

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 – Автоматизация технологических процессов и производств
 Отделение школы (НОЦ) – Автоматизации и робототехники

МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ

Тема работы	
Автоматизация завода металлосодержащих концентратов с созданием MES-системы	
УДК 681.51:669.1/8:004.6	

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8TM71	Краснов В. Ю.		

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОАР ИШИТР	Казаков В. Ю.	к.ф.-м.н		

Нормоконтроль

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОАР ИШИТР	Суханов А.В.	к.х.н.		

КОНСУЛЬТАНТЫ ПО РАЗДЕЛАМ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОСГН ШБИП	Рыжакина Т.Г.	к.и.н.		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель	Исаева Е. С.			

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Руководитель ООП	Суходоев М. С.	к.т.н.		
Руководитель ОАР ИШИТР	Леонов С. В.	к.т.н.		

РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ООП

Код рез-та	Результат обучения (выпускник должен быть готов)	Требования ФГОС, критериев и/или заинтересованных сторон
<i>Профессиональные</i>		
P1	применять глубокие естественно-научные, математические знания в области анализа, синтеза и проектирования для решения научных и инженерных задач производства и эксплуатации автоматизированных систем, включая подсистемы управления и их программное обеспечение.	Требования ФГОС (ПК-1, ПК-3, ОПК-1, ОПК-4, ОК-1, ОК-9), Критерий 5 АИОР (п. 1.1), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>
P2	воспринимать, обрабатывать, анализировать и обобщать научно-техническую информацию, передовой отечественный и зарубежный опыт в области теории, проектирования, производства и эксплуатации автоматизированных систем, принимать участие в командах по разработке и эксплуатации таких устройств и подсистем.	Требования ФГОС (ПК-3, ПК-4, ПК-7, ОПК-1, ОПК-3, ОК-1, ОК-4, ОК-5, ОК-6, ОК-9), Критерий 5 АИОР (пп. 1.1, 1.2), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>
P3	применять и интегрировать полученные знания для решения инженерных задач при разработке, производстве и эксплуатации современных автоматизированных систем и подсистем (в том числе интеллектуальных) с использованием технологий машинного обучения, современных инструментальных и программных средств.	Требования ФГОС (ПК-2, ПК-3, ПК-4, ПК-5, ПК-15, ПК-18, ОПК-3, ОПК-6, ОК-1, ОК-5, ОК-6, ОК-7), Критерий 5 АИОР (пп. 1.2), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>
P4	определять, систематизировать и получать необходимую информацию в области проектирования, производства, исследований и эксплуатации автоматизированных систем, устройств и подсистем.	Требования ФГОС (ПК-7, ПК-10, ПК-11, ПК-12, ПК-18, ОПК-4, ОПК-6, ОК-1, ОК-4, ОК-6, ОК-8), Критерий 5 АИОР (п.1.3), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>
P5	планировать и проводить аналитические, имитационные и экспериментальные исследования для целей проектирования, производства и эксплуатации систем управления технологическим процессом и подсистем (в том числе интеллектуальных) с использованием передового отечественного и зарубежного опыта, уметь критически оценивать полученные теоретические и экспериментальные данные и делать выводы.	Требования ФГОС (ПК-1, ПК-2, ПК-3, ПК-4, ПК-5, ПК-6, ПК-13, ПК-17, ПК-18, ОПК-2, ОПК-3, ОК-1, ОК-3, ОК-4, ОК-6, ОК-7, ОК-8, ОК-9), Критерий 5 АИОР (п. 1.4), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>
P6	понимать используемые современные методы, алгоритмы, модели и технические решения в автоматизированных системах и знать области их применения, в том числе в составе безлюдного производства.	Требования ФГОС (ПК-1, ПК-2, ПК-3, ПК-7, ОПК-1, ОПК-3, ОПК-4, ОК-5, ОК-9, ОК-10), Критерий 5 АИОР (п. 2.1), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>
<i>Универсальные</i>		
P7	эффективно работать в профессиональной деятельности индивидуально и в качестве члена команды.	Требования ФГОС (ПК-1, ПК-2, ПК-7, ПК-8, ПК-16, ПК-17, ОК-1, ОК-2, ОК-4, ОК-6, ОК-9), Критерий 5 АИОР (п. 2.1), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>
P8	владеть иностранным языком на уровне, позволяющем работать в интернациональной среде с пониманием культурных, языковых и социально-экономических различий	Требования ФГОС (ПК-4, ПК-8, ПК-9, ПК-16, ОПК-4, ОК-5), Критерий 5 АИОР (п. 2.2), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>

		<i>FEANI</i>
P9	проявлять широкую эрудицию, в том числе знание и понимание современных общественных и политических проблем, демонстрировать понимание вопросов безопасности и охраны здоровья сотрудников, юридических аспектов, ответственности за инженерную деятельность, влияния инженерных решений на социальный контекст и окружающую среду	Требования ФГОС (ПК-5, ПК-8, ПК-15, ПК-16, ПК-18, ОПК-1, ОПК-4, ОПК-5, ОК-3, ОК-4, ОК-5, ОК-6, ОК-8, ОК-9), Критерий 5 АИОР (пп. 1.6, 2.3.), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEAN</i>
P10	следовать кодексу профессиональной этики и ответственности и международным нормам инженерной деятельности	Требования ФГОС (ПК-8, ПК-11, ПК-16, ОПК-3, ОПК-6, ОК-4), Критерий 5 АИОР (пп. 2.4, 2.5), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>
P11	понимать необходимость и уметь самостоятельно учиться и повышать квалификацию в течение всего периода профессиональной деятельности.	Требования ФГОС (ПК-4, ПК-8, ОПК-3, ОПК-4, ОК-5, ОК-6, ОК-7, ОК-8), Критерий 5 АИОР (2.6), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i> .

	– система электроснабжения.
Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов	1. Описание технологического процесса. 2. Выбор архитектуры АСУ ТП. 3. Выбор алгоритмов управления АСУ ТП. 4. Разработка шкафов управления АСУ ТП. 5. Разработка экранных форм АСУ ТП. 6. Создание системы отчетов. 7. Создание MES-системы.
Перечень графического материала	1. PID диаграмма. 2. Структурная схема. 3. Схемы шкафов управления. 4. Схемы алгоритмов управления. 5. Мнемосхема диспетчерского пульта. 6. Дерево экранных форм. 7. Мнемосхема MES-системы.

Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы

Раздел	Консультант
1. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Рыжакина Татьяна Геннадьевна
2. Социальная ответственность	Исаева Елизавета Сергеевна
3. Иностранная часть	Пичугова Инна Леонидовна

Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:

1.1 Назначение и цели создания системы
1.2 Информация о технологии
1.3 Описание процесса деятельности
1.4 Порядок и принцип работы системы

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	1.10.2018г
---	------------

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОАР ИШИТР	Казаков Вениамин Юрьевич	к.ф.-м.н		10.02.19

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8ТМ71	Краснов Владислав Юрьевич		10.02.19

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»

Студенту:

Группа	ФИО
8ТМ71	Краснов Владислав Юрьевич

Инженерная школа	ИШИТР	Отделение	Отделение автоматизации и робототехники
Уровень образования	Магистр	Направление/специальность	Автоматизация технологических процессов и производств

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

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

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Оценка коммерческого и инновационного потенциала НТИ	Оценочная карта конкурентных технических решений
2. Разработка устава научно-технического проекта	...
3. Планирование процесса управления НТИ: структура и график проведения, бюджет, риски и организация закупок	Календарный план-график реализации проекта
4. Определение ресурсной, финансовой, экономической эффективности	Определение ресурсоэффективности проекта

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

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

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	12.11.2019г
--	-------------

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Рыжакина Татьяна Гавриловна	Кандидат экономических наук		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8ТМ71	Краснов Владислав Юрьевич		

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
8ТМ71	Краснов Владислав Юрьевич

Школа	ИШИТР	Отделение (НОЦ)	Отделение автоматизации и робототехники
Уровень образования	Магистрант	Направление/ Специальность	Автоматизация технологических процессов и производств

Тема ВКР:

"Автоматизация завода металлосодержащих концентратов с созданием MES-системы"	
Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:	
1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения	Рабочим местом является кабинет инженера-программиста ОИ АСУ ТП. Рабочее место находится в помещении закрытого типа с совмещенным освещением, естественной и неестественной вентиляцией воздуха. Основное оборудование, на котором ведется работа – ПК. Основной вид деятельности – разработка алгоритма управления оборудованием завода металлосодержащих концентратов, написание прикладной программы, формирование управляющих команд посредством ПК, формирование отчетной документации и создание MES-системы.
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности: 1.1. Специальные правовые нормы трудового законодательства; 1.2. Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.	– Трудовой кодекс РФ; – СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03; – ТОИ Р-45-084-01 – ППБ 01-93
2. Производственная безопасность: 2.1. Анализ выявленных вредных и опасных факторов 2.2. Обоснование мероприятий по снижению воздействия	Рассматриваются следующие опасные и вредные производственные факторы: – повышенный уровень шума на рабочем месте; – повышенный уровень вибрации; – повышенная или пониженная температура воздуха рабочей зоны; – повышенная или пониженная влажность воздуха; – повышенная или пониженная подвижность воздуха; – повышенный уровень статического электричества; – повышенный уровень электромагнитных излучений; – отсутствие или недостаток естественного света; – недостаточная освещенность рабочей зоны;
3. Экологическая безопасность:	Влияние на экологическую безопасность. Воздействие на литосферу и атмосферу. Утилизация бытовых отходов.

4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:	Наиболее типичная ЧС для объекта исследования – пожар.
--	--

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

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель ООД	Исаева Елизавета Сергеевна	—		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8TM71	Краснов Владислав Юрьевич		

РЕФЕРАТ

Магистерская диссертация содержит 134 страниц, 6 рисунков, 45 таблиц, 24 источников, 16 приложений.

Ключевые слова: проект, дозатор, давление, конвейер, вращающаяся печь, пылеосадительная камера, уровень, датчики, мнемосхема, SCADA, MES-система.

Объектом работы является система подготовки и обжиг гранул.

Цель работы – разработка системы автоматизированного управления подготовки и обжига гранул.

В данном проекте была разработаны: схемы автоматизированного управления завода металлосодержащих концентратов, структурные схемы, разработан алгоритм сбора данных измерений, а также спроектированы экранные формы. Создана MES-система позволяющая оптимизировать распределение ресурсов предприятия.

Разработанная система может применяться в системах контроля, управления и сбора данных, оптимизации расходов заводов металлосодержащих концентратов.

Для выполнения работы использовались программные продукты SolidWork, STEP 7 V5.6, WINCC RUNTIME и TIAPortal V14.

