

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



Инженерная школа информационных технологий и робототехники
 Направление подготовки 15.03.04 «Автоматизация технологических процессов и производств»
 Отделение автоматизации и робототехники

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
Разработка автоматизированной системы управления установки десорбции золота на Навоийском горно-металлургическом комбинате

УДК 681.586:669.21.081.5.05

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-8Т32	Хожиев Ибодулла Исломович		

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Руководитель ВКР	Семенов Николай Михайлович			
Руководитель ООП	Воронин Александр Васильевич	доцент, к.т.н.		

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель ШИП	Шаповалова Наталья Владимировна			

По разделу «Социальная ответственность»

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

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Руководитель ОАР	Леонов Сергей Владимирович	доцент, к.т.н.		

ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ООП

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

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



Инженерная школа информационных технологий и робототехники
 Направление подготовки 15.03.04 «Автоматизация технологических процессов и производств»
 Отделение автоматизации и робототехники

УТВЕРЖДАЮ:
 Руководитель ООП
 _____ Воронин А.В.
 (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
гр. 3-8Т32	Хожиеву Ибодулле Исломовичу

Тема работы:

Разработка автоматизированной системы управления установки десорбции золота на Навоийском горно-металлургическом комбинате
--

Утверждена приказом директора (дата, номер)	
---	--

Срок сдачи студентом выполненной работы	05.06.2018
---	------------

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.).

Объект исследования – Установка десорбции золота на горно-металлургическом комбинате.
 Режим работы – Непрерывный.
 Вид сырья – золото.
 АС должна обеспечивать следующее: местный визуальный контроль основных параметров технологического процесса; автоматическое поддержание заданного технологического режима работы установки; плановую автоматическую остановку установки; аварийную автоматическую остановку и блокировку программы пуска установки с подачей звуковой и световой сигнализации при отклонении от установленных значений основных технологических параметров.

<p>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов (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).</p>	<p>Исследование объекта, подбор оборудования, разработка структурной и функциональной схем АСУ, расчет экономической эффективности, безопасность труда, экология.</p>
<p>Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей)</p>	<p>Функциональная схема автоматизации; Схема соединения внешних проводок; Перечень входных/выходных сигналов технологического процесса; SCADA–формы экранов мониторинга и управления диспетчерского пункта.</p>

Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы (с указанием разделов)	
Раздел	Консультант
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Старший преподаватель ШИП Шаповалова Наталья Владимировна
Социальная ответственность	Ассистент ИШХБМТ Невский Егор Сергеевич

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	26.02.2018 г.
---	---------------

Задание выдал руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель ОАР	Семенов Николай Михайлович			

Задание принял к исполнению студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-8Т32	Хожиев Ибодулла Ислатович		

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

Инженерная школа информационных технологий и робототехники
Направление подготовки 15.03.04 «Автоматизация технологических процессов и производств»
Уровень образования – бакалавр
Отделение автоматизации и робототехники
Период выполнения – весенний семестр 2017/2018 учебного года

Форма представления работы:

бакалаврская работа

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

Срок сдачи студентом выполненной работы:	05.06.2018 г.
--	---------------

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
30.05.2018	Основная часть	60
04.06.2018	Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	20
04.06.2018	Социальная ответственность	20

Составил преподаватель:

Должность	ФИО	Учёная степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель ОАР	Семенов Николай Михайлович			

Согласовано:

Руководитель ООП	ФИО	Учёная степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Воронин Александр Васильевич	к.т.н., доцент		

Реферат

Выпускная квалификационная работа содержит: 104 страниц, 18 рисунков, 24 таблицы, 28 использованных источников, 6 приложений.

Ключевые слова: АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ, ТРЕХУРОВНЕВАЯ АРХИТЕКТУРА, ПРОГРАММИРУЕМЫЙ ЛОГИЧЕСКИЙ КОНТРОЛЛЕР, ЭЛЕКТРОННЫЕ ДАТЧИКИ, SCADA-СИСТЕМЫ, ЭКРАННЫЕ ФОРМЫ УСТАНОВКА ДЕСОРБЦИИ ЗОЛОТА.

Объектом исследования является установка десорбции золота на горно-металлургическом комбинате.

Цель работы – разработка автоматизированной системы управления технологическим процессом установки десорбции золота с использованием программируемого логического контроллера (ПЛК) и выбранной SCADA-системы.

В процессе выполнения выпускной квалификационной работы разработаны: функциональная схема автоматизации, схемы подключения внешних проводок, алгоритмы защит, перечень оборудования, перечень входных/выходных сигналов.

Благодаря разработанной автоматизированной системе планируется сократить число аварий, повысить безопасность и упростить работу установкой десорбции золота на горно-металлургическом комбинате.

Эффективность разработанной автоматизированной системы управления технологическим процессом установки десорбции золота на горно-металлургическом комбинате заключается в снижении возможных ошибочных действий обслуживающего персонала и получении надежной системы.

Выпускная квалификационная работа выполнена с помощью текстового редактора Microsoft Word 2007, САПР AutoCAD 2007, математического пакета MathCAD и представлена на компакт-диске (в конверте на обороте обложки).

Глоссарий

Автоматизированная система (АС) – это комплекс аппаратных и программных средств, предназначенный для управления различными процессами в рамках технологического процесса. Термин «автоматизированная», в отличие от термина «автоматическая» подчеркивает сохранение за человеком-оператором некоторых функций, либо наиболее общего, целеполагающего характера, либо не поддающихся автоматизации.

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

Видеокадр – это область экрана, которая служит для отображения мнемосхем, трендов, табличных форм, окон управления, журналов и т.п.

Мнемосхема – это представление технологической схемы в упрощенном виде на экране автоматизированного рабочего места (АРМ).

Мнемознак (мнемосимвол) – это представление объекта управления или технологического параметра (или их совокупности) на экране АРМ.

Интерфейс оператора – это совокупность аппаратно-программных компонентов АСУ ТП, обеспечивающих взаимодействие пользователя с системой.

Профиль АС – понятие «профиль» 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. Для определения места и роли каждого базового стандарта в профиле требуется концептуальная модель. Такая модель, называемая OSE/RM (OpenSystemEnvironment/ReferenceModel), предложена в ГОСТ Р ИСО МЭК ТО 10000-3–99.

Протокол (CAN, OSI, ProfiBus, Modbus, HART, ProfibusDP, ModbusRTU, Modbus +, CAN, DeviceNet) – это набор правил, позволяющий осуществлять соединение и обмен данными между двумя и более включенными в соединение программируемыми устройствами.

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

Технологический процесс (ТП) – это последовательность технологических операций, необходимых для выполнения определенного вида работ. Технологический процесс состоит из рабочих операций, которые в свою очередь складываются из рабочих движений (приемов).

Система управления базами данных (СУБД) – это совокупность программных и языковых средств, предназначенных для управления данными в базе данных, ведения базы данных, обеспечения многопользовательского доступа к данным.

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

SCADA (англ. Supervisory Control And Data Acquisition – диспетчерское управление и сбор данных) – это инструментальная программа для разработки программного обеспечения систем управления технологическими процессами в реальном времени и сбора данных.

OPC-сервер – это программный комплекс, предназначенный для автоматизированного сбора технологических данных с объектов и предоставления этих данных системам диспетчеризации по протоколам стандарта OPC.

Стандарт – это образец, эталон, модель, принимаемые за исходные для сопоставления с ними других, подобных объектов. Стандарт в Российской Федерации – документ, устанавливающий комплекс норм, правил, требований к объекту стандартизации, в котором в целях добровольного многократного

использования устанавливаются характеристики продукции, правила осуществления и характеристики процессов производства, эксплуатации, хранения, перевозки, реализации и утилизации, выполнения работ или оказания услуг.

Объект управления – это обобщающий термин кибернетики и теории автоматического управления, обозначающий устройство или динамический процесс, управление поведением которого является целью создания системы автоматического управления.

Программируемый логический контроллер (ПЛК) – это специализированное компьютеризированное устройство, используемое для автоматизации технологических процессов. В отличие от компьютеров общего назначения, ПЛК имеют развитые устройства ввода-вывода сигналов датчиков и исполнительных механизмов, приспособлены для длительной работы без серьезного обслуживания, а также для работы в неблагоприятных условиях окружающей среды. ПЛК являются устройствами реального времени.

Диспетчерский пункт (ДП) – это центр системы диспетчерского управления, где сосредоточивается информация о состоянии производства.

Автоматизированное рабочее место (АРМ) – это программно-технический комплекс, предназначенный для автоматизации деятельности определенного вида. При разработке АРМ для управления технологическим оборудованием, как правило, используют SCADA-системы.

ТЕГ – это метка как ключевое слово, в более узком применении идентификатор для категоризации, описания, поиска данных и задания внутренней структуры.

Корпоративная информационная система (КИС) – это масштабируемая система, предназначенная для комплексной автоматизации всех видов хозяйственной деятельности больших и средних предприятий, в том числе корпораций, состоящих из группы компаний, требующих единого управления.

Пропорционально - интегрально - дифференциальный (ПИД) регулятор – это устройство, используемое в системах автоматического

управления для поддержания заданного значения измеряемого параметра. ПИД-регулятор измеряет отклонение стабилизируемой величины от заданного значения (уставки) и выдает управляющий сигнал, являющийся суммой трех слагаемых, первое из которых пропорционально этому отклонению, второе пропорционально интегралу отклонения и третье пропорционально производной отклонения.

Modbus – это коммуникационный протокол, основанный на архитектуре «ведущий - ведомый» или «master - slave».

ФЮРА. 425280 – это код организации разработчика проекта (ТПУ);

425280 – это код классификационной характеристики проектной продукции по ГОСТ 3.1201-85.

Обозначения и сокращения

OSI (Open Systems Interconnection) – Эталонная модель взаимодействия открытых информационных систем;

HMI (Human Machine Interface) – Человеко-машинный интерфейс;

OSE/RM (Open System Environment Reference Model) – Базовая модель среды открытых систем;

API (Application Program Interface) – Интерфейс прикладных программ;

EEI (External Environment Interface) – Интерфейс внешнего окружения;

OPC (Object Protocol Control) – OLE для управления процессами;

OLE (Object Linking and Embedding) – Протокол, определяющий взаимоотношение объектов различных прикладных программ при их компоновке в единый объект/документ;

SNMP (Simple Network Management Protocol) – Протокол управления сетями связи на основе архитектуры TCP/IP;

ODBC (Open Data Base Connectivity) – Программный интерфейс доступа к базам данных (открытая связь с базами данных);

ANSI/ISA (American National Standards Institute/ Instrument Society of America) – Американский национальный институт стандартов/Американское общество приборостроителей;

DIN (Deutsches Institut Normung) – Немецкий институт по стандартизации;

IP (International Protection) – Степень защиты;

LAD (Ladder Diagram) – Язык релейной (лестничной) логики;

АСУ ТП – Автоматизированная система управления технологическим процессом;

АРМ – Автоматизированное рабочее место;

ПО – Программное обеспечение.

Оглавление

Введение	15
1 Техническое задание	17
1.1 Основные задачи и цели создания АСУ ТП	17
1.2 Назначение системы	18
1.3 Требования к техническому обеспечению	18
1.4 Требования к метрологическому обеспечению	19
1.5 Требования к программному обеспечению	20
1.6 Требования к математическому обеспечению	21
1.7 Требования к информационному обеспечению	21
2 Основная часть	23
2.1 Описание технологического процесса	23
2.2 Выбор архитектуры АС	27
2.3 Разработка структурной схемы АС	30
2.4 Функциональная схема автоматизации	32
2.5 Схема информационных потоков	33
2.6 Выбор средств реализации	36
2.6.1 Выбор контроллерного оборудования	37
2.6.2 Выбор датчика давления	39
2.6.3 Выбор датчика температуры	41
2.6.4 Выбор датчика уровня	42
2.6.5 Выбор сигнализатора уровня	44
2.6.6 Выбор расходомера	45
2.7 Выбор исполнительных механизмов	48
2.8 Выбор преобразователя частоты	51
2.9 Разработка схемы внешних проводок	52
2.10 Разработка алгоритмов управления АС	53
2.10.1 Алгоритм сбора данных измерений	54
2.10.2 Алгоритм автоматического управления технологическим параметром	54
2.11 Разработка программного обеспечения ПЛК	58
2.12 Экранные формы АС	58
3 Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности	62
3.1 Потенциальные потребители результатов исследования	62
3.2 Анализ конкурентных технических решений	62
3.3 SWOT-анализ	65

3.4	Планирование научно-исследовательских работ	69
3.4.1	Структура работ в рамках научного исследования	69
3.4.2	Разработка графика проведения научного исследования	70
3.5	Бюджет научно-технического исследования (НТИ)	73
3.5.1	Расчет материальных затрат НТИ	73
3.5.2	Расчет затрат на специальное оборудование	75
3.5.3	Основная заработная плата исполнителей темы	75
3.5.4	Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)	78
3.5.5	Накладные расходы	78
3.5.6	Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта	79
3.6	Определение экономической эффективности исследования	80
4	Социальная ответственность	81
	Введение	81
4.1	Профессиональная социальная безопасность	81
4.1.1	Анализ вредных факторов	81
4.1.1.1	Повышенный уровень шума	81
4.1.1.2	Производственная вибрация	82
4.1.1.3	Электромагнитное излучение	83
4.1.2	Анализ опасных факторов	85
4.1.2.1	Электробезопасность	85
4.2	Экологическая безопасность	87
4.3	Безопасность в чрезвычайных ситуациях	88
4.3.1	Перечень возможных чрезвычайных ситуаций	88
4.3.2	Пожарная безопасность	89
4.4	Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	90
4.4.1	Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны	90
4.4.2	Особенности законодательного регулирования проектных решений	93
	Заключение	95
	Список используемых источников	96
	Приложение А	
	Функциональная схема автоматизации	99

Приложение Б1	
Схема внешних проводок (начало)	100
Приложение Б2	
Схема внешних проводок (продолжение)	101
Приложение Б3	
Схема внешних проводок (окончание)	102
Приложение В	
Перечень входных/выходных сигналов технологического процесса	103
Приложение Г	
Алгоритм сбора данных с канала измерения давления	104

Введение

Узбекистан входит в первую десятку государств мира по подтвержденным запасам и прогнозным ресурсам золота, урана, меди, вольфрама, калийных солей, фосфоритов, каолинов. Основные месторождения золота и урана сосредоточены в Центрально-Кызылкумском регионе и являются объектом деятельности Навоийского горно-металлургического комбината (НГМК)[1].

При всей широте ассортимента выпускаемой продукции приоритетным направлением деятельности НГМК остается промышленное освоение недр, а основной продукцией - золото и уран. На них строится вся жизнедеятельность комбината как горно-металлургического предприятия, осуществляющего заверченный цикл производства от поисково-разведочных работ, добычи руды, ее переработки, до получения золота пробы (999,9) и закиси-окиси урана[1].

Инновационная политика НГМК направлена на обновление существующей производственной базы, техническое перевооружение, внедрение передовых научных разработок[1].

В комбинате разработаны и внедрены уникальные инновационные технологии. Усовершенствованная технология флотационного обогащения упорных сульфидных золотосодержащих руд внедрена на ГМЗ-3. Запущен в производство способ бактериального окисления упорных золотоносных концентратов, адаптированный для условий Кызылкумского региона. Внедрена технология угольно-сорбционного цианирования продуктов бактериального окисления. Для жизнедеятельности, роста и воспроизводства бактерий используется питательная среда, созданная специалистами комбината и учеными республики. НГМК обладает уникальным программно-техническим комплексом, позволяющим решать задачи построения математических моделей недр и оценки промышленных запасов, оптимального календарного графика горных работ, финальной и промежуточной формы карьеров. В перспективе это позволит продлить период стабильной работы гидрометаллургических заводов

на ближайшие 100 лет и оптимизировать работу горно-перерабатывающих комплексов комбината[1].

Автоматизированные системы управления и регулирования являются неотъемлемой частью технологического оснащения современного производства, способствуют повышению качества продукции и улучшают экономические показатели производства за счет выбора и поддержания оптимальных технологических режимов.

