

Школа – Инженерная школа информационных технологий и робототехники
 Направление подготовки – 15.03.04 «Автоматизация технологических процессов и производств»
 Отделение школы (НОЦ) – Отделение автоматизации и робототехники

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
Модернизация автоматизированной системы управления шахтной печи плавильного цеха свинцового завода

УДК 681.51.001.6:621.928:622.279.8

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-8Т51	Глуценко Ирина Александровна		

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОАР ИШИТР	Заревич Антон Иванович	К.Т.Н.		

Консультант

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель ОАР ИШИТР	Сидорова Анастасия Александровна	-		

КОНСУЛЬТАНТЫ ПО РАЗДЕЛАМ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОСГН ШБИП	Конотопский Владимир Юрьевич	к.э.н., доцент		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ассистент ООД ШБИП	Матвиенко Владимир Владиславович	-		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

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

Запланированные результаты обучения по направлению «Автоматизация
технологических процессов и производств»

Код результата	Результат обучения (выпускник должен быть готов)
Профессиональные компетенции	
P1	Использовать основные знания в области математических и естественных наук для решения научных и инженерных задач в области анализа, синтеза, проектирования, производства и эксплуатации систем автоматизации технологических процессов и производств. Уметь сочетать теоретические и практические навыки и методы решения инженерных задач.
P2	Применять полученные знания для определения, формулирования и решения инженерных задач при разработке, производстве и эксплуатации систем автоматизации технологических процессов и производств с использованием передовых научно–технических знаний и достижений мирового уровня, современных инструментальных и программных средств.
P3	Уметь выбирать и применять соответствующие аналитические методы проектирования систем автоматизации технологических процессов и обосновывать экономическую целесообразность решений.
P4	Иметь представление о передовом отечественном и зарубежном опыте в области теории, проектирования, производства и эксплуатации систем автоматизации технологических процессов и производств.
P5	Уметь находить необходимую литературу, базы данных и другие источники информации для автоматизации технологических процессов и производств.
P6	Уметь выбирать и использовать подходящее программно–техническое оборудование, оснащение и инструменты для решения задач автоматизации технологических процессов и производств.
P7	Уметь планировать и проводить эксперимент, интерпретировать данные и их использовать для ведения инновационной инженерной деятельности в области автоматизации технологических процессов и производств.
Универсальные компетенции	
P8	Владеть иностранным языком на уровне, позволяющем работать в интернациональной среде с пониманием культурных, языковых и социально – экономических различий.
P9	Эффективно работать индивидуально и в качестве члена и руководителя группы. Быть готовым нести ответственность за риски в работе коллектива при решении 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, ответственности за инженерную деятельность, влияния инженерных решений на социальный контекст и окружающую среду, юридических аспектов.
P11	Понимать необходимость и уметь самостоятельно учиться и повышать квалификацию в течение всего периода профессиональной деятельности.

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
 федеральное государственное автономное
 образовательное учреждение высшего образования
 «Национальный исследовательский Томский политехнический университет» (ТПУ)

Школа – Инженерная школа информационных технологий и робототехники
 Направление подготовки – 15.03.04 «Автоматизация технологических процессов и производств»

Уровень образования – бакалавриат

Отделение школы (НОЦ) – отделение автоматизации и робототехники

Период выполнения – (осенний / весенний семестр 2019 /2020 учебного года)

Форма представления работы:

Бакалаврская работа

(бакалаврская работа, дипломный проект/работа, магистерская диссертация)

КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ-ПЛАН выполнения выпускной квалификационной работы

Срок сдачи студентом выполненной работы:	05.06.2020 г.
--	---------------

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
20.05.2020 г.	Модернизация автоматизированной системы управления шахтной печи плавильного цеха свинцового завода	60
25.05.2020 г.	Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	20
30.05.2020 г.	Социальная ответственность	20

СОСТАВИЛ:

Консультант

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель ОАР ИШИТР	Сидорова Анастасия Александровна	-		

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ООП

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОАР ИШИТР	Воронин Александр Васильевич	к.т.н, доцент		

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«Национальный исследовательский Томский политехнический университет» (ТПУ)

Школа – Инженерная школа информационных технологий и робототехники
Направление подготовки (специальность) – 15.03.04 «Автоматизация технологических процессов и производств»
Отделение школы (НОЦ) – Отделение автоматизации и робототехники

УТВЕРЖДАЮ:
Руководитель ООП

(Подпись) (Дата) Воронин А.В.
(Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ
на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

Бакалаврской работы

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

Студенту:

Группа	ФИО
3-8Т51	Глущенко Ирине Александровне

Тема работы:

Модернизация автоматизированной системы управления шахтной печи плавильного цеха свинцового завода	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	№ 59-64/с от 28.02.2020

Срок сдачи студентом выполненной работы:	05.06.2020 г.
--	---------------

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе <i>(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.).</i>	Объектом исследования является АСУ шахтной печи плавильного цеха свинцового завода; Режим работы непрерывный; 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</p> <p><i>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</i></p>	<p>Описание технологического процесса; Разработка структурной схемы автоматизированной системы; Разработка функциональной схемы автоматизации; Разработка схемы информационных потоков; Выбор средств реализации автоматизированной системы; Разработка схем внешних проводок; Разработка алгоритмов управления; Экранные формы автоматизированной системы; Расчет экономической эффективности; Социальная ответственность.</p>
<p>Перечень графического материала</p> <p><i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i></p>	<p>Структурная схема; Функциональная схема; Схема информационных потоков; Опросные листы на заказ датчиков температуры, давления и расхода; Схема внешних проводок.</p>
<p>Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы</p> <p><i>(с указанием разделов)</i></p>	
<p>Раздел</p>	<p>Консультант</p>
<p>Социальная ответственность</p>	<p>Матвиенко Владимир Владиславович</p>
<p>Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение</p>	<p>Конотопский Владимир Юрьевич</p>

<p>Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику</p>	<p>26.02.2020 г.</p>
--	----------------------

Задание выдал руководитель/консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
<p>Старший преподаватель ОАР ИШИТР</p>	<p>Сидорова Анастасия Александровна</p>	<p>-</p>		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
<p>3-8Т51</p>	<p>Глуценко Ирина Александровна</p>		

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА
«ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И
РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»

Студенту:

Группа 3-8Т51	ФИО Глущенко Ирине Александровне
-------------------------	--

Школа	ИШИТР	Отделение школы (НОЦ)	ОАР
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	АТПП

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

1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих	Использовать действующие ценники и договорные цены на потребленные материальные и информационные ресурсы, а также указанную в МУ величину тарифа на эл. энергию
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов	—
3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования	Действующие ставки единого социального налога и НДС (см. МУ, ставка дисконтирования $i=0.1$)

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения НИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения	Оценка готовности полученного результата к выводу на целевые рынки, краткая характеристика этих рынков
2. Планирование и формирование бюджета научных исследований	Построение плана-графика выполнения ВКР, составление соответствующей сметы затрат, расчет величины НДС и цены результата ВКР
3. Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования	Качественная и количественная характеристика экономического и др. видов эффекта от внедрения результата, определение эффективности внедрения

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

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

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОСГН ШБИП	Конотопский Владимир Юрьевич	к. э. н., доцент		26.02.2020 г.

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-8Т51	Глущенко Ирина Александровна		

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
3-8Т51	Глущенко Ирине Александровне

Школа	ИШИТР	Отделение (НОЦ)	ОАР
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	АТПП

Тема ВКР:

Модернизация автоматизированной системы управления шахтной печи плавильного цеха свинцового завода

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения	Модернизация АСУ шахтной печи плавильного цеха свинцового завода, Усть-Каменогорского металлургического комплекса.
--	--

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

<p>1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:</p> <ul style="list-style-type: none"> – специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; – организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны. 	<ul style="list-style-type: none"> – Трудовой кодекс Российской Федерации от 30.12.2001 №1 197-ФЗ (ред. от 27.12.2018). – ГОСТ 22269-76 Система "Человек-машина". Рабочее место оператора. Взаимное расположение элементов рабочего места.
<p>2. Производственная безопасность:</p> <p>2.1. Анализ выявленных вредных и опасных факторов</p> <p>2.2. Обоснование мероприятий по снижению воздействия</p>	<p>Вредные факторы при разработке и эксплуатации объекта:</p> <ul style="list-style-type: none"> – освещенность; – микроклимат; – уровень шума; <p>Опасные факторы при разработке и эксплуатации объекта:</p> <ul style="list-style-type: none"> – электрический ток.
<p>3. Экологическая безопасность:</p>	<p>В качестве воздействия на атмосферу могут быть отходящие газы процесса плавления. Воздействие на гидросферу – сточные воды.</p>
<p>4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:</p>	<p>Типичной чрезвычайной ситуацией для рабочего места оператора является – пожар.</p>

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ассистент ООД ШБИП	Матвиенко Владимир Владиславович			

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-8Т51	Глущенко Ирина Александровна		

Томск 2020

Реферат

Выпускная квалификационная работа состоит из 89 страниц, 14 рисунков, 14 таблиц, 13 источников, 7 приложений.

АСУ ТП, SCADA, ПЛК, ШАХТНАЯ ПЕЧЬ, ОТСТОЙНИК, ГАЗОХОД, ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ СХЕМА АВТОМАТИЗАЦИИ, ЭКРАННАЯ ФОРМА, МОДЕРНИЗАЦИЯ.

Объектом исследования является шахтная печь плавильного цеха свинцового завода.

Цель работы – модернизация существующей автоматизированной системы управления шахтной печи плавильного цеха свинцового завода с использованием ПЛК, на основе SCADA-системы.

В процессе выполнения ВКР был изучен технологический процесс, рассмотрены вопросы по модернизации существующей АСУ ТП и разработан альбом схем.

В процессе написания ВКР была разработана система контроля и управления технологическим процессом на основе промышленного контроллера, с использованием SCADA-системы.

Область применения: шахтная печь плавильного цеха в металлургической промышленности.

Экономическая эффективность работы заключается в том, что внедрённая модернизированная система автоматизирует производство шахтной печи, что приводит к сокращению времени простоя оборудования и, как следствие, к увеличению прибыли компании.

Содержание

Определения, обозначения, сокращения	12
Введение	15
1 Разработка требований к автоматизированной системе шахтной печи плавильного цеха свинцового завода.....	17
1.1 Назначение и цели создания системы	17
1.2 Требования к автоматике	17
1.3 Требования к техническому обеспечению	18
1.4 Требования к информационному обеспечению	19
1.5 Требования к программному обеспечению	19
1.6 Требования к метрологическому обеспечению	19
2 Модернизация автоматизированной системы плавильного цеха свинцового завода	20
2.1 Описание технологического процесса	20
2.2 Разработка структурной схемы автоматизированной системы	23
2.3 Разработка функциональной схемы автоматизации	24
2.4 Разработка схемы информационных потоков	25
2.5 Выбор средств реализации автоматизированной системы	27
2.5.1 Выбор контроллера	27
2.5.2 Выбор датчиков	29
2.5.2.1 Выбор датчиков температуры	29
2.5.2.2 Выбор датчиков давления	31
2.5.2.3 Выбор датчика расхода	33
2.5.3 Выбор исполнительных механизмов	35
2.5.3.1 Выбор МЭО	35
2.5.3.2 Выбор регулирующего клапана	36
2.6 Разработка схем внешних проводок.....	37
2.7 Разработка алгоритмов управления	39
2.7.1 Алгоритм пуска/останова системы регулирования расхода дутьевого воздуха.....	40

2.7.2	Алгоритм сбора данных измерений расхода дутьевого воздуха	40
2.7.3	Алгоритм автоматического регулирования технологическим процессом	42
2.8	Экранные формы автоматизированной системы.....	44
3	Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение ...	47
3.1	Организация и планирование комплекса работ.....	47
3.1.1	Продолжительность этапов работ.....	49
3.2	Расчет сметы затрат на реализацию проекта.....	56
3.2.1	Расчет затрат на материалы.....	56
3.2.2	Расчет заработной платы	57
3.2.3	Расчет затрат на социальный налог	58
3.2.4	Расчет затрат на электроэнергию.....	59
3.2.5	Расчет амортизационных расходов.....	60
3.2.6	Расчет прочих расходов.....	61
3.2.7	Расчет общей себестоимости разработки	61
3.2.8	Расчёт прибыли	62
3.2.9	Расчёт НДС	62
3.2.10	Цена разработки НИР.....	62
3.3	Оценка экономической эффективности проекта.....	62
4	Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	63
4.1.	Специальные (характерные для проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства	63
4.2	Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны	64
5	Профессиональная социальная ответственность.....	66
5.1	Анализ вредных и опасных факторов, которые может создать объект исследования	66
5.2	Анализ вредных и опасных факторов, которые могут возникнуть на производстве при внедрении объекта исследования	66
5.3	Обоснование мероприятий по защите персонала предприятия от действия опасных и вредных факторов	68
6	Экологическая безопасность	72

6.1 Анализ влияния объекта исследования на окружающую среду	72
6.2 Анализ влияния процесса эксплуатации объекта на окружающую среду .	74
6.3 Обоснование мероприятий по защите окружающей среды.....	75
7 Безопасность в чрезвычайных ситуациях	77
7.1 Анализ вероятных ЧС, которые может инициировать объект исследований	77
7.2 Обоснование мероприятий по предотвращению ЧС и разработка порядка действия в случае возникновения ЧС	78
Заключение	80
Список используемых источников.....	81
Приложение А (обязательное) Структурная схема	83
Приложение Б (обязательное) Функциональная схема автоматизации по ГОСТ 21.208-2013	84
Приложение В (обязательное) Схема информационных потоков.....	85
Приложение Г (обязательное) Опросный лист на заказ датчика температуры Omnigrad S TAF16.....	86
Приложение Д (обязательное) Опросный лист на заказ датчик давления Cerabar S PMC71	87
Приложение Е (обязательное) Опросный лист на заказ датчика измерения расхода Promass 80F.....	88
Приложение Ж (обязательное) Схема внешних соединений	89

Определения, обозначения, сокращения

В данной работе применены следующие термины с соответствующими определениями.

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

автоматизированная система управления технологическим процессом (АСУ ТП): комплекс программных и технических средств, предназначенный для автоматизации управления технологическим оборудованием на предприятиях. Под АСУ ТП обычно понимается комплексное решение, обеспечивающее автоматизацию основных технологических операций на производстве в целом или каком-то его участке, выпускающем относительно законченный продукт.

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

видеокадр: область экрана, которая служит для отображения мнемосхем, трендов, табличных форм, окон управления, журналов и т.п. мнемосхема: представление технологической схемы в упрощенном виде на экране АРМ.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

В данной работе применены следующие обозначения и сокращения.

PLC (Programmable Logic Controllers) – Программируемые логические контроллеры (ПЛК);

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

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

IP (International Protection) – Степень защиты;

АЦП – аналого-цифровой преобразователь;

КИП и А– контрольно-измерительные приборы и автоматика;

ОСС – операторно-структурная схема;

ФСА – функциональная схема автоматизации;

ЦАП – цифро-аналоговый преобразователь.

Введение

Автоматизация производственных процессов на основе высокоточной микроэлектронной техники для развития и совершенствования уже существующих и вновь создающихся высокотехнологичных производств, является одним из важнейших направлений модернизации производства. Основной особенностью нынешнего стадии развития автоматизации производства считается возникновение и многочисленное внедрение современных технических средств контроля и управления, производство сетей на основе микроэлектроники. Введение автоматизированных систем управления технологическими процессами (АСУ ТП) обретает важное значение в связи с возрастанием требований к темпу вычисления, обработки, реакции и выдачи информации, качеству выпускаемой продукции. Следовательно, построение и разработка устройств и систем функционирования АСУ ТП на основе микро ЭВМ является актуальной задачей. Использование микро ЭВМ позволяет на значительно уменьшить затраты в связи с простоями и остановками технологического оборудования, обеспечивает увеличение эффективности. Главной, характеризующей целью регулирования оборудования, технологическими и производственными процессами благодаря АСУ ТП считается увеличение производительности работы, улучшение качества самой продукции и применения материальных и энергоресурсов. Дальнейшее улучшение АСУ ТП связано с увеличением экономической эффективности через промышленные создания автоматизированных технологических комплексов с АСУ ТП.