Содержание

Обозначения и сокращения	12
Введение	13
1 Автоматизация завода металлосодержащих концентратов	15
1.1 Назначение и цели создания системы	15
1.2 Информация о технологии.....	16
1.3 Описание процесса деятельности	21
1.4 Основные технические решения	27
1.5 Структура программного обеспечения	33
1.6 Методы и средства разработки программного обеспечения.....	35
1.7 Операционная система	35
1.8 Разработка экранных форм.....	36
2 Создание MES-системы	37
2.1 Информация о MES-системе	37
2.2 Реализация MES-системы	42
3 Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности	45
3.1 Потенциальные потребители результатов исследования	45
3.2 Анализ конкурентных технических решений	46
3.3 Диаграмма Исикава.....	47
3.5 Планирование научно-исследовательских работ	51
3.5.1 Структура работ в рамках научного исследования	51
3.5.2 Разработка графика проведения научного исследования	53
3.6 Бюджет научно-технического исследования	57
3.6.1 Расчет материальных затрат НИТ	57
3.6.2 Основная заработная плата исполнителей темы	59
3.6.3 Дополнительная заработная плата	60
3.6.4 Отчисления на социальные нужды	61
3.6.5 Научные и производственные командировки	61
3.6.6 Накладные расходы	62
3.6.7 Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта.....	63
4 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	73
4.1 Специальные правовые нормы трудового законодательства	75
4.2 Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны	76
4.2.1 Эргономические требования к рабочему месту	76
4.2.2. Окраска и коэффициенты отражения	77
4.3 Профессиональная социальная безопасность	78

4.3.1 Анализ факторов рабочей среды и производственного процесса.....	78
4.3.2 Отклонение показателей микроклимата	79
4.3.3 Недостаточная освещённость рабочей зоны	81
4.3.4 Превышение уровня шума и вибраций	82
4.3.5 Электромагнитное и электростатическое излучения	84
4.4 Экологическая безопасность	85
4.5 Безопасность в чрезвычайных ситуациях	87
Заключение.....	91
Список использованных источников.....	92
Приложение А. PI&D диаграмма.....	94
Приложение В. Структурная схема вращающейся печи	110
Приложение Г. Основной экран подачи шихты	111
Приложение Д. Окно аналоговых сигналов.....	112
Приложение Е. Окно диагностика коммуникаций.....	113
Приложение Ж. Окно настройка.....	114
Приложение З. Окно отчеты.....	115
Приложение И. Экран Печи, барабан охлаждения	116
Приложение К. Экран газоочистки.....	117
Приложение Л. Экран MODBUS связи	118
Приложение М. Отчет времени работы оборудования за период	119
Приложение Н. Пример отчета MES-системы	120
Приложение О. График работы оборудования.....	121
Приложение П. Показатели эффективности оборудования	122
Приложение Р. Иностранная часть	123

Обозначения и сокращения

В данной работе в качестве обозначений приняты следующие обозначения:

АСУ ТП – автоматизированная система управления технологическим процессом.

ПТК – программно-технический комплекс.

ПЛК – программируемый логический контроллер.

АРМ – автоматизированное рабочее место.

ПК – персональный компьютер.

ПО – программное обеспечение.

БД – база данных.

КИПиА – контрольно-измерительные приборы и автоматика.

САР – система автоматизированного регулирования.

ПАС – противоаварийная автоматическая система.

ИМ – исполнительный механизм.

СИ – средства измерения.

СОИ – система сбора и обработки информации.

ЧМИ – человеко-машинный интерфейс.

Введение

Накопленные и вновь образующие отходы предприятий металлургической промышленности оказывают негативное воздействие на окружающую среду. К наименее утилизируемой группе отходов относятся дисперсные отходы, уловленные в системах очистки аспирационных и технологических выбросов в виде пыли. Накопленные пылевидные отходы металлургической промышленности предприятий представляют собой крупный сырьевой источник для производства черных и цветных металлов, сопоставимый по содержанию полезных компонентов с природными месторождениями. Учитывая негативное влияние пылевидных отходов на окружающую среду, ограниченные возможности по расширению объемов накопителей, а также истощение источников исходного минерального сырья, актуальной является задача разработки способа их утилизации.

Компания ГСД-Р первой в России внедряет технологию способную решить эту задачу и подразумевает за собой переработку отходов металлургической промышленности – пылей, уловленные аспирационными комплексами электрометаллургических предприятий, содержащих в себе большой спектр вредных для окружающей среды химических элементов таких как: Zn, Pb, Cl и т.д. в годные, конкурентно способные и востребованные на рынке продукты. Применение данных пылей, без каких-либо химических и физических изменений, непосредственно обратно в металлургию, не является возможным, ввиду присутствия в них большого количества примесей цветных металлов и галогенов.

Предложенная технология по переработке отходов успешна реализована по всему миру, и имеет статус "зелёной", за своё безопасное и безотходное производство. В процессе переработке получают два востребованных на рынке продукта, это Вельц-оксид и Металлосодержащий концентрат. Первый продукт востребован в производстве гальванических покрытий, производстве резины, производстве металлического цинка и т.д., второй продукт востребован как сырьё для чёрной металлургии.

Цель данной работы автоматизация завода металлосодержащих концентратов с создание MES-системы для компании ООО «GSD-R».

1 Автоматизация завода металлосодержащих концентратов

1.1 Назначение и цели создания системы

Основным назначением системы является автоматизация комплекса вращающейся печи на базе современных программно-технических средств. Такая система позволит повысить безопасность и эффективность производства, оптимальное и безаварийное ведение технологических процессов.

Требование к системе

Разрабатываемая система должна иметь следующие функции:

- резервное управления системы вращающейся печи;
- обеспечение производственных и административных служб необходимой информацией для решения задач планирования, контроля и управления производством;
- формирование отчетов по функционированию поставляемого технологического оборудования за заданный период;
- оптимизация производственной деятельности предприятия;
- повышение эффективности технологического процесса;
- снижение затрат на обслуживание оборудования;
- повышения уровня безопасности производства;
- оптимизация распределения ресурсов предприятия.

Этапы создания Системы

На этапе планирования были выделены следующие этапы внедрения Системы:

- 1) разработка технической документации и подбор оборудования;
- 2) поставка оборудования автоматизации на объекте;
- 3) монтаж оборудования автоматизации на объекте;
- 4) внедрение автоматизированной системы управления;
- 5) анализ существующих MES-систем;
- 6) разработка MES-системы;
- 7) внедрение MES-системы;

1.2 Информация о технологии

В данной разделе представлено описание технологии подготовки шихты для смешения и грануляции, и подачи шихты на обжиговую вращающуюся печь, а также выбор применяемого оборудования. Технологический процесс системы можно разбить на участки: участок подготовки шихты, участок подача гранул во вращающуюся печь, участок вращающейся печи, участок барабана охлаждения, участок гидравлической системы, участок станции смазки, участок дымососов, участок пылесадительной камеры, участок охладителей, участок фильтров и участок силосов. Далее рассмотрим каждый участок. Описание участков сделано на основании PI&D диаграммы приложение А.

Описание работы нитки дозирования и подачи шихты в смеситель-гранулятор

Материалы, составляющие шихту поступают в «бункера» отсеки закрытого склада (позиция 1) в ж/д вагонах, автотранспортом в биг/бегах и навалом (кокс и коксик). Закрытый склад глины оснащен двумя мостовыми кранами грузоподъемностью 10 тонн (один кран оснащен грейфером с емкостью ковша 2,1 м³) Из отсеков хранения каждый материал шихты подается в свой приемный бункер дозирочной эстакады соответствующим краном (позиция 2.1 и 2.2).

Дозирочная эстакада состоит из 4-х приемных бункеров по 30 м³ каждый (позиции 3) - два для пыли ЭДП, один для коксика, один для пыли с ПК. Приемные бункер коксика оборудованы верхней решеткой, приемные бункера пыли оборудованы съемными устройствами для разгрузки биг-бегов и/или контейнеров с нижним разгрузочным клапаном. Все приемные бункера оборудованы внутренней футеровкой из сверх молекулярного полиэтилена (СМП), для предотвращения зависания материалов и повышение износоустойчивости стенок бункера, и индивидуальными системами пылеудаления (позиция 12) - точечными фильтрами СПОТ-50. На задних стенках приемных бункеров установлены 2-а датчика уровня материалов для сигнализации нижнего уровня материалов в нем.

Под нижним конусом каждого приемного бункера расположен дозатор ленточный непрерывного действия (позиция 4) с которого по заданной программе порция материалов поступает на ленточный конвейер (позиция 5) подачи их в промежуточный весовой бункер (позиция 7).

В промежуточном весовом бункере (позиция 7) формируется порция шихты для смешения и грануляции. Промежуточный весовой бункер оборудован разгрузочным 2-х челюстным затвором с электромеханическим приводом. Для предотвращения зависания материалов и повышении изнosoустойчивости стенок промежуточный весовой бункер оборудован внутренней футеровкой из СМП, а также для лучшего истечения шихты на боковой стенке установлен электромеханический виброобрушитель (позиция 7.1).

Из промежуточного весового бункера (позиция 7) по команде шихта выгружается на конвейер ленточный (позиция 6) по которому шихта подается через промежуточную воронку (позиция 6.1) в смеситель-гранулятор Айрих RV24 (позиция 8). Промежуточная воронка оборудована пневматическим шибером для предотвращения «выхлопа» пыли из смесителя-гранулятора Айрих RV24 (позиция 8). Время загрузки смесителя-гранулятора Айрих RV24 составляет (60 – 90) сек.

Конструкция смесителя-гранулятора Айрих RV24 позволяет в одном аппарате в периодическом режиме смешивать компоненты шихты на первом этапе с последующим образованием гранул на втором этапе. Время смешивания и грануляции составляет (220–240) сек.

После окончания процесса грануляции гранулы через разгрузочный люк смесителя-гранулятора Айрих RV24 поступают в приемную воронку (позиция 9) ленточного конвейера (позиция 10) подачи гранул в отсек промежуточного хранения (позиция 11). Время разгрузки смесителя-гранулятора Айрих RV24 составляет (20–30) сек.

Полный цикл загрузки, смешивания, грануляции и разгрузки составляет (300–360) сек. и зависит от выбранного технологического режима работы смесителя-гранулятора Айрих RV24.

Гранулы по конвейеру ленточному (позиция 10) выгружаются в отсек промежуточного хранения гранул, из которого грейферным краном перемещается в отсеки «вылеживания» для последующей подачи грейферным краном в расходный бункер (позиция 15) дозирования шихтовки на вращающуюся печь.

Производительность участков по подачи шихты на грануляцию, не менее 121500 т/год;

Описание работы нитки подачи шихты во вращающуюся печь

Кокс 6 – 13 мм поступает в «бункеры» - из крытого склада в ж/д вагонах. Из отсеков хранения грейферным краном каждый материал шихты, гранулы и кокс, подается в свой приемный бункер 2-х дозировочных эстакад. Подача материала на вращающуюся печь составляет не менее 83650 т/год.