Автоматизация – это применение комплекса средств, позволяющих осуществлять производственные процессы без непосредственного участия человека, но под его контролем. Автоматизация производственных процессов приводит к увеличению выпуска, снижению себестоимости и улучшению качества продукции, уменьшает численность обслуживающего персонала, повышает надежность и долговечность машин, дает экономию материалов, улучшает условия труда и техники безопасности.

Автоматизация освобождает человека от необходимости непосредственного управления механизмами. В автоматизированном процессе производства роль человека сводится к наладке, регулировке, обслуживании средств автоматизации и наблюдению за их действием. Эксплуатация средств автоматизации требует от обслуживающего персонала высокой квалификации [2].

Целью ВКР является разработка эффективной автоматизированной системы управления технологическим процессом установки десорбции золота на горно-металлургическом комбинате.

Практическая значимость данной ВКР заключается в применении материалов работы на практике в золотодобывающей отрасли.

1 Техническое задание

1.1 Основные задачи и цели создания АСУ ТП

Основной задачей ВКР является разработка автоматизированной системы управления установкой десорбции золота на горно-металлургическом комбинате с использованием ПЛК, на основе выбранной SCADA-системы.

Разрабатываемая АСУ ТП должна реализовывать 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).

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 [3].

1.2 Назначение системы

Разрабатываемая система предназначена для автоматизации следующих функций:

- дистанционного контроля над 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 Требования к техническому обеспечению

Оборудование, устанавливаемое на открытых площадках, в зависимости от зоны расположения объекта должно быть устойчивым к воздействию температур от $-50\text{ }^{\circ}\text{C}$ до $+50\text{ }^{\circ}\text{C}$ и влажности не менее 80 % при температуре $35\text{ }^{\circ}\text{C}$. Все внешние части оборудования, которые находятся под напряжением, должны быть защищены от случайных прикосновений, а само оборудование иметь заземление [3].

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

Датчики, используемые в системе, должны отвечать требованиям взрывобезопасности. Технические средства системы пожаро-и взрывоопасности должны соответствовать ПУЭ и ПБ 09-540-03. При выборе датчиков следует использовать аппаратуру с искробезопасными цепями. Чувствительные элементы датчиков, соприкасающиеся с сероводород содержащей 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.

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

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.

1.4 Требования к метрологическому обеспечению

Измерительные каналы (ИК) системы должны обеспечивать получение результатов измерения с нормируемой точностью. В качестве нормируемой метрологической характеристики принимается предел допускаемой погрешности ИК в нормальных условиях эксплуатации. Форма представления метрологической характеристики ИК – приведенная погрешность, выраженная в процентах относительно диапазона измерения.

Метрологическое обеспечение осуществляется в целях создания основы обеспечения качества эксплуатации оборудования и получения результатов измерений, использование которых позволяет:

- эффективно вести технологический процесс при соблюдении условий безопасности;
- исключить или свести к минимуму риск принятия ошибочных решений и

действий при управлении оборудованием;

- достоверно контролировать безопасность обслуживающего персонала и состояние окружающей среды [3].

Пределы допускаемой основной относительной погрешности измерения массового расхода жидкости всей установки в целом должны быть не более $\pm 2,5\%$.

Пределы допускаемой основной относительной погрешности датчиков для измерения давления должны быть не более $\pm 1,5\%$.

Пределы допускаемой основной относительной погрешности датчиков для измерения температуры должны быть не более $\pm 2,5\%$.

На погрешность измерений установки не должно влиять отклонение напряжения питания от номинального (220/380 В) в пределах $\pm 20\%$.

1.5 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) [2].

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).

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

1.6 Требования к математическому обеспечению

Математическое обеспечение АС должно представлять собой совокупность математических методов, моделей и алгоритмов обработки информации, используемых при создании и эксплуатации АС и позволять реализовывать различные компоненты АС средствами единого математического аппарата.

Методы и алгоритмы должны быть представлены в форме, допускающей их реализацию в программном обеспечении. При создании математического обеспечения низовой автоматики следует пользоваться стандартным набором функций, реализуемых программно-техническими средствами[3].

1.7 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 (рисунок 1). 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 дробилках КМД-2200. Дробленый 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 переочищается 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, совместно с песками мельницы, подаются на гидроциклонирование [4].

Щепа после отмывки от илов утилизируется в специальный отвал. Слив сгустителя возвращается в цикл измельчения-классификации, а сгущенный продукт поступает на предварительное цианирование в пачки 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 150-175 °С, давлении 0,5 МПа. Золотосодержащий раствор поступает на электролиз, который работает под давлением 0,5 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 [4].

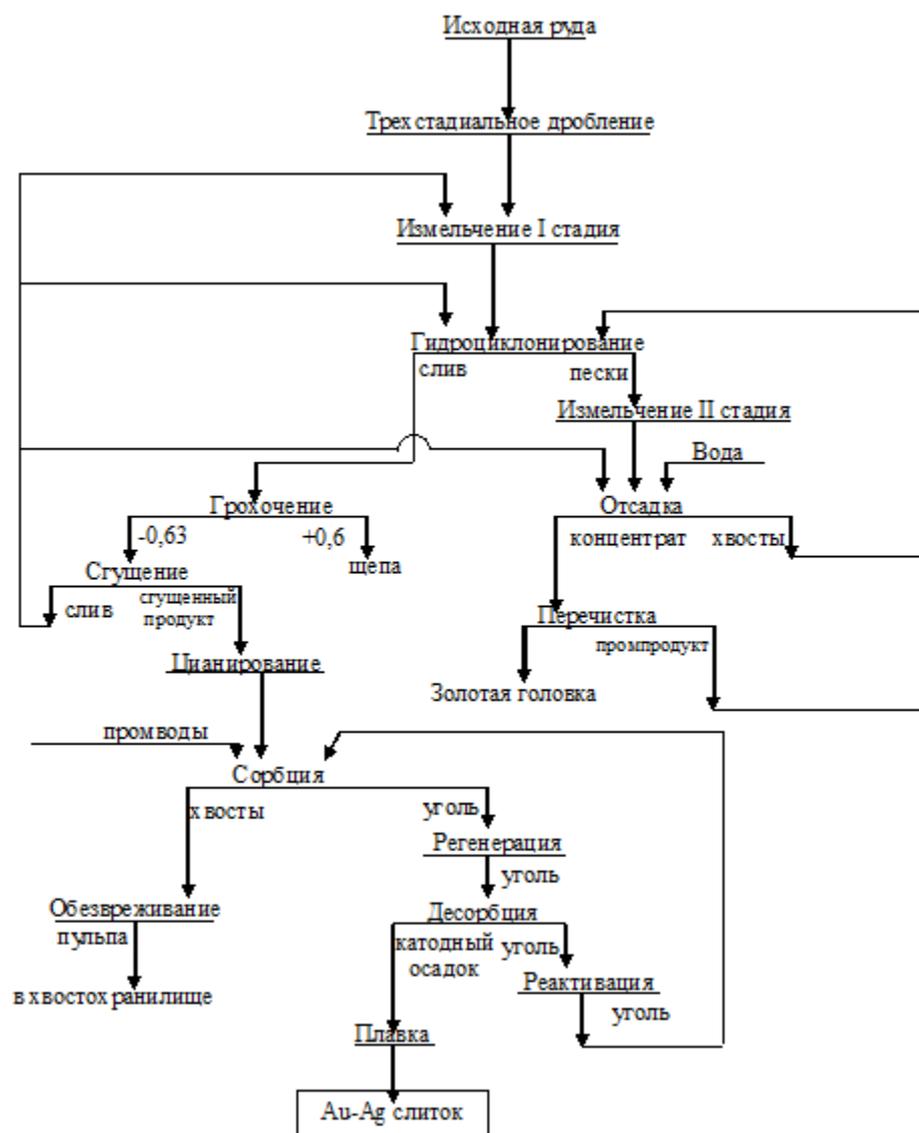


Рисунок 1 – Принципиальная схема переработки руды

Функциональная схема автоматизации установки десорбции золота приведена в приложении А.

Поток угля, поступающий в отделение десорбции, составляет около 0,17 т/ч или 0,34 м³/ч. Суточный поток составляет около 4,08т/сут. или 8,16 м³/сут. Для обеспечения заданной производительности необходима установка десорбции для обезметалливания угля. В состав данной установки входит один электродный котел и два десорбера объемом 0,7 м³ каждый. Производительность установки составляет до 11 м³/сут., что обеспечивает 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 пере осаждение в колоннах реконцентрации. «Бедный» элюат направляется в колонну донасыщения, где обезметалливается.

И уже насыщенный «богатый» уголь подвергается обработке горячими щелочными растворами, получая при этом насыщенный по золоту раствор, который и направляется на электролиз [4].

Технологическая схема десорбции золота представлена на рисунке 2, где: 1 – расходная емкость со змеевиком; 2 – насос 2НД; 3 – теплообменник; 4 – электродный котел; 5 – десорбер; 6 – разгрузочный бункер десорберов; 7 – угольный насос 2 ТС; 8 – колонна донасыщения; 9 – колонны реконцентрации; 10 – загрузочный бункер десорберов; 11 – насос; 12 – ёмкость бедного элюата; 13 – ёмкость товарного элюата.

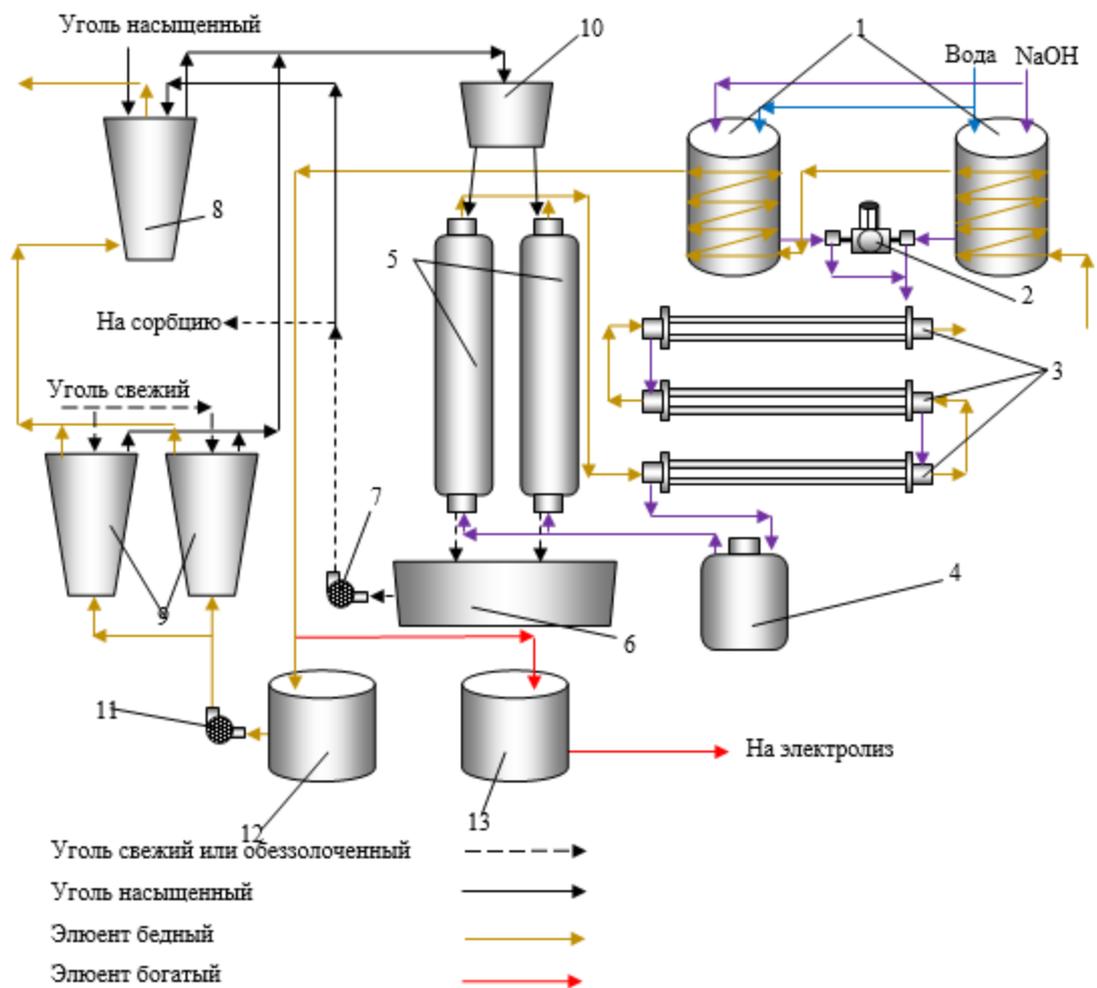


Рисунок 2 – Технологическая схема десорбции золота

2.2 Выбор архитектуры АС

В основе разработки архитектуры пользовательского интерфейса проекта АС лежит понятие ее профиля. Профиль – это набор стандартов, ориентированных на выполнение конкретной задачи[3].

Основными целями применения профилей являются:

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

Эти цели достигаются при использовании открытых систем, что неразрывно связано с применением соответствующих стандартов.

Основные функциональные профили АС:

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

В качестве функционального профиля программного обеспечения АС будем использовать SCADA SIMANTIC WinCC , которая является открытой распределенной системой с архитектурой клиент-сервер. Профиль среды АС будет базироваться на операционной системе Windows 7. Профиль защиты информации будет включать в себя стандартные средства защиты Windows. Профиль инструментальных средств будет основываться на среде Open PCS.

Для определения места и роли каждого базового стандарта в профиле требуется концептуальная модель (OpenSystemEnvironment/ ReferenceModel), согласно[3]. На рисунке 3 показана схема концептуальной модели OSE/RM.

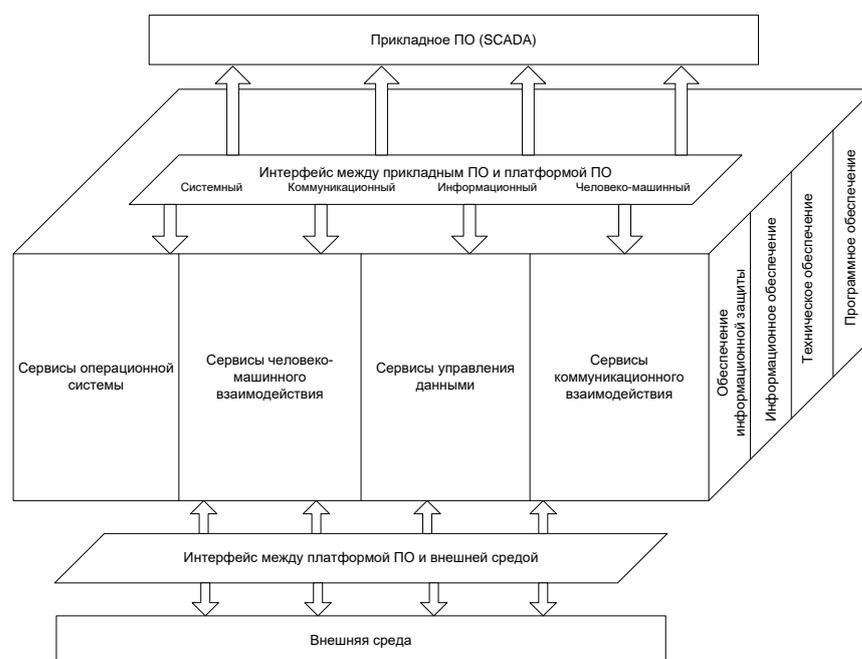


Рисунок3 – Концептуальная модель архитектуры OSE/RM

Из рисунка 3 видно, что концептуальная модель OSE/RM предусматривает разбиение ПО на три уровня:

- внешняя среда АС – полевой уровень;
- платформа сервисов – сервисы классов APIи EECс соответствующими интерфейсами;
- прикладное ПО – верхний уровень, включает в себя SCADA-системы, СУБД и HMI.

Наиболее актуальными прикладными программными системами АС являются открытые распределенные АС с архитектурой клиент-сервер [3]. Для решения задач взаимодействия клиента с сервером используются стандарты OPC. Суть OPC сводится к следующему – предоставить разработчикам промышленных программ универсальный интерфейс (набор функций обмена данными с любыми устройствами АС).