В данной ВКР предполагается модернизация автоматизированной системы управления шахтной печи плавильного цеха свинцового завода. Данная модернизация системы позволит улучшить технические и экономические характеристики работы, поднять условия труда для обслуживающего персонала данного объекта (визуализация технологического процесса, удаленное управление печью по средствам персонального компьютера (ПК), запись и учёт всех важных технических параметров), увеличить показатель надёжности и

безопасности работы оборудования цеха, снизить трудоёмкость при управлении нагревательной электропечью.

Модернизация представляет собой замену существующей морально и физически устаревшей системы управления. Замене подлежат текущие датчики, пульты, шкафы автоматики и другие конструктивные узлы, средства ручного ввода и отображения информации.

1 Разработка требований к автоматизированной системе шахтной печи плавильного цеха свинцового завода

1.1 Назначение и цели создания системы

Автоматизированная система управления шахтной печи предназначена для:

- контроля состояния основного и вспомогательного технологического оборудования;
- управления исполнительными механизмами, как в автоматическом, так и в автоматизированном режиме;
- определения аварийных ситуаций и защиты исполнительных механизмов и вспомогательного оборудования;
- поддержания расхода дутьевого воздуха на заданном уровне;
- визуального представление информации о состоянии технологического процесса.

Цели создания автоматизированной системы управления технологическим процессом (АСУ ТП):

- увеличение производительности системы;
- обеспечение контроля технологических параметров процесса;
- обеспечение безопасности работы основного и вспомогательного оборудования;
- сокращение числа аварий технологического оборудования.

1.2 Требования к автоматике

Система автоматики АСУ ТП шахтной печи должна обеспечить следующее:

1. Измерение:

- Температура 1 отходящих газов газоход 1;
- Температура 1 отходящих газов газоход 2;
- Температура 2 отходящих газов газоход 1;
- Температура 2 отходящих газов газоход 2;

- Температура дутьевого воздуха до подмешивания;
- Температура дутьевого воздуха после подмешивания;
- Температура под сводом отстойника;
- Расход дутьевого воздуха «север»;
- Расход дутьевого воздуха «юг»;
- Упругость дутья;
- Разряжение отходящих газов газоход 1;
- Разряжение отходящих газов газоход 2.

2. Управление:

- Механизм электрический однооборотный типа МЭО.

3. Индикацию:

– измеряемых параметров на дисплее автоматизированного рабочего места (АРМ);

- аварийных ситуаций на дисплее АРМ.

4. Сигнализацию:

– превышения максимальной допустимой температуры отходящих газов в газоходах 1,2;

- превышения максимального допустимого расхода воздуха;

– превышения максимального допустимого тока потребления электродвигателя.

1.3 Требования к техническому обеспечению

Элементы датчиков, должны быть выполнены из коррозионностойких материалов, поскольку соприкасаются с агрессивной средой.

Оборудование на объекте должно быть устойчивым к воздействию температур (минус 40 – 50) °С и влажности не менее 80 % при 35 °С.

Электрические цепи должны быть искробезопасными.

Контроллеры должны иметь необходимые интерфейсы передачи данных на верхний уровень АСУ ТП.

1.4 Требования к информационному обеспечению

Информационное обеспечение должно включать в себя:

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

1.5 Требования к программному обеспечению

Программное обеспечение должно:

- обеспечивать управление исполнительными механизмами;
- обеспечить реализацию требуемых алгоритмов контроля, регулирования, защиты и отображения информации;
- быть совместимым с существующими на объектах программными обеспечениями;
- иметь возможность создавать и вести базу данных по параметрам системы.

1.6 Требования к метрологическому обеспечению

Метрологическое обеспечение должно охватывать все стадии создания системы и ее эксплуатацию.

В измерительные каналы системы входят: датчики, преобразователи, контроллеры, прошедшие государственную поверку на соответствие их нормативно-технической документации.

На стадии внедрения должна производиться метрологическая аттестация измерительных каналов системы и метрологических характеристик в целом в соответствии с ГОСТ 8009-84.

В процессе эксплуатации должна производиться периодическая поверка измерительных каналов системы и метрологических характеристик.

2 Модернизация автоматизированной системы плавильного цеха свинцового завода

2.1 Описание технологического процесса

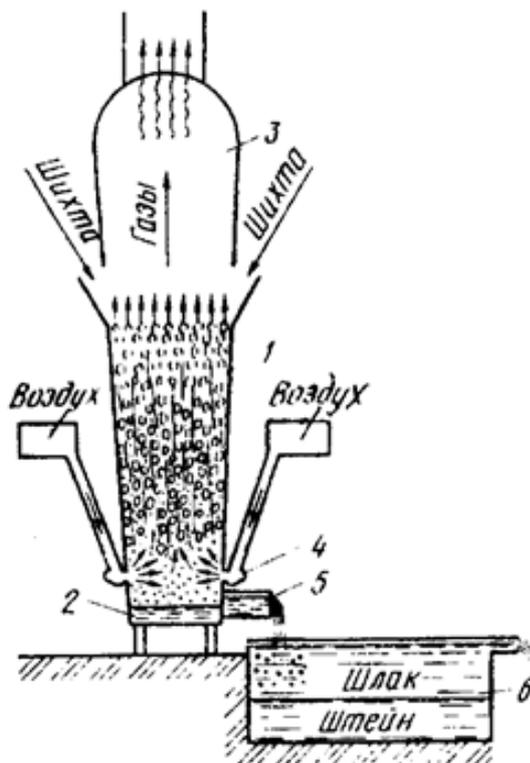
Современные шахтные печи имеют прямоугольное сечение, но встречаются овальной и круглой формы. Отличительной особенностью этих печей является наличие шахты, в которую сверху загружают специально подготовленную шихту, а снизу через фурмы вдувают воздух, за счет чего создается противоток восстановительных газов и проплавляемой шихты. В шахте происходит нагрев и расплавление шихты, сопровождаемые химическими реакциями, в результате чего получают черновой металл, шлак и штейн.

Шахтная печь представляет собой плавильный аппарат с вертикальным рабочим пространством, похожим на шахту (рисунок 1). В поперечном сечении шахтные печи цветной металлургии имеют прямоугольную форму. Шихту, состоящую из руды и флюсов, и топливо периодически загружают на колошниковой площадке отдельными порциями, называемыми колоши. В нижней части печи через фурмы вдувают воздух. В области фурм топливо (кокс или сульфиды перерабатываемой шихты) сгорает, и там развиваются самые высокие температуры до (1300 - 1500°C). Зона высоких температур называется фокусом печи. За счет выделяющегося тепла в фокусе печи происходит плавление шихты и завершается образование продуктов плавки.

Жидкие продукты плавки (шлак и штейн) стекают во внутренний горн, откуда они совместно выпускаются по сифонному желобу в передний горн на отстаивание. Раздельный выпуск штейна и шлака осуществляется из переднего горна [1].

По мере плавления шихта опускается вниз, а на ее место загружают новые порции. Газы, образовавшиеся в области фурм и выше, поднимаются вверх, пронизывают столб опускающейся шихты и отдают ей свое тепло. Теплообмен между газами и шихтой по принципу противотока обеспечивает

самый высокий коэффициент использования тепла, наблюдающийся в металлургических печах и достигающий в шахтных печах (80-85) %.



1-шахта печи; 2-внутренний горн; 3-колошник; 4-фурма; 5-выпускной желоб;
6-наружный (передний) отстойный горн

Рисунок 1 - Схема шахтной печи

Существуют две разновидности шахтной плавки: восстановительная плавка окисленных руд и окислительная плавка сульфидного сырья.

Шахтная восстановительная плавка составляется рядом отдельных химических реакций, которые происходят с составляющими агломерата, свинцового айза шлака и оборотов шахтных печей по мере прохождения их через печь. В это время протекает три основных процесса: восстановление, шлакообразование, сульфидирование, а также газообразование.

– Восстановителем в шахтной печи служит газообразный оксид углерода, образующийся при сжигании загружаемого в печь кокса. Он омывает частицы агломерата, свинцового айза шлака, содержащие оксиды свинца (а также силикаты, ферриты свинца), восстанавливает их до металла и окисляется при этом до двуоксида углерода, которая реагирует с твердым углеродом и

вновь превращается в оксид углерода, способного восстанавливать окислы свинца и других металлов.

– Шлакообразование заключается в соединении и сплавлении между собой элементов пустой породы: кварца, известняка, закиси железа и др. металлов. Этот процесс протекает при температуре выше 1000 °С после того, как восстановилась основная масса оксидов свинца.

– Сульфидирование служит для перевода меди в сернистое соединение и отделения ее от свинца и шлака в виде сплава с другими сульфидами называемого штейном.

В соответствии с изменениями, которые происходят в процессе плавки, печь можно условно разделить на три зоны: подготовительную, восстановительную и зону плавления и шлакообразования:

– в подготовительной зоне охватывающей область, в которой температура меняется от 150 °С до 400 °С, материал подсушивается, содержащаяся влага испаряется, а газы отходящие от печи при этом охлаждаются;

– в зоне восстановления, где температура растет от 400 °С до 900 °С, заканчивается удаление влаги, разлагаются карбонаты и сульфаты, восстанавливаются окислы свинца, медь сульфидируется с образованием штейна;

– в зоне плавления и шлакообразования в области температур (900 –1200) °С, ранее восстановленный свинец стекает вниз, растворяет золото и серебро. Сульфиды меди, железа и свинца растворяются и в виде жидкого штейна стекают в горн. Кремнезем, оксид кальция и закись железа образуя наиболее легкоплавкие смеси, расплавляются и, стекая вниз растворяют остальные компоненты пустой породы формируя шлак.

В операторной имеется пульт управления и контроля за технологическими параметрами работы шахтных печей.

Плавильщик, обслуживающий пульт управления в операторной ежедневно записывает проплав и показания контрольно- измерительных

приборов в технологический журнал, данные по работе за смену – в электронные журналы [5].

2.2 Разработка структурной схемы автоматизированной системы

В шахтной печи измеряется температура, давление и расход. Исполнительными устройствами являются клапаны с электроприводом.

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

Нижний (полевой) уровень системы, состоит из распределённых первичных устройств автоматизации:

- датчики давления;
- датчики температуры;
- расходомеры;
- исполнительные механизмы.

На данном уровне должны выполняться следующие функции автоматизированной системы:

- сбор и передача сигналов аварийной сигнализации, состояния и положения запорной арматуры, а также насосных агрегатов;
- измерение параметров технологического процесса (температуры, давления, расхода).

Средний (контроллерный) уровень включает в себя ПЛК, работающий во взаимодействии с OPC-сервером и SCADA-системой. ПЛК должен выполнять следующие функции:

- сбор, первичная обработка и хранение информации о параметрах технологического процесса;
- автоматическое логическое управление и регулирование, а также обмен информацией с пунктами управления АРМ.

Верхний (информационно–вычислительный) уровень представляет из себя локальную сеть, которая объединяет между собой персональные

компьютеры и сервер базы данных. Компьютеры диспетчера и операторов оснащены операционными системами (ОС) Windows 10 и программным обеспечением SCADA-системы WinCC.

На верхнем уровне выполняются следующие задачи:

- сбор и обработка (в том числе масштабирование) данных с локальных контроллеров;
- синхронизация всех подсистем за счёт поддержания единого времени в системе;
- формирование технологической базы данных (БД);
- формирование отчётной документации, протоколов событий;
- предоставление интерфейса непосредственного взаимодействия с оператором автоматизированной системы управления [6].

2.3 Разработка функциональной схемы автоматизации

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

Все элементы систем управления показываются в виде условных изображений и объединяются в единую систему линиями функциональной связи. Функциональная схема автоматического контроля и управления содержит упрощенное изображение технологической схемы автоматизируемого процесса. Оборудование на схеме показывается в виде условных изображений [4].

При разработке функциональной схемы автоматизации технологического процесса решены следующие задачи:

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

Функциональная схема автоматизации выполнена согласно требованиям, ГОСТ 21.208-2013 и приведена в приложении Б.

2.4 Разработка схемы информационных потоков

В приложении В показана схема информационных потоков. Она имеет трёхуровневую структуру:

- верхний уровень (архивирование и хранение данных).
- средний уровень (управление и контроль),
- нижний уровень (сбор и обработка информации),

На нижнем уровне представлены данные устройств ввода и вывода, в состав которых входят данные сигналов (дискретных и аналоговых), а также данные о вычислениях и преобразованиях.

Средний уровень представлен как буферная база данных, являющаяся одновременно приемником, запрашивающим данные внешних систем, и их источником. На среднем уровне из данных собранных на нижнем уровне, ПЛК формирует пакетные потоки информации, которые передаются на верхний уровень и АРМ оператора по протоколу Ethernet.

Ниже представлены параметры, которые передаются в локальную вычислительную сеть:

- Температура 1 отходящих газов Газаход 1, °С
- Температура 1 отходящих газов Газаход 2, °С
- Расход дутьевого воздуха «север», нм куб/м
- Расход дутьевого воздуха «юг», нм куб/м
- Упругость дутья, МПа

- Регулирование клапана расхода воздуха «север», %
- Регулирование клапана расхода воздуха «юг», %
- Температура 2 отходящих газов Газаход 1, °С
- Температура 2 отходящих газов Газаход 2, °С
- Температура дутьевого воздуха до подмешивания «север», °С
- Температура дутьевого воздуха после подмешивания «север», °С
- Температура под сводом отстойника, °С
- Разряжение отходящих газов Газаход 1, Па
- Разряжение отходящих газов Газаход 2, Па

Все элементы управления и контроля имеют собственный идентификатор (ТЕГ), имеющий следующую структуру:

AAA_BBB_CCCC_DDDDD,

где AAA – параметр-измеряемая среда:

- DVL – давление;
- TMR – температура;
- RAS – расход;
- PZC – положение клапана;

BBB – код технологического аппарата/объекта, 3 символа:

- SHP – шахтная печь;
- OTS – отстойник;

CCCC – контролируемый объект:

- GAZ – газы;
- VOZD – воздух;

DDDDD – примечание, не более 5 символов:

- REG – регулирование;
- AVARN – верхняя аварийная сигнализация;
- AVARL – нижняя аварийная сигнализация;
- PREDH – верхняя предупредительная сигнализация;
- PREDL – нижняя предупредительная сигнализация.

Знак подчеркивания _ в данном представлении является разделителем частей идентификатора.

2.5 Выбор средств реализации автоматизированной системы

2.5.1 Выбор контроллера

В качестве контроллерного оборудования были рассмотрены следующие виды контроллеров:

1. Siemens SIMATIC S7-1200;
2. Siemens SIMATIC S7-300С;
3. ОВЕН ПЛК 154.

В качестве контроллера был выбран SIMATIC S7-1200С. Обладая схожими характеристиками с контроллерами ОВЕН 150 и SIMATIC S7-300, S7-1200С имеет значительно меньшую стоимость. Данный ПЛК имеют модульную конструкцию и высокую производительность. Используются для построения систем малого и среднего уровня автоматизации.