Каждая дозировочная эстакада состоит из приемного бункера, кокса 34 м³ и гранул 42 м³, (позиция 15). Приемные бункера оборудованы верхней решеткой и внутренней футеровкой из сверх молекулярного полиэтилена (СМП) для предотвращения зависания материалов и повышение изнosoустойчивости стенок бункера. На задних стенках приемных бункеров установлены 2-а датчика уровня материалов для сигнализации нижнего уровня материалов в нем. Для удаления образовавшейся пыли при загрузке бункера оборудованы бортовыми отсосами (позиция 21) которые подключаются к общей системе пылеудаления.

Под нижним конусом каждого приемного бункера расположен дозатор ленточный непрерывного действия (позиция 16) с которых гранулы и кокс с заданной производительностью поступают на существующий ленточный конвейер (позиция 18) тракта подачи шихты в загрузочную точку вращающейся печи. Производительность дозаторов устанавливается в соответствии с технологическим режимом работы вращающейся печи. Все перегрузочные операции выполняются мостовыми кранами.

Для повышения износостойкости все ролики ленточных конвейеров применены в обрезиненном исполнении, а ролики весовых дозаторов ленточных непрерывных применены в пластмассовом исполнении.

Все приемные воронки конвейеров и ленточных дозаторов, а также перепускные точки оборудованы футеровкой из сверх молекулярного полиэтилена (СМП) и патрубками с фланцами для подключения к общей системе пылеудаления.

Параметры и объемы материала для участков

Рассмотрим параметры и объемы материала подаваемые на основных устройств участков. Параметры смесителя-гранулятора Айрих RV24 приведены в таблице 1.

Таблице 1 – параметры смесителя-гранулятора Айрих RV24

Наименование параметра	Значение параметра
Макс. объем загрузки, м ³	2,300
Макс. масса загрузки, тонн	2,300
Полный цикл смешивания/грануляции, сек.	300–360
в том числе:	
Время загрузки, сек.	60–90
Время смешивания/грануляции, сек.	220–240
Время разгрузки, сек.	20–30
Количество полных циклов в час	10–12

Объемы подачи материалов шихты для смесителя-гранулятора Айрих RV24 приведены в таблице 2.

Таблице 2 – Объем подачи материала в смеситель-гранулятор

Наименование материалов	Расход на смеситель кг на замес (норма/макс.)	к общему расходу, % (без воды)	Расход т/сутки (макс.)
Пыль с ПК	100 / 230	0–10	(35)
Пыль с ЭДП	1950 / 2100	80–90	(380)
Коксик (0 – 6) мм	200 / 350	10 (7,5–15)	(60)
Вода техническая	100 / 200		(25)

Наименование и показатели сыпучих материалов для шихтовки смесителя-гранулятора Айрих приведены в таблице 4.

Таблице 4 – Показатели сыпучих материалов для гранулятора

Показатели.	Наименование материалов		
	Пыль с ПК	Пыль с ЭДП	Коксик (0 ÷ 6) мм
Объемная масса, т/м ³ .	(0,8 – 0,9)	(0,9 – 1,0)	(0,75 – 0,85)
Зернистость, мм.	(0 – 0,5)	(0 – 15)	(0 – 8)
Влажность, до %	< 0,5	(3 – 8)	(8 – 13)
Угол естественного откоса, град.	>60	>60	≈50
Склонность к налипанию, (да, нет).	Да	Да	Нет
Свойства текучести	Свободнотекущий		
Абразивность, (да, нет).	Нет	Низкая	Средняя
Температура, гр. С	Температура окружающей среды		
Взрывоопасность	Нет	Нет	Нет
Пылеобразование	Да	Среднее	Низкое

Объемы подачи шихты в смеситель-гранулятор Айрих RV24 приведены в таблице 5

Таблице 5 – Объемы подачи в смеситель-гранулятор

Время загрузки смесителя-гранулятора Айрих RV24, 60 секунд							
Шихтовые материалы	Насыпной вес, т/м ³	Загрузка смесителя-гранулятора					
		Заданные параметры				Параметры для расчета	
		Норма		Максимально			
		тонн	м ³	тонн	м ³	тонн	м ³
Пыль с ПК	(0,8 – 0,9)	0,1	0,12	0,23	0,28	0,23	0,28
Пыль с ЭДП	(0,9 – 1,0)	1,95	2,16	2,1	2,4	2,1	2,4
Коксик (0 – 6) мм	(0,75 – 0,85)	0,2	0,26	0,35	0,46	0,35	0,46
Максимальный объем загрузки смесителя, Таб. 2						2,3	2,3

Объемы подачи материалов шихты на вращающуюся печь приведены в таблице 6.

Таблице 6 – объем подачи материала в печь

Наименование материалов	Расход т/час (макс.)	Соотношение, %	Расход т/сутки (макс.)
Гранулы	14	80–90	334
Кокс 6 ÷ 13 мм	3	10–20	50
		(100)	

Наименование и показатели сыпучих материалов для шихтовки на вращающуюся печь приведены в таблице 7.

Таблице 7 – Сыпучие материалы для печи

Показатели	Наименование материалов	
	Гранулы	Кокс (6 ÷ 13) мм
Объемная масса, т/м ³	1,1 – 1,25	0,8 – 1,0
Зернистость, мм	(0 – 8)	(0 – 20)
Влажность, до %	10	14
Угол естественного откоса, град	>60	45
Склонность к налипанию, (да, нет)	Да	Нет
Свойства текучести	Свободнотекущий	
Абразивность, (да, нет)	низкая	средняя
Температура, гр. С	Температура окружающей среды	
Взрывоопасность	нет	нет
Пылеобразование	низкое	низкое

1.3 Описание процесса деятельности Сведения об исходных материалах

Исходными материалами для обжига во вращающейся печи являются гранулы, сформированные на смесителе-грануляторе Айрих RV24 и кокс фракции 6 – 13 мм. В состав гранул входят пыль с ПК, пыль с ЭДП и коксик 0 – 6 мм.

Сведения о готовом продукте

Выходными продуктами технологического процесса являются металлоконцентрат, снимаемый с выхода холодильника, и вельц-оксиды, улавливаемые системой фильтрации.

Перечень и технические характеристики технологических объектов

Состав технологических объектов представлен в таблице 8. Он составлен на основании PI&D диаграммы и описания технологического оборудования. Нумерация принята согласно приложению А.

Таблица 8 – Описание технологического оборудования

№ п.п.	Тип оборудования	Обозначение по P&ID	Основные технические характеристики	Кол.
1	2	3	4	5
1	Участок подготовки шихты			
1	Дозатор ленточный непрерывного действия	X1211	10 – 15 т/ч	1
2	Дозатор ленточный непрерывного действия	X1212	1 – 5 т/ч	1
3	Дозатор ленточный непрерывного действия	X1213	1 – 5 т/ч	1
4	Дозатор ленточный непрерывного действия	X1214	10 – 15 т/ч	1
5	Ковейер ленточный	H1222	L=55 м, 40 т/ч	1
6	Весовой бункер	X1240	5 м ³	1
7	Вибратор	B1240		1
7	Ковейер ленточный	H1223	L=55 м, 35 т/ч	
8	Шиббер пневматический	X1228		
9	Ковейер ленточный	H1410	L=55 м, 30 т/ч	
12	Участок хранения и дозирования			
12.1	Дозатор ленточный непрерывного действия	X1521	10 – 15 т/ч	1
12.2	Дозатор ленточный непрерывного действия	X1523	1 – 5 т/ч	1
12.3	Ленточный конвейер	H1551	L=55 м, 25 т/ч	1
12.4	Ленточный конвейер	H1561	L=144 м, 26 т/ч	1
21	Участок вельц-обжига			
21.1	Вращающаяся печь	D2000	D=2,5 м, L=25 м	1
21.2	Газовая горелка с клапанами	D2110 XH2115/40	W=15 МВт, 300 – 2000 Нм ³ /ч	1
21.3	Вентилятор	V2120	3600 Нм ³ /ч	1
21.4	Отсечной клапан	XB2128		1

Продолжение таблицы 8. Описание технологического оборудования

1	2	3	4	5
21.5	Охлаждающий вентилятор	V2071/72	2000 Нм ³ /ч	1
21.6	Гидроупоры с гидростанцией (емкость, насосы, клапаны)	A2050 (B2059, P2053/54, XB2055-1/2/3)	12 МПа, 6300 л	1
22	Пылеосадительная камера			
22.1	Пылеосадительная камера	F2200		1
22.2	Вентилятор с отсечным клапаном	V2210, XB2128	2000 Нм ³ /ч	1
22.3	Шнек выгрузки	H2221/22/23		3
22.4	Буферная емкость	B2250/60	2 м ³	2
22.5	Роторный питатель	X2268		1
22.6	Вентилятор	V2270	2000 м ³ /ч	1
23	Участок охлаждения			
23.1	Холодильник	W2600	D=3 м, L=60 м	1
23.2	Охлаждающий вентилятор	V2672	2000 Нм ³ /ч	1
23.3	Регулировочный клапан воды	XH2690-1		1
31	Газоохладители			
31.1	Охладительная секция	W3010/20/30	6 труб, 550 м ²	3
31.2	Шнек выгрузки	H3110/20/30/40/5 0		5
31.3	Отсечной клапан	XB3005 XB3012/18/22/28 /32/38		7
31.4	Аварийный клапан	XY3090		1
31.5	Регулировочный клапан	XH3080		1
32	Фильтр продукции			

Продолжение таблицы 8. Описание технологического оборудования

1	2	3	4	5
32.1	Секция фильтра с системой регенерации	F3201, XB3221, XB3211.10...12 F3202, XB3222, XB3212.10...12 F3203, XB3223, XB3213.10...12 F3204, XB3224 XB3214.10...12		4
32.2	Клапан потока	XB3616/18		2
32.3	Греющий кабель	F3207/37/08/38	200 Вт/м ²	2
32.4	Шнек выгрузки	H3231/32/50/55		4
32.5	Вибратор с дебалансным приводом	M3205/06		2
32.6	Дымосос	V3610/20		2
32.7	Отсечной клапан	XB3618/28		2
32.8	Регулировочный клапан	XB3612/22		2
33	Силосы			
33.1	Силос	B3810/20	65 м ³	2
33.2	Виброднище с дебалансным приводом	M3812/22		2
33.3	Фильтр верхней части силоса	F3811/21		2
33.4	Буферная емкость	B3260		1
33.5	Вибратор бункера	M3262		1
33.6	Роторный питатель	X3150/68		2
33.7	Вентилятор	V3270	2000 м ³ /ч	1
33.8	Платформенные весы с устройством загрузки	X3851, X3843, X3847, X3852, X3844, X3848	1500 кг, 36 м ³ /ч	2
88	Компрессорный узел			
88.1	Воздушный компрессор	V8001/02/03		3
88.2	Воздушный ресивер	B8101/02/03		3
88.3	Абсорбирующий осушитель	T8181/83		2

Описание работы оборудования на участке вальц-обжига

Гранулы и кокс с существующих ленточных конвейеров H1551 и H1561 поступают в загрузочную точку вращающейся печи D2000. В печи происходит процесс вальц-обжига. Подача воздуха процесса производится вентилятором V2120 с регулируемой производительностью. Нагрев печи осуществляется газовой горелкой D2110. Печь установлена под углом в результате вращения печи за счет центробежной силы происходит перемещения материала внутри нее. Однако при вращении печи происходит его осевое смещение и опускание, для возврата в исходное положение используют гидроупоры A2050. Время опускания 2,5 – 6 часов, время подъема 0,5 – 2 часа. Скорость вращения корпуса печи регулируется преобразователем частоты. Для сохранения вращения печи при пропадании питания с основного привода предусмотрен дизель-генератор. Включение дизель-генератора производится вручную. Вращения на печь передается через вспомогательный двигатель пониженной мощности M2004. Для пылеизоляции печи используется воздух с вентиляторов V2071 в головке печи и V2072 со стороны фильтра.

