

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 автоматической системы управления процессом плавки в печи Ванюкова

УДК 004.896:669.045-048.35

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-8Т72	Маткаримов Жасурбек Сайткарим угли		

Руководитель ВКР

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

КОНСУЛЬТАНТЫ ПО РАЗДЕЛАМ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОСГН ШБИП	Верховская Марина Витальевна	к.э.н.		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор ООД ШБИП	Федоренко Ольга Юрьевна	д.м.н.		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

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

Рецензент

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата

ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ ООП

Код компетенции	Наименование компетенции
Универсальные компетенции	
УК(У)-1	Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач
УК(У)-2	Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений
УК(У)-3	Способен осуществлять социальное взаимодействие и реализовывать свою роль в команде
УК(У)-4	Способен осуществлять деловую коммуникацию в устной и письменной формах на государственном языке Российской Федерации и иностранном(-ых) языке(-ах)
УК(У)-5	Способен воспринимать межкультурное разнообразие общества в социально историческом, этическом и философском контекстах
УК(У)-6	Способен управлять своим временем, выстраивать и реализовывать траекторию саморазвития на основе принципов образования в течение всей жизни
УК(У)-7	Способен поддерживать должный уровень физической подготовленности для обеспечения полноценной социальной и профессиональной деятельности
УК(У)-8	Способен создавать и поддерживать безопасные условия жизнедеятельности, в том числе при возникновении чрезвычайных ситуаций
Общепрофессиональные компетенции	
ОПК(У)-1	Способен применять естественнонаучные и общеинженерные знания, методы математического анализа и моделирования в инженерной деятельности, связанной с проектированием и конструированием, технологиями производства оптоэлектроники, оптических и оптико-электронных приборов и комплексов
ОПК(У)-2	Способен осуществлять профессиональную деятельность с учетом экономических, экологических, интеллектуально правовых, социальных и других ограничений на всех этапах жизненного цикла технических объектов и процессов
ОПК(У)-3	Способен использовать современные информационные технологии, технику, прикладные программные средства при решении задач профессиональной деятельности
ОПК(У)-4	Способен участвовать в разработке обобщенных вариантов решения проблем, связанных с автоматизацией производств, выборе на основе анализа вариантов оптимального прогнозирования последствий решения
ОПК(У)-5	Способен участвовать в разработке технической документации, связанной с профессиональной деятельностью

Профессиональные компетенции	
ПК(У)-1	Способность к формированию технических требований и заданий на проектирование и конструирование оптических и оптико- электронных приборов, комплексов и их составных частей
ПК(У)-2	Способность к математическому моделированию процессов и объектов оплотехники и их исследованию на базе профессиональных пакетов автоматизированного проектирования и самостоятельно разработанных программных продуктов
ПК(У)-3	Готов применять способы рационального использования сырьевых, энергетических и других видов ресурсов, современные методы разработки малоотходных, энергосберегающих и экологически чистых технологий, средства автоматизации технологических процессов и производств
ПК(У)-4	Способен участвовать в постановке целей проекта (программы), его задач при заданных критериях, целевых функциях, ограничениях, разработке структуры его взаимосвязей, определении приоритетов решения задач с учетом правовых и нравственных аспектов профессиональной деятельности, в разработке проектов изделий с учетом технологических, конструкторских, эксплуатационных, эстетических, экономических и управленческих параметров, в разработке проектов модернизации действующих производств, создании новых, в разработке средств и систем автоматизации, контроля, диагностики, испытаний, управления процессами, жизненным циклом продукции и ее качеством в соответствии с техническими заданиями и использованием стандартных средств автоматизации расчетов и проектирования
ПК(У)-5	Способен участвовать в разработке (на основе действующих стандартов и другой нормативной документации) проектной и рабочей технической документации в области автоматизации технологических процессов и производств, их эксплуатационному обслуживанию, управлению жизненным циклом продукции и ее качеством, в мероприятиях по контролю соответствия разрабатываемых проектов и технической документации действующим стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам
ПК(У)-6	Способен участвовать в разработке (на основе действующих стандартов и другой нормативной документации) проектной и рабочей технической документации в области автоматизации технологических процессов и производств, их эксплуатационному обслуживанию, управлению жизненным циклом продукции и ее качеством, в мероприятиях по контролю соответствия разрабатываемых проектов и технической документации действующим стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам
ПК(У)-7	Способен участвовать в разработке проектов по автоматизации производственных и технологических процессов, технических средств и систем автоматизации, контроля, диагностики, испытаний, управления процессами, жизненным циклом продукции и ее качеством, в практическом освоении и совершенствовании данных процессов, средств и систем
ПК(У)-8	Способен выполнять работы по автоматизации технологических процессов и производств, их обеспечению средствами автоматизации и управления, готовностью использовать современные методы и средства

	автоматизации, контроля, диагностики, испытаний и управления процессами, жизненным циклом продукции и ее качеством
ПК(У)-9	Способен определять номенклатуру параметров продукции и технологических процессов ее изготовления, подлежащих контролю и измерению, устанавливать оптимальные нормы точности продукции, измерений и достоверности контроля, разрабатывать локальные поверочные схемы и выполнять проверку и отладку систем и средств автоматизации технологических процессов, контроля, диагностики, испытаний, управления процессами, жизненным циклом продукции и ее качеством, а также их ремонт и выбор; осваивать средства обеспечения автоматизации и управления
ПК(У)-10	Способен проводить оценку уровня брака продукции, анализировать причины его появления, разрабатывать мероприятия по его предупреждению и устранению, по совершенствованию продукции, технологических процессов, средств автоматизации и управления процессами, жизненным циклом продукции и ее качеством, систем экологического менеджмента предприятия, по сертификации продукции, процессов, средств автоматизации и управления
ПК(У)-11	Способен участвовать: в разработке планов, программ, методик, связанных с автоматизацией технологических процессов и производств, управлением процессами, жизненным циклом продукции и ее качеством, инструкций по эксплуатации оборудования, средств и систем автоматизации, управления и сертификации и другой текстовой документации, входящей в конструкторскую и технологическую документацию, в работах по экспертизе технической документации, надзору и контролю за состоянием технологических процессов, систем, средств автоматизации и управления, оборудования, выявлению их резервов, определению причин недостатков и возникающих неисправностей при эксплуатации, принятию мер по их устранению и повышению эффективности использования
ПК(У)-18	Способен аккумулировать научно-техническую информацию, отечественный и зарубежный опыт в области автоматизации технологических процессов и производств, автоматизированного управления жизненным циклом продукции, компьютерных систем управления ее качеством
ПК(У)-19	Способен участвовать в работах по моделированию продукции, технологических процессов, производств, средств и систем автоматизации, контроля, диагностики, испытаний и управления процессами, жизненным циклом продукции и ее качеством с использованием современных средств автоматизированного проектирования, по разработке алгоритмического и программного обеспечения средств и систем автоматизации и управления процессами
ПК(У)-20	Способен проводить эксперименты по заданным методикам с обработкой и анализом их результатов, составлять описания выполненных исследований и подготавливать данные для разработки научных обзоров и публикаций
ПК(У)-21	Способен составлять научные отчеты по выполненному заданию и участвовать во внедрении результатов исследований и разработок в области автоматизации технологических процессов и производств, автоматизированного управления жизненным циклом продукции и ее качеством

ПК(У)-22	Способен участвовать: в разработке программ учебных дисциплин и курсов на основе изучения научной, технической и научно-методической литературы, а также собственных результатов исследований; в постановке и модернизации отдельных лабораторных работ и практикумов по дисциплинам профилей направления; способностью проводить отдельные виды аудиторных учебных занятий (лабораторные и практические), применять новые образовательные технологии, включая системы компьютерного и дистанционного обучения
-----------------	--

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 2021 /2022 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:	
--	--

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

СОСТАВИЛ:

Руководитель ВКР

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

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ООП

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

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
 Отделение школы (НОЦ) – Отделение автоматизации и робототехники

УТВЕРЖДАЮ:
 Руководитель ООП

 (Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

Бакалаврской работы

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

Студенту:

Группа	ФИО
3-8Т72	Маткаримов Жасурбек Саиткарим угли

Тема работы:

Модернизация автоматической системы управления процессом плавки в печи Ванюкова
Утверждена приказом директора (дата, номер) №47-7/с от 16.02.2022 г.

Срок сдачи студентом выполненной работы:

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

<p>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></p>	<p>Объект исследования: Рабочее место плавильщика по очистке фурмы печи плавки в жидкой ванне. Цель работы: Проектирование автоматической системы управления процессом очистки фурмы от расплавленного металла. Режим работы: Непрерывный.</p>
<p>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов <i>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</i></p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Описание технологического процесса. 2. Разработка структурной схемы автоматизированной системы. 3. Разработка функциональной схемы автоматизации. 4. Выбор средств автоматизации. 5. Разработка схем соединения внешних проводок. 6. Разработка алгоритмов управления.

	7. Разработка экранных форм.
Перечень графического материала <i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i>	1. Структурная схема автоматической системы управления. 2. Функциональная схема автоматизации. 3. Схема соединений внешних проводок. 4. Блок-схемы алгоритмов управления. 5. Экранные формы.
Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы <i>(с указанием разделов)</i>	
Раздел	Консультант
Финансовый менеджмент	Верховская Марина Витальевна, доцент ОСГН ШБИП
Социальная ответственность	Федоренко Ольга Юрьевна, профессор ООД ШБИП
Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:	

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

Задание выдал руководитель / консультант (при наличии):

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-8Г72	Маткаримов Жасурбек Саиткарим угли		

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА

«Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Студенту:

Группа 3-8Т72		ФИО Маткаримов Жасурбек Саиткарим угли	
Школа	Инженерная школа информационных технологий и робототехники	Отделение (НОЦ)	Отделение автоматизации и робототехники
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств в нефтегазовой отрасли

Тема ВКР:

Модернизация автоматической системы управления процессом плавки в печи Ванюкова	
Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:	
1. <i>Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих</i>	- оклад инженера – 30000 руб. в месяц; - оклад руководителя проекта – 40000 руб. в месяц; - тариф на электроэнергию – 6,15 руб./кВт*ч.
2. <i>Нормы и нормативы расходования ресурсов</i>	- накладные расходы 16%;
3. <i>Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования</i>	- коэффициент отчислений во внебюджетные фонды – 27,1%
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
1. Расчет инновационного потенциала НТИ	- SWOT-анализ; - Анализ конкурентных технических решений
2. Расчет сметы затрат на выполнение проекта	- расчет материальных затрат; - расчет основной и дополнительной заработной платы; - расчет отчислений во внебюджетные фонды; - расчет бюджета проекта.
Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):	
1. Матрица SWOT 2. График проведения НТИ	
Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОСГН ШБИП	Верховская Марина Витальевна	к.э.н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-8Т72	Маткаримов Жасурбек Саиткарим угли		

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа		ФИО	
3-8Т72		Маткаримов Жасурбек Саиткарим угли	
Школа	Инженерная школа информационных технологий и робототехники	Отделение (НОЦ)	Отделение автоматизации и робототехники
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств в нефтегазовой отрасли

Тема ВКР:

Модернизация автоматической системы управления процессом плавки в печи Ванюкова	
Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:	
<p>Введение</p> <ul style="list-style-type: none"> – Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика) и области его применения. – Описание рабочей зоны (рабочего места) при разработке проектного решения/при эксплуатации 	<p>Объект исследования: рабочее место плавильщика по очистке фурм печи плавки в жидкой ванне. Область применения: предприятия плавки цветных металлов Рабочая зона: Операторская Размеры помещения: 30 м² Технические параметры помещения: центральное отопление от газовой модульной котельной, система кондиционирования воздуха, вытяжная вентиляция. Количество и наименование оборудования рабочей зоны: персональный компьютер (1 шт.) монитор жидкокристаллический (3 шт.). Рабочие процессы, связанные с объектом исследования, осуществляющиеся в рабочей зоне: мониторинг и управление параметрами объекта управления с помощью персонального компьютера, принятие решений в нестандартных ситуациях.</p>
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
<p>1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности при эксплуатации:</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. 	<p>Трудовой кодекс Российской Федерации от 30.12.2001 N 197-ФЗ (ред. от 25.02.2022). ГОСТ 12.1.004-91 ССБТ. Пожарная безопасность. Общие требования. ГОСТ 22269-76 Система «человек-машина». Рабочее место оператора. Взаимное расположение элементов рабочего места. Общие эргономические требования. ГОСТ Р ИСО 9241-306-2012 Эргономика взаимодействия человек-система ГОСТ 12.1.030-81 ССБТ. Электробезопасность. Защитное заземление. Зануление. ГОСТ 12.1.006-84 ССБТ. «Электромагнитные поля радиочастот. Допустимые уровни на рабочих местах и требования к проведению контроля» СанПиН 1.2.3685-21 Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания. СП 52.13330.2016 искусственное освещение. ГОСТ 12.0.003-2015 Опасные и вредные производственные факторы.</p>

<p>2. Производственная безопасность при эксплуатации:</p> <p>– Анализ выявленных вредных и опасных производственных факторов</p>	<p>Вредные факторы:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Недостаточная освещенность рабочей зоны 2. Несоответствие показателей микроклимата. 3. Повышенное значение электромагнитного излучения <p>Опасные факторы: Поражение электрическим током. Требуемые средства коллективной и индивидуальной защиты от выявленных факторов: настольное освещение, применение средств кондиционирования, вытяжки и отопления, устройства защитного отключения, системы пожаротушения.</p>
<p>3. Экологическая безопасность при эксплуатации:</p>	<p>Воздействие на селитебную зону: санитарная зона 1000 м. Воздействие на литосферу: твердые отходы производства. Воздействие на гидросферу: жидкие и твердые отходы производства Воздействие на атмосферу: выброс газа в атмосферу.</p>
<p>4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях при эксплуатации:</p>	<p>Возможные ЧС: Техногенные аварии (отказ технологически важного оборудования; выброс газа в атмосферу). Природные катастрофы (ураганы, метели). Геологические воздействия (землетрясения, обвалы, провалы территории). Наиболее типичная ЧС: отказ технологически важного оборудования, возможность возникновения пожаров.</p>
<p>Дата выдачи задания для раздела по линейному графику</p>	

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор ООД ШБИП	Федоренко Ольга Юрьевна	Д-р мед. наук		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-8Т72	Маткаримов Жасурбек Сайткарим угли		

Реферат

Пояснительная записка содержит 73 страниц машинописного текста, 25 таблиц, 27 рисунков, 1 список использованных источников из 44 наименований, 1 альбом схем.