Рисунок 2 – Контроллер SIMATIC S7-1200С

Таблица 1 – Технические параметры

Параметр	ОВЕН 154	SIMATIC S7-300	SIMATIC S7-1200C
Диапазон рабочих температур	(минус 20 – 70) °С	(минус 20 – 60) °С	(минус 20 – 60) °С
Интерфейсы	RS 485/422, Ethernet	Industrial Ethernet	Industrial Ethernet

Продолжение таблицы 1 – Технические параметры

Параметр	ОВЕН 154	SIMATIC S7-300	SIMATIC S7-1200C
Протоколы передачи данных	DCON, Modbus, TCP/RTU	PROFINET, PROFIBUS	PROFINET, PROFIBUS
Время выполнения цикла ПЛК	от 1 мс	от 0.5 мкс	от 1 мкс
Количество встроенных каналов	DI: 4, DO:4, AO:4, AI:4	DI: 10, DO:6, AO:0, AI:0	DI: 6, DO:4, AO:0, AI:2
Цена	От 20 тыс. руб	От 44 тыс. руб	От 16 тыс. руб

Все типы CPU данной серии ПЛК оснащены двумя аналоговыми входами, набором дискретных входов/выходов, а также встроенным блоком питания датчиков с напряжением 24 В.

Выбранный ПЛК может оснащаться следующими дополнительными модулями:

1. Блоки питания;
2. Сигнальные модули;
3. Коммуникационные модули;
4. Функциональные модули;
5. Интерфейсные модули.

Процессор выбранного ПЛК поддерживает функции ПИД-регулирования, имеет встроенный Web-сервер с поддержкой Java, а также предусматривает парольную защиту программы пользователя.

Программным обеспечением для разработки алгоритмов и создания человеко-машинного интерфейса является программный пакет TIA Portal и STEP 7.

Для разработки программного кода могут использоваться языки программирования LAD, FBD и SCL, входящие в стандарт МЭК 61131 [5].

2.5.2 Выбор датчиков

2.5.2.1 Выбор датчиков температуры

Проведем сравнительный анализ следующих датчиков температуры: Метран-288, Rosemount 248 и Omnigrad S TAF16. Результаты сравнения сведены в таблице

Таблица 2 - Технические характеристики датчиков температуры

Критерии выбора	Метран-288	Rosemount 248	Omnigrad S TAF16
Измеряемые среды	Нейтральные и агрессивные среды	Нейтральные и Агрессивные среды	Нейтральные и Агрессивные среды
Температура окружающей среды	(минус 50 – 85) °С	(минус 40 – 85) °С	(минус 40 – 85) °С
Диапазон пределов измерений	(минус 50 – 1200) °С	(минус 200 – 1300) °С	(0 – 1700) °С
Предел допустимой погрешности	± 0,4 %	± 0,1 %	±0,25 %
Выходной сигнал	(4 – 20) мА	(4 – 20) мА	(4 – 20) мА
Взрывозащищенность	+	+	+
Цена, руб	7 000	15 000	10 000

Был выбран датчик Omnigrad S TAF16, так как он имеет больший диапазон измерения (рисунок 3).



Рисунок 3 – Датчик температуры Omnigrad S TAF16

Термоэлектрические термометры TAF специально предназначены для использования при высоких температурах, например, для промышленных печей. TAF 16 включает в себя одинарную или двойную вставку ТС тип J или K), выполненную из стержневых ТС-проволок, вставленных в керамические изоляторы и металлический рабочий защитный корпус (AISI 310, AISI 316, AISI 446, Inconel 600). Нужный тип выходного сигнала может быть получен посредством выбора правильного 2 - проводного преобразователя, устанавливаемого на головке.

Endress + Hauser поставляет новейшие преобразователи (серии iTEMP), встроенные в 2 - проводное устройство и с выходным сигналом (4 – 20) мА, HART или Profibus-PA. Все преобразователи легко программируются с помощью ПК, используя общедоступные программные средства ReadWin 2000 (для преобразователей (4 – 20) мА и HART) или Commwin II (преобразователи Profibus-PA) [6].

Опросный лист на заказ датчика температуры Omnigrad S TAF16 служит для отображения параметров технологического процесса и подбора необходимого средства измерения температуры (Приложение Г).

2.5.2.2 Выбор датчиков давления

Для выбора датчиков давления был проведен сравнительный анализ следующих датчиков: Rosemount 3051, Honeywell STD830 и Cerabar S PMC71.

Приведем сравнительную таблицу выбранных датчиков:

Таблица 3 - Технические характеристики датчиков давления

Критерии выбора	Rosemount 3051	Honeywell STD830	Cerabar S PMC71
Измеряемые величины	Избыточное давление, абсолютное давление, перепад давлений, уровень, расход	Избыточное давление, абсолютное давление, перепад давлений	Абсолютное и избыточное давление
Рабочая среда	Жидкость, газ, пар	Жидкость, газ, пар	Агрессивные жидкости, газы и порошкообразные сыпучие продукты.
Основная приведенная погрешность	до $\pm 0,085$ %	$\pm 0,0375$ %	0.05 %
Давление рабочей среды	(0 – 68) МПа	(0 – 40) МПа	(0 – 60) МПа
Выходной сигнал	(4 – 20) мА, HART протокол	(4 – 20) мА, HART протокол	(4 – 20) мА, HART протокол
Диапазон рабочих температур	(минус 50 – 80) °С	(минус 40 – 125) °С	(минус 40 – 150) °С
Цена, руб.	35 000	27 000	25 000

В результате анализа был выбран датчик давления Cerabar S PMC71 (Рисунок 4), так как он, имеет возможность работать с агрессивными средами, имеет унифицированный выходной сигнал (4 – 20) мА с HART протоколом.



Рисунок 4 - Датчик давления Cerabar S PMC71

Cerabar S PMC71 - интеллектуальный, высокоточный и многофункциональный преобразователь абсолютного и избыточного давления с резьбовыми, фланцевыми и гигиеническими присоединениями к процессу.

- Максимальный диапазон: 40бар.
- Стойкость к перегрузкам вплоть до 40:1.
- Перенастройка диапазона измерения: 100:1.
- Опционально доступны исполнения с внешними клавишами настройки по месту измерения и чип памяти HistoROM.

Емкостной принцип действия: деформация измерительной мембраны вызывает изменение емкости на входе электронной схемы, которая, в свою очередь, формирует выходной сигнал.

Измерительная мембрана изготовлена из уникальной сверхчистой керамики (99,9% Al₂O₃), спекаемой при температурах свыше 1700 °С по запатентованной технологии «Cerafire». Мембрана обладает высокой механической прочностью, коррозионной стойкостью к химически-агрессивным средам и стойкостью к истиранию.

Благодаря отсутствию заполняющего масла, емкостная измерительная ячейка является идеальным решением для измерения вакуума. Оригинальная

конструкция измерительной ячейки позволяет значительно увеличить устойчивость измерительных преобразователей к перегрузкам [7].

Опросный лист на заказ датчик давления Cerabar S PMC71 служит для отображения параметров технологического процесса и подбора необходимого средства измерения давления (Приложение Д).

2.5.2.3 Выбор датчика расхода

Для выбора датчиков расхода был проведен сравнительный анализ следующих датчиков: Promass 80F, Rosemount 3051SFP со встроенной диафрагмой, Micro Motion R200.

Для работы будем использовать расходомеры Promass 80F (рисунок 5), т.к. он дешевле. Также внедрение оборудования производителя одной фирмы и его обслуживания, обходятся дешевле.



Рисунок 5 – Кориолисовый расходомер Promass 80F

Расходомеры семейства Promass предоставляют возможность выполнять измерения различных параметров процесса для различных условий процесса во время измерения.

Сенсоры Promass, испытанные и проверенные в более 100000 применений, предлагают следующие преимущества:

- компактное исполнение;

- стойкость к вибрации за счет сбалансированной 2х-трубной измерительной системы;

- устойчивый к внешним воздействиям корпус;

Простой монтаж без необходимости подготовки входных и выходных прямых участков.

Кориолисовый принцип измерения расхода не зависит от таких физических свойств жидкости, как вязкость и плотность [8].

Характеристики кориолисова расходомера Promass 80F:

- Высокоточное измерение расхода жидкости и газа, например, нефтепродуктов, смазочных материалов, горючих материалов, сжиженного газа, растворителей, пищевых продуктов и сжатого природного газа (CNG);

- Рабочее давление до 100 бар.

Таблица 4 – Характеристика кориолисового расходомера Promass 80F

Параметр	Значение
Принцип измерений	Кориолисовы расходомеры
Основные функции	Универсальный многопараметрический расходомер для жидкости и газа
Диапазон измерения	(0 – 2200) т/ч
Рабочая температура	(минус 50 – 350) °С
Погрешность измерения	По массе: ±0.10 % По объему: ±0.10 %
Коммуникация	HART PROFIBUS PA
Выходные сигналы	(4 – 20) мА Импульсно-частотный Сигнал состояния
Степень защиты электроники	IP 67 NEMA 4x

Опросный лист на заказ датчика измерения расхода Promass 80F служит для отображения параметров технологического процесса и подбора необходимого средства измерения расхода (Приложение Е).

2.5.3 Выбор исполнительных механизмов

Исполнительное устройство в системе управления реализуют управляющее воздействие со стороны регулятора на объект управления посредством механического перемещения регулирующего органа. Регулирующее воздействие изменяет процесс в необходимом направлении для поддержания заданного расхода дутьевого воздуха.

В качестве исполнительного механизма будем использовать механизм электрический однооборотный типа МЭО с блоком БСПТ.

Также исполнительным устройством будет являться задвижки под электропривод.

2.5.3.1 Выбор МЭО

Механизмы исполнительные электрические однооборотные постоянной скорости МЭО предназначены для перемещения регулирующих органов в системах автоматического регулирования технологическими процессами в соответствии с командными сигналами автоматических регулирующих и управляющих устройств.

Принцип работы механизмов заключается в преобразовании электрического сигнала поступающего от регулирующего или управляющего устройства во вращательное перемещение выходного вала.

Выбираем МЭО-630-92К (рисунок 6).

Состав механизма:

- электродвигатель АИР-56А4;
- тормоз механический;
- редуктор;
- ручной привод;

- блок сигнализации положения реостатный БСПР или индуктивный БСПИ или токовый БСПТ с унифицированным токовым сигналом (0 – 5) мА, (0 – 20) мА или (4 – 20) мА;

-рычаг.

Так же по необходимости производится комплектование механизмов соединительными тягами.

Управление механизмом: контактное или бесконтактное [9].



Рисунок 6 – МЭО-630-92К

Механизмы МЭО-92КБ изготавливаются только с токовым датчиком БСПТ-10М и встроенным блоком питания БП-20.

Напряжение и частота питания — 220/380 В, 50 Гц.

Степень защиты — IP 54 по ГОСТ 14254.

Режим работы механизмов — S4, частота включений до 320 в час при ПВ до 25 %.

Максимальная частота включений — до 630 в час при ПВ до 25 %.

Климатические исполнения — У2, Т2.

2.5.3.2 Выбор регулирующего клапана

Задвижка под электропривод – это запирающая поток арматура трубопровода, которая приводится в движение действием электрического тока. Подобные устройства применяют для быстрой регулировки потока рабочей

среды в трубопроводе. Управление задвижкой осуществляется дистанционно или в ручном режиме.

Для нашего проекта выбираем ARUSH103 Задвижка чугунная с обрезиненным клином под электропривод (рисунок 7).

Тип присоединения: Фланцевый, PN16.

Материал корпуса: Высокопрочный чугун ВЧ-50.

Материал клина: Высокопрочный чугун ВЧ-50, вулканизирован EPDM.

Условный проход, DN: (40 – 600) мм.

Рабочее давление, бар: 16 бар.

Рабочая температура: (0 – 120) °С [10].



Рисунок 7 – ARUSH103 Задвижка чугунная с обрезиненным клином с электроприводом

2.6 Разработка схем внешних проводок

Схема соединений и подключений внешних проводок разработана в соответствии с требованиями ГОСТ 21.408-2013.

Первичные и вне щитовые приборы включают в себя датчики температуры Omnigrad S TAF16, датчики давления Cerabar S PMC71, датчики измерения расхода по перепаду давления Deltabar S PMD70. В качестве кабеля для контрольно – измерительных приборов выбран КВВГЭнг 4x1,0. (рисунок 8).

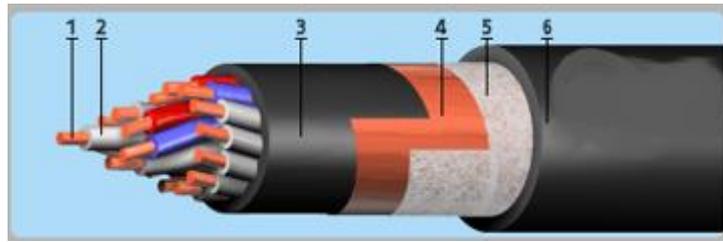


Рисунок 8 – Кабель КВВГЭнг

Элементы конструкции кабеля:

1. Медная однопроволочная токопроводящая жила круглой формы класса 1 по ГОСТ 22483;
2. Изоляция из поливинилхлоридного пластиката. Изолированные жилы кабелей скручены. В каждом повороте имеется счетная пара, изолированные жилы которой отличаются по цвету друг от друга и от остальных жил;
3. Разделительный слой в виде оболочки из поливинилхлоридного пластиката пониженной горючести толщиной не менее 0,5 мм;
4. Экран в виде обмотки из медной или алюминиевой фольги с перекрытием, обеспечивающим сплошность экрана при допустимых радиусах изгиба кабелей. Вдоль экрана из алюминиевой фольги продольно прокладывается медная проволока;
5. Разделительный слой в виде обмотки лентами, обеспечивающий сохранность экрана при монтаже кабелей;
6. Оболочка из поливинилхлоридного пластиката пониженной горючести.

Область применения:

Кабели предназначены для неподвижного присоединения к электрическим приборам, аппаратам, сборкам зажимов электрических распределительных устройств с номинальным переменным напряжением до 660 В частоты до 100 Гц или постоянным напряжением до 1000 В.

Кабели применяются для прокладки на открытом воздухе, в помещениях, каналах, туннелях, в условиях агрессивной среды, при отсутствии механических воздействий на кабели. Кабели преимущественно применяются

при необходимости защиты электрических цепей от влияния внешних электрических полей и для обеспечения пожарной безопасности кабельных цепей при прокладке в пучках. Кабели не распространяют горение при прокладке в пучках.

Клеммная соединительная коробка (КСК) предназначена для подключения кабелей различного технологического оборудования. Для КСК был выбран кабель КВВГЭнг – 14х1,0.

Схема соединений и подключений внешних проводок приведена в приложении Ж.

2.7 Разработка алгоритмов управления

В автоматизированной системе на разных уровнях управления используются различные алгоритмы:

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

В данной выпускной квалификационной работе разработаны следующие алгоритмы АС:

- Алгоритм пуска/останова системы регулирования расхода дутьевого воздуха;
- Алгоритм сбора данных измерений расхода дутьевого воздуха;

- Алгоритм автоматического регулирования технологическим процессом.

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

2.7.1 Алгоритм пуска/останова системы регулирования расхода дутьевого воздуха

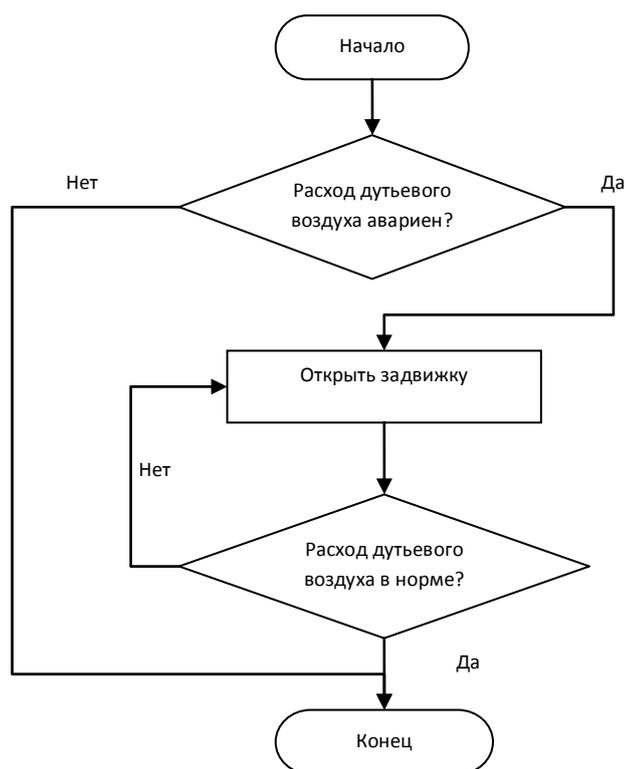


Рисунок 9 – Схема алгоритма пуска/останова

2.7.2 Алгоритм сбора данных измерений расхода дутьевого воздуха

В качестве канала измерения выберем канал измерения расхода дутьевого воздуха на шахтной печи плавильного цеха свинцового завода (рисунок 10).