Описание работы оборудования на участке пылеосадительной камеры

С помощью дымососа V3610 или V3620 газы отводятся из печи. Отведенные газы поступают в пылеосадительную камеру F2200. Для защиты ленты конвейера H1561 от горячих газов используется вентилятор V2210. Пыль, осаженная в камере посредством шнековых питателей H2221/22/23, перегружается в промежуточные бункера B2250/60.

С бункера B2250 пыль возвращается на склад сырья в секцию B1140, а с бункера B2260 пыль посредством пневмотранспортной системы передается в промежуточный бункер готового продукта B3260 с помощью пневмотранспортной системы. В состав пневмотранспортной системы входят шлюзовый питатель X2268, воздуходувка V2270 с регулируемой производительностью и эжектор V2269.

Описание работы оборудования на участке охлаждения

Железный концентрат с выхода печи подается в холодильник W2600. После охлаждения складывается в коробе B2710, как готовый продукт. Скорость вращения холодильника регулируется преобразователем частоты.

Охлаждение корпуса холодильника водяное, регулирование подачи воды производится клапаном ХН2690-1.

Для пылеизоляции на стороне загрузки холодильника используется воздух вентилятора V2672.

Описание работы оборудования на участке газоохладителей

Дымовые газы с пылесадительной камеры проходят через газоохладители W3010/20/30.

Включение секций охлаждения в поток газа производится посредством открытия клапанов ХВ3012/18/22/28/32/38.

Клапан ХВ3005 предназначен для работы в зимнее время.

Клапан ХН3080 предназначен для регулирования температуры газа на входе фильтра, путем подмешивания уличного воздуха.

Клапан ХУ3090 аварийный, автоматически открывается при пропадания питания, обеспечивая безусловное подмешивание уличного воздуха.

Пыль, скапливающаяся в газохладителях посредством шнековых питателей Н3110/20/30/40 через ячейковый питатель Х3150 перегружается в промежуточный бункер готового продукта В3260.

Описание работы оборудования на участке фильтра продукции

Охлажденные дымовые газы с газоохладителей проходят через рукавные фильтры F3201/02/03/04, где происходит выделение продукта из газовой смеси.

Включение выбор рабочего фильтра производится ручным клапаном ХВ3216/18.

Протяжку газов через фильтры обеспечивает дымосос V3610. На случай неисправности либо планового обслуживания дымососа V3610 предусмотрен

резервный дымосос V3620. Производительность дымососов регулируется преобразователями частоты.

Включение дымососов в линию производится посредством открытия клапанов XB3612/18/22/28.

Пыль, скапливающаяся в фильтрах посредством шнековых питателей H3231/32/50/55 и ячейковых питателей X3241/42 перегружается в промежуточный бункер готового продукта B3260.

Описание работы оборудования на участке силосов

Пыль, из бункера готового продукта B3260 посредством пневмотранспортной системы передается в силосы B3810/20. В состав пневмотранспортной системы входят шлюзовый питатель X3268, воздуходувка V3270 и эжектор V3269.

В силосах происходит накопление готового продукта.

Отгрузка готового продукта производится в биг-бэги через ячейковые питатели X3843/44 и устройства разгрузки X3847/48.

Учет отгруженного материала производится на платформенных весах X3851/52.

Описание работы компрессоров

Для обеспечения нужд производства сжатым воздухом используются локальные компрессорные установки V8001/02/03. Компрессоры V8001 и V8002 взаимно резервированы. На выходе компрессоров сжатый воздух проходит процедуру осушения. По линии сжатого воздуха очистки фильтров предусмотрен контроль давления и точки росы.

Включение и отключение компрессоров производится вручную по месту.

1.4 Основные технические решения

Структура и состав системы

Структурные схемы комплексов технических средств приведены в Приложении Б и Приложении В.

Система автоматизации представляет собой многоуровневую систему, состоящую из программной и аппаратной частей, осуществляющую функции сбора и передачи данных, а также функции управления технологическим процессом.

Оборудование подразделяется на:

- технические средства нижнего уровня - уровень технологических объектов, выполняющих функции первичного преобразования, передачи информации о технологическом объекте и приеме управляющих сигналов (полевое оборудование КИПиА);
- технические средства среднего уровня - уровень программируемых логических контроллеров, выполняющих функции сбора, первичной обработки данных и выработки управляющих воздействий на исполнительные механизмы;
- технические средства верхнего уровня - уровень автоматизированного оперативного управления, выполняющего функции сбора, визуализации, обработки и хранения данных.

СГЭП реализована на базе ИБП типа on-line и должна обеспечивать бесперебойное электроснабжение средств автоматизации в течение 20 минут, в том числе, при одновременном прекращении подачи электроэнергии от двух независимых взаиморезервирующих источников питания, для безаварийного перевода технологического процесса в безопасное состояние во всех режимах функционирования.

Технические средства нижнего уровня

К техническим средствам нижнего уровня относятся датчики-преобразователи физических величин (давление, расход, уровень, температура), интеллектуальные приборы с цифровым интерфейсом, датчики сигнализации (состояние оборудования, сигнализация загазованности, уровня) и исполнительные механизмы. В качестве измерительных преобразователей используются серийно выпускаемые приборы и средства автоматизации с

унифицированными токовыми сигналами 4...20 мА, для дискретных сигналов - типа "сухой контакт" или PNP (общий минус).

Технические средства среднего уровня

Структура управления технологическими объектами принята централизованной. Основу технических средств среднего уровня составляет программно-технический комплекс Simatic фирмы Siemens, построенный на базе резервированного программируемого логического контроллера S7-400 и системы распределенной периферии на базе ET-200М с резервированными каналами связи.

Технические средства среднего уровня размещаются в закрытых щитах:

- щит комплектный управления ЩКУ-К2 – распределенная периферия участка хранения и дозирования;
- щит комплектный управления ЩКУ-К3 – стойка ПЛК S7-400;
- щит комплектный управления ЩКУ-К4 – стойка распределенной периферии участков вальц-обжига и охлаждения;
- щит комплектный управления ЩКУ-К5 – стойка распределенной периферии участков фильтрации продукта, силосов и сжатого воздуха;
- щит комплектный управления ЩКУ-К6 – стойка распределенной периферии участков пылеосадительной камеры и газоохлаждения.

Щит ЩКУ-К2 устанавливается в помещении ПС-13 участка подготовки шихты. Чертеж общего вида и схемы электрические ЩКУ-К2 приведены в комплекте документации ОФТ.35.2519.02.00.00.

Щит ЩКУ-К3 устанавливается в помещении пульта управления обжигом участка обжига. Чертеж общего вида и схемы электрические ЩКУ-К3 приведены в комплекте документации ОФТ.35.2574.02.00.00.

Щит ЩКУ-К4 устанавливается в помещении ПСУ-20 участка обжига. Чертеж общего вида и схемы электрические ЩКУ-К4 приведены в комплекте документации ОФТ.35.2574.03.00.00.

Щит ЩКУ-К5 устанавливается в помещении ПСУ-11 участка обжига. Чертеж общего вида и схемы электрические ЩКУ-К5 приведены в комплекте документации ОФТ.35.2574.04.00.00.

Щит ЩКУ-К6 устанавливается в помещении ПСУ-11 участка обжига. Чертеж общего вида и схемы электрические ЩКУ-К6 приведены в комплекте документации ОФТ.35.2574.05.00.00.

Связь между устройствами среднего уровня реализована посредством резервированной сети Profibus DP.

Технические средства верхнего уровня

Верхний уровень обеспечивает:

- сбор и хранение данных;
- визуализацию оператором технологических параметров, отображающих протекание технологического процесса и состояние технологического оборудования;
- доступ операторам к параметрам процесса;
- формирование и вывод отчетов.

К оборудованию верхнего уровня относится:

- автоматизированное рабочее место АРМ №1;
- автоматизированное рабочее место АРМ №2;
- автоматизированное рабочее место АРМ наладчика, для осуществления функций конфигурирования системы.

Вышеперечисленное оборудование размещается в шкафу АРМ. Мониторы, клавиатуры и манипуляторы "мышь" включены в комплект поставки

и должны размещаться на рабочем месте оператора. Организация рабочего места оператора (столы и стулья) в поставку проекта не включены.

Шкаф АРМ устанавливается в помещении пульта управления обжигом участка обжига. Чертеж общего вида и схемы электрические шкафа АРМ приведены в комплекте документации ОФТ.35.2574.06.00.00.

Обмен данными между резервированными контроллерами (средний уровень), расположенными в щите ЩКУ-КЗ, и автоматизированными рабочими местами осуществляется по резервированной сети Industrial Ethernet.

Численность, квалификация и функции персонала

Пользователями Системы должны быть:

- оператор, контролирующие технологический процесс (круглосуточно);
- технологи, сменные мастера, ответственные за работу установки в целом (круглосуточно) и выполняющие настройку базовых уставок;
- системный инженер (администратор системы), производящий настройку, калибровку измерительных каналов, конфигурацию и администрирование системы;
- инженер, выполняющий работы по обслуживанию КТС.

Обслуживание должно выполняться согласно эксплуатационной документации на систему:

- "Руководство оператора";
- "Руководство системного пользователя".

Пользователи системы должны пройти соответствующее обучение как по работе с Системой в целом, так и с отдельными техническими устройствами в составе Системы. Количество персонала и режим его работы должны

определяться штатным расписанием и должностными инструкциями, разработанными Заказчиком.

Состав функций, реализуемых Системой

Система обеспечивает:

- сбор оперативной информации и первичную обработку аналоговых сигналов постоянного тока измерительных преобразователей (датчиков) технологических параметров и параметров состояния оборудования;
- контроль предаварийных отклонений параметров от установленных регламентных границ и, в случае обнаружения отклонений, выдачу световой и звуковой сигнализации об предаварийных ситуациях и отклонениях параметров на АРМ;
- передачу обработанных данных по каналам связи от вторичных приборов до резервированного контроллера;
- управление техпроцессом по заданному регламенту;
- вывод информации на АРМ;
- отображение технологических параметров в технических единицах измерения в цифровом виде и в виде временных трендов;
- просмотр архива данных на АРМ в цифровом виде и в виде временных трендов;
- формирование отчетных форм в виде сводных таблиц или режимных листов;
- архивирование и хранение полученных данных в базе данных;
- автоматизированная система управления и оптимизации производственной деятельности (MES-система).