Текущие стандарты:

- OPCAE (Alarm&Events), предоставляющий функции уведомления по требованию о различных событиях;
- OPCDA (Data Access), описывающий набор функций обмена данными в реальном времени с ПЛК и другими устройствами;
- OPCDX (Data Exchange), предоставляющий функции организации обмена данными между OPC-серверами через сеть Ethernet;
- OPC Security;
- OPCXML-DA, предоставляющий гибкий управляемый правилами формат обмена данными через Intranet-среду.

2.3 Разработка структурной схемы АС

Объектом управления является установка десорбции золота. В соответствии с ТЗ разработаем систему автоматизированного управления. Все измеряемые и контролируемые параметры системы поступают в SCADA систему, отвечающую за обеспечение автоматического дистанционного наблюдения и дискретного управления функциями большого количества распределенных устройств. В установке десорбции измеряется температура, давление, уровень, а в трубопроводах – давление, расход и плотность. Исполнительными устройствами являются клапана с электроприводом.

Выберем трехуровневую архитектуру АС. На каждом из этих уровней реализуется непосредственное управление технологическими процессами. Специфика каждой конкретной системы управления определяется используемой на каждом уровне программно-аппаратной платформой.

Нижний уровень (полевой) состоит из первичных датчиков (измерительных преобразователей), осуществляющих сбор информации о ходе технологического процесса, приводов и исполнительных устройств, реализующих регулирующие и управляющие воздействия, кабельных соединений, клеммников и нормирующих преобразователей.

Средний уровень (контроллерный) состоит из контроллеров и прочих устройств аналого-цифрового, цифро-аналогового, дискретного, импульсного и т.д. преобразования, и устройств для сопряжения с верхним уровнем (шлюзов). Отдельные контроллеры могут быть объединены друг с другом при помощи контроллерных сетей. Контроллерные сети строятся на базе интерфейса RS-485, совместимого с серверами OPC и SCADA-системами.

Верхний уровень (информационно-вычислительный) состоит из компьютеров, объединенных в локальную сеть Ethernet с использованием в качестве передающей среды медной витой пары или оптоволокна (при больших расстояниях). Протокол передачи данных – для удаленных подключений TCP/IP [3].

Датчики с нижнего уровня поставляют информацию среднему уровню управления локальным контроллерам (PLC), которые могут обеспечить реализацию следующих функций:

- сбор , первичная обработка и хранение информации о состоянии оборудования и параметрах технологического процесса;
- автоматическое логическое управление и регулирование;
- исполнение команд с пункта управления;
- самодиагностику работы программного обеспечения и состояния самого контроллера;
- обмен информацией с пунктами управления.

Разработанная трехуровневая архитектура АС представлена на рисунке 4.

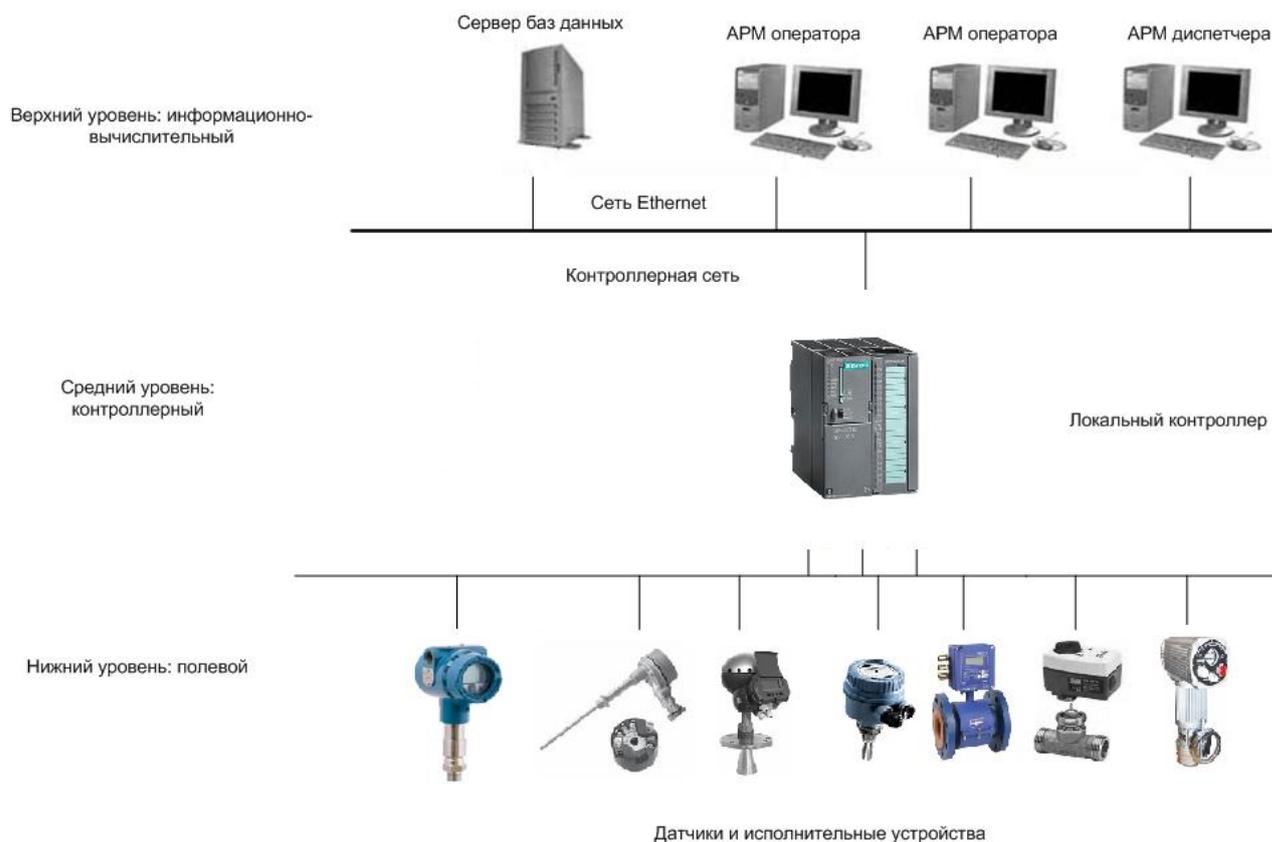


Рисунок 4 - Трехуровневая структура АС

2.4 Функциональная схема автоматизации

Функциональная схема автоматического контроля и управления предназначена для отображения основных технических решений, принимаемых при проектировании систем автоматизации ТП. Объектом управления в таких системах является совокупность основного и вспомогательного оборудования вместе с встроенными в него запорными и регулируемыми органами.

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

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 [3].

Функциональная схема автоматизации установки десорбции золота выполнены согласно требованиям ГОСТ 21.208–2013 и приведены в приложении А.

2.5 Схема информационных потоков

На рисунке 5 изображена схема информационных потоков.

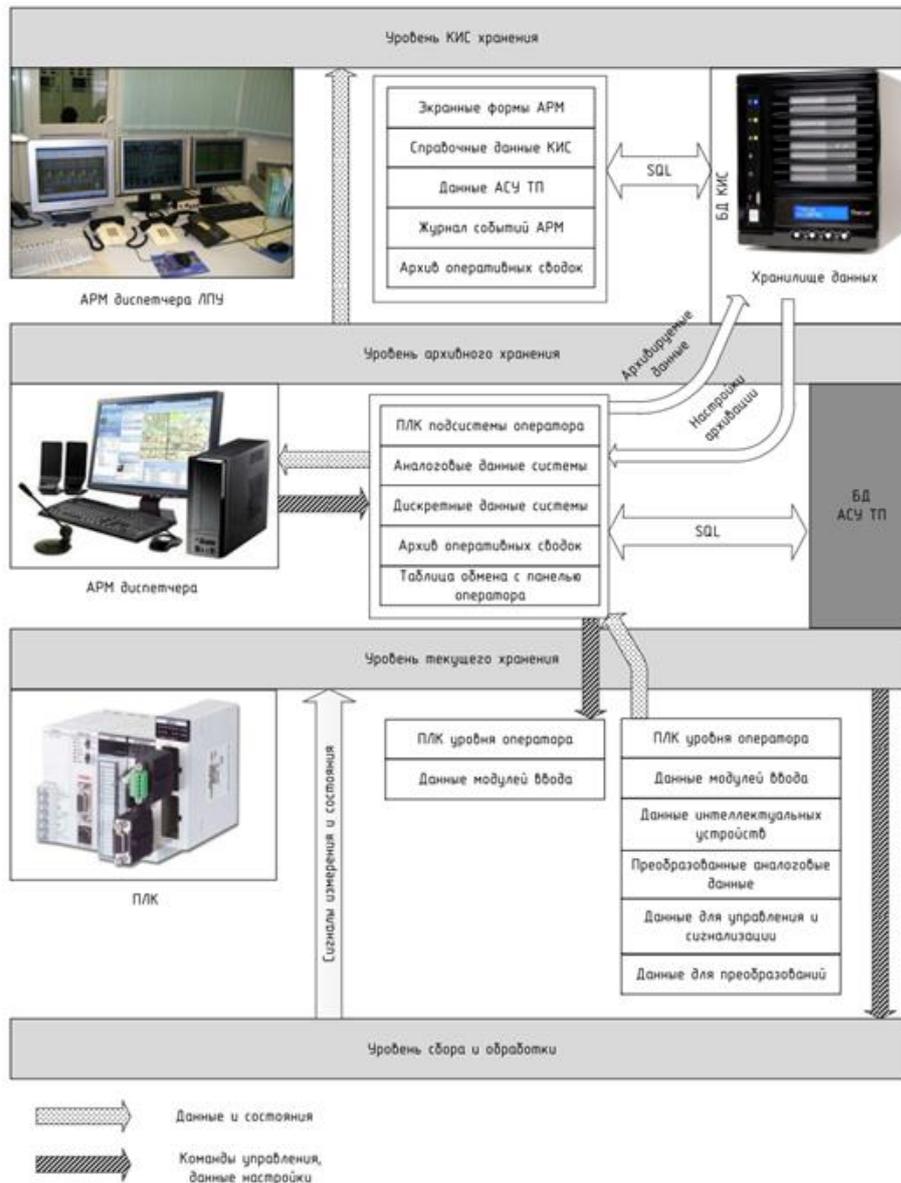


Рисунок 5 – Схема информационных потоков

Схема информационных потоков, включает в себя три уровня сбора и хранения информации [3]:

- 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 экранам 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 [5].

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

- температура в электродном котле, °С;
- температура в емкостях, °С;
- давление в емкостях, МПа;
- давление в электродном котле, МПа;
- расход элюата, м³/ч;
- уровень в емкостях, мм;
- управление исполнительными механизмами.

Каждый элемент контроля и управления имеет свой идентификатор (ТЕГ), состоящий из символьной строки. Структура шифра имеет следующий вид: AAA_BBB_CCCC_DDDDD, где AAA – параметр, 3 символа, может принимать следующие значения:

- TEM – температура;
- PRS – давление;
- LVL – уровень;
- FLW – расход;
- REG – регулирование;

- IND – индикация;
- SWG – перекачка.
- BBB – код технологического аппарата (или объекта), 3 символа:
- EB – электродный котел;
- PPI – входной трубопровод;
- PPO – выходной трубопровод;
- DSR – десорбер;
- PMP – насос;
- LT – задвижка с электроприводом;
- KL – клапан с электроприводом;
- TNK – емкость;
- PRD – продукт;
- CCCC – уточнение, не более 4 символов:
- OPN - открыть;
- CLS - закрыть;
- OPND – процент открытия;
- STP – стоп;
- ALRM – авария;
- POPN – открывается;
- PCLS – закрывается;
- REMT – дистанционный режим;
- WORK – в работе;
- H – верхнее предельное значение;
- L – нижнее предельное значение;
- HH - аварийное верхнее значение;
- LL – аварийное нижнее значение;
- DDDDD – примечание, не более 5 символов:
- D1 – десорбер 1;

- D2 – десорбер 2;
- E2 – емкость 2;
- E3 – емкость 3;
- LN1 – линия 1;
- LN2 – линия 2;
- LN3 – линия 3.

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

Кодировка сигналов разрабатываемой АСУТП в SCADA- системе представлена в Приложении В.

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 [3].

2.6.1 Выбор контроллерного оборудования

Для автоматизации установки десорбции золота были рассмотрены следующие варианты ПЛК: Siemens SIMATIC S7-300, ControlLogix 5560 компании Allen-bradley, ModiconM238 компании Schneider-electric и ПЛК 150 компании ОВЕН. В таблице 1 отображены сравнительные характеристики.

Таблица 1 – Технические характеристики контроллеров

Характеристики	Siemens SIMATIC S7-300	Allen-Bradley ControlLogix 5560	Schneider Electric Modicon M238	ОВЕНПЛК 150
Количество точек	256	256	256	16
Подключение доп. модулей ввода/вывода	До 8192	До 2048	До 2048	До 512
Интерфейсы связи	RS 485, PROFINET, 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	да	нет	да	да
Дополнительная память	До 2048 МБ	До 2048 МБ	До 2048 МБ	До 2048 МБ
Резервное питание	да	нет	да	нет
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 в рублях	318 000	285 000	464 000	52 000

С учётом вышеприведённых характеристик, а также по соотношению цена-качество в основе системы АСУ будем использовать ПЛК SIMATIC S7-300 от компании «Siemens», который показан на рисунке 6.



Рисунок 6 – Внешний вид контроллера SIMATIC S7-300

Siemens SIMATIC S7-300 – это модульный программируемый контроллер, предназначенный для построения систем автоматизации низкой и средней степени сложности. Модульная конструкция данного ПЛК, работа с естественным охлаждением, возможность применения структур локального и распределенного ввода-вывода, широкие коммуникационные возможности, множество функций, поддерживаемых на уровне операционной системы, удобство эксплуатации и обслуживания обеспечивают возможность получения рентабельных решений для построения систем автоматического управления в различных областях промышленного производства. Эффективному применению рассматриваемого контроллера способствует: возможность использования нескольких типов центральных процессоров различной производительности, наличие широкой гаммы модулей ввода-вывода дискретных и аналоговых сигналов, функциональных модулей, и коммуникационных процессоров [6].

ПЛК имеет модульную конструкцию и может включать в свой состав:

- модуль центрального процессора (CPU);
- модули блоков питания (PS);
- сигнальные модули (SM);
- коммуникационные процессоры (CP);
- функциональные модули (FM);
- интерфейсные модули (IM).

2.6.2 Выбор датчика давления

Выбор датчика давления проходил из следующих вариантов приборов : Овен ПД-200, Rosemount -3051S и Метран -150. В таблице 2 отображены характеристики датчиков давления.

Таблица 2 – Основные характеристики датчиков давления

Параметр	Овен ПД-200	Rosemount-3051S	Метран-150
Измеряемые среды	воздух, пар, различные жидкости	жидкости, в т.ч. нефтепродукты; пар, газ, газовые смеси	жидкости, в т.ч. нефтепродукты; пар, газ, газовые смеси
Температура окружающей среды	- 40 ... + 70 °С	- 51 ... + 85 °С	- 40 ... + 70 °С
Температура измеряемой среды	- 40 ... + 100 °С	- 75 ... + 205 °С	- 50 ... + 500 °С
Основная погрешность измерений	до ± 0,1 %	до ± 0,055 %	до ± 0,1 %
Диапазоны измеряемых давлений	0,00063–6,0 МПа	мин. 0–0,025 кПа; макс. 0–68,9 МПа	мин. 0–0,04 кПа макс. 0–100 МПа
Выходные сигналы	4-20 мА с цифровым сигналом на базе HART-протокол	4-20/HART; Foundation Fieldbus; беспроводной HART-протокол	4-20 мА с цифровым сигналом на базе HART-протокол
Цена в рублях	34220	66520	23700

В результате анализа по соотношению цена и качества наиболее подходящим является Метран -150 , внешний вид которого представлен на рисунке 7.



Рисунок 7 – Внешний вид датчика давления Метран-150

Датчики давления Метран-150 предназначены для работы в системах автоматического контроля, регулирования и управления технологическими процессами. Обеспечивают непрерывное преобразование измеряемых величин – давления избыточного, абсолютного, разрежения, давления-разрежения разности давлений, гидростатического давления нейтральных и агрессивных сред в унифицированный токовый выходной сигнал дистанционной передачи, цифровой сигнал на базе HART-протокола и цифровой сигнал на базе интерфейса с протоколами обмена ICP или Modbus.

