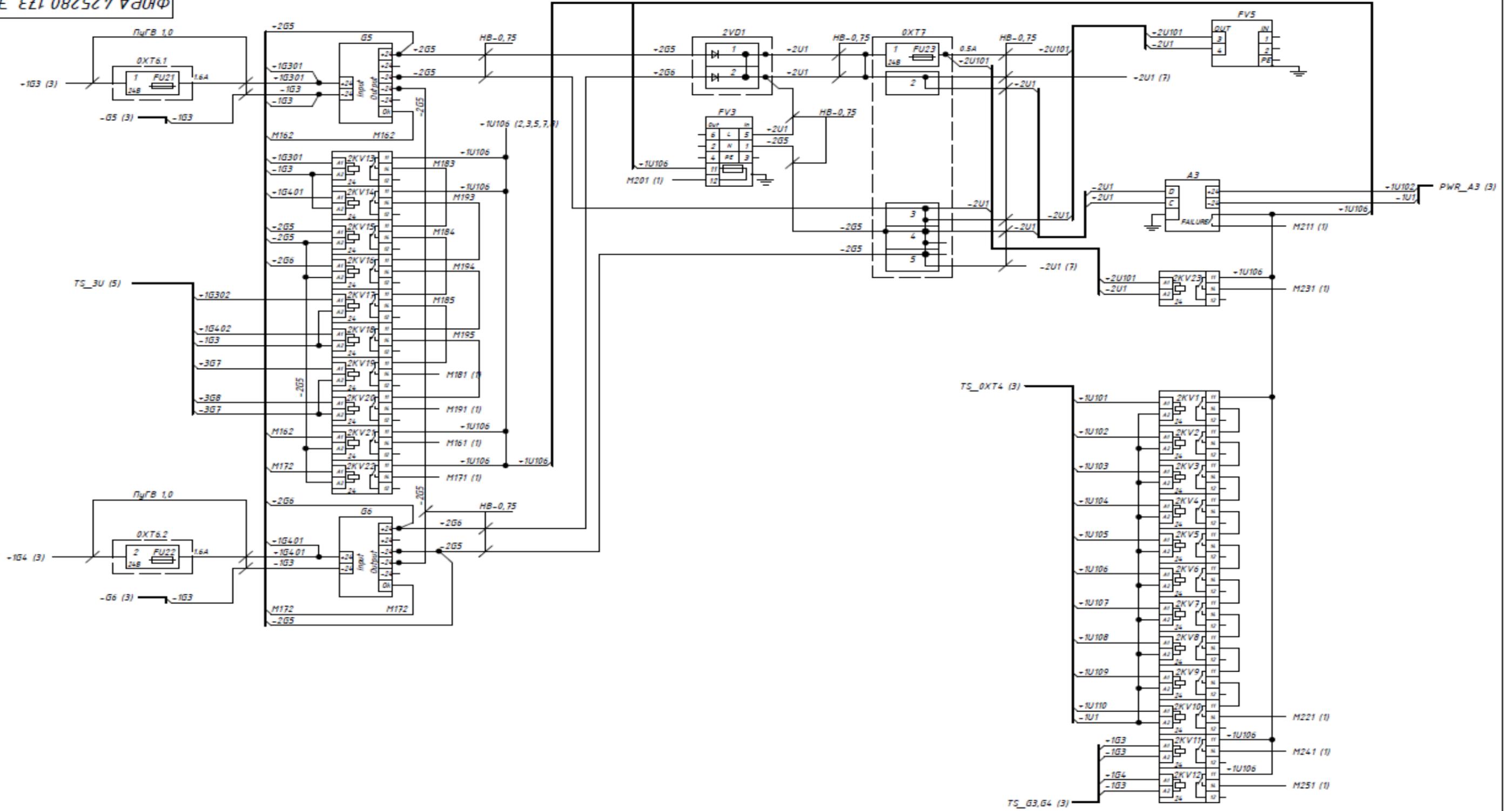
ФЮРА.425280.173 ЭЭ			
Узел предварительного сброса воды			
Разраб. Проверил	Борисов Д.В. Каражилов А.Г.	Стан ТРП	Лист 1
Автоматизированная система управления параметрами УПСВ		Лист 8	Листов 8
Схема электрическая принципиальная		ТПУ Группа	ИЖ ВАНСБ



-1U106 (3-5, 7, 8)