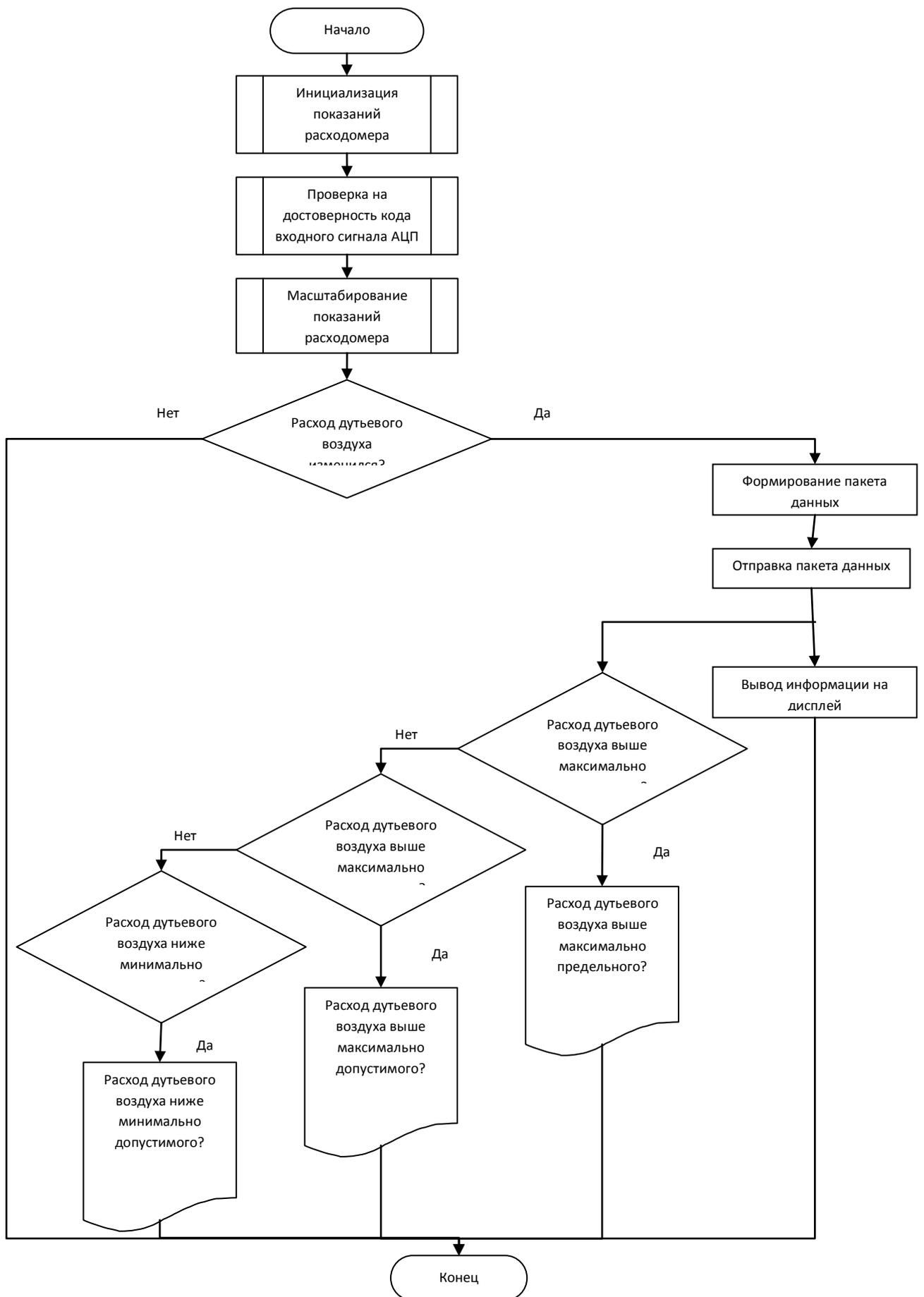


Рисунок 4 – Схема алгоритма сбора данных измерений

2.7.3 Алгоритм автоматического регулирования технологическим процессом

В процессе работы шахтной печи необходимо поддерживать несколько основных технологических параметров. Основным из них является регулирование расхода дутьевого воздуха. В качестве регулируемого параметра технологического процесса выбираем расход дутьевого воздуха. 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.

Функциональная схема контура регулирования приведена на рисунке 11

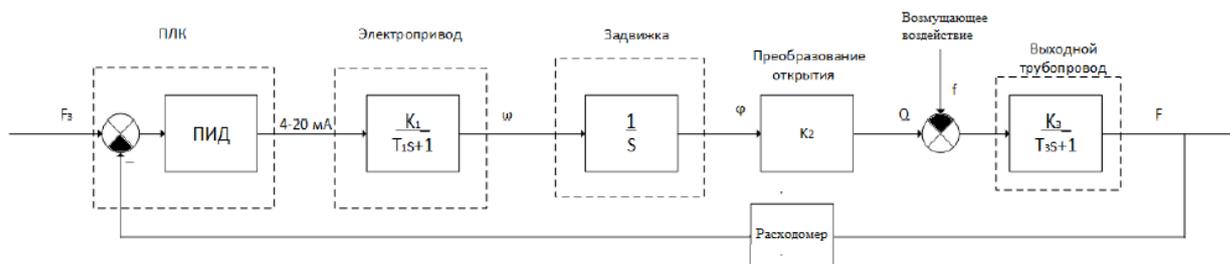


Рисунок 5 – Функциональна схема контура регулирования

Объектом управления является задвижка ARUSH103. С панели оператора задается расход воздуха, который необходимо поддерживать на выходном трубопроводе. Далее заданное значение расхода подается на ПЛК. В ПЛК также подается значение с расходомера, происходит сравнение значений, и формируется сигнал управления. Управляющий сигнал поступает на электропривод, который регулируется аналоговым входом (4 – 20) мА. Электропривод формирует сигнал на задвижку, которая формирует угол поворота открытия задвижки. Согласно углу поворота открытия задвижки, меняется расход воздуха в выходном трубопроводе.

Линеаризованная модель системы управления описывается следующим набором уравнений [11].

Задвижка с электроприводом:

$$T_1 \frac{d\omega}{dt} + \omega = k_1 \cdot I \quad (1)$$

$$\frac{d\varphi}{dt} = \omega \quad (2)$$

Преобразование открытия:

$$Q = k_2 \varphi \quad (3)$$

Выходной трубопровод:

$$T_3 \frac{dF}{dt} + F = k_3 \cdot v \quad (4)$$

где I – токовый сигнал управления;
 ω – угловая скорость двигателя;
 φ – угол поворота заслонки;
 Q – количество вещества;
 F – расход воздуха в выходном трубопроводе;
 Исходные данные приведены в таблице 5.

Таблица 5 – Исходные данные для моделирования

K_1	T_1	K_2	K_3	T_3
15	0.05	600	20	12

Модель Simulink представлена на рисунке 12.

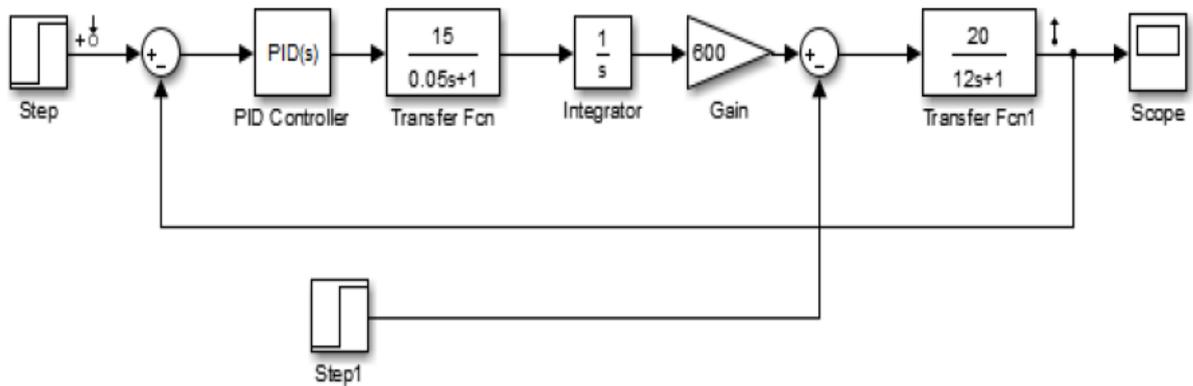


Рисунок 6 – Схема модели в Simulink

График переходного процесса САР мы можем наблюдать на рисунке 13.

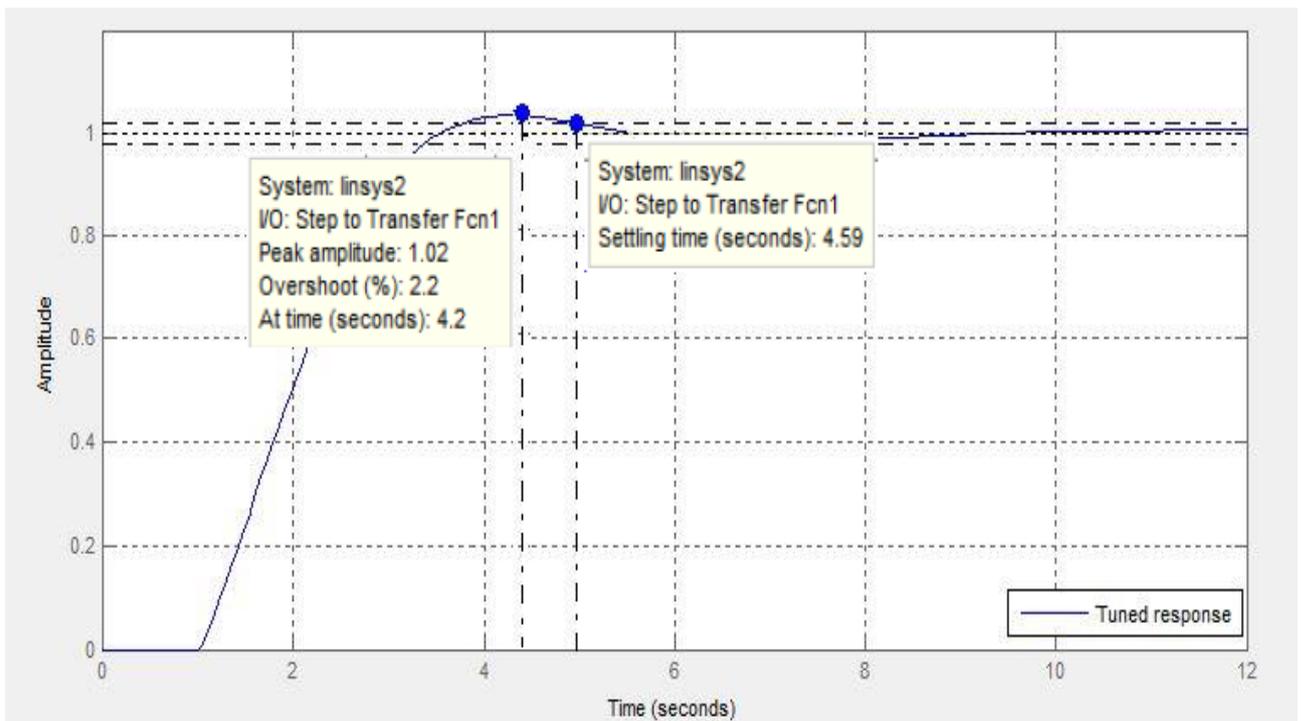


Рисунок 13 – График переходного процесса

Получили монотонный процесс, время переходного процесса составило 4,59 секунд, перерегулирование не значительное и равно 2,2 %. Ошибка регулирования равна нулю.

2.8 Экранные формы автоматизированной системы

Основное рабочее место оператора снабжено персональным компьютером с системой визуализации технологического процесса. Основной рабочий экран системы представлен в виде мнемосхемы с цвето-цифровыми индикаторами процесса (Рисунок 14).

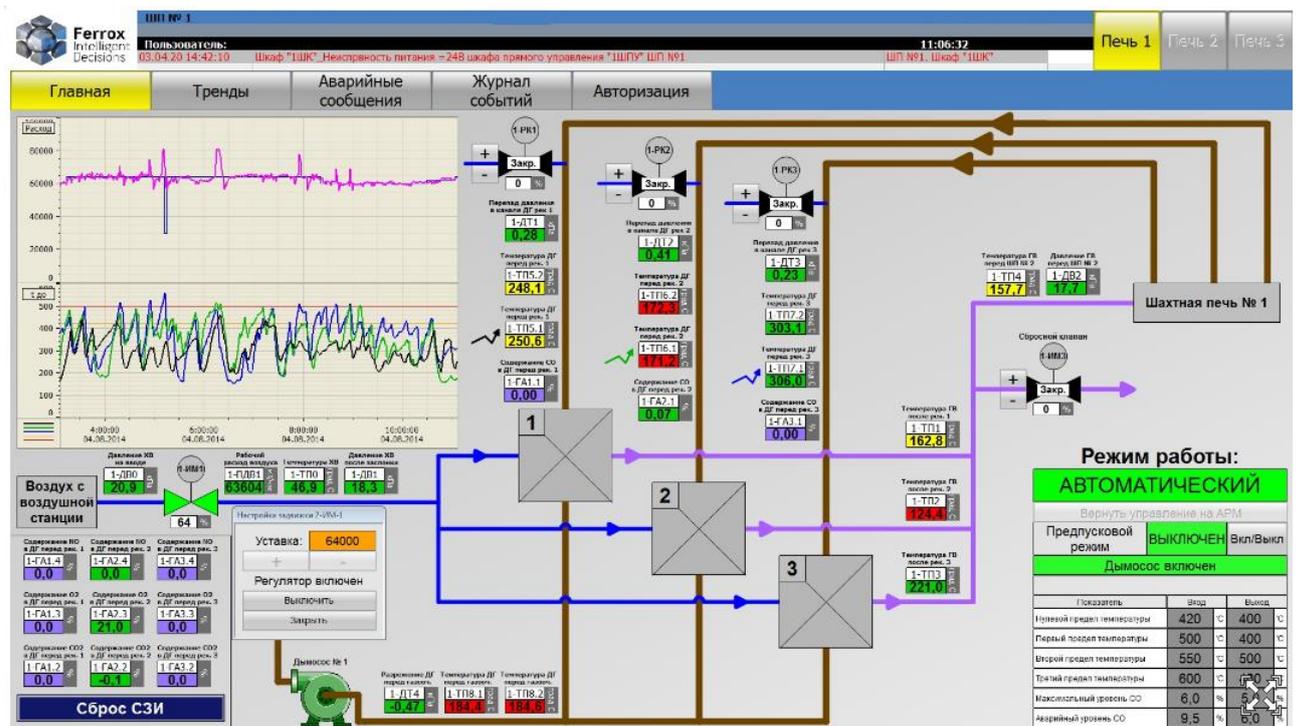


Рисунок 7 – Мнемосхема с цвето-цифровыми индикаторами процесса

При авторизации под пользователем КИПОВЕЦ доступна настройка контрольно-измерительных приборов и цветовой сигнализации значений параметров:

- **КРАСНЫЙ** – сработала верхняя или нижняя аварийная уставка;
- **ЖЕЛТЫЙ** – сработала верхняя или нижняя предупредительная уставка;
- **ЗЕЛЕНый** – значение параметра находится в нормальных пределах;
- **СИРЕНЕВый** – параметр выведен из работы (ремонтный режим).