Ключевые слова: КИСЛОРОДНО-ВОЗДУШНАЯ СМЕСЬ, ПЕЧЬ, ФУРМА, ПЕРЕФОРАТОР, КОНЦЕВОЙ ВЫКЛЮЧАТЕЛЬ, ПНЕВМОЦИЛИНДР, ЦВЕТНАЯ МЕТАЛЛУРГИЯ, МЕДЬ, ПЛАВКА В ЖИДКОЙ ВАННЕ, КОММУТАЦИОННЫЙ ПРОГРАММИРУЕМЫЙ ЛОГИЧЕСКИЙ КОНТРОЛЛЕР, ПРОТОКОЛ, SCADA-СИСТЕМА.

Объектом исследования является печь плавки в жидкой ванне (Ванюкова).

Цель работы – модернизация автоматической системы управления процессом плавки в печи Ванюкова с использованием нового технологического оборудования и программируемого логического контроллера, на основе выбранной SCADA-системы.

В процессе исследования проводился анализ технологического процесса, выбор средств автоматизации, разработка структурной схемы, функциональной схемы автоматизации, схемы внешних проводок, блок-схемы.

В данном проекте была разработана система контроля и управления технологическим процессом на базе промышленного контроллера Siemens S-7 1200 с использованием SCADA-системы winCC.

Разработанная система может применяться в системах контроля, управления и сбора данных на различных промышленных предприятиях. Данная система позволит увеличить производительность, сократить число несчастных случаев с легким или тяжёлым исходом и снизить затраты на человеческий труд.

Содержание

ВВЕДЕНИЕ	15
1 Разработка технического задания	16
1.1 Требования к системе	16
1.2 Требования к техническому обеспечению	17
1.3 Требования к программному обеспечению	18
1.4 Требования к информационному обеспечению	18
2 Разработка автоматизированной системы	19
2.1 Описание технологического процесса	19
2.2 Разработка структурной схемы	23
2.2 Функциональная схема автоматизации	25
2.3 Разработка схемы информационных потоков	27
2.4 Выбор средств реализации	29
2.4.1 Выбор контроллерного оборудования	30
2.4.2 Выбор расходомера	33
2.4.3 Выбор пневмоцилиндра	35
2.4.5 Выбор концевого выключателя	37
2.4.6 Выбор перефоратора	38
2.5 Разработка схемы внешних проводов	39
3 Разработка алгоритмов управления и экранных форм	41
3.1 Алгоритм сбора данных измерений	41
3.2 Разработка экранных форм	42
4 Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения исследования с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения	43
4.1 Технология QuaD	43
4.2 SWOT-анализ	45
4.3 Разработка графика проведения научного исследования	46
4.4 Расчет материальных затрат	49
	13

4.5	Расчет амортизационных отчислений	50
4.6	Основная заработная плата исполнителей темы	51
4.7	Дополнительная заработная плата	53
4.8	Отчисления во внебюджетные фонды	54
4.9	Накладные расходы	55
4.10	Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта	55
4.11	Определение ресурсной, финансовой и экономической эффективности исследования	56
4.12	Определение ресурсоэффективности исследования	56
4.13	Определение эффективности исследования	57
4.14	Вывод по разделу финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсоснабжение	59
5	Социальная ответственность	69
5.1	Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	61
5.2	Производственная безопасность	62
5.3	Анализ опасных и вредных производственных факторов	63
5.4	Экологическая безопасность	66
5.5	Безопасность в чрезвычайных ситуациях	68
5.6	Вывод по разделу	69
	ЗАКЛЮЧЕНИЕ	69
	СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	70

ВВЕДЕНИЕ

В наши дни, какого либо продукта производить без автоматизации, это идти назад в начале XX век. Автоматизация всё растет и применяется во всех отраслях производства. Где-то само система меняется или модернизируется но ни останавливается.

В этой выпускной квалификационной работе будет рассмотрен внедрение модернизации автоматической систем управления плавки в печи Ванюкова. В проект входят техническое задание, описание технологического процесса работы печи плавки в жидкой ванны, структура автоматизированной системы, анализ и подбор комплекса аппаратно-технических средств, составление и реализация программных алгоритмов и математическое моделирование самого технологического процесса.

Целью выпускной квалификационной работы является проектирование автоматической системы управления процессом очистки фурмы от расплавленного металла.

Для выполнения этой цели необходимо решить следующие задачи:

- изучать местность и составить техническое задание, исходя из которого необходимо правильно подобрать технические и программные средства для реализации;
- следить за действиями рабочих (плавильщиков) при очистке фурмы печи плавки в жидкой ванне (далее ПЖВ);
- спрашивать, на какие трудности они попадают и в основном что препятствует на их действие при очистке фурмы ПЖВ;
- проанализировать физические основы и принцип работы плавильщика;
- разработать техническую документацию в соответствии с нормативными актами.

1 Разработка технического задания

В этом разделе описывается техническое задание, в котором подробно рассматриваются все требования при проектировании автоматической системы управления процессом очистки фурмы от расплавленного металла.

Автоматическая система управления процессом очистки фурмы будет предназначена для:

- выполнение очистки фурмы без усилия человеческого труда в опасном и вредном зоне для жизни и здоровья человека (возможно в будущем без участия самого человека);

- быстрой и эффективной очистке с использованием аппаратного обеспечения (сейчас очищают с использованием кувалдой и ломом);

- экономической выгоды для предприятия. Для предприятия, система автоматизации выгодно. Установить один раз и обслуживать когда система выйдет из строя чем поставить на опасную зону человека, обучать его и выплачивать каждый месяц для того чтобы он рисковал своей жизнью и здоровьем.

Цели создания автоматической системы управления по очистке фурм в ПЖВ:

- Замена человеческого труда в вредном и опасном условия;
- Предотвращение несчастных случаев при аварийных ситуациях;
- Повышение ресурсоэффективности, а именно снижение материальных и энергетических затрат.

1.1 Требования к системе

Автоматическая система управления должна быть спроектирована по принципу открытой иерархической распределенной системы с использованием стандартизированных протоколов обмена между

устройствами.

Должна быть обеспечена надежная защита автоматической системы:

- От несанкционированного доступа;
- От нарушения или останова работы программного обеспечения в результате некорректных действий оператора;
- От проникновения в систему вредоносных программ.

1.2 Требования к техническому обеспечению

Комплекс аппаратно-технических средств полевого оборудования должен быть выполнен во взрывозащищенном исполнении с применением искробезопасных цепей, а также предусматривать работу с агрессивными средами и работой в жестких климатических условиях от минус 20 °С до плюс 45 °С.

Полевое оборудование должно иметь канал связи с выходными унифицированными сигналами 4...20 мА с протоколом HART или иметь выходной канал дискретных сигналов 0...24 В.

Полевое оборудование должно обеспечивать непрерывное преобразование измеряемых величин технологических параметров и непосредственное управление параметрами технологического процесса.

Контроллерное оборудование должно иметь возможность самодиагностики. Должна быть предусмотрена возможность наращивания системы управления, в связи с этим система должна быть реализована на контроллерах модульной конструкции с возможностью подключения дополнительных устройств ввода/вывода.

1.3 Требования к программному обеспечению

Программные средства, применяемые в автоматизированной системе управления должны отвечать следующим требованиям:

- функциональная достаточность;
- восстанавливаемость;
- возможность модификации;
- удобство использования.

Программные средства должны быть достаточными для обеспечения необходимого функционала системы при совместной работе с техническими средствами.

Программное обеспечение АС должно состоять из системного, общего прикладного и специального прикладного ПО.

1.4 Требования к информационному обеспечению

Информационное обеспечение – набор данных, достаточный как по объему, так и по содержанию, для обеспечения стабильной работы всех функций автоматизированной системы, а также для оперативной и достоверной оценки состояния оборудования. Одной из основных задач при разработке информационного обеспечения является реализация человеко-машинного интерфейса.

Информационное обеспечение должно включать:

- описание процедуры сбора и передачи информации;
- систему организации базы данных реального времени и архивных данных;
- формы выходных документов.

2 Разработка автоматической системы

2.1 Описание технологического процесса

Готовый слиток меди или иного металла проходит через несколько этапов подготовки. Одним из важнейших этапов это превращение шихты в жидкий состояние и разделение на богатый и отходный частей. Основная часть этого процесса происходит в печи плавки в жидкой ванне (ПЖВ) при температуре около плюс 1200 °С. Шихта всыпается в печь равномерно. От внутренней температуры оно переходит в жидкой состояние и отходы спустится в нижнюю часть печи, а богатая масса остается в верхнем части плавки. Отходы называют шлак и в ней процентное соотношение металла не должна превышать 0,7%. Богатую массу называют штейном. Оно уйдет на следующий этап разделение на более эффективную подготовку в конвертер.

Для плавки металла используется кислород, природный газ и воздух. Природный газ усиливает кипение и расплав металла. Кислородно воздушный смесь (КВС) поддерживает температуру равномерно чтобы оно не превышал заданной нормы технологического параметра. Весь процесс подачи КВС или природного газа пройдет через специального отверстие для подачи газа фурм. Фурмы бывают верхними и нижними. Верхние фурмы используются для подогрева и плавки верхней части металла. Нижние фурмы для плавки нижней части и поддержании процесса плавки.

Процесс не всегда будет выполняться интенсивно. Иногда в некоторых местах печи, температура понизится а металл становится твердеть и закрывает путь поступающего КВС в нижней части фурмы. Вся процедура поступающего КВС автоматизированый и отображается у монитора оператора в виде расхода КВС поступающего в печь ПЖВ. Оператор видит что расход снизился ниже нормы и скажет плавильщику чтобы он очистил нужную фурму в нижней части печи от расплавленного

метала и при необходимости установил газовую трубку для подачи природного газа. Плавильщик проверяет указанную фурму с помощью лома втыкая его внутрь. Если лом проходить через фурму легко то он просто установит газовую трубку, но если металл уже тверд достаточно, то плавильщик втыкая лом ударить по нему кувалдой и очищает от твердевшего металла и после установит газовую трубку. При плановых предупредительных ремонтах печь останавливают от плавления. В это время в нутри печи металл остывает и становится твердее. Запуск производится поэтапно. С перва запускается верхний часть фурм для достижение определенной температуры, потом запускается нижняя часть чтобы продолжить и поддерживать процесс плавки.