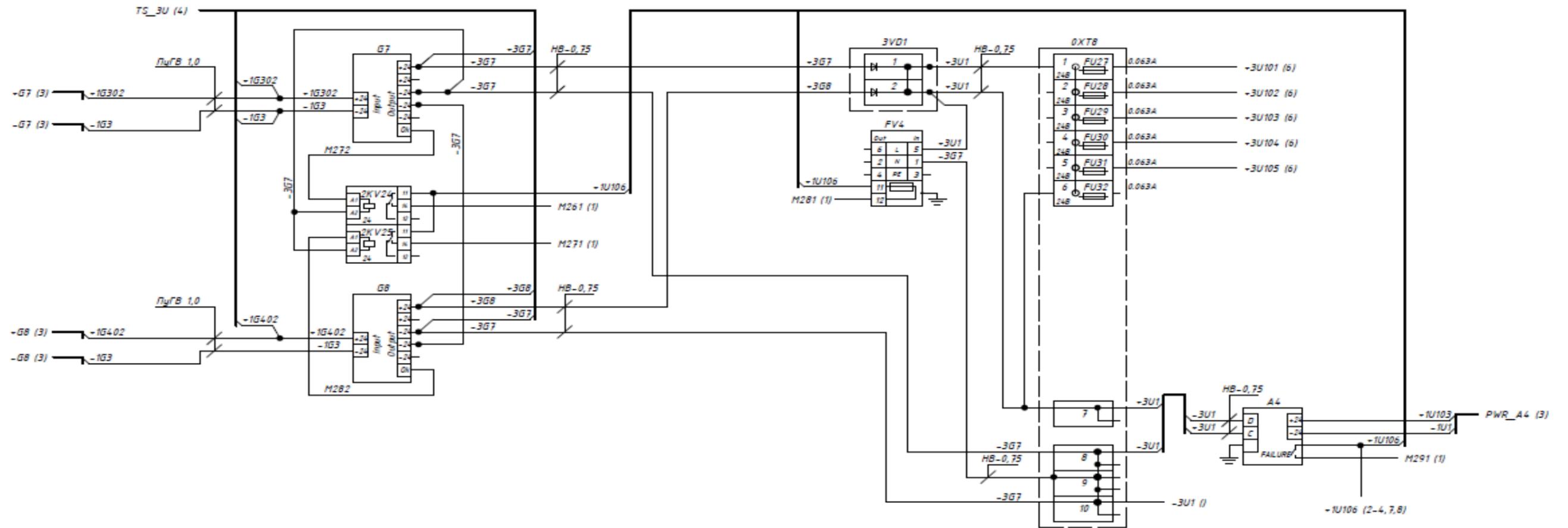


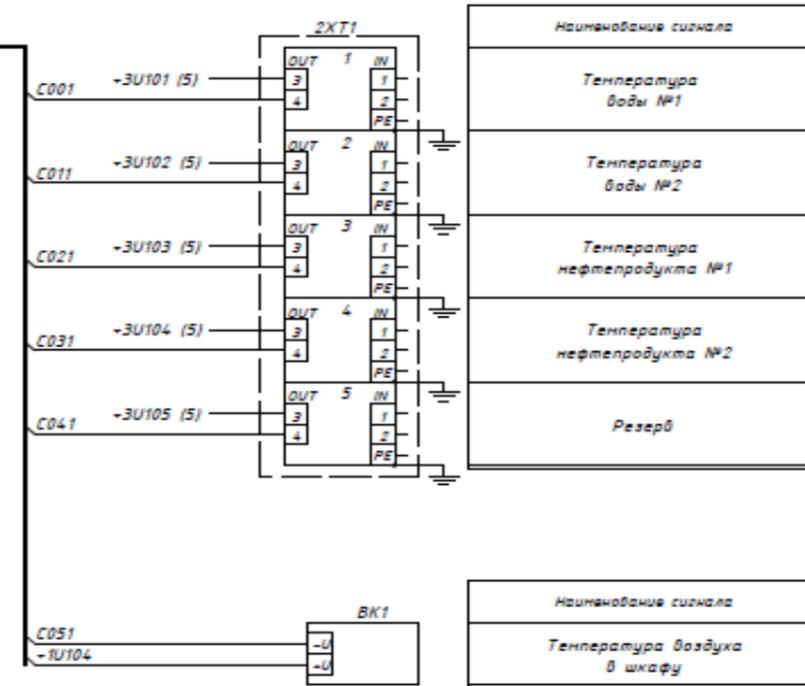
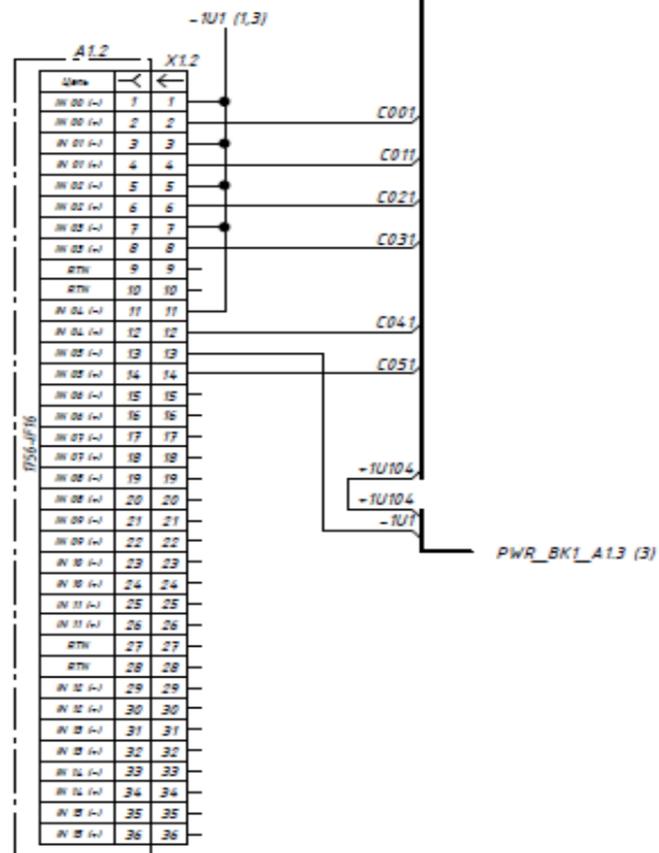
ΦΡΑ.425280.173 ΕΞ