1.5 Структура программного обеспечения

Структура ПО ПЛК "S7 400H"

Перечень функциональных групп ПО ПЛК приведён в таблице 9.

Таблица 9 – Перечень функциональных групп ПО ПЛК

Функциональная группа ПО	Соответствие общим частям ПО ПЛК	Основное назначение части ПО
Modbus RTU	Коммуникация	Обмен данными в сетях RS-485 Modbus RTU.
Исполнительные механизмы	Управление	Управление исполнительными механизмами участка "Вращающаяся печь D2000" (транспортировки и перемешивания материала в процессе обжига горелкой).
		Управление исполнительными механизмами участка "Подача шихты" (загрузки вращающейся печи необходимым соотношением гранул и кокса с заданной производительностью).
		Управление исполнительными механизмами участка "Холодильник W2600" (охлаждения материала из вращающейся печи).
		Управление исполнительными механизмами участка "Гидравлический узел" (поддержания необходимого давления в гидравлической линии для обеспечения работы вращающейся печи и холодильника).

Функциональная группа ПО	Соответствие общим частям ПО ПЛК	Основное назначение части ПО
		Управление исполнительными механизмами участка "ПОК F2200"(охлаждения и очистки отходящих газов от "крупной" фракции пыли).
		Управление исполнительными механизмами участка "газоохладителей" (охлаждения и очистки отходящих газов от "средней" фракции пыли).
		Управление исполнительными механизмами участка "Газоочистка" (очистки отходящих газов от "мелкой" фракции пыли).
		Управление исполнительными механизмами участка "Силосы" (хранения и транспортировки пыли всех фракций в силосы).

Функциональные группы ПО объединяют в себе функции и алгоритмические части Системы.

Общая структура ПО НМІ

ПО АРМ как ПО дополнительного АРМ (далее ПО НМІ) представляет из себя НМІ-продукт, который обеспечивает визуализацию и взаимодействие с программными контурами управления ПО ПЛК для осуществления оперативного контроля и управления Системой.

ПО НМІ представляет собой набор экранов и функций, обеспечивающих динамическое изменение визуальных объектов на экранах в соответствии со

значениями, сформированными в ПЛК, и персоналом при помощи средств ввода данных в АРМ.

Перечень общих частей ПО НМІ приведен в таблице 10.

Таблица 10 – Перечень частей ПО НМІ

Часть ПО НМІ	Основное назначение части ПО НМІ
Экранные формы	Совокупность элементов: – визуализации; – функций; – внешних и внутренних переменных.
Глобальные функции	Функции, осуществляющие пользовательские задачи НМІ: – взаимодействия с пользовательскими приложениями; – взаимодействия с пользовательскими БД; – формирование данных по событиям НМІ.

1.6 Методы и средства разработки программного обеспечения

ПО ПЛК разрабатывается при помощи языков программирования SCL и FBD пакета разработки Step 7 V5.6.

ПО АРМ разрабатывается при помощи пакета разработки Wincc V7.4 компании Siemens Automation.

1.7 Операционная система

Для АРМ и инженерной станции определена операционная Система Windows 7 Ultimate 64bit SP1.

1.8 Разработка экранных форм

Для управления процессами необходимо разработать экранные формы. Экранные формы разрабатываются с помощью программного продукта SCADA.

«SCADA - программный пакет, предназначенный для разработки или обеспечения работы в реальном времени систем сбора, обработки, отображения и архивирования информации об объекте мониторинга или управления» [16].

Исходя из определения SCADA-системы, можно выделить ее возможности:

- сбор информации от устройств нижнего уровня;
- хранение, архивирование собранной информации для последующей обработки, например, для создания архивов, реализации на собранных данных аварийной сигнализации и др.;
- возможность взаимодействия с технологическим процессом, - передача управляющих команд;
- наглядное представление технологического процесса для оператора, то есть оператор в удобной для него форме наблюдает за данными датчиков, установленных непосредственно на объекте управления данной SCADA-системы;
- обмен информацией с другими программами;
- формирование отчетов.

Для реализации данных заказов были выбраны: TIA Portal V14 и WINCC RUNTIME. «TIA Portal — интегрированная среда разработки программного обеспечения систем автоматизации технологических процессов от уровня приводов и контроллеров до уровня человеко-машинного интерфейса» [17].

Данное ПО включает в себя программный пакет WinCC RT, позволяющий разрабатывать человеко-машинный интерфейс. Так как имеется опыт работы в данной программе, мнемосхема для управления технологическим процессом выполнена в данной программе.

Разработанные мнемосхемы представлена в приложении Г-М.

2 Создание MES-системы

2.1 Информация о MES-системе

«MES (*Manufacturing execution system*, система управления производственными процессами) — автоматизированная система управления и оптимизации производственной деятельности. Система предназначена для решения задач» [6]:

- синхронизации;
- координации;
- анализа и оптимизации выпуска продукции.

MES-системы служат для управления цеха.

Функции MES

«RAS (*Resource Allocation and Status*) – контроль состояния и распределение ресурсов. Управление ресурсами: технологическим оборудованием, материалами, персоналом, обучением персонала, а также другими объектами, такими как документы, которые должны быть в наличии для начала производственной деятельности» [6].

«ODS (*Operations/Detail Scheduling*) – оперативное /детальное планирование. Расчет производственных расписаний, основанный на приоритетах, атрибутах, характеристиках и способах, связанных со спецификой изделий и технологией производства» [6].

«DPU (*Dispatching Production Units*) – диспетчеризация производства. Управляет потоком единиц продукции в виде заданий, заказов, серий, партий, посредством рабочих нарядов» [6].

«DOC (*Document Control*) – управление документами. Контролирует содержание и прохождение документов, сопровождающих изготовление продукции, ведение плановой и отчетной цеховой документации» [6].

«DCA (*Data Collection/Acquisition*) – сбор и хранение данных. Взаимодействие информационных подсистем в целях получения, накопления и передачи технологических и управляющих данных, циркулирующих в производственной среде предприятия» [6].

«LM (*Labor Management*) – управление персоналом. Обеспечивает возможность управления персоналом в ежесекундном режиме» [6].

«QM (*Quality Management*) – управление качеством. Анализирует данные измерений качества продукции в режиме реального времени на основе информации поступающей с производственного уровня, обеспечение должного контроля качества, выявление критических точек и проблем, требующих особого внимания» [6].

«PM (*Process Management*) – управление производственными процессами. Отслеживает производственный процесс, автоматическая корректировка либо диалоговая поддержка решений оператора» [6].

«MM (*Maintenance Management*) – управление техобслуживанием и ремонтом. Отслеживает и управляет обслуживанием оборудования и инструментов. Обеспечивает их работоспособность. Обеспечивает планирование периодического и предупредительного ремонтов, ремонта по состоянию» [6].

«PTG (*Product Tracking and Genealogy*) – отслеживание и генеалогия продукции. Обеспечивает возможность получения информации о состоянии и местоположении заказа в каждый момент времени» [6].

«PA (*Performance Analysis*) – анализ производительности. Обеспечивает формирование отчётов о фактических результатах производственной деятельности, сравнение их с историческими данными и ожидаемым коммерческим результатом» [6].

Для завода металлосодержащих концентратов были выбраны следующие функции: RAS, ODS, DPU, DCA, MM и PA.

MES-система будет обладает следующими функциями:

- расчет показателей эффективности оборудования;
- формирование отчетов;
- формирование расписания работы оборудования;
- готовность заказов;
- оперативное планирование производством;
- график проведение технического обслуживания.

Расчет показателей эффективности оборудования

В MES-системе в качестве показателя эффективности используется автоматически рассчитываемый коэффициент $\mathcal{E}_{об}$ (общая эффективность оборудования). Данный метод предназначен для контроля и повышения эффективности производства. В его основе лежит измерение и обработке конкретных производственных показателей.

$$\mathcal{E}_{об} = K_{Г} * K_{П} * K_{К} * 100\% \quad (1)$$

где

$K_{Г}$ – коэффициент готовности оборудования;

$K_{П}$ – коэффициент производительности оборудования;

$K_{К}$ – коэффициент качества.

Коэффициент готовности оборудования

Коэффициент готовности оборудования отражает степень готовности оборудования к работе во времени работы предприятия. Он исключает из общего времени работы предприятия потери на остановках в работе оборудования,

связанных с проведением ремонта оборудования и организационными простоями.

Коэффициент производительности оборудования

Коэффициент производительности оборудования показывает степень выполнения оборудованием производственных заказов, за вычетом производственных потерь времени на подготовку и других факторов, снижающих максимальную производительность оборудования.

Коэффициент качества

Коэффициент качества выпускаемой продукции показывает отношение количества годной продукции к общему числу выпущенной продукции. Коэффициент рассчитывается автоматически при вводе технологом качества выходной продукции.

Для расчета периода времени в каждом из коэффициентов суммируются времена состояний по группам состояний (УПР) и учитываются по формулам согласно регламенту расчета $\Delta_{об}$, предоставляемым заказчиком.

Оперативное планирование производством

Оперативным планированием занимается менеджер по планированию и закупка. Он вносит новые заказы в базу данных и указывает приоритет заказов. Также для формирования заявок на покупку сырья предусмотрен алгоритм оповещения менеджера о том, что определенного сырья хватит на 12-14 дней, чтобы он оперативно сделал закупку сырья. В основе данного алгоритма лежит формула (2):

$$D_o = \frac{O_c}{P_c} \quad (2)$$

, D_o – время на которое хватит материала, суток; O_c – остаток сырья, тонн; P_c – средний расход сырья, тонн/сутки.

Средний расход сырья считается на основании расхода сырья за предыдущие 10 дней.

Формирование расписания

При формировании расписания учитываются следующие показатели:

- приоритет заказа;
- наличие сырья;
- готовность оборудования;
- сроки заказа.

При формировании расписания работы первоначально анализируется сроки заказов, если есть несколько заказов с одинаковыми сроками сдачи заказа, то из них выбирается тот, который имеет более высокий приоритет. После проверяется готовность оборудования и наличия сырья на заказ, если рассчитанное значение потребляемого сырья больше, чем на складе, то данный вид сырья у менеджера заказов становится красным, что сигнализирует ему о необходимости закупки сырья и отображается выполняемый заказ желтым. По завершению заказа заказ становится зеленым.

Формирование отчетов

Для формирования отчетов в MES-системе за основу берутся готовые отчеты со SCADA-систем.

График проведение технического обслуживания

Данная функция позволяет отслеживать: график планового технического обслуживания, выходы из строя оборудования, формировать заявку на обслуживание, отслеживать выполнение ремонтных работ и назначать исполнителя ремонтных работ.