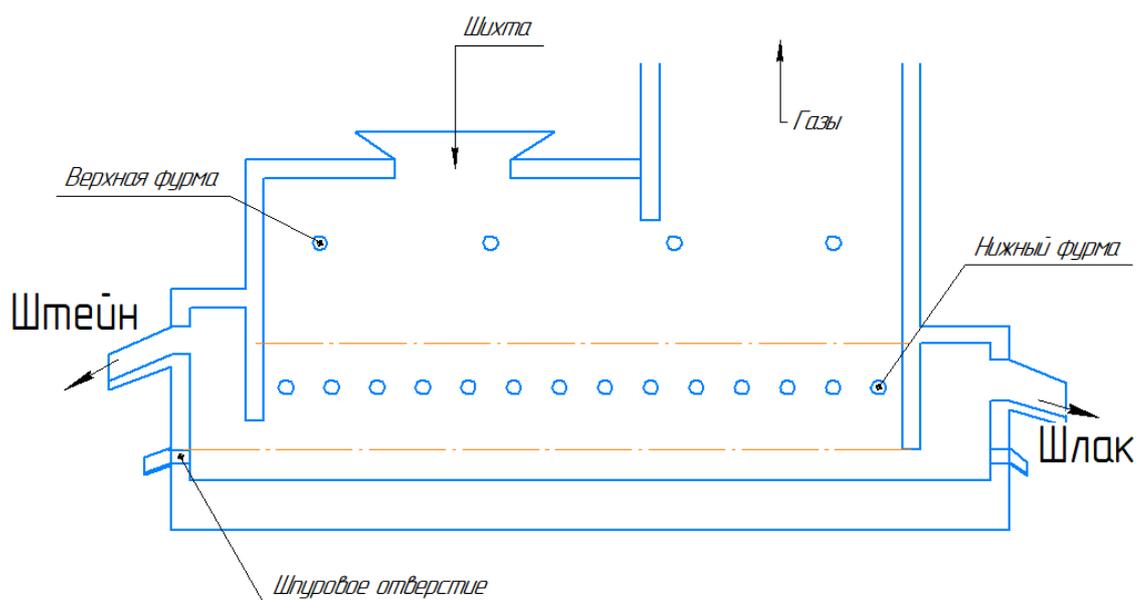


Рисунок 2.1 – Печь ПЖВ

Вид фурмы привидено на рисунке 2.2. Снято с фотокамеры смартфона на месте зоны фурмирования

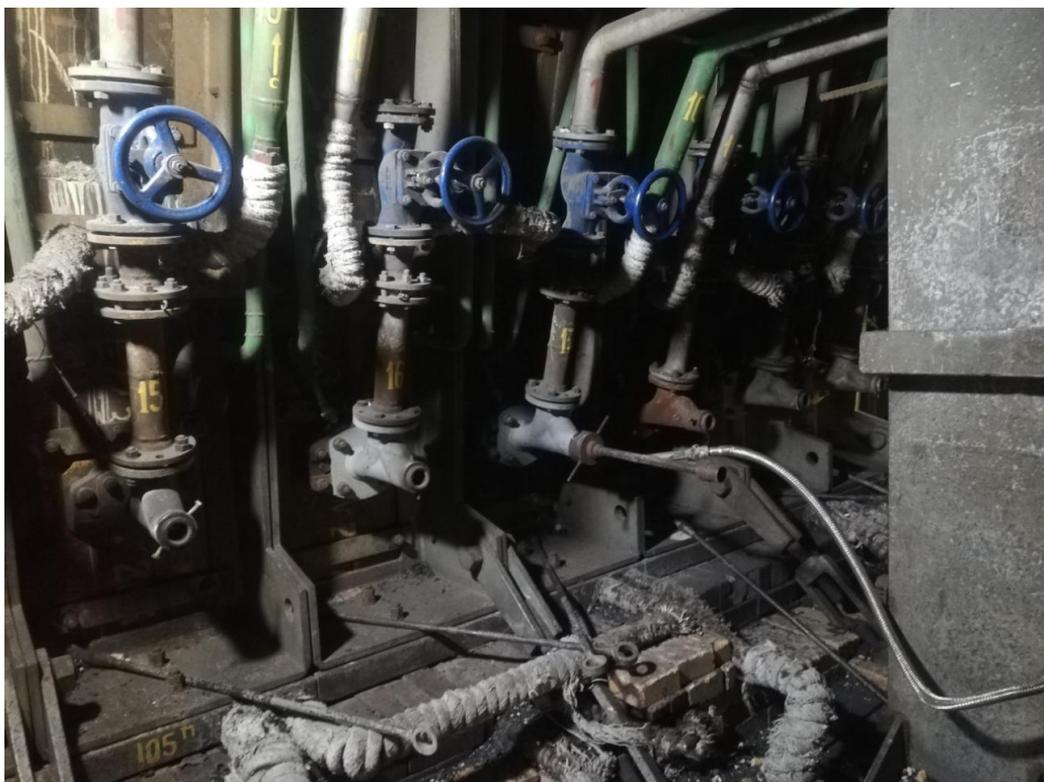


Рисунок 2.2 – Фурмы

После запуска через некоторое время, когда металл достигнет определенной температуры, необходимо будет очистить всех фурм находящихся в нижней части. Очистка фурмы во время плавления (нормальная состояния печи) приведено на рисунках 2.3, 2.4, 2.5, 2.6, 2.7.



Рисунок 2.3 – Очистка фурм



Рисунок 2.4



Рисунок 2.5



Рисунок 2.6



Рисунок 2.7



Рисунок 2.8 Лом после очистки фурмы

Процесс запуска самый тяжёлый этап для плавильщиков. Они одну фурму очищают от отвердевшего металла до 10 минут ударяя кувалдой, конечно каждый очищенный фурма улегчает очистку следующую фурму, но фурмы там не два или пять, их бывает от 10 до 20 ти в одном стороне (в нашем случае 14) но плавильщиков 2 и для полной очистки требуется время около 2 часов.

2.2 Разработка структурной схемы

Структурная схема комплекса аппаратно-технических средств автоматизированной системы управления построена по трехуровневому иерархическому принципу.

К нижнему полевому уровню относятся первичные средства автоматизации, такие как датчик положения, датчик нагрузки, датчики тока, датчики давления, датчики расхода.

Нижний уровень системы автоматического управления выполняет следующие функции:

- измерение и преобразование параметров технологического процесса, а также оборудования непосредственно участвующего в нем;
- формирование выходного сигнала и состоянии технологического процесса на средний уровень.

Средний уровень состоит из контроллерного оборудования с коммуникационными интерфейсами и модулями ввода/вывода. Средний уровень выполняет функцию обработки и передачи информации на верхний уровень.

Верхний уровень представляет собой автоматизированное рабочее место оператора, включающее лицензионное программное обеспечение, SCADA-систему и базы данных. Верхний уровень выполняет следующие функции:

- прием информации о состоянии технологического процесса и оборудования;
- отображение информации в реальном времени с использованием SCADA-систем;
- формирование отчетов об ошибках, тревогах и авариях;
- создание и хранение технологической базы данных;
- формирование команд дистанционного управления.

Трехуровневая структурная схема автоматизированной системы приведена на рисунке 2.9.

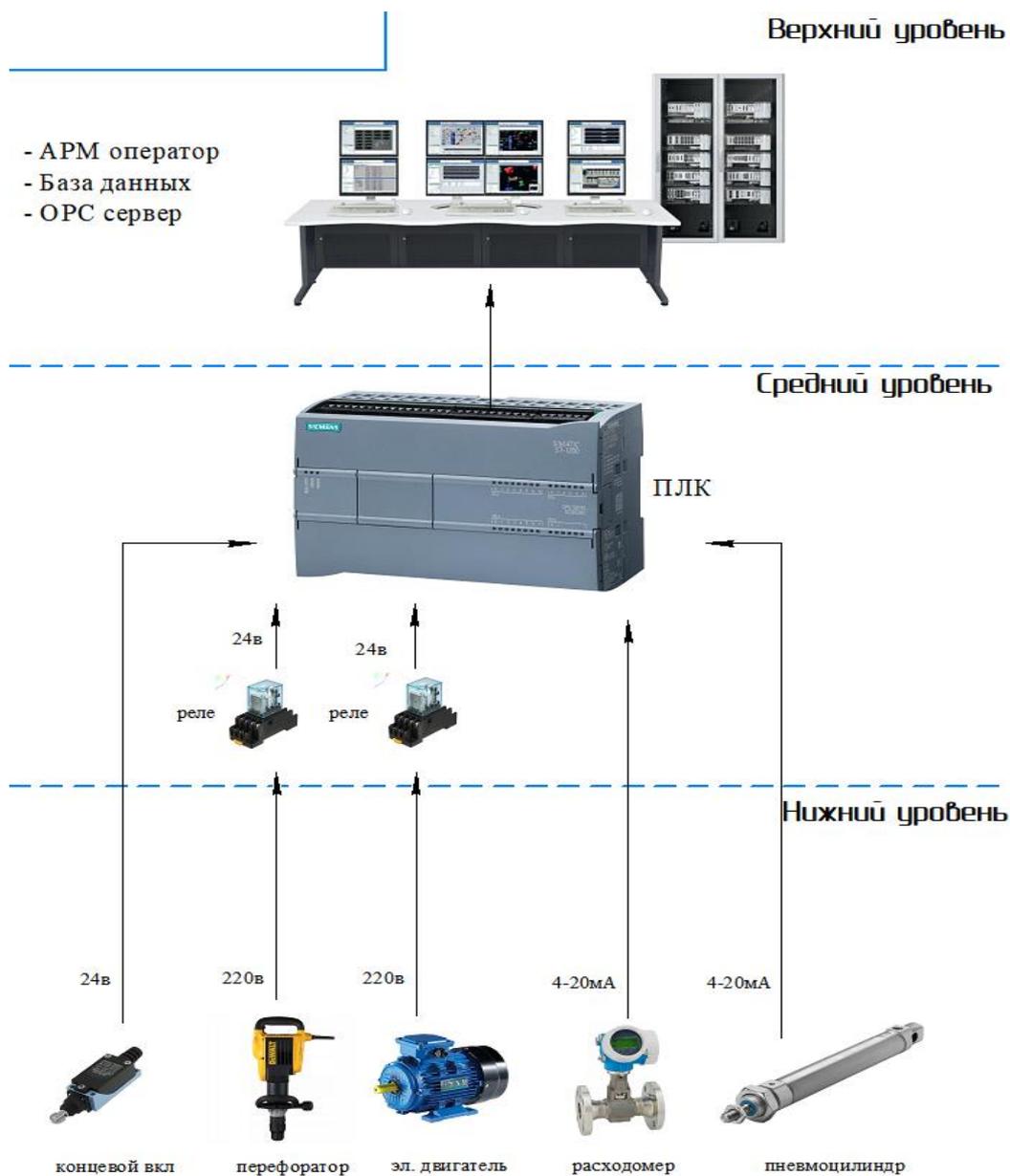


Рисунок 2.9 Структурная схема

2.2 Функциональная схема автоматизации

Функциональная схема автоматизации – это схема, которая разъясняет процессы, протекающие в отдельных функциональных цепях установки или автоматизированной системы в целом. Этими схемами пользуются для изучения принципов работы установок, а также при их наладке, контроле и ремонте.

Функциональная схема автоматизации, выполненная согласно требованиям ГОСТ 21.408-2013 «» и по ГОСТ 21.208-2013 «» приведена на рисунке 2.10 и 2.11.

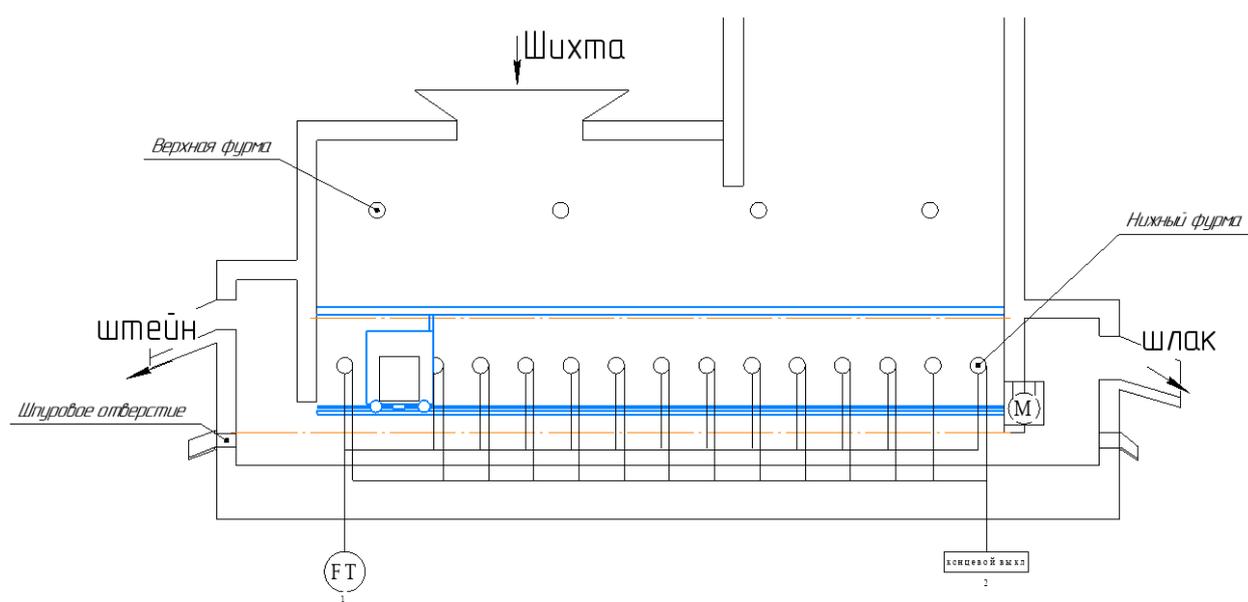


Рисунок 2.10 Функциональная схема системы

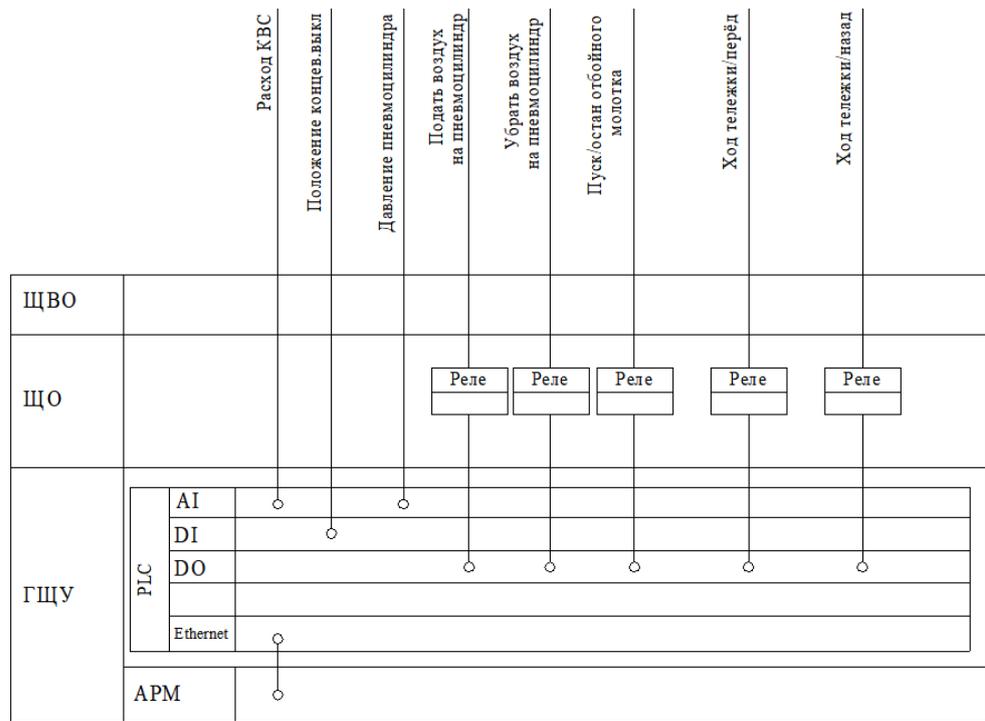


Рисунок 2.11 Развёрнутая схема подключение

На функциональной схеме приняты следующие обозначения:

FT – Расходомер;

М – Электродвигатель.