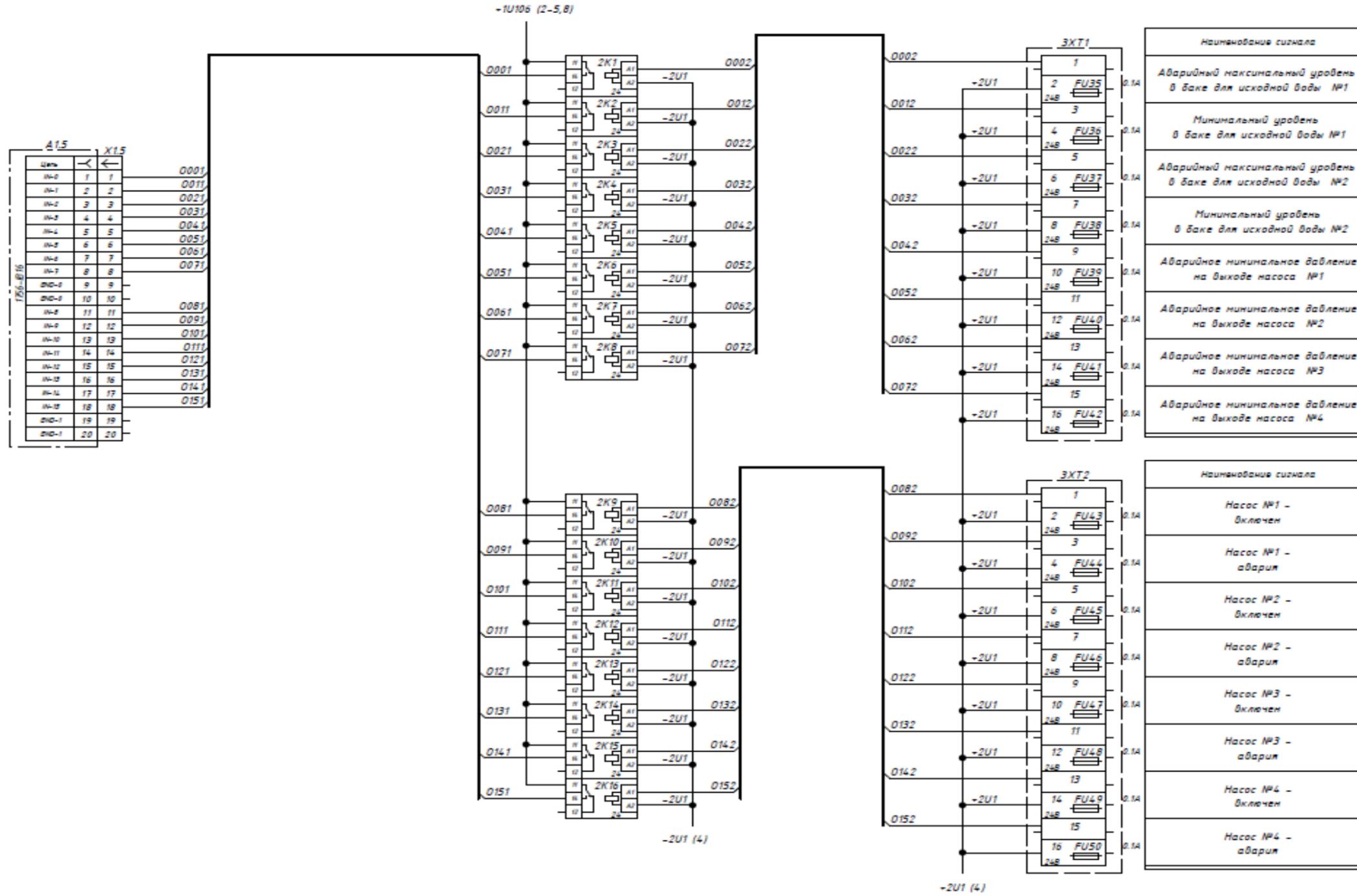


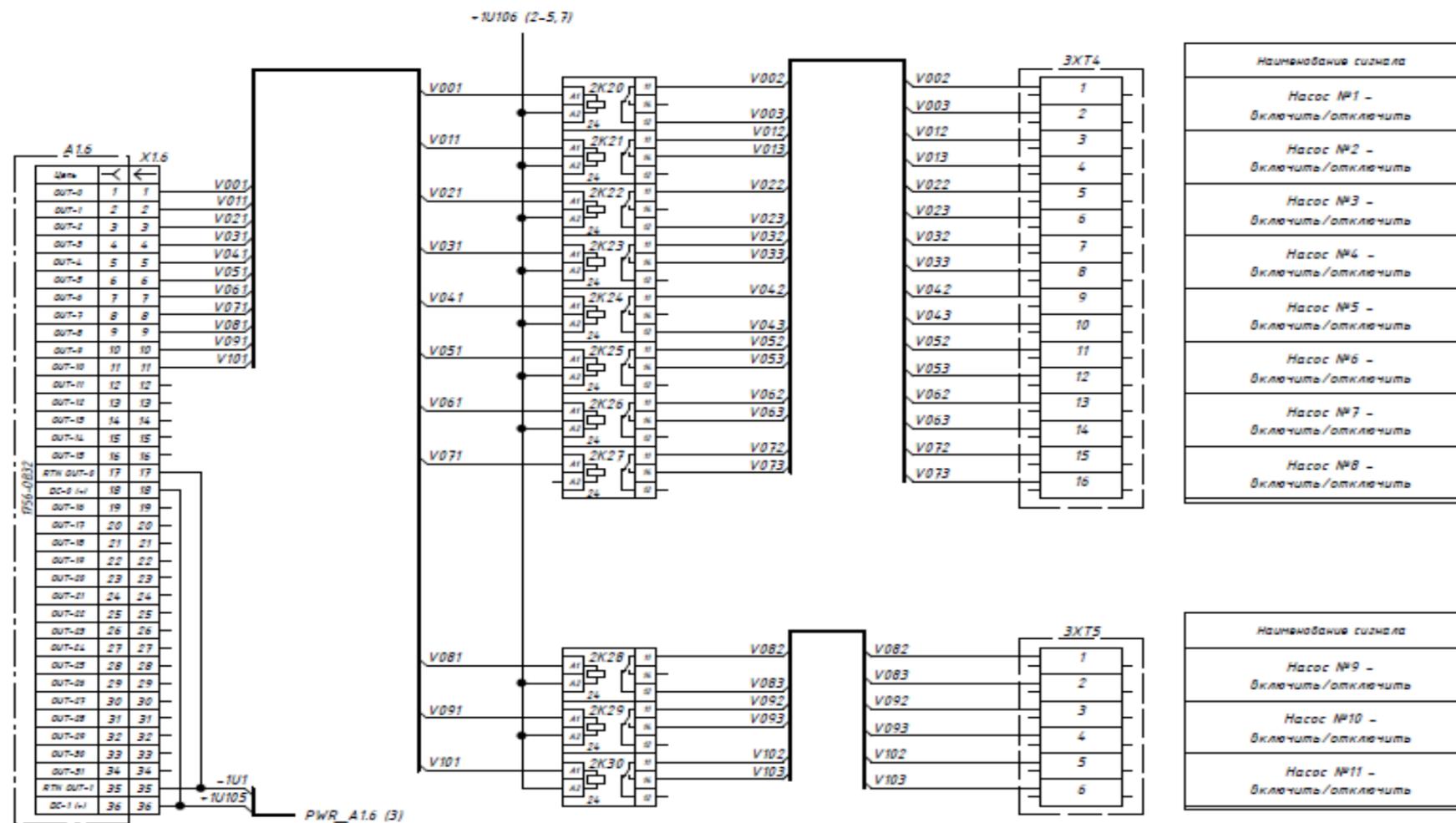
ΦΡΑ.425280.173 ΕΞ

Λυστ
4

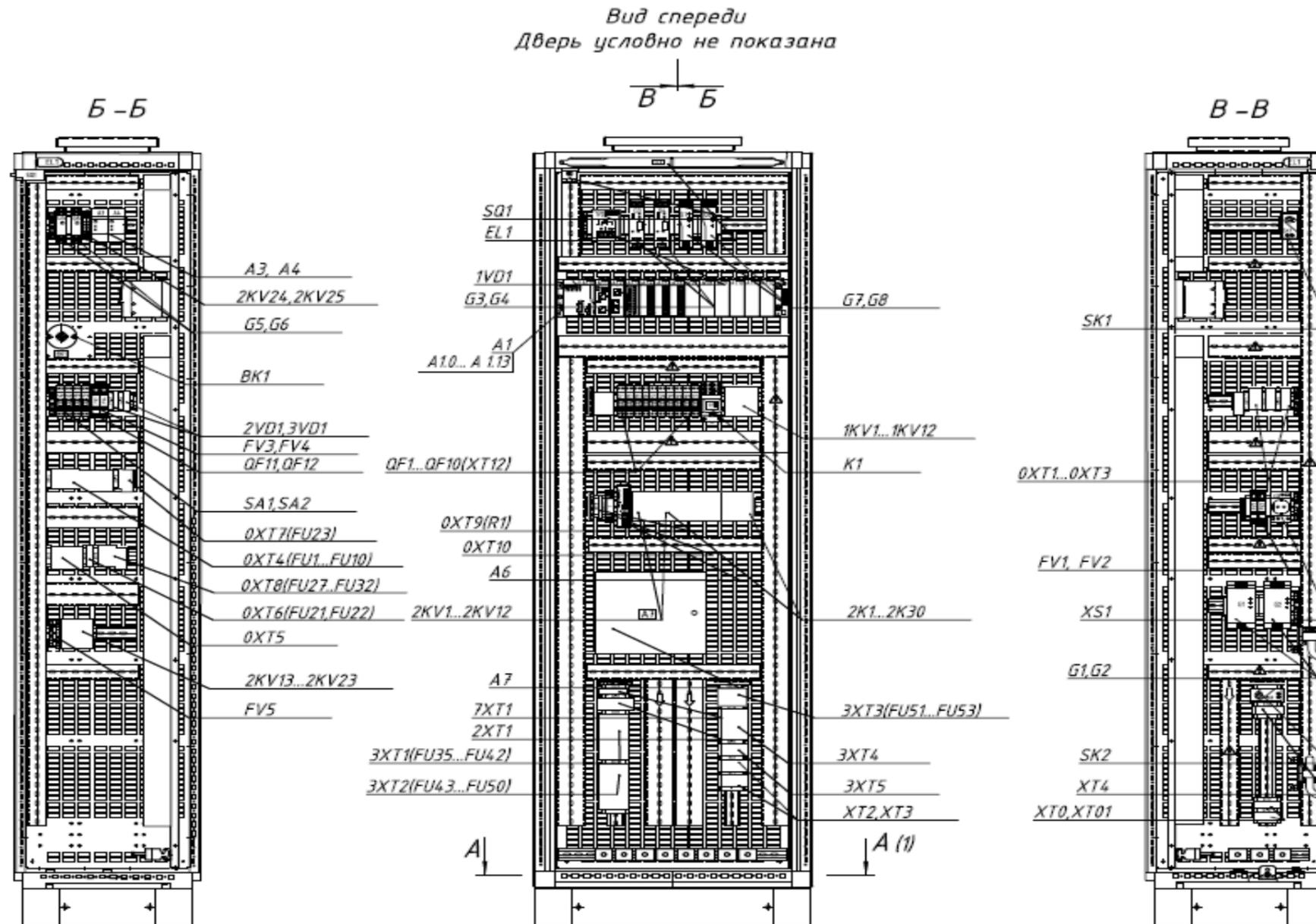








Приложение Д
(Обязательное)
Общий вид шкафа управления



ФЮРА.425280.173 В0					
Узел предварительного сброса воды					
Разраб.	Борисов Д.Б.			Станд	Лист
Проверил	Карачевич А.Г.			т.т.т.	1
Автоматизированная система управления параметров УПСВ					
Общий вид шкафа управления				ТПУ ИК Группа ВМ5Б	

