

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

---

Институт кибернетики  
Направление подготовки (специальность) 15.03.04 «Автоматизация технологических процессов и производств»  
Кафедра систем управления и мехатроники

**БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА**

Тема работы
<b>Модернизация автоматизированной системы управления блочной кустовой насосной станцией</b>

УДК 628.12:004.896-048.35

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8Т31	Гилев Владислав Андреевич		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент кафедры СУМ	Тутов И. А.	-		

**КОНСУЛЬТАНТЫ**

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент кафедры МЕН	Спицын В. В.	Кандидат экономических наук		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент кафедры ЭБЖ	Пустовойтова М. И.	Кандидат химических наук		

**ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:**

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент кафедры СУМ	Губин В. Е.	Кандидат технических наук		

Томск – 2017 г.

## 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 и 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 (специальность) 15.03.04 «Автоматизация технологических процессов и производств»  
Кафедра систем управления и мехатроники

УТВЕРЖДАЮ:  
Зав. кафедрой  
\_\_\_\_\_ Губин В. Е.  
(Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

**ЗАДАНИЕ**  
**на выполнение выпускной квалификационной работы**

В форме:

Бакалаврской работы
---------------------

Студенту:

Группа	ФИО
8Т31	Гилев Владислав Андреевич

Тема работы:

Модернизация автоматизированной системы управления блочной кустовой насосной станцией	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	28.02.2017 №1396

Срок сдачи студентом выполненной работы:

--	--

**ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:**

<b>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов</b>	Описание технологического процесса; Разработка структурной схемы АС; Разработка функциональной схемы автоматизации; Разработка схемы информационных потоков АС; Выбор средств реализации АС; Разработка схемы соединения внешних проводок; Разработка алгоритмов управления АС; Разработка экранных форм АС;
---	---

	Моделирование работы системы регулирования.
<b>Перечень графического материала</b>	Функциональная схема автоматизации по ГОСТ 21.208–2013; Структурная схема; Схема соединения внешних проводок; Схема информационных потоков; Экранная форма; Дерево экранных форм; Алгоритм пуска системы; Алгоритм останова системы; Функциональная схема автоматизации по ANSI/ISA-S 5.1–2009;

**Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы**

Раздел	Консультант
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Спицын Владислав Владимирович
Социальная ответственность	Пустовойтова Марина Игоревна

<b>Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику</b>	
---	--

**Задание выдал руководитель:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент кафедры СУМ	Тутов Иван Андреевич	-		

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8Т31	Гилев Владислав Андреевич		

## **Реферат**

Выпускная квалификационная работа содержит 93 страницы, 30 рисунков, 41 таблицу, 38 использованных источников, 10 приложений. Объектом исследования является блочная кустовая насосная станция.

Цель работы – проектирование системы автоматизированного управления блочной кустовой насосной станцией.

В результате была разработана системы автоматизированного управления блочной кустовой насосной станцией, основанная на контроллере SIPLUS S7-300. Экранные формы разрабатывались с применением Siemens WinCC.

Пояснительная записка выполнена с помощью текстового редактора Google Docs. Графический материал выполнен в AutoCAD 2017. Моделирование алгоритма автоматического регулирования производилось в Matlab Simulink.

Ключевые слова: БЛОЧНАЯ КУСТОВАЯ НАСОСНАЯ УСТАНОВКА, АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА РЕГУЛИРОВАНИЯ ДАВЛЕНИЯ НАГНЕТАТЕЛЬНОЙ ЛИНИИ, ПРОГРАММИРУЕМЫЙ ЛОГИЧЕСКИЙ КОНТРОЛЛЕР, ПИ-РЕГУЛЯТОР, МНЕМОСХЕМА.

## Содержание

Определения .....	9
Сокращения.....	11
Введение.....	12
1. Техническое задание.....	13
1.1. Назначение и цели создания системы.....	13
1.2. Требования к автоматике .....	13
1.3. Требования к техническому обеспечению .....	15
1.4. Требования к программному обеспечению.....	15
1.5. Требования к информационному обеспечению.....	16
2. Основная часть .....	17
2.1. Описание технологического процесса.....	17
2.2. Структурная схема АС .....	17
2.3. Функциональная схема автоматизации .....	18
2.4. Функциональная схема автоматизации по ГОСТ 21.208-2013 .....	19
2.5. Функциональная схема автоматизации по ANSI/ISA-5.1-2009 .....	19
2.6. Разработка схемы информационных потоков.....	19
2.7. Выбор средств реализации АС .....	21
2.7.1. Выбор ПЛК.....	21
2.7.2. Выбор датчиков.....	23
2.7.2.1. Выбор датчика температуры .....	23
2.7.2.2. Выбор датчика давления.....	25
2.7.2.3. Выбор датчика перепада давления .....	27
2.7.2.4. Выбор уровнемера .....	28
2.7.2.5. Выбор датчика тока .....	30
2.7.2.6. Выбор расходомера .....	31
2.7.3. Выбор исполнительных устройств .....	33
2.7.3.1. Выбор насосного агрегата .....	33
2.7.3.2. Выбор насосов маслосистемы.....	34
2.7.3.3. Выбор преобразователя частоты.....	35
2.8. Разработка схемы внешних проводок.....	36
2.9. Разработка алгоритмов управления .....	37

2.9.1. Разработка алгоритма пуска .....	38
2.9.2. Разработка алгоритма останова.....	38
2.9.3. Алгоритм автоматического регулирования .....	39
2.9.3.1. Математическая модель системы .....	39
2.9.3.2. Настройка регулятора .....	44
2.10. Разработка экранных форм .....	54
3. Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности.....	57
3.1. Потенциальные потребители результатов исследования .....	58
3.2. Анализ конкурентных технических решений.....	59
3.3. Технология QuaD .....	61
3.4. Планирование научно-исследовательских работ .....	62
3.4.1. Структура работ в рамках научного исследования.....	62
3.4.2. Определение трудоемкости и разработка графика выполнения работ .....	64
3.5. Бюджет научно-технического исследования .....	67
3.5.1. Расчет материальных затрат .....	67
3.5.2. Основная заработная плата исполнителей темы .....	68
3.5.3. Дополнительная заработная плата исполнителей темы .....	70
3.5.4. Отчисления во внебюджетные фонды.....	70
3.5.5. Накладные расходы .....	71
3.5.6. Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта .....	71
4. Социальная ответственность .....	75
4.1. Производственная безопасность .....	75
4.1.1. Освещенность.....	76
4.1.2. Микроклимат.....	79
4.1.3. Уровень шума.....	80
4.1.4. Электромагнитное излучение .....	81
4.1.5. Электрический ток.....	82
4.2. Экологическая безопасность.....	83
4.3. Безопасность в чрезвычайных ситуациях .....	84
4.4. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности .....	86

Заключение .....	89
Список использованных источников .....	90
Приложение А .....	94
Приложение Б .....	95
Приложение В.....	96
Приложение Г .....	97
Приложение Д.....	98
Приложение Е.....	99
Приложение Ж.....	100
Приложение З .....	101
Приложение И .....	102
Приложение К.....	103



## Определения

«**Автоматизированная система** – это комплекс аппаратных и программных средств, предназначенных для управления различными процессами в рамках технологического процесса. Термин автоматизированная, в отличие от термина автоматическая подчеркивает сохранение за человеком-оператором некоторых функций» [1].

«**Интерфейс** – это совокупность средств (программных, технических, лингвистических) и правил взаимодействия (управления, контроля и т.д.) между элементами системы» [2].

«**Протокол** (CAN, OSI, ProfiBus, ModBus, HART, ProfiBus DP, ModBus DP, ModBus RTU) – набор правил и действий (очередности действий), позволяющий осуществлять соединение и обмен данными между двумя и более включенными в сеть устройствами» [3].

«**Автоматизированное рабочее место** – программно-технический комплекс, предназначенный для автоматизации деятельности определенного вида» [4]. При разработке АРМ для управления технологическим оборудованием, как правило, используют SCADA-системы.

«**Мнемосхема** – совокупность сигнальных устройств и сигнальных изображений оборудования и внутренних связей контролируемого объекта, размещаемых на диспетчерских пультах, операторских панелях или выполненных на персональном компьютере» [5].

**Техническое задание на АС** – утвержденный в установленном порядке документ, определяющий цели, требования и основные исходные данные, необходимые для разработки автоматизированной системы.

«**Технологический процесс** (ТП) – часть производственного процесса, содержащая целенаправленные действия по изменению и (или) определению состояния предмета труда. К предметам труда относятся заготовки и изделия. Технологический процесс может быть отнесен к изделию, его составной части или к методам обработки, формообразования и сборки.» [6].

**Архитектура автоматизированной системы** – это набор значимых решений по организации системы программного обеспечения, набор структурных элементов и их интерфейсов, при помощи которых komponуется АС.

**SCADA** – программный пакет, предназначенный для разработки или обеспечения работы в реальном времени систем сбора, обработки, отображения и архивирования информации об объекте мониторинга или управления.

**ФЮРА** – это код организации разработчика проекта (ТПУ).

**425280** – это код классификационной характеристики проектной продукции по ГОСТ 3.1201-85 (код означает проектирование распределенного автоматизированного управления технологическим объектом).

**Стандарт** – образец, эталон, модель, принимаемые за исходные для сопоставления с ними др. подобных объектов.

«**Объект управления** – устройство (машина, агрегат, технологический процесс), состоянием которого можно и нужно управлять» [7].

«**Программируемый логический контроллер** – специализированное компьютеризированное устройство, используемое для автоматизации технологических процессов. ПЛК имеют развитые устройства ввода-вывода сигналов датчиков и исполнительных механизмов, приспособлены для длительной работы без серьезного обслуживания, а также для работы в неблагоприятных условиях окружающей среды» [8].

**Автоматизированная система управления технологическим процессом** – комплекс программных и технических средств, предназначенный для автоматизации управления технологическим оборудованием на предприятиях.

## **Сокращения**

**БКНС** – блочная кустовая насосная станция;

**АСУ** – автоматизированная система управления;

**АС** – автоматизированная система;

**АСУ ТП** – автоматизированная система управления технологическим процессом;

**АРМ** – автоматизированное рабочее место;

**ФСА** – функциональная схема автоматизации;

**ЖКИ** – жидкокристаллический индикатор;

**ПЧ** – преобразователь частот;

**ПЛК** – программируемый логический контроллер;

**ПО** – программное обеспечение.

## **Введение**

Сегодня компании стремятся сократить издержки производства, повысить качество выпускаемой продукции и обеспечить безопасность производства. Достижение этих во-многом обусловлено применением автоматизации и её развитием в последние года. Эта тенденция прослеживается и в нефтегазовой промышленности. Нефтегазовая промышленность – это отрасль экономики, которая занимается добычей, переработкой, транспортировкой, складированием, а также продажей нефти и нефтепродуктов.

Автоматизация – это направление прогресса, которое позволяет освободить человека от участия в технологических процессах или существенно уменьшить степень этого участия, благодаря использованию саморегулирующихся технических средств и математических методов. Если раньше создавались автоматизированные систем, то сейчас стремятся создавать полностью автоматические системы.

Целью данной выпускной квалификационной работы является разработка проекта автоматизированной системы управления блочной кустовой насосной станцией. В начале были выделены точки автоматизации, затем подобраны современные средства измерения, которые обладают унифицированными сигналами, а также исполнительные механизмы, для реализации систем. Одним из этапов является разработка экранных форм для оператора, которые позволяют в наглядном виде следить за ходом технологического процесса.

## **1. Техническое задание**

### **1.1. Назначение и цели создания системы**

Автоматизированная система управления БКНС предназначена для:

- контроля состояния основного и вспомогательного технологического оборудования;
- управления исполнительными механизмами, как в автоматическом, так и в автоматизированном режиме;
- определения аварийных ситуаций и защиты насосных агрегатов и вспомогательного оборудования;
- поддержания пластового давления на заданном уровне, путем закачивания воды в нагнетательные скважины;
- визуальное представление информации о состоянии технологического процесса.

Цели создания АСУ:

- обеспечение оперативного контроля технологических параметров процесса;
- обеспечение безопасности работы основного и вспомогательного оборудования;
- уменьшение материальных и энергетических затрат;
- сокращение числа остановок и аварий технологического оборудования;
- обеспечение оптимального режима работы оборудования;
- достижение более высокого уровня автоматизации технологических объектов.

### **1.2. Требования к автоматике**

Система автоматике АСУ ТП БКНС должна обеспечить следующее:

#### **1. Измерение:**

- температуры подшипников насоса;

- температуры подшипников электропривода насоса;
- расхода воды на входе насоса;
- расхода воды на выходе насоса;
- давление воды на входе насоса;
- давление воды на выходе насоса;
- перепад давления на фильтрах в маслосистеме;
- перепад давления на фильтре насоса;
- уровня масла в резервуарах маслосистемы;
- потребляемого тока насосным агрегатом.

## 2. Контроль дискретных параметров:

- состояния электродвигателя насосного агрегата;
- состояния насосов маслосистемы;
- наличие жидкости на входе.

## 3. Управление:

- электродвигателем насоса;
- насосами маслосистемы.

## 4. Индикацию:

- измеряемых параметров на дисплее АРМ;
- аварийных ситуаций на дисплее АРМ.

## 5. Сигнализацию:

- превышения максимального допустимого перепада давления на фильтрах;
- превышения максимально допустимого тока потребления электродвигателя;
- превышения максимально допустимой температуры подшипников;
- превышения максимально допустимых давлений на входе и выходе насоса;

– снижения уровня масла в резервуарах маслосистемы ниже критической отметки.

### **1.3. Требования к техническому обеспечению**

Оборудование, устанавливаемое на площадки объекта должно быть устойчивым к воздействию температур от -10 °С до +50 °С и влажности не менее 80% при температуре +35 °С.

Программно-технический комплекс БКНС должен допускать возможность наращивания, модернизации и развития системы, а также дополнительно иметь резерв по каналам ввода/вывода не менее 20%.

Датчики, используемые в системе, должны отвечать требованиям взрывобезопасности. Чувствительные элементы датчиков, должны быть выполнены из коррозионностойких материалов, так как соприкасаются с агрессивной средой. Электрические цепи должны быть искробезопасными.

Все датчики, используемые в системе, должны иметь унифицированные выходные сигналы:

- 4-20 мА;
- 0-10 В.

Контроллеры должны иметь необходимые интерфейсы для передачи данных на верхний уровень АСУ ТП, а именно Ethernet.

### **1.4. Требования к программному обеспечению**

Программное обеспечение должно обеспечивать:

- регистрацию параметров, которые характеризуют технологических процесс;
- конфигурирование алгоритмов управления и защиты;
- управление исполнительными механизмами;
- конфигурирование отчетных документов;
- индикацию аварийных ситуаций.

Средства создания программ для ПЛК должны включать в себя языки программирования, которые соответствуют стандарту МЭК 61131-3.

### **1.5. Требования к информационному обеспечению**

«По результатам проектирования должны быть представлены:

- состав, структура и способы организации данных в АС;
- порядок информационного обмена между компонентами и составными частями АС;
- структура процесса сбора, обработки, передачи информации в АС;
- информация по визуальному представлению данных и результатам мониторинга.

В состав информационного обеспечения должны входить:

- унифицированная система электронных документов, выраженная в виде набора форм статистической отчетности» [9].



## 2. Основная часть

### 2.1. Описание технологического процесса

Технологический процесс, функциональная схема которого представлена на рисунке 1 и в приложении А (ФЮРА.425280.005.01), подразумевает под собой автоматическое поддержание давления на выходе насосного агрегата на заданном значении.

Жидкость поступает по трубопроводу на линию всасывания насосного агрегата (Н-1), проходя при этом фильтр (Ф-1). После прохождения насосного агрегата жидкость поступает на линию нагнетания, по которой отправляется к нагнетательным скважинам.

Для поддержания рабочего режима трущихся деталей, сальников насосного агрегата предусмотрена система смазки. Масло подается из резервуаров (Р-1, Р-2) маслососами (Н-2, Н-3) через фильтры (Ф-2, Ф-3) к трущимся деталям. Из подшипников по сливному трубопроводу масло сливается в резервуар, где происходит частичное охлаждение масла за счет радиаторов, установленных на резервуарах.

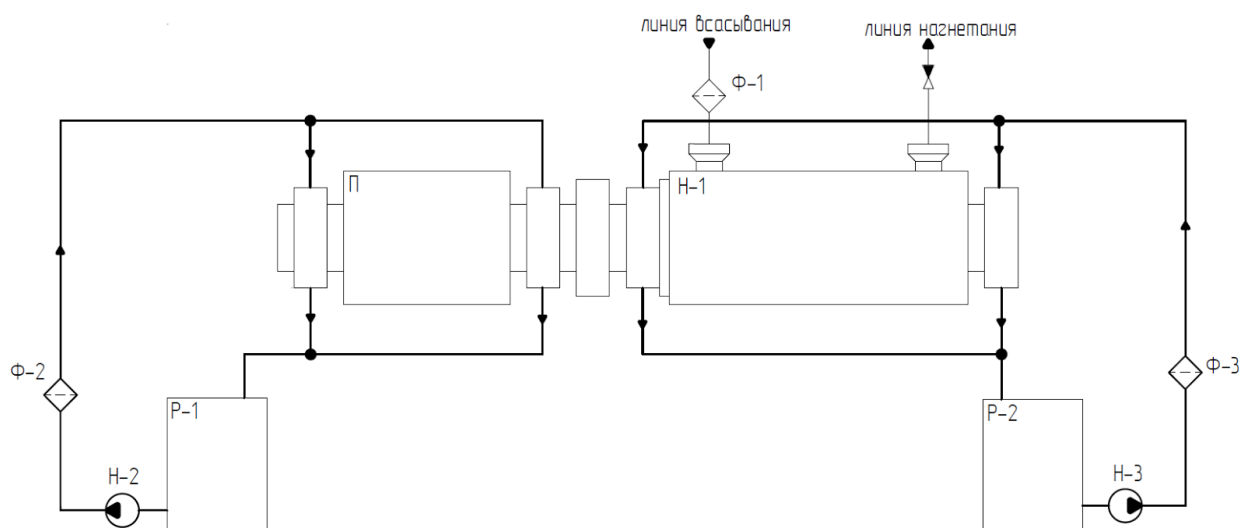


Рисунок 1 - Функциональная схема технологического процесса

### 2.2. Структурная схема АС

Объектом управления является центробежный насосный агрегат, управление технологическим процессом, в котором сводится к управлению

электроприводом. Централизованное управление реализуется командами включить/выключить. Управление на полевом уровне заключается в автоматическом регулировании давления на входе насосного агрегата.

Нижний уровень (полевой) состоит из первичных датчиков (измерительных преобразователей), осуществляющий сбор информации о параметрах технологического процесса, и исполнительных устройств, которые реализует регулирующее и управляющее воздействия. Исполнительными устройствами является электропривод насосного агрегата и насосы маслосистемы.

Средний уровень (контроллерный) состоит из ПЛК, который осуществляет:

- исполнение команд верхнего уровня;
- обмен информацией с верхним уровнем;
- сбор и первичную обработку информации о состоянии оборудования и параметрах технологического процесса;
- автоматическое регулирование;

Верхний уровень (информационно-вычислительный) состоит из компьютера, который соединен с ПЛК сетью Ethernet, в качестве передающей среды используется медная витая пара.

Разработанная трехуровневая архитектура представлена в приложении Б (ФЮРА.425280.005.02).

### **2.3. Функциональная схема автоматизации**

«Функциональная схема автоматизации предназначена для отображения основных технических решений, принимаемых при проектировании систем автоматизации ТП» [10].

«ФСА является техническим документом, определяющим функционально-блочную структуру отдельных узлов автоматического контроля, управления и регулирования технологического процесса и оснащения объекта управления приборами и средствами автоматизации. На

функциональной схеме изображаются системы автоматического контроля, регулирования, дистанционного управления, сигнализации, защиты и блокировок» [10].

«Все элементы систем управления показываются в виде условных изображений и объединяются в единую систему линиями функциональной связи. Функциональная схема автоматического контроля и управления содержит упрощенное изображение технологической схемы автоматизируемого процесса. Оборудование на схеме показывается в виде условных изображений» [10].

Разработаны функциональные схемы автоматизации согласно ГОСТ 21.208-2013 и согласно стандарту американского общества приборостроителей ANSI/ISA-5.1-2009.

#### **2.4. Функциональная схема автоматизации по ГОСТ 21.208-2013**

Функциональная схема автоматизации выполнена согласно требованиям ГОСТ 21.208-2013 и приведена в приложении В (ФЮРА.425280.005.03). На схеме выделены каналы измерения (1,3-14), сигнализации (1,3-8,10,12-14) и управления (2,8,15).

#### **2.5. Функциональная схема автоматизации по ANSI/ISA-5.1-2009**

Функциональная схема автоматизации, выполненная по ГОСТу 21.208-2013, была адаптирована под стандарт ANSI/ISA-5.1-2009 и представлена в приложении Г (ФЮРА.425280.005.04).

#### **2.6. Разработка схемы информационных потоков**

Необходимо обратить внимание на то, что всего есть три уровня сбора и хранения информации:

- нижний уровень (сбор и обработка);
- средний уровень (текущее хранение);
- верхний уровень (архивное хранение).

Рассмотрим каждый из уровней подробнее. На нижнем уровне происходит сбор данных с датчиков, как правило, собираются аналоговые и дискретные сигналы, а также данные о вычислении и преобразовании.

Средний уровень является маршрутизатором информационных потоков от систем автоматики и телемеханики к экранным формам АРМ. На данном уровне ПЛК формирует пакетные данные и отправляет их на верхний уровень к SCADA-системам.

Верхний уровень представляет из себя базу данных АСУ ТП. Информация на данном уровне отображается в виде экранных форм или мнемосхем, которые видит оператор на своём мониторе. На форме выводятся различные информационные и управляющие элементы, а также отчеты.

Разработанная схема информационных потоков представлена в приложении Д (ФЮРА.425280.005.05).

Для того чтобы идентифицировать элементы контроля и управления используются идентификаторы (шифры). Структура идентификатора имеет вид:

AAA\_BBBB\_CCC, где:

– AAA – параметр, 3 символа, может принимать следующие значения:

- PRS – давление;
- TMP – температура;
- LVL – уровень;
- PRD – перепад давления;
- FLW – расход.

– BBBB – код технологического аппарата, 4 символа, может принимать следующие значения:

- TNK1 – резервуар маслосистемы 1;
- TNK2 – резервуар маслосистемы 2;
- MTR0 – привод насоса;
- PMP1 – насос;

- PMP2 – насос маслосистемы привода;
- PMP3 – насос маслосистемы насоса;
- SCLN – всасывающая линия;
- DCLN – линия нагнетания;
- FTR1 – фильтр 1;
- FTR2 – фильтр 2;
- FTR3 – фильтр 3.
- С - уточнение, 3 символ, может принимать следующие значения:
  - FRB – “свободный” подшипник;
  - TMB – подшипник передачи.

