

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



Институт электронного обучения  
Направление подготовки 15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств  
Кафедра систем управления и мехатроники

**БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА**

Тема работы
<b>Модернизация автоматизированной системы управления десорбции золота из раствора</b>

УДК 669.21:66.081.5.681.586:004.384

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-8Т22	Кобелев Сергей Викторович		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент кафедры СУМ	Громаков Евгений Иванович			

**КОНСУЛЬТАНТЫ:**

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент кафедры менеджмента	Данков Артем Георгиевич	к.и.н.		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент кафедры ЭБЖ	Невский Егор Сергеевич			

**ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:**

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
СУМ	Губин Владимир Евгеньевич	к.т.н.		

## ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ООП

Код результата	Результат обучения (выпускник должен быть готов)
<i>Профессиональные компетенции</i>	
P1	Демонстрировать базовые естественнонаучные и математические знания для решения научных и инженерных задач в области анализа, синтеза, проектирования, производства и эксплуатации систем автоматизации технологических процессов и производств. Уметь сочетать теорию, практику и методы для решения инженерных задач, и понимать область их применения
P2	Иметь осведомленность о передовом отечественном и зарубежном опыте в области теории, проектирования, производства и эксплуатации систем автоматизации технологических процессов и производств.
P3	Применять полученные знания для определения, формулирования и решения инженерных задач при разработке, производстве и эксплуатации современных систем автоматизации технологических процессов и производств с использованием передовых научно–технических знаний и достижений мирового уровня, современных инструментальных и программных средств.
P4	Уметь выбирать и применять соответствующие аналитические методы и методы проектирования систем автоматизации технологических процессов и обосновывать экономическую целесообразность решений.
P5	Уметь находить необходимую литературу, базы данных и другие источники информации для автоматизации технологических процессов и производств.
P6	Уметь планировать и проводить эксперимент, интерпретировать данные и их использовать для ведения инновационной инженерной деятельности в области автоматизации технологических процессов и производств.
P7	Уметь выбирать и использовать подходящее программно–техническое оборудование, оснащение и инструменты для решения задач автоматизации технологических процессов и производств.
<i>Универсальные компетенции</i>	
P8	Владеть иностранным языком на уровне, позволяющем работать в интернациональной среде с пониманием культурных, языковых и социально – экономических различий.
P9	Эффективно работать индивидуально, в качестве члена и руководителя группы с ответственностью за рискованную 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 электронного обучения

Направление подготовки (специальность) 15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств

Кафедра систем управления и механтроники

УТВЕРЖДАЮ:

Зав. кафедрой СУМ

\_\_\_\_\_ Губин В. Е.  
 (Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

**ЗАДАНИЕ**

**на выполнение выпускной квалификационной работы**

В форме:

Бакалаврской работы

(бакалаврской работы, дипломного проекта/работы, магистерской диссертации)

Студенту:

Группа	ФИО
3–8Т22	Кобелев Сергей Викторович

Тема работы:

Модернизация автоматизированной системы управления десорбции золота из раствора.

Утверждена приказом директора (дата, номер)

от 18.04.2017 2751/С

Срок сдачи студентом выполненной работы:

03.06.2017 г.

**ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:**

**Исходные данные к работе**

*(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).*

Объектом исследования является блок десорбции золота на золотоизвлекательной фабрике. Режим работы непрерывный.

<p><b>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов</b></p> <p><i>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</i></p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1 Описание технологического процесса</li> <li>2 Выбор архитектуры АС</li> <li>3 Разработка структурной схемы АС</li> <li>4 Функциональная схема автоматизации</li> <li>5 Разработка схемы информационных потоков АС</li> <li>6 Выбор средств реализации АС</li> <li>7 Разработка схемы соединения внешних проводок</li> <li>8 Выбор (обоснование) алгоритмов управления АС</li> <li>9 Разработка экранных форм АС</li> </ol>
<p><b>Перечень графического материала</b></p> <p><i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i></p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1 Функциональная схема технологического процесса, выполненная в Visio</li> <li>2 Перечень входных/выходных сигналов ТП</li> <li>3 Схема соединения внешних проводок, выполненная в Visio</li> <li>4 Схема информационных потоков</li> <li>5 Обобщенная структура управления АС</li> <li>6 Алгоритм сбора данных измерений. Блок схема алгоритма</li> <li>7 Трехуровневая структура АС</li> <li>8 SCADA–формы экранов мониторинга и управления диспетчерского пункта</li> </ol>

**Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы**

Раздел	Консультант
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Данков Артем Георгиевич
Социальная ответственность	Невский Егор Сергеевич

**Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику**

**Задание выдал руководитель:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент кафедры СУМ	Громаков Евгений Иванович	к. т. н.		

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
З–8Т22	Кобелев Сергей Викторович		

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

---

Институт электронного обучения

Направление подготовки 15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств

Кафедра систем управления и мехатроники

Уровень образования – бакалавр

Период выполнения – осенний/весенний семестр 2016/2017 учебного года

Форма представления работы:

бакалаврская работа
---------------------

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

Срок сдачи студентом выполненной работы:	13.06.2017 г.
--	---------------

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
30.05.2017 г.	Основная часть	60
02.05.2017 г.	Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	20
03.05.2017 г.	Социальная ответственность	20

Составил преподаватель:

Должность	ФИО	Учёная степень, звание	Подпись	Дата
Доцент кафедры СУМ	Громаков Е. И.	к.т.н.		

СОГЛАСОВАНО:

Зав. кафедрой	ФИО	Учёная степень, звание	Подпись	Дата
СУМ	Губин В. Е.	к.т.н.		

## Реферат

Выпускная квалификационная работа содержит 91 страниц машинописного текста, 19 таблиц, 15 рисунков, 1 список использованных источников из 18 наименований.

Объектом исследования является блок десорбции золотоизвлекательной фабрики.

Цель работы – модернизация автоматизированной системы блока десорбции золота с использованием ПЛК, на основе выбранной SCADA-системы.

В данном проекте была разработана система контроля и управления технологическим процессом на базе промышленных контроллеров Siemens S7-200, с применением SCADA-системы.

Разработанная система может применяться в системах контроля, управления и сбора данных на различных промышленных предприятиях. Данная система позволит увеличить производительность, повысить точность и надежность измерений, сократить число аварий.

## Глоссарий

**автоматизированная система (АС)** – комплекс аппаратных и программных средств, предназначенный для управления различными процессами в рамках технологического процесса.

**интерфейс (RS-232C, RS-422, RS-485, CAN)** – совокупность средств (программных, технических, лингвистических) и правил для обеспечения взаимодействия между различными программными системами, между техническими устройствами или между пользователем и системой.

**видеокадр:** область экрана, которая служит для отображения мнемосхем, трендов, табличных форм, окон управления, журналов и т.п.

**мнемосхема:** представление технологической схемы в упрощенном виде на экране АРМ.

**мнемознак:** представление объекта управления или технологического параметра (или их совокупности) на экране АРМ.

**интерфейс оператора:** совокупность аппаратно-программных компонентов АСУ ТП, обеспечивающих взаимодействие пользователя с системой.

**профиль АС:** определяется как подмножество и/или комбинации базовых стандартов информационных технологий и общепринятых в международной практике фирменных решений (Windows, Unix, Mac OS), необходимых для реализации требуемых наборов функций АС.

**протокол (CAN, OSI, ProfiBus, Modbus, HART и др.):** набор правил, позволяющий осуществлять соединение и обмен данными между двумя и более включёнными в соединение программируемыми устройствами.

**технологический процесс (ТП):** последовательность технологических операций, необходимых для выполнения определенного вида работ.

**архитектура автоматизированной системы:** набор значимых решений по организации системы программного обеспечения, набор структурных элементов и их интерфейсов, при помощи которых конструируется АС.

**ОРС-сервер:** программный комплекс, предназначенный для автоматизированного сбора технологических данных с объектов и

предоставления этих данных системам диспетчеризации по протоколам стандарта OPC.

**тег:** метка как ключевое слово, в более узком применении идентификатор для категоризации, описания, поиска данных и задания внутренней структуры.

**modbus:** коммуникационный протокол, основанный на архитектуре «клиент-сервер».

## Содержание

Введение.....	11
1 Техническое задание.....	14
1.1 Основные задачи и цели создания АСУ ТП.....	14
1.2 Назначение системы .....	14
1.3 Цели создания системы .....	14
1.4 Требования к техническому обеспечению .....	15
1.5 Требования к метрологическому обеспечению .....	16
1.6 Требования к программному обеспечению.....	17
1.7 Требования к математическому обеспечению.....	18
1.8 Требования к информационному обеспечению.....	18
2 Основная часть .....	19
2.1 Описание технологического процесса.....	19
2.2 Выбор архитектуры АС .....	23
2.3 Разработка структурной схемы АС .....	24
2.4 Функциональная схема автоматизации .....	26
2.5 Разработка схемы информационных потоков.....	27
2.6 Выбор средств реализации.....	30
2.6.2 Выбор датчиков.....	32
2.6.3 Выбор исполнительных механизмов .....	41
2.6.4 Разработка схемы внешних проводок.....	45
2.6.5 Выбор алгоритмов управления АС .....	47
2.6.6 Экранные формы АС .....	51
3 Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности .....	59
3.1 Потенциальные потребители результатов исследования .....	59
3.2 Анализ конкурентных технических решений.....	59
3.3 SWOT – анализ .....	61
3.4 Планирование научно-исследовательских работ.....	63
3.4.1 Структура работ в рамках научного исследования .....	63
3.4.2 Разработка графика проведения научного исследования.....	64

3.5 Бюджет научно-технического исследования .....	66
3.5.1 Расчет материальных затрат .....	66
3.5.2 Расчет затрат на специальное оборудование .....	67
3.4.3.Основная заработная плата исполнителей темы.....	67
3.4.4.Дополнительная заработная плата исполнителей темы.....	68
3.4.5.Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления) .....	68
3.4.6 Накладные расходы.....	69
3.4.7 Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта ...	69
4 Социальная ответственность .....	73
Введение.....	73
4.1 Профессиональная социальная безопасность .....	74
4.1.1 Анализ вредных факторов.....	74
4.1.2 Анализ опасных факторов.....	78
4.2 Экологическая безопасность.....	78
4.3 Безопасность в чрезвычайных ситуациях.....	79
4.3.1 Пожарная безопасность .....	79
4.4.3 Особенности законодательного регулирования проектных решений....	80
Заключение .....	82
Список используемых источников.....	83

## Введение

Рудник «Коммунар» находится в Ширинском районе Республики Хакасия, в 75 км к югу от районного центра и ж.д. станции Шира, в 275 км к Северо-Востоку от г. Абакана. Золотоносная зона Коммунара, приуроченная к Восточному склону Кузнецкого Алатау, к междуречью рек Черный Июс и Белый Июс, охватывает площадь около 1200 кв. км. Рудник «Коммунар», где обрабатываются рудные тела этой зоны, в настоящее время включает в себя шахту «Северная», золотоизвлекательную фабрику и жилой поселок со всеми обслуживающими культурно-бытовыми предприятиями [2].

Коммунаровское золоторудное месторождение разрабатывается с 1899 года. В 1912 году была запущена обогатительная фабрика с применением процесса амальгамации в бегунных чашах. В 30-е годы был внедрен процесс цианирования хвостов амальгамации. Производительность фабрики составляла 400 т/сут. В 1951 году запущена в работу фабрика №2 производительностью 450 т/сут., с 1960 года, после монтажа дополнительной мельницы, фабрика достигла производительности 620 т/сут. В 1978 г. была начата реконструкция фабрики с целью сокращения непроизводительных расходов и перевода фабрики на сорбционную технологию «смола в пульпе», но не была закончена. Под новую технологию к концу 1979 года были смонтированы: мельница МШР 3,6×4,0, два сгустителя Ц-18 на открытой площадке, пачуки цианирования и сорбции, компрессорная станция.

В 1982 году институтом «Иргиредмет» была выполнена научно-исследовательская работа «Оценка технико-экономической целесообразности внедрения сорбционной технологии на Коммунаровской ЗИФ в связи с изменением минералогического состава руд». Технико-экономические расчеты показали, что угольно-сорбционная технология является наиболее рентабельной.

В 1991 году сотрудниками Иргиредмета были проведены заводские испытания по извлечению золота из растворов и пульп Коммунаровской ЗИФ. В ходе испытаний процесса «уголь в пульпе» получены следующие

показатели: при среднем содержании золота в питании сорбции 1,47 г/ т, концентрация золота в жидкой фазе хвостов сорбции составила в среднем 0,02 мг/л, в твердом 0,25 г/т, емкость угля составила 0,9 мг/г.

В 1993 году фирмами TTE MINING, INC, MARSTON PROCESS ENGINEERS, INC и DENVER MINERAL ENGINEERS, INC был выполнен Технический проект реконструкции обогатительной фабрики рудника «Коммунар», который предполагал отказ от цианисто-фильтрационной технологии и внедрение технологической схемы «уголь в пульпе». По предположению разработчиков проекта внедрение схемы «уголь в пульпе» сократит потери золота с раствором и увеличит общее извлечение золота примерно до 90 %.

С 2000 года ЗИФ была переведена на безамальгамационную технологию с перечисткой черновых гравикоцентриров на концентрационных столах и центробежных концентраторах ЦСИ-5 (НПО «Итомак»). Извлечение золота в «золотую головку» увеличилось на 5,57%. Получаемая «золотая головка» плавится на слиток в плавильной печи местного изготовления, а затем полученный сплав отправляется на аффинажный завод.

С переходом на безамальгамационную технологию переработки продуктов гравитационного обогащения отдельные проблемы возникли в связи с переработкой на фабрике труднообогатимых первичных шлихов двух россыпных участков, принадлежащих руднику. Как один из вариантов, было в частности предложено отправлять эти шлиховые продукты на ФЗЦО им. Артема и выщелачивать их в имеющемся отдельном цикле цианирования гравикоцентриров.

В III квартале 2002 г. были проведены промышленные испытания переработки гравитационных концентраторов по схемам «окислительный обжиг – руднотермическая плавка огарка» и «окислительный обжиг – гравитационная доводка огарка на концентрационном столе – тигельная плавка концентрата доводки». Результаты испытаний были признаны

положительными, и их решено было использовать при совершенствовании существующей схемы переработки гравитационных концентратов.

В 2003-2004гг.ОАО «Иргиредмет» разработало Рекомендации к технологическому регламенту, ОАО «Золотопроект» (г. Новосибирск) выполнило проект реконструкции Коммунарской ЗИФ, с увеличением производительности по переработке руды до 1млн.т в год. Проект предусматривал перевод фабрики на процесс «уголь в пульпе», установку трех новых шаровых мельниц, строительство нового дробильного отделения и, соответственно, реконструкцию и замену оборудования других отделений ЗИФ.

В 2004 году выполнена первая очередь реконструкции, которая позволила достичь переработки руды 600 тыс. т, ликвидировать отделение переработки руды по полному иловому процессу, внедрить процесс «уголь в пульпе», установить одну новую шаровую мельницу с новой схемой классификации, отремонтировать дробильное отделение, но затем работы по реконструкции фабрики были заморожены.

# **1 Техническое задание**

## **1.1 Основные задачи и цели создания АСУ ТП**

Блок десорбции золота предназначен для обезметалливания и восстановления сорбционных свойств угля.

## **1.2 Назначение системы**

Разрабатываемая система предназначена для автоматизации следующих функций:

- дистанционного контроля за ходом технологического процесса, состояния технологического оборудования и средств КИПиА;
- выполнения автоматического, дистанционного ручного управления исполнительными устройствами;
- настройки параметров функционирования объекта;
- ведения архива технологической информации;
- изготовления печатных копий отчетов и сообщений системы.

## **1.3 Цели создания системы**

Целями создания АСУ ТП являются:

- Обеспечение надежной и безаварийной работы производства;
- Стабилизация эксплуатационных показателей технологического оборудования и режимных параметров технологического процесса;
- Увеличение выхода товарной продукции;
- Уменьшение материальных и энергетических затрат;
- Снижение непроизводительных потерь человеческих, материально - технических и топливно-энергетических ресурсов, сокращение эксплуатационных расходов;
- Выбор рациональных технологических режимов с учетом показаний промышленных анализаторов, установленных на

потоках, и оперативной корректировки стратегии управления по данным лабораторных анализов;

- Улучшение качественных показателей конечной продукции;
- Предотвращение аварийных ситуаций;

Автоматическая и автоматизированная диагностика оборудования АСУ ТП.