При авторизации под пользователем АДМИНИСТРАТОР доступна настройка предельного расхода дутьевого воздуха, по достижении которого запускаются автоматические противоаварийные регулирующие процедуры, направленные на снижение расхода дутьевого воздуха на входе в шахтную печь.

В состав системы визуализации также входят экраны для просмотра архивов значений параметров в табличном и графическом виде, журнал аварийных и предупредительных сообщений, журнал-протокол действий оператора, настройки контрольно-измерительных приборов. Набор особо

важных параметров записывается (каждые 20 сек.) и оформляется в виде суточного отчета в файле формата XLS (MS EXCEL).

В случае возникновения аварийных ситуаций, определенных службой эксплуатации, срабатывает функция рассылки SMS-уведомлений об аварии для ответственных лиц.

3 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

В настоящее время перспективность научного исследования определяется не столько масштабом открытия, оценить которое на первых этапах жизненного цикла высокотехнологического и ресурсоэффективного продукта бывает достаточно трудно, сколько коммерческой ценностью разработки. Оценка коммерческой ценности разработки является необходимым условием при поиске источников финансирования для проведения научного исследования и коммерциализации его результатов. Это важно для разработчиков, которые должны представлять состояние и перспективы проводимых научных исследований.

Таким образом, целью выполнения раздела «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение» является расчет затрат на разработку АСУ шахтной печи свинцового завода, проектирование и создание конкурентоспособных разработок, технологий, отвечающих современным требованиям в области ресурсоэффективности и ресурсосбережения.

3.1 Организация и планирование комплекса работ

Планирование комплекса предполагаемых работ осуществляется в следующем порядке:

- определение структуры работ в рамках научного исследования;
- определение участников каждой работы;
- установление продолжительности работ;
- построение графика проведения научных исследований.

Для выполнения научных исследований формируется рабочая группа, в состав которой могут входить научные сотрудники и преподаватели, инженеры, техники и лаборанты, численность групп может варьироваться. По каждому виду запланированных работ устанавливается соответствующая должность исполнителей.

В данном разделе необходимо составить перечень этапов и работ в рамках проведения научного исследования, провести распределение исполнителей по видам работ. Перечень этапов, работ и распределение исполнителей приведен в таблице 6.

Таблица 6 – Перечень этапов, работ и распределение исполнителей

№ раб	Перечень работ	Исполнители	Загрузка исполнителей, %
1.	Постановка целей и задач, получение исходных данных	НР	100
2.	Составление и утверждение ТЗ	НР И	100 20
3.	Подбор и изучение материалов по тематике	НР И	30 100
4.	Разработка календарного плана	НР	100
5.	Обсуждение литературы	НР И	50 100
6.	Описание технологического процесса	И	100
7.	Разработка функциональной схемы автоматизации	И	100
8.	Разработка структурной схемы автоматизации	И	100
9.	Выбор средств реализации	И	100
10.	Разработка схемы соединения внешних проводок	И	100
11.	Разработка алгоритма управления АС	И	100

Продолжение таблицы 6 – Перечень этапов, работ и распределение исполнителей

№ раб	Перечень работ	Исполнители	Загрузка исполнителей, %
12.	Написание раздела «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»	И	100
13.	Написание раздела «Социальная ответственность»	И	100
14.	Оформление расчетно-пояснительной записки	И	100
15.	Разработка графического материала	И	100
16.	Подведение итогов	НР	40
		И	100

3.1.1 Продолжительность этапов работ

Расчет продолжительности этапов работ может осуществляться двумя методами:

- технико-экономическим;
- опытно-статистическим.

Первый применяется в случаях наличия достаточно развитой нормативной базы трудоемкости планируемых процессов, что в свою очередь обусловлено их высокой повторяемостью в устойчивой обстановке. Так как исполнитель работы зачастую не располагает соответствующими нормативами, то используется опытно-статистический метод, который реализуется двумя способами:

- аналоговый;
- экспертный.

Аналоговый способ привлекает внешней простотой и околонулевыми затратами, но возможен только при наличии в поле зрения исполнителя НИР не

устаревшего аналога, т.е. проекта в целом или хотя бы его фрагмента, который по всем значимым параметрам идентичен выполняемой НИР. В большинстве случаев он может применяться только локально – для отдельных элементов (этапов работы).

Экспертный способ используется при отсутствии вышеуказанных информационных ресурсов и предполагает генерацию необходимых количественных оценок специалистами конкретной предметной области, опирающимися на их профессиональный опыт и эрудицию. Для определения вероятных (ожидаемых) значений продолжительности работ $t_{ож}$ применяется формула:

$$t_{ож} = \frac{3 * t_{min} + 2 * t_{max}}{5} \quad (5)$$

где t_{max}, t_{min} – максимальное и минимальное время работ соответственно, дн.

Для выполнения перечисленных работ потребуются следующие специалисты:

- инженер (И);
- научный руководитель (Р).

Для построения линейного графика необходимо рассчитать длительность этапов в рабочих днях, а затем перевести ее в календарные дни. Расчет продолжительности выполнения каждого этапа в рабочих днях ($T_{РД}$) ведется по формуле:

$$T_{РД} = \frac{t_{ож}}{K_{ВН}} * K_{д} \quad (6)$$

Где $t_{ож}$ – продолжительность работ в днях;

$K_{ВН}$ – коэффициент выполнения работ, учитывающий влияние внешних факторов на соблюдение предварительно определенных длительностей, в частности, возможно $K_{ВН} = 1$;

K_D – коэффициент, учитывающий дополнительное время на компенсацию непредвиденных задержек и согласование работ ($K_D = 1 – 1.2$, в этих границах конкретное значение принимает сам исполнитель).

Расчет продолжительности этапа в календарных днях ведется по формуле (7):

$$T_{KD} = T_{RD} * T_K \quad (7)$$

где T_{KD} – продолжительность выполнения этапа в календарных днях;

T_K – коэффициент календарности, позволяющий перейти от длительности работ в рабочих днях к их аналогам в календарных днях, и рассчитываемый по формуле (8):

$$T_K = \frac{T_{КАЛ}}{T_{КАЛ} + T_{ВД} + T_{ПД}} \quad (8)$$

где $T_{КАЛ}$ – календарные дни ($T_{КАЛ} = 366$);

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

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

$$T_K = \frac{T_{КАЛ}}{T_{КАЛ} - T_{ВД} - T_{ПД}} = \frac{366}{366 - 104 - 14} = 1.476$$

Коэффициент календарности равен 1.476.

В таблице 7 приведено определение продолжительности этапов работ и их трудоемкости по исполнителям, занятым на каждом этапе. В столбцах 3-5 реализован экспертный способ по формуле 5. Столбцы 6 и 7 содержат величины трудоемкости этапа для каждого из двух участников проекта (научный руководитель и инженер) с учетом коэффициента $K_D = 1.2$. Каждое из них в отдельности не может превышать соответствующее значение $t_{ож} * K_D$. Столбцы 8 и 9 содержат те же трудоемкости, выраженные в календарных днях путем дополнительного умножения на T_K . Итог по столбцу 5 дает общую ожидаемую продолжительность работы над проектом в рабочих днях, итоги по столбцам 8 и 9 – общие трудоемкости для каждого из участников проекта. Две последних величины далее будут использованы для определения затрат на оплату труда участников и прочие затраты. Величины трудоемкости этапов по

исполнителям $T_{\text{КД}}$ (данные столбцов 8 и 9 кроме итогов) позволяют построить линейный график осуществления проекта (таблица 8).

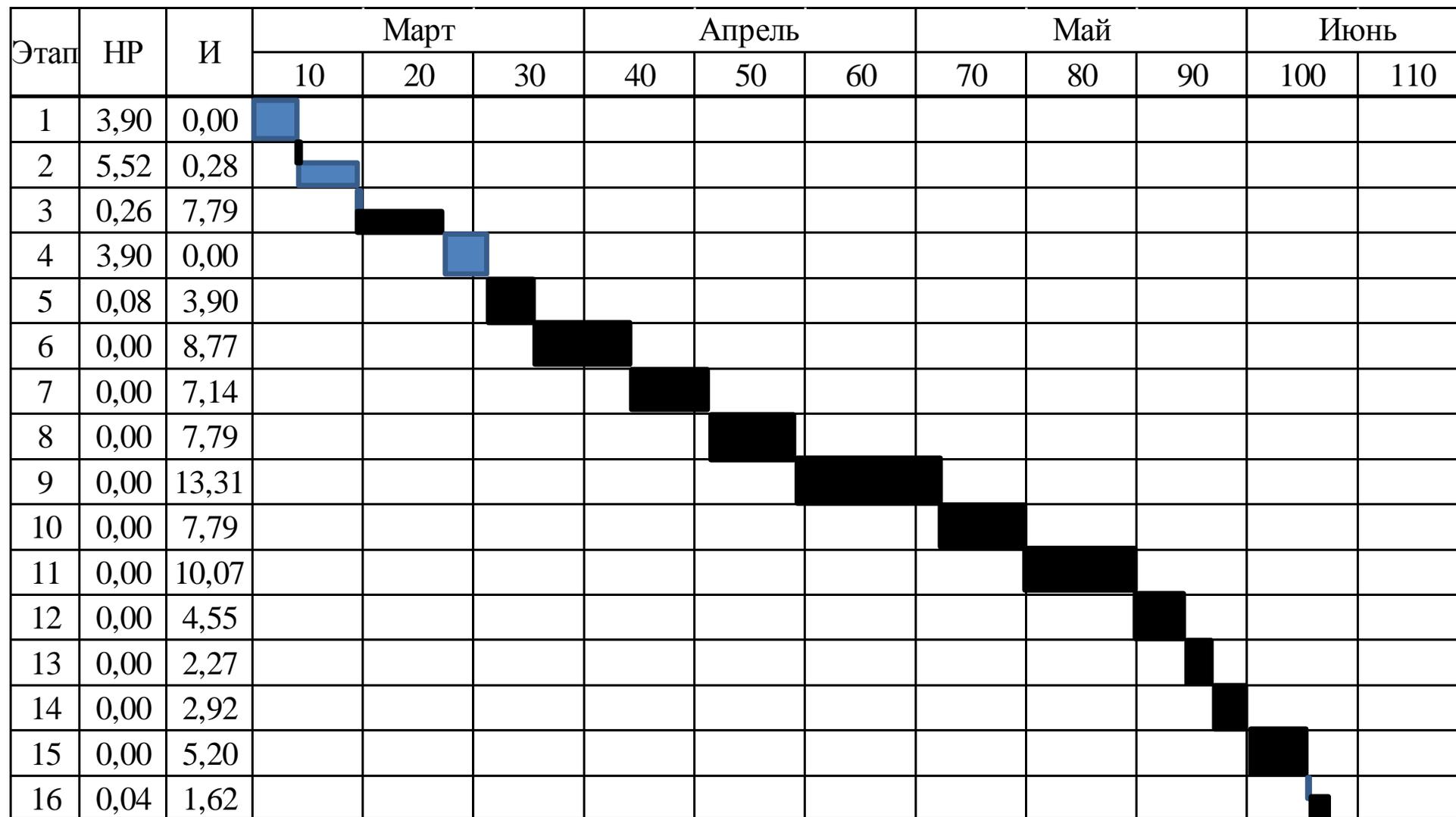
Таблица 7 – Трудозатраты на выполнение проекта

Этап	Исполнители	Продолжительность работ, дни			Трудоемкость работ по исполнителям чел.- дн.			
					T _{РД}		T _{КД}	
		t _{min}	t _{max}	t _{ож}	НР	И	НР	И
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Постановка целей и задач, получение исходных данных	НР	2	3	2,40	2,64	0,00	3,90	0,00
Составление и утверждение ТЗ	НР	3	4	3,40	3,74	0,19	5,52	0,28
Подбор и изучение материалов по тематике	НР	4	6	4,80	0,18	5,28	0,26	7,79
	И							
Разработка календарного плана	НР	2	3	2,40	2,64	0,00	3,90	0,00
Обсуждение литературы	НР	2	3	2,40	0,05	2,64	0,08	3,90
	И							
Описание технологического процесса	И	5	6	5,40	0,00	5,94	0,00	8,77
Разработка функциональной схемы автоматизации	И	4	5	4,40	0,00	4,84	0,00	7,14
Разработка структурной схемы автоматизации	И	4	6	4,80	0,00	5,28	0,00	7,79
Выбор средств реализации	И	7	10	8,20	0,00	9,02	0,00	13,31
Разработка схемы соединения внешних проводок	И	4	6	4,80	0,00	5,28	0,00	7,79
Разработка алгоритма управления АС	И	5	8	6,20	0,00	6,82	0,00	10,07
Написание раздела «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»	И	2	4	2,80	0,00	3,08	0,00	4,55
Написание раздела «Социальная ответственность»	И	1	2	1,40	0,00	1,54	0,00	2,27

Продолжение таблицы 7 – Трудозатраты на выполнение проекта

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Оформление расчетно-пояснительной записки	И	1	3	1,80	0,00	1,98	0,00	2,92
Разработка графического материала	И	2	5	3,20	0,00	3,52	0,00	5,20
Подведение итогов	НР	1	1	1,00	0,03	1,10	0,04	1,62
	И							
ИТОГО				59,40	9,28	56,51	13,69	83,40

Таблица 8 – Линейный график работ



НР ■

И - ■

3.2 Расчет сметы затрат на реализацию проекта

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

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

3.2.1 Расчет затрат на материалы

К данной статье расходов относится стоимость материалов, покупных изделий, полуфабрикатов и других материальных ценностей, расходуемых непосредственно в процессе выполнения работ над объектом проектирования. Сюда же относятся специально приобретенное оборудование, инструменты и прочие объекты, относимые к основным средствам, стоимостью до 40 000 руб. включительно. Цена материальных ресурсов определяется по соответствующим ценникам или договорам поставки. Кроме того статья включает так называемые транспортно-заготовительные расходы, связанные с транспортировкой от поставщика к потребителю, хранением и прочими процессами, обеспечивающими движение (доставку) материальных ресурсов от поставщиков к потребителю. Сюда же включаются расходы на совершение сделки купли-продажи (т.н. транзакции). Приблизительно они оцениваются в процентах к отпускной цене закупаемых материалов, как правило, это

(5 ÷ 20) %. Исполнитель работы самостоятельно выбирает их величину в указанных границах. В таблице 9 приведен расчет затрат на материалы.

Таблица 9 – Расчет затрат на материалы

Наименование материалов	Цена за ед., руб	Кол-во, ед.	Сумма, руб.
Бумага для принтера формат А4 (упаковка)	300	1	300
Картридж для принтера (ч/б)	890	1	890
Канцелярские товары	600	1	600
Лицензия ПО Microsoft Office	2 990	1	2 990
Доступ в интернет (месяц)	350	4	1 400
Итого:			6 180

Допустим, что ТЗР составляют 5 % от отпускной цены материалов, тогда расходы на материалы с учетом ТЗР равны $C_{\text{мат}} = 6\,180 * 1,05 = 6\,489$ руб.

3.2.2 Расчет заработной платы

Данная статья расходов включает заработную плату научного руководителя и инженера (в его роли выступает исполнитель проекта), а также премии, входящие в фонд заработной платы. Расчет основной заработной платы выполняется на основе трудоемкости выполнения каждого этапа и величины месячного оклада исполнителя. Величины месячных окладов (МО) для сотрудников ТПУ можно получить на его портале (*Главная → Структура ТПУ → Управление первого проректора → Планово-финансовый отдел → Регламентирующие документы*). Оклад инженера принимается равным окладу соответствующего специалиста низшей квалификации в организации, где исполнитель проходил преддипломную практику. При отсутствии такового берется оклад инженера собственной кафедры (лаборатории).