## 2.7. Выбор средств реализации АС

### 2.7.1. Выбор ПЛК

В качестве ПЛК в данной работе был выбран Siemens SIPLUS S7-300 (рисунок 2).



Рисунок 2 – Siemens SIPLUS S7-300

«Simatic S7-300 – семейство контроллеров средней производительности концерна Siemens AG из семейства систем автоматизации SIMATIC S7» [11].

«Количество поддерживаемых входов и выходов до 65536 дискретных/4096 аналоговых каналов» [11].

«Контроллер имеет модульную конструкцию и позволяет использовать в своем составе:

- Модуль центрального процессора (CPU), предназначенный для выполнения программы пользователя и управления всеми узлами контроллера;

- Модуль блока питания (PS), позволяющий выполнять питание контроллера от сети напряжением 120/230 В или от источника напряжением 24/48/60/110 В;

- Сигнальные модули (SM) предназначены для I/O дискретных и аналоговых сигналов с различными электрическими и временными параметрами;

- Коммуникационные процессоры (CP) предназначены для подключения контроллера к сетям PROFIBUS, PROFI-NET, Industrial Ethernet, AS-Interface, организация связи через Internet или PtP (point to point) соединения;

- Функциональные модули (FM), способные самостоятельно решать задачи автоматического регулирования, позиционирования, взвешивания, скоростной обработки сигналов и т.д.

- Интерфейсные модули (IM), обеспечивающие возможность подключения к базовому блоку (стойка с ЦП) одной или нескольких стоек расширения» [11].

«SIPLUS S7-300 – программируемый контроллер для эксплуатации в тяжёлых условиях эксплуатации: расширенный диапазон рабочих температур, более высокая стойкость к вибрационным и ударным нагрузкам, работа в средах, содержащих агрессивные примеси и газы» [11].

Таблица 1. Технические характеристики 312С

<b>Рабочая память</b>	32 КБ
<b>Время выполнения операций</b>	логических - 0,2 мкс с фиксированной точкой - 5 мкс с плавающей точкой - 6 мкс
<b>Кол-во каналов ввода-вывода, дискретных / аналоговых, не более</b>	256/64
<b>Языки программирования</b>	LAD, FBD, STL, SCL, GRAPH
<b>Напряжение питания</b>	24 В
<b>Диапазон рабочих температур</b>	-25...+60 °С
<b>Степень защиты</b>	IP20

## 2.7.2. Выбор датчиков

### 2.7.2.1. Выбор датчика температуры

Для измерения температуры масла в корпусе насосного агрегата рассматривались следующие датчики температуры:

1. Термометр сопротивление WIKA TR10-D (рисунок 3).

«Термометры сопротивления данной серии используются для измерения жидких и газообразных сред при низких и средних давлениях. Термометр сопротивления ввинчивается непосредственно в процесс и терминалы в соединительной головке используются для электрического соединения (защита от брызг воды)» [12].



Рисунок 3 –Термосопротивление WIKА TR10-D

2. Датчик температуры Метран-280 (рисунок 4).

«Датчик температуры для точных измерений в составе автоматических систем управления технологическими процессами. Передача информации об измеряемой температуре в виде постоянного тока 4-20 мА или по цифровому каналу в соответствии с HART-протоколом» [13].



Рисунок 4 – Датчик температуры Метран-280

Таблица 2. Сравнение технических характеристик датчиков температуры

	<b>WIKА TR10-D</b>	<b>Метран-280</b>
<b>Тип сенсора</b>	Pt100	Pt100
<b>Диапазон измерений</b>	-200...+600 °С	-50...+500 °С
<b>Выходной сигнал</b>	4...20 мА	4-20 мА/HART
<b>Приведенная погрешность</b>	0,5 %	0,15 %
<b>Напряжение питания</b>	-	18...42 В



<b>Пылевлагозащищенность</b>	IP54	IP65
<b>Диапазон рабочих температур</b>	-40...+100 °С	-40...+70 °С

Основными критериями при выборе датчика стали пылевлагозащищенность и приведенная погрешность. В итоге был выбран датчик температуры Метран-280. Выбранный датчик гарантирует точную и надежную передачу результатов измерения температуры.

### 2.7.2.2. Выбор датчика давления

В ходе работы БКНС основной параметр, который необходимо регулировать – это давление на выходе насосного агрегата. Выбор датчика осуществлялся из двух вариантов: Метран-150 (рисунок 5) и АИР-20/М2-Н (рисунок 6).



Рисунок 5 – Датчик давления  
Метран-150



Рисунок 6 – Датчик давления АИР-  
20/М2-Н

Рассмотрим сравнительную таблицу выбранных датчиков:

Таблица 3. Сравнение технических характеристик датчиков давления

	<b>Метран-150</b>	<b>АИР-20/М2-Н</b>
<b>Рабочая среда</b>	Жидкость, газ, пар	Жидкость, газ, пар
<b>Погрешность</b>	±0,075%	0,075 %
<b>Давление рабочей среды</b>	0,5...27 МПа	1 кПа...16 МПа
<b>Выходной сигнал</b>	4-20мА, HART протокол	4...20 мА/HART; 0...5 мА; Modbus RTU;
<b>Глубина перенастройки диапазона</b>	1:100	1:60
<b>Диапазон рабочих температур</b>	-55...+80 °С	-40...+70 °С

В итоге был выбран датчик давления Метран-150, так как может измерять большее давление рабочей среды, а также имеет более широкий диапазон рабочих температур.

«Интеллектуальные датчики давления серии Метран-150 предназначены для измерения и непрерывного преобразования в унифицированный аналоговый токовый сигнал и/или цифровой сигнал в стандарте протокола HART следующих входных величин: давления избыточного, абсолютного, разности давлений» [14].

«Датчики Метран-150 обладают поворотным электронным блоком и ЖКИ. Датчики Метран-150 изготавливаются в соответствии с самыми высокими требованиями к контрольно-измерительным приборам. Метран-150 сохраняют работоспособность при кратковременном повышении токов или напряжений сверх установленных величин - имеют высокую перегрузочную способность, обладают защитой от переходных процессов. Непрерывная

самодиагностика датчика дает необходимый уровень надежности и защищенности технического процесса» [14].

### 2.7.2.3. Выбор датчика перепада давления

В данной работе использованы датчики разности давлений (перепада давлений) Курант ДД (рисунок 7).



Рисунок 7 – Датчики разности давлений Курант ДД

«В дифманометрических датчиках, к которым относятся датчики разности давлений (перепада давлений) Курант ДД, мембранный элемент сравнивает два рабочих давления контролируемой среды и имеет два явных входа, что и обеспечивает измерение разности давлений. Такой датчик является наиболее универсальным и может использоваться для измерений избыточного давления и разрежения» [15].

«Особенностью большинства дифманометрических датчиков является то, что они рассчитаны на измерение относительно малых перепадов давлений на фоне значительно большего избыточного давления и многократной односторонней перегрузки этим давлением» [15].

«Датчик имеет следующие особенности:

- он имеет модульную конструкцию, включающую механически соединенные первичный измерительный блок с расположенным в нем тензопреобразователем и блок электроники;
- первичный блок выполнен в корпусе преимущественно из нержавеющей сталей и сплавов;
- датчик настраивается и, при необходимости, переключается потребителем на один из диапазонов модели в интервале (как правило) от 10 до 100% максимального верхнего предела;
- датчик имеет фильтр защиты электронного блока, обеспечивающий безопасность прибора при скачках напряжения и подавляющий помехи, повышая тем самым надежность и помехоустойчивость датчика» [15].

Таблица 4. Технические характеристики Курант ДД

<b>Диапазон измерений</b>	0,16 кПа...16 МПа
<b>Пределы допускаемой погрешности</b>	0,5%
<b>Перегрузка</b>	150% (1.5 - кратная)
<b>Выходной сигнал</b>	4...20 мА
<b>Питание</b>	12...36 В
<b>Пылевлагозащищенность</b>	IP65
<b>Диапазон рабочих температур</b>	-40...+80 °С

#### 2.7.2.4. Выбор уровнемера

В данной работе были рассмотрены два варианта уровнемеров: УЛМ-11 (рисунок 8) и ДУУ2М (рисунок 9).



Рассмотрим сравнительную таблицу выбранных датчиков:

Таблица 5. Сравнение технических характеристик уровнемеров

	<b>УЛМ-11</b>	<b>ДУУ2М</b>
<b>Диапазон измеряемых уровней</b>	до 30 м	до 4 м
<b>Диапазон рабочих температур</b>	-60...+50 °С	-40...+75 °С
<b>Напряжение питания</b>	24 В	24 В
<b>Выходной сигнал</b>	4...20 мА	4...20 мА
<b>Абсолютная погрешность</b>	1 мм	3 мм
<b>Метод измерения</b>	Бесконтактный	Контактный

В итоге был выбран уровнемер УЛМ-11, так как является бесконтактным уровнемером и имеет абсолютную погрешность меньше, чем датчик уровня ДУУ2М.

«Высокоточный бесконтактный радарный уровнемер УЛМ-11 обладает высочайшей чувствительностью. Предназначен для измерения уровня как жидких продуктов, так и сыпучих материалов, как нейтральных, так и агрессивных: нефти, мазута, бензина, дизельного топлива, масла, кислот,

щелочи, пульпы, воды, растительного масла, пива, угля, угольной пыли, цемента, клинкера, руды, зерна и т.д» [16].

«Применяемая в уровнемерах УЛМ-11 технология непрерывного измерения (FMCW), позволяет надежно измерять уровень большого спектра продуктов в различных режимах эксплуатации. Данная технология обеспечивает стабильные и точные измерения уровня вне зависимости от амплитуды отраженного сигнала. Взрывозащищенное исполнение - 1ExdIIВТ6» [16].

#### 2.7.2.5. Выбор датчика тока

В качестве датчика тока был выбран датчик ДТХ-Т (рисунок 10).



Рисунок 10 — Датчик тока ДТХ-Т

«Датчик состоит из корпуса, печатной платы, на которой закреплен кольцевой магнитопровод с компенсационной обмоткой и электронной схемы. Составным элементом является специальный датчик Холла, который находится в зазоре магнитопровода и работает как "0"-индикатор. Проводник с током проходит через отверстие в корпусе датчика без разрыва измеряемой цепи. Может крепиться на DIN-рейку при помощи промежуточной планки» [17].

Таблица 6. Технические характеристики ДТХ-Т

<b>Диапазон измеряемых токов</b>	0...300 А
<b>Допустимая перегрузка по измеряемому току</b>	150%
<b>Диапазон рабочих температур</b>	-20...+70 °С
<b>Основная приведенная погрешность</b>	1%
<b>Выходной сигнал</b>	4...20 мА
<b>Напряжение питания</b>	15 В

#### 2.7.2.6. Выбор расходомера

При выполнении выпускной квалификационной работы были рассмотрены два варианта расходомеров: FLUXUS F808 (рисунок 11) и ЭМИС-ПЛАСТ 220 (рисунок 12).



Рисунок 11 – Расходомер FLUXUS F808



Рисунок 12 – Расходомер ЭМИС-ПЛАСТ 220

Рассмотрим сравнительную таблицу выбранных расходомеров:

Таблица 7. Сравнение технических характеристик расходомеров

	<b>FLUXUS F808</b>	<b>ЭМИС-ПЛАСТ 220</b>
<b>Диаметр трубы</b>	6...12000 мм	8...300 мм
<b>Предел допускаемой относительной погрешности</b>	0,5%	1%
<b>Выходной сигнал</b>	4...20 мА	4...20 мА
<b>Напряжение питания</b>	20...32 В	24 В
<b>Пылевлагозащита</b>	IP 66	IP 65
<b>Диапазон рабочих температур</b>	-40...+60 °С	-40...+55 °С

В итоге был выбран расходомер FLUXUS F808, так как обладает лучшими техническими характеристиками, а именно меньшую погрешность измерения, больший диапазон рабочих температур и возможность установить на трубы большего диаметра.

Расходомер FLUXUS F808 является ультразвуковым, соответственно использует метод разности времени прохождения. Ультразвуковые сигналы посылаются первым датчиком, установленным на трубе, и принимаются вторым датчиком. Сигналы попеременно посылаются по и против направления потока.

Поскольку среда, через которую распространяется сигнал, находится в движении, то время прохождения звукового сигнала в направлении потока короче, чем время прохождения сигнала против потока.

Расходомер измеряет разницу во времени прохождения  $\Delta t$  и на основании этой величины рассчитывает среднюю скорость потока вдоль пути распространения сигнала. С поправкой на профильное сечение потока, прибор



рассчитывает скорость потока через поперечное сечение, которая пропорциональна объемному расходу.

Весь процесс измерения управляется интегрированными микропроцессорами. Расходомер проверяет специальным электронным блоком поступающие ультразвуковые сигналы на пригодность для поведения измерений и оценивает достоверность результатов значений. Паразитные сигналы подавляются.

### **2.7.3. Выбор исполнительных устройств**

#### **2.7.3.1. Выбор насосного агрегата**

В качестве насосного агрегата для перекачки воды был выбран насос 1Д315-71 (рисунок 13).



Рисунок 13 – Насос 1Д315-71

Насос 1Д315-71 – представляет собой горизонтальный, одноступенчатый, с рабочим колесом двустороннего входа, центробежный электронасос для перекачивания воды. Для привода агрегата применяется асинхронных электродвигатель АИР280S2.

Таблица 8. Технические характеристики 1Д315-71

<b>Подача</b>	315 м <sup>3</sup> /ч
<b>Напор</b>	71 м
<b>Диаметр рабочего колеса</b>	240 мм

<b>Кавитационный запас</b>	6,3 м
----------------------------	-------

Таблица 9. Технические характеристики АИР280S2

<b>Мощность</b>	110 кВт
<b>Частота вращения</b>	2975 об/мин
<b>Ток статора</b>	198 А
<b>КПД</b>	93,7 %
<b>Коэффициент мощности</b>	0,9

### 2.7.3.2. Выбор насосов маслосистемы

В качестве насосов для перекачки масла в маслосистеме используются насосы Viscomat 60/2 (рисунок 14).



Рисунок 14 – Насос Viscomat 60/2

Шестеренчатый насос для различных масел Viscomat 60/2 предназначен для перекачки большого количества продукта при среднем давлении.

Таблица 10. Технические характеристики Viscomat 60/2

<b>Производительность</b>	0,6 м <sup>3</sup> /ч
<b>Давление</b>	0,4 МПа
<b>Напряжение питания</b>	24 В
<b>Уровень шума</b>	70 дБ
<b>Вес</b>	4,9 кг
<b>Цена</b>	17000 рублей

### 2.7.3.3. Выбор преобразователя частоты

Исходя из параметров электропривода насосного агрегата, а именно мощности и номинального тока статора, был выбран преобразователь частоты HYUNDAI N700V-1100HF (рисунок 15).



Рисунок 15 – Преобразователь частоты HYUNDAI N700V-1100HF

ПЧ HYUNDAI N700V-1100HF - универсальный преобразователь частоты с улучшенным векторным управлением, обеспечивающим высокие динамические характеристики, малое время реакции привода на изменение

нагрузки, предназначен для управления общепромышленным электроприводом.

Таблица 11. Технические характеристики HYUNDAI N700V-1100HF

<b>Область применения</b>	насосы / вентиляторы / общепром
<b>Мощность</b>	110 кВт
<b>Номинальный ток</b>	217 А
<b>Напряжение питания</b>	380 В
<b>Выходная частота</b>	0,1...400 Гц
<b>Пылевлагозащищенность</b>	IP 20
<b>Перегрузка (в течение минуты)</b>	150%
<b>Цифровой интерфейс/протокол</b>	порт RS485/ Modbus
<b>ПИД-управление</b>	ПИД-регулятор встроен
<b>Диапазон рабочих температур</b>	-10...+50 °С

## 2.8. Разработка схемы внешних проводок

В процессе выполнения работы, была разработана схема внешних проводок, она приведена в приложении Е (ФЮРА.425280.005.06). На схеме показаны проводки следующих датчиков: датчиков температуры, датчиков давления, расходомеров, уровнемеров, датчика тока и датчиков перепада давления.

Для передачи сигналов был выбран кабель КВВЭГнг (рисунок 16).



Рисунок 16 – Кабель КВВГЭнг

Кабель КВВГЭнг предназначен для прокладки в помещениях и кабельных сооружениях при отсутствии опасности механических повреждений при эксплуатации и защиты электрических цепей от влияния внешних электрических полей, а также для обеспечения пожарной безопасности кабельных цепей при прокладке в пучках.

Таблица 12. Технические характеристики КВВГЭнг

<b>Диапазон рабочих температур</b>	-30...+50 °С
<b>Минимальная t° прокладки кабеля без предварительного подогрева</b>	-15°С
<b>Минимально допустимый радиус изгиба при прокладке</b>	одножильного кабеля - 10 диам. кабеля многожильного кабеля - 7,5 диам. кабеля
<b>Срок службы</b>	30 лет
<b>Гарантийный срок эксплуатации</b>	5 лет

## 2.9. Разработка алгоритмов управления

В автоматизированных системах используются различные алгоритмы, такие как:

- алгоритмы запуска/останов технологического оборудования;
- ПИД-алгоритмы, для автоматического регулирования технологических параметров;
- алгоритмы защиты;
- алгоритмы централизованного управления.

При выполнении блок-схем алгоритмов использовались элементы согласно ГОСТ 19.701-90.

### **2.9.1. Разработка алгоритма пуска**

Данный алгоритм запускает насосный агрегат в работу. Алгоритм состоит из следующих шагов:

1. Проверка поступления команды от оператора, если нет, то ничего не происходит.
2. Проверяется давление на всасывающей (наличие воды), если оно не в норме, то выдается соответствующее сообщение.
3. Проверяется уровень масла в резервуаре 1, если он не в норме, то выдается соответствующее сообщение.
4. Проверяется уровень масла в резервуаре 2, если он не в норме, то выдается соответствующее сообщение.
5. Проверяется температура подшипников привода, если она не в норме, то выдается соответствующее сообщение.
6. Проверяется температура подшипников насоса, если она не в норме, то выдается соответствующее сообщение.
7. Проверяется перепад давления на фильтрах 1,2,3, если он не в норме, то выдается соответствующее сообщение.
8. Команда на ПЧ для запуска привода.

Блок-схему данного алгоритма можно увидеть в приложении Ж (ФЮРА.425280.005.07).

### **2.9.2. Разработка алгоритма останова**

Данный алгоритм останавливает насосный агрегат. Алгоритм состоит из следующих шагов:

1. Проверка поступления команды от оператора, если нет, то ничего не происходит.
2. Обнуление счетчика команд.
3. Команда на ПЧ для остановки привода.
4. Проверка остановки привода. Если не остановлен, увеличение значение счетчика, на 1, далее проверка значения счетчика, при значении

равном 10 выдается сообщение об аварии, при значении меньшем 10 возврат к 3 пункту алгоритма. Если провод остановлен, то продолжает выполнение алгоритма и выполняется пункт 5.

5. Остановка насоса маслосистемы привода.
6. Остановка насоса маслосистемы насоса.

Блок-схему данного алгоритма можно увидеть в приложении Ж (ФЮРА.425280.005.07).

### **2.9.3. Алгоритм автоматического регулирования**

#### **2.9.3.1. Математическая модель системы**

В качестве регулируемой величины выступает давление в трубопроводе линии нагнетания насоса.

В качестве алгоритма регулирования используется алгоритм ПИД-регулирования, который позволяет обеспечить достаточно малое время переходного процесса, а также обладает устойчивостью к внешним возмущениям.

«ПИД-регулятор – преобразующее устройство, формирующее на основе ошибки  $e$  управляющее воздействие на объект управления» [7].

«Формирование управляющего сигнала осуществляется на основании суммы трёх составляющих, первое из которых пропорционально сигналу рассогласования, второе интеграл сигнала рассогласования, третье является производной сигнала рассогласования» [18].

Схема автоматического регулирования (рисунок 17) состоит из: входное воздействие (уставка), ПЛК (реализующий функцию ПИД-регулятора), преобразователь частот, асинхронный двигатель (привод), объект управления (трубопровод) и датчик давления (является обратной связью).

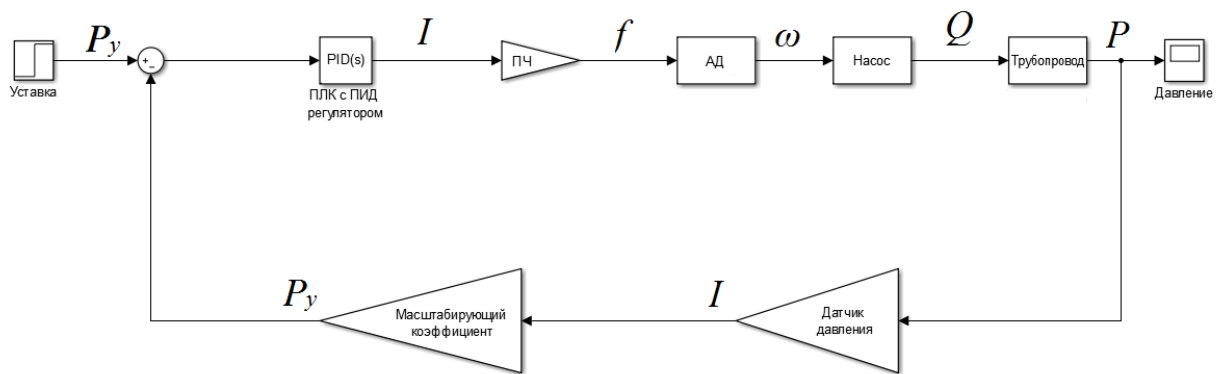


Рисунок 17 – Схема автоматического регулирования

Объектом управления является участок трубопровода нагнетательной линии. Оператор с помощью экранной формы задает давление, которое необходимо поддерживать в трубопроводе. Эта уставка подается в ПЛК, где происходит сравнение уставки со значением текущего давления, полученного с датчика давления. Затем происходит формирование выходного сигнала, этот сигнал подается на преобразователь частот, который формирует частоту для асинхронного двигателя.

Рассмотрим линеаризованную модель системы, для этого рассмотрим передаточные функции звеньев, входящих в данную модель.