Датчики Метран-150 предназначены для преобразования давления рабочих сред: жидкости, пара, газа (в т.ч. газообразного кислорода и кислородосодержащих газовых смесей) в унифицированный токовый выходной сигнал, цифровой сигнал на базе HART-протокола и цифровой сигнал на базе интерфейса RS-485.[7]

Датчик Метран-150 имеет:

- взрывозащищенное исполнение (Ex);
- встроенный фильтр радиопомех;
- внешняя кнопка установки «нуля»;
- непрерывная самодиагностика;
- межповерочный интервал – 3 года.

2.6.3 Выбор датчика температуры

Выбор датчика температуры проходил из следующих вариантов приборов: Метран-286, Rosemount 648 и ТСПУ Метран-276. В таблице 3 отображены характеристики датчиков температуры.

Таблица 3 – Основные характеристики датчиков температуры

Параметр	Метран-286	Rosemount 648	Метран-276
Измеряемые среды	жидкость, нефть	жидкость, нефть	жидкость, нефть
Температура окружающей среды	- 40 ... + 70 °С	- 40 ... + 70 °С	- 40 ... + 70 °С
Температура измеряемой среды	- 50 ... + 500 °С	- 50 ... + 500 °С	- 50 ... + 500 °С
Приведенная погрешность измерений	± 0,40 %	± 0,225 %	± 0,50 %
Выходные сигналы	4-20 мА с цифровым сигналом на базе HART-протокола	4-20/HART; Foundation Fieldbus; беспроводной HART-протокол	4-20 мА с цифровым сигналом на базе HART-протокола
Цена в рублях	19199	78420	18600

В результате анализа был выбран Метран -286, являющийся интеллектуальным преобразователем температуры для применения в системах АСУ ТП, подходит для работы с агрессивными средами[8].



Рисунок 8 – Внешний вид датчика температуры

Конструктивно Метран -286 состоит из первичного преобразователя и электронного преобразователя (ЭП), встроенного в корпус соединительной головки. В качестве первичного используются чувствительные элементы из термопарного кабеля по ГОСТ 6616.

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

Принцип действия основан на эффекте Зеебека (термоэлектрическом эффекте). Между соединенными проводниками имеется контактная разность потенциалов; если стыки связанных в кольцо проводников находятся при одинаковой температуре, сумма таких разностей потенциалов равна нулю. Когда же стыки находятся при разных температурах, разность потенциалов между ними зависит от разности температур. Коэффициент пропорциональности в этой зависимости называют коэффициентом термо-ЭДС. У разных металлов коэффициент термо-ЭДС разный и, соответственно, разность потенциалов, возникающая между концами разных проводников, будет различная. Помещая спай из металлов с отличными коэффициентами термо-ЭДС в среду с температурой T_1 , мы получим напряжение между противоположными контактами, находящимися при другой температуре T_2 , которое будет пропорционально разности температур T_1 и T_2 . [8]

2.6.4 Выбор датчика уровня

Выбор уровнемера проходил из следующих вариантов приборов: Nevelco Nivotrack, емкостной уровнемер МПУ100 и Rosemount 5600. В таблице 4 отображены характеристики уровнемеров.

Таблица 4 – Основные характеристики уровнемеров

Параметр	Nevelco Nivotrack	МПУ100	Rosemount 5600
Измеряемые среды	жидкости, хим. реагенты	вода, нефть и нефтепродукты, хим. реагенты, дренажные стоки	газ, жидкость, нефтепродукты, сыпучие
Диапазон	0,5-5 м	0,085-6 м	0 ÷ 50 м

измерений			
Абсолютная погрешность измерений	± 1 мм	± 5 мм	± 3 мм
Температура окружающей среды	– 40 ... + 90 °С	– 40 ... + 50 °С	– 40 ... + 70 °С
Рабочая температура	– 40 ... + 90 °С	– 40 ... + 50 °С	– 40 ... + 400 °С
Выходные сигналы	4-20 мА /HART	RS-485/RS-232	4-20 мА /HART/ Fieldbus
Цена в рублях	88300	77850	90000

В результате анализа по соотношению цена и качество был выбран уровнемер Rosemount 5600, внешний вид которого представлен на рисунке 9.



Рисунок 9 – Внешний вид уровнемера Rosemount 5600

Уровнемера Rosemount 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 Rosemount 5600 широко применяются в сложных условиях технологических процессов. Широкий выбор источников питания постоянного или переменного тока повышает их универсальность при подключении к электрической сети . Уровнемера Rosemount 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 [9].

2.6.5 Выбор сигнализатора уровня

Выбор сигнализатора уровня проходил из следующих вариантов приборов: РИЗУР-900, Vibranivo VN 4000 и Rosemount 2120. В таблице 5 отображены характеристики сигнализаторов уровня.

Таблица 5 – Основные характеристики сигнализаторов уровня

Параметр	РИЗУР-900	Vibranivo VN 4000	Rosemount 2120
Измеряемые среды	жидкость, нефть и нефтепродукты	жидкость, нефть и нефтепродукты	жидкость, нефть и нефтепродукты
Давление среды	6 МПа	1,6 МПа	от -0,1 до 10 МПа
Температура окружающей среды	– 60 ... + 75 °С	– 40 ... + 50 °С	– 40 ... + 80 °С
Рабочая температура	– 196 ... + 500 °С	– 196 ... + 150 °С	– 40 ... + 150 °С
Степень защиты	IP67	IP66	IP68
Выходные сигналы	4-20 мА	4-20 мА	4-20 мА /HART
Цена в рублях	20000	58630	71620

В результате анализа был выбран сигнализатор уровня жидкости Rosemount 2120(рисунок 10), невосприимчивый к окружающим факторам (температуре, давлению и т.д.).



Рисунок 10 – Внешний вид Rosemount 2120

Принцип работы сигнализатора Rosemount 2120 основывается на принципе действия камертона, который делает его подходящим для применения практически в любых жидкостях. Прибор имеет широкий выбор технологических присоединений, материалов корпуса и смачиваемых частей для обеспечения универсальности и превосходной надежности, а также сменных модулей электроники с релейным выходом, возможность удлинения вилки, сертификация на применение в опасных зонах, функция самодиагностики и сертификация на защиту от переливов. Сигнализаторы Rosemount 2120 обеспечивают стабильную работу при температуре до 150°C и давлении до 10 МПа. Благодаря этим характеристикам сигнализатор способен удовлетворить практически любые требования [10].

2.6.6 Выбор расходомера

Выбор расходомера проходил из следующих вариантов приборов: вихревой расходомер Rosemount 8800D, вихреакустический расходомер Метран-300ПР и ВЗЛЕТ ЭМ.

В таблице 6 отображены характеристики расходомеров.

Таблица 6 – Основные характеристики расходомеров

Параметр	Rosemount8800 D	Метран-300ПР	ВЗЛЕТ ЭМ
Измеряемые среды	жидкость, пар, газ	жидкость	жидкость, нефть, газ
Тип устройства	вихревой	вихревой	вихревой
Абсолютная погрешность измерений	для жидкости $\pm 0,65\%$; для пара, газа $\pm 1,00\%$	$\pm 1\%$	$\pm 1\%$
Измеряемый объемный расход	0...2 000 м ³ /ч	0,18...2 000 м ³ /ч	54,34 м ³ /ч
Рабочая температура	- 40 ... + 232 °C	- 10 ... + 150 °C	- 10 ... + 150 °C
Выходные сигналы	4-20 мА /HART/ Fieldbus	4-20 мА /HART	4-20 мА /HART
Цена в рублях	42300	26108	16050

В результате анализа был выбран расходомер ВЗЛЕТ ЭМ, потому что он подходит для жидкостей 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 11 – 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 [11].

2.7 Выбор исполнительных механизмов

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 исполнительного механизма предлагается использовать клапан регулирующий седельный проходной VS2.



Рисунок 12 – внешний вид регулирующего клапана VS2

Основные характеристики клапана VS2 представлены в таблице 7.

Таблица 7 – Технические характеристики клапана VS2

Технические характеристики	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 _y , МПа	16
Температура регулируемой среды T, °C	- 40 ... + 130 °C
Макс. перепад давления для закрытия клапана ΔP _{макс.} , МПа	10
Присоединение	Фланцевое

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 [12].

Электрический привод – это электромеханическая система для приведения в движение исполнительных механизмов рабочих машин и управления этим движением в целях осуществления технологического процесса. Современный электропривод — это совокупность множества электромашин, аппаратов и систем управления ими. Он является основным потребителем электрической энергии (до 60 %) и главным источником механической энергии в промышленности. Определение по ГОСТР 50369-92 : Электропривод -

электромеханическая система, состоящая из преобразователей электроэнергии, электромеханических и механических преобразователей, управляющих и информационных устройств и устройств сопряжения с внешними электрическими, механическими, управляющими и информационными системами, предназначенная для приведения в движение исполнительных органов рабочей машины и управления этим движением в целях осуществления технологического процесса.

Для управление клапаном VS2 выбран редукторный электропривод АМЕ 10 компании Danfoss, внешний вид которого изображен на рисунке 19. Технические характеристики привода приведены в таблице 8 [13].



Рисунок 13 – внешний вид электропривода АМЕ 10

Таблица 8 – Технические характеристики привода АМЕ 10

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

Для управления задвижками выбран электропривод РэмТЭК-02 компании НПП ТЭК, внешний вид которого изображен на рисунке 14.



Рисунок 14 – внешний вид электропривода РэмТЭК-02

Электроприводы РэмТЭК предназначены для дистанционного и местного управления запорной и запорно-регулирующей трубопроводной арматурой различных диаметров и давлений в химической, нефтяной, газовой, энергетической отраслях промышленности. Взрывозащищенные электроприводы РэмТЭК сертифицированы в соответствии со всеми ключевыми стандартами и специально спроектированы для работы в агрессивных и взрывоопасных условиях окружающей среды. Электроприводы РэмТЭК имеют уровень взрывозащиты «взрывобезопасное электрооборудование» [14].

Таблица 9 – Основные характеристики электроприводов Рэм ТЭК

Тип исполнения приводного органа	вращательный
Крутящий момент, Нм	40 – 15000
Частота вращения, об/мин	от 0,75 до 450 об/мин
Протоколов связи	Modbus RTU, PROFIBUS DP, PROFINET, FF H1
Напряжение питания	~380 В/~220 В
Диапазон рабочих температур, °С	- 60... + 50
Выходные сигналы	4-20 мА с цифровым сигналом на базе HART-протокола

2.8 Выбор преобразователя частоты

Для управления насосами используется преобразователь частоты фирмы Schneider Electric Altivar 61, внешний вид которого показан на рисунке 15.



Рисунок 15 – 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 трехфазное, 380 - 480 В, от 0,75 до 450 кВт; [15]:

- 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.

2.9 Разработка схемы внешних проводок

Схема соединений внешних проводок – это комбинированная схема, на которой изображены электрические и трубные связи между приборами и средствами автоматизации, установленными на технологическом, инженерном оборудовании и коммуникациях (трубопроводах, воздуховодах и т.д.), вне щитов и на щитах, а также связи между щитами, пультами, комплексами или отдельными устройствами комплексов. [3]

Сигналы, приходящие со всех датчиков и исполнительных механизмов, по контрольным кабелям поступают в клеммные соединительные коробки, откуда они попадают на щит оператора. Клеммная соединительная коробка (КСК) предназначена для соединения кабелей при монтаже различного технологического оборудования. Выберем коробки КСК-15, КСК-19, КСК-20, КСК-25 на 15, 19, 20, 25 контактов соответственно.

В качестве контрольных кабелей, передающих сигнал от первичных преобразователей и им, возьмем кабель КВВГ Энг-LS. Данный кабель представляет собой кабель с медной жилой и поливинилхлоридной оболочкой не распространяющей горение с низким дымо и газовыделением.

КВВГЭнг-LS предназначен для эксплуатации в кабельных сооружениях и помещениях для неподвижного присоединения к электрическим приборам, аппаратам, сборкам зажимов электрических распределительных устройств с номинальным переменным напряжением до 660 В номинальной частотой до 100 Гц или постоянным напряжением до 1000 В.

Количество жил в контрольных кабелях выберем равным 4, 5, 14 и 19 при соединении приборов с КСК и со шкафом управления, неиспользуемые жилы являются резервными.

Полученные схемы соединения внешних проводок установки десорбции золота приведены в приложении Б1, Б2, Б3.

2.10 Разработка алгоритмов управления АС

В автоматизированной системе на разных уровнях управления могут использоваться различные алгоритмы:

- алгоритмы пуска (запуска) / останова 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 расхода, уровня 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) [3].

В данном дипломном проекте разработаны следующие алгоритмы АС:

- алгоритм сбора данных измерений;
- алгоритм автоматического ПИД регулирования технологическим параметром.

2.10.1 Алгоритм сбора данных измерений

В качестве канала измерения выберем канал измерения давления. Для этого канала разработаем алгоритм сбора данных измерений, блок-схема которого представлена в приложении Г.

Суть данного алгоритма в формировании сигналов, передача их на местный щит управления в контроллер, выработка управляющих сигналов в случае превышения уставок и передача их на исполнительные механизмы, передача сигнала измерения в SCADA систему SIMANTIC WinCC, где происходит мониторинг оператором, ее запись в архив и построение трендов по полученной информации.

2.10.2 Алгоритм автоматического управления 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 на основе отклонения стабилизируемой величины от заданного значения (уставки) 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.

$$\text{Частотный преобразователь: } T_1 \frac{df}{dt} + f = k_1 \cdot I .$$

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

$$\text{Задвижка: } \frac{dx}{dt} = \omega .$$

Преобразование в расход поступающей жидкости $k \cdot p = x$.

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

где

d – диаметр трубы;

f – площадь сечения трубы;

p – перепад давления на трубопроводе;

T – постоянная времени;

t – время (секунды);

k – коэффициент искажения тока на выходе преобразователя;

ω – переход от скорости вращения поля;

I – ток электродвигателя;

x – частота вращения;

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

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 равна 0,2 сек [2]. 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 [13], которая равна 0,08 сек.

Рассчитаем передаточную функцию объекта управления:

$$W(p) = \frac{Q_k(p)}{Q(d)} = \frac{1}{Tp+1} e^{-\tau_0 p}, \quad T = \frac{2Lfc^2}{Q}, \quad \tau_0 = \frac{Lf}{Q}, \quad c = \frac{Q}{f} \sqrt{\frac{\rho}{2\Delta p}}, \quad f = \frac{\pi d^2}{4},$$

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

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

γ – удельный вес жидкости;

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

d – диаметр трубы;

f – площадь сечения трубы;

Δp – перепад давления на трубопроводе;

τ_0 – запаздывание;

T – постоянная времени.

$$f = \frac{\pi d^2}{4} = \frac{0,314 \cdot 0,2^2}{4} = 0,0314 \text{ м}^2,$$

$$c = \frac{Q}{f} \sqrt{\frac{\rho}{2\Delta p}} = \frac{480}{3600 \cdot 0,0314} \sqrt{\frac{838}{2 \cdot 0,098 \cdot 0,5 \cdot 10^6}} = 0,3827 \text{ с},$$

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

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

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

На рисунке 16 представлена структурная схема регулирования в среде Matlab.

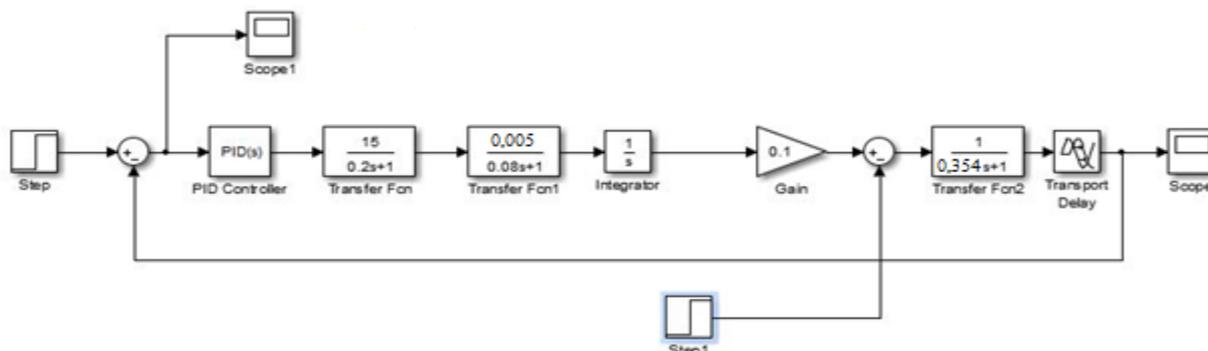


Рисунок 16 – Структурная схема регулирования в среде Matlab.