2.2 Реализация MES-системы

Для реализации MES-системы выбраны следующие программные продукты: Microsoft SQL Server 2014 и Visual Studio 2015.

В качестве СУБД был выбран Microsoft SQL Server 2014, так как он бесплатный и его достаточно для данной задачи. Были созданы таблицы баз данных. Пример созданных таблиц показан на Рисунке 1.

SQLQuery3.sql - ENG5...ice (winccuser (58))

```
/****** Script for SelectTopNRows command from SSMS *****/
SELECT TOP 1000 [id]
, [nameRU]
, [nameENG]
FROM [Device].[dbo].[iButtonName]
```

Results

	id	nameRU	nameENG
1	0	Нет кнопки	No button
2	1	Состояние	State
3	2	Сбои	Failures
4	3	Блокировки	Interlocks
5	4	Предупреждения	Warnings
6	5	Параметры	Options
7	6	Сообщения	Alarms
8	7	Тренды	Trends
9	8	Безоп.	Safety
10	10	Сост.	State
11	11	СДУ 1	SDU 1
12	12	СДУ 2	SDU 2
13	13	Комм.	Comm.
14	14	Вн.сбои	Ex.fall
15	15	ПЧ Веспер	FC Vesper
16	16	Парам.	Opt.
17	18	СДУ	SDU
18	27	Параметры УБЗ	UBZ options

SQLQuery2.sql - ENG5...ice (winccuser (56))

SQLQuery5.sql - ENG...SDR (winccuser (57))

```
/****** Script for SelectTopNRows command from SSMS *****/
SELECT TOP 1000 [id]
, [nameReport]
FROM [GSDR].[dbo].[repType]
```

Results

	id	nameReport
1	1	Отчет по отгруженному весу
2	2	Отчет по дозаторам
3	3	Отчет по подаче
4	4	Отчет по отработанному времени

SQLQuery4.sql - ENG...SDR (winccuser (53))

Рисунок 1 – Создание таблиц базы данных

С помощью Microsoft SQL Server 2014 были созданы база устройств, база отчетов и общая база данных MES-системы. Пример структуры базы данных приведен на рисунках ниже.

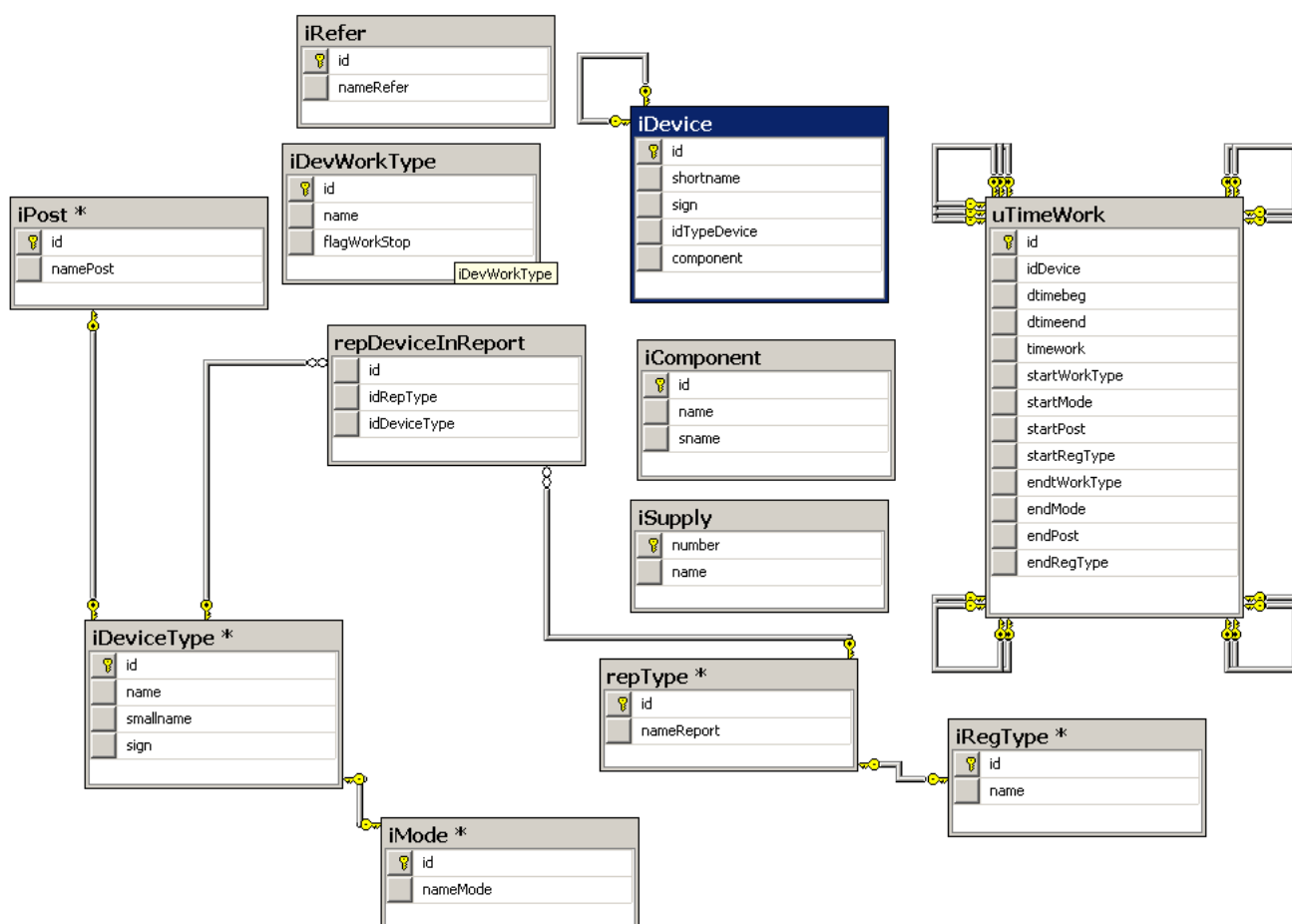


Рисунок 2 – Структура базы данных для участка подготовки шихты

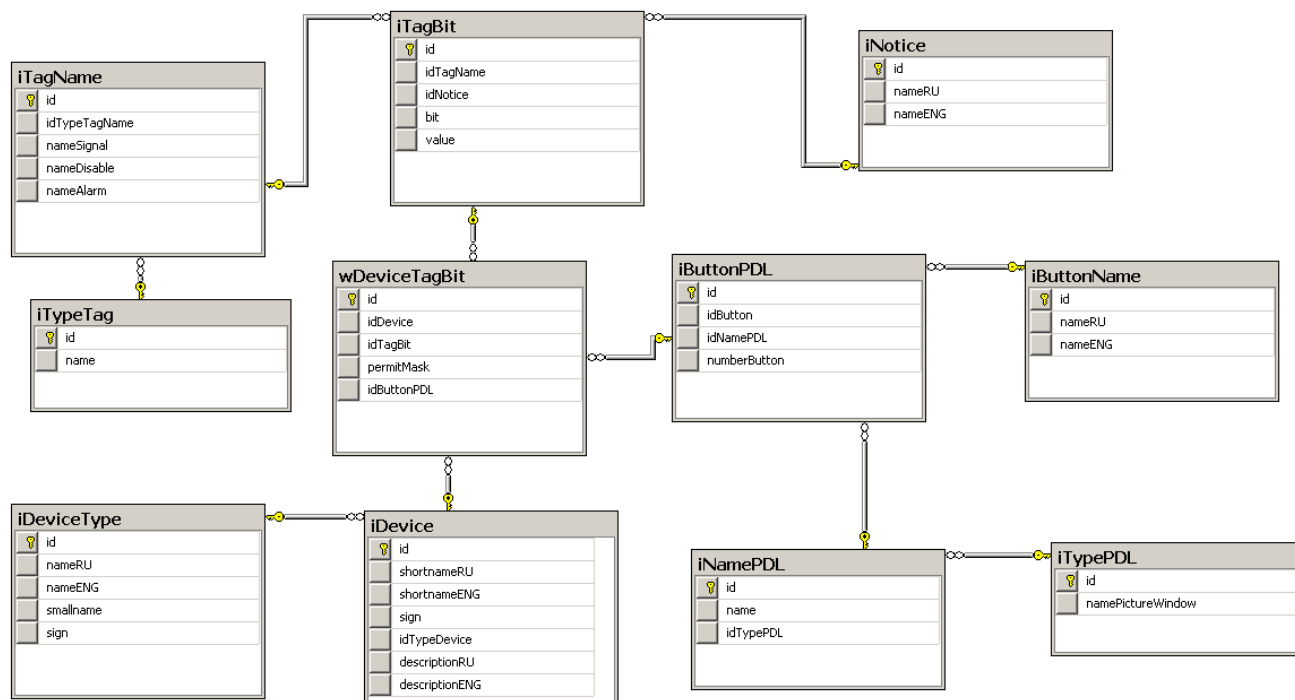


Рисунок 3 – Структура БД для участка вращающейся печи

При помощи Visual Studio 2015 были реализованы алгоритмы MES-системы и разработан интерфейс программы. Интерфейс программы приведен в Приложения М-О.

3 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

3.1 Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности

Потенциальные потребители результатов исследования

Потенциальными потребителями результатов исследований являются компания ООО «GSD-R». Для данного предприятия разрабатываются шкафы управления и создается MES-система.

В настоящее время в России нет предприятия по переработке отходов металлургических предприятий. Данная компания первая в России создает завод для создания металлосодержащих концентратов, из металлической пыли. Карта сегментирования представлена в таблице 12.

Таблица 12 – Карта сегментирования рынка

Параметр		Управление процессами.	
		Не автоматизированное	Автоматизированное
Размер компании	Крупные		
	Средние		
	Мелкие		

Из таблицы видно, что основными сегментами для автоматизации являются крупные и средние компании, а так как эти компании используют средства автоматизации. Следовательно, наиболее перспективным является разработка автоматизированных систем для данных компаний. Компания ООО «GSD-R» относится к крупным компаниям, так как их заводы располагаются по всему миру.

3.2 Анализ конкурентных технических решений

Данный анализ проводится с помощью оценочной карты для сравнения конкурентных технических решений, приведенной в таблице 8 [17]. В качестве конкурента выбраны ООО «ЭлеСи» и ООО «СкатУрал».

Проведем анализ конкурентных технических решений с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения с помощью оценочной карты, которая приведена в таблице 13.