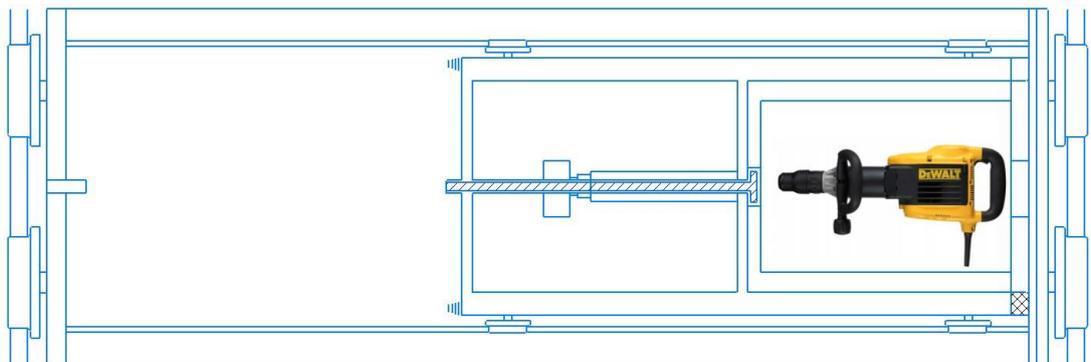


Рисунок 2.12 Перефоратор, вид с верху

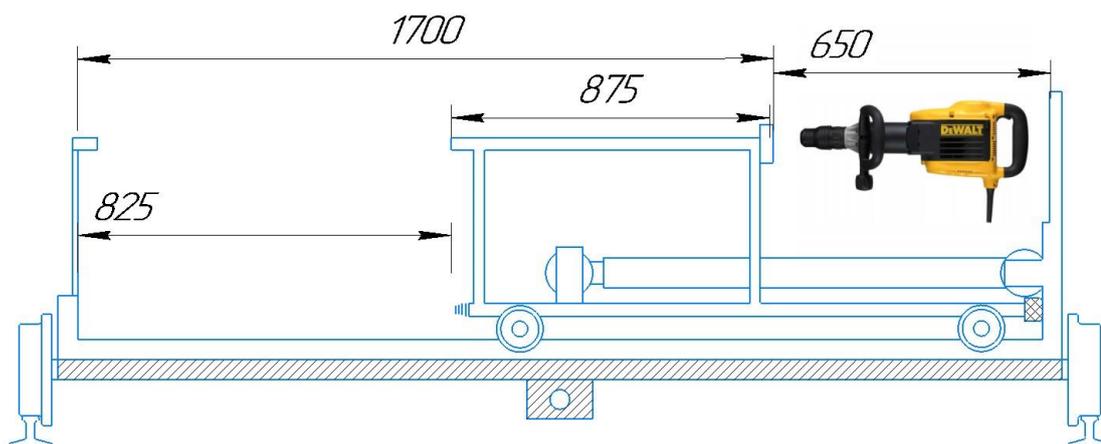


Рисунок 2.13 Перефоратор, вид с боку

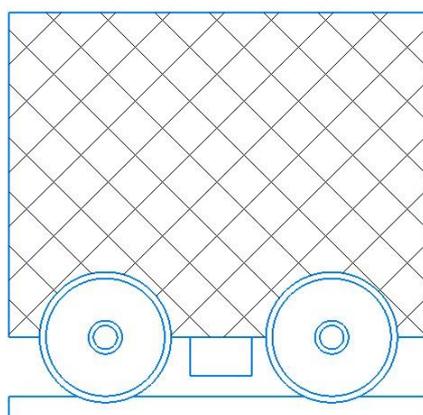


Рисунок 2.14 Перефоратор, вид сзади

2.3 Разработка схемы информационных потоков

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

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

Таблица 2.1 – Схема информационных потоков

Наименование сигнала	Тег	Диапазон измерения	Единица измерения	Тип сигнала
Расход КВС №1	FT_KVS_01			4...20

				mA/AI
Расход КВС №2	FT_KVS_02			4...20 mA/AI
Расход КВС №3	FT_KVS_03			4...20 mA/AI
Расход КВС №4	FT_KVS_04			4...20 mA/AI
Расход КВС №5	FT_KVS_05			4...20 mA/AI
Расход КВС №6	FT_KVS_06			4...20 mA/AI
Расход КВС №7	FT_KVS_07			4...20 mA/AI
Расход КВС №8	FT_KVS_08			4...20 mA/AI
Расход КВС №9	FT_KVS_09			4...20 mA/AI
Расход КВС №10	FT_KVS_10			4...20 mA/AI
Расход КВС №11	FT_KVS_11			4...20 mA/AI
Расход КВС №12	FT_KVS_12			4...20 mA/AI
Расход КВС №13	FT_KVS_13			4...20 mA/AI
Расход КВС №14	FT_KVS_14			4...20 mA/AI
Положение концевого выключателя №1	Pos_Switch_01	-	-	DI
Положение концевого выключателя №2	Pos_Switch_02	-	-	DI
Положение концевого выключателя №3	Pos_Switch_03	-	-	DI
Положение концевого выключателя №4	Pos_Switch_04	-	-	DI
Положение концевого выключателя №5	Pos_Switch_05	-	-	DI
Положение концевого выключателя №6	Pos_Switch_06	-	-	DI
Положение концевого выключателя №7	Pos_Switch_07	-	-	DI
Положение концевого выключателя №8	Pos_Switch_08	-	-	DI
Положение концевого выключателя №9	Pos_Switch_09	-	-	DI
Положение концевого выключателя №10	Pos_Switch_10	-	-	DI
Положение концевого выключателя №11	Pos_Switch_11	-	-	DI
Положение концевого выключателя №12	Pos_Switch_12	-	-	DI
Положение концевого выключателя №13	Pos_Switch_13	-	-	DI
Положение концевого выключателя №14	Pos_Switch_14	-	-	DI

Давление пневмоцилиндра	Pressure_Cyl	0...100	%	4...20 мА/АІ
Подача воздуха на пневмоцилиндр	Submit_Air	-	-	DO
Отбор воздуха из пневмоцилиндра	Deprive_Air	-	-	DO
Пуск/останов отбойного молотка	Run_Stop_Hammer	-	-	DO
Ход тележки вперёд	Front_truck	-	-	DO
Ход тележки назад	Back_truck	-	-	DO

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

Средний уровень представляет собой буферную базу данных, которая является как приемником, запрашивающим данные от внешних систем, так и их источником. На этом уровне из полученных данных ПЛК формирует пакетные потоки информации. Сигналы между контроллерами и между контроллером верхнего уровня и АРМ оператора передаются по интерфейсу Ethernet (TCP/IP).

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

- объем входящего КВС, м³/ч;
- подача и отбор воздуха в пневмоцилиндре;
- положение концевых выключателей, %;
- давление пневмоцилиндра, МПа;
- Ход тележки в перед или назад.

2.4 Выбор средств реализации

Для реализации поставленных целей и функций автоматизированной системы необходимо произвести подбор комплекса технических средств. Подбор произведен путем сравнительного анализа, при этом главным образом опираемся на техническое задание.

2.4.1 Выбор контроллерного оборудования

Для сравнения контроллерного оборудования рассмотрим несколько вариантов программируемых логических контроллеров. В качестве сравнения были выбраны следующие варианты:

- Siemens Simatic S7-1200;
- Delta AS;
- ОВЕН ПЛК210.

Сравнение характеристик приведено в таблице 2.2.

Таблица 2.2 – Технические характеристики контроллеров

Характеристика/ Контроллер	Siemens S7-1200	Delta AS	ОВЕН ПЛК210
Типы интерфейсов	MPI; PROFIBUS; Industrial Ethernet; PROFINET; AS-I; BAC-net; Modbus TCP; Modbus RTU	Ethernet TCP/IP; RS232 RS485	Ethernet; Modbus
Время цикла, мс	0,04	0,1	0,1
Время наработки на отказ, ч	120000	65000	110000
Бесплатное ПО	Нет	Частично	Да
Цена, руб	От 117 000	От 70 000	От 65 000

В результате сравнения технических характеристик был выбран программируемый логический контроллер Siemens S7-1200.



Рисунок 2.15 – Siemens S7-1200

Семейство контроллеров Siemens S7-1200 предназначены для автоматизации низкого и среднего уровня сложности. Имеет модульную архитектуру, что предусматривает возможность наращивания, возможность горячей замены, что повышает надежность системы. Поддерживает интерфейсы передачи Profibus, Ethernet, Modbus, Fieldbus. Удобная, но платная среда программирования на FBD, LAD, SCL, STL. Этот контроллер отвечает всем требованиям, приведенным в техническом задании, а именно возможность наращивания при помощи модульной конструкции, имеется функция сброса при зависаниях. Среднее время наработки на отказ составляет 120000 часов.

Питание контроллера производится блоком питания (рис. 2.15) 24В постоянного тока.



Рисунок 2.16 – Блок питания Siemens PM

Для обеспечения приема аналоговых сигналов с датчиков применять аналогового ввода (рис. 2.17).



Рисунок 2.17 – Модуль аналогового ввода Siemens SM

Для обеспечения коммутации выходного напряжения на исполнительные устройства будет использован модуль дискретного вывода Siemens SM 1222 (рис. 2.18).



Рисунок 2.18 – Модуль дискретного вывода

2.4.2 Выбор расходомера

Для сравнения расходомеров были выбраны следующие варианты:

- Endress+Hauser Prowirl F200;
- KRONE OPTISWIRL 5080;
- Yokogawa digitalYEWFLO.

Технические характеристики сравниваемых расходомеров приведены в таблице 2.3.

Таблица 2.3 – Технические характеристики расходомеров

Характеристика/ Расходомер	Endress+Hauser Prowirl F200	KRONE OPTISWIRL 5080	Yokogawa digitalYEWFLO
Предел допускаемой погрешности	1,0%	0,8%	1,0%
Выходной сигнал	4–20мА +HART	4–20мА +HART	4–20мА +HART
Взрывозащищенность	Ex	Exia, Ex d	ExiaICT5X
Срок службы	12 лет	12 лет	10 лет
Цена	350 000	375 000	300 000

В этой системе автоматического управления предпочтительнее использовать расходомер Prowirl F200 от Endress+Hauser, так как он удовлетворяет требованиям по техническим характеристикам и не цена показывает среднюю сумму.

Вихревой расходомер Prowirl F200 от Endress+Hauser, обеспечивает высочайшую точность измерений для газов и жидкостей во вспомогательных процессах.

Основные особенности расходомера:

- Встроенные функции измерения температуры и давления газов;
- Компенсация измерений при малых прямых участках;
- Отдельный отсек с клеммами для подключения;
- Сенсорный дисплей и фоновая подсветка;
- Встроенная функция для самопроверки и диагностики.



Рисунок 2.19 – Расходомер Prowirl F200

Технические характеристики расходомера Prowirl F200 приведены в таблице 2.4.

Таблица 2.4 – Технические характеристики расходомера Prowirl F200

Техническая характеристика	Значение
Применение	Широкий спектр
Температура измеряемой среды	от минус 40 до плюс 260°С
Температура окружающей среды	от минус 40 до плюс 80°С
Выходные сигналы	4...20мА + HART
Класс пылевлагозащиты	IP66/67
Макс.рабочее давление	PN 100, класс 600, 20К
Принцип измерения	вихревой
Точность	±1,0 %
Межповерочный интервал	4 года
Автодиагностика	да

2.4.3 Выбор пневмоцилиндра

Пневмоцилиндр будет применяться для толчка и тяги системы перефорации фурмы, само система должно толкаться медленно но вытягиваться быстро. Нам необходимо выбирать пневмоцилиндр ходом штока выше 850мм, так как длина фурмы составляет 627мм и дополнительно 150-200мм. Вес системы около 200кг. Исходя из вышеуказанных данных пневмоцилиндр находим следующий:

– Пневмоцилиндр FXBC.



Рисунок 2.20 – Пневмцилиндр FXBC 1000

Основные характеристики пневмоцилиндров приведено в таблице 2.5.