АСУ ТП реализуют следующие задачи:

- централизованный контроль и управление технологическими процессами конденсации холодильной установки;
- обеспечение надежной работы оборудования технологических сооружений и предотвращения аварийных ситуаций;
- повышение эффективности технологических процессов конденсацией холодильной установки;
- передача текущей информации в центральный диспетчерский пункт (ЦДП).

#### **1.4 Требования к техническому обеспечению**

В проекте необходимо использовать датчики исполнительные механизмы, которые будут соответствовать условиям эксплуатации. При этом все внешние части оборудования, которые находятся под напряжением, должны быть защищены от случайных прикосновений, а само оборудование иметь заземление.

Все датчики должны иметь унифицированный ток на выходе из диапазона 4...20 мА, а также HART протокол для контроля технологических параметров.

Все датчики и исполнительные элементы должны иметь защиту от воздействий окружающей среды, быть устойчивыми к воздействию агрессивных сред, быть защищенными от проникновения влаги и пыли, а также соответствовать требованиям пожаро- и взрывобезопасности.

Технические средства системы по взрывопожароопасности должны соответствовать ПУЭ и ПБ 09-540-03.

На период замены элементов системы должны быть предусмотрены меры и средства, обеспечивающие безопасное проведение процесса в ручном режиме.

### **1.5 Требования к метрологическому обеспечению**

Оборудование, устанавливаемое на открытых площадках, в зависимости от зоны расположения объекта должно быть устойчивым к воздействию температур от -50 °С до +50 °С и влажности не менее 80 % при температуре 35 °С.

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

Датчики, используемые в системе, должны отвечать требованиям взрывобезопасности. При выборе датчиков следует использовать аппаратуру с искробезопасными цепями. Чувствительные элементы датчиков, соприкасающиеся с сероводородсодержащей или другой агрессивной средой, должны быть выполнены из коррозионностойких материалов либо для их защиты необходимо использовать разделители сред.

Степень защиты технических средств от пыли и влаги должна быть не менее IP56.

Показатели надежности датчиков общепромышленного назначения рекомендуется выбирать, ориентируясь на показатели мирового уровня и лучшие образцы отечественных изделий, а именно:

- 1) время наработки на отказ не менее 50 тыс. час;
- 2) срок службы не менее 10 лет.

Контроллеры должны иметь модульную архитектуру, позволяющую свободную компоновку каналов ввода/вывода. При необходимости ввода сигналов с датчиков, находящихся во взрывоопасной среде, допускается использовать как модули с искробезопасными входными цепями, так и

внешние барьеры искробезопасности, размещаемые в отдельном конструктиве.

## **1.6 Требования к программному обеспечению**

Программное обеспечение (ПО) АС включает в себя:

- системное ПО (операционные системы);
- инструментальное ПО;
- общее (базовое) прикладное ПО;
- специальное прикладное ПО.

Набор функций конфигурирования в общем случае должен включать в себя:

- создание и ведение базы данных конфигурации (БДК) по входным/выходным сигналам;
- конфигурирование алгоритмов управления, регулирования и защиты с использованием стандартных функциональных блоков;
- создание мнемосхем (видеокадров) для визуализации состояния технологических объектов;
- конфигурирование отчетных документов (рапортов, протоколов).

Средства создания специального прикладного ПО должны включать в себя технологические и универсальные языки программирования и соответствующие средства разработки (компиляторы, отладчики). Технологические языки программирования должны соответствовать стандарту ИЕС 61131-3.

Базовое прикладное ПО должно обеспечивать выполнение стандартных функций соответствующего уровня АС (опрос, измерение, фильтрация, визуализация, сигнализация, регистрация и др.).

Специальное прикладное ПО должно обеспечивать выполнение нестандартных функций соответствующего уровня АС (специальные алгоритмы управления, расчеты и др.).

## **1.7 Требования к математическому обеспечению**

Алгоритмы системы должны определяться на стадии проектирования системы и обеспечивать регламентированный режим работы и безаварийную остановку ЗИФ, а также снижение или исключение возможности ошибочных действий производственного персонала при ведении процесса. Алгоритмы системы должны разрабатываться на основе утвержденного технологического регламента.

## **1.8 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;
- распределенная структурированная база данных, хранящая систему объектов;
- средства ведения и управления базами данных.

## 2 Основная часть

### 2.1 Описание технологического процесса

Исходная руда из карьера поступает на рудный двор, откуда подается в приемные бункера дробильного отделения, из которых пластинчатыми питателями направляется на дробление. Дробление руды осуществляется в три стадии до содержания класса -20 мм 95 %. Первая стадия дробления осуществляется в щековых дробилках ЩДП 900×1200, вторая – в конусных дробилках КСД-1750 и третья – в конусных КМД-2200. Дробленный продукт поступает в бункера измельчительного отделения, откуда вибропитателем подается на измельчение.

Измельчение производится в шаровых мельницах МШР 3,2×5,4 и МШР 3,6×4,0 в водной среде в две стадии. Слив мельниц первой и второй стадий объединяется в зумпфе, откуда насосами подается на классификацию в гидроциклоны по классу крупности минус 0,15 мм. Пески гидроциклонов подаются на доизмельчение в шаровые мельницы второй стадии, а слив после контрольного грохочения по классу 0,63 мм (с целью выделения щепы) направляется в сгуститель. На выходе шаровых мельниц установлены отсадочные машины МОД-4 для выделения гравитационного золота в концентрат. Концентрат отсадочных машин поступает на перемешивание в цикл доводки на концентраторах «Итомак» - КГ-5М и КВ-5М. Полученный концентрат перемешивается на столе СКО-0,5 до содержания золота 2 %, а затем отправляется на аффинажный завод. Хвосты гравитации всех стадий обогащения направляются в зумпфы, откуда насосами Warman 8/6, совместно с песками мельницы, подаются на гидроциклонирование.

Щепа после отмывки от илов утилизируется в спец. отвал. Слив сгустителя возвращается в цикл измельчения-классификации, а сгущенный продукт поступает на предварительное цианирование в пачуки с воздушным перемешиванием и далее в отделение сорбционного выщелачивания в агитаторы с механическим перемешиванием. Сорбция золота осуществляется

на активированный уголь. Хвосты сорбции обезвреживаются и складываются в хвостохранилище. Насыщенный золотом активированный уголь выводится из головного сорбционного аппарата, отмывается от пульпы и перекачивается в отделение десорбции для обезметалливания и восстановления сорбционных свойств угля. Перед десорбцией золота проводится кислотная обработка активированного угля 2 % раствором соляной кислоты для удаления осадков карбоната кальция. Затем после отмывки и нейтрализации проводят десорбцию золота с активированного угля. Десорбцию ведут раствором NaOH с  $\text{pH} > 13,5$  при температуре  $150\text{ }^{\circ}\text{C}$ , давлении  $0,5\text{ МПа}$ . Золотосодержащий раствор поступает на электролиз, который работает под давлением  $0,5\text{ МПа}$ , т.е. система колонна десорбции-электролизер является замкнутой (процесс JPS). Продолжительность процесса десорбции-электролиза 12 часов, после чего обеззолоченный уголь поступает на термическую реактивацию для восстановления его сорбционной активности. После реактивации и контрольного грохочения (для выделения угольной мелочи) регенерированный уголь возвращается в процесс сорбции (в хвостовой сорбционный аппарат). Катодный осадок из электролизеров периодически снимается, плавится в существующем плавильном отделении и отливается в слитки, которые являются готовой продукцией.

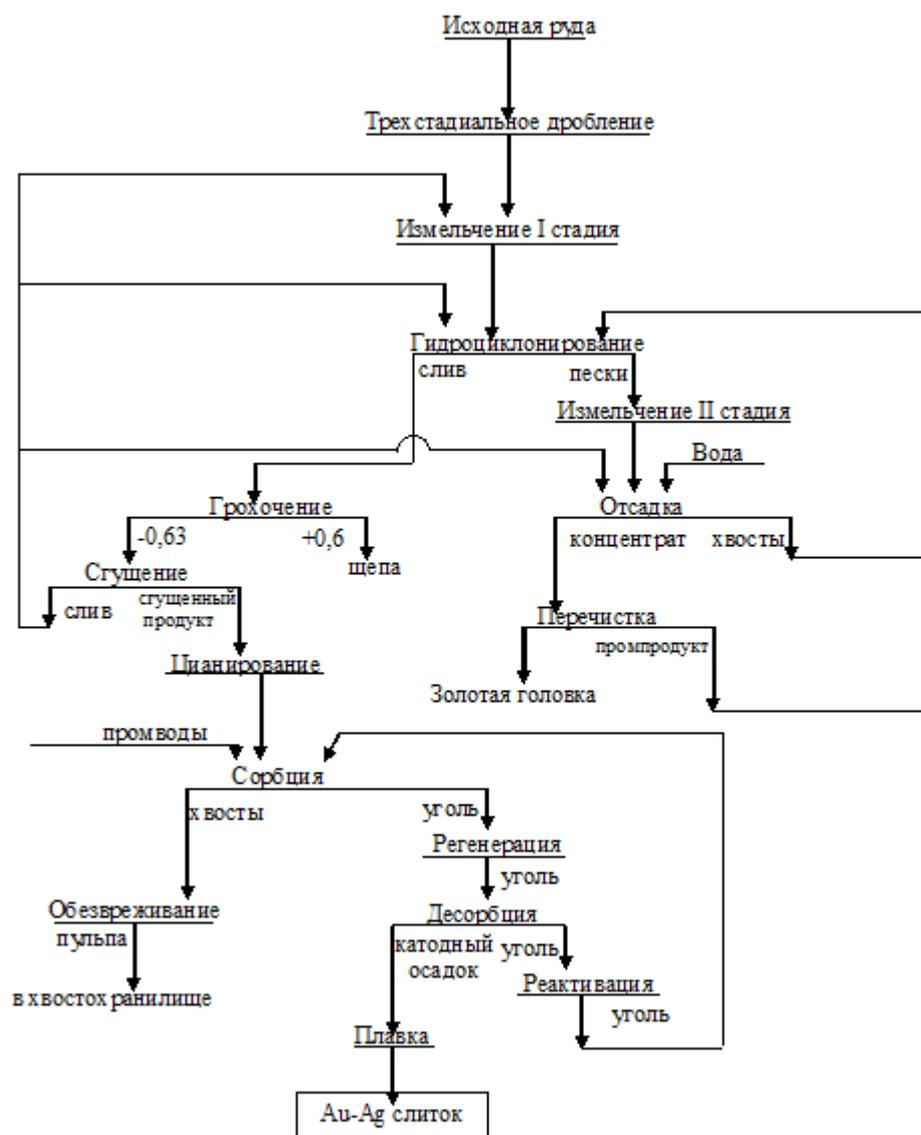


Рисунок 1 – Принципиальная схема переработки руды на Коммунарской ЗИФ

Функциональная схема десорбции приведена в приложении А.

Согласно водно-шламовой схеме, представленной на рисунке 1.1, поток угля, поступающий в отделение десорбции, составит 0,16 т/ч или 0,32 м<sup>3</sup>/ч. Суточный поток составит 3,84 т/сут или 7,68 м<sup>3</sup>/сут. Для обеспечения заданной производительности требуется установка десорбции отечественного производства, работающая по разработанной ОАО «Иргиредмет» технологии - «высокотемпературная десорбция» обезметалливания угля. В состав установки входит один электродный котел и два десорбера, объемом 0,7 м<sup>3</sup> каждый. Производительность установки

составляет до 11 м<sup>3</sup>/сут., что обеспечит требуемую производительность отделения.

Уголь, поступающий в отделение десорбции, проходит через колонну донасыщения, в которой обогащается золотом, т.к. через колонну донасыщения проходит поток обезметалленных растворов с электролиза и поток обезметалленных растворов с колонн реконцентрации и «бедный» элюат. Затем этот обогащенный уголь подвергается обработке горячими растворами щелочи при температуре 165-175 °С. Золото элюируется с угля в раствор при десорбции, затем делится на «богатый» и «бедный» элюаты. «Богатый» элюат направляется на переосаждение в колоннах реконцентрации. «Бедный» элюат направляется в колонну донасыщения, где обезметалливается.

И уже насыщенный, таким образом «богатый» уголь подвергается обработке горячими щелочными растворами, получая при этом насыщенный по золоту раствор, который и направляется на электролиз

Схема цепи аппаратов представлена на рисунке 1.1, спецификация к рисунку 1.1 представлена ниже.

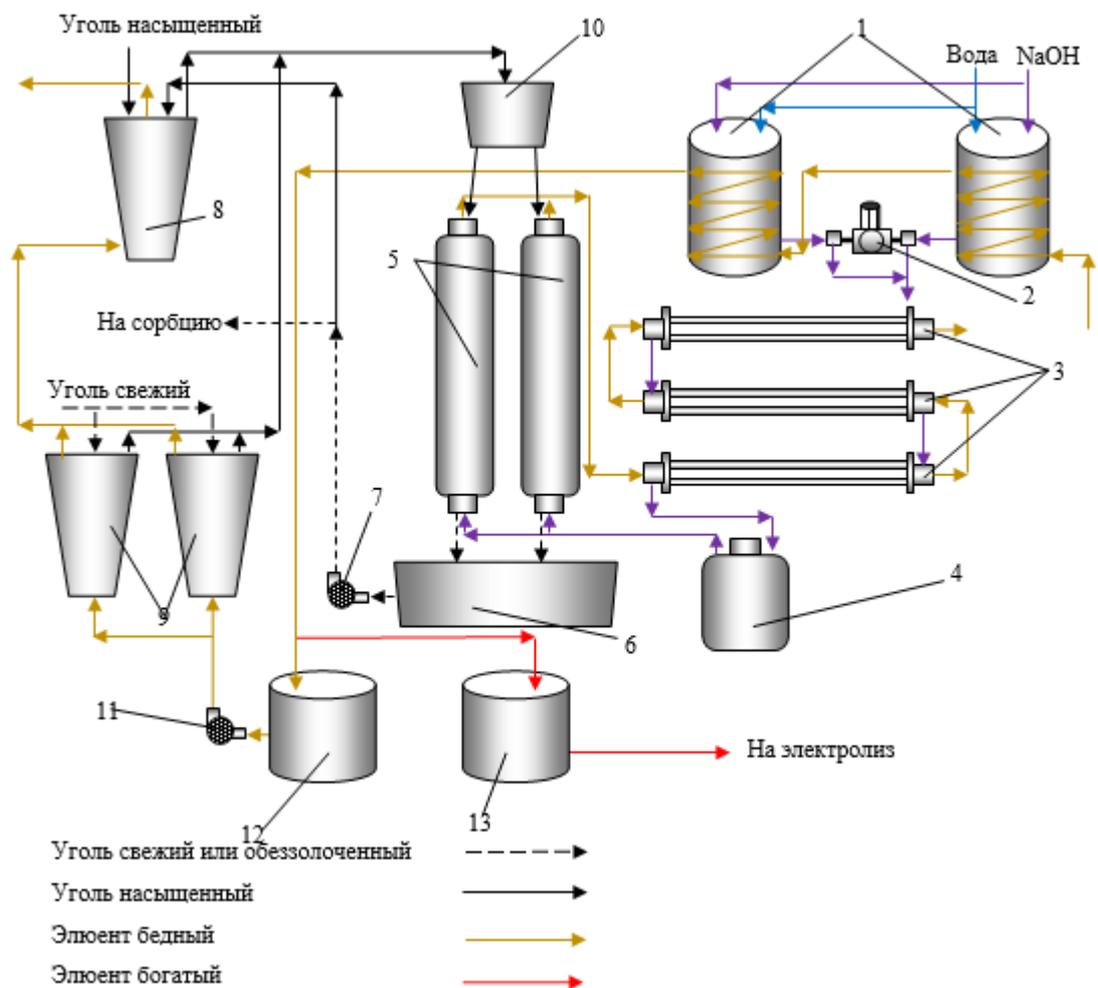


Рисунок 1.1 – Технологическая схема десорбции золота

№/№	Наименование	Кол-во	Примечание
1	Расходная емкость со змеевиком	2	Полезный объем 8 м <sup>3</sup> каждая
2	Насос 2НД	2	1 в работе, 1 в резерве
3	Теплообменник	3	Площадь охлаждения min 20 м <sup>2</sup> каждый
4	Электродный котел	1	Объем 3 м <sup>3</sup>
5	Десорбер	2	Объем 0,7 м <sup>3</sup> каждый
6	Разгрузочный бункер десорберов	1	Объем 2-2,5 м <sup>3</sup>
7	Угольный насос Warman 2 TC	1	N-7,5 кВт
8	Колонна донасыщения	1	Объем 10 м <sup>3</sup>
9	Колонны реконцентрации	2	Объем 7 м <sup>3</sup> каждая
10	Загрузочный бункер десорберов	1	Объем 2-2,5 м <sup>3</sup>
11	Насос	2	1 в работе, 1 в резерве
12	Емкость бедного элюата	1	Объем 5 м <sup>3</sup>
13	Емкость товарного элюата	1	Объем 8 м <sup>3</sup>

## 2.2 Выбор архитектуры АС

В основе разработки архитектуры пользовательского интерфейса проекта АС лежит понятие ее профиля. Под профилем понимается набор стандартов, ориентированных на выполнение конкретной задачи. Основными целями применения профилей являются:

- снижение трудоемкости проектов АС;
- повышение качества оборудования АС;
- обеспечение расширяемости (масштабируемости) АС по набору прикладных функций;
- обеспечение возможности функциональной интеграции задач информационных систем.