Средне-тарифная заработная плата рассчитывается по формуле:

$$ЗП_{\text{дн-т}} = \frac{МО}{20.75} \quad (9)$$

где МО – месячный оклад для сотрудников ТПУ, руб.;

20,75 – среднее количество рабочих дней в месяце, учитывающей, что в году 301 рабочий день и, следовательно, для 5-дневной недели количество рабочих дней равно 249.

Пример расчета затрат на полную заработную плату приведены в таблице 10. Затраты времени по каждому исполнителю в рабочих днях с округлением до целого взяты из таблицы 7. Для учета в ее составе премий, дополнительной зарплаты и районной надбавки используется следующий ряд коэффициентов: $K_{\text{ПР}} = 1,1$; $K_{\text{доп.ЗП}} = 1,188$; $K_{\text{р}} = 1,3$. Таким образом, для перехода от тарифной (базовой) суммы заработка исполнителя, связанной с участием в проекте, к соответствующему полному заработку (зарплатной части сметы) необходимо первую умножить на интегральный коэффициент $K_{\text{и}} = 1,1 * 1,188 * 1,3 = 1,699$. Вышеуказанное значение $K_{\text{доп.ЗП}}$ применяется при шестидневной рабочей неделе, при пятидневной оно равно 1,113, соответственно в этом случае $K_{\text{и}} = 1,59$.

Таблица 10 – Затраты на заработную плату

Исполнитель	Оклад, руб./мес.	Среднедневная ставка, руб./раб.день	Затраты времени, раб.дни	Коэффициент	Фонд з/платы, руб.
НР	29 568	1 424.96	9	1,699	21 789.1
И	9489	457.3	57	1.59	41 445.1
Итого:					63 234.2

3.2.3 Расчет затрат на социальный налог

Затраты на единый социальный налог (ЕСН), включающий в себя отчисления в пенсионный фонд, на социальное и медицинское страхование, составляют 30 % от полной заработной платы по проекту, т.е.

$$C_{\text{соц}} = C_{\text{ЗП}} * 0.3 \quad (10)$$

Итак, в нашем случае

$$C_{\text{соц}} = 63\,234.2 * 0.3 = 18\,970.26 \text{ руб.}$$

3.2.4 Расчет затрат на электроэнергию

Данный вид расходов включает в себя затраты на электроэнергию, потраченную в ходе выполнения проекта на работу используемого оборудования, рассчитываемые по формуле:

$$C_{\text{эл.об}} = P_{\text{об}} * t_{\text{об}} * Ц_{\text{э}} \quad (11)$$

где $P_{\text{об}}$ – мощность, потребляемая оборудованием, кВт;

$Ц_{\text{э}}$ – тариф на 1 кВт·час;

$t_{\text{об}}$ – работы оборудования, час. (Для ТПУ $Ц_{\text{э}} = 6.59 \frac{\text{руб}}{\text{кВт}\cdot\text{час}}$ (с НДС)).

Время работы оборудования вычисляется на основе итоговых данных таблицы 7 для инженера ($T_{\text{рд}}$) из расчета, что продолжительность рабочего дня равна 8 часов.

$$t_{\text{об}} = T_{\text{рд}} * K_{\text{т}} \quad (12)$$

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

Мощность, потребляемая оборудованием, определяется по формуле:

$$P_{\text{об}} = P_{\text{ном}} * K_{\text{с}}, \quad (13)$$

где $P_{\text{ном}}$ – номинальная мощность оборудования, кВт;

$K_{\text{с}} \leq 1$ – коэффициент загрузки, зависящий от средней степени использования номинальной мощности. Для технологического оборудования малой мощности $K_{\text{с}} = 1$.

В таблице 11 приведен расчет электроэнергии для технологических целей.

Таблица 11 – Затраты на электроэнергию технологическую.

Наименование оборудования	Время работы оборудования $t_{\text{ОБ}}$, час	Потребляемая мощность $P_{\text{ОБ}}$, кВт	Затраты $\text{Э}_{\text{ОБ}}$, руб.
Персональный компьютер	452*0.8	0.3	714.88
Принтер (ч/б)	452*0.05	0.1	14.89
Итого:			729.77

3.2.5 Расчет амортизационных расходов

В разделе «Амортизационные отчисления» рассчитывается амортизация используемого оборудования за время выполнения проекта. Используется формула

$$C_{\text{АМ}} = \frac{N_{\text{А}} * C_{\text{ОБ}} * t_{\text{рф}} * n}{F_{\text{д}}} \quad (14)$$

где $N_{\text{А}}$ - годовая сумма амортизации единицы оборудования

$C_{\text{ОБ}}$ – стоимость единицы оборудования с учетом ТЗР, руб.

$F_{\text{д}}$ – действительный годовой фонд времени работы соответствующего оборудования, час;

$t_{\text{рф}}$ – фактическое время работы оборудования в ходе выполнения проекта, час;

n – число задействованных однотипных единиц оборудования.

Норма амортизация ПК определяется следующим образом (15):

$$N_{\text{А}}(\text{ПК}) = \frac{1}{C_{\text{А}}} = \frac{1}{2,5} = 0,4 \quad (15)$$

где $C_{\text{А}}$ – срок амортизации ПК (2-3 года).

Норма амортизации принтера ч/б (16):

$$N_{\text{А}}(\text{пр ч/б}) = \frac{1}{C_{\text{А}}} = \frac{1}{2} = 0,5 \quad (16)$$

Тогда

$$C_{AM}(ПК) = \frac{0,4*45000*361,6*1}{2384} = 2\,730,2 \text{ руб}$$

$$C_{AM}(пр ч/б) = \frac{0,5*12000*22,6*1}{500} = 271,2 \text{ руб} \quad (17)$$

Общие амортизационные отчисления составят:

$$C_{AM} = 2\,730,2 + 271,2 = 3\,001,4 \text{ руб.}$$

3.2.6 Расчет прочих расходов

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

$$\begin{aligned} C_{проч} &= (C_{МАТ} + C_{ЗП} + C_{СОЦ} + C_{ЭЛ.ОБ} + C_{AM}) * 0.1 \\ &= (6\,489 + 63\,234.2 + 18\,970.26 + 729.77 + 3\,001.4) * 0.1 \\ &= 9\,242.5 \text{ руб.} \end{aligned}$$

3.2.7 Расчет общей себестоимости разработки

В таблице 12 после проведения расчетов по всем статьям сметы затрат на разработку, можно определить общую себестоимость нашего проекта.

Таблица 12 – Расчет общей себестоимости разработки

Статья затрат	Условное обозначение	Сумма, руб.
Материалы и покупные изделия	$C_{МАТ}$	6 489
Основная заработная плата	$C_{ЗП}$	63 234.2
Отчисления в социальные фонды	$C_{СОЦ}$	18 970.26
Расходы на электроэнергию	$C_{ЭЛ.}$	729.77
Амортизационные отчисления	$C_{ам}$	3 001.4
Прочие расходы	$C_{проч}$	9 242.5
Итого:		101 667.13

Таким образом, затраты на разработку составили $C = 101\,667.13$

3.2.8 Расчёт прибыли

Прибыль проекта составляет 20% от расходов на разработку проекта.

$$П = 101\,667.13 * 0.2 = 20\,333.43 \text{ руб.}$$

3.2.9 Расчёт НДС

Так как НДС составляет 20% от суммы затрат на разработку и прибыль.

$$\text{Тогда в нашем случае НДС} = (101\,667.13 + 20\,333.43) * 0,2 = 24\,400.11 \text{ руб.} \quad (18)$$

3.2.10 Цена разработки НИР

Цена равна сумме полной себестоимости, прибыли и НДС, в нашем случае $C_{\text{НИР}} = 101\,667.13 + 20\,333.43 + 24\,400.11 = 146\,400.67 \text{ руб.}$ (19)

3.3 Оценка экономической эффективности проекта

Экономический эффект от внедрения системы достигается за счет сокращения числа простоев работы установки, повышения точности проводимых измерений, что в свою очередь приводит к повышению КПД управляемой установки и как следствие – к снижению эксплуатационных расходов или при необходимости – к повышению ее производительности. Так как количественные экономические параметры процесса эксплуатации (например, затраты на содержание обслуживающего персонала) установки не известны, то определение показателей экономической эффективности внедрения разработанной АСУТП в рамках представленной ВКР определить невозможно [12].

4 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

4.1. Специальные (характерные для проектируемой рабочей зоны)

правовые нормы трудового законодательства

Согласно Трудового кодекса Российской Федерации от 30.12.2001 №1 197-ФЗ (ред. от 27.12.2018)каждый работник имеет право на:

- рабочее место, соответствующее требованиям охраны труда;
- обязательное социальное страхование от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний в соответствии с федеральным законом;
- получение достоверной информации от работодателя, соответствующих государственных органов и общественных организаций об условиях и охране труда на рабочем месте, о существующем риске повреждения здоровья, а также о мерах по защите от воздействия вредных и (или) опасных производственных факторов;
- отказ от выполнения работ в случае возникновения опасности для его жизни и здоровья вследствие нарушения требований охраны труда, за исключением случаев, предусмотренных федеральными законами, до устранения такой опасности;
- обеспечение средствами индивидуальной и коллективной защиты в соответствии с требованиями охраны труда за счет средств работодателя;
- обучение безопасным методам и приемам труда за счет средств работодателя;
- личное участие или участие через своих представителей в рассмотрении вопросов, связанных с обеспечением безопасных условий труда на его рабочем месте, и в расследовании происшедшего с ним несчастного случая на производстве или профессионального заболевания;
- внеочередной медицинский осмотр в соответствии с медицинскими рекомендациями с сохранением за ним места работы (должности) и среднего заработка во время прохождения указанного медицинского осмотра;

- гарантии и компенсации, установленные в соответствии с настоящим Кодексом, коллективным договором, соглашением, локальным нормативным актом, трудовым договором, если он занят на работах с вредными и (или) опасными условиями труда.

- повышенные или дополнительные гарантии и компенсации за работу на работах с вредными и (или) опасными условиями труда могут устанавливаться коллективным договором, локальным нормативным актом с учетом финансово-экономического положения работодателя.

4.2 Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны

ГОСТ 22269-76 распространяется на индивидуальные рабочие места операторов стационарных и подвижных объектов системы "человек-машина" и устанавливает общие эргономические требования к взаимному расположению элементов рабочего места: пульта управления, средств отображения информации, органов управления, кресла, вспомогательного оборудования.

При взаимном расположении элементов рабочего места необходимо учитывать:

- рабочую позу человека-оператора;
- пространство для размещения человека-оператора;
- возможность обзора элементов рабочего места;
- возможность обзора пространства за пределами рабочего места;
- возможность ведения записей, размещения документации и материалов, используемых человеком-оператором.

Взаимное расположение элементов рабочего места должно обеспечивать необходимые зрительные и звуковые связи между оператором и оборудованием, а также между операторами.

При расположении элементов рабочего места должны быть предусмотрены необходимые средства защиты человека-оператора от воздействия опасных и вредных факторов, предусмотренных ГОСТ 12.0.003-74, а также условия для экстренного ухода человека-оператора с рабочего места.

Взаимное расположение пульта управления, кресла, органов управления и средств отображения информации должно производиться в соответствии с антропометрическими показателями, структурой деятельности, психофизиологическими и биомеханическими характеристиками человека-оператора.

5 Профессиональная социальная ответственность

5.1 Анализ вредных и опасных факторов, которые может создать объект исследования

Первопричиной всех травм и заболеваний, связанных с процессом труда, является неблагоприятное воздействие на организм занятого трудом человека тех или иных факторов производственной среды и трудового процесса. Это воздействие, приводящее в различных обстоятельствах к различным результирующим последствиям, зависит от наличия в условиях труда того или иного фактора, его потенциально неблагоприятных для организма человека свойств, возможности его прямого или опосредованного действия на организм, характера реагирования организма в зависимости от интенсивности и длительности воздействия (экспозиции) данного фактора.

Классификации опасных и вредных производственных факторов, устанавливаемые ГОСТом 12.0.003-2015 ССБТ, могут быть использованы непосредственно при построении методик идентификации опасных и вредных производственных факторов и оценки риска их воздействия на организм работающих, а также могут послужить основой разработки конкретных нормативных актов и (или) классификаторов.

5.2 Анализ вредных и опасных факторов, которые могут возникнуть на производстве при внедрении объекта исследования

Таблица 63 - Возможные опасные и вредные факторы

Факторы (ГОСТ 12.0.003-2015)	Этап работ			Нормативные документы
	Разработка	Изготовление	Эксплуатация	
1	2	3	4	5

Продолжение таблицы 13 – Возможные опасные и вредные факторы

1	2	3	4	5
1. Недостаточная освещенность рабочего места;		+	+	Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещенному освещению жилых и общественных зданий СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03
2. Повышенный уровень шума на рабочем месте;	+	+	+	Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки СН 2.2.4/2.1.8.562-96
3. Повышенная или пониженная влажность воздуха;	+	+	+	Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений СанПиН 2.2.4.548-96
4. Повышенная или пониженная температура воздуха рабочей зоны;	+	+	+	Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны ГОСТ 12.1.005-88 ССБТ.
5. Повышенная запыленность или загазованность воздуха рабочей зоны;	+	+	+	Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности ГОСТ 12.1.007-76 ССБТ.
6. Электрический ток	+		+	Система стандартов безопасности труда. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты ГОСТ Р 12.1.019-2009

5.3 Обоснование мероприятий по защите персонала предприятия от действия опасных и вредных факторов

Требованиями безопасности предусматривается необходимость проведения мероприятий по предотвращению на работников опасных и вредных производственных факторов. С учетом этого на предприятии разработан план по улучшению условий труда. Объекты оценки рассматриваются во взаимосвязи с установленными ранее согласно таблице 13.

Освещенность рабочей зоны

Для безопасной работы человека необходимо, чтобы в помещении присутствовало как естественное освещение, так и искусственное. Для искусственного освещения применяют люминесцентные лампы типа ЛБ. Норма освещенности в кабинете должна быть $E_n = 200$ лк. Пульсация при работе с ноутбуком не должна превышать 5 % по СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03. Увеличение коэффициента данного параметра снижает зрительную работоспособность, повышает утомляемость, негативно воздействует на нервные элементы головного мозга, а также фоторецепторные элементы сетчатки глаз. Для снижения пульсации лучше использовать светильники, в которых лампы работают от переменного тока частотой 400 Гц и выше.

Уровень шума

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

Предельные уровни звукового давления и предельные уровни звука приняты согласно СН 2.2.4/2.1.8.562-96.

Известны три основных направления борьбы с шумом:

1. Уменьшение уровня шума в источнике возникновения, применение рациональных конструкций, новых материалов и технологических процессов.

2. Звукоизоляция оборудования с помощью глушителей, резонаторов, кожухов, ограждающих конструкций, отделки стен, потолка, пола и т.д.

3. Использование средств индивидуальной защиты.

Средства индивидуальной защиты от шума - противошумы - используют тогда, когда технические средства не обеспечивают его снижение до безопасного уровня. Тип средства против шума выбирают по уровню и спектру шума. Применяют десятки вариантов вкладышей (втулки, тампоны и т.п.), наушники и шлемы для изоляции наружного слухового прохода от шума различного спектрального состава. К противошумным вкладышам, которые вставляют в слуховой проход, принадлежат заглушки в виде тампонов, резиновые колпачки, цилиндры из специального пенопласта, пластиковые вкладыши (изготовлены индивидуально по форме слухового прохода), а также вкладыши одноразового использования. Эффективными считаются вкладыши из смеси волокон органической бактерицидной ваты и ультратонких полимерных волокон - беруши.