Таблица 2.5 – Характеристики пневмцилиндра FXBC 1000

Тип цилиндра	Двустороннего действия;
Энергоноситель	Очищенный воздух с распыленным маслом или без него, точность очистки 25мкм;
Рабочее давление	От 0,1 до 0,9 МПа;
Скорость хода поршня	От 50 до 800мм/с;
Рабочая температура	от минус 5 до плюс 70°С;
Диаметр поршня	100мм
Ход штока пневмоцилиндра	900мм
Демпфирование	Есть, регулируемое

2.4.4 Выбор электродвигателя

Электродвигатель будет использоваться для сдвига тележки на рельсах по боковой части печи Ванюкова. В основной состав тележки входит, перефоратор и пневмоцилиндр и он будет веситься около 500кг. Электродвигатель с помощью редуктора будет вздвигать тележку в перед и назад. Электродвигатель выберим следующий:

- 5АИ 132 М4.



Рисунок 2.21 – Электродвигатель 5AI 132 М4

Таблица 2.6 – Технические характеристики Электродвигателя 5AI 132 М4

Характеристика	Значение
Мощность (кВт)	11
Напряжение (В)	380
Частота вращения (об/мин)	1500
КПД	88.5
Коэф. Мощности 0.84	10 мА
Климатическое исполнение	У2

2.4.5 Выбор концевого выключателя

Концевой выключатель нужен для остановки тележки в нужном месте в поле фурмы. Выберим его из знаменитого бренда Siemens. Нам понадобится 14 шт соответственно:

– Siemens 3SE5112-0CH01.



Рисунок 2.22 – Концевой выключатель Siemens 3SE5112-0CH01

2.4.6 Выбор перфоратора

Отбойный молоток нужен для удара на лом при очистке фурмы. Выбор отбойного молотка будет производиться среди следующих вариантов:

- Bosch GSH 16-30;
- Makita HM1307CB;
- DEWALT D25899K.

Таблица 2.7 – Технические характеристики отбойных молотков

Характеристика/ Отбойный молоток	Bosch GSH 16- 30	Makita HM1307CB	DEWALT D25899K
Мощность (Вт)	1750	1510	1500
Частота ударов, уд/мин	1300	1450	2040
Энергия удара (Дж)	45	23,6	25
Срок службы	5 лет	5 лет	5 лет
Цена	65 000	86 000	75 000

Отбойный молоток выберем DEWALT D25899K. Оно имеет малую мощность при этом частота высокая и стоимость средний. Характеристика выбранного отбойного молотка удовлетворяет системе перфорации.



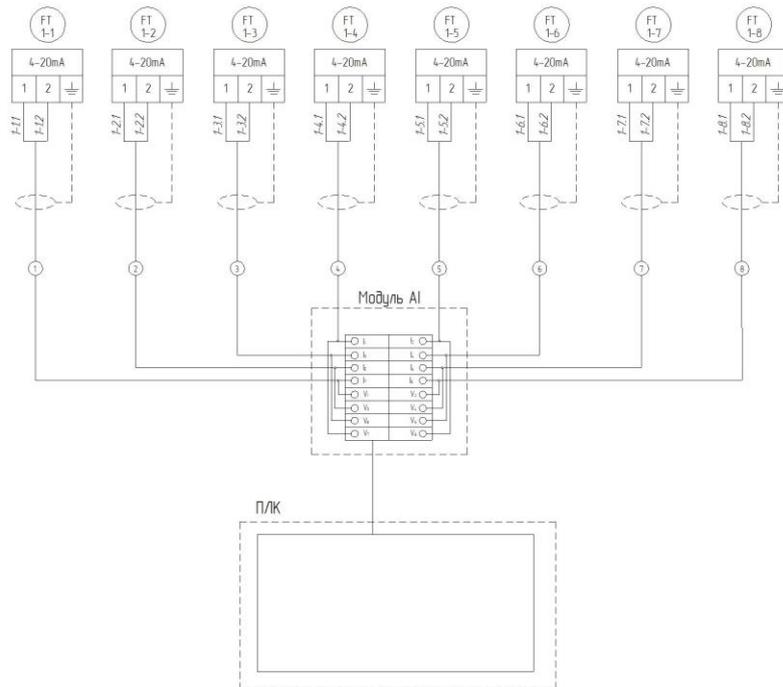
Рисунок 2.23 – DEWALT D25899K

2.5 Разработка схемы внешних проводов

Схема соединений внешних проводов - это комбинированная схема, на которой изображаются электрические и трубные связи между приборами и средствами автоматизации, установленными на технологическом, инженерном оборудовании и коммуникациях (трубопроводах, воздуховодах и т.п.), вне щитов и на щитах.

Все применяемые полевые средства автоматики используют для передачи унифицированный токовый сигнал 4...20 мА. Схема соединения по принципу токовой петли содержит два провода. Поэтому для подключения датчиков к модулям ввода контроллера будет использован кабель КВВГЭ нг. Кабели контрольные с медными жилами, с пластмассовой изоляцией, в поливинилхлоридной оболочке, предназначены для неподвижного присоединения к электрическим приборам, аппаратам, сборкам зажимов электрических распределительных устройств с номинальным переменным напряжением до 660В частоты до 100Гц или постоянным напряжением до 1000В. Маркировка «Э» – экранированный кабель с защитой от электрических и магнитных полей, «нг» – не горючего типа.

Наименование параметра	Расход													
Место отбора сигнала	Расход КВС на фидры													
Тип устройства	Провит F200													
Позиция	1-1	1-2	1-3	1-4	1-5	1-6	1-7	1-8	1-9	1-10	1-11	1-12	1-13	1-14



Наименование параметра	Расход													
Место отбора сигнала	Концевой выключатель													
Тип устройства	ЗС5312-00001													
Позиция	2-1	2-2	2-3	2-4	2-5	2-6	2-7	2-8	2-9	2-10	2-11	2-12	2-13	2-14

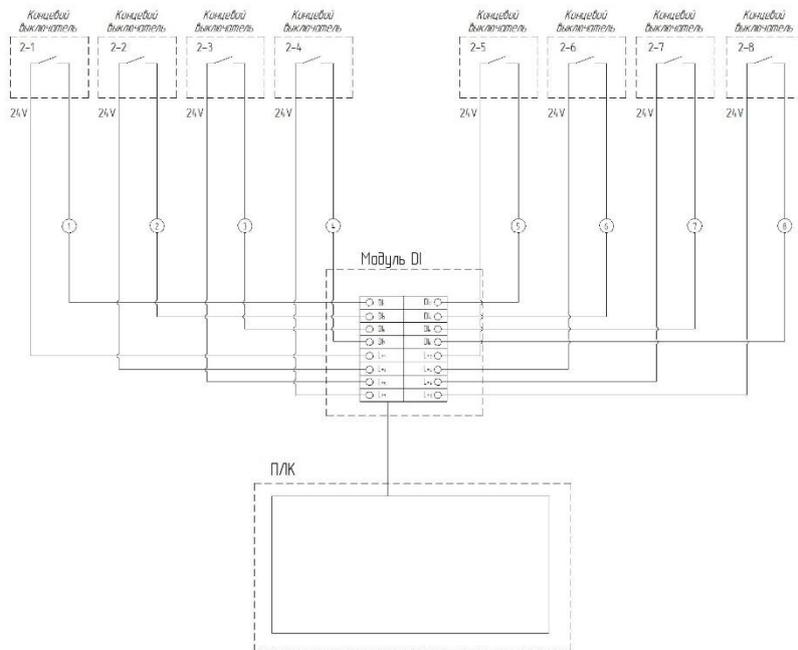


Рисунок 2.24 Схема соединений внешних проводов

3 Разработка алгоритмов управления и экранных форм

3.1 Алгоритм сбора данных измерений

В качестве алгоритма сбора данных рассмотрим сбор данных об изменении расхода на фуру. Алгоритм измерения расхода представлен на рисунке 3.1.

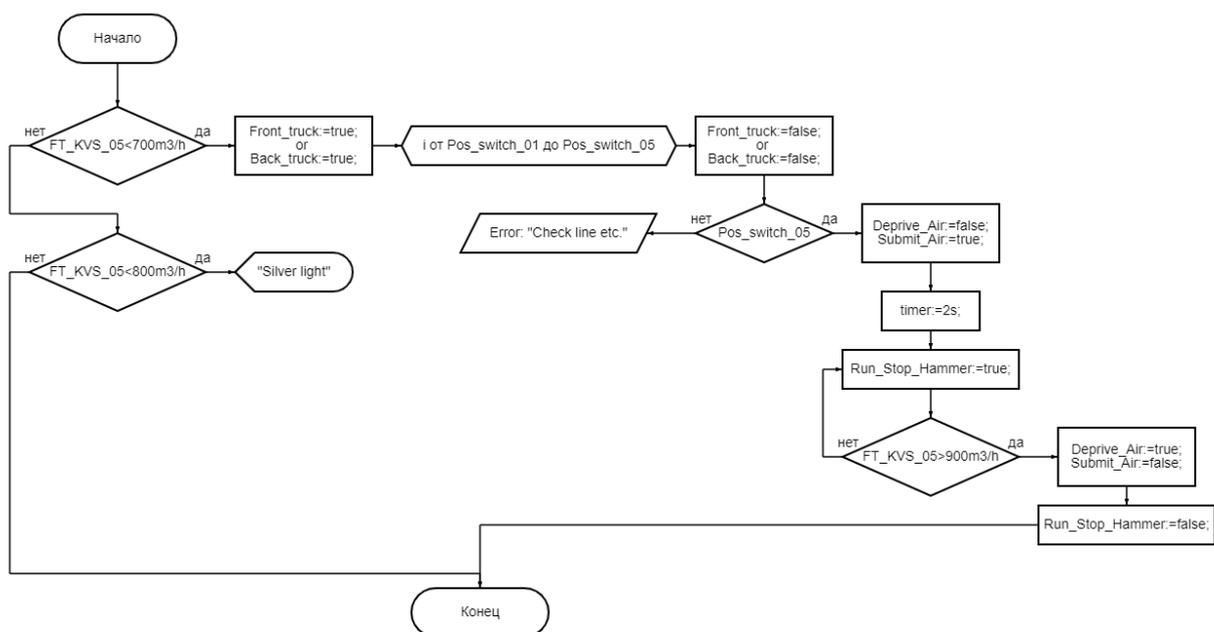


Рисунок 3.1. Блок-схема алгоритма

Алгоритм сбора данных об измеренном давлении состоит из следующих этапов:

- 1) Инициализация переменных и уставок.
- 2) Перевод измеренного значения тока в значение расхода.
- 3) Проверка соответствия измеренного значения расхода со всеми уставками.

3.1) Если измеренное значение вышло за границы заданного уставки №1 – выполнять следующие действие.

- 3.1.1) Запустить эл.двигатель движение тележки.
- 3.1.2) Не остановить пока не дойдет до заданной точки.
- 3.1.3) Если дойдет до заданной точки то остановить эл.двигатель.
- 3.1.4) Подать воздух на пневмоцилиндр.
- 3.1.5) Запуск перефоратора.
- 3.1.6) Если расход выше заданной уставки то отбирать воздух из пневмоцилиндра.
- 3.1.7) Остановка перефоратора.
- 3.2) Если измеренное значение вышло за границы заданного уставки №2 – вывести об этом сообщение.
- б) Вывести значение измеренного давления на экран.

3.2 Разработка экранных форм

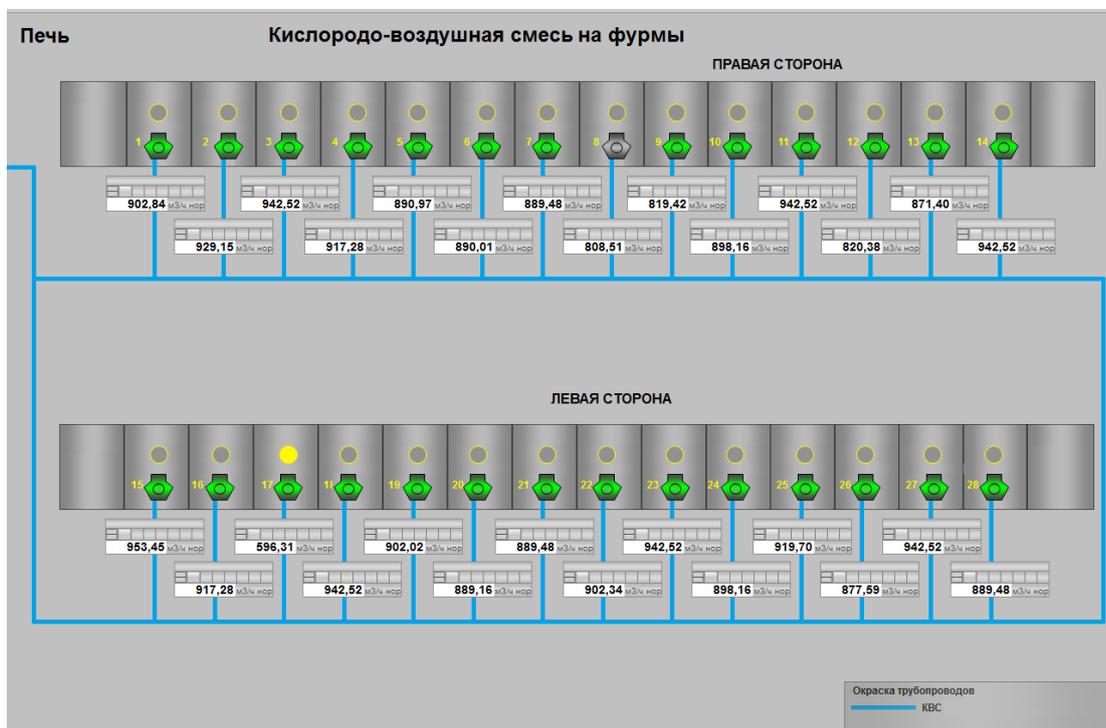


Рисунок 3.2. Экранная форма

4 Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения исследования с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения

Главная задача раздела заключается в анализе актуальности разработки и планировании коммерческой и финансовой ценности разрабатываемой системы автоматического управления, предлагаемой в рамках выпускной квалификационной работы.