Профили АС включают в себя следующие группы:

- профиль прикладного программного обеспечения;
- профиль среды АС;
- профиль защиты информации АС;
- профиль инструментальных средств АС.

В качестве профиля прикладного программного обеспечения будет использоваться открытая и готовая к использованию SCADA-система Siemens SmartLine. Профиль среды АС будет базироваться на операционной системе WindowsXP. Профиль защиты информации будет включать в себя стандартные средства защиты Windows. Профиль инструментальных средств будет основываться на среде OpenPCS.

### **2.3 Разработка структурной схемы АС**

Объектом управления десорбер, в частности, в соответствии с ТЗ разработаем систему автоматизированного управления. В десорбере измеряется температура, давление, уровень, а в трубопроводах – давления, расход и плотность. Исполнительными устройствами являются клапаны с электроприводом.

Специфика каждой конкретной системы управления определяется используемой на каждом уровне программно-аппаратной платформой. Трехуровневая структура АС приведена в приложении Б.

Нижний (полевой) уровень состоит из первичных датчиков (сигнализатора уровня, один датчик температуры с индикацией и

регистрацией (TIR), два уровнемер, три расходомера, 2 датчика давления исполнительных устройств (клапанов с электроприводом).

Средний (контроллерный) уровень состоит из локального контроллера, который представляет собой контроллер Siemens S7-200SMART.

Верхний (информационно-вычислительный) уровень состоит из коммуникационного контроллера, который играет роль концентратора, а также компьютеров и сервера базы данных, объединенных в локальную сеть Ethernet. На компьютерах диспетчера и операторов установлены операционная система Windows 7 и программное обеспечение SCADA Siemens SmartLine.

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

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

Информация с локального контроллера направляется в сеть диспетчерского пункта через коммуникационный контроллер верхнего уровня, который реализует следующие функции:

- сбор данных с локальных контроллеров;
- обработка данных, включая масштабирование;
- поддержание единого времени в системе;
- синхронизация работы подсистем;
- организация архивов по выбранным параметрам;
- обмен информацией между локальными контроллерами и верхним уровнем.

БС включает несколько станций управления, представляющих собой АРМ диспетчера/оператора. Также здесь установлен сервер базы данных. Компьютерные экраны диспетчера предназначены для отображения хода технологического процесса и оперативного управления.

Все аппаратные средства системы управления объединены между собой каналами связи. На нижнем уровне контроллер взаимодействует с датчиками и исполнительными устройствами. Связь между локальным контроллером и контроллером верхнего уровня осуществляется на базе интерфейса Ethernet.

Связь автоматизированных рабочих мест оперативного персонала между собой, а также с контроллером верхнего уровня осуществляется посредством сети Ethernet.

#### **2.4 Функциональная схема автоматизации**

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

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

При разработке функциональной схемы автоматизации технологического процесса решены следующие задачи:

- задача получения первичной информации о состоянии технологического процесса и оборудования;

– задача непосредственного воздействия на технологический процесс для управления им и стабилизации технологических параметров процесса;

– задача контроля и регистрации технологических параметров процессов и состояния технологического оборудования.

В соответствии с заданием разработана функциональная схема автоматизации по ГОСТ 21.208-13 «Автоматизация технологических процессов. Обозначения условные приборов и средств автоматизации в схемах» и ГОСТ 21.408-13 «Система проектной документации для строительства. Правила выполнения рабочей документации автоматизации технологических процессов»;

Функциональная схема автоматизации выполнена согласно требованиям, ГОСТ 21.408–13 и приведена в приложении В.

## **2.5 Разработка схемы информационных потоков**

Схема информационных потоков, включает в себя три уровня сбора и хранения информации:

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

На нижнем уровне представляются данные физических устройств ввода/вывода. Они включают в себя данные аналоговых сигналов и дискретных сигналов, данные о вычислении и преобразовании.

Средний уровень представляет собой буферную базу данных, которая является как приемником, запрашивающим данные от внешних систем, так и их источником. Другими словами, она выполняет роль маршрутизатора информационных потоков от систем автоматики и телемеханики к графическим экранным формам АРМ-приложений. На этом уровне из полученных данных ПЛК формирует пакетные потоки информации. Сигналы между контроллерами и между контроллером верхнего уровня и АРМ оператора передаются по протоколу Ethernet.

Параметры, передаваемые в локальную вычислительную сеть в формате стандарта OPC, включают в себя:

- расход подачи воды, м<sup>3</sup>/ч,
- уровень воды, мм,
- температура в подогревателе, °С,
- температура в подогревателе, °С,
- давление в емкости 01, МПа,
- давление в емкости 02, МПа,
- уровень воды в 1 отсеке, мм,
- уровень воды во 2 отсеке, мм

Каждый элемент контроля и управления имеет свой идентификатор (ТЕГ), состоящий из символьной строки. Структура шифра имеет следующий вид:

AAA\_BBB\_CCCC\_DDDDD,

где

1. AAA – параметр, 3 символа, может принимать следующие значения:
  - DAV – давление;
  - TEM – температура;
  - URV – уровень;
  - RAS – расход;
2. BBB – код технологического аппарата (или объекта), 3 символа:
  - TRI – входной трубопровод;
  - TRO – выходной трубопровод;
  - C01 – емкость 01;
  - C01 – емкость 01;
  - TOB – теплообменник;
  - DSRB – десорбер;
3. CCCC – уточнение, не более 4 символов:
  - AVH – верхний предупредительный ;

- AVHH – верхний аварийный;
- AVL – нижний предупредительный;
- AVLL – нижний аварийный;
- WORK – рабочее

Знак подчеркивания \_ в данном представлении служит для отделения одной части идентификатора от другой и не несет в себе какого-либо другого смысла.

Кодировка всех сигналов в SCADA-системе представлена в таблице 1.

Таблица 1 – Кодировка всех сигналов в SCADA-системе

Кодировка	Расшифровка кодировки
DAV_TRI_WORK	Давление во входном трубопроводе
DAV_TRO_WORK	Давление в выходном трубопроводе
DAV_C01_WORK	Давление в емкости 01
DAV_TRI_WORK	Давление в емкости 02
TEM_TOB_WORK	Температура в теплообменнике
URV_C01_WORK	Уровень в емкости 01
URV_C02_WORK	Уровень в емкости 02
URV_C01_AVHH	Верхний аварийный уровень в емкости 01
URV_C01_AVH	Верхний предупредительный уровень в емкости 01
DAV_DSRB_WORK	Давление в десорбере

Верхний уровень представлен базой данных КИС и базой данных АСУ ТП. Информация для специалистов структурируется наборами экранных форм АРМ. На мониторе АРМ оператора отображаются различные информационные и управляющие элементы. На АРМ диспетчера автоматически формируются различные виды отчетов, все отчеты формируются в формате XML. Генерация отчетов выполняется по следующим расписаниям:

- каждый четный / нечетный час (двухчасовой отчет);
- каждые сутки (двухчасовой отчет в 24.00 каждых суток);
- каждый месяц;
- по требованию оператора (оперативный отчет).

Отчеты формируются по заданным шаблонам:

- сводка по текущему состоянию оборудования;
- сводка текущих измерений.

Историческая подсистема АС сохраняет информацию изменений технологических параметров для сигналов с заранее определенной детальностью. Сохранение данных в базе данных происходит при помощи модуля истории Siemens SmartLine History. Данные, хранящиеся более трех месяцев, прореживаются для обеспечения необходимой дискретности.

## **2.6 Выбор средств реализации**

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

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

Измерительные устройства осуществляют сбор информации о технологическом процессе. Исполнительные устройства преобразуют электрическую энергию в механическую или иную физическую величину для осуществления воздействия на объект управления в соответствии с выбранным алгоритмом управления. Контроллерное оборудование осуществляет выполнение задач вычисления и логических операций.

Приборы и датчики выбраны с учетом обеспечения взрывобезопасности при эксплуатации, т.е. применено оборудование взрывозащищенное со степенью защиты «взрывонепроницаемая оболочка», либо «искробезопасная электрическая цепь», которая обеспечивается таким же видом взрывозащиты входных блоков контроллера.

### **2.6.1 Выбор контроллерного оборудования**

Для рассмотрения контроллерного оборудования, согласно ТЗ составим таблицу и произведем выбор из нескольких.

Характеристики	Siemens S7-200 Smart	Allen-bradley 1756 ControlLogix 5560	Schneider Electric Modicon M238	ОВЕН ПЛК 150
Количество точек	64	256	256	16
Подключение дополнительных модулей/ввода вывода	До 512	До 2048	До 2048	До 512
Интерфейсы связи	RS-485/Ethernet	RS-232/Ethernet	RS-232/RS-485/Ethernet	RS-232/RS-485/Ethernet
Протокол связи	IEC/MODBUS/U-NET	MODBUS/IEC	MODBUS/IEC/TREI-NET/SNTP	MODBUS
Поддержка функций ПИД регулирования	+	-	+	+
Дополнительная память	До 2048 МБ	До 2048 МБ	До 2048 МБ	До 2048 МБ
Резервное питание	+	-	+	-
Языки программирования	FBD, LD, CFC	FBD, LD, CFC, ST	FBD, LD, CFC, ST	FBD, LD, ST
Время наработки на отказ	100 000 часов	80 000 часов	100 000 часов	50 000 часов
Стоимость	317 000	285 000	464 000	52 000

В качестве контроллера был выбран ПЛК Siemens S7-200 Smart (рисунок 1), т.к. имеет большое количество точек ввода/вывода, набор стандартных протоколов, возможность горячего резервирования, также используются необходимые протоколы связи и интерфейсы, экономические показатели ниже чем Schneider Electric.



Рисунок 1 – Siemens S7-200

Программируемые контроллеры семейства SIMATIC S7-200 имеют модульную конструкцию и являются идеальным средством для построения

эффективных систем автоматического управления при минимальных затратах на приобретение оборудования и разработку системы. Контроллеры способны работать в реальном масштабе времени и могут быть использованы как для построения узлов локальной автоматики, так и узлов комплексных систем управления. Они обеспечивают поддержку обмена данными через сети PPI, MPI, Industrial Ethernet, а также через Internet/ Intranet и системы модемной связи, способны обслуживать системы распределенного ввода-вывода на основе AS-Interface, работать в составе систем распределенного ввода-вывода на основе PROFIBUS DP.

## **2.6.2 Выбор датчиков**

### **2.6.2.1 Выбор расходомера**

Выбор расходомера проходил из следующих вариантов приборов: вихревой расходомер Rosemount 8800D, вихреакустический расходомер Метран-300ПР и ВЗЛЕТ ЭМ. В результате анализа был выбран расходомер ВЗЛЕТ ЭМ, потому что он подходит воды с различным содержанием примесей, растворов, кислот, щелочей, абразивных и других жидкостей, а также имеет подходящий диапазон измерения расхода с погрешностью  $\pm 1,0\%$ , в соответствии ТЗ имеет RS-485, расширенная самодиагностика прибора.



Рисунок 2 – Электромагнитный расходомер ВЗЛЕТ ЭМ

Расходомер-счетчик электромагнитный «ВЗЛЕТ ЭМ» предназначен для измерения среднего объемного расхода и объема различных электропроводящих жидкостей в широком диапазоне температур и вязкостей в различных условиях эксплуатации.

Расходомеры-счетчики электромагнитные «ВЗЛЕТ ЭМ» модификации ПРОФИ в зависимости от исполнения и программно заданных функций могут обеспечивать:

- измерение среднего объемного расхода при прямом и обратном направлении потока;
- определение объема нарастающим итогом отдельно для прямого и обратного направления потока, а также их алгебраической суммы с учетом направления потока;
- дозирование предварительно заданного значения объема жидкости или дозирование в режиме «старт-стоп» и определение при этом величины отмеренной дозы, времени дозирования и расхода в процессе дозирования;
- индикацию результатов измерений;
- вывод результатов измерений в виде токового, импульсно-частотного и логического сигналов;
- сохранение в энергонезависимой памяти установочных параметров;
- автоматический контроль и индикацию наличия нештатных ситуаций и отказов;
- вывод измерительной, диагностической, установочной и другой информации через последовательный интерфейс RS-232 или RS-485;
- защиту установочных данных от несанкционированного доступа.

Принцип работы электромагнитного расходомера (ЭМР) основан на измерении электродвижущей силы (ЭДС) индукции, возникающей в объеме электропроводящей жидкости, движущейся в магнитном поле, создаваемом электромагнитной системой в сечении канала первичного преобразователя расхода.

Основные характеристики расходомера представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Основные характеристики ВЗЛЕТ ЭМ

Измеряемые среды	жидкость, нефть, газ
Степень защиты	IP 66/68, искробезопасное исполнение
Измерительный принцип	электромагнитный
Измеряемый объемный расход	54,34 м <sup>3</sup> /ч
Погрешность измерения	± 1%
Температура измеряемой среды	– 10 ... + 150 °С
Выходные сигналы	4-20 мА с HART-протоколом
Средняя наработка на отказ	75 000 часов
Средний срок службы	12 лет

### 2.6.2.2 Выбор датчиков давления

Для выбора датчика давления были рассмотрены следующие варианты: датчик давления MGS37 стандарта NACE, Метран-150 и Kobold PAD-R. В результате анализа был выбран датчик давления Метран-150 TG (Рисунок 3), так он удовлетворяет по техническому заданию, имея возможность работать с агрессивными средами, имеет унифицированный выходной сигнал 4-20 мА с HART протоколом, а также входит в рамки пределов допустимой погрешности, при этом межповерочный интервал составляет 4 года, а также время наработки на отказ данного датчика составляет 150 000 ч.

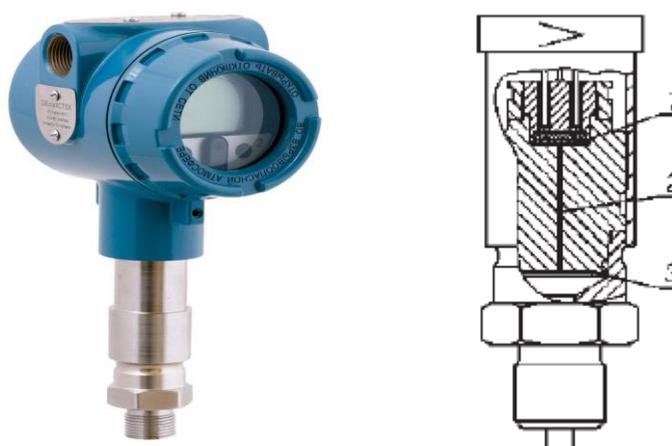


Рисунок 3 – Датчик давления Rosemount 3051

Датчик данной серии предназначен для непрерывного преобразования в унифицированный токовый выходной сигнал и/или цифровой сигнал в стандарте протокола HART входных измеряемых величин:

- избыточного давления;
- абсолютного давления;
- разности давлений;
- давления-разрежения;
- гидростатического давления (уровня).

Управление параметрами датчика:

- с помощью HART-коммуникатора;
- HART-модема и компьютера или программных средств АСУТП;
- Локального интерфейса оператора
- удаленно с помощью AMS.

Датчик Метран-150 состоит из преобразователя давления и электронного преобразователя.

В датчике Метран-150 штуцерного исполнения используется тензорезистивный тензомодуль на кремниевой подложке. Чувствительным элементом тензомодуля является пластина 1 из кремния с пленочными тензорезисторами (структура КНК - кремний на кремнии). Давление через разделительную мембрану 3 и разделительную жидкость 2 передается на чувствительный элемент тензомодуля. Воздействие давления вызывает изменение положения чувствительного элемента, при этом изменяется электрическое сопротивление его тензорезисторов, что приводит к разбалансу мостовой схемы. Электрический сигнал, образующийся при разбалансе мостовой схемы, измеряется АЦП и подается в электронный преобразователь, который преобразует это изменение в выходной сигнал

Технические характеристики датчика давления Метран-150G приведены в таблице 3.