### Трубопровод

Передаточная функция объекта управления описывается апериодическим звеном первого порядка:

$$W_{\text{тр}} = \frac{k_{\text{тр}}}{T \cdot s + 1}. \quad (1)$$

Коэффициенты определяются по формулам:

$$- k_{\text{тр}} = \frac{P}{Q} = \frac{27 \text{ МПа}}{315 \text{ м}^3/\text{ч}} = 0,0857; \quad (2)$$

$$- T = \frac{L}{v}; \quad (3)$$

$$- v = \frac{Q}{S}; \quad (4)$$

$$- S = \frac{\pi \cdot d^2}{4}; \quad (5)$$

где:



$v$  – скорость течения жидкости;

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

$Q$  – измеряемый объемный расход жидкости;

$S$  – площадь сечения трубы;

$d$  – диаметр трубы.

Укажем в таблице все необходимые характеристики трубопровода.

Таблица 13. Характеристики трубопровода

Характеристика	Значение
Диаметр трубы, $d$	0,15 м
Объемный расход, $Q$	0,0875 м <sup>3</sup> /с
Длина участка, $L$	20 м

Произведем необходимые расчеты:

$$- S = \frac{3,14 \cdot 0,15^2}{4} = 0,01765;$$

$$- v = \frac{0,0875}{0,01765} = 4,95751;$$

$$- T = \frac{20}{4,95751} = 4,0344.$$

Получаем передаточную функцию трубопровода:

$$W_{\text{тр}} = \frac{0,0857}{4,0344 \cdot s + 1}.$$

### Преобразователь частоты

ПЧ формирует частоту для асинхронного двигателя, поэтому его передаточная функция будет определяться коэффициентом преобразования:

$$W_{\text{ПП}} = \frac{f}{I} = \frac{60 \text{ Гц}}{16 \text{ мА}} = 3,75. \quad (6)$$

## Асинхронный двигатель

АД представляет из себя апериодическое звено, которое преобразует энергию электрическую энергию в угловую скорость вращения вала:

$$W_{AD} = \frac{k_{AD}}{T_{AD} \cdot s + 1}. \quad (7)$$

Коэффициент передачи двигателя определяется как отношение угловой  $\omega_{AD}$  скорости к частоте питающей сети  $f$ , в номинальном режиме:

$$k_{AD} = \frac{2 \cdot 3,14 \cdot 2975}{60 \cdot 50} = 6,23.$$

Постоянную времени двигателя примем равной  $T_{AD} = 0,9$  и получим передаточную функцию:

$$W_{AD} = \frac{6,23}{0,9 \cdot s + 1}.$$

Необходимо учесть, что максимальная частота, выходящая из ПЧ равняется 60 Гц, следовательно, необходимо ограничить максимальную скорость вращения вала электродвигателя в Simulink. Для начала найдем величину скольжения выбранного электродвигателя:

$$s = 1 - \frac{n_{ном}}{n_c} = 1 - \frac{2975}{3000} = 0,0083. \quad (8)$$

Вычислим синхронное число оборотов электродвигателя при частоте питающей сети 60 Гц:

$$n_c = \frac{60 \cdot f}{p} = \frac{60 \cdot 60}{1} = 3600 \text{ об/мин}. \quad (9)$$

Вычислим число оборотов для асинхронного электродвигателя:

$$n = n_c \cdot (1 - s) = 3600 \cdot (1 - 0,0083) = 3574 \text{ об/мин} \quad (10)$$

После АД в Simulink поставим звено ограничения, которое ограничит верхний предел скорости вращения вала. Верхний предел скорости вращения равен 3574 об/мин или 374,08 рад/с.

## Насос

Насос представляет из себя апериодическое звено, которое преобразует скорость вращения вала в энергию, сообщаемую перекачиваемой жидкости (производительность насоса):

$$W_H = \frac{k_H}{T_H \cdot s + 1}. \quad (11)$$

Коэффициент передачи насоса в статическом режиме определяется как отношения производительности (объем перекачиваемой жидкости в единицу времени)  $Q$  к номинальной скорости асинхронного двигателя (привода) АД:

$$k_H = \frac{Q}{\omega_{АД}} = \frac{315}{311} = 1,01. \quad (12)$$

Постоянную времени насоса примем равной  $T_H = 0,2$  и получим передаточную функцию:

$$W_H = \frac{1,01}{0,2 \cdot s + 1}.$$

### Датчик давления

Так как датчик давления преобразует значение давления в токовый сигнал его передаточная функция будет выглядеть:

$$W_{ДД} = \frac{I_{max}}{P_{max}} = \frac{16 \text{ мА}}{27 \text{ МПа}} = 0,5926. \quad (13)$$

### Масштабирующий коэффициент

Передаточная функция масштабирующего коэффициента будет обратной к передаточной функции датчика давление, т.к. с помощью данного коэффициента ПЛК восстанавливает значение давления из токового сигнала:

$$W_{МК} = 1,6875.$$

Получаем математическую модель системы (рисунок 18).

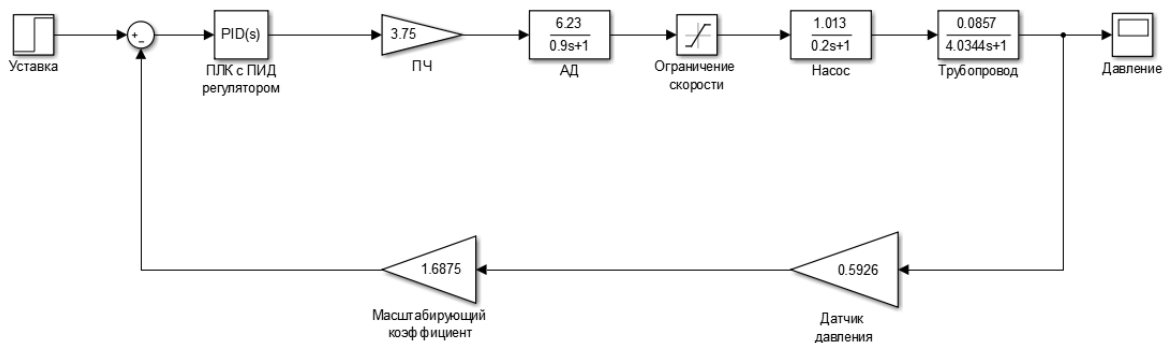


Рисунок 18 – Система автоматического регулирования

Операторно-структурная схема изображена в приложении 3 (ФЮРА.425280.005.08).

### 2.9.3.2. Настройка регулятора

В системе автоматического регулирования используется ПИ-регулятор. Структура ПИ-регулятора представлена на рисунке 19.

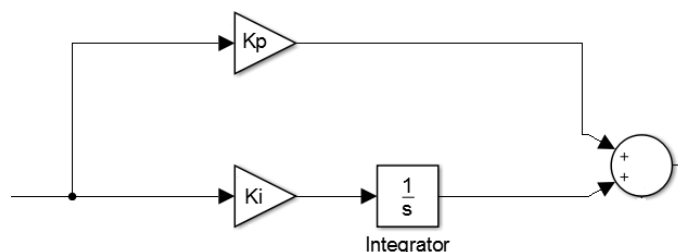


Рисунок 19 – Структура ПИ-регулятора

Формирование управляющего воздействия ПИ-регулятора происходит в соответствии с разницей между уставкой и значением давления в трубопроводе на выходе насоса, приведенных к унифицированному токовому сигналу. Управляющее воздействие направляется на привод (асинхронный двигатель) насоса, который осуществляет перекачку жидкости.

Сознательный отказ от дифференциальной составляющей объясняется тем, что дифференциальная составляющая усиливает шумы в сигнале. Для избавления от шумов можно применить высоко частотные фильтры, но это приведет к задержке при получении регулятором измеряемых значений, в свою очередь это отрицательно скажется на работоспособности систем.

Настройка регулятора проводилась с помощью двух методов – метода Циглера-Никольса (ЦН) основанного на реакции на ступенчатое воздействие (единичный скачок) и метода Chien, Hrones и Reswick (CHR). Формулы для расчёта коэффициентов регулятора представлены в таблице 14 с учетом того, что коэффициент интегральной составляющей  $K_I = \frac{K_D}{T_I}$ .

Таблица 14. Формулы для расчета коэффициентов регулятора

	ЦН		CHR	
Регулятор	$K_P$	$K_I$	$K_P$	$K_I$
П-	$1/\alpha$	-	$0,3/\alpha$	-
ПИ-	$0,9/\alpha$	$K_P^2/3L$	$0,35/\alpha$	$K_P^2/1.2L$

Для начала необходимо получить характеристику объекта, т.е. реакцию объекта на скачок, поэтому смоделируем ступенчатое воздействие управляющего сигнала на систему в Simulink. Входное воздействие представляет из себя ступенчатое воздействие, которое обозначает уставку 27 МПа, но выраженную в токовом эквиваленте. Операторно-структурная схема (ОСС) приведена на рисунке 20.



Рисунок 20 – ОСС для определения характеристики

Полученная характеристика объекта приведена на рисунке 21. По оси ОУ указана относительная величина давления, выраженная в долях от 27 МПа.

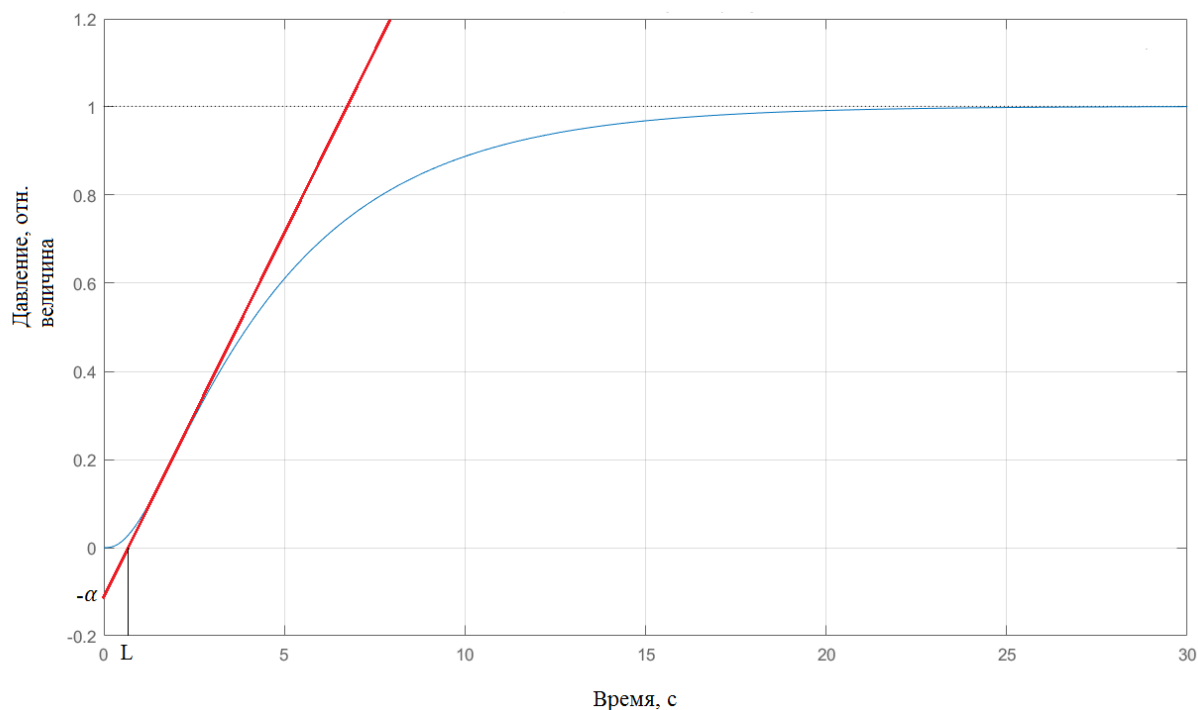


Рисунок 21 – Характеристика объекта

Из характеристики видно, что параметры, необходимые для расчета коэффициентов регулятора, равны  $\alpha = 0,1 \cdot 27 = 2,7$  и  $L = 0,6$ . По формулам из таблицы 14 были рассчитаны коэффициенты (таблица 15).

Таблица 15. Коэффициенты регулятора

Регулятор	ЦН		СНР	
	$K_P$	$K_I$	$K_P$	$K_I$
П-	0,3704	-	0,1111	-
ПИ-	0,3333	0,0617	0,1296	0,0233

Подставим найденные коэффициенты в ПИ-регулятор и построим переходные характеристики, а затем оценим качество переходного процесса. Операторно-структурная схема представлена на рисунке 22.

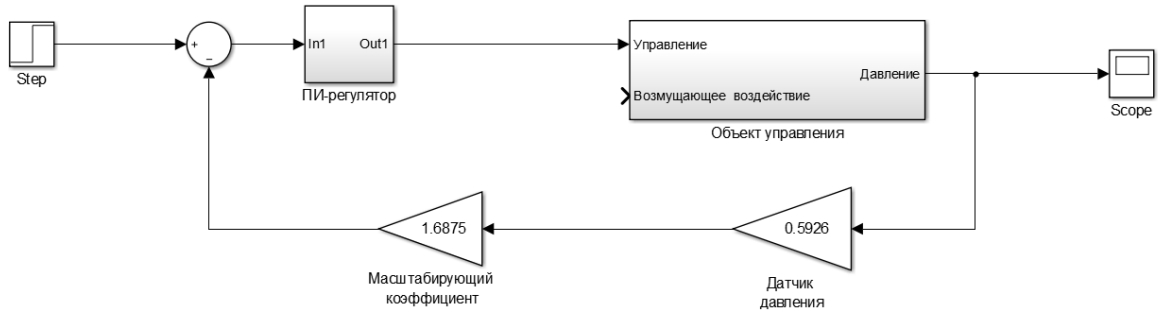


Рисунок 22 – OCC с регулятором

Переходные характеристики с найденными коэффициентами представлены на рисунке 23, а показатели качества переходных процессов сведены в таблицу 16.

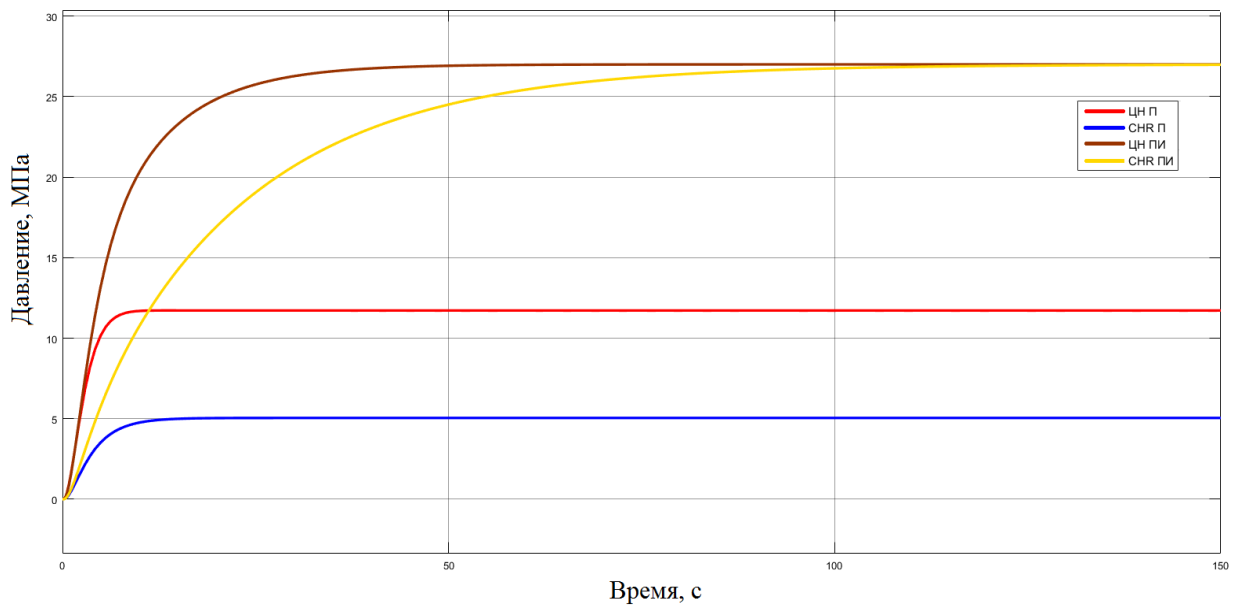


Рисунок 23 – Переходные характеристики

Таблица 16. Показатели качества переходных процессов

Регулятор	ЦН	СНР
П-	$t_{\text{пп}} = 6,5 \text{ с}$ $\sigma = 0 \%$ $\varepsilon_{\text{ст}} = 56,6 \%$	$t_{\text{пп}} = 13,1 \text{ с}$ $\sigma = 0 \%$ $\varepsilon_{\text{ст}} = 81,3 \%$

<b>ПИ-</b>	$t_{\text{пп}} = 32,8 \text{ с}$ $\sigma = 0 \%$ $\varepsilon_{\text{ст}} = 0 \%$	$t_{\text{пп}} = 82,9 \text{ с}$ $\sigma = 0 \%$ $\varepsilon_{\text{ст}} = 0 \%$
------------	---	---

Из полученных результатов видно, что наилучший результат дает настройка ПИ-регулятора по методу Циглера-Никольса. Для улучшения показателей качества переходного процесса выполним ручную подстройку регулятора (рисунок 24).

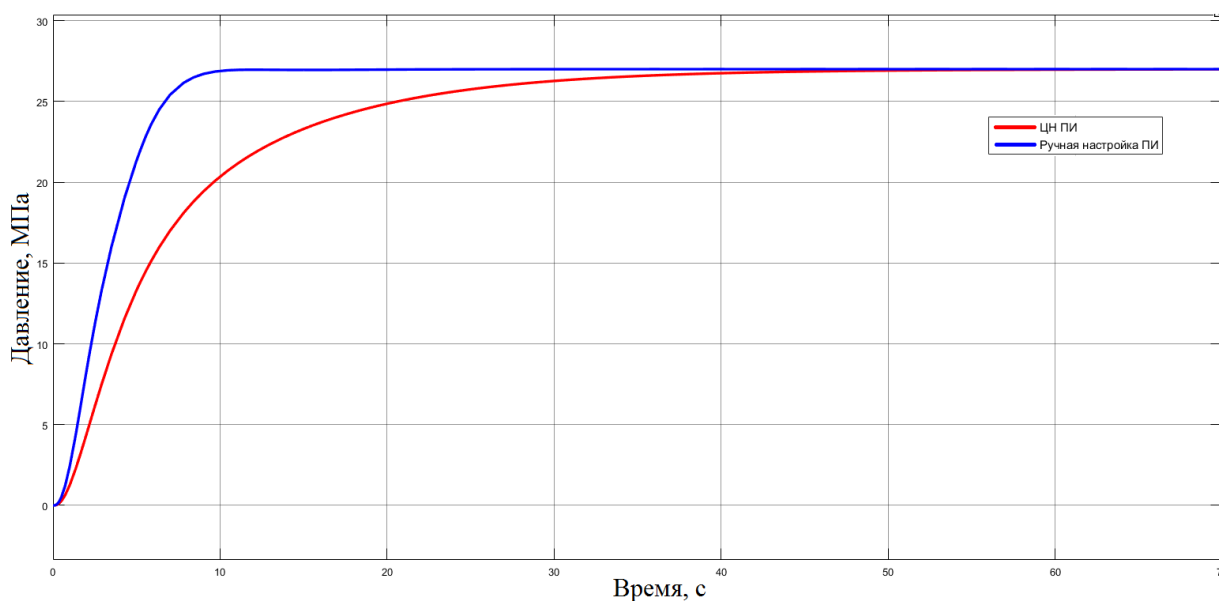


Рисунок 24 – Сравнение переходных характеристик

Таблица 17. Показатели качества переходных процессов

Регулятор	ЦН	Ручная настройка
<b>ПИ-</b>	$t_{\text{пп}} = 32,8 \text{ с}$ $\sigma = 0 \%$ $\varepsilon_{\text{ст}} = 0 \%$	$t_{\text{пп}} = 8,4 \text{ с}$ $\sigma = 0 \%$ $\varepsilon_{\text{ст}} = 0 \%$

Сравнив показатели качества по таблице 17, можно сказать, что благодаря ручной настройке мы смогли добиться более качественного переходного процесса. Параметры ПИ-регулятора при ручной настройке:

$$K_{\text{п}} = 0,6357;$$

$$K_{\text{и}} = 0,1432.$$



## Анализ поведения системы при возмущающем воздействии

Смоделируем ситуацию, когда есть возмущающее воздействие. Возмущающим воздействием будет являться падение давления на входе в насос, которое вызывает падение производительности насоса (расхода на выходе) на  $30 \text{ м}^3/\text{ч}$ . Операторно-структурная схема приведена на рисунке 25, переходная характеристика представлена на рисунке 26, а показатели качества переходных процессов отражены в таблице 18. Все эксперименты проводились с коэффициентами ПИ-регулятора, найденными ранее.