Потенциальными потребителями результатов исследований являются коммерческие организации, осуществляющие деятельность в металлургической отрасли, в частности – горно-металлургические предприятия.

Научно-техническое исследование предусматривает рассмотрение следующих задач:

- Анализ конкурентных решений.
- Планирование научно-исследовательской работы.
- Расчет бюджета научно-исследовательской работы.
- Определение ресурсной, финансовой и экономической эффективности исследования.

Основной целью данной работы является оценка денежных затрат на проектирование автоматической системы управления плавки в печи Ванюкова.

4.1 Технология QuaD

Технология QuaD предназначена для количественной оценки качественных характеристик, таких как конкурентоспособность, эффективность и т.п. В ее основе лежит особая методика определения ценности объектов.

Анализ конкурирующих разработок помогает вносить коррективы в научное исследование, чтобы успешнее противостоять конкурентам.

Для оценки конкурентных решений автоматической системы управления плавки в печи Ванюковом составлена таблица 4.1.

Таблица 4.1 – Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений

Критерии оценки	Вес критерия	Максимальный балл	Относительное значение	Средневзвешенное значение
1	2	3	4	5
Показатели оценки качества разработки				
Надежность	0,2	100	0,1	20
Точность	0,2	90	0,9	18
Быстродействие	0,15	80	0,8	12
Безопасность	0,1	80	0,8	8
Удобство эксплуатации	0,1	100	0,1	10
Ремонтопригодность	0,15	90	0,9	12
Защищенность	0,05	80	0,8	4
Экологичность	0,05	80	0,8	4

Итого	1	00	7	80	7	88
-------	---	----	---	----	---	----

По методике определение конкурентоспособности технологического решения конкурентоспособность оценивается экспертным путем, где 1 – наиболее слабая позиция, а 100 – наиболее сильная позиция. Вес всех показателей, определяемых экспертным путем, в сумме должен быть равен единице. Оценка качества и перспективности определяется по формуле:

$$P_{cp} = \sum B_i * B_i, \quad (4.1)$$

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

B_i – вес i -го показателя;

B_i – средневзвешенное значение i -го показателя.

Средневзвешенное значение показателя качества позволяет определить перспективность разработки.

По результатам оценки показателя качества можно сказать, что разработка такого проекта перспективна, т.к. значение средневзвешенного показателя равно 88.

4.2 SWOT-анализ

Следующий этап раздела – комплексный SWOT-анализ внешней и внутренней среды проекта. Для проведения SWOT-анализа необходимо сформулировать сильные и слабые стороны, возможности и угрозы для реализации проекта.

Результаты проведенного SWOT-анализа представлены в таблице 4.2.

Таблица 4.2 – SWOT-анализ

	Сильные стороны научно-исследовательского проекта: С1. Более высокая произво-	Слабые стороны научно-исследовательского проекта: Сл1. Высокие начальные
--	---	--

	<p>дительность по сравнению с конкурентами.</p> <p>С2. Применение современных технологий.</p> <p>С3. Высокий спрос на технологию.</p>	<p>затраты.</p> <p>Сл2. Отсутствие рынка сбыта технологии.</p> <p>Сл3. Узкая специализация.</p>
<p>Возможности:</p> <p>В1. Повышение спроса.</p> <p>В2. Выход на зарубежный рынок.</p> <p>В3. Увеличение количества предоставляемых услуг.</p>	<p>В2С1С2С3 – Низкая стоимость технологии, применение современных технологий и высокий спрос позволит выйти на зарубежный рынок услуг.</p>	<p>В2В3Сл2 – При отсутствии клиентов на внутреннем рынке можно выйти на зарубежный рынок или начать предоставлять большее количество услуг</p>
<p>Угрозы:</p> <p>У1. Отсутствие спроса на новые технологии производства.</p> <p>У2. Проблемы с поставками комплектующих.</p> <p>У3. Снижение конкурентоспособности.</p>	<p>У1У3С1С2С3 – Более низкая стоимость по сравнению с конкурентами, применение современных технологий и высокий спрос на технологию повысит конкурентоспособность разрабатываемой технологии</p>	<p>У2Сл3 - Медленный ввод данной системы в эксплуатацию позволит переждать возможных скачков на рынке спроса. Пополнить клиентскую базу можно прибегнув к рекламным кампаниям.</p>

4.3 Разработка графика проведения научного исследования

Диаграмма Ганта – наиболее удобный и наглядный способ представления графика проведения работ. Диаграмма представляет собой отрезки, размещенные по горизонтали на шкале времени. Каждый сегмент диаграммы соответствует отдельной задаче.

Для построения диаграммы необходимо определить длительность каждой из выполняемых работ. Для этого воспользуемся следующей формулой:

$$T_{ki} = T_{pi} * k_{\text{кал}}, \quad (4.2)$$

где T_{ki} – продолжительность выполнения i -й работы (календарные дни);

T_{pi} – продолжительность выполнения i -й работы (рабочие дни);

$k_{\text{кал}}$ – коэффициент календарности.

Коэффициент календарности:

$$k_{\text{кал}} = \frac{T_{\text{кал}}}{T_{\text{кал}} - T_{\text{вых}} - T_{\text{пр}}}, \quad (4.3)$$

где $T_{\text{кал}}$ – кол-во календарных дней в году;

$T_{\text{вых}}$ – кол-во выходных дней в году;

$T_{\text{пр}}$ – кол-во праздничных дней в году.

Все значения, полученные при расчетах занесены в таблицу 4.3.

Таблица 4.3 – Временные показатели проведенного исследования

Название работы	Трудоёмкость работ						Длительность работ в рабочих днях T_{pi}		Длительность работ в календарных днях T_{ki}	
	t_{min} , чел-дни		t_{max} , чел-дни		$t_{\text{ож}}^i$, чел-дни					
	И	НР	И	НР	И	НР	И	НР	И	НР
Постановка задачи	–	1	–	1	–	1	–	1	–	1
Календарное планирование работ	5	–	7	–	5,8	–	5,8	–	9	–

Разработка и утверждение ТЗ	1	1	2	1	1,4	1	0,7	0,5	1	1
Подбор и изучение научно-технической литературы	3	-	5	-	3,8	-	1,9	-	3	-
Описание технического процесса	12	-	25	-	17,2	-	17,2	-	25	-
Выбор оборудования	2	-	4	-	2,8	-	2,8	-	4	-
Разработка схем	2	-	5	-	3,2	-	1	-	2	-
Разработка экранных форм	1	-	1	-	1	-	1	-	2	-
Разработка программы управления	2	-	7	-	4	-	4	-	6	-
Написание раздела «финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»	2	-	4	-	2,8	-	2,8	-	4	-
Написание раздела «социальной ответственности»	4	-	5	-	4,4	-	4,4	-	7	-
Проверка работы с руководителем	1	1	2	1	1,4	1	0,7	0,5	1	1
Составление пояснительной и подготовка презентации	12	-	20	-	15,2	-	7,6	-	11	-

Из данных, полученных в таблице 3 был построен календарный план-график.

Таблица 4.4 – Календарный план-график

№ ра б	Название работы	Продолжительность выполнения работ																							
		январь			февраль			март			апрель			май			июнь								
		1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3						
1	Постановка задачи																								
2	Календарное планирование работ																								
3	Разработка и утверждение																								

Цены на материальные ресурсы устанавливаются ценниками, размещенными на площадках интернет-магазинов, предприятий-изготовителей, либо организаций-поставщиков.

В таблице 4.5 отражены материальные затраты на производство научно-технического исследования.

Таблица 4.5 – Материальные затраты

Наименование	Цена за ед., руб.	Кол-во, шт.	Сумма, руб.
Тетрадь общая, 96 л.	89	1	89
Ручка	16	2	32
Карандаш	14	2	28
Ластик	15	1	15
Бумага офисная	350	1	350
ИТОГО (рублей)		514	
ИТОГО (рублей) с учетом ТЗР (20%)		616,8	

Из таблицы 4.5 видно, что на производство научно-технического исследования понадобится 616,8 рублей.

4.5 Расчет амортизационных отчислений

Амортизационные отчисления - это все затраты, связанные с приобретением специального оборудования, необходимого для производства научно-технического исследования.

На выполнение выпускной квалификационной работы согласно календарному плану дается 5 месяцев. Для выполнения ВКР необходим персональный компьютер или ноутбук и принтер со сканером.

Норма амортизации рассчитывается по следующей формуле:

$$N = \frac{1}{\text{СПИ}} * 100\%, \quad (4.5)$$

где СПИ – срок полезного использования (для офисной техники 2-3 года).

Принимаем срок полезного использования равный 3-м годам.

Таблица 4.6 – Расчет амортизационных отчислений

	Стоимость, руб	Срок полезного использования, лет	Норма амортизации, %	Годовая амортизация, руб.	Ежемесячная амортизация, руб.	Итоговая амортизация, руб.
Ноутбук	71900	3	33,3	23966,6	1997,2 1	9986,05
Принтер 3в1	12000	3				
ИТОГО						9986,05

Из таблицы 5.6 следует, что сумма амортизационных отчислений составляет 11652,7 рублей.

4.6 Основная заработная плата исполнителей темы

Данная статья расходов включает в себя затраты на выплату основной заработной платы и премий, входящих в фонд заработной платы научного руководителя и студента-дипломника (инженера).

В таблице 4.7 приведен баланс рабочего времени.

Таблица 4.7 – Баланс рабочего времени

Показатели рабочего времени	Научный руководитель	Инженер
Календарное число дней	365	365
Количество нерабочих дней	66	118
Потери рабочего времени на отпуск	48	24
Действительный годовой фонд рабочего времени	251	223

Затраты на заработную плату складываются из затрат на основную и дополнительную заработную плату:

$$Z_{зп} = Z_{осн} + Z_{доп}, \quad (5.6)$$

где $Z_{осн}$ – основная заработная плата;

$Z_{доп}$ – дополнительная заработная плата (12-20% от $Z_{осн}$).

Основная заработная плата рассчитывается по следующей формуле:

$$Z_{осн} = Z_{дн} * T_p, \quad (5.7)$$

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

T_p – продолжительность работ, раб. дн.

Среднедневная заработная плата вычисляется следующим образом:

$$Z_{дн} = \frac{Z_m * M}{F_d}, \quad (5.8)$$

где Z_m – месячный должностной оклад, руб.;

M – количество месяцев работы без отпуска в течение года: при отпуске в 24 раб. дня $M=11,2$ месяца, при отпуске в 48 раб. дней $M=10,4$ месяца;

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

Месячный должностной оклад работника определяется по формуле:

$$Z_m = Z_{окл} * k_p, \quad (5.9)$$

где $Z_{окл}$ – должностной оклад, руб.;

k_p – районный коэффициент.

В таблице 4.8 отражены результаты расчета основной заработной платы.

Таблица 4.8 – Расчет основной заработной платы

Исполнители	$Z_{окл}$, руб.	k_p	Z_m , руб.	$Z_{дн}$, руб.	T_p , руб.	$Z_{осн}$, руб.
Научный руководитель	35000	1,3	45500	1885,26	14	26393,64
Инженер	25000		32500	1632,3	121	197506,7
ИТОГО						223900,34

Расчеты на основную заработную плату составят 223900,34 рублей. Основные затраты по зарплате приходятся на студента-дипломника (инженера).

4.7 Дополнительная заработная плата

Затраты по дополнительной заработной плате учитывают величину предусмотренных Трудовым кодексом РФ доплат за отклонение от нормальных условий труда, а также выплат, связанных с обеспечением гарантий и компенсаций.

Величина расходов на дополнительную заработную плату определяется по следующей формуле:

$$Z_{\text{доп}} = Z_{\text{осн}} * k_{\text{доп}}, \quad (5.10)$$

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

В таблице 4.9 показан результат расчета дополнительной заработной платы.

Таблица 4.9 – Расчет дополнительной заработной платы

Исполнитель	$k_{\text{доп}}$	$Z_{\text{осн}}$	$Z_{\text{доп}}$
Научный руководитель	0,15	26393,64	3959,05
Инженер		197506,7	29626
ИТОГО			33585,05

Затраты на дополнительную заработную плату составят 33585,05 рублей.

4.8 Отчисления во внебюджетные фонды

Данная статья расходов включает в себя обязательные отчисления по установленным законодательством Российской Федерации нормам в органы социального, медицинского и пенсионного страхования.

Размер отчислений во внебюджетные фонды определяется по следующей формуле:

$$З_{внеб} = (З_{осн} + З_{доп}) * k_{внеб}, \quad (5.11)$$

где $k_{внеб}$ – коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды.

В таблице 4.10 отражены затраты на отчисления во внебюджетные фонды.