Таблица 13 – Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы			Конкурентоспособность		
		Б _ф	Б _{к1}	Б _{к2}	К _ф	К _{к1}	К _{к2}
1	2	3	4	5	6	7	8
Технические критерии оценки ресурсоэффективности							
1. Удобство в эксплуатации	0,15	4	4	3	0,6	0,6	0,45
2. Минимизация расходов	0,13	5	4	5	0,65	0,52	0,65
3. Безопасность	0,10	5	4	3	0,5	0,4	0,3
4. Качество интеллектуального интерфейса	0,10	5	3	5	0,5	0,3	0,5
5. Ремонтопригодность	0,08	4	4	4	0,32	0,32	0,32
6. Надежность	0,07	4	4	4	0,28	0,28	0,28
7. Удобство в эксплуатации	0,15	5	5	4	0,75	0,75	0,6
Экономические критерии оценки эффективности							
1. Конкурентоспособность продукта	0,12	5	4	3	0,6	0,48	0,36
2. Перспективность рынка	0,08	4	4	4	0,32	0,32	0,32
3. Цена	0,07	5	4	5	0,35	0,28	0,35
4. Послепродажное обслуживание	0,05	4	4	4	0,2	0,2	0,2
5. Срок выхода на рынок	0,05	5	4	5	0,25	0,2	0,25
Итого	1	Суммарная оценка			5,32	4,65	4,58

Б_ф – разработанная система автоматизации ООО НПП «ТЭК» Б_{к1} – разработанная система автоматизации ООО «ЭлеСи». Б_{к2} – разработанная система автоматизации ООО «СкатУрал»

Анализ конкурентных технических решений рассчитаем по формуле 1:

$$K = \sum B_i \cdot B_j, (1) \text{ , где } K - \text{ конкурентоспособность научной разработки или}$$

конкурента;

B_i – вес показателя (в долях единицы);

B_i – балл i -го показателя.

Преимущество перед конкурентами: программный продукт удобен в эксплуатации, адаптирован к двум предметным областям.

Коэффициент конкурентоспособности предприятия:

$$k_{\text{кс}} = \frac{K_{\text{ф}}}{K_{\text{кл}}} = (5,32/4,65 + 5,32/4,58)/2 = (1,144 + 1,162)/2 = 1,153.$$

$k_{\text{кс}} > 1$, следовательно, проект конкурентоспособно.

3.3 Диаграмма Исикава

Диаграмма причины-следствия Исикавы (Cause-and-Effect-Diagram) - это графический метод анализа и формирования причинно-следственных связей, инструментальное средство для систематического определения причин проблемы и последующего графического представления.

Построение диаграммы начинают с формулировки проблемной области/темы, которая является объектом анализа и наносится на центральную горизонтальную стрелку диаграммы.

Затем выявляются факторы/группы факторов, влияющие на объект анализа.

Выявленные факторы подводят к стрелкам диаграммы первого уровня.

Далее к каждой стрелке подводят стрелки второго уровня, к которым, в свою очередь, подводят стрелки третьего уровня и т. д. до тех пор, пока на диаграмму не будут нанесены все стрелки, обозначающие факторы, оказывающие заметное влияние на объект анализа. Каждый фактор более низкого уровня будет являться следствием по отношению к причине более высокого уровня.

Полученная причинно-следственная диаграмма представлена на рисунке 1.

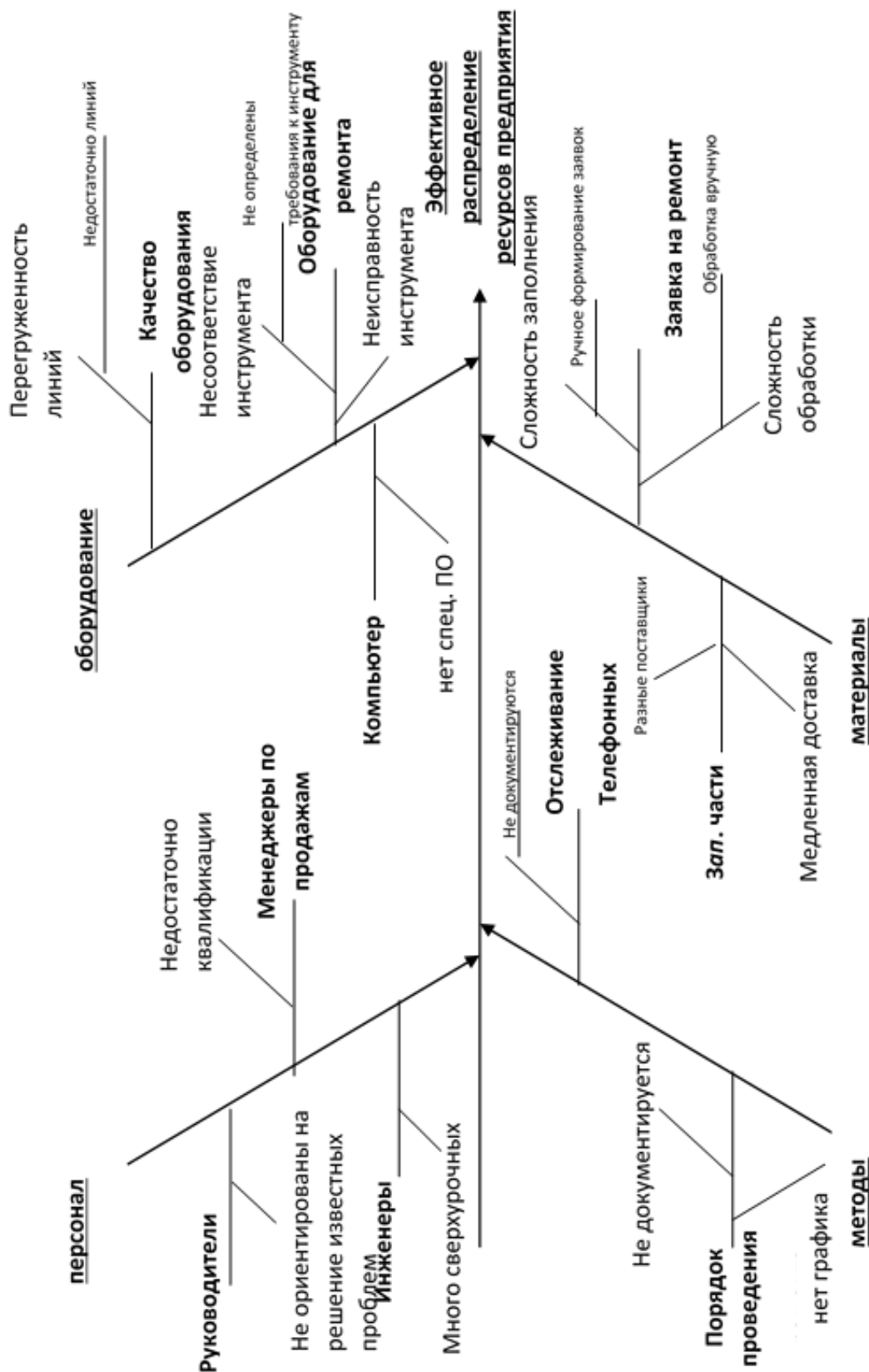


Рисунок 4 – Диаграмма Исикава

3.4 SWOT-анализ

SWOT – Strengths (сильные стороны), Weaknesses (слабые стороны), Opportunities (возможности) и Threats (угрозы) – представляет собой комплексный анализ научно-исследовательского проекта. SWOT-анализ применяют для исследования внешней и внутренней среды проекта. Он проводится в несколько этапов.

Таблица 14 – Матрица SWOT

	Сильные стороны: С1. Повышение качество продукции С2. Повышение эффективности распределения ресурсов С3. Качество интеллектуального интерфейса	Слабые стороны: Сл1. Покупка лицензионного ПО Сл2. Отсутствие необходимого оборудования для проведения испытания Сл3. Большой срок поставок материалов и комплектующий
Возможности: В1.Снижение таможенных пошлин на сырье и материалы, используемые при научных исследований В2.Договориться о предоставлении скидок на комплектующие		
Угрозы: У1. Введения дополнительных государственных требований к сертификации продукции У2. Срыв поставки оборудования		

После того как сформулированы четыре области SWOT переходят к реализации второго этапа.

Таблица 15 – Интерактивная матрица сильных сторон и возможностей проекта

Сильные стороны проекта				
Возможности проекта		С1	С2	С3
	В1	0	0	0
	В2	0	+	0

Таблица 16 – Интерактивная матрица слабых сторон и возможностей проекта

Слабые стороны проекта				
Возможности проекта		Сл1	Сл2	Сл3
	В1	+	0	0
	В2	+	0	0

Таблица 17 – Интерактивная матрица сильных сторон и угроз проекта

Сильные стороны проекта				
Угрозы проекта		С1	С2	С3
	У1	0	0	0
	У2	0	0	0

Таблица 18 – Интерактивная матрица слабых сторон и угроз проекта

Слабые стороны проекта				
Угрозы проекта		Сл1	Сл2	Сл3
	У1	+	0	+
	У2	+	0	+

Составляем результирующую матрицу SWOT.

Таблица 19 – Матрица SWOT

	Сильные стороны: С1. Повышение качество продукции С2. Повышение эффективности распределения ресурсов С3. Качество интеллектуального интерфейса	Слабые стороны: Сл1. Покупка лицензионного ПО Сл2. Отсутствие необходимого оборудования для проведения испытания Сл3. Большой срок поставок материалов и комплектующий
Возможности: В1.Снижение таможенных пошлин на сырье и материалы, используемые при научных исследований В2.Договориться о предоставлении скидок на комплектующие	В1В2С2 – уменьшение стоимости разработки.	В1В2Сл1Сл3 – уменьшение стоимости ПО и комплектующих.
Угрозы: У1. Введения дополнительных государственных требований к сертификации продукции У2. Срыв поставки оборудования	У1С1С2 – увеличение стоимости проекта.	У1Сл1Сл2Сл3 – увеличения времени на внедрения технологии. У1У2Сл1Сл2 – увеличение времени на ожидание, что может привести к потери прибыли и крупных клиентов.

3.5 Планирование научно-исследовательских работ

3.5.1 Структура работ в рамках научного исследования

Трудоемкость выполнения ВКР оценивается экспертным путем в человеко-днях и носит вероятностный характер, т.к. зависит от множества трудно учитываемых факторов [18].

Для реализации проекта необходимы два исполнителя – руководитель (Р), студент-дипломник (СД). Разделим выполнение дипломной работы на этапы, представленные в таблице 20.

Таблица 20 – Этапы выполнения дипломной работы

Основные этапы	№ Раб.	Содержание работ	Должность исполнителя
Разработка технического задания	1.	Выбор направления научного исследования	Студент
	2.	Составление и утверждение технического задания	Руководитель – 20% Студент – 80%
Анализ предметной области	3.	Календарное планирование работ по теме	Студент – 100%
	4.	Подбор и изучение материалов по теме	Студент – 100%
	5.	Анализ отобранного материала	Студент – 80% Руководитель – 20%
Разработка АСУ ТПи MES-системы	6.	Описание технологического процесса	Студент – 100%
	7.	Разработка алгоритма управления системы	Студент – 100%
	8.	Разработка экранных форм	Студент – 100%
	9.	Разработка MES-системы	Студент – 100%
	10.	Написание раздела «финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»	Студент – 100%
	11.	Написание раздела «социальной ответственности»	Студент – 100%
	12.	Написание раздела на иностранном языке	Студент – 100%
	13.	Проверка работы с руководителем	Студент – 30% Руководитель – 70%
Оформление отчета	14.	Составление пояснительной записки	Студент – 100%
	15.	Подготовка презентации дипломного проекта	Студент – 100%

3.5.2 Разработка графика проведения научного исследования

Для удобства построения графика длительность каждого из этапов работ необходимо перевести из рабочих дней в календарные дни. Для этого необходимо рассчитать коэффициент календарности по следующей формуле (18) [19].

$$k_{\text{кал}} = \frac{T_{\text{кал}}}{T_{\text{кал}} - T_{\text{вых}} - T_{\text{пр}}} = \frac{365}{365 - 118} = 1,48, \quad (18)$$

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

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

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

В таблице 21 приведены расчеты длительности отдельных видов работ.