Таблица 3 – Технические характеристики датчика Kobold PAD-R

Измеряемые среды	газ, жидкость, нефтепродукты
Рабочая температура	- 20 ... + 150 °С
Диапазон измерения	0,025 кПа – 68 МПа
Основная приведенная погрешность	±0.1 %
Выходные сигналы	4-20 мА с HART-протоколом

### 2.6.2.3 Выбор датчика температуры

Для выбора датчика температуры были рассмотрены следующие варианты: Kobold TWL-R-Exd, Метран-286, WIKA TR10.

Из рассмотренных вариантов выбран датчик температуры Метран-286 (рисунок 4). Выбор обоснован пределами измерения и допустимой погрешности согласно техническому заданию, имеет унифицированный выходной сигнал 4-20 мА, стоимость данного датчика дешевле альтернатив.



Рисунок 4 – Метран-286

Интеллектуальный преобразователь температуры преобразует сигнал первичного преобразователя температуры в унифицированный выходной сигнал постоянного тока 4-20 мА с наложенным на него цифровым сигналом HART.

Основные технические характеристики Метран-286:

- диапазон измеряемых температур -50...500 °С;
- максимальная температура применения 800 °С;

- степень воздействия защиты от пыли и воды по IP65;
- питание от 18 до 42 В;
- надежность до 6 лет.

#### 2.6.2.4 Выбор уровнемера

Выбор уровнемера проходил из следующих вариантов приборов: Nevelco Nivotrack, емкостной уровнемер МПУ100 и Rosemount 5600. Для измерения уровня был выбран уровнемер Rosemount 5600 (Рисунок 5), потому что он невосприимчив к окружающим факторам (температуре, давлению и т.д.), выходной сигнал 4-20 мА, а также внедрение и обслуживание обходится гораздо дешевле.



Рисунок 5 – Уровнемер Rosemount 5300

Уровнемеры 5600 представляют собой сложные интеллектуальные приборы нового поколения, предназначенные для бесконтактных измерений уровня различных сред в резервуарах любого типа, и рекомендуются для измерений уровня жидкостей в агрессивных средах и других материалов, и продуктов: жидких и сыпучих. Благодаря высокой чувствительности и уникальной способности обработки эхо-сигналов, уровнемеры 5600 широко применяются в сложных условиях технологических процессов. Широкий выбор источников питания постоянного или переменного тока повышает их универсальность при подключении к электрической сети. Уровнемеры 5600 могут применяться как для автономной эксплуатации, так и для работы в составе различных автоматизированных систем управления; поддерживают

цифровую архитектуру PlantWeb и оснащены аналоговым выходным сигналом 4–20 мА с наложенным цифровым сигналом по протоколу HART или Modbus, что позволяет встраивать их в системы АСУТП любой сложности. Дополнительно данные уровнемеры могут быть оснащены дисплейной панелью, позволяющей производить настройку, вести оперативный мониторинг измеряемых и вычисляемых величин, и, кроме того, осуществлять контроль температуры внутри резервуара благодаря возможности подключения к ней датчиков температуры.

Таблица 4 – Основные характеристики Rosemount 5300

Техническая характеристика	Значение
Измеряемые среды	– нефтепродукты, щелочи, кислоты, растворители, водные растворы, – суспензии, глина, извести, руды и бумажная пульпа; – гранулированные материалы от руды до пластиковых гранул, мелкодисперсионные порошковые материалы, цемент и пр.
Диапазон измерений	от 0 до 50 м
Разрешающая способность	1 мм
Частота	10 ГГц
Рабочий диапазон давлений, МПа	от –0,1 до 5,5 МПа
Рабочий диапазон температур окружающей среды	от –40 до +70 °С
Рабочий диапазон температур процесса	от –40 до +400 °С
Выходные сигналы	4...20 мА/HART/ Fieldbus
Расстояние передачи данных	до 2,5 км
Физические интерфейсы связи с компьютерной средой	Hart, FOUNDATION Fieldbus
Протоколы связи с компьютерной средой	HART, Fieldbus
Погрешность измерений уровня	± 5 мм
Источник питания	24В постоянного или 240 В переменного тока, 50/60 Гц
Потребляемая мощность	5 Вт
Взрывозащищенное исполнение	есть
Гарантийный срок эксплуатации	1 год
Межповерочный интервал	3 года

### 2.6.2.5 Выбор датчика – сигнализатора уровня

При больших скоростях наполнения в шаровую мельницу с разгрузкой через решетку дополнительно устанавливается сигнализатор предельного уровня, контролируя уровень жидкости в мельнице. Этот сигнал может использоваться для автоматического отключения насосов, а также для открытия и закрытия задвижек на трубопроводных коммуникациях. Кроме аварийного сигнала схемой автоматизации предусматривается подача предупредительных сигналов о достижении нижнего и верхнего уровней от датчиков-сигнализаторов уровня.

Для сигнализации уровня будем использовать сигнализатор уровня той же фирмы Rosemount 2120. Прибор обладает следующими отличительными особенностями:

- Точность измерения практически не зависит от влияния течения, пузырьков, турбулентности, пены, вибрации, твердых частиц, покрытия, свойств жидкости и колебания характеристик среды
- Отсутствие необходимости в калибровке, минимальный объем работ при монтаже
- Удобный доступ к клеммам и устройствам электрозащиты;
- Отсутствие подвижных деталей и щелевых отверстий, благодаря чему прибор практически не требует технического обслуживания;
- Светодиодный индикатор для отображения состояния и режима работы прибора;
- Регулируемая задержка переключения программируется для работы в условиях турбулентности и разбрызгивания;
- Магнитная контрольная точка для быстрого тестирования работы
- Длина вилки со всеми установленными удлинительными элементами до 157,5 дюйма (4 м);
- Конструкция вилки обеспечивает быстрое стекание с нее измеряемой среды и благодаря этому уменьшенное время отклика;
- Выпускаются следующие варианты исполнения: для зон общего назначения, взрывобезопасный/взрывонепроницаемый и искробезопасный варианты.



Рисунок 6 – датчик-реле уровня Rosemount 2120

Сигнализатор Rosemount 2120 работает по принципу камертона. Пьезоэлектрический кристалл возбуждает колебания камертонной вилки с ее собственной частотой. Изменение этой частоты непрерывно отслеживается. Частота колебаний сенсора с вибрирующей вилкой изменяется в зависимости от среды, в которую он погружен. (Чем плотнее жидкость, тем ниже частота.)

В случае использования сигнализатора для формирования сигнала низкого уровня при падении уровня жидкости в резервуаре или трубопроводе ниже уровня вилки происходит изменение собственной частоты колебаний вилки. Данное изменение обнаруживается электронным модулем, который переключает выходное состояние прибора.

При использовании сигнализатора Rosemount 2120 для формирования сигнала высокого уровня изменение выходного состояния прибора происходит при повышении уровня в резервуаре или трубопроводе и контакте среды с вилкой.

## **2.6.3 Выбор исполнительных механизмов**

### **2.6.3.1 Выбор регулирующего клапана**

Исполнительным устройством называется устройство в системе управления, непосредственно реализующее управляющее воздействие со стороны регулятора на объект управления путем механического перемещения регулирующего органа.

Регулирующее воздействие от исполнительного устройства должно изменять процесс в требуемом направлении для достижения поставленной задачи – стабилизации регулируемой величины.

В качестве регулирующего клапана будет использоваться клапан регулирующей седельный проходной VS2 (рисунок 7).



Рисунок 7 – Клапан регулирующий седельный проходной VS2

Технические характеристики данного клапана приведены в таблице 5:

Таблица 5 – Технические характеристики клапана VS2

Техническая характеристика	Значение
Условный проход Ду, мм	15
Динамический диапазон регулирования	50:1
Характеристика регулирования	линейная
Коэффициент начала кавитации Z	$\leq 0,5$
Протечка через закрытый клапан, % не более Kvs	0,05
Условное давление P <sub>y</sub> , МПа	16
Макс. перепад давления для закрытия клапана ΔP <sub>макс.</sub> , МПа	10
Температура регулируемой среды T, °C	-40...до 130
Присоединение	Фланцевое
Корпус клапана и крышка	Серый чугун
Седло, золотник и шток	Нержавеющая сталь
Уплотнение сальника	EPDM

Условия применения приведены на рисунке 8:

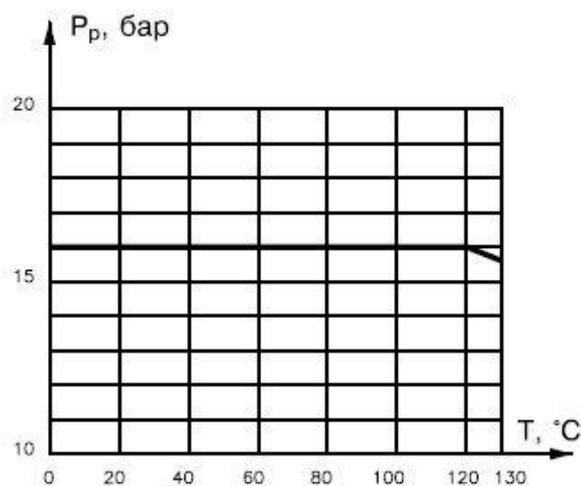


Рисунок 8 – Условия применения

При монтаже клапана необходимо убедиться, чтобы направление движения регулируемой среды совпадало с направлением стрелки на его корпусе. Необходимо предусмотреть достаточное пространство вокруг клапана с электроприводом для их демонтажа и обслуживания.

Габаритные размеры приведены на рисунке 9.

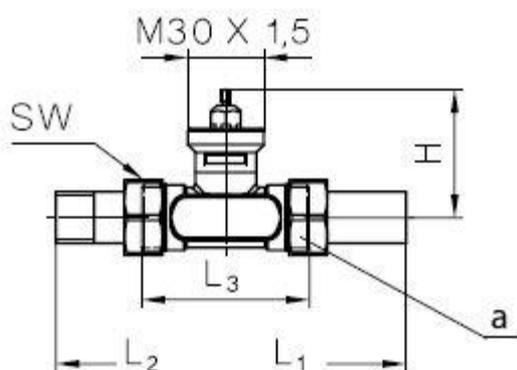


Рисунок 9 – Габаритные размеры

Для управление клапаном выбран редукторный электропривод АМЕ 10 (рисунок 10).



Рисунок 10 – Редукторный электропривод АМЕ 10

Технические характеристики привода приведены в таблице 6:

Таблица 6 – Технические характеристики привода

Техническая характеристика	Значение
Тип сигнала управления	4-20 мА
Класс защиты	IP 67
Тип двигателя	Асинхронный
Температурный диапазон, °С	От -40 ... до +90

### 2.6.3.2 Выбор преобразователя частоты

Для управления насосами используется преобразователь частоты фирмы Schneider Electric Altivar 61 (рисунок 11).



Рисунок 11 – Преобразователь частоты Schneider Electric

Преобразователь частоты Altivar 61 может уменьшить эксплуатационные расходы путем оптимизации потребления энергии, значительно повышая

комфортность. Различные встроенные функции позволяют адаптировать преобразователь для использования в электрических установках, сложных управляющих системах и системах диспетчеризации инженерного оборудования здания. При разработке преобразователя учитывалась необходимость электромагнитной совместимости и уменьшения гармонических составляющих тока. В зависимости от характеристик, каждый тип (UL тип 1/IP 20 и/или UL тип 12/IP 54) либо имеет встроенные фильтры ЭМС класса А или В и дроссели звена постоянного тока, либо эти элементы доступны в качестве дополнительного оборудования. Серия преобразователей частоты Altivar 61 предназначена для двигателей мощностью от 0,75 до 800 кВт с тремя типами сетевого питания:

- однофазное, 200 - 240 В, от 0,37 до 5,5 кВт;
- трехфазное, 200 - 240 В, от 0,37 до 75 кВт;
- трехфазное, 380 - 480 В, от 0,75 до 630 кВт;
- трехфазное, 500 - 690 В, от 1,5 до 800 кВт

Функции, разработанные специально для насосных и вентиляторных агрегатов

- энергосбережение, квадратичный закон по 2 или 5 точкам
- автоматический подхват вращающейся нагрузки с поиском скорости
- адаптация ограничения тока в зависимости от скорости

#### **2.6.4 Разработка схемы внешних проводок**

Схема внешней проводки приведена в приложении Г. Датчики температуры имеет встроенный преобразователь сигнала термосопротивления в унифицированный токовый сигнал 4-20 мА. У расходомера сигнал преобразуется в унифицированный токовый сигнал 4-20 мА. Датчик давления преобразует сигнал с сенсора в унифицированный токовый сигнал 4-20 мА.

В качестве кабелей подобраны следующие типы кабелей КВВГэ 4х1 – 1288 м, КВВГ 4х1 – 1176 м, МКЭШ 5х0,75 – 35 м, КВВГ 7х1 – 94 м, КВВГэ 7х1 – 126 м, КВВГэ 14х1 – 44 м, КВВГэ 10х1.

В качестве кабеля выбран КВВГ. Кабель КВВГ представляет собой конструкцию из медных жил, заключенных в изоляцию, а также в оболочку из пластика. Электротехнический контрольный кабель КВВГ предназначен для присоединения к электроаппаратуре, электроприборам. Конструкция кабеля состоит из следующих частей: жила (мягкая медная проволока), изоляция (ПВХ пластикат), поясная изоляция (лента ПЭТФ пленки), оболочка (ПВХ пластикат пониженной горючести). Кабели КВВГ предназначены для неподвижного присоединения к электрическим приборам, аппаратам, сборкам зажимов электрических распределительных устройств с номинальным переменным напряжением до 660В частоты до 100Гц или постоянным напряжением до 1000В.

При прокладке кабелей систем автоматизации следует соблюдать требования главы 2.3. «Кабельные линии напряжением до 220 кВ» ПУЭ и дополнительные правила разделения цепей:

- цепи сигналов управления и сигнализации напряжением 220 В переменного тока и 24 В постоянного тока должны прокладываться в разных кабелях;
- аналоговые сигналы должны передаваться с помощью экранированных кабелей отдельно от цепей сигналов управления и сигнализации;
- сигналы последовательной передачи данных (интерфейсные соединения);
- сигналы управления и контроля для взаиморезервируемых механизмов, устройств должны передаваться в разных кабелях;
- цепи отдельных шлейфов пожарной сигнализации должны прокладываться в разных кабелях.

## **2.6.5 Выбор алгоритмов управления АС**

В автоматизированной системе на разных уровнях управления используются различные алгоритмы:

- алгоритмы пуска (запуска)/ остановки технологического оборудования (релейные пусковые схемы) (реализуются на ПЛК и SCADA-форме),
- релейные или ПИД-алгоритмы автоматического регулирования технологическими параметрами технологического оборудования (управление положением рабочего органа, регулирование давления, и т. п.) (реализуются на ПЛК),
- алгоритмы управления сбором измерительных сигналов (алгоритмы в виде универсальных логически завершенных программных блоков, помещаемых в ППЗУ контроллеров) (реализуются на ПЛК),
- алгоритмы автоматической защиты (ПАЗ) (реализуются на ПЛК),
- алгоритмы централизованного управления АС (реализуются на ПЛК и SCADA-форме) и др.

В данной выпускной квалификационной работе разработаны следующие алгоритмы АС:

- алгоритм сбора данных измерений,
- алгоритм автоматического регулирования технологическим параметром

Для представления алгоритма пуска/останова и сбора данных будем использовать правила ГОСТ 19.002.

### **2.6.5.1 Алгоритм сбора данных измерений**

В качестве канала измерения выберем канал измерения температуры в расходных емкостях. Для этого канала разработаем алгоритм сбора данных. Алгоритм сбора данных с канала измерения температуры в расходных емкостях представлен в приложении Д.

### 2.6.5.2 Алгоритм автоматического регулирования технологическим параметром

В качестве алгоритма регулирования будем использовать алгоритм ПИД регулирования, который позволяет обеспечить хорошее качество регулирования, достаточно малое время выхода на режим и невысокую чувствительность к внешним возмущениям. ПИД-регулятор используется в системах автоматического управления для поддержания заданного значения измеряемого параметра.