Таблица 4.10 – Затраты на отчисления во внебюджетные фонды

Исполнитель	Основная заработная плата, руб.	Дополнительная заработная плата, руб.	Коэффициент отчислений во внебюджетные фонды, %	Сумма отчислений
Научный руководитель	26393,64	3959,05	27,1	8225,58
Инженер	197506,7	29626		61552,96
ИТОГО				69778,54

По итогам расчетов затраты на отчисления во внебюджетные фонды составят 69778,54 рублей.

4.9 Накладные расходы

Все затраты, не вошедшие в вышеперечисленные статьи расходов, представляют собой накладные расходы. Размер накладных расходов определяется по следующей формуле:

$$З_{накл} = (\text{сумма статей} \div 5) * k_{нр}, \quad (4.12)$$

где k_{nr} – коэффициент, учитывающий накладные расходы (0,16).

$$Z_{\text{накл}} = (898 + 14846,25 + 223900,34 + 33585,05 + 69778,54) * 0,16 \\ = 54881,31 \text{руб.}$$

Накладные расходы составляют 54881,31 рублей.

4.10 Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта

Бюджет затрат на производство научно-исследовательского проекта – это сумма всех статей затрат, рассчитанных ранее.

В таблице 4.11 приведены затраты по всем статьям и итоговый бюджет научно-исследовательского проекта.

Таблица 4.11 – Бюджет научно-исследовательского проекта

№	Наименование статьи	Сумма, руб.
1	Материальные затраты	616,8
2	Затраты на амортизационные отчисления	9986,05
3	Затраты на оборудования	12000
4	Затраты по основной заработной плате	223900,34
5	Затраты по дополнительной заработной плате	33585,05
6	Затраты на отчисления во внебюджетные фонды	69778,54
7	Накладные расходы	54881,31
8	Итоговый бюджет	404748,83

По итогам расчетов был сформирован бюджет научно-исследовательского проекта, размером 404748,83 рублей.

4.11 Определение ресурсной, финансовой и экономической эффективности исследования

Оценка бюджета затрат трех или более вариантов исполнения научного исследования позволяет получить интегральный показатель финансовой эффективности этого научного исследования.

Интегральный финансовый показатель разработки определяется по следующей формуле:

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп.}i} = \frac{\Phi_{pi}}{\Phi_{\text{max}}}, \quad (5.13)$$

где Φ_{pi} – стоимость i -го варианта исполнения;

Φ_{max} – максимальная стоимость исполнения научного исследования.

В качестве вариантов возможных исполнителей будут студент-дипломник с научным руководителем, АО «АГМК».

В таблице 4.12 приведен расчет интегрального финансового показателя разработки.

Таблица 4.12 – Расчет интегрального финансового показателя

Исполнитель	Φ_{pi} , руб.	Φ_{max} , руб.	$I_{\text{финр}}^{\text{студент}}$	$I_{\text{финр}}^{\text{АОАГМК}}$
Инженер с научным руководителем	394414,74	500000	0,61	1
АО «АГМК»	500000			

4.12 Определение ресурсоэффективности исследования

Показатель ресурсоэффективности проводится посредством определения интегрального критерия:

$$I_{pi} = \sum a_i * b_i, \quad (4.14)$$

где a_i – весовой коэффициент i -го варианта исполнения разработки;

b_i^a, b_i^p – бальная оценка i -го варианта исполнения разработки;

n – число параметров сравнения.

Таблица 4.13 – Сравнительная оценка характеристик вариантов исполнения проекта

Критерии	Весовой коэффициент параметра	Исп. 1 Инженер с научным руководителем	Исп. 2 АО «АГМК»
Точность	0,2	5	5
Надежность	0,2	5	5
Быстродействие	0,15	5	4
Безопасность	0,1	4	3
Удобство	0,1	4	4
Обслуживание	0,15	4	3
Стоимость	0,05	5	4
Экологичность	0,05	4	4
ИТОГО	1	36	32

Расчет интегрального показателя для разрабатываемого проекта:

$$I_{p1} = 0,2 * 5 + 0,2 * 5 + 0,15 * 5 + 0,1 * 4 + 0,1 * 4 + 0,2 * 4 + 0,05 * 5 = 4.6$$

$$I_{p2} = 0,2 * 5 + 0,2 * 5 + 0,15 * 4 + 0,1 * 3 + 0,1 * 4 + 0,2 * 3 + 0,05 * 4 = 4.15$$

4.13 Определение эффективности исследования

Интегральный показатель эффективности определяется на основании интегрального показателя ресурсоэффективности и интегрального финансового показателя, по следующей формуле:

$$I_{\text{исп.}i} = \frac{I_{pi}}{I_{\text{финр}}}. \quad (4.15)$$

Также следует определить сравнительную эффективность проектов:

$$\mathcal{E}_{\text{ср}} = \frac{I_{\text{исп.2,3}}}{I_{\text{исп.1}}}. \quad (4.16)$$

Сравнение показателя эффективности позволит определить сравнительную эффективность проектов и выбрать наиболее подходящий вариант из предлагаемых.

Таблица 4.14 – Сравнение эффективности разработки

№	Показатель	Исп. 1 Инженер с научным руководителем	Исп. 2 АО «АГМК»
1	Интегральный финансовый показатель	0,61	1
2	Интегральный показатель ресурсоэффективности	4,6	4,15
3	Интегральный показатель эффективности	7,54	4,15
4	Сравнительная эффективность вариантов исполнения	1	0,55

Сравнительная эффективность вариантов исполнения показывает, что наиболее эффективным является проект, разработанный студентом-дипломником совместно с научным руководителем.

4.14 Вывод по разделу финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсоснабжение

В данном разделе выпускной квалификационной работы оценены экономические аспекты разработки модернизации автоматической системы управления процессом плавки печи Ванюкова.

Выполнен анализ конкурентных технологических решений среди существующих систем управления и проектируемой системой. Разрабатываемая система автоматического управления имеет как ряд преимуществ, так и недостатки, но все равно имеет высокую конкурентоспособность и эффективность.

При планировании научно-исследовательских работ определена структура работ в рамках научного исследования. Большинство работ проделано студентом-дипломником, а на некоторых этапах проектирования требовалось присутствие научного руководителя.

В процессе расчета бюджета научно-технического исследования было выявлено, что основные затраты приходятся на заработную плату. Общий размер бюджета составляет 404748,83 рублей.

5 Социальная ответственность

Социальные вопросы на предприятии считаются одним из важнейших и в этом разделе они будут рассматриваться. Будет определяться решения социальных проблем при работе с создаваемым проектом, опасных и вредных факторов.

Понятия о социальной ответственности прочно утвердились в каждой организации вне зависимости от рода деятельности. Вне зависимости от сложности работы, возникают различные вредные и опасные производственные факторы, способные пагубно повлиять на здоровье человека, или даже привести к непоправимым последствиям. Для решения таких проблем на предприятиях существуют службы охраны труда.

Охрана труда – это система сохранения жизни и здоровья работников в процессе трудовой деятельности и представляет собой действующую на соответствующих, законодательных, нормативных актов в систему организационных, технических, социально-экономических, санитарно-гигиенических и лечебно-профилактических мероприятия направленных на обеспечение безопасности, сохранение здоровья и работоспособности человека в процессе труда.

В рамках данного раздела будут рассмотрены условия работы оператора диспетчерской по управлению автоматизированной системой штангового глубинного насоса. Оператор будет осуществлять контроль за параметрами технологического процесса, управлять технологическим оборудованием, принимать решения в случае возникновения нештатных ситуаций.

Человек в работе с компьютером подвергается вредным и опасным факторам. Помещение операторской имеет центральное отопление, оборудовано системой кондиционирования, имеет площадь 30 кв. м., рабочее место освещается естественным и искусственным светом.

5.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

Трудовые отношения между работником и работодателем регулируются Трудовым кодексом Российской Федерации. График работы персонала должен соответствовать Главе 16 Трудового кодекса, регламентирующей режим рабочего времени.

Безопасность труда работника регламентируется «Системой стандартов безопасности труда» (ССБТ). Неотъемлемой частью подготовки к работе и проверки знаний персонала является медицинский осмотр, производственное обучение и система инструктажей, которая включает в себя вводный, первичный, периодический, внеплановый и целевой инструктажи.

Большую часть рабочего времени оператор проводит сидя. Рабочее место при выполнении работ в положении сидя должно соответствовать требованиям ГОСТ 12.2.032-78 ССБТ. «Рабочее место при выполнении работ сидя», ГОСТ 22269-76 Система «человек-машина». Общие эргономические требования и ГОСТ Р ИСО 9241-306-2012 Эргономика взаимодействия человек-система. Рекомендуемые параметры сидения: высота должна быть в пределах 420-550мм, поверхность – мягкая, угол наклона спинки – регулируемый.

Оптимальное размещение предметов труда и документации в зонах досягаемости:

- дисплей размещается в зоне 3 в центре;
- системный блок размещается в предусмотренной нише стола;
- клавиатура – в зоне 1;
- «мышь» – в зоне 2;
- документация, необходимая при работе – в зоне легкой досягаемости ладони;

– литература, неиспользуемая постоянно – в выдвижных ящиках стола.

5.2 Производственная безопасность

Во многих рабочих местах бывает вредные и опасные факторы на здоровья человека как и на операторном. Для исключения влияния этих факторов на здоровье работника прибегают к применению различных методов, описанных в нормативных документах

Для идентификации потенциальных опасных и вредных производственных факторов используется ГОСТ 12.0.003-2015 ССБТ «Опасные и вредные производственные факторы. Классификация». В таблице 1 приведен перечень характерных для исследуемого рабочего места оператора опасных и вредных факторов.

Таблица 5.1 – Возможные опасные и вредные производственные факторы

Факторы по ГОСТ 12.0.003-2015	Нормативные документы
Опасные и вредные производственные факторы, связанные с электрическим током, вызываемым разницей электрических потенциалов, под действие которого попадает работающий.	ГОСТ 12.1.030-81 ССБТ. Электробезопасность. Защитное заземление. Зануление. ГОСТ Р 12.1.019-2017 ССБТ. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты. ГОСТ 12.1.038-82 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Электробезопасность. Предельно допустимые значения напряжений прикосновения и токов.
Отсутствие или недостаток необходимого естественного или искусственного освещения.	СП 52.13320.2016 Естественное и искусственное освещение. Актуализированная редакция СНиП 23-05-95.
Опасные и вредные производственные факторы, связанные с аномальными микроклиматическими	СанПиН 1.2.3685-21 Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или)

параметрами воздушной среды на местонахождении работающего.	безвредности для человека факторов среды обитания.
Опасные и вредные факторы, связанные с возникновением пожаров	ГОСТ 12.1.004-91 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Пожарная безопасность. Общие требования.

5.3 Анализ опасных и вредных производственных факторов

1. Помещение операторской оборудовано электрическими розетками и электрическими приборами, которые являются источниками повышенной опасности. Опасность может наступить при неверном использовании приборов или при выходе их из строя.

Поражение электрическим током – может нести угрожающий жизни и здоровью характер. При длительном воздействии на организм человека электрического тока, могут возникнуть ожоги, аритмия, повреждения внутренних органов и даже наступить смерть.

Для того, чтобы обезопасить работников розетки в помещении операторской в соответствии с ГОСТ 12.1.030-81 ССБТ. «Электробезопасность. Защитное заземление. Зануление» должны иметь защитное заземление и подключаться через устройства защитного отключения. В таком случае после прикосновения человека к части неисправного электрического прибора, находящейся под напряжением, поражения электрическим током не произойдет.

2. Недостаток или отсутствие естественного или искусственного освещения возникает при заниженной яркости осветительных приборов и естественных источников света.

При воздействии данного вредного производственного фактора возникает повышенная утомляемость, близорукость, раздражение и снижение общей производительности труда.

Рабочая зона оператора должна освещаться в соответствии с нормами СП 52.13330.2016 Естественное и искусственное освещение. Актуализированная редакция СНиП 23-05-95, приведенными в таблице 2. А именно таким образом, чтобы можно было производить рабочие действия не напрягая органы зрения. Излишне яркий свет слепит, снижает зрительные функции, приводит к перевозбуждению нервной системы, уменьшает работоспособность, нарушает механизм сумеречного зрения. Воздействие чрезмерной яркости может вызывать фотоожоги глаз и кожи, катаракты и другие нарушения.

Таблица 5.2 – Нормирование освещенности

Характеристика зрительной работы	Наименьший или эквивалентный размер объекта различия, мм	Разряд зрительной работы	Подразряд зрительной работы	Относительная продолжительность зрительной работы при направлении зрения на рабочую поверхность, %	Искусственное освещение				Естественное освещение	
					Освещенность на рабочей поверхности, лк	Цилиндрическая освещенность, лк	Объединенный показатель UGR, не более	Коэффициент пульсации освещенности Кп, %, не более	КЕО ен, % при	
									верхнем или комбинированном	боковом
Высокой точности	От 0.3 до 0.5	Б	1	Не менее 70	300	100	21 18	15	3,0	1,0
			2	Менее 70	200	75	24 18	20 15	2,5	0,7

3. Отклонения микроклиматических параметров воздушной среды в рабочей зоне, могут возникнуть при изменяющихся сезонах года и погодных условиях, а также при неисправности отопительного или кондиционирующего оборудования.

Это наиболее распространенная проблема на производствах, расположенных в регионах с резко-континентальным климатом, когда погода может меняться несколько раз за день.