Удобными по эксплуатации и гигиены являются противошумные наушники. Противошумные шлемы - громоздкие и дорогие, их используют при очень высоких уровнях шума в комбинации с наушниками и противошумовыми костюмами. Использование средств против шума позволяет избежать не только снижения слуха, но и нарушение функций нервной системы. Уменьшение продолжительности контакта с шумом, применения рационального режима труда и отдыха, периодического кратковременного отдыха от шума в течение рабочего дня, совмещение профессий в условиях шума и его отсутствия значительно снижают негативное влияние шума.

Микроклимат

Микроклимат помещения – это комплекс физических факторов внутренней среды помещения, которые оказывают влияние на здоровье человека. Оптимальные и допустимые значения параметров микроклимата, приняты согласно СанПиН 2.2.4.548-96.

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

Вредные вещества в воздухе рабочей зоны

При шахтной плавке могут выделяться следующие вредные соединения:

- пыли содержащие свинец и его соединения;
- газы, содержащие двуокись серы и окись углерода.

Таблица 14 – Предельно допустимая концентрация вредных веществ в воздухе рабочей зоны

Вредные вещества	Класс опасности	ПДК
Свинец и его соединения	1	0,005 мг/м ³
Двуокиси серы	2	10 мг/м ³
Свинцовые пыли	1	4 мг/м ³

Свинец и его соединения, поступая в организм человека через органы дыхания и пищеварительный тракт, вызывают изменения в нервной системе, сосудах и крови, приводящие к хроническому заболеванию (свинцовая интоксикация). В качестве средств защиты применяют фильтрующие полумаски.

Электробезопасность

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

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

Организационные мероприятия для защиты от поражения электрическим током:

– перед началом работы оператор должен убедиться в отсутствии висящих проводов, в целостности провода питания, а также в отсутствии видимых токоведущих частей;

– оператору запрещается прикасаться к задней панели системного блока при включенном питании;

– оператору запрещается самостоятельное вскрытие и ремонт оборудования;

– все работы по устранению неисправностей должен проводить квалифицированный персонал с исправным инструментом;

– оператор должен не допускать попадание влаги на поверхность устройств.

6 Экологическая безопасность

6.1 Анализ влияния объекта исследования на окружающую среду

Отходящие газы процессов плавки и фьюмингования шлаков подлежат очистке перед выбросом в атмосферу. Технологические и вентиляционные газы шахтных печей, шлаковозгоночной установки проходят очистку в отделении пылеулавливания химико-металлургического цеха с последующим выбросом через трубы отделения пылеулавливания. Газы, выделяющиеся в помещение цеха от ковшей с расплавом свинца, удаляются в атмосферу через аэрационный фонарь плавильного цеха. Часть газов, не содержащих пыль – вентгазы помещения цеха и пар от зумпфа грануляции шлака – выбрасывается в атмосферу через дефлекторы плавильного цеха и свечу системы грануляции шлака.

Загрязнение атмосферы

При плавке 1 т металла выделяется (900-1200) м³ колошникового газа, содержащего оксиды углерода, серы, азота, пары масел, полидисперсную пыль и др. Количество выбросов зависит от расхода дутья. Химический состав пыли зависит от состава металлозавалки, топлива, условий работы и может колебаться в следующих пределах (%): SiO₂ - 20-50; CaO - 2-12; Al₂O₃ - 0,5-4; (FeO+Fe₂O₃) - 10-36; MnO - 0,5-2,5; C - 30-45. Медианный размер пыли в открытых вагранках при холодном дутье - 70 мкм, при горячем - 20 мкм, а в закрытых - 35 мкм.

Примерный химический состав пыли (%): Fe₂O₃ - 56,8; CaO - 6,9; Al₂O₃ - 5,0; SiO₂ - 6,9; Mn₂O₃ - 10,0; MgO - 5,8; остальное - хлориды, оксиды хрома и фосфора. При плавке в индукционных печах по сравнению с электродуговыми выделяется незначительное количество газов и в 5-6 раз меньше пыли, по размеру более крупной.

Источниками интенсивного пылеобразования является оборудование землеприготовительного отделения (дробилки, мельницы, сита и др.), транспортное оборудование и др. Установлено, что литейный цех с годовой программой 100 тыс.т литья, оборудованный пылеуловителями с

эффективностью очистки (70-80) %, выбрасывает в окружающий воздух до 1 тыс.т пыли в год. Местными выделениями пыли сопровождаются погрузочно-разгрузочные операции с песком, сушка форм.

Интенсивное выделение пыли происходит также при выбивке, обрубке литников и очистке полученных отливок. Источниками выделения пыли являются выбивные решетки, очистные барабаны, обдирочно-шлифовальные станки. Использование вибрационных машин, гидropескоструйных установок и ручного пневматического инструмента приводит к загрязнению воздуха рабочей зоны плавильных цехов мелкодисперсной пылью. Запыленность воздушной зоны достигает (10-50) мг/м³, доходя иногда до 150 мг/м³, что в десятки раз превышает ПДК.

Производственные сточные воды

Основными видами загрязнений сточных вод на предприятиях являются механические взвеси (песок, окалина, металлическая стружка и пыль, флюсы, волокна хлопчатки и т.п.) и минеральные масла.

В плавильных цехах вода используется в основном для охлаждения печей. Также вода используется на операциях гидравлической выбивки стержней, транспортировки и промывки формовочной земли в отделениях регенерации, а также на гидротранспорт отходов горелой земли. Образующиеся при этом сточные воды загрязнены глиной, песком, зольными остатками от выгоревшей части стержневой смеси и связующими добавками формовочной смеси. Массовая концентрация взвесей может достигать 5 кг/м³. Загрязнение сточных вод минеральными маслами и другими нефтепродуктами возможно за счет утечек из систем смазки и маслохозяйств.

Количество в стоках плавающего масла колеблется от нескольких миллиграммов до сотен граммов на литр воды и зависит от организации технологического процесса, состояния оборудования и трубопроводов, общей культуры производства.

Сточные воды от шахтных печей и электроотстойников направляются на повторное использование. На узле грануляции шлака организован локальный водооборот.

6.2 Анализ влияния процесса эксплуатации объекта на окружающую среду

Санитарно-защитная зона — специальная территория с особым режимом использования, которая устанавливается вокруг объектов и производств, являющихся источниками воздействия на среду обитания и здоровье человека. Размер санитарно-защитной зоны обеспечивает уменьшение воздействия загрязнения на атмосферный воздух (химического, биологического, физического) до значений, установленных гигиеническими нормативами.

По своему функциональному назначению санитарно-защитная зона является защитным барьером, обеспечивающим уровень безопасности населения при эксплуатации объекта в штатном режиме. Ориентировочный размер санитарно-защитной зоны определяется СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200-03 на время проектирования и ввода в эксплуатацию объекта, в зависимости от класса опасности предприятия (всего пять классов опасности, с I по V).
Промышленные объекты и производства первого класса I — 1000 м;
Промышленные объекты и производства второго класса II — 500 м;
Промышленные объекты и производства третьего класса III — 300 м;
Промышленные объекты и производства четвертого класса IV — 100 м;
Промышленные объекты и производства пятого класса V — 50 м.

Территорию санитарно-защитной зоны, которая составляет не менее 15% всей площади предприятия, благоустраивают и озеленяют. Со стороны селитебной территории надлежит предусмотреть полосу древеснокустарниковых насаждений шириной не менее 50 м, а при ширине зоны до 100 м - не менее 20 м.

6.3 Обоснование мероприятий по защите окружающей среды

Мероприятия, направленные на сокращение и уменьшение воздействия на окружающую среду, условно подразделяются на профилактические и технологические.

Профилактические обеспечивают безаварийную работу оборудования.

Технологические способствуют сокращению объемов выбросов и снижению их приземных концентраций.

Общие профилактические мероприятия, направленные на сокращение и уменьшение воздействия на окружающую среду.

Общие технологические мероприятия, направленные на сокращение и уменьшение воздействия на окружающую среду:

- покрытие оборудования и трубопроводов антикоррозионной изоляцией;
- защита оборудования от атмосферной коррозии;
- система постоянного контроля регламентированных значений технологических параметров, автоматическое регулирование и система ПАЗ при отклонении от заданных параметров для предупреждения аварийных ситуаций.

Защита атмосферы от вредных выбросов и выделений сводится к обеспечению концентраций вредных веществ в воздухе рабочей зоны и приземном слое атмосферы равным или менее ПДК.

Цель достигается применением следующих методов и средств: рациональным размещением источников вредных выбросов по отношению к населенным зонам и рабочим местам; рассеиванием вредных веществ в атмосфере для снижения концентраций в ее приземном слое, удалением вредных выделений от источника образования посредством местной или общеобменной вытяжной вентиляции; применением средств очистки воздуха от вредных веществ; применением СИЗ.

Рациональное размещение предусматривает максимально возможное удаление промышленных объектов-загрязнителей воздуха от населенных зон,

создание вокруг них санитарно-защитных зон; учет рельефа местности и преобладающего направления ветра при размещении источников загрязнений и жилых зон по отношению друг к другу.

7 Безопасность в чрезвычайных ситуациях

7.1 Анализ вероятных ЧС, которые может инициировать объект исследований

Наиболее распространенными источниками возникновения чрезвычайных ситуаций техногенного характера являются пожары и взрывы, которые происходят:

- на промышленных объектах;
- на объектах добычи, хранения и переработки легковоспламеняющихся, горючих и взрывчатых веществ;
- на транспорте;
- в шахтах, горных выработках, метрополитенах;

Пожар – это вышедший из-под контроля процесс горения, уничтожающий материальные ценности и создающий угрозу жизни и здоровью людей.

Основными причинами пожара являются: неисправности в электрических сетях, нарушение технологического режима и мер пожарной безопасности (курение, разведение открытого огня, применение неисправного оборудования и т.п.).

Основными опасными факторами пожара являются тепловое излучение, высокая температура, отравляющее действие дыма (продуктов сгорания: окиси углерода и др.) и снижение видимости при задымлении. Критическими значениями параметров для человека, при длительном воздействии указанных значений опасных факторов пожара, являются:

- температура – 70° С;
- плотность теплового излучения – 1,26 кВт/м²;
- концентрация окиси углерода – 0,1% объема;
- видимость в зоне задымления – 6-12 м.

7.2 Обоснование мероприятий по предотвращению ЧС и разработка порядка действия в случае возникновения ЧС

Мероприятия по обеспечению пожарной безопасности станции разработаны с целью создания оптимальной системы противопожарной защиты, способной обеспечить необходимый уровень пожарной безопасности.

Пожарная безопасность на станции обеспечивается расположением зданий, сооружений и наружных установок в соответствии с противопожарными нормами, выбором конструкции и материалов зданий и сооружений, техническими мероприятиями. Составлен план ликвидации возможных аварий, утвержденный главным инженером предприятия и согласован с местными органами Госпожнадзора.

В случае возникновения ЧС, необходимо действовать согласно ГОСТ Р 22.0.01-2016:

- немедленно покинуть место аварии по ближайшему маршруту;
- явиться к месту сбора, который обозначен в плане ликвидации аварии;
- в дальнейшем выполнять указания ответственного руководителя аварийных работ.

В случае получения травмы самим или рядом работающим, оказать первую помощь, обратиться в здравпункт. В случае обнаружения нарушений требований правил безопасности, необходимо немедленно сообщить мастеру [13]

В данном разделе объект исследования (шахтная печь) рассматривался с точки зрения социальной ответственности. Были проанализированы:

- правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности;
- производственная безопасность;
- экологическая безопасность;
- безопасность в чрезвычайных ситуациях.

В ходе анализа производственной безопасности был выявлен перечень вредных и опасных факторов, которые могут возникнуть при разработке, изготовлении и эксплуатации, а именно:

- недостаточная освещенность;
- повышенный уровень шума;
- нарушение микроклимата;
- воздействие электрического тока.

Из проведенного исследования можно сделать вывод, что объект исследования не несет опасности для человека и окружающей среды с учетом соблюдения всех вышеперечисленных указаний.

Заключение

В результате выполненной работы была разработана система автоматизированного управления шахтной печи. В ходе работы был изучен технологический процесс шахтной печи плавильного цеха свинцового завода. Были разработаны структурная и функциональная схемы автоматизации, позволяющие определить состав необходимого оборудования и количество каналов передачи данных и сигналов. В данной выпускной квалификационной работе была разработана схема внешних проводок, позволяющая понять систему передачи сигналов от полевых устройств на щит КИПиА и АРМ оператора и, в случае возникновения неисправностей, легко их устранить. Для управления технологическим оборудованием и сбором данных были разработаны алгоритмы. Для поддержания расхода был разработан алгоритм автоматического регулирования (ПИД-регулятор).

Таким образом, спроектированная САУ не только удовлетворяет текущим требованиям к системе автоматизации, но и имеет высокую гибкость, позволяющую изменять и модернизировать разработанную САУ в соответствии с возрастающими в течение всего срока эксплуатации требованиям.

Список используемых источников

1. Свинцовое производство [Электронный ресурс]:– Режим доступа: https://electrozinc.ugmk.com/ru/activity/primary_production/lead/ свободный (Дата обращения 2020.04.10).
2. Организация работы шахтной печи для восстановительной плавки [Электронный ресурс]:– Режим доступа <http://ctcmetar.ru/metallurgiya-svinca/8851-organizaciya-raboty-shahtnoy-pechi-dlya-vosstanovitelnoy-plavki-svinca.html> свободный (Дата обращения 2020.04.13).
3. Структурная схема АС [Электронный ресурс]:– Режим доступа <https://yandex.kz/turbo?text=https%3A%2F%2Fwww.asutpp.ru%2Fstrukturnaya-skhema-asu-tp.html> свободный (Дата обращения 2020.04.15).
4. Громаков Е. И. Проектирование автоматизированных систем: учебно-методическое пособие. – Томск: Томский политехнический университет, 2010. – 173 с.
5. SIMATIC S7-1200C [Электронный ресурс]:– Режим доступа <https://new.siemens.com/ru/ru/produkty/avtomatizacia/sistemy-avtomatizacii/promyshlennye-sistemy-simatic/kontroller-simatic/s7-1200.html> свободный (Дата обращения 2020.04.20).
6. Термопара Omnigrad S TAF16 [Электронный ресурс]:– Режим доступа <http://www.pkimpex.ru/opisanie/termopara-omnigrad-s-taf16> свободный (Дата обращения 2020.04.20).
7. Cerabar S PMC71 [Электронный ресурс]:– Режим доступа <http://www.pkimpex.ru/opisanie/datchik-davleniya-cerabar-s-pmc71> свободный (Дата обращения 2020.04.21).
8. Кориолисовый расходомер Promass 80F [Электронный ресурс]:– Режим доступа <http://www.pkimpex.ru/opisanie/raskhodomer-promass-80f> свободный (Дата обращения 2020.04.21).
9. Механизмы группы МЭО [Электронный ресурс]:– Режим доступа https://ukenergomash.ru/mechanizm_meo_630 свободный (Дата обращения 2020.04.25).