ПИД-регулятор измеряет отклонение стабилизируемой величины от заданного значения (уставки) и выдаёт управляющий сигнал, являющийся суммой трёх слагаемых, первое из которых пропорционально этому отклонению, второе пропорционально интегралу отклонения и третье пропорционально производной отклонения.

Процесс регулирования давления осуществляется следующим образом. На вход блока управления поступают заданное (уставка)  $y^*(t)$  и текущее  $y(t)$  значения регулируемой величины. Блок управления вычисляет рассогласование  $e(t) = y^*(t) - y(t)$ , на основе которого формирует управляющий сигнал  $u(t)$ , подаваемый на вход исполнительного устройства.

Задание по давлению сравнивается с текущим значением давления, полученным при помощи датчика давления. По рассогласованию регулятор уровня формирует задание по положению регулирующего органа. Заданное положение сравнивается с текущим, полученным от датчика положения регулирующего органа. На основе рассогласования по положению блок управления формирует управляющий сигнал на исполнительный механизм.

Частотный преобразователь:

$$T_1 \frac{df}{dt} + f = k_1 \cdot I$$

Электропривод

$$T_2 \frac{d\omega}{dt} + \omega = k_2 \cdot f.$$

Задвижка

$$\frac{dx}{dt} = \omega$$

Преобразование в расход поступающей жидкости

$$k \cdot p = x$$

Мельница:

$$T_3 \frac{dL}{dt} + L = k_3 \cdot p.$$

Так как при ПИД-регулировании используется ток до 20 мА, а частотный преобразователь изменяет частоту от 0 Гц до 300 кГц, то передаточный коэффициент равен 15. Постоянная времени была определена из документации частотного преобразователя и равная 0.2 сек [8]. Коэффициент передачи электропривода равен 0,005, т.к. максимальная скорость 1500 об/мин при максимальной частоте 300 кГц. Постоянная времени электропривода подобрана из технической документации [9], которая равна 0,08 сек.

Объектом управления является десорбер:

$$f = \frac{\pi d^2}{4} = \frac{\pi \cdot 0,2^2}{4} = 0,0314 \text{ м}^2,$$

$$c = \frac{Q}{f} \sqrt{\frac{\rho}{2\Delta p}} = \frac{480}{0,0314} \sqrt{\frac{838}{2 \cdot 0,098 \cdot 0,5 \cdot 10^6}} = 0,3827 \text{ с},$$

$$T = \frac{2Lfc^2}{Q} = \frac{2 \cdot 5 \cdot 0,0314 \cdot 0,3827^2}{\frac{480}{3600}} = 0,354 \text{ с},$$

$$\tau_0 = \frac{Lf}{Q} = \frac{5 \cdot 0,0314}{\frac{480}{3600}} = 1,2 \text{ с},$$

$$W(p) = \frac{1}{Tp+1} e^{-\tau_0 p} = \frac{1}{0,354p+1} e^{-1,2p}.$$

На рисунке 11 представлена структурная схема регулирования в среде Matlab.

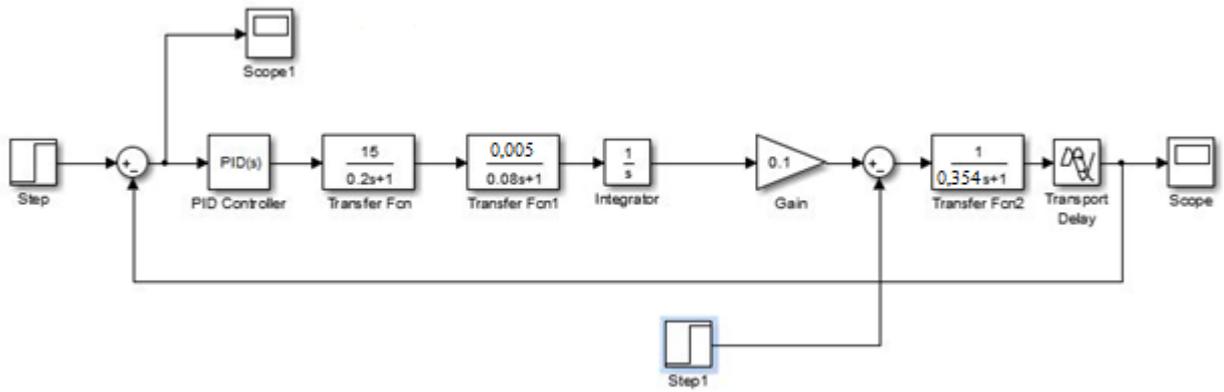


Рисунок 11 – Структурная схема регулирования

Выбор параметров ПИД регулятора осуществлялся путем использования автоматической настройки ПИД регулятора в среде Matlab.

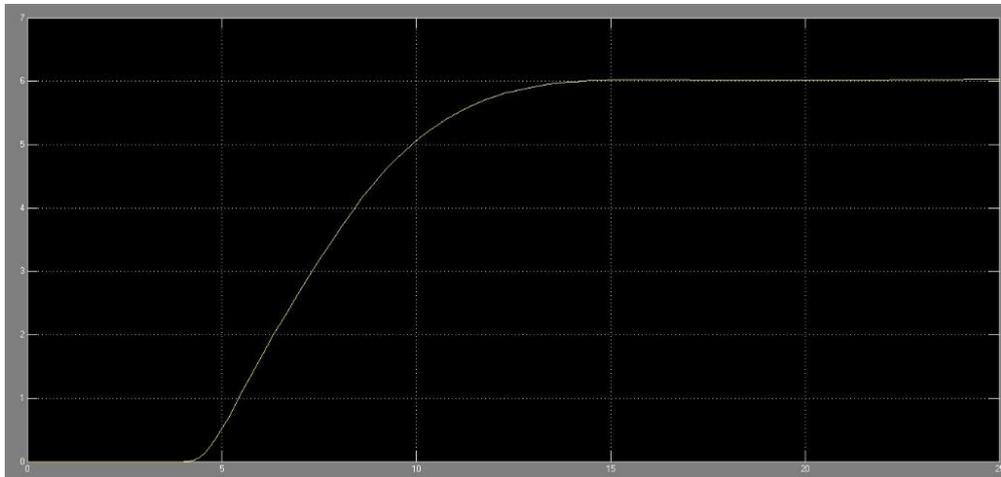


Рисунок 12 – График переходного процесса

В результате моделирования процесса получаем время переходного процесса 12 сек. Также наблюдаем поддержание заданного значения уровня при возникновении возмущения, в виде расхода жидкости.

## 2.6.6 Экранные формы АС

Управление в АС десорбции реализовано с использованием SCADA-системы Siemens SmartLine. Основными функциями, выполняемыми системой, являются:

1) Представление технологической информации на экране дисплея в виде мнемосхем с различной детализацией, на которых воспроизводится информация о текущем состоянии технологического процесса и значениях технологических параметров;

2) Автоматическая сигнализация и регистрация достижения параметром предаварийной и предупредительной границ;

3) Формирование и вывод на экран дисплея протокола сообщений, где фиксируются сообщения о срабатывании предупредительной и предаварийной сигнализации, сообщения о действиях оператора по квитированию, снятию с опроса, деблокированию и др.;

4) Архивирование и отображение на дисплее различных групп графиков изменения технологических параметров.

5) Печать различных протоколов.

Информация на экране рабочей станции оператора представляется в виде:

- статических изображений, представляющих, например, мнемосхемы технологического процесса;
- числовых значений параметров;
- столбчатых изображений аналоговых параметров, например, уровней жидкостей. При этом величина столбика соответствует реальному значению параметра;
- графиков изменения параметров во времени;
- текстовых сообщений о событиях в системе или состоянии технологического оборудования.

Все эти способы представления информации, как правило, комбинируются.

### **2.6.6.1 Разработка дерева экранных форм**

Размещение управления створками: кнопка переключения режимов точек управления (управление с дисплея, остановка, централизованное управление), индикатор питания, выключатель аварийной остановки, сигнализация отсутствия сырья, сигнализация отсутствия воды, лампа тревоги общей неисправности, выключатель звукоизоляции, интерфейс «человек-машина», выключатель переключения режима управления дозаторным насосом (ручное управление, остановка, автоматическое управление), выключатель переключения способа регулирования скорости дозаторного насоса (непосредственный/дистанционный).

Способы управления системой приготовления: перевести выключатель системы приготовления в режим управления с дисплея, выбрать режим русского или китайского языка, затем в интерфейсе управления выбрать ручной или автоматический режим управления, при ручном режиме управления при помощи кнопок в интерфейсе управления осуществляется запуск/остановка. В автоматическом режиме работа осуществляется согласно технологического порядка.

### **2.6.6.2 Разработка экранных форм АС**

АРМ оператора поддерживает работу различных групп пользователей с разными правами доступа к тем или иным элементам автоматизированного рабочего места. Для входа в приложение под соответствующим вам именем и паролем необходимо нажать кнопку  в левом верхнем углу приложения.

На экране появится окно ввода, показанное ниже.

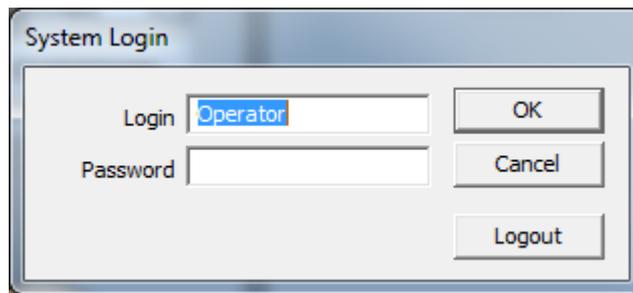


Рисунок 13 – Рабочее окно

### 2.6.6.3 Область видеокadra

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

- мнемосхемы, отображающие основную технологическую информацию;
- всплывающие окна управления и установки режимов объектов и параметров;
- табличные формы, предназначенные для отображения различной технологической информации, не входящей в состав мнемосхем, а также для реализации карт ручного ввода информации (уставок и др.).

На мнемосхеме отображается работа следующих объектов и параметров:

- измеряемые и сигнализируемые параметры;
- измеряемые параметры трубопроводов;
- состояние и режим работы задвижек;
- состояние насосов.

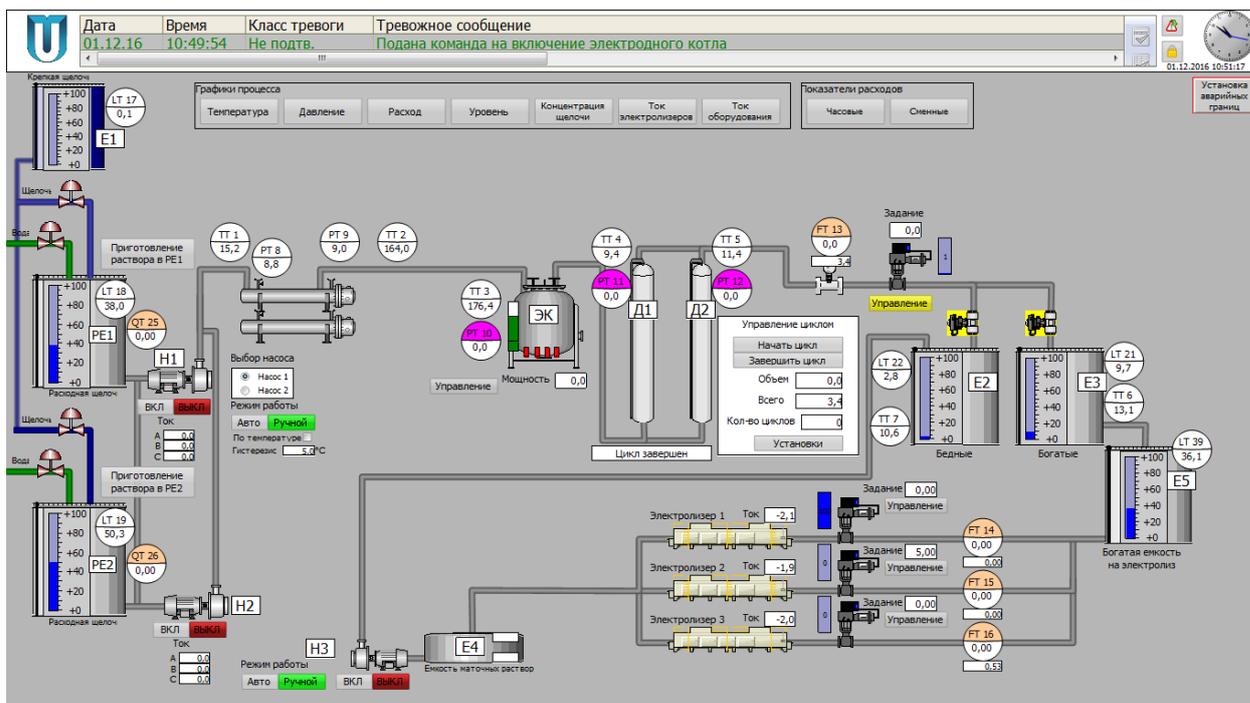


Рисунок 14 – Мнемосхема

Основными функциями, выполняемыми системой, являются:

- 1) Представление технологической информации на экране дисплея в виде мнемосхем с различной детализацией, на которых воспроизводится информация о текущем состоянии технологического процесса и значениях технологических параметров;
- 2) Автоматическая сигнализация и регистрация достижения параметром предаварийной и предупредительной границ;
- 3) Формирование и вывод на экран дисплея протокола сообщений, где фиксируются сообщения о срабатывании предупредительной и предаварийной сигнализации, сообщения о действиях оператора по квитированию, снятию с опроса, деблокированию и др.;
- 4) Архивирование и отображение на дисплее различных групп графиков изменения технологических параметров.
- 5) Печать различных протоколов.

## 2.6.6.4 Мнемознаки

Числовые значения параметров выводятся в стандартном виде с плавающей запятой. Количество отображаемых знаков после запятой от 1 до 3. Корректное значение параметра выводится черным цветом на сером или белом фоне. Для параметров, по которым предусмотрена аварийная и (или) предупредительная сигнализация, цвет числового поля вывода может изменяться, соответственно, на красный или желтый. Одновременно на экран сообщений выводится соответствующее сообщение о выходе параметра за допустимые границы. До тех пор, пока сообщение не будет квитировано оператором (см. *Квитирование сигнализации*), цвет числового поля будет оставаться мигающим красным (при аварийной сигнализации) или мигающим желтым (при предупредительной сигнализации).

Далее приведены используемые варианты отображения параметров.

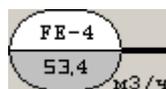
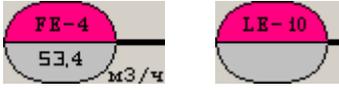


Рисунок 15 – Мнемознак аналогового параметра

Таблица 7 иллюстрирует отображение параметров на мнемосхеме в различных ситуациях.

Таблица 7 – Отображение параметров на мнемосхеме в различных ситуациях

Отображение параметра		Описание
Аналоговый датчик	Дискретный датчик	
 (цвет текста серый или темно-зеленый)		<i>Нормальное</i> значение параметра
 (цвет текста красный или красный мигает)		<i>Аварийное</i> значение параметра (мигает, если аварийное сообщение оператором не квитировано).
		<i>Предупредительное</i> значение параметра (мигает, если предупредительное сообщение оператором не квитировано).

Отображение параметра		Описание
Аналоговый датчик	Дискретный датчик	
(цвет текста желтый или желтый мигает)		
		<p>Параметр <i>отключен от наблюдения</i>. Для отключенного от наблюдения параметра не отображается текущее числовое значение, а также не формируются сообщения о неисправности датчика и выходе параметра за предупредительные и аварийные границы (опционально).</p>
(фон позиции параметра серый или розовый)		

В системе принята следующая цветовая гамма:

*Серый цвет (или розовый)* - используется для статических изображений и отображения параметров, значение которых в данный момент несущественно, не используется или не достоверно;

*Зеленый цвет* - нормальное значение параметра; формирование разрешающей команды; технологический агрегат исправен и (или) включен;

*Желтый цвет* - используется для предупредительной сигнализации значений параметров, вывода предупреждающих сообщений;

*Красный цвет* - используется для аварийной сигнализации значений параметров и вывода сообщений о неисправностях или авариях в системе.

Дополнительно с предупредительной и предаварийной цветовой сигнализацией может использоваться признак мигания, как правило, при не квитированных аварийных или предупредительных событиях. Одновременно с цветовой предаварийной и предупредительной сигнализацией формируется звуковой сигнал.