Приложение Е
(Обязательное)

Спецификация приборов и средств автоматизации

Таблица Е.1 – Спецификация приборов и средств автоматизации

Позиция	Наименование, техническая характеристика приборов и средств автоматизации, завод - изготовитель	Тип и марка прибора	Кол-во, шт.	
1	2	3	4	
1а, 2а	Датчик избыточного давления, аналоговый, предел допускаемой основной приведенной погрешности $\pm 0,04$ %, диапазон измерений -0,1...50 МПа, предельно-допускаемое рабочее избыточное давление 35 МПа, выходной сигнал 4...20 мА. ОАО «Yokogawa»	EJX430A	2	
3а	Диафрагма камерная, условное давление 10 МПа, условный диаметр 500 мм. ПГ «Метран», г. Челябинск.	ДКС-10-500	1	
3б	Сосуд разделительный, условное давление 10 МПа. ПГ «Метран», г. Челябинск.	СР - 10 - 1 - Б	1	
3в	Преобразователь разности давлений, предел допускаемой основной погрешности $\pm 0,5\%$, диапазон измерений 0,4...60 Мпа, предельно-допускаемое рабочее избыточное давление 40 МПа, выходной сигнал 4...20 мА. НПП «Элемер», г. Москва	АИР-10-ДД	1	
4а	Блок питания и регистрации «НТП ИПЦ»	ОУ БПР-2	1	
4б	Электропривод электрический многооборотный, со встроенным датчиком положения. ООО «AUMA»	SAR 07.1	1	
ФЮРА.425280.173 СО1				
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
Исполнил	Борисов Д.В.			
Проверил	Каранкевич А.Г.			
		Спецификация приборов и средств автоматизации	Стад. ТРП	Лист Листов
			1	
			ТПУ Группа	ИК 8АМ5Б

Продолжение таблицы Ж.1

Поз. обоз.	Наименование	Кол-во	Примечание
2K1...2K30	Реле PLC-RPT-24DC/21 Phoenix Contact 2900299	30	
K1	Модуль релейный REL-PR2-230AC/2X21 Phoenix Contact 2903701	1	
1KV1...1KV12	Реле PLC-RPT-230UC/21 Phoenix Contact 2900305	12	
2KV1...2KV25	Реле PLC-RPT-24DC/21 Phoenix Contact 2900299	25	
M1	Вентилятор 3239.100 Rittal	1	
PE_XT01, PE_XT02	Шина заземления 2364.000 Rittal	2	
QF1,QF2	Выключатель автоматический iDPN N 1P+N 6A C	2	
QF3...QF10	Выключатель автоматический iDPN N 1P+N 3A C	8	
QF11,QF12	Выключатель автоматический C60H-DC 1P 16A C Schneider Electric A9N61511	2	
SA1,SA2	Выключатель автоматический iDPN N 1P+N 6A C	2	
SK1	Термостат KTS Stego 01141.0-00	1	
SK2	Термостат KTO 01142.0-00 Stego	1	
SQ1	Выключатель концевой 4127.010 Rittal	1	
1VD1	Модуль диодный QUINT-DIODE/40 Phoenix Contact	1	
2VD1	Блок диодный	1	
1,2	Клемма PT 4-DIO 1N 5408/R-L Phoenix Contact 3212125	2	
3VD1	Блок диодный	1	
1,2	Клемма PT 4-DIO 1N 5408/R-L Phoenix Contact 3212125	2	
X1.2,X1.4	Адаптер фронтальный 1756-TBCH Allen Bradley	2	
X1.5	Адаптер фронтальный 1756-TBNH Allen Bradley	1	
X1.12.1,X1.13.	Кабель 1756-CPR2 Allen Bradley	2	
X2	Кабель питания	1	
XS1	Розетка для установки на DIN 2K+3 16A	1	
0XT1	Клеммная сборка	1	
1...3	Клемма PT 2,5-TWIN OG Phoenix Contact 3211210	3	
4	Клемма PT 2,5-TWIN BU Phoenix Contact 3209552	1	
5	Клемма PT 2,5-TWIN-PE Phoenix Contact 3209565	1	
0XT2,0XT3	Клеммная сборка	2	
1,2	Клемма PT 2,5-TWIN OG Phoenix Contact 3211210	2	
3	Клемма PT 2,5-TWIN BU Phoenix Contact 3209552	1	
4	Клемма PT 2,5-TWIN-PE Phoenix Contact 3209565	1	
ФЮРА.425280.173 ПЭ			Лист 2