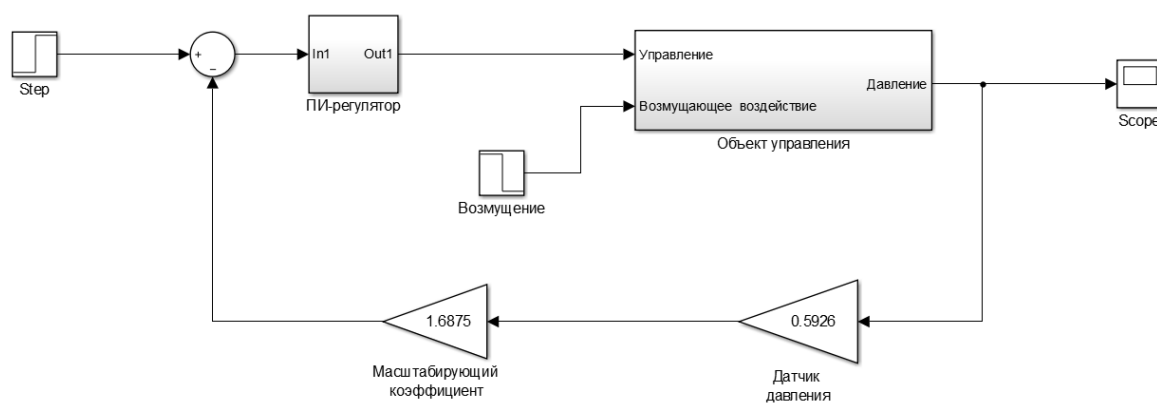


Рисунок 25 – ОСС при возмущающем воздействии

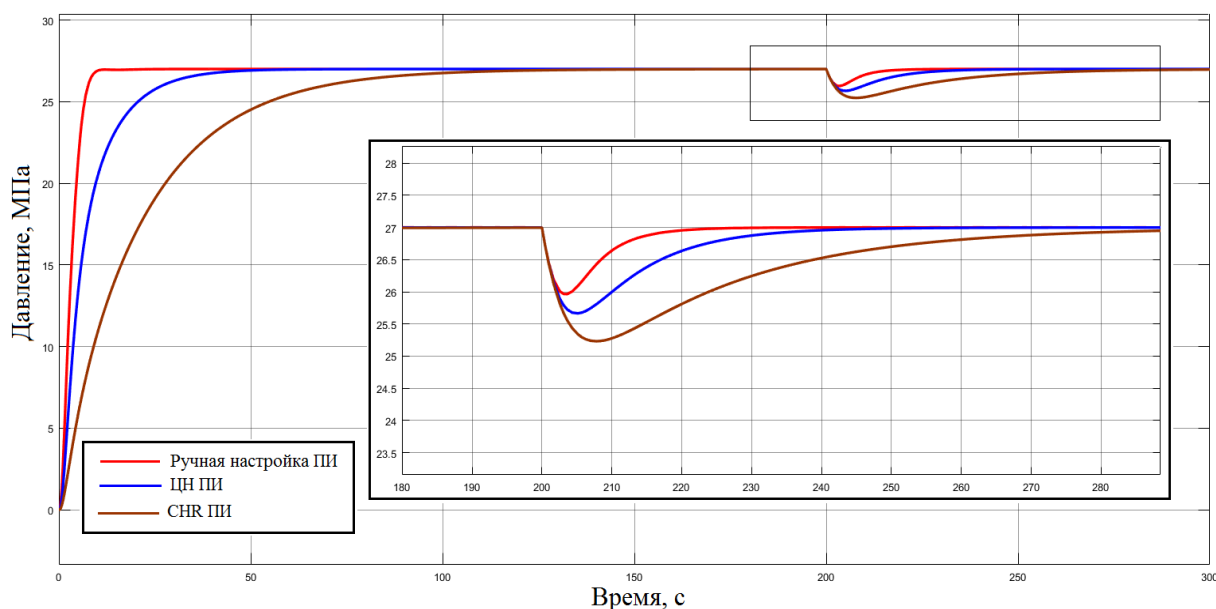


Рисунок 26 – Переходная характеристика при возмущении

Таблица 18. Показатели качества переходных процессов

По возмущению	Ручная настройка ПИ	ЦН ПИ	СНР ПИ
ПИ-регулятор	$t_{\text{пп}} = 8,1 \text{ с}$ $\varepsilon_{\text{ст}} = 0 \%$	$t_{\text{пп}} = 16,2 \text{ с}$ $\varepsilon_{\text{ст}} = 0 \%$	$t_{\text{пп}} = 37,1 \text{ с}$ $\varepsilon_{\text{ст}} = 0 \%$

На графике переходной характеристики видно, что система обрабатывает возмущение и возвращает значение давления на выходе насоса к уставке, следовательно, данную систему можно использовать в качестве системы стабилизации пластового давления. Наилучшие показатели качества переходного процесса дает настройка ПИ-регулятора ручным способом.

Дальнейшие анализы проводились при коэффициентах ПИ-регулятора найденных ручным способом.

#### Анализ поведения системы при шумах в канале обратной связи

Смоделируем ситуацию, когда есть шум в канале обратной связи. В качестве источника шума в Simulink выбран генератор сигналов, который генерирует случайный сигнал с равномерным распределением с амплитудой 10 мА, что равняется 62,5% от номинального сигнала, и частотой 1000 Гц, то есть сигнал принимает случайные значения от -10 мА до 10 мА через каждые 0,001с. Операторно-структурная схема приведена на рисунке 27, переходная характеристика представлена на рисунке 28.

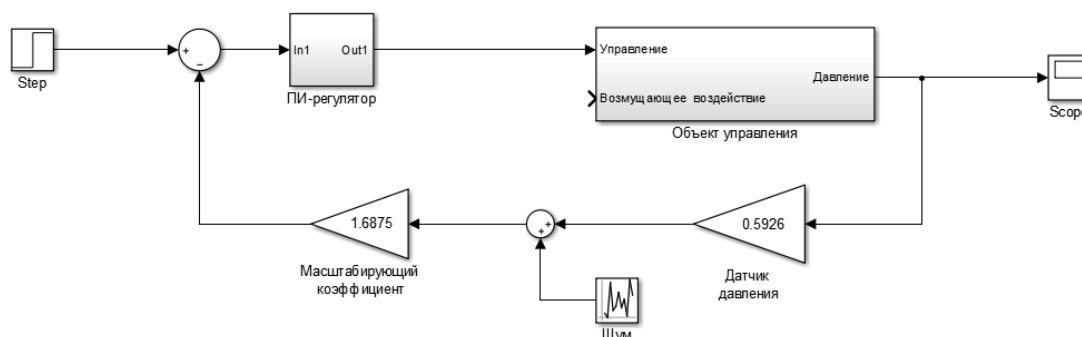


Рисунок 27 – ОСС с шумом в обратной связи

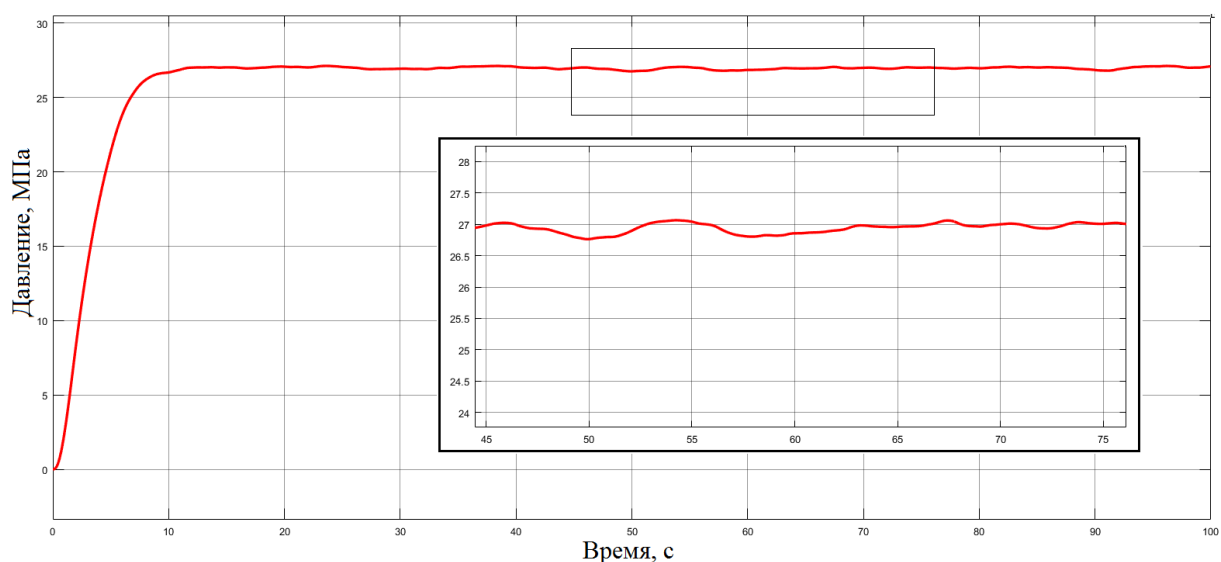


Рисунок 28 – Переходная характеристика при шуме

Из графика переходной характеристики видно то, что шум не оказывает значительного влияния на регулируемую величину, но значение регулируемой величины не выходит на установившееся значение, а колеблется в районе уставки.

### Анализ системы на грубость

Анализ системы на грубость проводился при изменении параметров объекта управления (трубопровода) как большую, так и в меньшую сторону, а именно  $\pm 30\%$ . В таблице 19 приведены параметры трубопровода.

Таблица 19. Параметры трубопровода

Отклонение	-30%	0%	+30%
$k_{тр}$	0,06	0,0857	0,1114
$T$	2,8241	4,0344	5,2447

На рисунке 29 приведены переходные характеристики, а в таблице 20 указаны показатели качества переходного процесса.

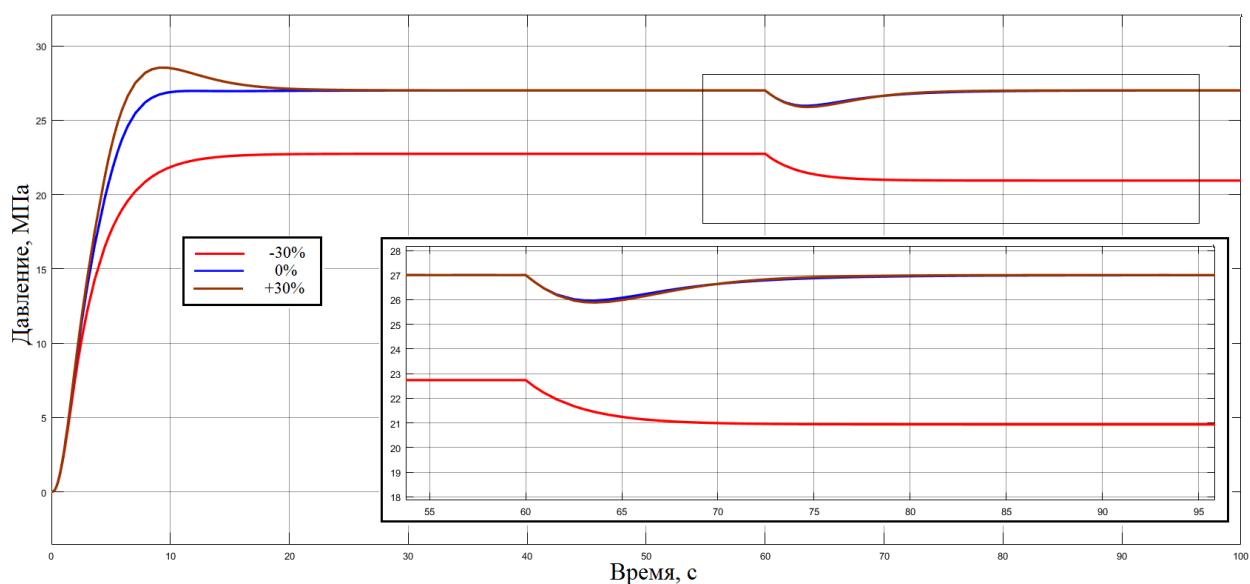


Рисунок 29 – Переходные характеристики при анализе на грубость

Таблица 20. Показатели качества переходных процессов

	По управлению	По возмущению
<b>-30%</b>	$t_{\text{пп}} = 11,9 \text{ с}$ $\sigma = 0 \%$ $\varepsilon_{\text{СТ}} = 15,8 \%$	$t_{\text{пп}} = 4,0 \text{ с}$ $\varepsilon_{\text{СТ}} = 22,4 \%$
<b>0%</b>	$t_{\text{пп}} = 8,4 \text{ с}$ $\sigma = 0 \%$ $\varepsilon_{\text{СТ}} = 0 \%$	$t_{\text{пп}} = 8,1 \text{ с}$ $\varepsilon_{\text{СТ}} = 0 \%$
<b>+30%</b>	$t_{\text{пп}} = 14,9 \text{ с}$ $\sigma = 5,7 \%$ $\varepsilon_{\text{СТ}} = 0 \%$	$t_{\text{пп}} = 8,4 \text{ с}$ $\varepsilon_{\text{СТ}} = 0 \%$

Из полученных результатов видно, что система не является грубой по отношению к задающему воздействию, т.к. при изменении параметров трубопровода показатели качества переходного процесса сильно отклоняются от номинальных. По отношению к возмущающему воздействию система тоже не является грубой. Также из полученных результатов видно, что ограничение скорости вращения двигателя влияет на динамику процесса, при отклонении параметров объекта управления на -30% можно заметить, что система не выходит на заданный уровень, так как не хватает скорости двигателя. Ниже

будет представлен график переходной характеристики системы без ограничения скорости (рисунок 30).

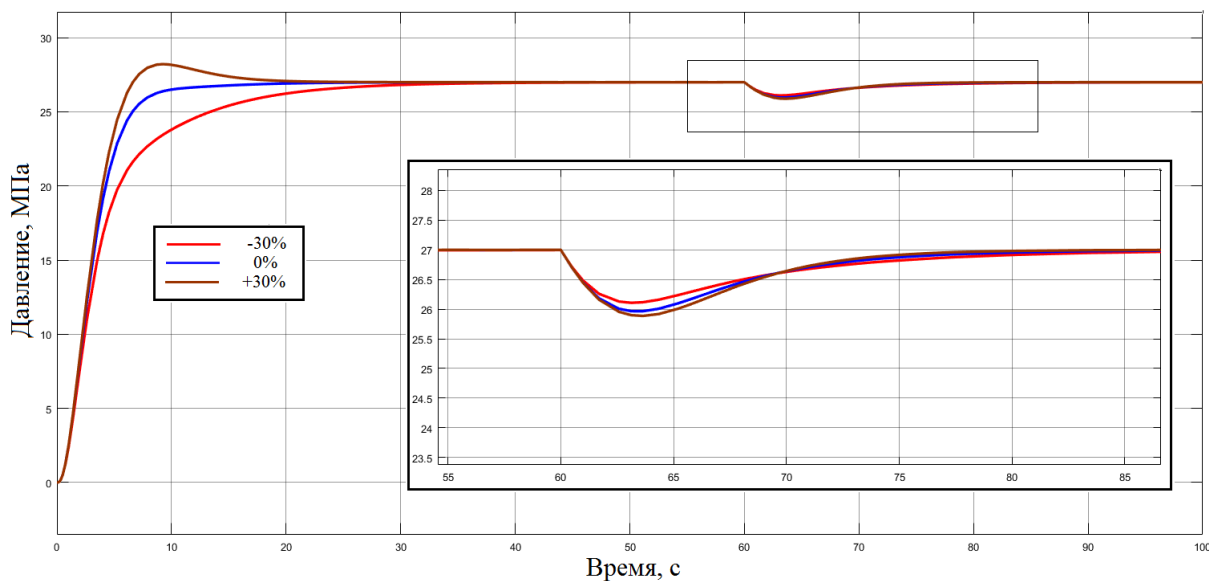


Рисунок 30 – Переходные характеристики при анализе на грубость без ограничений скорости

Таблица 21. Показатели качества переходных процессов

	По управлению	По возмущению
<b>-30%</b>	$t_{пп} = 22,4 \text{ с}$ $\sigma = 0 \%$ $\varepsilon_{ст} = 0 \%$	$t_{пп} = 7,5 \text{ с}$ $\varepsilon_{ст} = 0 \%$
<b>0%</b>	$t_{пп} = 9,7 \text{ с}$ $\sigma = 0 \%$ $\varepsilon_{ст} = 0 \%$	$t_{пп} = 8,1 \text{ с}$ $\varepsilon_{ст} = 0 \%$
<b>+30%</b>	$t_{пп} = 13,4 \text{ с}$ $\sigma = 5,7 \%$ $\varepsilon_{ст} = 0 \%$	$t_{пп} = 8,3 \text{ с}$ $\varepsilon_{ст} = 0 \%$

При отсутствии ограничение скорости, система не является грубой по отношению к задающему воздействию, но является грубой по отношению к возмущающему воздействию.

## 2.10. Разработка экранных форм

«SCADA – программный пакет, предназначенный для разработки или обеспечения работы в реальном времени систем сбора, обработки, отображения и архивирования информации об объекте мониторинга или управления» [19].

«SCADA-системы решают следующие задачи:

- Обмен данными с «устройствами связи с объектом» (то есть с промышленными контроллерами и платами ввода-вывода);
- Обработка информации в реальном времени;
- Логическое управление;
- Отображение информации на экране монитора в удобной и понятной для человека форме;
- Ведение базы данных реального времени с технологической информацией;
- Аварийная сигнализация и управление тревожными сообщениями;
- Подготовка и генерирование отчетов о ходе технологического процесса;
- Осуществление сетевого взаимодействия между SCADA ПК;
- Обеспечение связи с внешними приложениями (СУБД, электронные таблицы, текстовые процессоры и т. д.)» [19].

В ходе выполнения проекта была разработана мнемосхема технологического процесса, её можно увидеть в приложении И (ФЮРА.425280.005.09), а дерево экранных форм в приложении К (ФЮРА.425280.005.10). Мнемосхема была разработана с использованием ПО Simatic WinCC.

«Simatic WinCC (Windows Control Center) – система HMI, программное обеспечение для создания человеко-машинного интерфейса, составная часть

семейства систем автоматизации Simatic, производимых компанией Siemens AG» [20].

Пользователь может осуществлять навигацию экранных форм с использованием кнопок прямого вызова. В главном окне мнемосхемы пользователь может наблюдать показатели технологического процесса, а также может производить пуск и останов насосного агрегата. Помимо главного окна пользователь может переключиться в окно где отображаются аварийные сообщения. Наглядно увидеть как менялись значения давления в трубопроводе линии нагнетания пользователь может увидеть в окне “графики”.

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

Студенту:

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>
8Т31	Гилев Владислав Андреевич

<b>Институт</b>	<b>Институт кибернетики</b>	<b>Кафедра</b>	<b>СУМ</b>
<b>Уровень образования</b>	Бакалавр	<b>Направление/специальность</b>	15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств

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

<p>1. Показатели оценки качества разработки.</p> <p>2. Показатели оценки коммерческого потенциала разработки.</p>	<p>1. Повышение производительности, удобство в эксплуатации, помехоустойчивость, энергоэкономичность, надежность, безопасность, простота эксплуатации.</p> <p>2. Конкурентоспособность, уровень проникновения на рынок, цена, предполагаемый срок эксплуатации, условия проникновения на рынок.</p>
---	---

**Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:**

<p>1. Потенциальные потребители результатов исследования.</p> <p>2. Анализ конкурентных технических решений.</p> <p>3. Технология QuaD.</p> <p>4. Планирование в рамках научного исследования.</p> <p>5. Бюджет научно-технического исследования.</p>	<p>1. Анализ потенциальных потребителей, актуальность работы.</p> <p>2. Анализ основных конкурентов.</p> <p>3. Оценка качества и перспективности разработки.</p> <p>4. Оценка трудоемкости ВКР в календарных днях.</p> <p>5. Расчет бюджета проекта.</p>
---	--

<b>Дата выдачи задания для раздела по линейному графику</b>	
---	--

**Задание выдал консультант:**

<b>Должность</b>	<b>ФИО</b>	<b>Ученая степень, звание</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
Доцент кафедры МЕН	Спицын Владислав Владимирович	Кандидат экономических наук		

**Задание принял к исполнению студент:**

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
8Т31	Гилев Владислав Андреевич		



### **3. Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности**

В ВКР рассматривается система автоматизированного управления блочной кустовой насосной станцией (БКНС). БКНС предназначена для закачки воды в нагнетательные скважины пласта, с целью поддержания давления на заданном значении.

В ходе проектирования системы было составлено техническое задание, далее исходя из требуемых параметров был осуществлен подбор средств реализации данной системы автоматизированного управления. Помимо указанных видов работ были разработаны графические приложения, которые отражают схемы автоматизации, схему внешних проводок, разработанные мнемосхемы и др. Спроектированная система автоматизированного управления отвечает всем требованиям, указанным в техническом задании.

Достоинствами разработанной системы являются: использование современных датчиков, которые осуществляют передачу с помощью унифицированных токовых сигналов, а также применение надёжных исполнительных устройств. Применение унифицированных сигналов в системе управления позволяет производить замену используемых датчиков на аналогичные, без нарушения работоспособности системы и изменения алгоритмов работы ПЛК. Помимо вышеуказанных достоинств технической части, система автоматизированного управления позволяет снизить нагрузку на операторов, путем осуществления: автоматического контроля показателей технологического процесса, защиты оборудования от перегрева, наглядного отображения всех показателей и аварийных сообщений на дисплее ПЭВМ.

Недостатком данной системы является то, что первоначальную установку, монтаж и настройку должны проводить специалисты, которые обладают необходимыми навыками и знаниями.

### 3.1. Потенциальные потребители результатов исследования

Потенциальными потребителями спроектированной системы автоматизированного управления блочной кустовой насосной станцией являются коммерческие организации нефтегазовой отрасли, а именно организации, осуществляющие добычу нефти. Научное исследование направлено на крупные предприятия, которые внедряют или имеют автоматизированные системы контроля и управления технологическими процессами.

В таблице 22 отражена сегментация рынка по следующим критериям: размер компании-заказчика и направление деятельности. Анализ рынка выполнялся на основе компаний ООО «Элком+» (фирма А), ООО «СПЕЦ-М» (фирма Б), АО НТК «МодульНефтеГазКомплект» (фирма В).

Таблица 22. Карта сегментирования рынка

		Направление деятельности			
		Подбор средств реализации	Разработка алгоритмов управления	Проектирование АСУ ТП	Внедрение SCADA систем
Размер компании	Мелкие				
	Средние				
	Крупные				

**Фирма А**
 **Фирма Б**
 **Фирма В**

На приведенной карте сегментирования видно, что свободными остаются следующие сегменты рынка: проектирование АСУ ТП для средних и крупных компаний, а также подбор средств реализации для крупных компаний.

### **3.2. Анализ конкурентных технических решений**

Данный анализ проводится с помощью оценочной карты для сравнения конкурентных технических решений, приведенной в таблице 23. В качестве конкурентов для проектируемой АСУ ТП БКНС (разработка) рассматриваются: проект сторонней компании (конкурент 1) и существующая система управления БКНС (конкурент 2).

В качестве проекта сторонней компании рассматривается разработка АО НТК «МодульНефтеГазКомплект» (конкурент 1). АО НТК «МНГК» – динамично развивающееся предприятие, специализацией которого является разработка и поставка высокоэффективного современного оборудования для нефтедобывающих предприятий, разработка и внедрение современных технических и программных средств АСУ ТП, а также пуско-наладочные работы. Разработки данной компании обладают высокой безопасностью, но в тоже время являются достаточно дорогостоящими.

Существующая система управления представлена БКНС ООО «СПЕЦ-М». (конкурент 2) Общество с ограниченной ответственностью «СПЕЦ-М» образовано в 1999 году. Компания имеет многопрофильную структуру бизнеса: разработка и производство оборудования, автоматизация и контроль технологических процессов, строительство зданий и сооружений. Система управления данной компании уже представлена на рынке, следовательно, обладает высоким уровнем и хорошими условиям проникновения на рынок. Достаточной низкой цена данной системы обусловлена, самостоятельным производством части оборудования. Недостатком существующей системы является использование старого оборудования, что сказывается на общем повышении производительности.