Значения уровней в системе индицируются в виде столбца на изображениях резервуаров, высота которого соответствует текущему значению уровня в диапазоне 0 – 100% (в случаях применения датчиков непрерывного измерения). При нарушении параметром предупредительной или предаварийной границы цвет столбца изменится, соответственно, на желтый или красный.

При использовании датчиков дискретного типа, уровень индицируется столбцом с дискретной заливкой соответствующей определенному уровню (НУ, СУ, ВУ).

В верхней части полуокружности отображается позиция прибора, в нижней – значение параметра. Первая буква позиции означает измеряемую физическую величину:

Т – температура;

Р – давление;

F – расход;

L – уровень;

Q – качественный показатель (например, концентрация);

E – электрическая величина (например, сила тока).

Для индикации состояния насосов, транспортёров и другого аналогичного оборудования принята следующая цветовая схема:

- *Красный цвет* - оборудование выключено, аварийный режим;
- *Серый цвет* - оборудование выключено, нормальный режим или по нему не предусмотрены датчики состояния;
- *Зеленый цвет* - оборудование работает в нормальном режиме;

Состояние отсечных клапанов также индицируется цветом. Принятая цветовая гамма:

- *Красный* – клапан в аварийном состоянии или закрыт;
- *Зеленый* - клапан открыт;
- *Красный* - клапан закрыт;
- Мигание с *красного на серый (розовый)* – не отключился или закрывается;
- Мигание с *зеленого на серый (розовый)* – не включился или открывается.

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

Студенту:

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>
3-8Т22	Кобелев Сергей Викторович

<b>Институт</b>	<b>ИнЭО</b>	<b>Кафедра</b>	<b>СУМ</b>
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	Автоматизация технологических процессов и производств в нефтегазовой отрасли

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

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

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

1. Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения НИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения	Определение назначения объекта и определение целевого рынка
2. Планирование и формирование бюджета научных исследований	Разработка НИР на этапы, составление графика работ
3. Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования	Оценка технико-экономической эффективности проекта

**Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):**

1. Оценка конкурентоспособности технических решений
2. Матрица SWOT
3. Альтернативы проведения НИ
4. График проведения и бюджет НИ
5. Оценка ресурсной, финансовой и экономической эффективности НИ

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

**Задание выдал консультант:**

<b>Должность</b>	<b>ФИО</b>	<b>Ученая степень, звание</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
Доцент кафедры менеджмента	Данков Артем Георгиевич	к.и.н		

**Задание принял к исполнению студент:**

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
3-8Т22	Кобелев Сергей Викторович		

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

#### **3.1 Потенциальные потребители результатов исследования**

Потенциальными потребителями результатов исследования являются коммерческие организации, специализирующиеся в золотодобывающей отрасли, в частности – золото очистительные компании. Для данных предприятий разрабатывается модернизация АС десорбации золота из раствора.

В таблице 5 приведены основные сегменты рынка по следующим критериям: размер компании-заказчика и направление деятельности.

Таблица 5 – Карта сегментирования рынка

		Направление деятельности			
		Проектирование строительства	Выполнение проектов строительства	Разработка АСУ ТП	Внедрение SCADA систем
Размер компании	Мелкая	+	+	+	-
	Средняя	+	+	+	+
	Крупная	+	+	+	+

Согласно карте сегментирования, можно выбрать следующие сегменты рынка: разработка АСУ ТП и внедрение SCADA-систем для средних и крупных компаний.

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

Данный анализ проводится с помощью оценочной карты для сравнения конкурентных технических решений, приведенной в таблице 6:

Таблица 6 – Оценочная карта

Критерии оценки	Вес	Баллы			Конкурентоспособность		
		Проектируемая АСУ ТП	Существующая система управления	Конкурентная АСУ ТП	Проектируемая АСУ ТП	Существующая система управления	Конкурентная АСУ ТП
Технические критерии оценки ресурсоэффективности							
Повышение производительности	0,12	5	2	4	0,6	0,24	0,48
Удобство в эксплуатации	0,08	4	3	4	0,32	0,24	0,32
Устойчивость	0,12	4	2	3	0,48	0,24	0,36
Энергоэкономичность	0,05	4	3	4	0,2	0,15	0,2
Надежность	0,1	5	3	4	0,5	0,3	0,4
Безопасность	0,1	5	3	5	0,5	0,3	0,5
Простота эксплуатации	0,08	5	4	5	0,4	0,32	0,4
Экономические критерии оценки ресурсоэффективности							
Конкурентоспособность	0,05	3	1	3	0,2	0,05	0,15
Уровень проникновения на рынок	0,05	2	3	3	0,15	0,15	0,15
Цена	0,1	4	5	2	0,4	0,5	0,2
Предполагаемый срок эксплуатации	0,1	5	2	4	0,5	0,2	0,4
Условия проникновения на рынок	0,05	3	3	5	0,15	0,15	0,25
Итого	1	51	34	46	4,4	2,81	3,81

Опираясь на полученные результаты, можно сделать вывод, что разрабатываемая модернизация АС десорбции золота из раствора является наиболее эффективной. Уязвимость конкурентов объясняется наличием таких причин, как меньшее увеличение производительности, более низкая устойчивость и надежность, высокая цена и низкий срок эксплуатации.

### 3.3 SWOT – анализ

SWOT-анализ — метод стратегического планирования, заключающийся в выявлении факторов внутренней и внешней среды организации и разделении их на четыре категории: Strengths (сильные стороны), Weaknesses (слабые стороны), Opportunities (возможности) и Threats (угрозы).

Матрица SWOT-анализа представлена в таблице 7.

Таблица 7 – SWOT-анализ.

	<p><b>Сильные стороны научно-исследовательского проекта:</b></p> <p>С1. Экономичность и энергоэффективность проекта.</p> <p>С2. Наличие опытного руководителя.</p> <p>С3. Более низкая стоимость.</p> <p>С4. Актуальность разработки.</p>	<p><b>Слабые стороны научно-исследовательского проекта:</b></p> <p>Сл1. Отсутствие работающего прототипа.</p> <p>Сл2. Большой срок поставок оборудования.</p> <p>Сл3. Медленный процесс вывод на рынок новой системы.</p>
<p><b>Возможности:</b></p> <p>В1. Большой потенциал применения данной системы.</p> <p>В2. Использование существующего ПО.</p> <p>В3. Повышение стоимости конкурентных разработок</p>	<p>Большой потенциал применения обуславливается введением системы управления, мало распространенной на территории РФ и находящейся на уровне лучших зарубежных аналогов.</p> <p>Использование существующего программного обеспечения позволяет не тратить время и деньги на создание уникального ПО.</p>	<p>Санкции, наложенные на РФ, и высокий курс евро/доллара будут ограничивать появление новых иностранных технологий на российском рынке.</p>
<p><b>Угрозы:</b></p> <p>У1. Отсутствие спроса на новые технологии.</p> <p>У2. Развитая конкуренция.</p> <p>У3. Сложность перехода на новую систему.</p>	<p>Новая система управления и актуальность разработки не сказываются на спросе</p> <p>Противодействие со стороны конкурентов не повлияет на наличие опытного руководителя.</p>	<p>Медленный ввод данной системы в эксплуатацию позволит переждать возможных скачков на рынке спроса.</p>

Выявим соответствия сильных и слабых сторон научно-исследовательского проекта внешним условиям окружающей среды. Данные соответствия или несоответствия помогут выявить потребность в проведении стратегических изменений. Для этого построим интерактивные матрицы проекта.

Таблица 7 – Интерактивная матрица для сильных сторон и возможностей.

Сильные стороны проекта					
Возможности проекта		C1	C2	C3	C4
	B1	+	-	+	+
	B2	-	-	+	+
	B3	+	-	+	+

Таблица 8 – Интерактивная матрица для слабых сторон и возможностей.

Слабые стороны проекта				
Возможности проекта		Сл1	Сл2	Сл3
	B1	-	-	-
	B2	-	-	-
	B3	-	-	-

Таблица 9 – Интерактивная матрица для сильных сторон и угроз.

Сильные стороны проекта					
Угрозы проекта		C1	C2	C3	C4
	У1	-	-	-	-
	У2	-	-	-	-
	У3	-	-	-	-

Таблица 10 – Интерактивная матрица для слабых сторон и угроз.

Слабые стороны проекта				
Угрозы проекта		Сл1	Сл2	Сл3
	У1	+	+	+
	У2	+	-	+
	У3	+	-	+

### 3.4 Планирование научно-исследовательских работ

#### 3.4.1 Структура работ в рамках научного исследования

Трудоемкость выполнения ВКР оценивается экспертным путем в человеко-днях и носит вероятностный характер, т.к. зависит от множества трудно учитываемых факторов.

Для реализации проекта необходимы два исполнителя – руководитель (Р), студент-дипломник (СД). Разделим выполнение дипломной работы на этапе, представленные в таблице 11.

Таблица 11 – Перечень этапов, работ и распределение исполнителей

Основные этапы	№ раб.	Содержание работы	Должность исп-ля	Загрузка
Разработка задания на НИР	1	Составление и утверждение задания НИР	Р	Р-100%
<b>Проведение НИР</b>				
Выбор направления исследования	2	Изучение исходных данных и материалов по тематике	Р, СД	Р-50%, СД-100%
	3	Разработка и утверждение техзадания (ТЗ)	Р, СД	Р-100%, СД-100%
	4	Календарное планирование работ	Р, СД	Р-50%, СД-100%
Теоретические и экспериментальные исследования	5	Разработка структурных схем	СД	СД-100%
	6	Разработка	СД	СД-100%

		функциональных схем		
	7	Выбор технических средств автоматизации	СД	Р-50% СД-100%
	8	Выбор алгоритмов управления	СД	Р-50% СД-100%
	9	Разработка экранной формы	СД	СД-100%
Оформление отчета по НИР	10	Составление пояснительной записки	СД	СД-100%

### 3.4.2 Разработка графика проведения научного исследования

Для удобства построения графика, длительность каждого из этапов работ необходимо перевести из рабочих дней в календарные дни. Для этого необходимо рассчитать коэффициент календарности по следующей формуле:

$$k_{\text{кал}} = \frac{T_{\text{кал}}}{T_{\text{кал}} - T_{\text{вых}} - T_{\text{пр}}} = \frac{365}{365 - 118} = 1,48$$

В таблице 9 приведены расчеты длительности отдельных видов работ.

Таблица 12 – Временные показатели проведения работ

№ раб.	Исполнители	Продолжительность работ						
		T <sub>min</sub> , чел-дн.	T <sub>max</sub> , чел-дн.	Тож, чел-дн.	Тр, раб.дн	Ткд, кал.дн	У <sub>i</sub> , %	Г <sub>i</sub> , %
1	Р	1	2	1,4	1,4	2	5,5	5,5
2	Р, СД	1	2	1,4	0,7	1	2,7	8,3
3	Р, СД	2	3	2,4	1,2	2	5,5	13,9
4	Р, СД	1	2	1,4	0,7	1	2,7	16,6
5	СД	2	3	2,4	2,4	3	8,3	25
6	СД	5	10	7	7	10	27,7	52,7
7	Р, СД	2	3	2,4	1,2	3	8,3	61,1
8	Р, СД	3	6	4,2	2,1	6	16,6	77,7
9	Р, СД	3	6	4,2	2,1	6	16,6	94,4
10	СД	1	2	1,4	1,4	2	5,5	100
итого						36		

На основе таблицы 12 построим график работ. Диаграмма Ганта – горизонтальный ленточный график, на котором работы по теме представляются протяженными во времени отрезками, характеризующимися датами начала и окончания выполнения данных работ.

Таблица 13– План-график

№ работ	Вид работ	Исполнитель и	Продолжительность выполнения работ												
			Февраль			Март			Апрель			Май			Июнь
			3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1		
1	Составление и утверждение технического задания	Руководитель проекта													
2	Подбор и изучение материалов по теме	Инженер													
3	Изучение существующих объектов проектирования	Инженер													
4	Календарное планирование работ	Руководитель													
		Инженер													



$C_i$  – цена приобретения единицы  $i$ -го вида потребляемых материальных ресурсов (руб./шт., руб./кг и т.д.);

$k_T$  – коэффициент, учитывающий транспортно-заготовительные расходы, примем равным 20%.

Расчеты представлены в таблице 14.

Таблица 14 – Материальные затраты

Наименование	Единица измерения	Количество	Цена за ед., руб	Затраты на материалы
Контроллер "Siemens S7-200 SMART"	шт.	1	317 000	396250
Расходомер "Взлет ЭМ"	шт.	2	87 500	201250
Датчики давления "Метран-150G"	шт.	2	112 400	258520
Датчик температуры "Метран-286"	шт.	2	67 000	154100
Уровнемер "Rosemoune 5300"	шт.	5	71 200	409400
Сигнализатор уровня "Rosemount 2120"	шт.	5	18 500	106375
Клапан регулирующий VS2 с приводом АМЕ 10	шт.	3	166 300	598680
Частотный преобразователь "Yokogawa Altivar 61"	шт.	5	126 600	791250
Итого:				2915825

### 3.5.2 Расчет затрат на специальное оборудование

В данной статье расхода включаются затраты на приобретение специализированного программного обеспечения для программирования ПЛК фирмы Siemens. В таблице 15 приведен расчет бюджета затрат на приобретение программного обеспечения для проведения научных работ:

Таблица 15 – Расчет бюджета затрат на приобретения ПО

Наименование	Количество единиц	Цена единицы оборудования	Общая стоимость
SmartLine	1	14 500	14 500
итого:			14 500

### 3.4.3. Основная заработная плата исполнителей темы

Расчет основной заработной платы приведен в таблице 16.

Таблица 16 – Основная заработная плата

Исполнители	Тарифная заработная плата	Премимальный коэффициент	Коэффициент доплат	Районный коэффициент	Месячный должностной оклад работника	Среднедневная заработная плата	Продолжительност ь работ	Заработная плата основная
Руководитель	23264,86	0,3	0,2	1,3	45366,5	2278,50	4	9113,98
Инженер	7800	0,3	0,5	1,3	18252	916,69	39	35751,00
Итого:								44864,99

#### 3.4.4. Дополнительная заработная плата исполнителей темы

Затраты по дополнительной заработной плате исполнителей темы учитывают величину предусмотренных Трудовым кодексом РФ доплат за отклонение от нормальных условий труда, а также выплат, связанных с обеспечением гарантий и компенсаций (при исполнении государственных и общественных обязанностей, при совмещении работы с обучением, при предоставлении ежегодного оплачиваемого отпуска и т.д.).

Расчет дополнительной заработной платы ведется по следующей формуле:

$$З_{\text{допР}} = k_{\text{доп}} \cdot З_{\text{осн}} = 0,15 \cdot 9113,98 = 1367,09$$

$$З_{\text{допИ}} = k_{\text{доп}} \cdot З_{\text{осн}} = 0,15 \cdot 35751 = 5362,65$$

#### 3.4.5. Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)

В данной статье расходов отражаются обязательные отчисления по установленным законодательством Российской Федерации нормам органам государственного социального страхования (ФСС), пенсионного фонда (ПФ) и медицинского страхования (ФФОМС) от затрат на оплату труда работников.

Величина отчислений определяется по формуле:

$$З_{\text{внеб}} = k_{\text{внеб}} \cdot (З_{\text{осн}} + З_{\text{доп}}),$$

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

На 2017 г. взнос в социальные фонды установлен в размере 30% от заработной платы.

Все расчеты сведены в таблицу 18

Таблица 18 – Отчисления во внебюджетные фонды

Исполнитель	Основная заработная плата	Дополнительная заработная плата
Руководитель проекта	9113,98	1367,09
Инженер	35751	5362,65
Коэффициент отчисления во внебюджетные фонды, %	30	30
Итого:	13459,49	2018,92

### 3.4.6 Накладные расходы

Накладные расходы учитывают все затраты, не вошедшие в предыдущие статьи расходов: печать и ксерокопирование, оплата электроэнергии, оплата пользования услугами и пр.

Расчет накладных расходов определяется по формуле:

$$Z_{\text{накл}} = (\text{сумма статей } 1 \div 5) \cdot k_{\text{нр}}$$

где  $k_{\text{нр}}$  – коэффициент, учитывающий накладные расходы. Величину коэффициента накладных расходов можно взять в размере 15%.

$$Z_{\text{накл}} = (2915825 + 14500 + 44864,99 + 6729,74 + 15478,42) \cdot 0,15 = 449609,72 \text{руб}$$

Где 0,15 - коэффициент, учитывающий накладные расходы.

### 3.4.7 Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта

Определение бюджета затрат на научно-исследовательский проект приведен в таблице 19.