Продолжение таблицы Ж.1

Поз. обоз.	Наименование	Кол-во	Примечание
0ХТ4	Клеммная сборка	1	
1...10	Клемма для предохранителя РТ 4-HESILED 24 (5x20)	10	
11...18	Клемма РТ 2,5-TWIN Phoenix Contact 3209549	8	
0ХТ6	Клеммная сборка	1	
1,2	Клемма для предохранителя РТ 4-HESILED 24 (5x20)	2	
0ХТ7	Клеммная сборка	1	
1	Клемма для предохранителя РТ 4-HESILED 24 (5x20) Phoenix Contact 3211903	1	
2...5	Клемма РТ 2,5-TWIN Phoenix Contact 3209549	4	
0ХТ8	Клеммная сборка	1	
1...6	Клемма для предохранителя РТ 4-HESILED 24 (5x20)	6	
7...10	Клемма РТ 2,5-TWIN Phoenix Contact 3209549	4	
2ХТ1	Клеммная сборка	1	
1...5	Защита от перенапряжений ТТ-2-РЕ-24DC	5	
3ХТ1,3ХТ2	Клеммная сборка	2	
1	Клемма РТ 2,5-TWIN Phoenix Contact 3209549	1	
2	Клемма для предохранителя РТ 4-HESILED 24 (5x20)	1	
3	Клемма РТ 2,5-TWIN Phoenix Contact 3209549	1	
4	Клемма для предохранителя РТ 4-HESILED 24 (5x20)	1	
5	Клемма РТ 2,5-TWIN Phoenix Contact 3209549	1	
6	Клемма для предохранителя РТ 4-HESILED 24 (5x20)	1	
7	Клемма РТ 2,5-TWIN Phoenix Contact 3209549	1	
8	Клемма для предохранителя РТ 4-HESILED 24 (5x20)	1	
9	Клемма РТ 2,5-TWIN Phoenix Contact 3209549	1	
10	Клемма для предохранителя РТ 4-HESILED 24 (5x20)	1	
11	Клемма РТ 2,5-TWIN Phoenix Contact 3209549	1	
12	Клемма для предохранителя РТ 4-HESILED 24 (5x20)	1	
13	Клемма РТ 2,5-TWIN Phoenix Contact 3209549	1	
14	Клемма для предохранителя РТ 4-HESILED 24 (5x20)	1	
15	Клемма РТ 2,5-TWIN Phoenix Contact 3209549	1	
16	Клемма для предохранителя РТ 4-HESILED 24 (5x20)	1	
3ХТ3	Клеммная сборка	1	
1	Клемма РТ 2,5-TWIN Phoenix Contact 3209549	1	
2	Клемма для предохранителя РТ 4-HESILED 24 (5x20)	1	
3	Клемма РТ 2,5-TWIN Phoenix Contact 3209549	1	
4	Клемма для предохранителя РТ 4-HESILED 24 (5x20)	1	
5	Клемма РТ 2,5-TWIN Phoenix Contact 3209549	1	
6	Клемма для предохранителя РТ 4-HESILED 24 (5x20)	1	
3ХТ4	Клеммная сборка	1	
1...16	Клемма РТ 2,5-TWIN Phoenix Contact 3209549	16	
ФЮРА.425280.173 ПЭ			Лист 3