Таблица 23. Оценочная карта

Критерии оценки	Вес	Баллы			Конкурентоспособность		
		Разработка	Конкурент 1	Конкурент 2	Разработка	Конкурент 1	Конкурент 2
<b>Технические критерии оценки ресурсоэффективности</b>							
Повышение производительности	0,1	4	4	3	0,4	0,4	0,3
Удобство в эксплуатации	0,06	5	4	4	0,3	0,24	0,24
Помехоустойчивость	0,06	4	3	5	0,24	0,18	0,3
Энергоэкономичность	0,05	4	4	5	0,2	0,2	0,25
Надежность	0,1	5	4	4	0,5	0,4	0,4
Безопасность	0,1	4	5	4	0,4	0,5	0,4
Простота эксплуатации	0,07	4	4	4	0,28	0,28	0,28
<b>Экономические критерии оценки ресурсоэффективности</b>							
Конкурентоспособность	0,07	4	3	3	0,28	0,21	0,21
Уровень проникновения на рынок	0,04	1	3	4	0,04	0,12	0,16
Цена	0,1	3	2	3	0,3	0,2	0,3
Предполагаемый срок эксплуатации	0,2	5	4	4	1	0,8	0,8
Условия проникновения на рынок	0,05	4	4	5	0,2	0,2	0,25
Итого	1	47	45	48	4,14	3,73	3,89

Анализ конкурентных технических решений определяется по формуле:

$$K = \sum V_i \cdot B_i, \quad (14)$$

где  $K$  – конкурентоспособность научной разработки;

$V_i$  – вес показателя;

$B_i$  – балл  $i$ -го показателя.

Опираясь на полученные результаты, можно выделить следующие конкурентные преимущества разработки АСУ ТП БКНС: длительный срок эксплуатации, удобство эксплуатации, повышенная надежность.

### 3.3. Технология QuaD

Для упрощения процедуры проведения QuaD, выполним оценку в табличной форме (Таблица 24).

Таблица 24. Оценочная карта QuaD

Критерии оценки	Вес	Баллы	Максимальный балл	Относительное значение	Средневзвешенное значение
<b>Показатели оценки качества разработки</b>					
Энергоэффективность	0,05	65	100	0,65	0,0325
Помехоустойчивость	0,06	65	100	0,65	0,039
Безопасность	0,2	70	100	0,7	0,14
Функциональная мощность	0,1	70	100	0,7	0,07
Простота эксплуатации	0,07	70	100	0,7	0,049
Ремонтопригодность	0,06	80	100	0,8	0,048
<b>Показатели оценки коммерческого потенциала разработки</b>					
Конкурентоспособность	0,07	70	100	0,7	0,049

Уровень проникновения на рынок	0,04	50	100	0,5	0,02
Цена	0,15	50	100	0,5	0,075
Предполагаемый срок эксплуатации	0,2	80	100	0,8	0,16
Итого	1				0,6825

Оценка качества и перспективности определяется по формуле:

$$P_{cp} = \sum P_i \cdot 100, \quad (15)$$

где  $P_{cp}$  – средневзвешенное значение показателя качества и перспективности научной разработки;

$P_i$  – средневзвешенное значение критерия.

Рассчитаем  $P_{cp}$  для проектируемой системы:  $P_{cp} = 0,6825 \cdot 100 = 68,25$ . Средневзвешенное значение позволяет оценить перспективы разработки и качество проведенного исследования, мы получили значение 68,25, следовательно, можно сказать, что перспективность разработки выше среднего.

### **3.4. Планирование научно-исследовательских работ**

#### **3.4.1. Структура работ в рамках научного исследования**

Разобьем процесс выполнения ВКР на этапы и работы, которые необходимо сделать для достижения результата. При реализации проекта рассматриваются два исполнителя: руководитель (Р), студент (С). Выделенные этапы представлены в таблице 25.

Таблица 25. Перечень этапов, работ и распределение исполнителей

<b>Основные этапы</b>	<b>№ раб.</b>	<b>Содержание работ</b>	<b>Должность исполнителя</b>
Разработка технического задания	1	Составление и утверждение технического задания	Руководитель, студент
Выбор направления исследования	2	Подбор и изучение материалов по теме	Руководитель, студент
	3	Изучение существующих систем	Студент
	4	Календарное планирование работа	Руководитель, студент
Разработка системы и проектирование	5	Описание технологического процесса	Студент
	6	Разработка функциональной схемы автоматизации	Студент
	7	Разработка структурной схемы	Студент
	8	Разработка схемы информационных потоков	Студент
	9	Выбор средств реализации	Студент
	10	Разработка схемы внешних проводок	Студент
	11	Разработка алгоритмов управления	Студент

	12	Получение математической модели объекта	Студент
	13	Моделирование	Студент
	14	Разработка экранных форм	Студент
	15	Проверка работы с руководителем	Руководитель, студент
	16	Исправление замечаний	Студент
Оформление отчета	17	Составление пояснительной записки	Студент

### 3.4.2. Определение трудоемкости и разработка графика выполнения работ

Для определения трудоемкости работ будем использовать такие показатели как ожидаемое значение трудоемкости, продолжительность каждой работы, продолжительность выполнения  $i$  – ой работы в календарных днях, коэффициент календарности.

Для расчета ожидаемого значения продолжительности работ  $t_{ожи}$  применяется следующая формула:

$$t_{ожи} = \frac{3 \cdot t_{мини} + 2 \cdot t_{макси}}{5}, \quad (16)$$

где  $t_{мини}$  – минимальная трудоемкость  $i$ -ой работы, чел.-дн.;

$t_{макси}$  – максимальная трудоемкость  $i$ -ой работы, чел.-дн.

Из расчета ожидаемой трудоемкости работ, определим продолжительность каждой работы в рабочих днях  $T_{pi}$  учитывающая параллельность выполнения работ несколькими исполнителями:

$$T_{pi} = \frac{t_{ожи}}{ч_i}, \quad (17)$$

где  $T_{pi}$  – продолжительность одной работы, раб. дн.;



$t_{ожи}$  – ожидаемая трудоемкость выполнения одной работы, чел.-дн.

$Ч_i$  – численность исполнителей, выполняющих одновременно одну и ту же работу на данном этапе, чел.

Для построения диаграммы Ганта, переведем длительность каждого из этапов работ в календарные дни:

$$T_{ki} = T_{pi} \cdot k_{кал}, \quad (18)$$

где  $T_{ki}$  – продолжительность выполнения  $i$ -й работы в календарных днях;

$T_{pi}$  – продолжительность выполнения  $i$ -й работы в рабочих днях;

$k_{кал}$  – коэффициент календарности.

Коэффициент календарности определяется по следующей формуле:

$$k_{кал} = \frac{T_{кал}}{T_{кал} - T_{вых} - T_{пр}}, \quad (19)$$

где  $T_{кал}$  – количество календарных дней в году;

$T_{вых}$  – количество выходных дней в году;

$T_{пр}$  – количество праздничных дней в году.

Коэффициент календарности (2017 год) :  $K_{кал} = 365 / (365 - 118) = 1,477$ .

Все рассчитанные значения для каждой работы представлены в таблице 26.

Таблица 26. Временные показатели проведения научного исследования

№ раб.	Трудоемкость работ						Исполнители	$T_{pi}$ , раб. дн.	$T_{ki}$ , кал. дн.
	$t_{mini}$ , чел.-дн.		$t_{maxi}$ , чел.-дн.		$t_{ожи}$ , чел.-дн.				
	С	Р	С	Р	С	Р		С+Р	С+Р
1	2	1	3	2	2,4	1,4	2	1,9	3
2	14	3	17	5	15,2	3,8	2	9,5	15
3	5	–	7	–	5,8	–	1	5,8	9
4	2	2	3	3	2,4	2,4	2	2,4	4
5	1	–	2	–	1,4	–	1	1,4	3

6	5	–	7	–	5,8	–	1	5,8	9
7	2	–	3	–	2,4	–	1	2,4	4
8	2	–	3	–	2,4	–	1	2,4	4
9	10	–	15	–	12	–	1	12	18
10	2	–	3	–	2,4	–	1	2,4	4
11	4	–	6	–	4,8	–	1	4,8	8
12	2	–	3	–	2,4	–	1	2,4	4
13	4	–	6	–	4,8	–	1	4,8	8
14	3	–	5	–	3,8	–	1	3,8	6
15	2	2	3	3	2,4	2,4	2	2,4	4
16	3	–	5	–	3,8	–	1	3,8	6
17	5	–	7	–	5,8	–	1	5,8	9
Итого:									118

На основании таблицы 5 построим диаграмму Ганта (таблица 27), представляющую из себя ленточный график, на котором работы по теме представляются протяженными во времени отрезками, характеризующимися датами начала и окончания выполнения работ.

Таблица 27. Календарный план-график

№ работы	T <sub>ки</sub> , кал. дн.	Продолжительность выполнения работ												
		Февраль			Март			Апрель			Май			
		1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	
1	3	■												
2	15	■	■	■										
3	9			■	■									
4	4				■									
5	3					■								
6	9					■	■							
7	4						■							

8	4												
9	18												
10	4												
11	8												
12	4												
13	8												
14	6												
15	4												
16	6												
17	9												

### 3.5. Бюджет научно-технического исследования

#### 3.5.1. Расчет материальных затрат

Для вычисления материальных затрат воспользуемся следующей формулой:

$$Z_m = (1 + k_T) \cdot \sum_{i=1}^m C_i \cdot N_{расхi}, \quad (20)$$

где  $m$  – количество видов материальных ресурсов, потребляемых при выполнении научного исследования;

$N_{расхi}$  – количество материальных ресурсов  $i$ -го вида, планируемых к использованию;

$C_i$  – цена приобретения единицы  $i$ -го вида потребляемых материальных ресурсов;

$k_T$  – коэффициент, учитывающий транспортно-заготовительные расходы (примем равным 0,2).

Для научного проекта необходимы следующие материальные ресурсы: ноутбук, мышь, принтер, печатная бумага, канцелярские товары.

Таблица 28. Материальные затрат

Наименование	Единица измерения	Количество	Цена за ед., руб	Затраты $Z_m$ , руб
Ноутбук	Шт.	1	32000	38400
Мышь	Шт.	1	500	600
Принтер	Шт.	1	6000	7200
Печатная бумага	Пачка	1	250	300
Канцелярские товары	Шт.	1	150	180
Итого:				46680

### 3.5.2. Основная заработная плата исполнителей темы

Основная заработная плата студента и руководителя за выполнение НИИ, рассчитывается по следующей формуле:

$$Z_{\text{осн}} = Z_{\text{дн}} \cdot T_p, \quad (21)$$

где  $Z_{\text{дн}}$  – среднедневная заработная плата работника, руб.;

$T_p$  – продолжительность работ, выполняемых научно-техническим работником, раб. дн.

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле:

$$Z_{\text{дн}} = \frac{Z_m \cdot M}{F_d}, \quad (22)$$

где  $Z_m$  – месячный должностной оклад работника, руб.;

$M$  – количество месяцев работы без отпуска в течение года:

при отпуске в 24 раб. дня  $M = 11,2$  месяца, 5-дневная неделя;

при отпуске в 48 раб. дней  $M = 10,4$  месяца, 6-дневная неделя;

при отпуске в 72 раб. дней  $M = 9,6$ .

$F_d$  – действительный годовой фонд рабочего времени научно-технического персонала, раб. дн.

Таблица 29. Баланс рабочего времени

Показатели рабочего времени	Руководитель	Студент
Календарное число дней	365	365
Количество нерабочих дней	118	118
- выходные дни		
- праздничные дни		
Потери рабочего времени		
- отпуск	48	72
- невыходы по болезни		
Действительный годовой фонд рабочего времени	199	175

Месячный должностной оклад работника:

$$Z_m = Z_{tc} \cdot (1 + k_{пр} + k_d) \cdot k_p, \quad (23)$$

где  $Z_{tc}$  – заработная плата по тарифной ставке, руб.;

$k_{пр}$  – премиальный коэффициент, равный 0,3 (т.е. 30% от  $Z_{tc}$ );

$k_d$  – коэффициент доплат и надбавок составляет примерно 0,2 – 0,5 (в НИИ и на промышленных предприятиях – за расширение сфер обслуживания, за профессиональное мастерство, за вредные условия: 15-20% от  $Z_{tc}$ );

$k_p$  – районный коэффициент, равный 1,3 (для Томска).

Расчёт основной заработной платы приведён в таблице 30.

Таблица 30. Основная заработная плата

Исполнители	$Z_{tc}$ , руб.	$k_{пр}$	$k_d$	$k_p$	$Z_m$ , руб.	$Z_{дн}$ , руб.	$T_p$ , раб. дн.	$Z_{осн}$ , руб.
Руководитель	15800	0,3	0,2	1,3	30810	1610,17	10	16101,71
Студент	2207	0,3	0,2	1,3	4303,65	236,09	80	18886,88
Итого:								34988,58

### 3.5.3. Дополнительная заработная плата исполнителей темы

Расчет дополнительной заработной платы ведется по следующей формуле:

$$Z_{\text{доп}} = k_{\text{доп}} \cdot Z_{\text{осн}}, \quad (24)$$

где  $k_{\text{доп}}$  – коэффициент дополнительной заработной платы (на стадии проектирования принимается равным 0,12-0,15).

Таблица 31. Дополнительная заработная плата

Исполнители	$Z_{\text{осн}}$ , руб.	$k_{\text{доп}}$	$Z_{\text{доп}}$ , руб.
Руководитель	16101,71	0,15	2415,26
Студент	18886,88	0,15	2833,03
Итого:			5248,29

### 3.5.4. Отчисления во внебюджетные фонды

Величина отчислений по внебюджетные фонды определяется исходя из следующей формулы:

$$Z_{\text{внеб}} = k_{\text{внеб}} \cdot (Z_{\text{осн}} + Z_{\text{доп}}), \quad (25)$$

где  $k_{\text{внеб}}$  – коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды (пенсионный фонд, фонд обязательного медицинского страхования и пр.).

На 2017 г. в соответствии с положениями ст.58.2 закона №212-ФЗ установлены следующие тарифы страховых взносов: ПФР – 0.22 (22%), ФСС РФ – 0.029 (2,9%), ФФОМС – 0,051 (5,1%), следовательно,  $k_{\text{внеб}} = 0,3$ .

Таблица 32. Отчисления во внебюджетные фонды

Исполнители	$Z_{\text{осн}}$ , руб.	$Z_{\text{доп}}$ , руб.	$k_{\text{внеб}}$	$Z_{\text{внеб}}$ , руб.
Руководитель	16101,71	2415,26	0,3	5555,09
Студент	18886,88	2833,03	0,3	6515,97
Итого:				12071,06

### 3.5.5. Накладные расходы

Величина накладных расходов определяется по формуле:

$$Z_{\text{накл}} = (\text{сумма статей } 1 \div 4) \cdot k_{\text{нр}}, \quad (26)$$

где  $k_{\text{нр}}$  – коэффициент, учитывающий накладные расходы (примем равным 0,16).

$$Z_{\text{накл}} = (46680 + 34988,58 + 5248,29 + 12071,06) \cdot 0,16 = 15838,07 \text{ руб.}$$

### 3.5.6. Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта

Рассчитанная величина затрат научно-исследовательской работы является основой для формирования бюджета затрат проекта. Определение бюджета затрат на научно-исследовательский проект приведено в таблице 33.

Таблица 33. Бюджет затрат на НИР

Наименование статьи	Сумма, руб.
Материальные ресурсы	46680
Затраты по основной заработной плате исполнителей темы	34988,58
Затраты по дополнительной заработной плате исполнителей темы	5248,29
Отчисления во внебюджетные фонды	12071,06
Накладные расходы	15838,07
Бюджет затрат НИИ:	114826

Бюджет затрат НИИ составил 114826 рублей, большую часть финансировал Томский политехнический университет. Финансирование осуществлялось путем предоставления оборудования, а именно студенты могут воспользоваться персональными компьютерами, которые размещены в учебных аудиториях, со всем необходимым программным обеспечением.

Непосредственные затраты студента складываются из затрат на: канцелярские товары, печатную бумагу и принтер.



**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА  
«СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»**

Студенту:

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>
8Т31	Гилев Владислав Андреевич

<b>Институт</b>	Кибернетики	<b>Кафедра</b>	СУМ
<b>Уровень образования</b>	Бакалавр	<b>Направление/специальность</b>	15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств

**Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:**

<p>1. Характеристика объекта исследования и области его применения.</p>	<p>Рабочее место оператора ПЭВМ представляет из себя помещение закрытого типа, в котором установлен персональный компьютер. В помещении предусмотрена вентиляция, а также естественный и искусственный источники освещения. На оператора могут влиять вредные производственные факторы: недостаточное освещение, неблагоприятный микроклимат помещения, повышенный уровень шума, повышенные уровень электромагнитного излучения, монотонный режим работы. Опасные факторы: поражение электрическим током, повышенная нагрузка на зрительные органы. Негативное влияние на окружающую среду практически отсутствует, но проявляется в виде битовых отходов. Имеется вероятность возникновения чрезвычайной ситуации, а именно пожара в результате короткого замыкания.</p>
---	---

**Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:**

<p><b>1. Производственная безопасность</b></p>	<p>Анализ производственных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения в следующей последовательности:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– освещенность;</li> <li>– микроклимат;</li> <li>– уровень шума;</li> <li>– электромагнитное излучение.</li> </ul> <p>Анализ опасных факторов при разработке и эксплуатации</p>
--	---

	проектируемого решения в следующей последовательности: – электрический ток.
<b>2. Экологическая безопасность:</b>	Воздействие на атмосферу и гидросферу не происходит. В качестве воздействия на литосферу могут быть бытовые отходы (электронные устройства).
<b>3. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:</b>	Типичной чрезвычайной ситуацией для рабочего места оператора является – пожар.
<b>4. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:</b>	Основные требования к организации рабочего места.

<b>Дата выдачи задания для раздела по линейному графику</b>	
---	--

**Задание выдал консультант:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент кафедры ЭБЖ	Пустовойтова Марина Игоревна	Кандидат химических наук		

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8Т31	Гилев Владислав Андреевич		

#### 4. Социальная ответственность

В ВКР рассматривается система автоматизированного управления блочной кустовой насосной станцией (БКНС). БКНС предназначена для закачки воды в нагнетательные скважины пласта, с целью поддержания давления на заданном значении.

В этом разделе рассматриваются вопросы, связанные: с выявлением и анализом вредных и опасных факторов, оценкой условий труда, разработкой мер защиты от вредных и опасных факторов, охраной окружающей среды.

Объектом исследования является рабочее место оператора. В процессе осуществления трудовой деятельности на оператора могут оказывать воздействие производственные факторы, такие как: шум, влажность воздуха, температура воздуха, электромагнитное излучение, недостаточная освещенность. Для сохранения здоровья работника предусмотрен ряд мер, обеспечивающих безопасность трудовой деятельности.

Рабочее место оператора представляет собой закрытое, отапливаемое, вентилируемое помещение площадью 20 м<sup>2</sup>, в котором установлен персональный компьютер.

##### 4.1. Производственная безопасность

Анализ опасных и вредных факторов, которые оказывают влияние на оператора, работающего за компьютером, проводился согласно ГОСТ 12.0.003-74 [25], результаты приведены в таблице 34.

Таблица 34. Опасные и вредные факторы при работе оператора

Источник фактора, наименование видов работ	Факторы (по ГОСТ 12.0.003-74)		Нормативные документы
	Вредные	Опасные	
Работа за компьютером	1. Повышенный уровень шума на рабочем месте;	1. Электрический ток	1. Шумы – СН 2.2.4/2.1.8.562-96

	<p>2. Недостаточная освещенность рабочей зоны;</p> <p>3. Повышенный уровень электромагнитных излучений;</p> <p>4. Повышенная или пониженная влажность воздуха;</p> <p>5. Повышенная или пониженная температура воздуха рабочей зоны;</p> <p>6. Повышенный уровень статического электричества.</p>		<p><b>2. Освещение</b> – СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03</p> <p><b>3. Электромагнитное излучение</b> – СанПиН 2.2.4.1191-03</p> <p><b>4. Электробезопасность</b> – ГОСТ Р 12.1.019-2009</p> <p><b>5. Микроклимат</b> – СанПиН 2.2.4.548 – 96</p> <p><b>6. ГОСТ</b> 17.4.3.04-85</p> <p><b>7. СанПиН</b> 2.2.2/2.4.1340-03</p>
--	---	--	--

#### 4.1.1 Освещенность

Освещение рабочего места оператора является особенно важным. Недостаточное освещение является вредным фактором, который приводит к ухудшению зрения и вызывает утомление, поэтому освещение должно быть таким, чтобы работник мог выполнять свою работу без напряжения. Показатели естественного, искусственного и совместного освещения указаны в таблице 35.

Таблица 35. Нормируемые показатели естественного, искусственного и совмещенного освещения СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03 [26]

Помещение	Рабочая поверхность и плоскость нормирования КЕО и освещенности (Г - горизонтальная, В - вертикальная) и высота плоскости над полом, м	Естественное освещение		Совмещенное освещение		Искусственное освещение			показатель дискомфорта $M$ , не более	коэффициент пульсации освещенности, $K_p$ , % не более
		КЕО $e_n$ , %		КЕО $e_n$ , %		освещенность, лк				
		при верхнем или комбинированном освещении	при боковом освещении	при верхнем или комбинированном освещении	при боковом освещении	при комбинированном освещении		при общем освещении		
				все го	от общего					
Помещения для работы с дисплеями и видеотерминалами, залы ЭВМ	Г-0,8 Экран монитора: В-1,2	3,5 -	1,2 -	2,1 -	0,7 -	500 -	300 -	400 200	15 -	10 -

Из показателей видно, что освещенность рабочего места должна составлять от 200 до 400 лк при общем освещении, а КЕО должен быть не ниже 1,2%.

В помещении используется комбинированное освещение. Произведем расчёты естественного и искусственного освещения согласно СНиП 23.05-95 «Естественное и искусственное освещение» [27].

#### *Естественное освещение*

Операторная имеет размеры 4 x 5 x 2,5м, в которой установлена 2 окна размером 1,6 x 1,8 м. Освещение является боковым, односторонним.

Расчитаем эквивалентную площадь световых проемов по формуле:

$$S_{\text{ЭКВ}} = N \cdot S_{\text{окна}} = 2 \cdot 1,6 \cdot 1,8 = 5,76 \text{ м}^2.$$

Вычислим площадь помещения по формуле:

$$S = 4 \cdot 5 = 20 \text{ м}^2.$$

Для расчета коэффициента естественного освещения понадобятся следующие величины:

а)  $n_0 = 9$  – световая характеристика окна, зависящая от глубины помещения, выступа окна и соотношения длин сторон;

б)  $K_{зд} = 1,2$  – коэффициент, учитывающий уменьшение КЕО от затемнения противостоящим зданием;

в)  $r_1 = 3$  – коэффициент, учитывающий повышение КЕО при боковом освещении благодаря свету, отраженному от внутренних поверхностей;

г)  $t_0$  – общий коэффициент светопропускания, в данном случае будет равен  $t_0 = 0,27$ .