Таблица 19 – Расчет бюджета затрат НТИ

Наименование статьи	Сумма, руб.
1. Материальные затраты	2915825
2. Затраты на специальное оборудование	14500
3. Затраты по основной заработной плате исполнителей темы	44864,99
4. Затраты по дополнительной заработной плате исполнителей темы	6729,74
5. Отчисления во внебюджетные фонды	15478,416
6. Накладные расходы	449609,72
7. Бюджет затрат НТИ	3447007,87

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА  
«СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»**

Студенту:

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>
3-8Т22	Кобелев Сергей Викторович

<b>Институт</b>	<b>ИнЭО</b>	<b>Кафедра</b>	<b>СУМ</b>
Уровень образования	бакалавриат	Направление/специальность	АТПП

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

<p>1. Описание рабочего места (рабочей зоны, технологического процесса, механического оборудования) на предмет возникновения:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– вредных проявлений факторов производственной среды (метеоусловия, вредные вещества, освещение, шумы, вибрации, электромагнитные поля, ионизирующие излучения)</li> <li>– опасных проявлений факторов производственной среды (механической природы, термического характера, электрической, пожарной и взрывной природы)</li> <li>– негативного воздействия на окружающую природную среду (атмосферу, гидросферу, литосферу)</li> <li>– чрезвычайных ситуаций (техногенного, стихийного, экологического и социального характера)</li> </ul>	<p>Рабочей зоной является зона расположения цеха десорбции золота. Технологический процесс представляет собой автоматическое управление и контроль основных параметров десорбции золота, золотоизвлекательной фабрики.</p> <p>На производительность труда рабочего, находящегося на рабочем месте, могут влиять следующие вредные производственные факторы: повышенный уровень шумов, повышенный уровень вибрации, электромагнитное излучение. Кроме того, работник может подвергаться действию опасных факторов: поражение электрическим током, возникновение пожаров в результате короткого замыкания. Негативное воздействие на окружающую среду в процессе работы практически отсутствует. Наиболее вероятно возникновение чрезвычайных ситуаций техногенного характера в результате производственных аварий и пожаров.</p>
<p>2. Знакомство и отбор законодательных и нормативных документов по теме</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. ГОСТ 12.1.005-88</li> <li>2. СанПиН 2.2.4.548 – 96</li> <li>3. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278</li> <li>4. СП 52.13330.2011</li> <li>5. СН 2.2.4/2.1.8.562 – 96</li> <li>6. СанПиН 2.2.2/2.4.1340</li> <li>7. Трудовой кодекс Российской Федерации от 30.12.2001 N 197</li> <li>8. ГОСТ 12.1.038-82</li> </ol>

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

<p>1. Анализ выявленных вредных факторов проектируемой производственной среды в следующей последовательности:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– физико-химическая природа вредности, её связь с разрабатываемой темой;</li> <li>– действие фактора на организм человека;</li> <li>– приведение допустимых норм с необходимой размерностью (со ссылкой на соответствующий нормативно-технический документ);</li> <li>– предлагаемые средства защиты (сначала коллективной защиты, затем –</li> </ul>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Вращающиеся механизмы;</li> <li>2. Повышенная вибрация;</li> <li>3. Повышенная температура поверхностей оборудования;</li> <li>4. Повышенный уровень шумов;</li> <li>5. Электромагнитные излучения.</li> </ol>
--	--

индивидуальные защитные средства)	
<p>2. Анализ выявленных опасных факторов проектируемой производственной среды в следующей последовательности</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– механические опасности (источники, средства защиты);</li> <li>– термические опасности (источники, средства защиты);</li> <li>– электробезопасность (в т.ч. статическое электричество, молниезащита – источники, средства защиты);</li> <li>– пожаровзрывобезопасность (причины, профилактические мероприятия, первичные средства пожаротушения)</li> </ul>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Электробезопасность (источником является электрооборудование цеха десорбции золота)</li> <li>2. Пожаровзрывобезопасность (в цехе десорбции используются химические реагенты, которые являются взрывоопасным веществом).</li> </ol>
<p>3. Охрана окружающей среды:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– защита селитебной зоны</li> <li>– анализ воздействия объекта на атмосферу (выбросы);</li> <li>– анализ воздействия объекта на гидросферу (сбросы);</li> <li>– анализ воздействия объекта на литосферу (отходы);</li> <li>– разработать решения по обеспечению экологической безопасности со ссылками на НТД по охране окружающей среды.</li> </ul>	<p>Воздействие на литосферу, гидросферу не происходит. Воздействие на атмосферу происходит в результате выбросов углеводородов, связанных с технологическим процессом</p>
<p>4. Защита в чрезвычайных ситуациях:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– перечень возможных ЧС на объекте;</li> <li>– выбор наиболее типичной ЧС;</li> <li>– разработка превентивных мер по предупреждению ЧС;</li> <li>– разработка мер по повышению устойчивости объекта к данной ЧС;</li> <li>– разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации её последствий</li> </ul>	<p>Возможные ЧС на объекте: производственные аварии, пожары и возгорания, взрыв.</p>
<p>5. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– специальные (характерные для проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства;</li> <li>– организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны</li> </ul>	<p>Рабочее место должно соответствовать требованиям ГОСТ 12.2.032-78.</p>
<b>Перечень графического материала:</b>	
При необходимости представить эскизные графические материалы к расчётному заданию (обязательно для специалистов и магистров)	

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

**Задание выдал консультант:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент кафедры ЭБЖ	Невский Егор Сергеевич			

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-8Т22	Кобелев Сергей Викторович		

## **4 Социальная ответственность**

### **Введение**

Безопасность жизнедеятельности на производстве – это совокупность многих правил и норм, созданных для обеспечения защиты жизни и сохранения здоровья человека. Безопасный микроклимат на производстве обеспечивает оптимальная температура, влажность и скорость движения воздуха. На некоторых предприятиях контролируют также атмосферное давление, уровень шума, освещение, вентиляцию, вибрацию, уровень загрязнения воздуха.

Строгое выполнение норм техники безопасности обеспечивает защиту сотрудника от опасностей и рисков, которые могут возникнуть на работе. Безопасность жизнедеятельности на производстве была создана, чтобы обеспечить правильную среду обитания на рабочем месте, и не навредить деятельности и здоровью человека.

В ВКР рассматривается установка десорбции золота на золотоизвлекательной фабрике. Ролью обслуживающего персонала становится наблюдение за работой оборудования, настройкой и наладкой аппаратуры.

В данном разделе представлены и рассмотрены основные факторы, оказывающие влияние на работников предприятия. Основной целью данного раздела является обнаружение и анализ вредных и опасных факторов, влияющих на работу персонала, работающего в цехе десорбции золота, а также методов защиты от них. Основными факторами являются шум, вибрация, электромагнитное излучение. Поэтому требуется изучение и создание оптимальных условий труда, а также следует учесть организацию пожарной безопасности на предприятии.

## **4.1 Профессиональная социальная безопасность**

### **4.1.1 Анализ вредных факторов**

#### **4.1.1.1 Повышенный уровень шума**

Повышенный уровень шума на рабочих местах отнесен к группе физических опасных и вредных производственных факторов. Шум неблагоприятно действуют на организм человека, вызывают головную боль, под его влиянием развивается раздражительность, снижается внимание, замедляются сенсомоторные реакции, повышаются, а при чрезвычайно интенсивном действии понижаются возбудительные процессы в коре головного мозга. Воздействие шума повышает пороги слышимости звуковых сигналов, снижает остроту зрения и нарушает нормальное цветоощущение. Работа в условиях шума может привести к появлению гипертонической или гипотонической болезни, развитию профессиональных заболеваний – тугоухости и глухоте.

При выполнении работ с повышенными требованиями к процессам наблюдения и дистанционного управления производственными циклами, рабочие места за пультами в кабинах наблюдения и дистанционного управления без речевой связи по телефону предельно допустимое звуковое давление равно 75 дБА [12].

В данном случае путем автоматизации работы двигателей уровень шума снижен в связи с улучшением режимов работы двигателей. Но, так как на площадке уже ранее обслуживающий персонал работал в СИЗ (наушниках), данные изменения не значительны.

#### **4.1.1.2 Производственная вибрация**

Под вибрацией понимают возвратно-поступательное движение твердого тела. Это явление широко распространено при работе различных механизмов и машин. Источники вибрации: транспортеры сыпучих грузов, перфораторы, зубчатые передачи, пневмомолотки, двигатели внутреннего сгорания, электромоторы и т. д.

Основные параметры вибрации: частота (Гц), амплитуда колебания (м), период колебания (с), виброскорость (м/с), виброускорение (м/с<sup>2</sup>).

В зависимости от характера контакта работника с вибрирующим оборудованием различают локальную и общую вибрацию. Локальная вибрация передается в основном через конечности рук и ног. Общая — через опорно-двигательный аппарат. Существует еще и смешанная вибрация, которая воздействует и на конечности, и на весь корпус человека. Локальная вибрация имеет место в основном при работе с вибрирующим ручным инструментом или настольным оборудованием. Общая вибрация преобладает на транспортных машинах, в производственных цехах тяжелого машиностроения, лифтах и т. д., где вибрируют полы, стены или основания оборудования.

Воздействие вибрации на организм человека. Тело человека рассматривается как сочетание масс с упругими элементами, имеющими собственные частоты, которые для плечевого пояса, бедер и головы относительно опорной поверхности (положение "стоя") составляют 4~6 Гц, головы относительно плеч (положение "сидя") — 25-30 Гц. Для большинства внутренних органов собственные частоты лежат в диапазоне 6—9 Гц. Общая вибрация с частотой менее 0,7 Гц, определяемая как качка, хотя и неприятна, но не приводит к вибрационной болезни. Следствием такой вибрации является морская болезнь, вызванная нарушением нормальной деятельности вестибулярного аппарата по причине резонансных явлений.

При частоте колебаний рабочих мест, близкой к собственным частотам внутренних органов, возможны механические повреждения или даже разрывы. Систематическое воздействие общих вибраций, характеризующихся высоким уровнем виброскорости, приводит к вибрационной болезни, которая характеризуется нарушениями физиологических функций организма, связанными с поражением центральной нервной системы. Эти нарушения вызывают головные боли,

головокружения, нарушения сна, снижение работоспособности, ухудшение самочувствия, нарушения сердечной деятельности.

В данном случае после модернизации технологического процесса уровень вибрации не увеличился и так как рабочий персонал не имеет прямого контакта с вибрирующими механизмами и устройствами в средствах дополнительной защиты нет необходимости.

#### **4.1.1.3 Электромагнитное излучение**

Электромагнитное излучение - это электромагнитные волны, возбуждаемые различными излучающими объектами, – заряженными частицами, атомами, молекулами, антеннами и пр. В зависимости от длины волны различают гамма-излучение, рентгеновское, ультрафиолетовое излучение, видимый свет, инфракрасное излучение, радиоволны и низкочастотные электромагнитные колебания.

Источники, создающие электромагнитное поле, могут быть как естественными, так и искусственными.

К естественным источникам электромагнитного излучения относятся постоянное электрическое и постоянное магнитное поле Земли, электрические явления в атмосфере (грозы, разряды молний), радиоизлучение солнца и звезд, космическое излучение.

Искусственные источники электромагнитного поля условно можно разделить на источники электромагнитного излучения высокого и низкого уровня излучения. При этом следует отметить, что, в первую очередь, уровень излучения зависит от мощности источника: чем выше мощность, тем выше уровень излучения. Около источника уровень излучения максимально высок, с увеличением расстояния от источника уровень излучения падает.

Источники высокого уровня ЭМИ:

- воздушные линии электропередачи (ВЛ, ЛЭП высокого и сверхвысокого напряжения 4-1150 кВ);

- транспорт на электрической тяге: трамваи, троллейбусы, поезда метро и т.п. — и его инфраструктура;
- трансформаторные подстанции (ТП);
- лифты;
- телевизионные станции;
- радиовещательные станции;
- базовые станции систем подвижной радиосвязи (ВС), прежде всего сотовой.

Источники относительно низкого уровня ЭМИ:

- персональные компьютеры и видеодисплейные терминалы, игровые автоматы, детские игровые приставки;
- бытовые электроприборы — холодильники, стиральные машины, СВЧ-печи, кондиционеры воздуха, фены, телевизоры, электрочайники, утюги и т.п.;
- сотовые, спутниковые и бесшнуровые радиотелефоны, персональные радиостанции;
- кабельные линии;
- некоторое медицинское диагностическое, терапевтическое и хирургическое оборудование;
- система электроснабжения зданий.

Организм человека реагирует как на изменение естественного геомагнитного поля, так и на воздействие электромагнитных излучений от многочисленных и разнообразных техногенных источников. Реакция организма может варьироваться как по мере увеличения, так и снижения воздействия ЭМИ, в ряде случаев приводя к выраженным изменениям в состоянии здоровья и генетическим последствиям.

В нашем случае путем установки датчиков, и питающей их кабельной продукции электромагнитное излучение повысилось не значительно. Дополнительных средств защиты от электромагнитных излучений не требуется.

## **4.1.2 Анализ опасных факторов**

### **4.1.2.1 Электробезопасность**

Электродвигатели и контрольно-измерительные приборы являются потенциальными источниками опасности поражения человека электрическим током. При работе на площадке возможен удар током при соприкосновении с токоведущими частями оборудования.

Рабочие места должны быть оборудованы защитным занулением; подача электрического тока на площадку должна осуществляться от отдельного независимого источника питания; необходима изоляция токопроводящих частей и ее непрерывный контроль; должны быть предусмотрены защитное отключение, предупредительная сигнализация и блокировка.

В ходе модернизации увеличилось количество электрооборудования и кабельной продукции. Для защиты персонала вывешены предупреждающие плакаты, кабельная продукция проходит в лотках и кабельных каналах, а также установлены дополнительные заземления.

## **4.2 Экологическая безопасность**

Так как СКН расположена вдали от населенных пунктов, а именно на расстоянии 15-20 км, отрицательного влияния на селитебную зону не оказывается, в связи удаленностью от жилых построек.

В процессе эксплуатации золотоизвлекательной фабрики, появляются источники негативного химического воздействия на окружающую среду. По влиянию и длительности воздействия данные источники загрязнения относятся к прямым и постоянно действующим. Предельно допустимые выбросы в атмосферу определяются по методике по нормированию и определению выбросов вредных веществ в атмосферу. Испарение примесей с поверхностей происходит достаточно легко при любой температуре.

По охране окружающей среды проведены мероприятия:

- Максимальная герметизация производственного процесса;
- Сокращено прямоточное водоснабжение за счет использования аппаратов воздушного охлаждения для продуктов стабилизации нефти;
- Замазученная ветошь, тряпки собираются и сжигаются за территорией установки, в местах, согласованных с пожарным надзором.

Во избежание загрязнения литосферы все твердые отходы производства сортируются и утилизируются по типам.

Воздействие на атмосферу минимальны, так как в ходе протекания данного технологического процесса нет газообразных отходов.

Для избежание вредного воздействия на гидросферу все жидкие отходы производства, такие как масла, смазки и т.д., утилизируются в специализированных пунктах.

## **4.3 Безопасность в чрезвычайных ситуациях**

### **4.3.1 Пожарная безопасность**

Пожар – это неконтролируемое горение вне специального очага. Пожары на предприятиях и в быту приносят значительный материальный ущерб, поэтому пожарной безопасности уделяют особое внимание.

Возникновение пожара на рассматриваемой площадке обуславливается следующими факторами: работа с открытой электроаппаратурой; короткое замыкание в блоке питания или высоковольтном блоке; нарушенная изоляция электрических проводов; несоблюдение правил пожарной безопасности; наличие горючих компонентов: масляные жидкости, изоляция кабелей и т.п.; наличие кислорода, как окислителя процессов горения.

Источниками зажигания на площадке могут быть электронные схемы от электрооборудования, электродвигатели, приборы, применяемые для технического обслуживания, устройства электропитания, где в результате различных нарушений образуются перегретые элементы, электрические искры и дуги, способные вызвать загорания горючих материалов.

Для данной площадки установлена категория пожарной опасности В - пожароопасные.

Пожарная профилактика основывается на устранении благоприятных условий возгорания. В рамках обеспечения пожарной безопасности решаются четыре задачи: предотвращение пожаров и возгорания, локализация возникших пожаров, защита людей и материальных ценностей, тушение пожара.

Мероприятия по пожарной профилактике разделяются на организационные, технические, эксплуатационные и режимные.