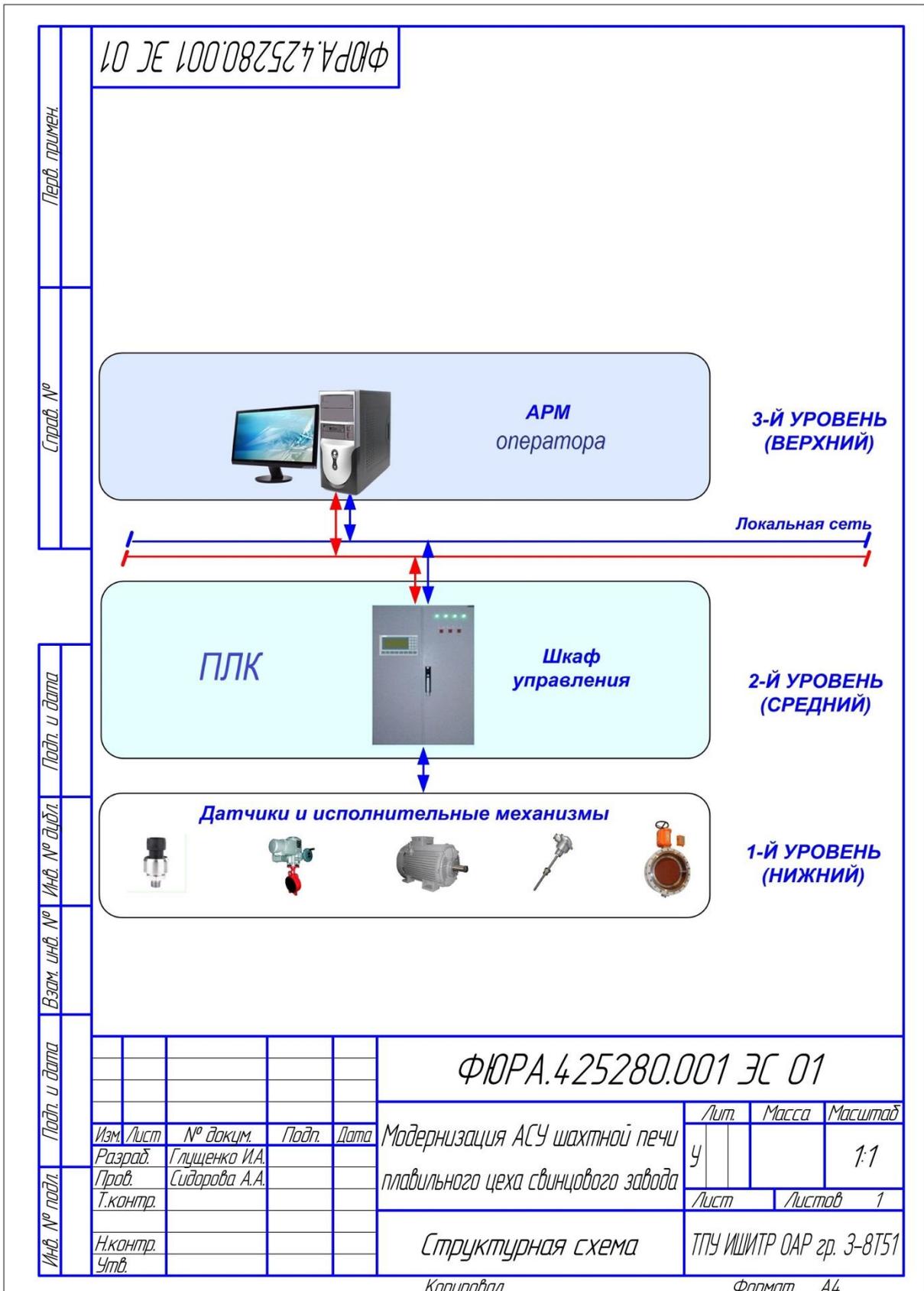
10. ARUSH103 Задвижка чугунная с обрезиненным клином с электроприводом [Электронный ресурс]:– Режим доступа <http://www.elbz.ru/shop.php?cid=1107> свободный (Дата обращения 2020.04.26).

11. Теория автоматического управления [Электронный ресурс]:– Режим доступа https://docviewer.yandex.kz/view/0/?page=1&* свободный (Дата обращения 2020.04.29).

12. Конотопский В.Ю. Методические указания к выполнению раздела «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение» для всех специальностей. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2015. – 29 с.

13. Е.Н. Пашков, А.И. Сечин, И.Л. Мезенцева. Методические указания по разработке раздела «Социальная ответственность» выпускной квалификационной работы бакалавра всех направлений (специальностей) и форм обучения. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2019. – 24 с.

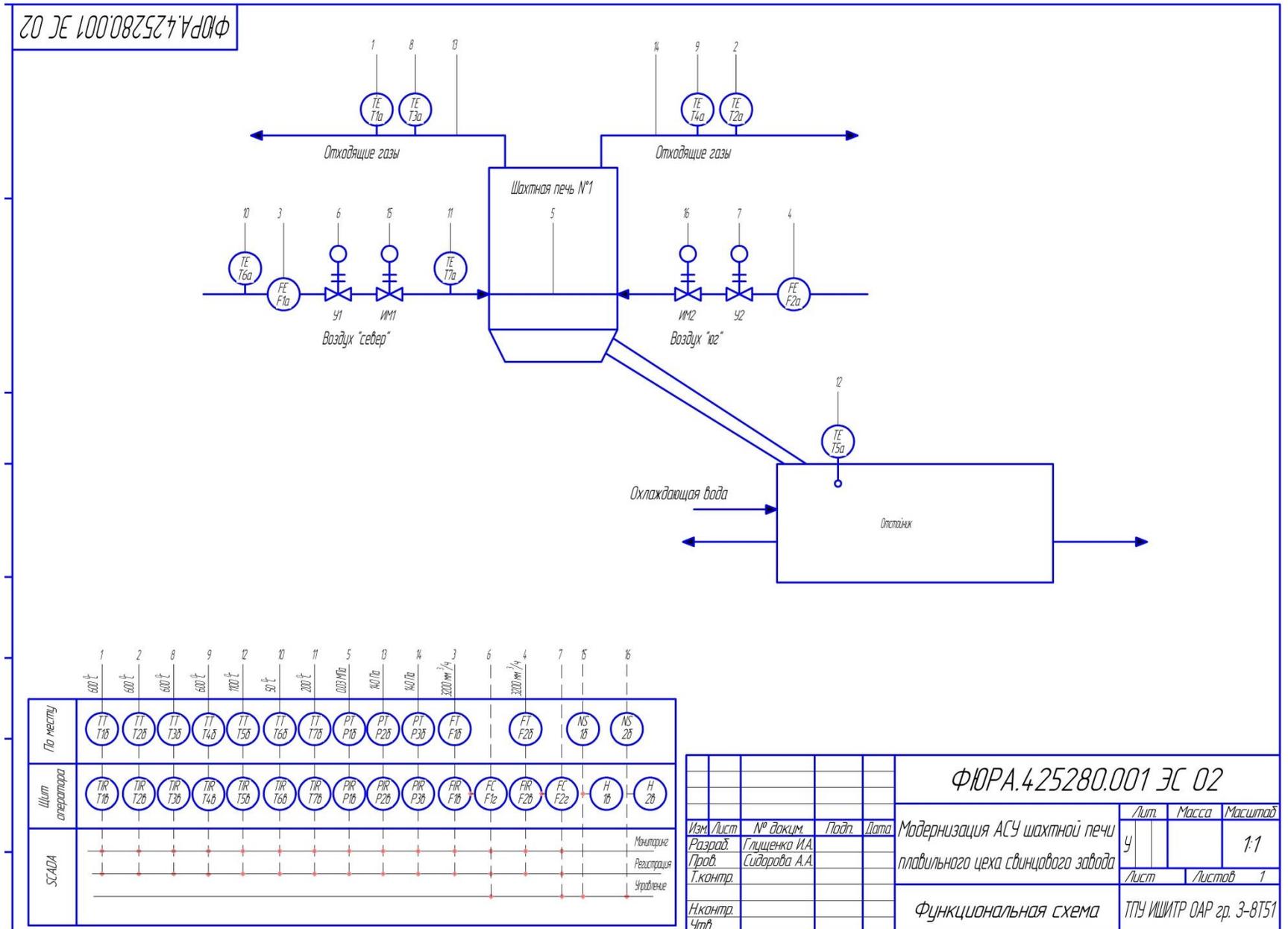
Приложение А
(обязательное)
Структурная схема



Приложение Б

(обязательное)

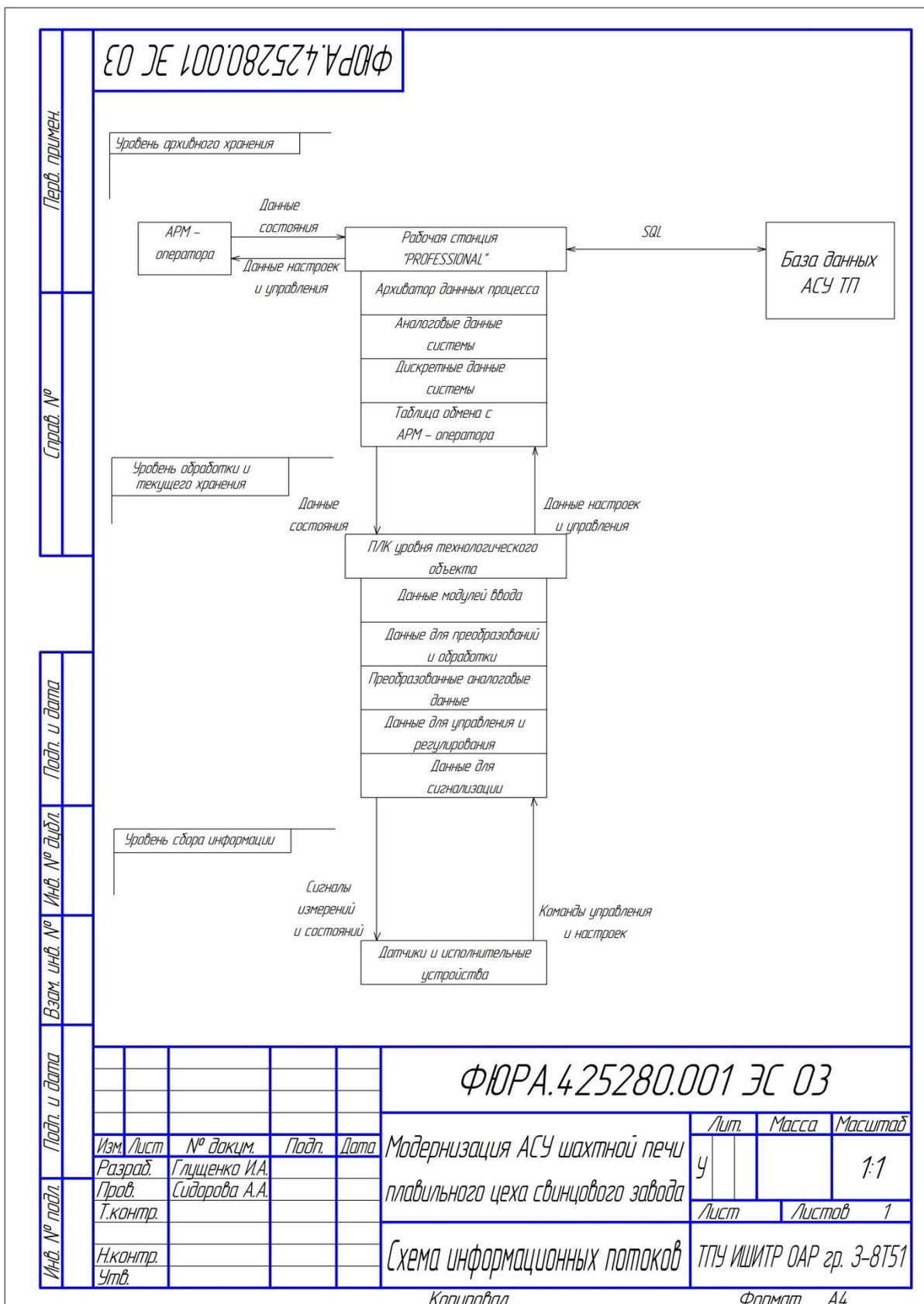
Функциональная схема автоматизации по ГОСТ 21.208-2013



Приложение В

(обязательное)

Схема информационных потоков



Приложение Г

(обязательное)

Опросный лист на заказ датчика температуры Omnigrad S TAF16

Опросный лист на приборы температуры

1) Общее

1.1) Предприятие: Томский политехнический университет, ИШИТР, ОАР

1.2) Контактное лицо: Глущенко И.А.

2) Условия технологического процесса

2.1) Рабочая среда: жидкость газ пар

2.2) Название, хим. формула и/или состав измеряемой среды: сернистая среда

2.3) Коррозионно-активная среда: да нет

2.4) Рабочее давление: мин. -200, норм. _____, макс. 0 [Па]

3) Требования к прибору

3.1) Калиброванный диапазон температур: от _____ до 1100 [С]

3.2) Погрешность измерений: \leq 0,2 % от калиброванного диапазона

3.3) Тип измерительной вставки: вставка не требуется (только преобразователь)

термометр сопротивления

термопара

градуировка измерительной вставки: _____

3.4) Длина погружаемой части: 1250 мм

3.5) Максимальное допустимое время реакции t_{90} _____ сек

3.6) Выходной сигнал:

без преобразования

аналоговый 4 – 20 мА с наложенным HART-протоколом

PROFIBUS PA

FOUNDATION Fieldbus

3.7) Локальный дисплей: да нет

3.8) Материал корпуса блока электроники: Al

3.9) Тип кабельного ввода: M20 необходим сальник

Приложение Д

(обязательное)

Опросный лист на заказ датчик давления Cerabar S PMC71

Опросный лист на приборы давления

1) Общее

1) Общее

1.1) Предприятие: Томский политехнический университет, ИШИТР, ОАР

1.2) Контактное лицо: Глушенко И.А.

2) Условия технологического процесса

2.1) Рабочая среда: жидкость газ пар

2.2) Название, хим. формула и/или состав измеряемой среды: CO, CO₂

2.3) Коррозионно-активная среда: да нет

2.4) Температура измеряемой среды: мин. 0, норм. 750, макс. 1300 [°C]

2.5) Рабочее давление: мин. -200, норм. , макс. -10 [Па]

3) Требования к прибору

3.1) Калиброванный диапазон давлений: от -300 до 0 [Па] избыточного абсолютного
необходим сертификат калибровки

3.2) Погрешность измерений: \leq 0,5 % от калиброванного диапазона

3.3) Выходной сигнал:

- аналоговый 4 – 20 мА с наложенным HART-протоколом
PROFIBUS PA
FOUNDATION Fieldbus
релейный выход

3.4) Локальный дисплей: сбоку сверху нет

3.5) Материал корпуса блока электроники: керамика

3.6) Тип резьбы кабельного ввода: M20x1,5 необходим сальник

3.7) Подключение к процессу:

- сварное
резьбовое тип резьбы G1/2
фланцевое контактная поверхность фланца _____
диаметр фланца Ду _____
номинальное давление фланца Ру _____
гигиеническое подключение описание гигиенического подключения _____

Приложение Б

(обязательное)

Опросный лист на заказ датчика измерения расхода Promass 80F

Опросный лист на приборы измерения расхода

1) Общее

1.1) Предприятие: Томский политехнический университет, ИШИТР, ОАР

1.2) Контактное лицо: Глущенко И.А. студентка группы 3-8Т51

2) Условия технологического процесса

2.1) Рабочая среда: жидкость газ пар

2.2) Направление потока: горизонтальный поток вертикальный снизу вверх
вертикальный сверху вниз

2.3) Название, хим. формула и/или состав измеряемой среды: воздух

2.4) Коррозионно-активная среда: да нет

2.5) Температура измеряемой среды: мин. 0, норм. _____, макс. 200 [°C]

2.6) Рабочее давление: мин. 0, норм. _____, макс. 0,15 [МПа]

2.7) Исполнение прибора: компактное (DeltaTop) разнесенное (DeltaSet)

3) Требования к сужающему устройству

3.1) Сужающее устройство: Существующее

нераздельная диафрагма с угловыми отводами

камерная кольцевая диафрагма

фланцевая диафрагма

диафрагма без отводов давления

трубка Пито

3.2) Номинальный диаметр трубопровода: Ду _____

3.3) Номинальное давление конструкции сужающего устройства: Ру 4 кПа

3.4) Подключение сужающего устройства к импульсным трубкам (в случае разнесенной версии):

сварное резьбовое

4) Требования ко вторичному преобразователю

4.1) Калиброванный диапазон расходов: от 0 до 32000 [норм. м³/ч]

4.2) Погрешность измерений: ≤ 0,5 % от калиброванного диапазона

Приложение Ж

(обязательное)

Схема внешних проводов