Выбор параметров ПИД-регулятора осуществлялся путем использования автоматической настройки ПИД - регулятора в среде Matlab. Полученный график переходного процесса изображен на рисунке 17.

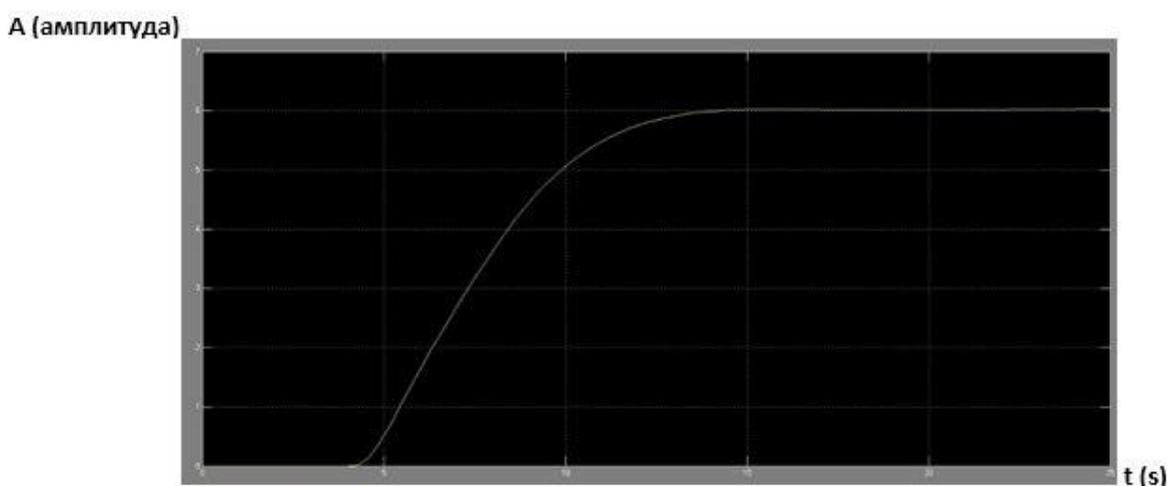


Рисунок 17 – График переходного процесса характеристика САР после настройки ПИД - регулятора

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

2.11 Разработка программного обеспечения для ПЛК

Для программирования выбранного логического контроллера будем использовать программную среду SIMANTIC Step7. В данной программной

среде SIMANTIC Step7 имеется большой набор стандартных элементов, позволяющих реализовать различную логику действия. SIMANTIC Step7 поддерживает стандарт IEC6 1131-3, в котором описан синтаксис и семантика пяти языков программирования ПЛК, таких как: SFC (Sequential Function Chart), LD (Ladder Diagram), FBD (Functional Block Diagram), ST (Structured Text), IL (Instruction List).

2.12 Экранные формы АС

Управление в АС установки десорбции золота реализовано с использованием SCADA-системы SIMANTIC WinCC.

Основными функциями, выполняемыми SCADA-системой, являются:

- сбор первичной информации от устройств нижнего уровня;
- архивирование и хранение информации для последующей обработки (создание архивов событий, аварийной сигнализации, изменения технологических параметров во времени, полное или частичное сохранение параметров через определенные промежутки времени);
- визуализация процессов;
- реализация алгоритмов управления, математических и логических вычислений, передача управляющих воздействий на объект;
- документирование как технологического процесса, так и процесса управления;
- создание отчетов, выдача на печать графиков, таблиц, результатов вычислений и др.;
- защита от несанкционированного доступа в систему [3].

Экранная форма (мнемосхема) АС управления установки десорбции золота представлена на рисунке 18.

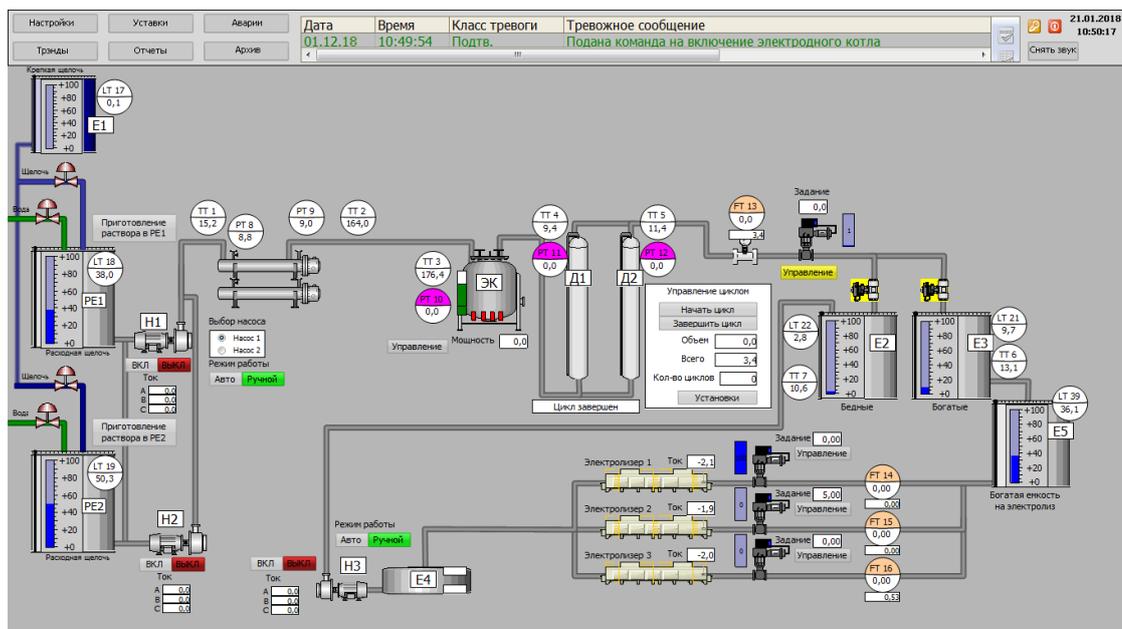


Рисунок 18 – Экранная формы АСУТП установки десорбции золота

Информация на экране рабочей станции оператора представляется в виде:

- изображений, представляющих мнемосхемы технологического процесса;
- числовых значений параметров;
- изображений аналоговых параметров в виде столбцов 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.

АРМ оператора поддерживает работу различных групп пользователей с разными правами доступа к тем или иным элементам автоматизированного рабочего места. Для входа в приложение под соответствующими учетными данными необходимо нажать на иконку «ключ» в левом верхнем углу приложения. Для смены пользователя необходимо нажать на иконку «выход» в левом верхнем углу приложения.

В системе принята следующая цветовая гамма:

- *Серый цвет (или розовый)* - используется для 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 аварийной 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 отображаются в виде столбца на изображениях резервуаров, высота которого соответствует текущему значению уровня в диапазоне 0 – 100%. При нарушении параметром предупредительной или аварийной границы цвет столбца изменится на желтый или красный, соответственно.

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

Для индикации состояния насосов принята следующая цветовая схема:

- *Красный цвет* - оборудование в аварийном режиме.
- *Серый цвет* - оборудование выключено в нормальном режиме.
- *Зеленый цвет* - оборудование включено в нормальном режиме.

Состояние отсечных клапанов и задвижек также отображается цветом:

- *Красный* – аварийное состояние.
- *Зеленый* – открыта.

- *Желтый* - закрыта.
- Мигание с *желтого на серый* – закрывается.
- Мигание с *зеленого на серый*– открывается.

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 золото добывающей отрасли. Для данных предприятий разрабатывается АСУ ТП установки десорбции золота.

В таблице 10 приведены основные сегменты рынка по следующим критериям: размер компании-заказчика и направление деятельности.

Таблица 10 – 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

Детальный анализ конкурирующих разработок, существующих на рынке, необходимо проводить систематически, поскольку рынки пребывают в постоянном движении. Такой анализ помогает вносить коррективы в научное исследование, чтобы успешнее противостоять своим соперникам. Важно реалистично оценить сильные и слабые стороны разработок конкурентов.

Позиции разработки и аналогов оцениваются по каждому показателю экспертным путем по пятибалльной шкале: где 5 – сильная позиция, 1 наиболее слабая.

Данный анализ проводится с помощью оценочной карты для сравнения конкурентных технических решений, которая приведена в таблице 11.

Таблица 11 – оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений (разработок)

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы			Конкурент.		
		Проектируемая АСУ ТП	Существующая АСУ ТП	Конкурентная АСУ ТП	Проектируемая АСУ ТП	Существующая АСУ ТП	Конкурентная АСУ ТП
Технические критерии оценки ресурсоэффективности							
Повышение производительности	0,09	5	1	4	0,45	0,09	0,36
Удобство в эксплуатации	0,03	4	2	3	0,12	0,06	0,09
Помехоустойчивость	0,012	4	3	3	0,048	0,036	0,036
Энергоэкономичность	0,021	5	5	4	0,105	0,105	0,084
Надежность	0,15	5	3	4	0,75	0,75	0,6
Уровень шума	0,012	4	3	4	0,048	0,036	0,048
Безопасность	0,17	5	3	4	0,85	0,51	0,68
Потребность в ресурсах памяти	0,012	4	4	4	0,048	0,048	0,048
Функциональная мощность	0,012	4	4	3	0,048	0,048	0,036
Простота эксплуатации	0,08	4	4	4	0,32	0,32	0,32
Качество интеллектуального интерфейса	0,13	4	1	3	0,52	0,13	0,39
Возможность подключения в сеть ЭВМ	0,016	5	1	5	0,08	0,016	0,08
Экономические критерии оценки эффективности							
Конкурентоспособность	0,033	4	1	4	0,132	0,132	0,132
Уровень проникновения на рынок	0,05	4	4	4	0,2	0,2	0,2
Цена	0,006	5	3	4	0,03	0,018	0,024
Предполагаемый срок эксплуатации	0,04	4	4	3	0,16	0,16	0,12
Послепродажное обслуживание	0,08	5	4	3	0,4	0,32	0,24
Финансирование научной разработки	0,04	4	1	1	0,16	0,12	0,04
Срок выхода на рынок	0,004	4	4	4	0,016	0,016	0,016
Наличие сертификации разработки	0,012	5	4	5	0,06	0,048	0,06
Итого	1	88	59	73	4,545	3,163	3,604

Согласно оценочной карты, можно сделать вывод, что разрабатываемая АСУ ТП установки десорбции золота 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 – Strengths (сильные стороны), Weaknesses (слабые стороны), Opportunities (возможности) и Threats (угрозы) – представляет собой комплексный анализ научно-исследовательского проекта. SWOT-анализ применяют для исследования внешней и внутренней среды проекта.

Первый этап процедуры проведения SWOT – анализа в общем виде сводится к заполнению матрицы, в которой отражаются и затем сопоставляются сильные и слабые стороны предприятия, а также возможности и угрозы рынка. Это сопоставление позволяет чётко определить, какие шаги могут быть предприняты для развития компании и, на какие проблемы необходимо обратить особое внимание в таблице 12.

Таблица 12 – Матрица SWOT

<u>Сильные стороны</u>	<u>Слабые стороны</u>
1. Высокий уровень проникновения на рынок	1. Недостаток средств финансирования
2. Функциональная мощность	2. Низкий уровень послепродажного обслуживания
3. Предъявленная безопасность и надежность	3. Низкая квалификация кадров у потенциальных потребителей
4. Более низкая стоимость производства по сравнению с другими технологиями	4. Отсутствие системы мотивации персонала
5. Экологичность технологии	5. Недостатки в рекламной политике

<u>Возможности</u>	<u>Угрозы</u>
1. Разорение и уход предприятий-конкурентов	1. Появление новых конкурентов
2. Выход на новые сегменты рынка	2. Отсутствие спроса на новые технологии
3. Внедрение инноваций	3. Задержка финансирования разработки
4. Повышение стоимости конкурентных разработок	4. Выход на рынок иностранных компаний
5. Расширение спектра услуг	5. Текучесть кадров

Второй этап состоит в выявлении соответствия сильных и слабых сторон научно-исследовательского проекта внешним условиям окружающей среды. Это соответствие или несоответствие должны помочь выявить степень необходимости проведения стратегических изменений.

Построение интерактивной матрицы проекта помогает разобраться с различными комбинациями взаимосвязей областей матрицы SWOT. Каждый фактор помечается либо знаком «+» (означает сильное соответствие сильных сторон возможностям), либо знаком «-» (что означает слабое соответствие); «0» – если есть сомнения в том, что поставить «+» или «-». Интерактивная матрица проекта представлена в таблице 13.

Таблица 13 – Интерактивная матрица проекта

Сильные стороны проекта						
Возможности проекта		C1	C2	C3	C4	C5
	B1	+	+	-	+	-
	B2	+	+	-	+	+
	B3	-	+	0	+	+
	B4	+	+	-	+	-
	B5	+	+	-	0	-

B1C1B1C2B1C4; B2C1B2C2B2C4B2C5; B3C2B3C4B3C5; B4C1
B4C2B4C4; B5C1B5C2

Слабые стороны проекта						
Возможности проекта		Сл1	Сл2	Сл3	Сл4	Сл5
	B1	-	-	-	-	-
	B2	-	-	-	-	-
	B3	-	-	+	+	+
	B4	-	+	+	-	-
	B5	0	+	0	+	-

B3Сл3B3Сл4B3Сл5; B4Сл2B4Сл3; B5Сл2B5Сл4

Сильные стороны проекта						
Угрозы проекта		С1	С2	С3	С4	С5
	У1	+	-	-	-	+
	У2	-	-	-	+	+
	У3	-	+	-	+	0
	У4	+	-	-	+	+
	У5	-	-	-	+	0

У1С1У1С5; У2С4У2С5; У3С2У3С4; У4С1У4С4У4С5; У5С4

Слабые стороны проекта						
Угрозы проекта		Сл1	Сл2	Сл3	Сл4	Сл5
	У1	+	+	0	+	+
	У2	-	+	0	-	-
	У3	+	+	-	+	+
	У4	+	+	-	0	+
	У5	-	+	-	+	-

У1Сл1У1Сл2У1Сл4У1Сл5; У2Сл2; У3Сл1У3Сл2У3Сл4У3Сл5;

У4Сл1У4Сл2У4Сл5; У5Сл2У5Сл4

В рамках третьего этапа составлена итоговая матрица SWOT-анализа (таблица14).

Таблица 14 – SWOT-анализ

	Сильные стороны	Слабые стороны
	<ol style="list-style-type: none"> 1. Высокий уровень проникновения на рынок 2. Функциональная мощность 3. Предъявленная безопасность и надежность 4. Более низкая стоимость производства по сравнению с другими технологиями 5. Экологичность технологии 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Недостаток средств финансирования 2. Низкий уровень послепродажного обслуживания 3. Низкая квалификация у потенциальных потребителей 4. Отсутствие системы мотивации персонала 5. Недостатки в рекламной политике
<p>Возможности:</p> <p>В1. Разорение и уход предприятий-конкурентов</p> <p>В2. Выход на новые сегменты рынка</p> <p>В3. Внедрение инноваций</p> <p>В4. Повышение стоимости конкурентных разработок</p> <p>В5. Расширение спектра услуг</p>	<p>Высокий уровень проникновения на рынок, функциональная мощность и более низкая стоимость производства даст возможность в будущем вытеснить конкурентов. Из-за приемлемых цен мы сможем выйти на новые сегменты рынка</p>	<p>Внедрение инноваций в разработки, а также расширение спектра услуг в дальнейшем даст возможность получить большую прибыль и устранить недостаток средств финансирования.</p>
<p>Угрозы:</p> <p>У1. Появление новых конкурентов</p> <p>У2. Отсутствие спроса на новые технологии</p> <p>У3. Задержка финансирования разработки</p> <p>У4. Выход на рынок Иностранных компаний</p> <p>У5. Высокий уровень налогов на наши услуги</p>	<p>Удержание высоких позиций на рынке и функциональная мощность позволит погасить конкурентов, а низкая стоимость и экологичность разработок превысит запросы в иностранных компаний</p>	<p>С помощью повышения послепродажного обслуживания пытаться завоевать доверие потребителей, тем самым повысить спрос на новые технологии.</p>

3.4 Планирование научно-исследовательских работ

3.4.1 Структура работ в рамках научного исследования

При разработке научно-технического проекта одним из важных этапов является его технико-экономическое обоснование. Оно позволяет выделить преимущества и недостатки разработки, внедрения и эксплуатации данного программного продукта в разрезе экономической эффективности, социальной значимости и других аспектах.