Организационные мероприятия предусматривают правильную эксплуатацию оборудования, правильное содержание зданий и территорий, противопожарный инструктаж рабочих и служащих, обучение производственного персонала правилам противопожарной безопасности, издание инструкций, плакатов, наличие плана эвакуации.

К техническим мероприятиям относятся: соблюдение противопожарных правил, норм при проектировании зданий, при устройстве электропроводов и оборудования, отопления, вентиляции, освещения, правильное размещение оборудования. Необходимо предусмотреть ряд мер, направленных на обеспечение тушения пожара: обеспечить подъезды к зданию; обесточивание электрических кабелей; наличие пожарных щитов и ящиков с песком в коридорах; наличие гидрантов с пожарными рукавами; телефонная связь с пожарной охраной; огнетушители: химический пенный ОХП-10 и углекислотный ОУ-2.

В ходе модернизации значительного негативного влияния на пожарную безопасность оказано не было. В следствии чего дополнительных средств защиты не требуется.

#### **4.4.3 Особенности законодательного регулирования проектных решений**

1. СН 2.2.4/2.1.8.562 – 96. Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории застройки.

2. СанПиН 2.2.1/2.1.1.567-96, - «санитарно-защитные зоны вокруг предприятий по добыче нефти устанавливаются на расстоянии не менее 1000 м до жилой застройки»

3. ГОСТ 12.1.038-82. Система стандартов безопасности труда. Электробезопасность. Предельно допустимые значения напряжений прикосновения и токов.

4. ГОСТ 12.1.012-90 «ССБТ. Вибрационная безопасность. Общие требования»

5. СанПиН 2.2.4/2.1.8.055-96 "Электромагнитные излучения радиочастотного диапазона (ЭМИ РЧ)"

6. ГОСТ 12.1.004–91 ССБТ. Пожарная безопасность. Общие требования

7. Трудовой кодекс Российской Федерации от 30.12.2001 N 197-ФЗ.

## Заключение

Как видно из описания технических решений, для модернизации автоматизированной системы управления десорбции золота на золото извлекающей фабрике, были предложены современные аппаратные средства, характеризующиеся высокой надёжностью. Сочетание мирового уровня качества устройств фирмы Rosemount, промышленных контроллеров Siemens S7-200 и программного SCADA-пакета SmartLine с конкурентоспособными ценами на эту технику способствует успешной модернизации вышеописанной системы.

В ходе выполнения выпускной квалификационной работы рассмотрен технологический процесс золото извлекающей фабрики, построены функциональная и структурная схемы автоматизации блока десорбции, которые позволили подобрать правильное оборудование.

В ходе выполнения проекта построена схема внешних проводок, которая позволяет четко разобраться в системе передачи сигналов оператору АСУ на щит КИПиА, и в случае обнаружения неисправностей оператор АСУ может легко их устранить.

Разработанный ПИД-регулятор для автоматического поддержания уровня позволяет регулировать уровень в отсеке шаровой мельницы. Также в выпускной квалификационной работе разработана мнемосхема и дерево экранных форм.

В результате выполнения проекта модернизирована система автоматического управления десорбции золота, которая полностью удовлетворяет поставленной задаче.

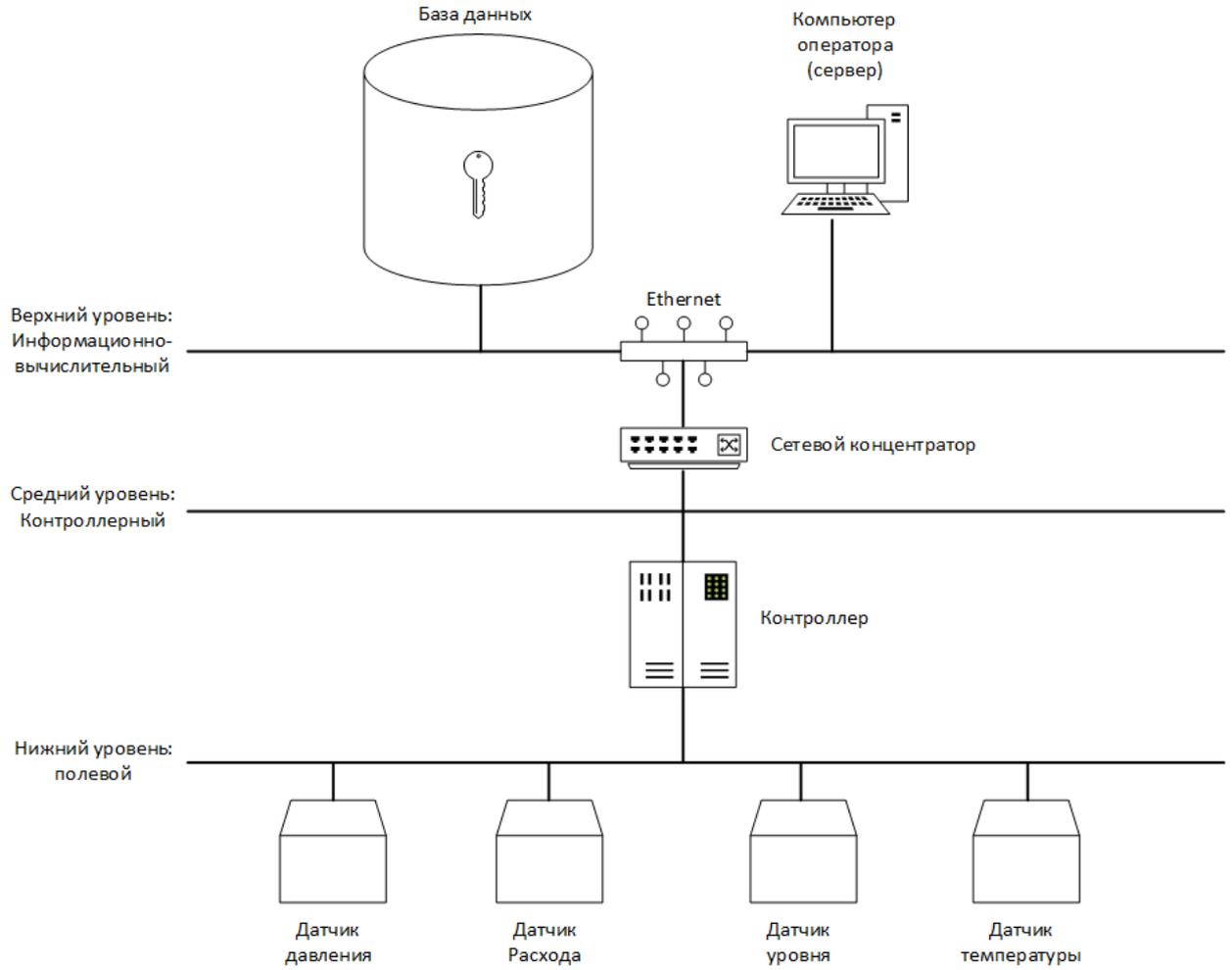
## Список используемых источников

1. Громаков Е. И., Проектирование автоматизированных систем. Курсовое проектирование: учебно-методическое пособие: Томский политехнический университет. — Томск, 2009.
2. Ключев А. С., Глазов Б. В., Дубровский А. Х., Ключев А. А.; под ред. А.С. Ключева. Проектирование систем автоматизации технологических процессов: справочное пособие. 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Энергоатомиздат, 1990. – 464 с.
3. Комиссарчик В.Ф. Автоматическое регулирование технологических процессов: учебное пособие. Тверь 2001. – 247 с.
4. ГОСТ 21.408-93 Правила выполнения рабочей документации автоматизации технологических процессов М.: Издательство стандартов, 1995. – 44с.
5. Разработка графических решений проектов СДКУ с учетом требований промышленной эргономики. Альбом типовых экранных форм СДКУ. ОАО «АК Транснефть». – 197 с.
6. Комягин А. Ф., Автоматизация производственных процессов и АСУ ТП газонефтепроводов. Ленинград, 1983. – 376 с.
7. Попович Н. Г., Ковальчук А. В., Красовский Е. П., Автоматизация производственных процессов и установок. – К.: Вища шк. Головное изд-во, 1986. – 311с.
8. ГОСТ 12.1.005-88. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны.
9. СанПиН 2.2.4.548 – 96. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений. М.: Минздрав России, 1997.
10. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278 – 03. Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещённому освещению жилых и общественных зданий. М.: Минздрав России, 2003.

11. СП 52.13330.2011 Свод правил. Естественное и искусственное освещение.
12. СН 2.2.4/2.1.8.562 – 96. Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории застройки.
13. СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03. Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы.
14. ГОСТ 12.1.038-82. Система стандартов безопасности труда. Электробезопасность. Предельно допустимые значения напряжений прикосновения и токов.
15. ГОСТ 12.1.004–91 ССБТ. Пожарная безопасность. Общие требования.
16. СНиП 2.11.03–93 “Склады нефти и нефтепродуктов. Противопожарные нормы”.
17. ГОСТ 12.2.032-78. Рабочее место при выполнении работ сидя. Общие эргономические требования.
18. Трудовой кодекс Российской Федерации от 30.12.2001 N 197–ФЗ.

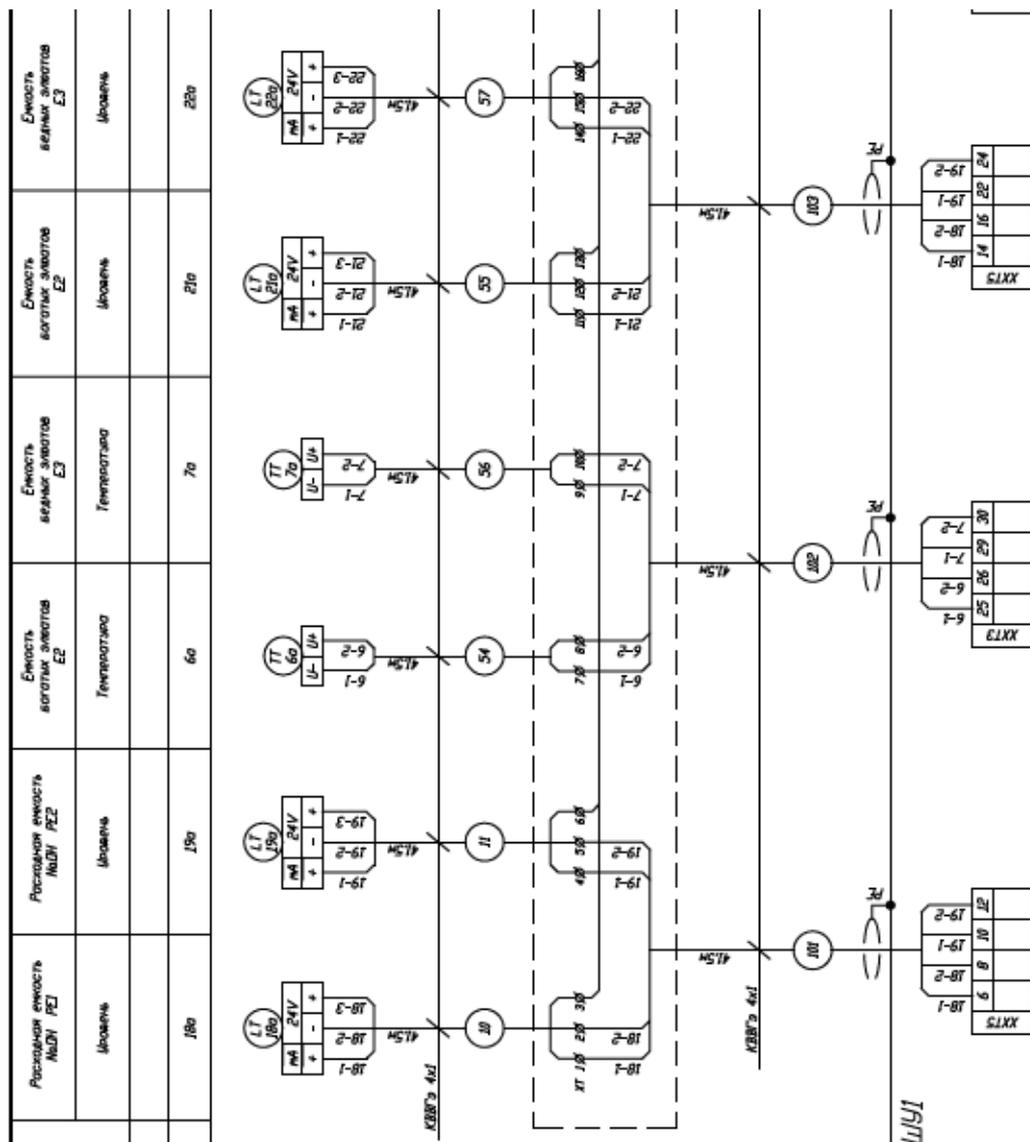
## Приложение А

## Приложение Б



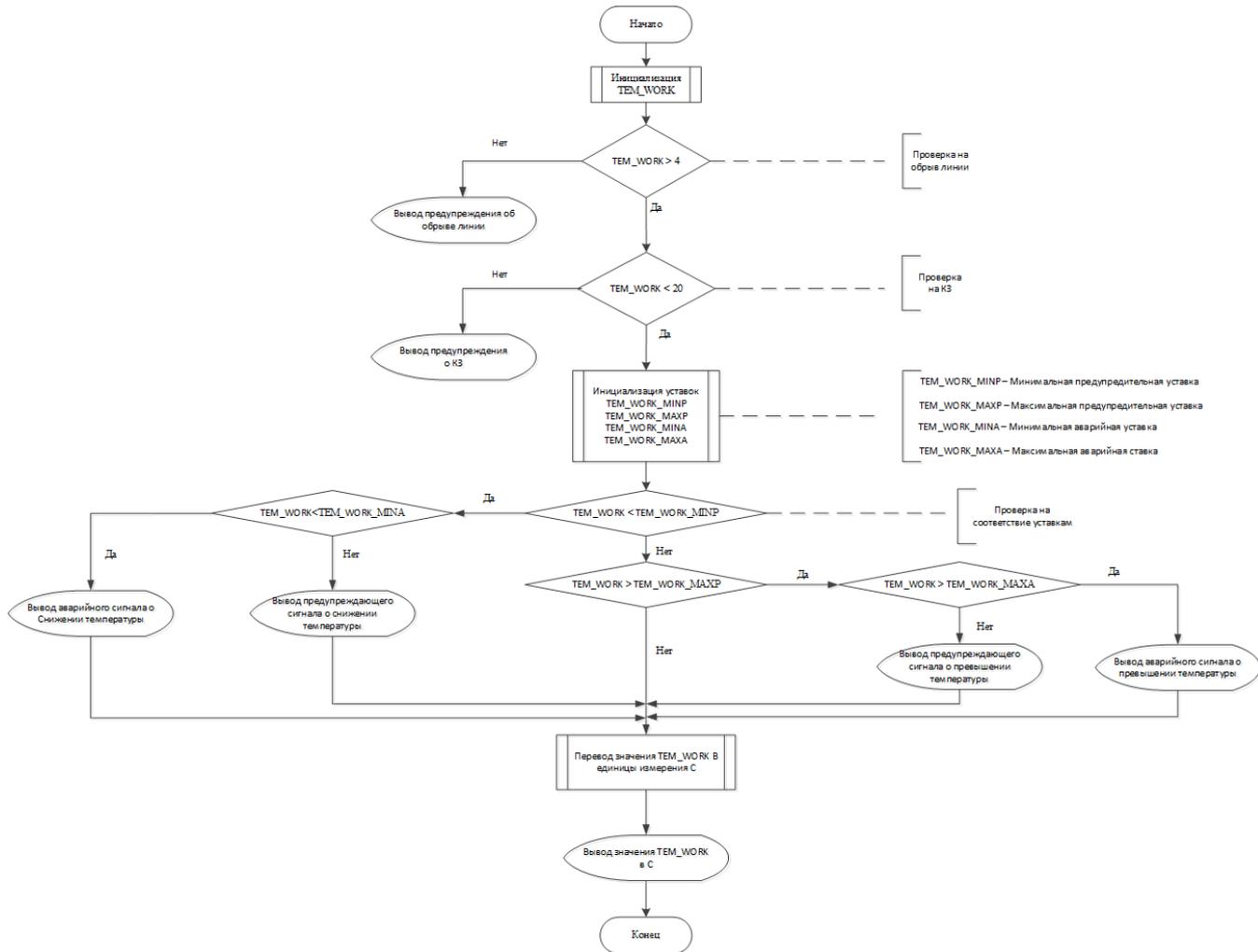
## Приложение В

## Приложение Г





# Приложение Д



# Приложение E