Продолжение таблицы 3.1

Поз.	Обозначение	Наименование	Кол-во	Примечание
15		Предохранитель 5x20 2А	1	FU1
16		Предохранитель 5x20 0,5А	7	FU2...FU4, FU8...FU10,
17		Предохранитель 5x20 1А	3	FU5...FU7
18		Предохранитель 5x20 1,6А	2	FU21,FU22
19		Предохранитель 5x20 63мА	6	FU27...FU32
20		Предохранитель 5x20 0,1А	19	FU35...FU53
21		Устройство защиты от перенапряжений	2	FV1,FV2
22		Защита от перенапряжений PLT-SEC-T3-	2	FV3,FV4
23		Защита от перенапряжений TT-2-PE-24DC	6	FV5, 2XT1
24		Источник питания QUINT-PS/1AC/24DC/10	2	G1,G2
25		Источник бесперебойного питания QUINT-UPS/24DC/24DC/10 Phoenix Contact	2	G3,G4
26		Преобразователь постоянного тока MINI-	2	G5,G6
27		Преобразователь постоянного тока QUINT-PS/24DC/24DC/5 Phoenix Contact 2320034	2	G7,G8
28		Модуль аккумуляторный UPS-BAT/VRLA/24DC/7.2AH Phoenix Contact	2	GB1,GB2
29		Реле PLC-RPT-24DC/21 Phoenix Contact 2900299	55	2K1...2K30, 2KV1...2KV25
30		Модуль релейный REL-PR2-230AC/2X21 Phoenix Contact 2903701	1	K1
31		Реле PLC-RPT-230UC/21 Phoenix Contact	12	1KV1...1KV12
32		Вентилятор 3239.100 Rittal	1	M1
33		Шина заземления 2364.000 Rittal	2	PE_XT01,PE_X
34		Выключатель автоматический iDPN N 1P+N 6А С Schneider Electric A9N21555	4	QF1,QF2, SA1,SA2
35		Выключатель автоматический iDPN N	8	QF3...QF10
36		Выключатель автоматический C60H-DC 1P	2	QF11,QF12
37		Термостат KTS Stego 01141.0-00	1	SK1
38		Термостат КТО 01142.0-00 Stego	1	SK2
39		Выключатель концевой 4127.010 Rittal	1	SQ1
40		Модуль диодный QUINT-DIODE/40	1	1VD1
41		Клемма PT 4-DIO 1N 5408/R-L	4	2VD1, 3VD1
42		Адаптер фронтальный 1756-TBCH Allen	2	X1.2,X1.4
43		Адаптер фронтальный 1756-TBNH Allen	1	X1.5
44		Кабель 1756-CPR2 Allen Bradley	2	X1.12.1,X1.13.1
45		Кабель питания	1	X2
ФЮРА.425280.173 CO2				Лист 2

Продолжение таблицы 3.1

Поз.	Обозначение	Наименование	Кол-во	Примечание
46		Розетка для установки на DIN 2К+3 16А Schneider Electric A9A15310	1	XS1
47		Клемма PT 2,5-TWIN OG Phoenix Contact 3211210	7	0XT1, 0XT2,0XT3
48		Клемма PT 2,5-TWIN BU Phoenix Contact 3209552	3	0XT1, 0XT2,0XT3
49		Клемма PT 2,5-TWIN-PE Phoenix Contact	3	0XT1,
50		Клемма для предохранителя PT 4-	38	0XT4, 0XT6,
51		Клемма PT 2,5-TWIN Phoenix Contact 3209549	57	0XT4, 0XT7, 0XT8, 3XT1,3XT2, 3XT1,3XT2, 3XT1,3XT2, 3XT1,3XT2, 3XT1,3XT2, 3XT1,3XT2, 3XT1,3XT2, 3XT1,3XT2, 3XT1,3XT2, 3XT3, 3XT3, 3XT3, 3XT4, 3XT5
52		Клемма PT 4 OG Phoenix Contact 3211758	4	XT0, XT01,
53		Клемма PT 4 BU Phoenix Contact 3211760	4	XT0, XT01,
54		Клемма PT 4-PE Phoenix Contact 3211766	4	XT0, XT01,
55		Шинка гребенчатая двухполюсная 80А	1	XT12
		<u>Материалы</u>		
56		Шкаф 8806.510 Rittal	1	
57		Жгут витой PA3 ДКС 00983	3	
58		Короб монтажный RL6 40x60 (серый) ДКС	9	
59		Короб монтажный RL6 60x60 (серый) ДКС	6	
60		DIN-рейка NS 35/7,5 PERF 2000MM	4	
61		DIN-рейка NS 35/15 PERF 2000MM	1	
62		Провод НВ-0,50 4 600 Б ГОСТ 17515-72	380	
63		Провод НВ-0,75 4 600 К ГОСТ 17515-72	150	
64		Провод НВ-0,75 4 600 Ч ГОСТ 17515-72	150	
65		Провод НВ-1,00 4 600 Б ГОСТ 17515-72	25	
66		Провод ПуГВ 1,0 К ГОСТ 31947-2012	15	
67		Провод ПуГВ 1,0 Ч ГОСТ 31947-2012	15	
68		Провод ПуГВ 2,5 К ГОСТ 31947-2012	10	
69		Провод ПуГВ 2,5 Ч ГОСТ 31947-2012	10	
70		Провод ПуГВ 4,0 Б ГОСТ 31947-2012	15	
71		Провод ПуГВ 2,5 3-Ж ГОСТ 31947-2012	70	
ФЮРА.425280.173 СО2				Лист 3