Для реализации проекта необходимы два исполнителя – руководитель и студент (инженер). Руководитель формулирует цель проекта, предъявляемые к нему требования, осуществляет контроль над его практической реализацией для соответствия требованиям и участвует в стадии разработки документации и рабочих чертежей. Студент непосредственно осуществляет разработку проекта.

Одной из основных целей планирования работ является определение общей продолжительности их проведения. Наиболее удобным, простым и наглядным способом для этих целей является использование линейного графика. Для его построения определим события и составим таблицу 15.

Таблица 15– Перечень работ и распределение исполнителей

Код	Событие	Должность исполнителей
1	Постановка задачи	Руководитель
2	Составление технического задания	Руководитель
3	Подбор и изучение литературы	Студент
4	Разработка проекта	Студент
5	Формирование информационной базы	Студент
6	Набор методического пособия	Студент
7	Проверка	Руководитель Студент
8	Анализ результатов	Руководитель Студент
9	Апробация инструментального средства	Студент
10	Оформление отчетной документации о проделанной работе	Студент
11	Составление пояснительной записки	Студент
12	Сдача готового проекта	Студент

3.4.2 Разработка графика проведения научного исследования

Наиболее удобным и наглядным является построение ленточного графика проведения научных работ в форме диаграммы Ганта.

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

Для удобства построения графика, длительность каждого из этапов работ из рабочих дней следует перевести в календарные дни. Для этого необходимо воспользоваться следующей формулой:

$$T_K = \frac{T_{КАЛ}}{T_{КАЛ} - T_{ВД} - T_{ПД}}$$

где T_K – коэффициент календарности;

$T_{КАЛ}$ – календарные дни ($T_{КАЛ} = 365$);

$T_{ВД}$ – выходные дни ($T_{ВД} = 104$);

$T_{ПД}$ – праздничные дни ($T_{ПД} = 14$).

$$T_k = \frac{365}{365 - 104 - 14} = 1,48$$

Рассчитанные значения в календарных днях по каждой работе T_{ki} округляются до целого числа.

Все рассчитанные значения сведены в таблицу 16, на основании которой строится календарный план-график (таблица 17).

Таблица 16 – Временные показатели проведения научного исследования

Название работы	Исполнители	Продолжительность работ					
		T_{\min} , чел. дн.	T_{\max} , чел. дн.	$T_{\text{ож}}$, чел. дн.	T_r , раб. дн.	$T_{\text{кд}}$, кал. дн.	
Постановка задачи	Руководитель	1	2	1,4	1,4	2	
Составление тех. задания	Руководитель	2	3	2,4	2,4	4	
Подбор и изучение литературы	Студент	7	8	7,4	7,4	11	
Разработка проекта	Руководитель Студент	30	38	33,2	16,6	24	
Формирование информ. базы	Руководитель Студент	42	45	43,2	21,6	32	
Набор метод. пособия	Студент	10	11	10,4	10,4	15	
Проверка	Руководитель Студент	2	3	2,4	2,4	4	
Анализ результатов	Руководитель Студент	2	3	2,4	2,4	4	
Апробация инструментального средства	Студент	3	6	4,2	4,2	6	
Оформление отчетной док-ции о проделанной работе	Студент	6	7	6,4	6,4	9	
Составление пояснительной записки	Студент	4	5	4,4	4,4	6	
Сдача готового проекта	Студент	1	2	1,4	1,4	2	
Итого:	Руководитель						38
	Студент						81

Таблица 17 - календарный план-график

№	Вид работ	Исполнители	Ткд	Продолжительность вып-я работ												
				Февраль			Март			Апрель			Май			
				1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	
1	Постановка задачи	руководитель	2	■												
2	Составление технического задания	руководитель	4	■												
3	Подбор и изучение литературы	студент	11		■	■										
4	Разработка проекта	руководитель студент	24			■	■	■								
5	Формирование информационной базы	руководитель студент	32					■	■	■						
6	Набор методического пособия	студент	15								■	■				
7	Проверка	руководитель студент	4										■	■		
8	Анализ результатов	руководитель студент	4											■	■	
9	Апробация инструментального средства	студент	6												■	■
10	Оформление отчетной документации о проделанной работе	студент	9													■
11	Составление пояснительной записки	студент	6													■
12	Сдача готового проекта	студент	2													■

На выполнение НИОКР для выпускной квалификационной работы было затрачено 119 дней. Был составлен календарный план-график проведения научного исследования, который включал в себя выполнение 12 этапов (видов работ), которые выполнялись в определённой последовательности. На каждом этапе руководитель и студент решали разносторонние задачи. Синим квадратом на графике показано сколько времени был задействовано руководителем для выполнения работы, а зеленым цветом показано время, затраченное студентом. В процессе проведения работ возникали такие моменты, что для прохождения очередного этапа исследования и сокращения времени на выполнение НИОКР руководитель и студент параллельно решали поставленные перед ними задачи, что показано на графике сине-зелеными квадратами. Компетентность руководителя, наличие большой научно-технической базы, и образованность, целеустремлённость студента позволили в назначенный срок выполнить работу и прийти к положительному результату.

3.5 Бюджет научно-технического исследования (НТИ)

3.5.1 Расчет материальных затрат НТИ

Данный элемент включает стоимость всех материалов, используемых при разработке проекта, включая расходы на их приобретение и при необходимости – доставку.

Расчет материальных затрат осуществляется по следующей формуле:

$$Z_m = (1 + k_T) \cdot \sum_{i=1}^m \Pi_i \cdot N_{расxi} ,$$

где m – количество видов материальных ресурсов,

потребляемых при выполнении научного исследования;

$N_{расxi}$ – количество материальных ресурсов i -го вида, планируемых к использованию при выполнении научного исследования (шт., кг, м, м² и т.д.);

C_i – цена приобретения единицы i -го вида потребляемых материальных ресурсов (руб./шт., руб./кг, руб./м, руб./м² и т.д.);

k_T – коэффициент, учитывающий транспортно-заготовительные расходы.

Транспортные расходы составляют 20% от стоимости материалов.

Величина коэффициента (k_T), отражающего соотношение затрат по доставке материальных ресурсов и цен на их приобретение, зависит от условий договоров поставки, видов материальных ресурсов, территориальной удаленности поставщиков и т.д. Материальные затраты, необходимые для данной разработки, заносятся в таблицу 18.

Таблица 18 – Материальные затраты

Наименование	Ед. изм.	Количество	Цена за ед. в руб	Затраты на материалы
Контроллер SIMATIC S7-300	шт.	1	318000	381600
Расходомер Взлет ЭМ	шт.	4	87500	420000
Датчики давления Метран-150	шт.	5	112400	674400
Датчик температуры Метран-286	шт.	7	67000	526800
Уровнемер Rosemount 5600	шт.	6	71200	512640
Сигнализатор уровня Rosemount 2120	шт.	2	18500	44400
Клапан регулирующий VS2 с приводом AME 10	шт.	2	166300	399120
Электропривод РэмТЭК	шт.	4	43220	207456
Частотный преобразователь Schneider Electric Altivar 61	шт.	3	126600	455760
Итого:				3658176

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 18 приведен расчет бюджета затрат на приобретение программного обеспечения для проведения научных работ.

Таблица 19 – Расчет бюджета затрат на приобретение ПО

Наименование	Ед. изм.	Количество	Цена за ед. в руб	Затраты на материалы
Лицензионное ПО SIMANTIC Step7	шт.	1	142305	142305
Лицензионное ПО SIMANTIC WinCC	шт.	1	132115	132115
Итого:				274420

3.5.3 Основная заработная плата исполнителей темы

В настоящую статью включается основная заработная плата научного и инженерно-технического работников, непосредственно участвующих в выполнении работ. Величина расходов по заработной плате определяется исходя из трудоемкости выполняемых работ и действующей системы окладов и тарифных ставок. В состав основной заработной платы включается премия, выплачиваемая ежемесячно из фонда заработной платы в размере 50 % оклада.

Основная заработная плата ($Z_{\text{осн}}$) руководителя (лаборанта, студента) от предприятия (при наличии руководителя от предприятия) рассчитывается по следующей формуле:

$$Z_{\text{осн}} = Z_{\text{дн}} \cdot T_p,$$

где $Z_{\text{осн}}$ – основная заработная плата одного работника;

T_p – продолжительность работ, выполняемых научно-техническим работником, раб. дн. (таблица 19);

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

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле:

$$Z_{\text{дн}} = \frac{Z_{\text{м}} \cdot M}{F_{\text{д}}},$$

где $Z_{\text{м}}$ – месячный должностной оклад работника, руб.;

M – количество месяцев работы без отпуска в течение года:

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

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

$F_{\text{д}}$ – действительный годовой фонд рабочего времени научно-технического персонала, раб.дн. (таблица 20).

Таблица 20 - Баланс рабочего времени

Показатели рабочего времени	Руководитель	Студент
Календарное число дней	365	365
Количество нерабочих дней <ul style="list-style-type: none"> • выходные дни • праздничные дни 	118	118
Потери рабочего времени <ul style="list-style-type: none"> • отпуск • невыходы по болезни 	24	24
Действительный годовой фонд рабочего времени	247	247

Расчет расходов на заработную плату берется на основе оплаты труда на Навоийском горно-металлургическом комбинате республики Узбекистан.

Месячный должностной оклад работника:

$$Z_{\text{м}} = Z_{\text{тс}} \cdot (1 + k_{\text{пр}} + k_{\text{д}}) \cdot k_{\text{р}}, \quad (11)$$

где $Z_{\text{тс}}$ – заработная плата по тарифной ставке, руб.;

$k_{\text{пр}}$ – премиальный коэффициент, равный 0,5 (т.е. 50% от $Z_{\text{тс}}$);

$k_{\text{д}}$ – коэффициент доплат и надбавок составляет примерно 0,2 – 0,5 (в НИИ и на промышленных предприятиях – за расширение сфер

обслуживания, за профессиональное мастерство, за вредные условия: 15-20 % от $Z_{тс}$);

k_p – районный коэффициент, равный 1,6 (т.е 60%) для Навоийской области Узбекистана.

$$Z_{тс.р}=11000\text{руб.} \quad Z_{тс.и}=6500\text{руб.}$$

Месячный должностной оклад руководителя:

$$Z_M=11000*(1+0,5+0,2)*1,6=29920,00\text{руб.}$$

Месячный должностной оклад студента:

$$Z_M=6500*(1+0,5+0,2)*1,6=17680,00\text{руб.}$$

Среднедневная заработная плата руководителя:

$$Z_{дн}=29920,00*11,2/247=1356,69\text{руб.}$$

Среднедневная заработная плата студента:

$$Z_{дн}=17680,00*11,2/247=801,68\text{руб.}$$

Таблица 21 - Расчет основной заработной платы

Исполнители	Тарифная заработная плата	Премимальный коэффициент	Коэффициент доплат	Районный коэффициент	Месячный должностной оклад работника	Среднедневная заработная плата	Продолжительность работ	Заработная плата основная
Руководитель	11000	0,5	0,2	1,6	29920	1356,69	38	51554
Студент	6500	0,5	0,2	1,6	17680	801,68	81	64936
Итого:								116490

3.5.4 Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)

Отчисления во внебюджетные фонды – это обязательные отчисления по установленным законодательством республики Узбекистан нормам органам государственного социального страхования (ФСС), пенсионного фонда (ПФ) и медицинского страхования (ФФОМС) от затрат на оплату труда работников.

Величина отчислений во внебюджетные фонды определяется исходя из следующей формулы:

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

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

В соответствии с постановлением Кабинета Министров Республики Узбекистан от 22.02.2016 г. N 46, установлен размер страховых взносов равный 20%.

Таблица 22 – Отчисления во внебюджетные фонды

Исполнитель	Основная заработная плата, руб.
Руководитель	51554
Студент	64936
Коэффициент отчислений во внебюджетные фонды	0,2
Итого:	23298 руб.

3.5.5 Накладные расходы

Накладные расходы учитывают прочие затраты организации, не попавшие в предыдущие статьи расходов: печать и ксерокопирование материалов исследования, оплата услуг связи, электроэнергии, почтовые и

телеграфные расходы, размножение материалов и т.д. Их величина определяется по следующей формуле:

$$Z_{\text{накл}} = (\text{сумма статей } 1 \div 5) \cdot k_{\text{нр}}, \quad (14)$$

где $k_{\text{нр}}$ – коэффициент, учитывающий накладные расходы.

Величину коэффициента накладных расходов можно взять в размере 15%.

$$Z_{\text{накл}} = (3658176 + 274420 + 116490 + 23298) \cdot 0,15 = 610857 \text{ руб.}$$

3.5.6 Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта

Рассчитанная величина затрат научно-исследовательской работы является основой для формирования бюджета затрат проекта, который при формировании договора с заказчиком защищается научной организацией в качестве нижнего предела затрат на разработку научно-технической продукции.

Определение бюджета затрат на научно-исследовательский проект по каждому варианту исполнения приведен в таблице 23.

Таблица 23 – Расчет бюджета затрат НИИ

Наименование статьи	Сумма, руб.
Материальные затраты НИИ	3658176
Затраты на специальное оборудование	274420
Затраты по ЗП исполнителей темы	116490
Отчисления во внебюджетные фонды	23298
Накладные расходы	610857
Бюджет затрат НИИ	4683241

3.6 Определение экономической эффективности исследования

Разрабатываемая АСУ ТП установки десорбции золота является наиболее эффективной, в отличие от конкурентов, так как позволяет улучшить технические характеристики: производительность, удобство эксплуатации, помехоустойчивость, надежность, уровень шума, безопасность. Внедрение разрабатываемой АСУ ТП установки десорбции золота позволяет расширить существующую сеть ЭВМ, повысить качество интеллектуального интерфейса, позволит повысить конкурентоспособность.

Благодаря проведенному SWOT-анализу были выявлены сильные стороны проекта, а выявление слабых сторон проекта позволит в дальнейшем скорректировать необходимые параметры проекта.

Планирование научно исследовательских работ позволило наглядно продемонстрировать все этапы работ и сроки, а также распределить нагрузку между исполнителями.

Расчет бюджета затрат научно исследовательских работ позволил определить объем вложенных (необходимых) инвестиций.

Проведенный технико-экономический анализ свидетельствует о том, что разработанная АСУ ТП установки десорбции золота позволит значительно снизить затраты на обслуживание и эксплуатацию.

4. Социальная ответственность

Введение

Объектом исследования является установка десорбции золота на горно-металлургическом комбинате. Данная установка применяется для извлечения золота в технологии кучного выщелачивания и технологии уголь в пульпе и для осуществления процесса десорбции золотосодержащего угля и электролиза при высокой температуре и высоком давлении.

Целью данной работы является разработка эффективной автоматизированной системы управления технологической установкой десорбции золота на горно-металлургическом комбинате. Конечным пользователем разрабатываемой АСУ ТП установки будут операторы ТУ.

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 действует на организм человека, вызывает головную боль, под его влиянием развивается раздражительность, снижается внимание, замедляются сенсомоторные реакции, повышаются, а при чрезвычайно интенсивном действии понижаются возбуждательные 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 дБ А[18].

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/с²). 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[19].

В данном случае после автоматизации 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[20].