Несоблюдение параметров микроклимата может привести к ухудшению общего состояния здоровья работников, а именно: повышение или понижение температуры тела, повышенная потливость, сухость кожи, респираторные и иные заболевания.

Исключить влияние описанных факторов можно путем оборудования помещения операторской системами вентиляции, кондиционирования и отопления. Оптимальные параметры микроклимата рабочей среды приведены в таблице 3, допустимые в таблице 4 согласно СанПиН 1.2.3685-21 Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания.

Таблица 5.3 – Оптимальные значения показателей микроклимата на рабочем месте

Время года	Температура воздуха, °С	Относительная влажность воздуха, %	Скорость движения воздуха, м/с
Холодное	от 23 до 25	от 40 до 60	0,1
Теплое	от 20 до 22	от 40 до 60	0,1

Таблица 5.4 – Допустимые значения показателей микроклимата на рабочем месте

Время года	Температура воздуха, °С		Относительная влажность воздуха, %	Скорость движения воздуха, м/с	
	Ниже оптимальных не менее	Выше оптимальных не более		Ниже оптимальных не менее	Выше оптимальных не более
Холодное	от 20,0 до 21,9 включ.	от 24,1 до 25,0 включ	от 15 до 75 включ.	0,1	0,1

5.4 Экологическая безопасность

При плавки цветного металла могут возникнуть разные вредные случаи который будет влиять в экологию, таких как выбросы производственно вредного газа в атмосферу, возникновении пожаров и взрывов.

Защита селитебной зоны. Согласно СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200-03 «Санитарно-защитные зоны и санитарная классификация предприятий, сооружений и иных объектов» горно-металлургический предприятия относится к I классу санитарной классификации. Плавка цветного металла является частью предприятия, поэтому он также относится к I классу санитарной опасности. Для территорий с I категорией санитарной опасности устанавливается ориентировочный размер санитарно-защитной зоны в 1000 м.

Защита атмосферы. Атмосферу предприятия может загрязнять пыли от взрывных действия, пыли от дробление руд и выброс производственного газа. Согласно ГОСТ 12.1.005-88 «Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны» предельно допустимая концентрация производственного газа как серо диоксид в рабочей зоне составляет 10 мг/м³ и серо триоксид 1 мг/м³. Для предотвращения выбросов в атмосферу серотриоксид отправляется на сернокислотный цех для производства серного кислоты.

Защита гидросферы и литосферы. При проливе кислоты может возникнуть загрязнение водоемов, почвы или грунтовых вод. Предельно допустимая концентрация серной кислоты в почве составляет 1 мг/м³. Это регламентируется ГОСТ 17.4.3.04-85 Охрана природы (ССОП). Общие требования к контролю и охране от загрязнения и ГОСТ 17.1.3.07-82 Охрана природы (ССОП). Гидросфера. Правила контроля качества воды водоемов и водотоков. Для предотвращения пролива нефтяных продуктов и попадания их в водоемы площадка имеет обваловку.

5.5 Безопасность в чрезвычайных ситуациях

Автоматизация технологического процесса плавки цветного металла с применением электрических контрольно-измерительных приборов, контроллеров и исполнительных механизмов. Электрические приборы – потенциальный источник возникновения пожаров, особенно во взрывоопасных зонах. Поэтому для обеспечения безопасности объекта будут использоваться приборы во взрывобезопасном исполнении.

Согласно Федерального закона от 22.07.2008 N 123-ФЗ (ред. от 30.04.2021) «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» пожар на площадке печи плавки металла классифицируется классом С.

План эвакуации людей при пожаре показан на рисунке 5.1.



Рисунок 5.1 План эвакуации людей при пожаре

Борьбу с пожарами можно обеспечивать как ручными противопожарными средствами (песок, ведра, лопаты, багры, переносные огнетушители), так и с применением автомобильной техники, пожарной авиации и пожарных поездов согласно ГОСТ 12.1.004-91 «Пожарная безопасность. Общие требования».

Помимо пожаров при работе печи плавки цветного металла могут возникнуть различные техногенные аварии:

- отказ оборудования;
- нарушение режима эксплуатации автоматизированной системы управления;
- взрыв от внезапного попадания нежелательных веществ в печь или конвертер.

Наиболее вероятным видом чрезвычайной ситуации может стать отказ оборудования. Чаще всего такие ситуации возникают при недостаточной квалификации обслуживающего персонала, или неверных действиях операторов.

5.6 Вывод по разделу

Рабочая место оператора печи плавки цветного металла соответствует нормативным значениям по микроклимату, электробезопасности, естественного и искусственного освещения, пожарной безопасности.

Помещение операторской относится к сухому помещению без повышенной опасности поражения электрическим током. Имеет категорию В4 по пожарной опасности.

Объектом, оказывающим значительное негативное воздействие на окружающую среду, является непосредственно сам печь плавки цветного металла, который относится к I категории санитарной опасности.

Согласно правилам по техники безопасности при эксплуатации электроустановок операторы автоматизированных систем должны иметь I группу по электробезопасности. Электротехнический и электро-технологический персонал, работающий и обслуживающий автоматизированную систему должен иметь III группу допуска по электробезопасности, т.к. данная электроустановка работает с напряжением до 1000В.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Для выполнения выпускной квалификационной работы изучено место проведения модернизации автоматической системы управлением плавки в печи Ванюкова. Добавлено автоматическая система для очистки фурм ПЖВ. Продумано механическая дополнения для крепления и продвижения системы перфорации. Разработано функциональная схема и подобрано средство для реализации проекта. Далее разработано схема подключения внешних проводов, алгоритмов управления и экранных форм. В качестве управление процессом автоматической системы выбрано ПЛК Siemens, оно считается одним из лучших производителей ПЛК в мире и модель ПЛК S7-1200 так как для нашего проекта оно отвечает всем требованиям.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Выбор и расчет оборудования для добычи нефти / Снарев А.И – Москва, 2019 – 216 с.
2. Метран-150. Практическое руководство и технические характеристики [Электронный ресурс]. URL: <https://www.emerson.ru/documents/automation-каталог-датчики-давления-метран-150-раздел-каталога-метран-ru-ru-4848826.pdf> (дата обращения 18.12.2021).
3. Жирнов Б.С, Ефимович Д.О. Нефтегазовые технологии оборудования. Справочник ремонтника / Б. С. Жирнов, Д.О. Ефимович, Р.А. Махмутов. – Москва, 2021 – 356 с.
4. Разработка нефтяных месторождений / Мусин М.М – Москва, 2019 – 328 с.
5. CoDeSys V3.5 Первый старт. Руководство пользователя. ОВЕН, 2020. – 153 с.
6. Программирование ПЛК в CoDeSys V3. Часть 2 Визуализация. ПК Пролог, 2017. – 249 с.
7. Подготовка, транспорт и хранение скважинной продукции: Учебное пособие. – Томск: Изд. ТПУ, 2004, – 268 с.
8. ГОСТ 21.208 – 2013. Автоматизация технологических процессов. Обозначения условные приборов и средств автоматизации в схемах. – Взамен ГОСТ 21.408 – 85; введ. 2013 – 11 – 14. – Москва: Стандартинформ, 2013. – 27с.
9. ГОСТ 21.408 – 2013. Правила выполнения рабочей документации автоматизации технологических процессов. – Взамен ГОСТ 21.408 – 93; введ. 2013 – 11 – 14. – Москва: Стандартинформ, 2014. – 38с.
10. Нефтегазовое дело. Полный курс: Учебное пособие/Тетельмин В. В., Язев В. А., 2-е изд. - Долгопрудный: Интеллект, 2014. - 800 с.

11. Основы нефтегазопромыслового дела. Учебное пособие. Авторы В. Д. Гребнев, Д. А. Мартюшев Г. П. Хижняк: Перм. нац. иссл. полит. ун-т. Пермь, 2013. 185с.

12. Успешное применение в малых дозах ингибиторов гидратообразования / А. П. Мехта, Э. Р. Кадена, П. Б. Хеберт, Д. П. Уэзерман; Пер. М. Фалькович // Нефтегазовые технологии научно-технический журнал: / World Oil ; Pipe Line Industry ; Gulf Publishing Company . — 2004 . — № 2 . — С. 53-58 .

13. Глубинно-насосная добыча нефти с использованием штановых и электроцентробежных насосов: учебное пособие / Г.А. Билалова. – 2020, 172 с.

14. Семакина, Ольга Константиновна. Машины и аппараты химических производств : учебное пособие [Электронный ресурс] / О. К. Семакина; Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ). — 1 компьютерный файл (pdf; 1.9 МВ). — Томск: Изд-во ТПУ, 2011. — Заглавие с титульного экрана. — Электронная версия печатной публикации. — Режим доступа: из корпоративной сети ТПУ. — Системные требования: Adobe Reader. Схема доступа: <http://www.lib.tpu.ru/fulltext2/m/2012/m216.pdf> (дата обращения 18.12.2021)

15. Отраслевой промышленный каталог трубопроводной арматуры и приводов [в 5 т.]: / Научно-промышленная ассоциация арматуростроителей (НПАА) ; Московское центральное конструкторское бюро арматуростроения (МосЦКБА) . — 1-е изд. . — М. : ООО "МосЦКБА" , 2008-2010. Т. 2: Задвижки. Клапаны и затворы обратные. Клапаны герметические вентиляционные . — 2008. — 624 с.

16. Громаков Е.И. Проектирование автоматизированных систем управления нефтегазовыми производствами: учеб. пособие / Е.И. Громаков, А.В. Лиепиньш. – Томск: Изд-во Томского государственного университета, 2019. – 408 с.

17. Громаков Е.И. Проектирование автоматических систем управления технологической безопасностью: учеб. пособие / Е.И. Громаков, А.Г. Зебзеев. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2019. – 170 с.
18. Технические средства систем автоматики и управления: учебное пособие / В.Н. Скороспешкин, М.В. Скороспешкин; Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2011. – 223 с.
19. Стрижак П.А. Микропроцессорные контроллеры и средства управления: учебник / П.А. Стрижак, Д.О. Глушков; Томский политехнический университет (ТПУ). – Томск: Изд-во ТПУ, 2015. – 159 с.
20. Мордвинов А.А. Основы нефтегазопромыслового дела: учеб. пособие / А.А. Мордвинов, О.А. Морозюк, Р.А. Жангабылов. – Ухта: УГТУ, 2015. – 161 с.
21. Средства автоматизации и управления: конспект лекций / сост. В.В. Михайлов. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2014. – 99 с.
22. Технические средства систем автоматики и управления: учебное пособие / В.Н. Скороспешкин, М.В. Скороспешкин; Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2012. – 218 с.
23. Шишов О.В. Программируемые контроллеры в системах промышленной автоматизации: учебник / О.В. Шишов. – М.: Инфа-М, 2017.
24. Шишов О.В. Технические средства автоматизации и управления: учебное пособие / О.В. Шишов. – М.: Инфа-М, 2016. – 396 с.
25. Основы автоматизации производственных процессов нефтегазового производства: учеб. пособие для студ. учреждений высш. проф. образования / М.Ю. Прахова, Э.А. Шаловников, Н.А. Ишинбаев, С.В. Щербинин; под ред. М.Ю. Праховой. – М.: Издательский центр «Академия», 2012. – 256 с.

26. Шандров Б.В. Технические средства автоматизации: учебник для студ. высш. учеб. заведений / Б.В. Шандров, А.Д. Чудаков. – М.: Изд.центр «Академия», 2007. – 368 с.
27. Федоров Ю.Н. Справочник инженера по АСУТП: проектирование и разработка: учебно-практич. пособие / Ю.Н. Федоров. – М.: Инфра-Инженерия, 2008. – 926 с.
28. Нестеров А.Л. Проектирование АСУТП: методич. пособие / А.Л. Нестеров. – Кн.1. – М.: Деан, 2006. – 552 с.
29. Арнольд К., Стюарт М. Справочник по оборудованию для комплексной подготовки нефти / Премиум Инжиниринг // М. 2011г., 752 с.
30. Каталог продукции 2021. Элемер, 2021. – 897 с.
31. Трудовой кодекс Российской Федерации от 30.12.2001 N 197-ФЗ (ред. от 25.02.2022).
32. ГОСТ 22269-76 Система «человек-машина». Рабочее место оператора. Взаимное расположение элементов рабочего места. Общие эргономические требования.
33. ГОСТ Р ИСО 9241-306-2012 Эргономика взаимодействия человек-система.
34. ГОСТ 12.1.030-81 ССБТ. Электробезопасность. Защитное заземление. Зануление.
35. СанПиН 1.2.3685-21 Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания.
36. СП 52.13330.2016 Естественное и искусственное освещение.
37. ГОСТ 12.0.003-2015 Опасные и вредные производственные факторы. Классификация. Перечень опасных и вредных факторов.
38. ГОСТ 12.1.004-91 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Пожарная безопасность. Общие требования.
39. ГОСТ Р 12.1.019-2017 ССБТ Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты.

40. ГОСТ 12.1.038-82 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Электробезопасность. Предельно допустимые значения напряжений прикосновения и токов.

41. ГОСТ 12.2.032-78 ССБТ. «Рабочее место при выполнении работ сидя».

42. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200-03 «Санитарно-защитные зоны и санитарная классификация предприятий, сооружений и иных объектов».

43. ГОСТ 12.1.005-88 «Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны».

44. ГОСТ 17.1.3.07-82 Охрана природы (ССОП). Гидросфера. Правила контроля качества воды водоемов и водотоков.