Рассчитает коэффициент естественного освещения по формуле:

$$КЕО = \frac{S_{эkv} \cdot t_0 \cdot r_1 \cdot 100}{S \cdot n_0 \cdot K_{зд}} = \frac{5,76 \cdot 0,27 \cdot 3 \cdot 100}{20 \cdot 9 \cdot 1,2} = 2,16. \quad (27)$$

Получили, что КЕО соответствует нормам согласно СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03.

#### *Искусственное освещение*

В качестве источников искусственного освещения используются лампы ЛБ-40 в количестве  $N=8$  штук. Световой поток лампы  $F=2800$  лм. Коэффициент запаса  $k=1,5$ , данный коэффициент учитывает запыленность светильников. Коэффициент  $z=1,1$ , этот коэффициент отражает неравномерность освещения.

Рассчитаем индекс помещения по формуле:

$$i = \frac{S}{h_p \cdot (a+b)}, \quad (28)$$

где:

$S$  – площадь помещения;

$a$  и  $b$  – длина и ширина помещения;

$h_p$  – расчетная высота, равная:  $h_p = h - h_c - h_{p,п}$ ,

где:

$h$  – высота помещения;

$h_c=0,2$  м – расстояние от перекрытия до светильника;

$h_{p,п}=0,8$  м – расстояние от пола до рабочей поверхности.

Индекс помещения:

$$i = \frac{S}{(h-h_c-h_{p.п}) \cdot (a+b)} = \frac{20}{(2,5-0,2-0,8) \cdot (4+5)} = 1,48. \quad (29)$$

По соответствующей таблице [28] определяем коэффициент использования светового потока (исходя из индекса помещения), он равен:  $n = 0,55$ .

Вычислим освещенность по формуле:

$$E = \frac{F \cdot N \cdot n}{S \cdot z \cdot k} = \frac{2800 \cdot 8 \cdot 0,55}{20 \cdot 1,1 \cdot 1,5} = 373,3 \text{ лк.} \quad (30)$$

Используемая система искусственного освещения удовлетворяет нормам СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03.

#### 4.1.2. Микроклимат

«Микроклимат помещения – это комплекс физических факторов внутренней среды помещения, которые оказывают влияние на здоровье человека» [29].

«Согласно СанПиН 2.2.4.548-96 показателями, характеризующими микроклимат в помещениях, являются:

- температура воздуха;
- температура поверхностей;
- относительная влажность воздуха;
- скорость движения воздуха;
- интенсивность теплового облучения» [30].

Следует отметить что работа оператора относится к категории легких работ (1а). Оптимальные и допустимые значения параметров микроклимата, согласно СанПиН 2.2.4.548-96 для категории работа (1а) отражены в таблицах 35,36.

Таблица 36. Оптимальные величины показателей микроклимата

Период года	Категория работ по уровню энергозатрат, Вт	Температура воздуха, °С	Температура поверхностей, °С	Относительная влажность воздуха, %	Скорость движения воздуха, м/с
Холодный	Ia (до 139)	22-24	21-25	60-40	0,1
Теплый	Ia (до 139)	23-25	22-26	60-40	0,1

Таблица 37. Допустимые величины показателей микроклимата

Период года	Категория работ по уровню энергозатрат, Вт	Температура воздуха, °С		Температура поверхностей, °С	Относительная влажность воздуха, %	Скорость движения воздуха, м/с	
		диапазон ниже оптимальных величин	диапазон выше оптимальных величин			для диапазона температур воздуха ниже оптимальных величин, не более	для диапазона температур воздуха выше оптимальных величин, не более**
Холодный	Ia (до 139)	20,0-21,9	24,1-25,0	19,0-26,0	15-75	0,1	0,1
Теплый	Ia (до 139)	21,0-22,9	25,1-28,0	20,0-29,0	15-75	0,1	0,2

Для поддержания параметров микроклимата в диапазоне оптимальных на рабочем месте применяются следующие мероприятия: устройство систем вентиляции, кондиционирование воздуха и отопление помещения.

#### 4.1.3. Уровень шума

На рабочем месте специалист может быть подвергнут вредному производственному фактору – шуму, источниками являются: осветительные приборы, персональный компьютер, кондиционер, вентиляция и звуки, доносящиеся с улицы. Шум оказывает влияние на органы слуха, а также на всю нервную систему, тем самым ослабляя внимание работника.

Предельные уровни звукового давления и предельные уровни звука согласно СН2.2.4/2.1.8.562-96 [31] приведены в таблице 38.

Таблица 38. Предельные уровни звукового давления и предельные уровни звука

Вид трудовой деятельности, рабочее место	Уровни звукового давления, дБ, в октавных полосах со среднегеометрическими частотами, Гц									Уровни звука и эквивалентные уровни звука (в дБА)
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
Рабочие места в помещениях дирекции, проектно-конструкторских бюро, расчетчиков, программистов вычислительных машин.	86	71	61	54	49	45	42	40	38	50



В качестве средств коллективной защиты можно применять: звукопоглощающие материалы, звукоизоляцию, акустические экраны.

В качестве средств индивидуальной защиты работник может использовать специальные противозумные наушники, которые защитят органы слуха от вредного шума.

Одним из самых простых и действенных способов облегчения работы, является отдых, поэтому целесообразно устраивать кратковременные перерывы в течении рабочего дня при отсутствующих источниках шума.

#### 4.1.4. Электромагнитное излучение

В нашем случае основным источником электромагнитных излучений является дисплей компьютера. Рассмотрим нормы напряженностей магнитного и электрического полей согласно СанПиН 2.2.4.1191-03 [32].

Таблица 39. Предельно допустимые уровни (ПДУ) постоянного магнитного поля

Время воздействия за рабочий день, минуты	Условия воздействия			
	Общее		Локальное	
	ПДУ напряженности, кА/м	ПДУ магнитной индукции, мТл	ПДУ напряженности, кА/м	ПДУ магнитной индукции, мТл
0-10	24	30	40	50
11-60	16	20	24	30
61-480	8	10	12	15

«Что же касается ПДУ напряженности электрического поля 50 Гц, то предельно допустимый уровень напряженности ЭП на рабочем месте в течение всей смены устанавливается равным 5 кВ/м» [32].

«При напряженностях в интервале больше 5 до 20 кВ/м включительно допустимое время пребывания в ЭП Т (час) рассчитывается по формуле:

$$T = (50/E) - 2, \text{ где}$$

E - напряженность ЭП в контролируемой зоне, кВ/м;

T - допустимое время пребывания в ЭП при соответствующем уровне напряженности, ч» [32].

«При напряженности свыше 20 до 25 кВ/м допустимое время пребывания в ЭП составляет 10 мин. Пребывание в ЭП с напряженностью более 25 кВ/м без применения средств защиты не допускается» [32].

Рассмотрим уровни электромагнитных полей (ЭМП), создаваемых ПЭВМ. Временные допустимые уровни ЭМП, создаваемых ПЭВМ, согласно СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 [33] указаны в таблице 40.

Таблица 40. Временные допустимые уровни ЭМП, создаваемых ПЭВМ

Наименование параметров		ВДУ ЭМП
Напряженность электрического поля	в диапазоне частот 5 Гц-2 кГц	25 В/м
	в диапазоне частот 2 кГц-400 кГц	2,5 В/м
Плотность магнитного потока	в диапазоне частот 5 Гц-2 кГц	250 нТл
	в диапазоне частот 2 кГц-400 кГц	25 нТл
Электростатический потенциал экрана видеомонитора		500 В

В качестве защиты от вредного воздействия электромагнитных полей проводятся следующие мероприятия:

- регламентированные перерывы;
- применение экранов и фильтров;
- увеличение расстояния от источника излучения;
- применение средств индивидуальной защиты.

#### 4.1.5. Электрический ток

Рабочее помещение, где установлены персональные компьютеры, относится к помещениям без повышенной опасности, однако существует опасность поражения электрическим током в случае неисправности изоляции проводов и повреждении корпуса системного блока.

Одним из важных мероприятий для обеспечения безопасности является заземление оборудования, путем подключение заземляющего проводника к общей шине заземления.

Организационные мероприятия для защиты от поражения электрическим током:

- перед началом работы оператор должен убедиться в отсутствии висящих проводов, в целостности провода питания, а также в отсутствии видимых токоведущих частей;
- оператору запрещается прикасаться к задней панели системного блока при включенном питании;
- оператору запрещается самостоятельное вскрытие и ремонт оборудования;
- все работы по устранению неисправностей должен проводить квалифицированный персонал с исправным инструментом;
- оператор должен не допускать попадание влаги на поверхность устройств.

#### **4.2. Экологическая безопасность**

В наше время проблема, связанная с загрязнением окружающей среды, становится глобальной. Для того чтобы жить в чистом и безопасном мире человечество должно совершенствовать существующие и разрабатывать совершенно новые технические средства защиты для окружающей среды. На текущий момент техника и технологии позволяют сократить выбросы токсичных и вредных веществ, но для обеспечения чистоты в долгосрочной перспективе, люди должны создавать замкнутые, безотходные производства, а мусор и отходы должны подвергаться переработке.

В данном случае отходами будут являться части ПЭВМ, в частности электронные платы. Необходимо не просто выкидывать электронные компоненты на свалки, а производить утилизацию и переработку.

«Электронные отходы представляют собой большую опасность для окружающей среды, надо помнить, что на производство мобильных телефонов и персональных компьютеров уходят значительные доли золота, серебра и палладия, добываемых ежегодно во всем мире. Конечно, в каждом отдельном

устройстве драгоценных металлов содержится мизерное количество, но если рассматривать общемировое производство (более 1,2 млрд. ежегодно), то этим количеством уже пренебрегать неразумно. Следует отметить, что концентрация этих драгоценных металлов в печатных платах более чем в десять раз превышает их концентрацию в добываемой руде. Однако переработка печатных плат технологически сложный процесс из-за неоднородности материалов, ведь они состоят из множества разнородных компонентов» [34].

«Печатная плата является одним из наиболее важных компонентов электронного оборудования. Она представляет собой платформу, на которой устанавливаются и связываются между собой микроэлектронные компоненты, такие как полупроводниковые микросхемы и конденсаторы. Переработка плат включает в себя три типа обработки: предварительная обработка, физическая переработка и химическая переработка. Предварительная обработка включает в себя демонтаж многоразовых и токсичных элементов, измельчение или разделение. Затем следует физическая переработка. Потом материалы извлекают путем химического процесса переработки» [34].

### **4.3. Безопасность в чрезвычайных ситуациях**

«Помещения в зависимости от количества и пожаровзрывоопасных свойств находящихся (обращающихся) в них веществ и материалов с учетом особенностей технологических процессов, размещенных в них производств, по взрывопожарной и пожарной опасности подразделяются на категории А, Б, В1 - В4, Г и Д» [35].

Операторная относится к категории «В1-В4». Краткая характеристика категории приведена в таблице 41.

Таблица 41. Характеристика категории

Категория помещения	Характеристика веществ и материалов, находящихся (обращающихся) в помещении
В1 - В4 пожароопасные	Горючие и трудногорючие жидкости, твердые горючие и трудногорючие вещества и материалы (в том числе пыли и волокна), вещества и материалы, способные при взаимодействии с водой, кислородом воздуха или друг с другом только гореть, при условии, что помещения, в которых они имеются в наличии или обращаются, не относятся к категориям А или Б

Причинами возгорания могут стать короткое замыкание и перегрузка электросети, поэтому необходим правильный монтаж электрической сети, а также соблюдение режима эксплуатации электрических приборов. Рассмотрим подробнее противопожарные мероприятия.

Организационные мероприятия:

- издание планов эвакуации, плакатов, инструкций;
- обучение персонала правилам противопожарной безопасности и контроль знаний;
- проведение противопожарного инструктажа персонала.

Эксплуатационные мероприятия:

- свободный проход к оборудованию;
- поддержание исправности изоляции проводников;
- соблюдение эксплуатационных норм.

Технические мероприятия:

- в помещении установлен углекислотный огнетушитель ОУ-8, на входной двери находится план эвакуации в случае пожара, а также на досягаемом расстоянии находится пожарный щит;
- световая индикация;
- звуковое оповещение в виде громкоговорителя;
- пассивные датчики задымленности;
- профилактический осмотр, ремонт и испытание оборудования.

В случае возникновения ЧС – пожар, необходимо действовать в соответствии со следующим распорядком:

- убедиться в срабатывании системы пожаротушения, если по каким-то причинам система не сработала и не включила оповещение, включить ручную; если система не передала сигнал в службу пожаротушения, то сообщить по телефону 01.

- в случае отсутствия прямой угрозы здоровью и жизни произвести попытку самостоятельного тушения возгорания;

- при потере контроля над пожаром, необходимо эвакуироваться из здания в соответствии с планом эвакуации;

- ожидать приезда специалистов.

#### **4.4. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности**

Рабочее место должно быть организовано в соответствии с ГОСТ 12.2.032-78 [36].

«Рабочие места с персональными компьютерами по отношению к световым проемам должны располагаться так, чтобы естественный свет падал сбоку, желательно слева. Стол может быть любой конструкции, отвечающей современным требованиям эргономики. Целесообразно применение столов, имеющих отдельную от основной столешницы специальную рабочую поверхность для размещения клавиатуры. Используются рабочие столы с регулируемой и нерегулируемой высотой рабочей поверхности. При отсутствии регулировки высота стола должна быть в пределах от 680 до 800 мм» [37].

«Глубина рабочей поверхности стола должна составлять 800 мм (допускаемая не менее 600 мм), ширина — соответственно 1 600 мм и 1 200 мм. Рабочая поверхность стола не должна иметь острых углов и краев, иметь матовую или полуматовую фактуру» [37].

«Рабочий стол должен иметь пространство для ног высотой не менее 600 мм, шириной — не менее 500 мм, глубиной на уровне колен — не менее 450 мм и на уровне вытянутых ног — не менее 650 мм» [37].

«Клавиатура должна располагаться на поверхности стола на расстоянии 100-300 мм от края, обращенного к пользователю» [37].

«Экран видеомонитора должен находиться от глаз пользователя на расстоянии (600-700 мм), но не ближе 500 мм» [37].

«Для обеспечения физиологически рациональной рабочей позы, создания условий для ее изменения в течение рабочего дня применяются подъемно-поворотные рабочие стулья с сиденьем и спинкой, регулируемые по высоте и углам наклона, а также расстоянию спинки от переднего края сидения» [37].

«Конструкция стула должна обеспечивать:

- ширину и глубину поверхности сиденья не менее 400 мм;
- поверхность сиденья с закругленным передним краем;
- регулировку высоты поверхности сиденья в пределах 400-550 мм и углом наклона вперед до 15 градусов и назад до 5 градусов.;
- высоту опорной поверхности спинки  $300\pm 20$  мм, ширину — не менее 380 мм и радиус кривизны горизонтальной плоскости 400 мм;
- угол наклона спинки в вертикальной плоскости в пределах  $0\pm 30$  градусов;
- регулировку расстояния спинки от переднего края сидения в пределах 260-400 мм;
- стационарные или съемные подлокотники длиной не менее 250 мм и шириной 50-70 мм;
- регулировку подлокотников по высоте над сиденьем в пределах  $230\pm 30$  мм и внутреннего расстояния между подлокотниками в пределах 350-500 мм.;
- поверхность сиденья, спинки и подлокотников должна быть полумягкой, с нескользящим неэлектризующимся, воздухопроницаемым покрытием, легко очищаемым от загрязнения» [37].

«Рабочее место должно быть оборудовано подставкой для ног, имеющей ширину не менее 300 мм, глубину не менее 400 мм, регулировку по

высоте в пределах до 150 мм и по углу наклона опорной поверхности подставки до 20 град. Поверхность подставки должна быть рифленой и иметь по переднему краю бортик высотой 10 мм» [37].

«Режим труда и отдыха предусматривает соблюдение определенной длительности непрерывной работы на ПК и перерывов, регламентированных с учетом продолжительности рабочей смены, видов и категории трудовой деятельности. При 8-часовой рабочей смене и работе на ПК регламентированные перерывы следует устанавливать через 2 часа от начала смены и через 2 часа после обеденного перерыва продолжительностью 15 минут каждый» [37].



## **Заключение**

Результатом выполнения выпускной квалификационной работы стала спроектированная система автоматизированного управления блочной кустовой насосной станцией. В результате проделанной работы были разработаны: функциональная схема технологического процесса, структурная схема АС, ФСА по ГОСТ 21.208-2013 и ANSI/ISA 5.1-2009, схема информационных потоков, схема внешних проводок, блок схемы алгоритмов, экранные формы, а также древо экранных форм.

Выбраны средства для реализации данной системы. Все датчики обладают унифицированным выходным аналоговым сигналом 4-20 мА, а именно: датчик температуры, датчик давления, датчик перепада давления, уровнемер, датчик тока, расходомер. В качестве ПЛК используется Siemens SIPLUS S7-300.

Разработанные экранные формы позволяют оператору с АРМ осуществлять управление технологическим процессом, а также контролировать параметры технологического процесса.

Разработанная система автоматизированного управления БКНС выполнена в соответствии с требованиями Госстандарта и с требованиями, указанными в техническом задании.

## Список использованных источников

1. Академик: Автоматизированная система управления. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://dic.academic.ru/dic.nsf/ruwiki/312433>, свободный.
2. СТО НОСТРОЙ 2.15.9-2011. «Инженерные сети зданий и сооружений внутренние. Устройство систем распределенного управления. Монтаж, испытания и наладка. Требования, правила и методы контроля».
3. Wikipedia: Протокол передачи данных. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://ru.wikipedia.org/wiki/Протокол\\_передачи\\_данных](https://ru.wikipedia.org/wiki/Протокол_передачи_данных) , свободный.
4. ГОСТ 34.003-90. «Информационная технология (ИТ). Комплекс стандартов на автоматизированные системы. Автоматизированные системы. Термины и определения».
5. Wikipedia: Мнемосхема. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Мнемосхема>, свободный.
6. ГОСТ 3.1109-82. «Единая система технологической документации (ЕСТД). Термины и определения основных понятий».
7. Ким Д.П. Теория автоматического управления. Том 1. Линейные системы. - М.: Физматлит, 2003.
8. Wikipedia: Программируемый логический контроллер. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://ru.wikipedia.org/wiki/Программируемый\\_логический\\_контроллер](https://ru.wikipedia.org/wiki/Программируемый_логический_контроллер) , свободный.
9. АСУ ТП: Требования к видам обеспечения. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://automation-system.ru/spravochnik-inzhenera/34-glava7/307-7-7.html> , свободный.
10. Электротехнический-портал.РФ: Функциональные схемы автоматизации технологических процессов. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://xn----8sbnaarbiedfksmiphlmncml1d9b0i.xn--p1ai/proektirovanye->

[avtomatiki/48-proektirovanye-lokalnyh-sistem-kontrolya/209-funkcionalnye-shemy-avtomatizacii.html](#), свободный.

11. Siemens: Simatic S7-300. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://w5.siemens.com/web/ua/ru/iadt/ia/FAPA/PLC/Pages/simatic-s7-s300.aspx>, свободный.

12. Wika: Модель TR10-D. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://www.wika.ru/tr10\\_d\\_ru\\_ru.WIKA](http://www.wika.ru/tr10_d_ru_ru.WIKA), свободный.

13. Emerson: Метран-280. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www2.emersonprocess.com/ru-RU/brands/Metran/products/Temperature/duvs/280/Pages/index.aspx>, свободный.

14. Тепломеханика: Метран-150. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://teplomehanika.ru/metran150.htm>, свободный.

15. Метроник: Курант ДД. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.metronic.ru/dd.html>, свободный.

16. Лимако: Уровнемер УЛМ-11. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.limaco.ru/ru/production/101/162/>, свободный.

17. НИИЭМ: Датчик измерения постоянного и переменного тока ДТХ-Т. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://www.niiem46.ru/current\\_sensors/dth\\_t.html](http://www.niiem46.ru/current_sensors/dth_t.html), свободный.

18. Справочник технического переводчика: ПИД-регулятор. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://intent.gigatran.com/article/?id=76906>, свободный.

19. Wikipedia: SCADA. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org/wiki/SCADA>, свободный.

20. Siemens: Simatic WinCC. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://w3.siemens.com/mcms/automation-software/en/tia-portal-software/wincc-tia-portal/Pages/default.aspx>, свободный.

21. ГОСТ 21.408-2013 «Система проектной документации для строительства. Правила выполнения рабочей документации автоматизации технологических процессов».

22. ГОСТ 21.208-2013. «Автоматизация технологических процессов. Обозначения условные приборов и средств автоматизации в схемах».
23. ANSI/ISA-5.1-2009, Instrumentation Symbols and Identification.
24. Громаков Е. И., Проектирование автоматизированных систем. Курсовое проектирование: учебно-методическое пособие: Томский политехнический университет. — Томск, 2009.
25. ГОСТ 12.0.003-74 «ССБТ. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация».
26. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03 «Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещенному освещению жилых и общественных зданий».
27. СНиП 23.05-95 «Естественное и искусственное освещение».
28. Малахит: Расчет освещения по методу коэффициента использования светового потока. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.malahit-irk.ru/index.php/2011-01-13-09-04-43/202-2011-07-07-12-57-50.html>, свободный.
29. ЭКОКОНТРОЛЬ: Микроклимат помещений. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.ekontrol.ru/climate/>, свободный.
30. СанПиН 2.2.4.548-96 «Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений».
31. СН 2.2.4/2.1.8.562-96 «Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки».
32. СанПиН 2.2.4.1191-03 «Электромагнитные поля в производственных условиях».
33. СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 «Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы».
34. Nature time: Как осуществляется переработка электроники. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://nature-time.ru/2015/03/kak-osushhestvlyayaetsya-pererabotka-elektroniki/>, свободный.

35. НПБ 105-03 «Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности».

36. ГОСТ 12.2.032-78 «ССБТ. Рабочее место при выполнении работ сидя. Общие эргономические требования».