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 без шнуровые 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

Электрический ток представляет собой скрытый тип опасности, т.к. его трудно определить в тока и нетоковедущих частях оборудования, которые являются хорошими проводниками электричества. Смертельно опасным для жизни человека считают ток, величина которого превышает 0,05 А, ток менее 0,05 А – безопасен (до 1000 В). С целью предупреждения

поражений электрическим током к работе должны допускаться только лица, хорошо изучившие основные правила по технике безопасности.[21]

Электробезопасность – это система организационных и технических мероприятий и средств, обеспечивающих защиту от вредного и опасного воздействия электрического тока, электрической дуги, электромагнитного поля и статического электричества.

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.

Для защиты персонала вывешены предупреждающие плакаты, кабельная продукция проходит в лотках и кабельных каналах, а также установлены дополнительные заземления. Для защиты от поражения электрическим током все токоведущие части должны быть защищены от случайных прикосновений кожухами, корпус устройства должен быть заземлен. Заземление выполняется изолированным медным проводом сечением 1.5 мм, который присоединяется к общей шине заземления с общим сечением 48 мм при помощи сварки. Общая шина присоединяется к заземлению, сопротивление которого не должно превышать 4 Ом. Питание устройства должно осуществляться от силового щита через автоматический предохранитель, который срабатывает при коротком замыкании нагрузки.

Повышение уровня электробезопасности достигается за счет организации безопасной эксплуатации оборудования и обеспечения недоступности к токоведущим частям аппаратуры.

4.2 Экологическая безопасность

Так как горно-металлургический комбинат расположен вдали от населенных пунктов, а именно на расстоянии 10 км, отрицательного влияния на селитебную зону не оказывается, в связи удаленностью от жилых построек.

В процессе эксплуатации горно-металлургического комбината, 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 избежания 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 Перечень возможных чрезвычайных ситуаций

На основе анализа статистических данных об авариях на горно-металлургических комбинатах прогнозируются следующие чрезвычайные ситуации:

- отключение электроэнергии;
- взрыв газовой смеси в технологических помещениях;
- пожар в технологических помещениях.

Наиболее опасной для производства и жизни людей чрезвычайной ситуацией является взрыв.

Поскольку технологические помещения горно-металлургического комбината относятся к категории взрывоопасных, то предусмотрена автоматическая защита при повышенной загазованности и при пожаре. Выбранный современный комплекс технических средств обеспечивает надежность срабатывания защит, а так же безопасность производства.

Система контроля технологических параметров позволяет уменьшить вероятность возникновения аварий и чрезвычайных ситуаций, ведущих к тяжелым экологическим последствиям и возможным человеческим жертвам. Это достигается следующими функциями системы:

- контроль значений основных технологических параметров;
- оперативное предупреждение дежурного технолога об отклонениях от заданных уставок или изменениях технологических параметров;
- контроль состояния и исправность технологического оборудования;
- контроль загазованности и пожароопасности помещения.

4.3.2 Пожарная безопасность

Пожар представляет особую опасность, так как он грозит уничтожением аппаратуры, инструментов, документов, которые представляют большую материальную ценность, и возникновением пожара в соседних помещениях. А также может представлять серьезную угрозу жизни и здоровью персонала. [22]

Под пожарной безопасностью понимается состояние объекта, при котором исключается возможность пожара, а в случае его возникновения предотвращается воздействие на людей опасных факторов пожара и обеспечивается защита материальных ценностей.

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. 80

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.

4.4 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

4.4.1 Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны

При организации рабочего места необходимо выполнять требования эргономики, то есть учитывать все факторы, влияющие на эффективность действий человека при обеспечении безопасных приемов его работы.

Размер зоны приложения труда зависит от характера труда и может ограничиваться площадью, оснащенной технологическим основным и вспомогательным оборудованием, технологической оснасткой, инструментами и приспособлениями, а также пультом и щитом управления.

Предметом эргономики является конкретная деятельность человека, использующего машины, а объектом исследования – система «человек –

машина – среда».[23]

Рабочие места проектируются с учетом антропометрических данных человека усредненных размеров человеческого организма, так как если размещение органов управления не соответствуют возможностям оператора, то выполняемая работа будет тяжелой и утомительной.

Комфортной рабочей средой рабочего места называется такое состояние внешней среды на рабочем месте, которое обеспечивает оптимальную динамику работоспособности оператора, хорошее самочувствие и сохранение его здоровья. Параметры рабочего места приведены таблице 24.

Таблица 24 – параметры рабочего места

Параметр	Допустимые значения	Действительные значения
Высота сидения	400 – 500 мм	420 мм
Высота клавиатуры	600 – 750 мм	750 мм
Удалённость клавиатуры	< 80 мм	80 мм
Высота от стола до клавиатуры	20 мм	20 мм
Удалённость экрана	500 – 700 мм	550 мм
Высота рабочей поверхности	> 600 мм	740 мм

Исходя из требований достижения оптимальных условий труда, в положении сидя, рабочее место должно иметь следующие параметры:

ширина не менее 700 мм;

длина не менее 1400 мм;

высота рабочей поверхности над полом 680 мм;

высота сидения 430 мм.

Главным органом управления компьютером является клавиатура, с помощью которой в компьютер вводятся тексты программ и команды. Поэтому большое значение имеет размещение клавиатуры на рабочем столе,

насколько удобны клавиши и как они расположены на панели клавиатуры. Нормальным ее расположением является ее расположение на уровне локтя оператора с углом наклона к горизонтальной плоскости 15 градусов. Для удобства клавиатура не связана жестко с монитором[23].

Немаловажное значение для условий работы имеет размещение органов отображения информации, то есть экрана дисплея. Монитор должен быть расположен на уровне глаз оператора на расстоянии 500-600 мм. Согласно нормам, угол наблюдения в горизонтальной плоскости должен быть не более 45 градусов к нормали экрана. Лучше если угол обзора будет составлять 30 градусов. Конструкция дисплея позволяет выбрать угол наклона экрана, оптимальный угол наклона к вертикали равен 15-20-ти градусам. Дисплей находится на расстоянии 40-80-ти сантиметров. Кроме того, есть возможность выбрать свой уровень контрастности и яркости изображения на экране. Все это позволяет создать оптимальные условия для работы.

Опасные психофизиологические и вредные производственные факторы, согласно ССБТ делятся на физические перегрузки (статические, динамические) и нервно-психические перегрузки (умственное перенапряжение, монотонность труда, эмоциональные перегрузки). Длительное решение алгоритмических задач, построение сложных алгоритмов приводит к умственному переутомлению человека, снять которое сложнее чем физическую усталость. Физические, эмоциональные, умственные перегрузки, монотонность труда – все эти факторы влияют на общее состояние здоровья человека и на его работоспособность, поэтому нужно установить рациональный режим труда и отдыха. На протяжении рабочей смены должны устанавливаться регламентированные перерывы. Продолжительность непрерывной работы с ВДТ без регламентированного перерыва не должна превышать 2 часов [23].

Анализ травматизма среди работников показывает, что в основном, несчастные случаи происходят от воздействия физически опасных производственных факторов при использовании периферийных устройств, а также при выполнении сотрудниками несвойственных для них работ (например, погрузо-разгрузочных). Для предотвращения производственного травматизма необходим вводный инструктаж, который проводится перед началом выполнения работ.

4.4.2 Особенности законодательного регулирования проектных решений

Государственный надзор и контроль в организациях независимо от организационно-правовых форм и форм собственности осуществляют специально уполномоченные на то государственные органы и инспекции в соответствии с федеральными законами.

Согласно трудового кодекса Республики Узбекистан в условиях непрерывного производства нет возможности использовать режим рабочего времени по пяти- или шестидневной рабочей неделе. По этой причине применяются графики сменности, обеспечивающие непрерывное обслуживание производственного процесса, работу персонала сменами постоянной продолжительности, регулярные выходные дни для каждой бригады, постоянный состав бригад и переход из одной смены в другую после дня отдыха по графику. На объекте применяется четырех бригадный график сменности. При этом ежесуточно работают три бригады, каждая в своей смене, а одна бригада отдыхает. При составлении графиков сменности учитывается продолжительность отдыха не менее 42 часов. [24]

Государственный надзор и контроль в организациях независимо от организационно-правовых форм и форм собственности осуществляют

специально уполномоченные на то государственные органы и инспекции в соответствии с федеральными законами.

К таким органам относятся:

Государственная правовая инспекция труда Министерства труда и социальной защиты населения Республики Узбекистан;

Государственный комитет Республики Узбекистан по надзору за безопасным ведением работ в промышленности и горному надзору (Госгортехнадзор Республики Узбекистан).

Так же в стране функционирует Государственная система предупреждения и действий в чрезвычайных ситуациях Республики Узбекистан (ГСЧС), положение о которой утверждено Постановлением Правительства Республики Узбекистан, в соответствии с которым, система объединяет органы управления, силы и средства.

Заключение

В ходе выполнения ВКР выполнена разработка автоматизированной системы управления технологическим процессом установки десорбции золота на горно-металлургическом комбинате.

В ходе выполнения выпускной квалификационной работы был рассмотрен технологический процесс извлечения золота посредством выщелачивания, проводились мероприятия по обследованию объекта для сбора исходных данных, были предложены современные аппаратные средства, характеризующиеся высокой надёжностью. Были спроектированы структурная и функциональная схема автоматизации, позволяющие определить состав оборудования, количество каналов передачи данных и количество сигналов. Были разработаны схема внешних проводок, позволяющие понять систему передачи сигналов от полевых устройств на АРМ оператора, а также для успешного устранения неисправностей в случае их возникновения.

Для управления технологическим оборудованием и сбором данных были разработаны алгоритмы сбора данных и управления. Была разработана мнемосхема АСУТП установки десорбции золота, отображаемая на экране АРМ оператора.

Проведенный технико-экономический анализ свидетельствует о том, что разработанная АСУТП УПН позволит значительно снизить затраты на обслуживание и эксплуатацию.

Анализ безопасности и экологичности проекта свидетельствует о снижении вероятности возникновения аварийных ситуаций на установке за счет своевременного оповещения обслуживающего персонала.

Список используемых источников

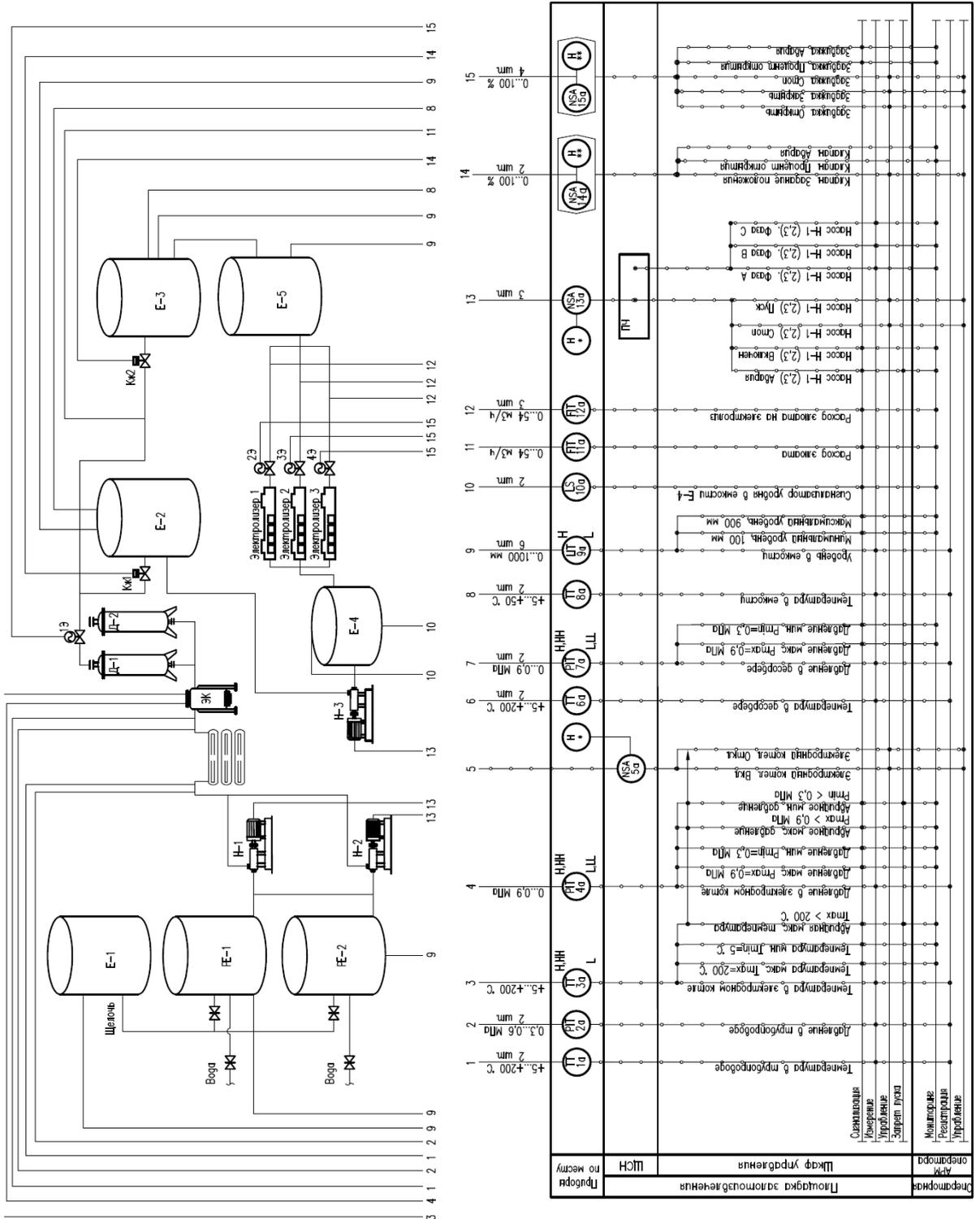
1. Описание Навоийского горно-металлургического комбината [Электронный ресурс]. URL: <https://www.ngmk.uz/ru/ngmk>, свободный. – Загл. с экрана. – Язык русс. Дата обращения: 01.03.2018 г.
2. Ключев А. С., Глазов Б. В., Дубровский А. Х., Ключев А. А. Проектирование систем автоматизации технологических процессов: справ.пособие. 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Энергоатомиздат, 1990. – 464 с.
3. Громаков Е. И., Проектирование автоматизированных систем. Курсовое проектирование: учебно-методическое пособие: Томский политехнический университет. – Томск, 2009. – 156 с.
4. Описание технологического процесса сорбционного выщелачивания. [Электронный ресурс]. URL: <http://metalarchive.ru/metallurgiya-zolota-i-serebra/2592-tehnologicheskie-shemy-i-osnovnye-parametry-sorbcionnogo-vyshchelachivaniya.html>, свободный. – Загл. с экрана. – Язык русс. Дата обращения: 01.03.2018 г.
5. Ицкович Э. Л. Классификация микропроцессорных программно-технических комплексов. // Промышленные АСУ. № 10, 1999. – 98 с.
6. Каталог продукции фирмы Siemens. Контроллеры. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.siemens-pro.ru/components/s7-300.htm>, свободный. – Загл. с экрана. – Язык русс. Дата обращения: 02.03.2018 г.
7. Каталог продукции промышленной группы «Метран». Датчики Давления[Электронный ресурс]. URL: <http://www.metran.ru/catalog/pressure.html>, свободный. – Загл. с экрана. – Язык русс. Дата обращения: 02.03.2018 г.
8. Каталог продукции промышленной группы «Метран». Датчики Температуры[Электронный ресурс]. URL: <http://www.metran.ru/catalog/temperture.html>, свободный. – Загл. с экрана. – Язык русс. Дата обращения: 02.03.2018 г..