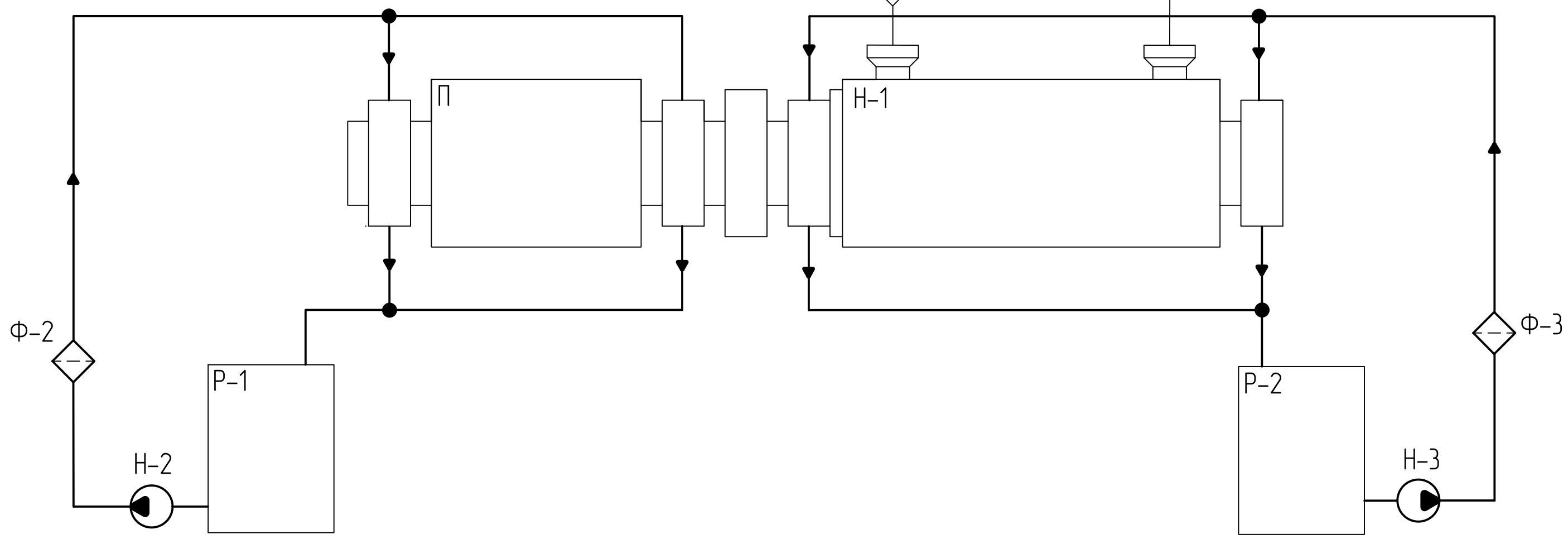
37. Grandars: Организация рабочего места при работе за компьютером. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.grandars.ru/shkola/bezopasnost-zhiznedeyatelnosti/organizaciya-raboty-za-kompyuterom.html>, свободный.

38. Энциклопедия АСУ ТП: Расчет параметров ПИД-регулятора. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://www.bookasutp.ru/Chapter5\\_5.aspx](http://www.bookasutp.ru/Chapter5_5.aspx), свободный.

ФЮРА.425280.005.01

линия всасывания

линия нагнетания



П	Н-1	Н-2	Н-3	Р-1	Р-2	Ф-1	Ф-2	Ф-3
Привод	Насос для заправки воды	Насосы маслосистемы		Резервуары маслосистемы		Фильтр на входе насоса	Фильтры маслосистемы	

				<b>ФЮРА.425280.005.01</b>				
Изм.	Лист	№ Докум.	Подп.	Дата	Модернизация АС управления БКНС	Лит.	Масса	Масштаб
Разраб.	Гилев В.А.					У		
Пров.	Тупов И.А.					Лист	Листов	
Т.контр.								
Н.контр.					Функциональная схема технологического процесса	ТПУ ИК СУМ гр. 8Т31		
Утв.								

Перв. примен. / Справ. № / Подп. и дата / Инв. № дудл. / Взам. инв. № / Подп. и дата / Инв. № подл.

АРМ оператора

ФЮРА.425280.005.02

Верхний уровень



Ethernet

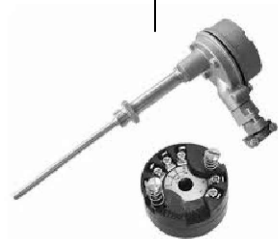
Средний уровень

Контроллер



Нижний уровень

4...20 МА



4...20 МА



4...20 МА



4...20 МА



4...20 МА



4...20 МА



0...24 В



4...20 МА



Изм.	Лист	№ Докум.	Подп.	Дата
Разраб.	Гилев В.А.			
Пров.	Тутов И.А.			
Т.контр.				
Н.контр.				
Утв.				

ФЮРА.425280.005.02

Модернизация АС  
управления БКНС

Лит. Масса Масштаб

У

Лист Листов

Структурная схема

ТПУ ИК СУМ гр. 8Т31

Перв. примен.

Справ. №

Подп. и дата

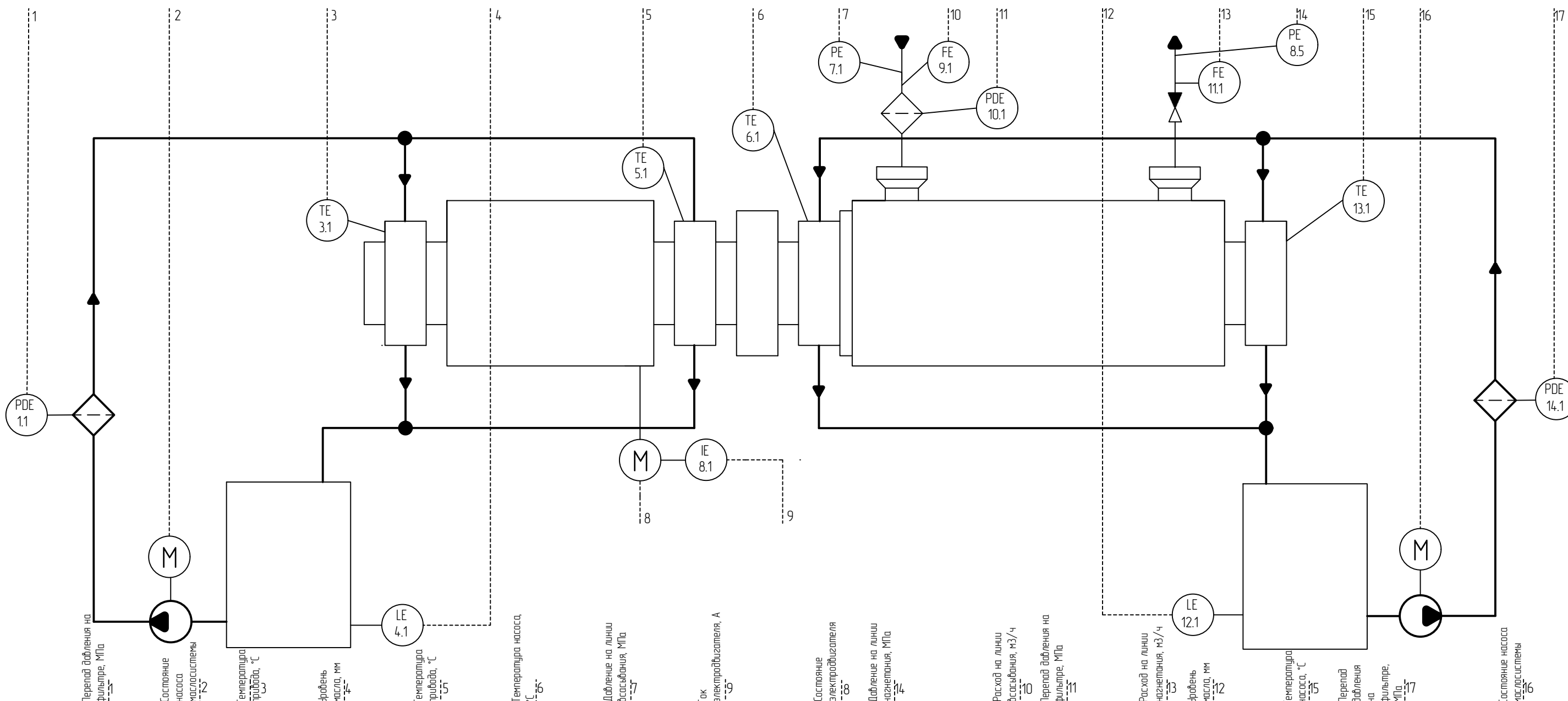
Инв. № дубл.

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.

ФЮРА.425280.005.03



По месту	Щит оператора	измерение	сигнализация	управление
PDT 1.2	PORA 1.3	●	○	●
NS 2.1	NS 2.1	●	○	●
TT 3.2	TRA 3.3	●	○	●
LT 4.2	LRA 4.3	●	○	●
TT 5.2	TRA 5.3	●	○	●
TT 6.2	TRA 6.3	●	○	●
PT 7.2	PRA 7.3	●	○	●
IT 8.2	IRA 8.3	●	○	●
NS 8.4	NS 8.4	●	○	●
PT 8.6	PC 8.8	●	○	●
PRA 8.7	PRA 8.7	●	○	●
FT 9.2	HL 8	●	○	●
PDT 10.2	PORA 10.3	●	○	●
FT 11.2	HL 9	●	○	●
LT 12.2	LRA 12.3	●	○	●
TT 13.2	TRA 13.3	●	○	●
PDT 14.2	PORA 14.3	●	○	●
NS 15.1	NS 15.1	●	○	●

ФЮРА.425280.005.03

Изм. Лист	№ Докум.	Подп.	Дата
Разраб.	Гилев В.А.		
Пров.	Туттов И.А.		
Т.контр.			
Н.контр.			
Утв.			

Модернизация АС  
управления БКНС

Функциональная схема  
автоматизации по ГОСТ 21.208-2013

Лит.	Масса	Масштаб
У		
Лист	Листов	
ТПУ ИК СУМ гр. 8Т31		

Перв. примен.

Справ. №

Подп. и дата

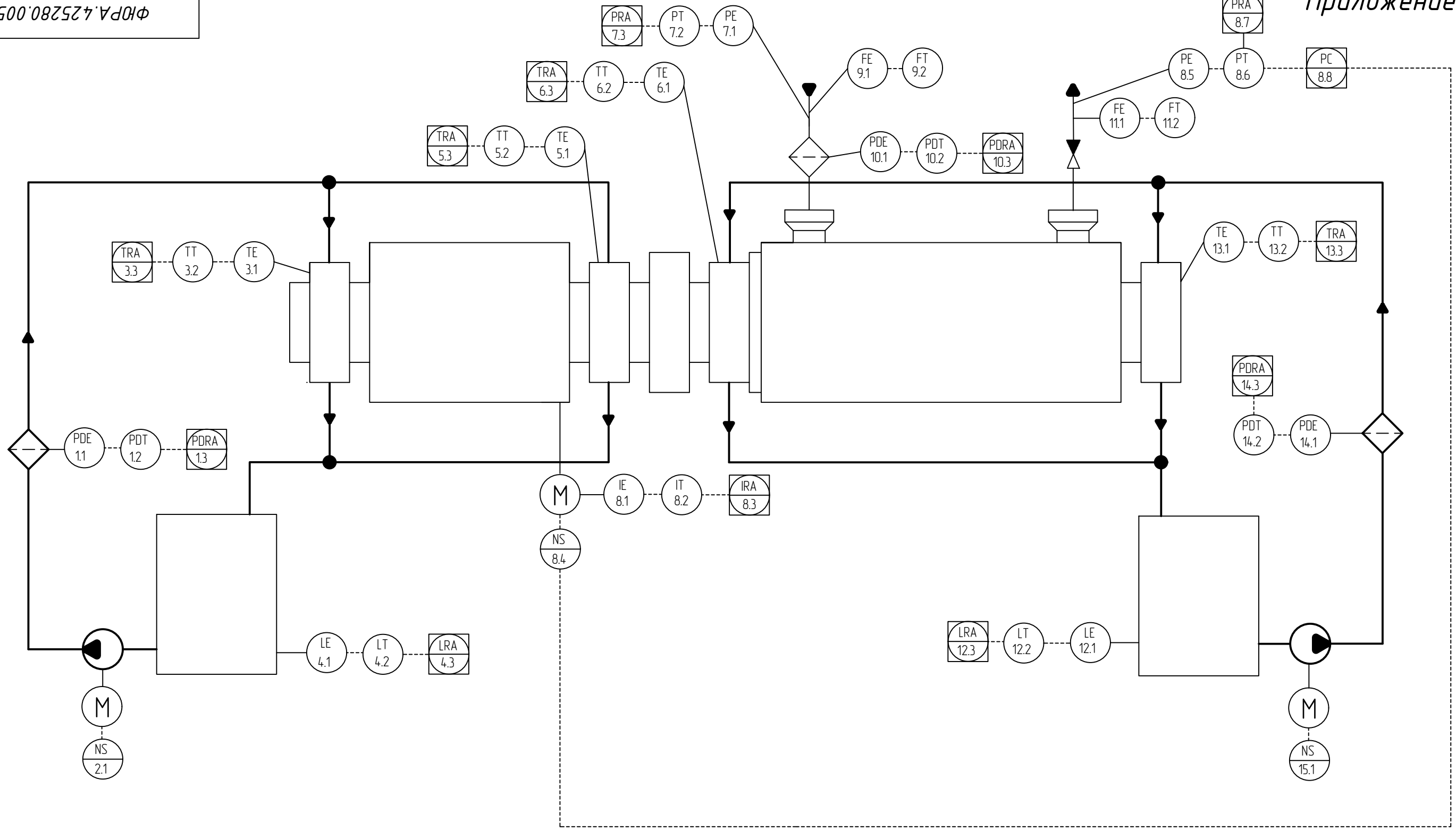
Инв. № дубл.

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.





Перв. примен.

Справ. №

Подп. и дата

Инв. № дубл.

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.

				<b>ФЮРА.425280.005.04</b>				
Изм.	Лист	№ Докум.	Подп.	Дата	Модернизация АС управления БКНС	Лит.	Масса	Масштаб
Разраб.	Гилев В.А.					У		
Пров.	Тутов И.А.							
Т.контр.						Лист	Листов	
Н.контр.					Функциональная схема автоматизации по ANSI/ISA-S 5.1-2009	ТПУ ИК СУМ гр. 8Т31		
Утв.								

Перв. примен.

Справ. №

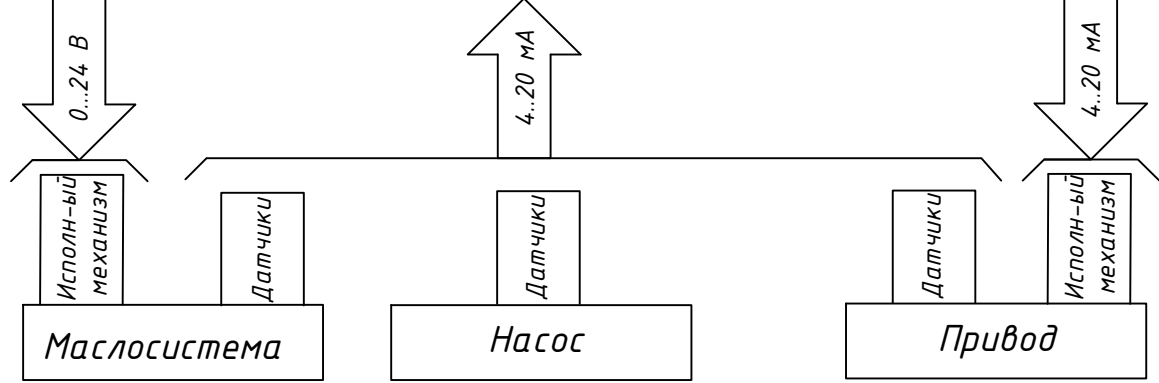
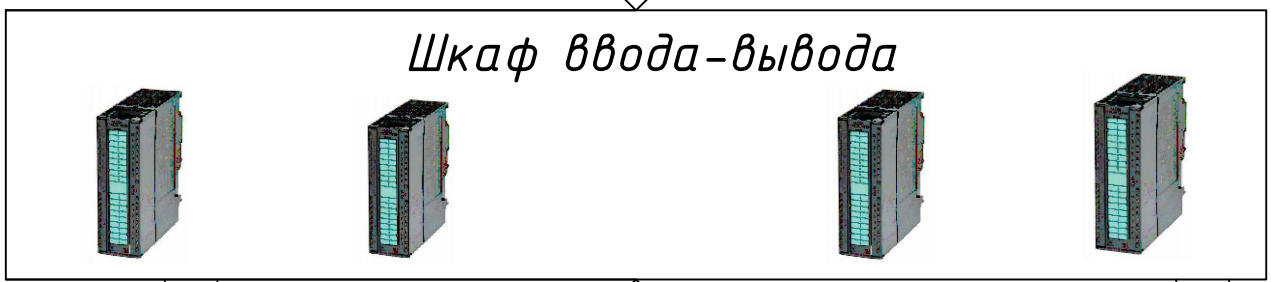
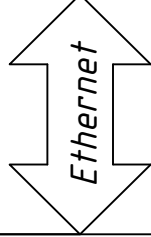
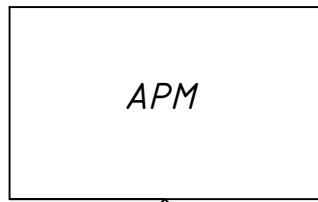
Подп. и дата

Инв. № дубл.

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.



ФЮРА.425280.005.05

Изм.	Лист	№ Докум.	Подп.	Дата
Разраб.		Гилев В.А.		
Пров.		Тутов И.А.		
Т.контр.				
Н.контр.				
Утв.				

Модернизация АС  
управления БКНС

Схема информационных  
потоков

Лит.	Масса	Масштаб
У		
Лист	Листов	

ТПУ ИК СУМ гр. 8Т31

Наименование параметра	Температура				Давление		Перепад давления			Ток	Уровень		Расход	
	П	П	Н-1	Н-1	Линия всасывания	Линия нагнетания	Ф-1	Ф-2	Ф-3	П	Р-1	Р-2	Линия всасывания	Линия нагнетания
Место отбора импульса	П	П	Н-1	Н-1	Линия всасывания	Линия нагнетания	Ф-1	Ф-2	Ф-3	П	Р-1	Р-2	Линия всасывания	Линия нагнетания
Тип датчика	Метран-280				Метран-150		Курант ДД			ДТХ-Т	УЛМ-11		FLUXUS F808	
Позиция	3-1	5-1	6-1	13-1	7-1	8-5	10-1	1-1	14-1	8-1	4-1	12-1	9-1	11-1

Перв. примен.

Справ. №

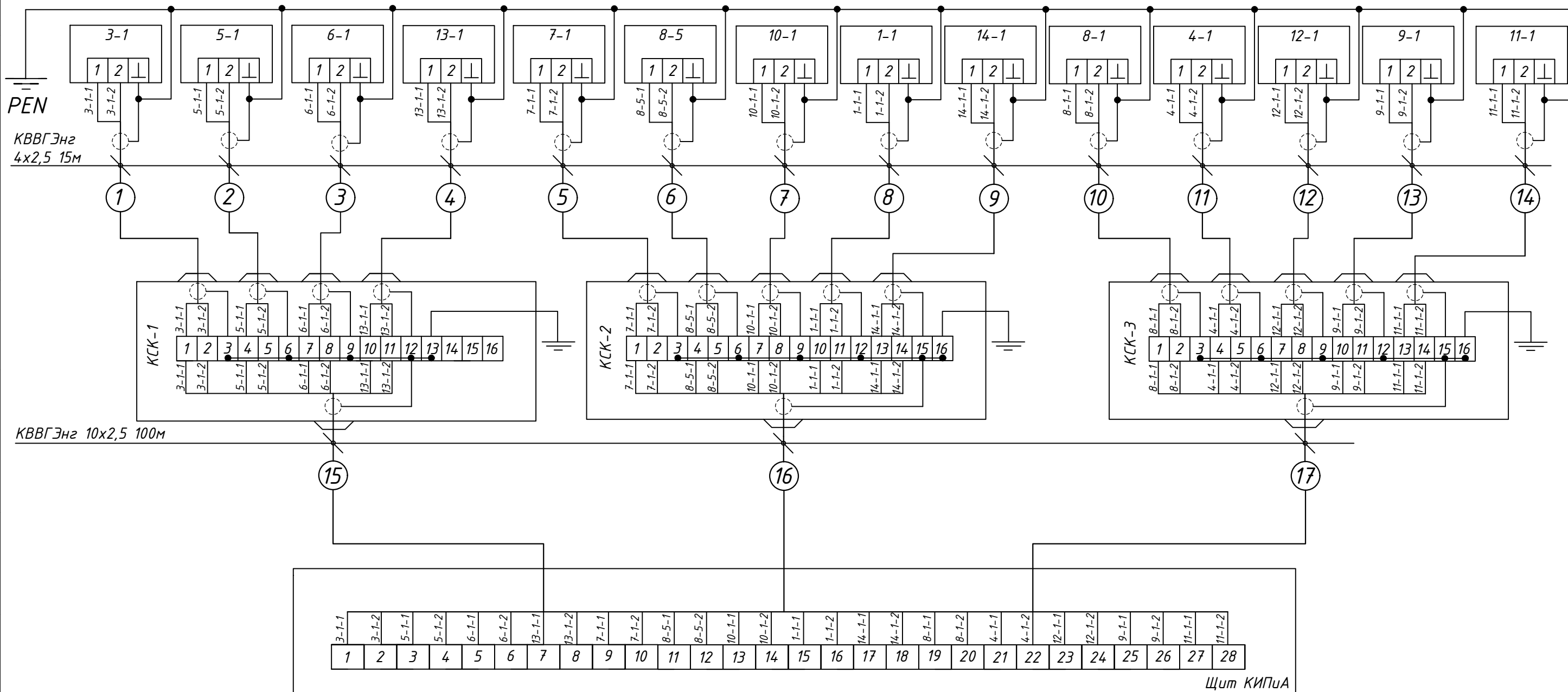
Подп. и дата

Инв. № дубл.

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.



				<b>ФЮРА.425280.005.06</b>			
Изм. Лист	№ Докум.	Подп.	Дата	Модернизация АС управления БКНС	Лит.	Масса	Масштаб
Разраб.	Гилев В.А.				У		
Пров.	Тухов И.А.						
Т.контр.					Лист	Листов	
Н.контр.				ТПУ ИК СУМ гр. 8Т31			
Утв.				Формат А3			

Перв. примен.

Справ. №

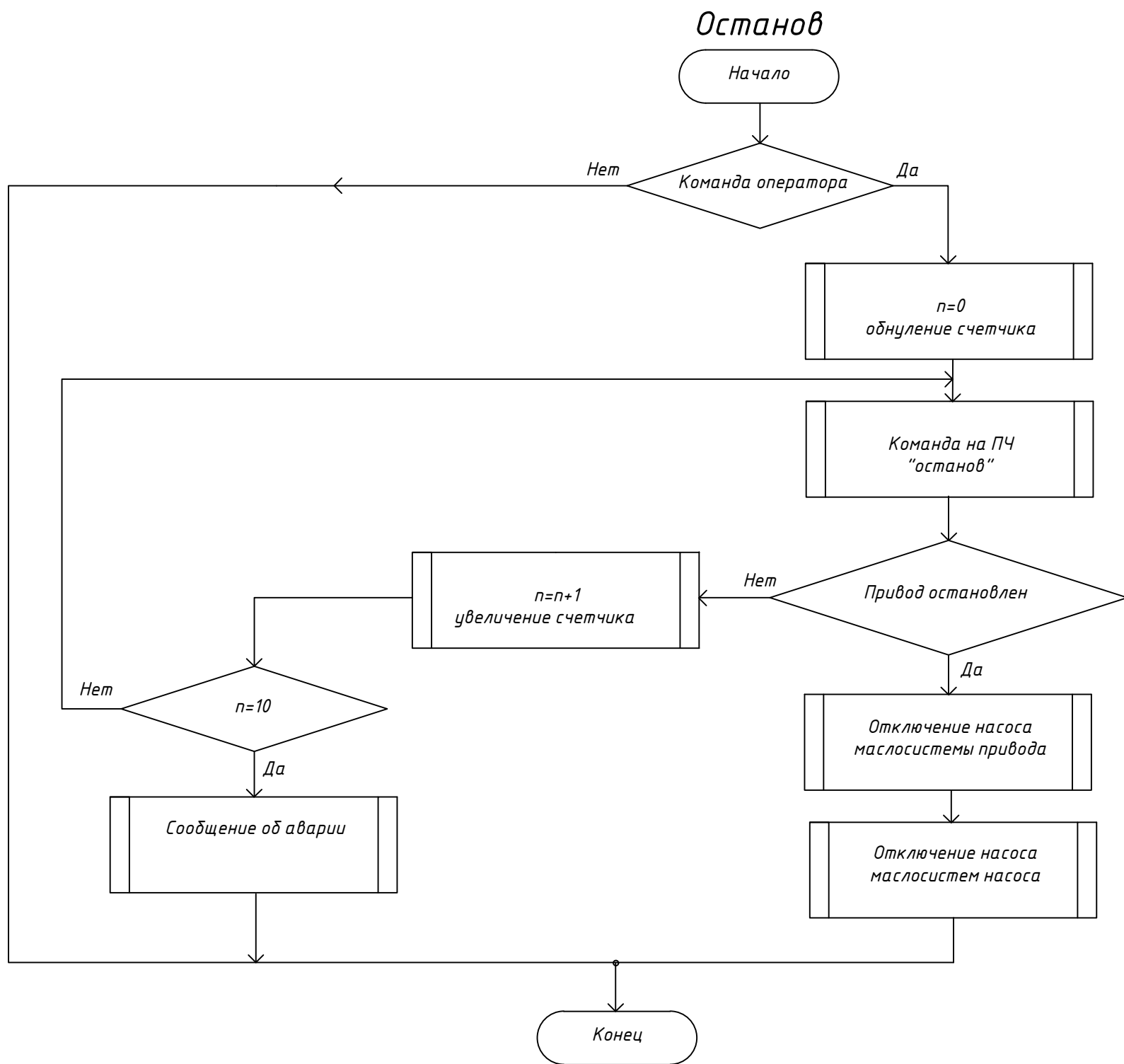
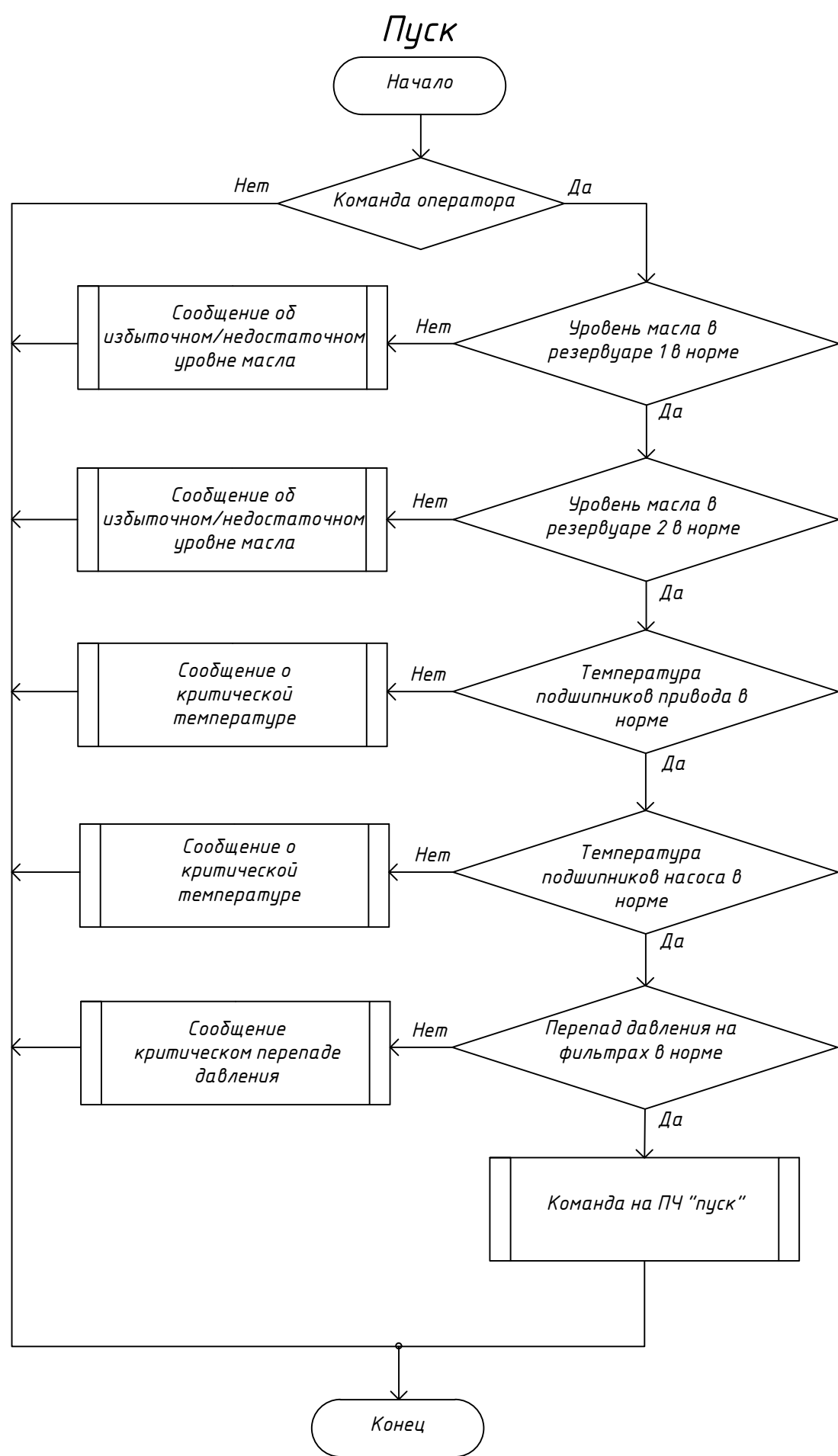
Подп. и дата

Инв. № дубл.

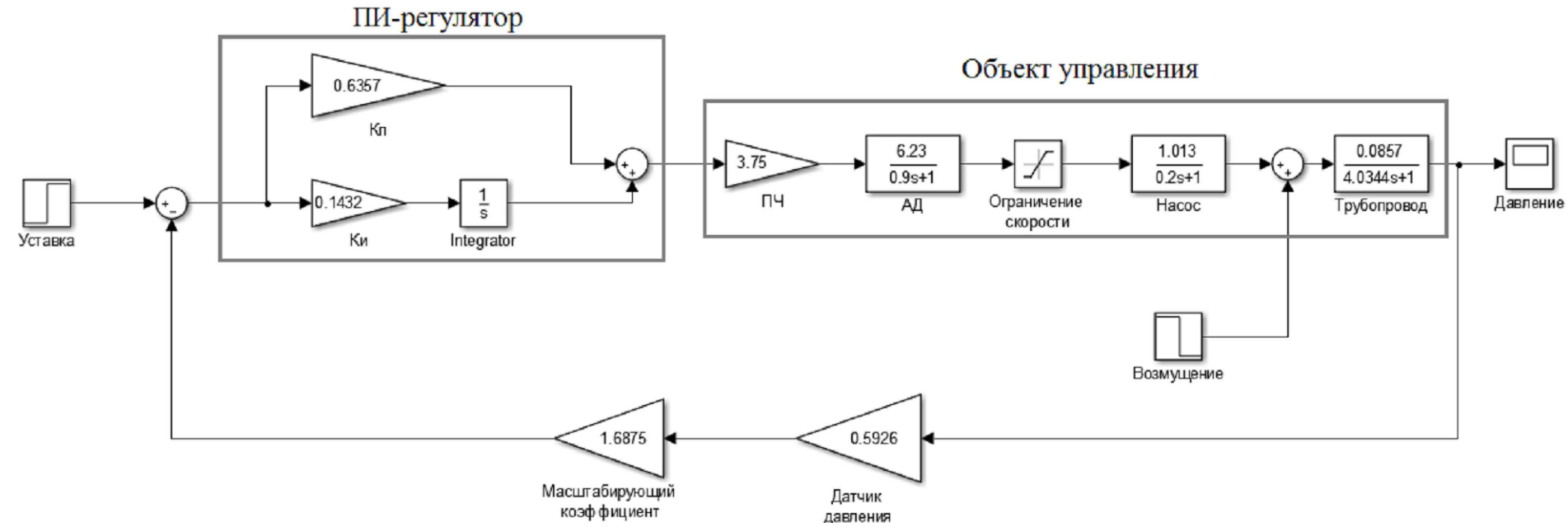
Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.

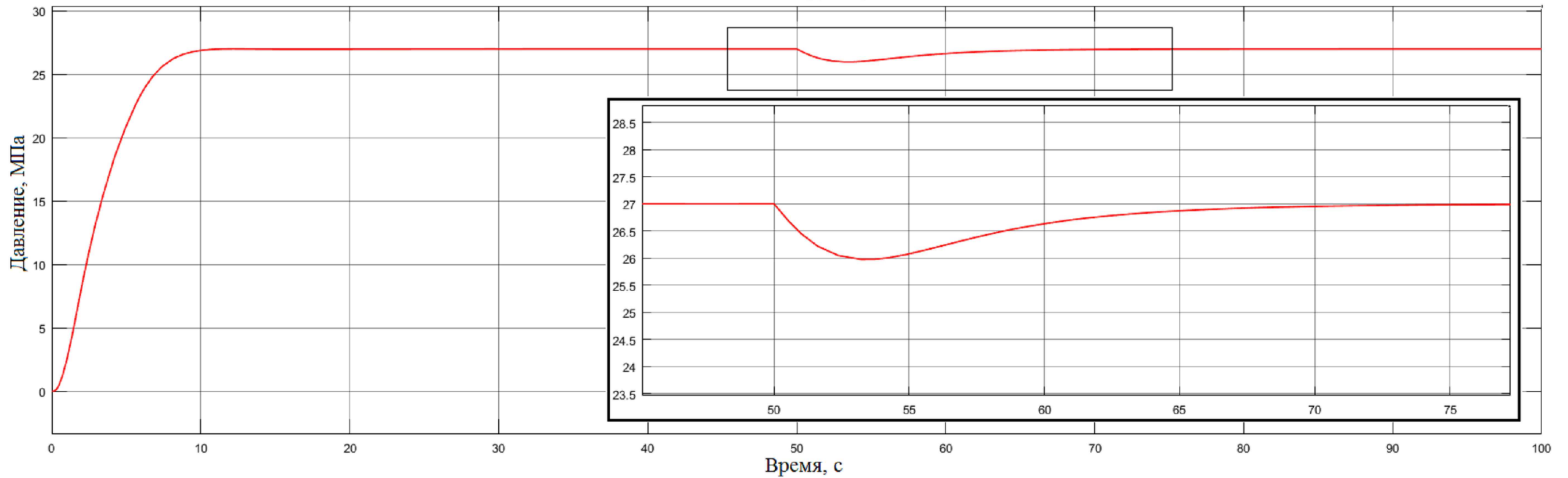


				<b>ФЮРА.425280.005.07</b>			
Изм. Лист	№ Докум.	Подп.	Дата	Модернизация АС управления БКНС	Лит.	Масса	Масштаб
Разраб.	Гилев В.А.				У		
Пров.	Тутов И.А.				Лист	Листов	
Т.контр.				Блок-схема алгоритмов пуска/останова		ТПУ ИК СУМ гр. 8Т31	
Н.контр.							
Утв.							



Результаты моделирования

Давление в трубопроводе



				<b>ФЮРА.425280.005.08</b>				
Изм.	Лист	№ Докум.	Подп.	Дата	Модернизация АС управления БКНС	Лит.	Масса	Масштаб
Разраб.	Гилев В.А.					У		
Пров.	Тухов И.А.							
Т.контр.						Лист	Листов	
Н.контр.					Структурная схема САР	ТПУ ИК СУМ гр. 8Т31		
Утв.								

Справ. №

Перв. примен.

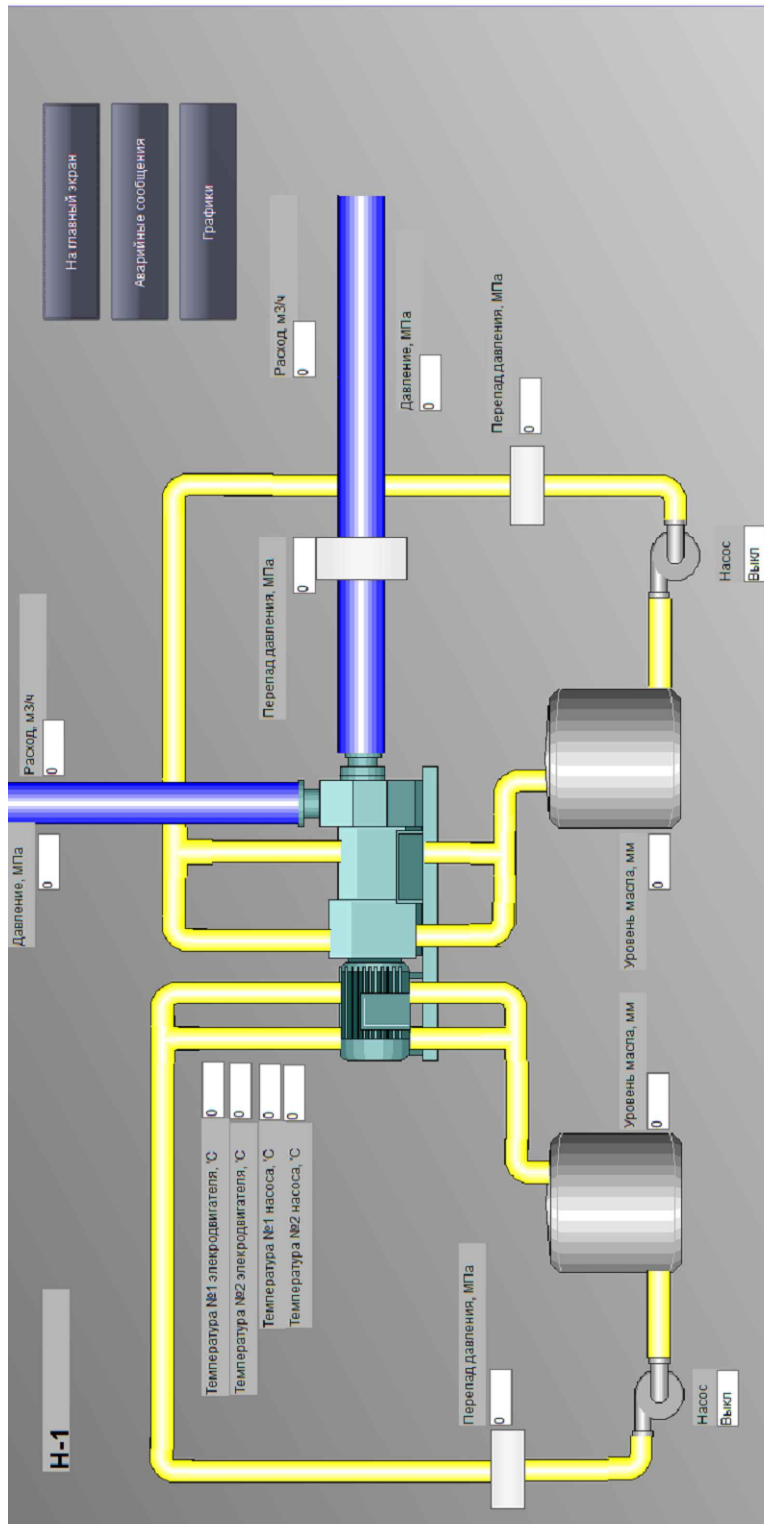
Взам. инв. №

Инв. № дубл.

Подп. и дата

Подп. и дата

Инв. № подл.



ФЮРА.425280.005.09

Изм.	Лист	№ Докум.	Подп.	Дата
Разраб.		Гилев В.А.		
Пров.		Тутов И.А.		
Т.контр.				
Н.контр.				
Утв.				

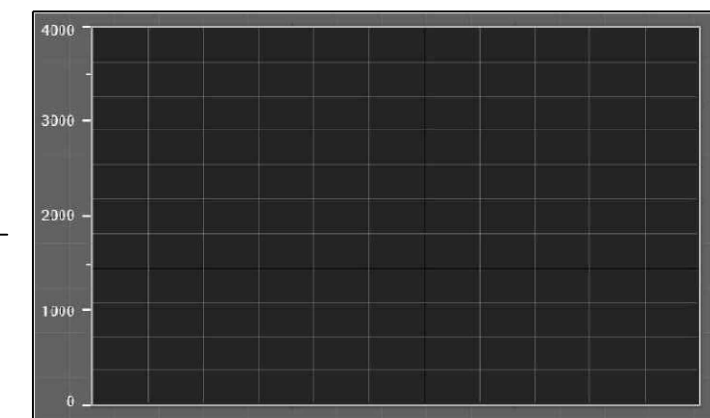
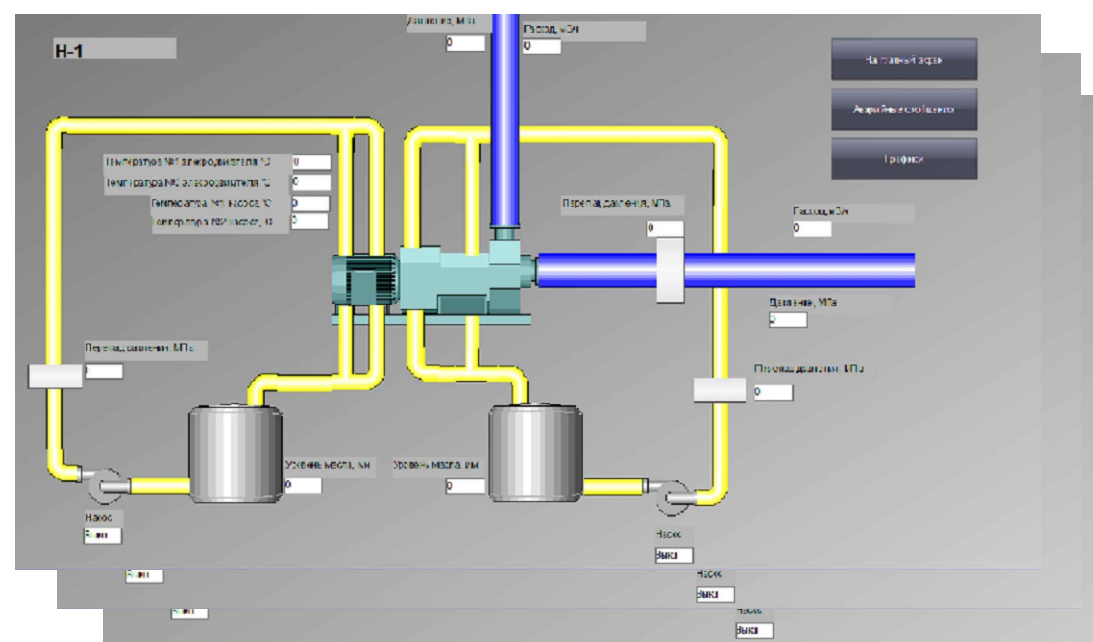
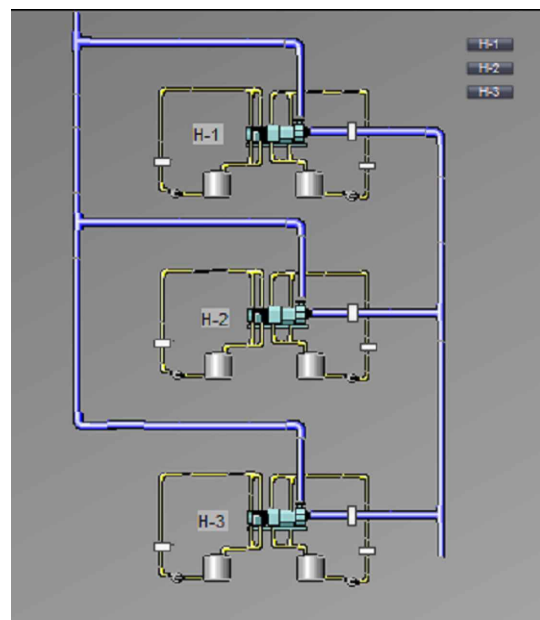
Модернизация АС  
управления БКНС

Мнемосхема системы  
управления

Лит.	Масса	Масштаб
У		
Лист	Листов	

ТПУ ИК СУМ гр. 8Т31

Основная экранная форма



Графики

05.04.2017 17:06:18	Предупредительное сообщение 6
05.04.2017 17:06:17	Аварийное сообщение 5
05.04.2017 17:06:16	Предупредительное сообщение 5
05.04.2017 17:06:15	Обычное сообщение 5
05.04.2017 17:06:14	Аварийное сообщение 4
05.04.2017 17:06:13	Обычное сообщение 4
05.04.2017 17:06:12	Предупредительное сообщение 4
05.04.2017 17:06:11	Предупредительное сообщение 3

Аварийные сообщения

Экранные формы насосных агрегатов

ФЮРА.425280.005.10

Изм.	Лист	№ Докум.	Подп.	Дата	Модернизация АС управления БКНС	Лит.	Масса	Масштаб	
Разраб.	Гилев В.А.					У			
Пров.	Тупов И.А.								
Т.контр.						Лист	Листов		
Н.контр.					Древо экранных форм	ТПУ ИК СУМ гр. 8Т31			
Утв.									

ФЮРА.425280.005.10

Перв. примен.

Справ. №

Подп. и дата

Инв. № дубл.

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.