9. Каталог продукции промышленной группы «Emmerson». Датчики уровня[Электронныйресурс].URL:<http://www2.emersonprocess.com/ruru/brands/rosemount/catalog.html>, свободный. – Загл. с экрана. – Язык русс. Дата обращения: 02.03.2018 г.
10. Каталог продукции промышленной группы «Emmerson». Сигнализатор уровня[Электронныйресурс].URL:<http://www2.emersonprocess.com/ru-ru/brands/rosemount/catalog.html>, свободный. – Загл. с экрана. – Язык русс. Дата обращения: 02.03.2018 г.
11. Каталог продукции. Расходомер ВЗЛЕТ ЭМ. [Электронный ресурс].URL: <http://www.pribor-s.ru/opisanie/vzljot-em> , свободный. – Загл. с экрана. – Язык русс. Дата обращения: 04.03.2018 г.
12. Каталог продукции. Клапана. [Электронный ресурс]. URL: <http://danfoss.nt-rt.ru>, свободный. – Загл. с экрана. – Язык русс. Дата обращения: 02.03.2018 г.
13. Каталог продукции. Редукторные электроприводы. [Электронный ресурс]. URL: https://www.payor.ru/f/Danfoss-AME-10_20_30_13_23_33.pdf, свободный. – Загл. с экрана. – Язык русс. Дата обращения: 02.03.2018 г.
14. Каталог продукции. Частотные преобразователи [Электронный ресурс]. URL:<https://www.schneider-electric.ru/ru/product-range/1422-altivar-61/>, свободный. – Загл. с экрана. – Язык русс. Дата обращения: 02.03.2018 г.
15. Каталог продукции фирмы НПП «ТЭК». Электропривод. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.npptec.ru/321-1-elektroprivodremtek-02.html>, свободный. – Загл. с экрана. – Язык русс. Дата обращения: 02.03.2018 г.
16. ГОСТ21.208-2013 Система проектной документации для строительства. Автоматизация технологических процессов. Обозначения условные приборов и средств автоматизации в схемах. М.: Стандарт информация, 2014.– 30с.
17. ГОСТ 12.0.003-74 «ССБТ. Опасные и вредные факторы. Классификация».
18. СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 «Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы».

19. СНиП 23-05-95 «Естественное и искусственное освещение».
20. ГОСТ 12.1.002-84 «ССБТ. Электрические поля промышленной частоты».
21. СанПиН 2.2.4/2.1.8.055-96 «Электромагнитные излучения радиочастотного диапазона».
22. ПУЭ изд. 7 «Правила устройства электроустановок».
23. ГОСТ 12.4.124-83 «Средства защиты от статического электричества. Общие технические требования».
24. ГОСТ 12.1.004-91 «Пожарная безопасность».
25. НПБ 105-03 «Нормы пожарной безопасности».
26. СН 3086-84 «Предельно допустимые концентрации загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населенных мест».
27. Методические указания к технико-экономическому обеспечению ВКР для студентов всех специальностей ГНФ и ЗГНФ / Томский политехнический университет; Сост. В. Е. Кленина. – Томск: Изд-во ТПУ, 2000. – 20 с.
28. Трудовой кодекс Республики Узбекистан от 01.04.1996.

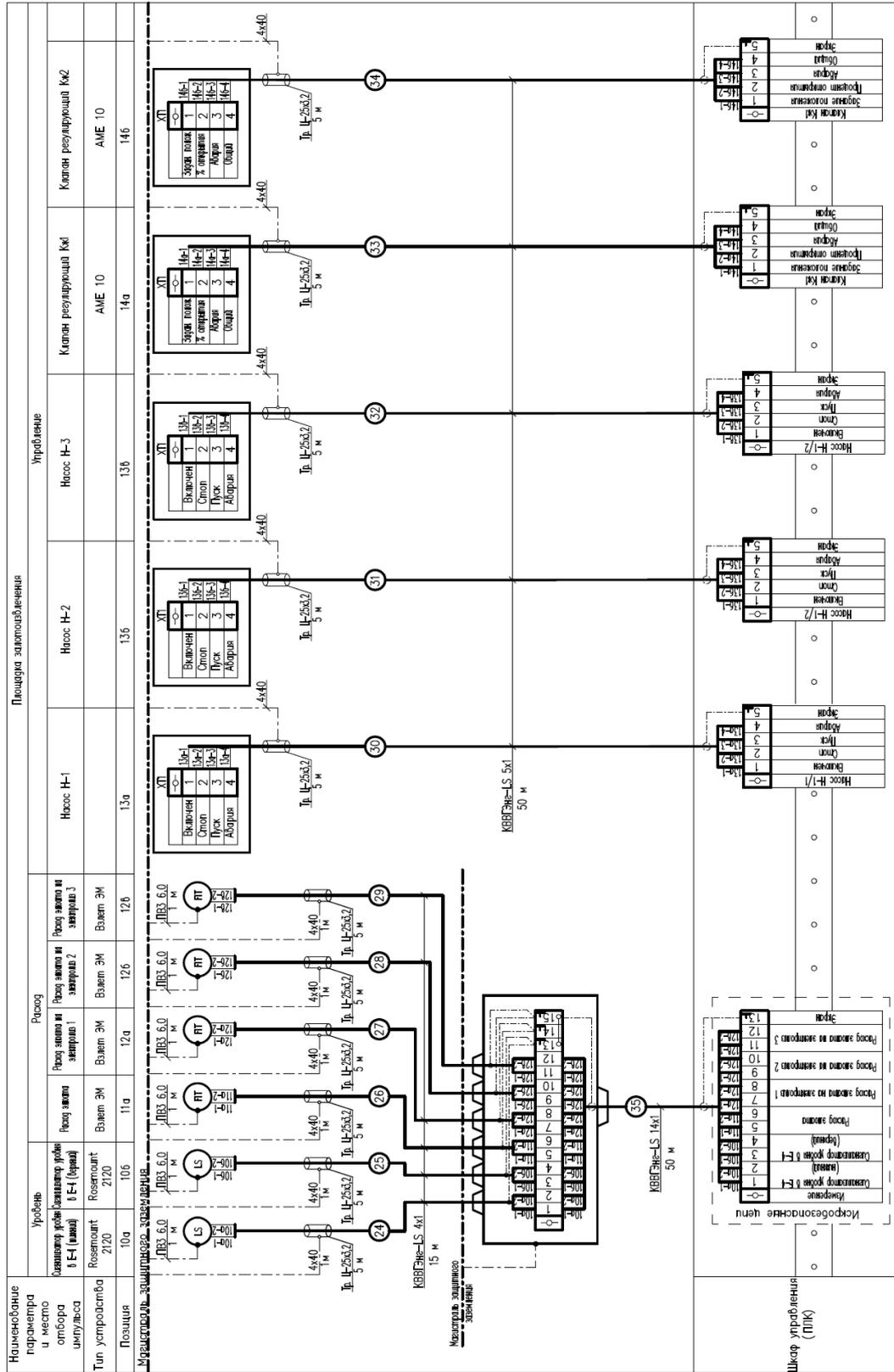
Приложение А

Функциональная схема автоматизации



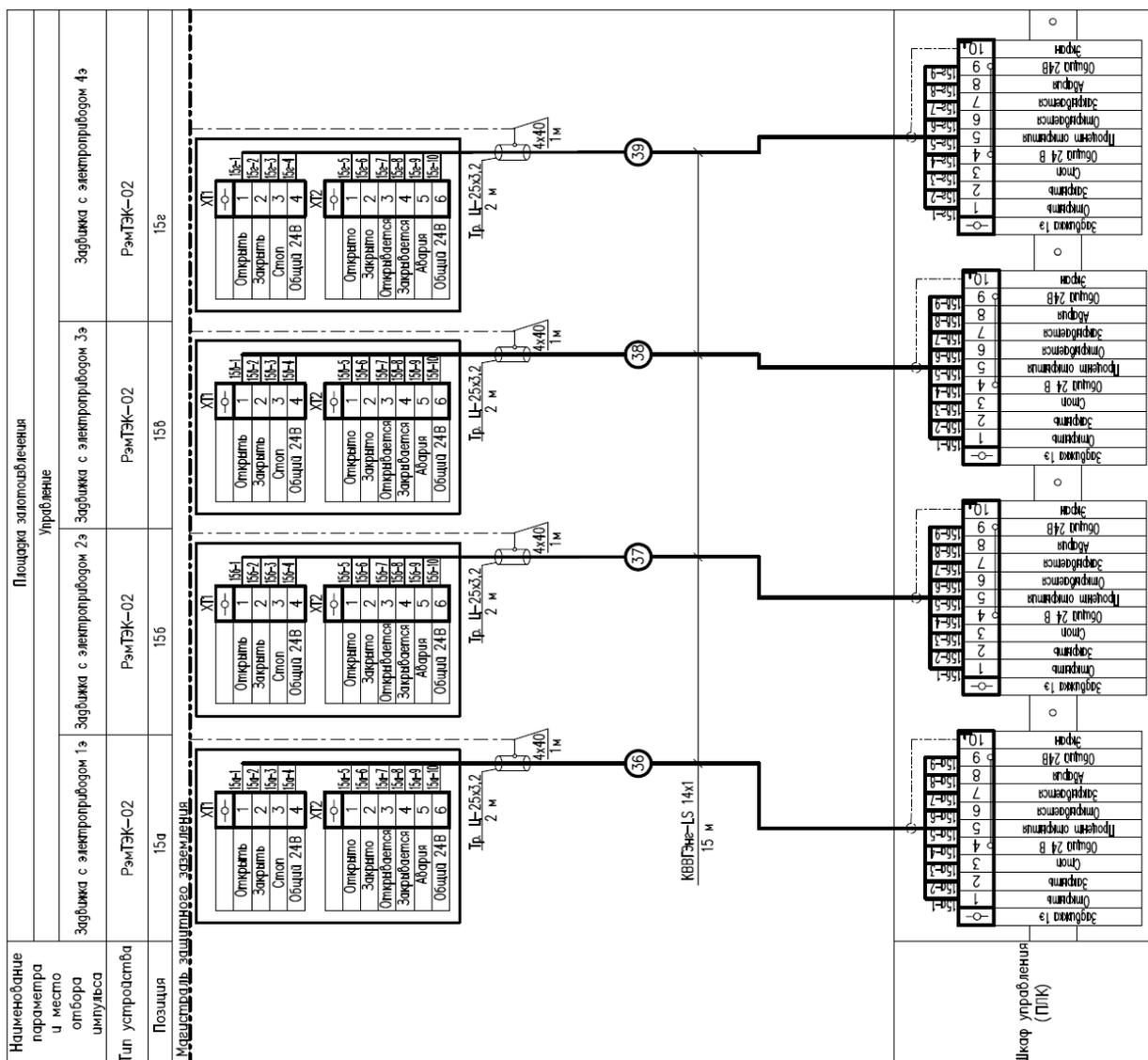
Приложение Б2

Схема внешних проводок (продолжение)



Приложение Б3

Схема внешних проводок (окончание)



Приложение В

Перечень входных/выходных сигналов технологического процесса

Наименование сигнала	Идентификатор сигнала	Тип сигнала	Диапазон измерения	Единица измерения	Технологические установки				Примечание
					Предупредительные		Аварийные		
					min	max	min	max	
Температура в трубопроводе (выход)	TEM_PP1_WORK	AI (4...20mA)	+5...+200	°C	-	-	-	-	Обозначение X соответствует:
Температура в трубопроводе (выход)	TEM_PP0_WORK	AI (4...20mA)	+5...+200	°C	-	-	-	-	1 – емкость E-1
Давление в трубопроводе (выход)	PRS_PP1_WORK	AI (4...20mA)	0...0.6	MPa	-	-	-	-	3 – емкость E-2
Давление в трубопроводе (выход)	PRS_PP0_WORK	AI (4...20mA)	0...0.6	MPa	-	-	-	-	4 – емкость E-2
Температура в ЭК	TEM_EB_WORK	DI	+5...+200	°C	-	-	-	-	5 – емкость E-3
Температура в ЭК max	TEM_EB_H	DI	-	°C	-	+	-	-	6 – емкость E-5
Температура в ЭК min	TEM_EB_L	DI	-	°C	+	-	-	-	
Аварийная max температура в ЭК	TEM_EB_HH	DI	-	MPa	-	-	-	+	
Давление в ЭК	PRS_EB_WORK	AI (4...20mA)	0...0.9	MPa	-	-	-	-	Обозначение XXX соответствует:
Давление в ЭК max	PRS_EB_H	DI	-	MPa	-	+	-	-	1 – электроаффинаж 1а
Давление в ЭК min	PRS_EB_L	DI	-	MPa	+	-	-	-	соответствует:
Аварийное max давление в ЭК	PRS_EB_HH	DI	-	MPa	-	-	-	+	2 – электроаффинаж 2а
Аварийное min давление в ЭК	PRS_EB_LL	DI	-	MPa	-	-	+	-	3 – электроаффинаж 3а
Температура в десорбере Д-1	TEM_DSR_WORK_D1	AI (4...20mA)	+5...+200	°C	-	-	-	-	4 – электроаффинаж 4а
Температура в десорбере Д-2	TEM_DSR_WORK_D2	AI (4...20mA)	+5...+200	°C	-	-	-	-	
Давление в десорбере Д-1 max	PRS_DSR_WORK_D1	AI (4...20mA)	0...0.9	MPa	-	-	-	-	Обозначение YYY соответствует:
Давление в десорбере Д-1 min	PRS_DSR_L_D1	DI	-	MPa	-	+	-	-	1 – клапан Kx1
Давление в десорбере Д-2	PRS_DSR_L_D2	DI	-	MPa	+	-	-	-	2 – клапан Kx2
Давление в десорбере Д-2 max	PRS_DSR_H_D2	DI	-	MPa	-	+	-	-	
Давление в десорбере Д-2 min	PRS_DSR_L_D2	DI	-	MPa	+	-	-	-	
Температура в емкости E-2	TEM_TNK_WORK_E2	AI (4...20mA)	+5...+50	°C	-	-	-	-	Обозначение ZZZ соответствует:
Температура в емкости E-3	TEM_TNK_WORK_E3	AI (4...20mA)	+5...+50	°C	-	-	-	-	N1 – насос Н-1
Уровень в емкости X	LVL_TNK_WORK_X	DI	0...1000	мм	-	-	-	-	N2 – насос Н-2
Уровень в емкости X max	LVL_TNK_H_X	DI	-	мм	-	+	-	-	N3 – насос Н-3
Уровень в емкости X min	LVL_TNK_L_X	DI	-	мм	+	-	-	-	
Максимальный уровень в E-4	IND_TNK_H_E4	DI	-	мм	-	-	+	-	
Минимальный уровень в E-4	IND_TNK_L_E4	DI	-	мм	-	-	+	-	
Расход эликата	FLW_PROD_WORK	AI (4...20mA)	0...54	м ³ /4	-	-	-	-	
Расход эликата, на электролиз линия 1	FLW_PROD_WORK_LIN1	AI (4...20mA)	0...54	м ³ /4	-	-	-	-	
Расход эликата, на электролиз линия 2	FLW_PROD_WORK_LIN2	AI (4...20mA)	0...54	м ³ /4	-	-	-	-	
Расход эликата, на электролиз линия 3	FLW_PROD_WORK_LIN3	AI (4...20mA)	0...54	м ³ /4	-	-	-	-	
Насос ZZZ. Пуск	SWG_PMP_STRT_ZZZ	DO	-	-	-	-	-	-	
Насос ZZZ. Стоп	SWG_PMP_STP_ZZZ	DO	-	-	-	-	-	-	
Насос ZZZ. Включен	SWG_PMP_WORK_ZZZ	DI	-	-	-	-	-	-	
XXX открыт	REG_LT_OPEN_XXX	DO	-	-	-	-	-	-	
XXX закрыт	REG_LT_CLS_XXX	DO	-	-	-	-	-	-	
XXX стоп	REG_LT_STP_XXX	DO	-	-	-	-	-	-	
XXX процент открытия	IND_LT_OPND_XXX	DI	-	-	-	-	-	-	
XXX авария	IND_LT_ALRM_XXX	DI	-	-	-	-	-	-	
XXX открывается	IND_LT_POPN_XXX	DI	-	-	-	-	-	-	
XXX закрывается	IND_LT_PCLS_XXX	DI	-	-	-	-	-	-	
XXX дистанционный режим	IND_LT_REMT_XXX	DI	-	-	-	-	-	-	
YYY открытие	REG_KL_OPEN_YYY	DO	-	-	-	-	-	-	
YYY закрытие	REG_KL_CLS_YYY	DO	-	-	-	-	-	-	
YYY процент открытия	REG_KL_POPN_YYY	DI	-	-	-	-	-	-	
YYY авария	REG_KL_ALRM_YYY	DI	-	-	-	-	-	-	

Приложение Г

Алгоритм сбора данных с канала измерения давления