Таблица 21 – Временные показатели проведения работ

Название работы	Трудоёмкость работ						Исполнители		Длительность работ в рабочих днях T_{pi}	Длительность работ в календарных днях T_{ki}
	$t_{\min}$, чел-дни		$t_{\max}$, чел-дни		$t_{ожсi}$, чел-дни					
	Студент	Преподавател	Студент	Преподавател	Студент	Преподавател	Студент	Преподавател	Одновременно е выполнение работ	Одновременно е выполнение работ
Выбор направления научного исследования	15	0	30	0	21	0			21	31,08
Составление и утверждение технического задания	3	1	7	3	4,6	1,8			3,2	4,736
Календарное планирование работ по теме	2	0	3	0	2,4	0			2,4	3,552

Продолжение таблицы 21

Название работы	Трудоёмкость работ						Исполнители		Длительность работ в рабочих днях T_{pi}	Длительность работ в календарных днях T_{ki}
	t_{min} , чел-дни		t_{max} , чел-дни		$t_{ожг}$, чел-дни					
	Студент	Преподаватель	Студент	Преподаватель	Студент	Преподаватель	Студент	Преподаватель		
Подбор и изучение материалов по теме	30	0	40	0	34	0			34	50,32
Анализ отобранного материала	7	2	14	4	9,8	2,8			6,3	9,324
Описание технологического процесса	1	0	3	0	1,8	0			1,8	2,664
Разработка экранных форм	7	0	15	0	10,2	0			10,2	15,096
Разработка алгоритма управления системы	5	0	12	0	7,8	0			7,8	11,544
Разработка MES-системы	15	0	20	0	17	0			20	29,6

Продолжение таблицы 21

Название работы	Трудоёмкость работ						Исполнители		Длительность работ в рабочих днях T_{pi}	Длительность работ в календарных днях T_{ki}
	t_{min} , чел-дни		t_{max} , чел-дни		$t_{ож\ i}$, чел-дни					
	Студент	Преподаватель	Студент	Преподаватель	Студент	Преподаватель	Студент	Преподаватель		
Написание раздела «финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»	3	0	7	0	4,6	0			4,6	6,808
Написание раздела «социальной ответственности»	4	0	10	0	6,4	0			6,4	9,472
Написание раздела «Иностранный язык»	3	0	7	0	4,6	0			4,6	6,808
Проверка работы с руководителем	4	4	7	7	5,2	5,2			5,2	7,696
Составление пояснительной записки	10	0	15	0	12	0			12	17,76

Продолжение таблицы 21

Подготовка презентации дипломного проекта	1	0	5	0	2,6	0			2,6	3,848
Итого	11 0	7	19 5	14	14 4	9,8			142,1	210,308

На основе таблицы 21 построим диаграмму Ганта, представляющую из себя горизонтальный ленточный график, на котором работы по теме представляются протяженными во времени отрезками, характеризующимися датами начала и окончания выполнения данных работ (таблица 22).



– индивидуальная работа студента



– совместная работа студента и преподавателя.

Таблица 22 – Календарный план-график

Название работы	Янв.		Янв.		Фев.		Март		Апр.		Май	
	1-15	16-30	1-15	16-30	1-15	16-30	1-15	16-30	1-15	16-30	1-15	16-30
Выбор направления научного исследования												
Составление и утверждение ТЗ												
Календарное планирование работ по теме												
Подбор и изучение материалов по теме												
Анализ отобранного материала												
Описание технологического процесса												
Разработка экранных форм												
Разработка алгоритма управления системы												
Разработка MES-системы												
Раздел «Финансовый менеджмент»												

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

k_T – коэффициент, учитывающий транспортно-заготовительные расходы.

Для разработки данного научного проекта необходимы следующие материальные ресурсы: потребляемая электроэнергия и расходные материалы (канцелярские товары и печатная бумага).

Согласно диаграмме Гантта длительность работ составляет 144 дня, для расчёта потребляемой энергии примем, что в день для проведения исследования тратится около 6 часов работы за компьютером. Компьютер потребляет в среднем 70 Вт в час. Зная стоимость электроэнергии по городу Томск, можно рассчитать сумму, которую необходимо для этого потратить (таблица 16).

Основными средствами для проведения исследования являются: компьютер и программное обеспечение (MSVisualStudio, MSOffice, AutoDeskAutoCAD) (таблица 23).

Таблица 23 – Материальные затраты

Наименование	Единица измерения	Кол-во	Цена (руб.)
Электроэнергия	кВт.	60,48	200
Канцелярские товары	Шт.	1	300
Печатаная бумага	Пачка	1	300
Итого (руб.)	900		

Поскольку предприятие предоставляет бесплатный доступ к разному виду программного обеспечения, в том числе STEP 7, WINCCRUNTIMEи TIAPortalV14, следовательно, затратами на основные средства будут является покупка ноутбука и стандартного пакета MicrosoftOffice.

Таблица 24 – Основные средства проведения исследования

Наименование	Количество	Цена (руб.)
Ноутбук Asus ROG	1 Шт.	67000
Microsoft Office 2016 Home and Student RU	1 Шт.	4000
Итого (руб.)		71000

3.6.2 Основная заработная плата исполнителей темы

Статья включает основную заработную плату работников, непосредственно занятых выполнением НИИ, (включая премии, доплаты) и дополнительную заработную плату (формула 6):

$$З_{зп} = З_{осн} + З_{доп}, \quad (6)$$

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

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

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле 7:

$$З_{дн} = \frac{З_{м} \cdot М}{F_{д}}, \quad (7)$$

где $З_{м}$ – месячный должностной оклад работника, руб.;

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

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

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

при отпуске в 72 раб. дней $М=9,6$.

$F_{д}$ – действительный годовой фонд рабочего времени научно-технического персонала, раб. дн. (таблица 25).

Таблица 25 – Баланс рабочего времени

Показатели рабочего времени	Руководитель	Студент
Календарное число дней	365	365
Количество нерабочих дней	118	118
- выходные дни		
- праздничные дни		
Потери рабочего времени	48	72
- отпуск		
- невыходы по болезни		
Действительный годовой фонд рабочего времени	197	173

Месячный должностной оклад работника (формула 8):

$$З_{\text{м}} = З_{\text{тс}} \cdot (1 + k_{\text{пр}} + k_{\text{д}}) \cdot k_{\text{р}}, \quad (8)$$

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

$k_{\text{пр}}$ – премиальный коэффициент, равный 0,3 (т.е. 30% от $З_{\text{тс}}$);

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

$k_{\text{р}}$ – районный коэффициент, равный 1,3 (для Томска).

Расчёт основной заработной платы приведён в таблице 26.

Таблица 26 – Расчет основной заработной платы

Исполнители	$З_{\text{тс}}$, руб.	$k_{\text{р}}$	$З_{\text{м}}$, руб.	$З_{\text{дн}}$, руб.	$T_{\text{р, раб. дн.}}$	$З_{\text{осн}}$, руб.
Руководитель	33000	1,3	62205	2073,5	15	31102,5
Студент	1692	1,3	2859,5	95,316	125	11914,5

3.6.3 Дополнительная заработная плата

Дополнительная заработная плата включает заработную плату за не отработанное рабочее время, но гарантированную действующим законодательством.

Расчет дополнительной заработной платы ведется по формуле 9:

$$З_{\text{доп}} = k_{\text{доп}} \cdot З_{\text{осн}} \quad (9)$$

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

$k_{\text{доп}}$ равен 0,12. Результаты по расчетам дополнительной заработной платы сведены в таблицу 27.

Таблица 27 – Затраты на дополнительную заработную плату

Исполнители	Основная зарплата(руб.)	Коэффициент дополнительной заработной платы ($k_{\text{доп}}$)	Дополнительная зарплата(руб.)
Руководитель	31102,5	0,12	3732,3
Студент	11914,5	0,12	1429,7
Итого:			5162

3.6.4 Отчисления на социальные нужды

Величина отчислений на социальные нужды определяется исходя из формулы 10:

$$З_{\text{внеб}} = k_{\text{внеб}} \cdot (З_{\text{осн}} + З_{\text{доп}}), \quad (10)$$

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

На 2017 г. в соответствии с Федеральным закона от 24.07.2009 №212-ФЗ установлен размер страховых взносов равный 30%. На пенсионное страхование от суммы, выплаченной работникам, перечисляют 22 %; на медицинское страхование — 5,1 %; на соцстрахование, за счет которого в дальнейшем оплачиваются больничные и отпуска по беременности и родам, — 2,9 %.

Отчисления во внебюджетные фонды представлены в таблице 28.

Таблица 28 – Отчисления на социальные нужды

Исполнитель	Основная заработная плата, руб.	Дополнительная заработная плата, руб.
Руководитель проекта	31102,5	3732,3
Студент	11914,5	1429,7
Коэффициент отчислений во внебюджетные фонды	30%	
Итого		
Руководитель	10450,44	
Студент	4003,3	
Суммарно	14453,74	

3.6.5 Научные и производственные командировки

В эту статью включаются расходы по командировкам научного и производственного персонала, связанного с непосредственным выполнением конкретного проекта, величина которых принимается в размере 10% от основной и дополнительной заработной платы всего персонала, занятого на выполнении данной темы.

Таблица 29 – Научные и производственные командировки

Исполнитель	Основная заработная плата, руб.	Дополнительная заработная плата, руб.
Руководитель проекта	31102,5	3732,3
Студент	11914,5	1429,7
Коэффициент затрат на научные и производственные командировки	10%	
Итого		
Руководитель	3483,48	
Студент	1334,4	
Суммарно	4817,9	

3.6.6 Накладные расходы

В эту статью включаются затраты на управление и хозяйственное обслуживание, которые могут быть отнесены непосредственно на конкретную тему. Кроме того, сюда относятся расходы по содержанию, эксплуатации и ремонту оборудования, производственного инструмента и инвентаря, зданий, сооружений и др.

Накладные расходы составляют 16 % от суммы основной и дополнительной заработной платы, работников, непосредственно участвующих в выполнение темы.

Расчет накладных расходов ведется по следующей формуле 11:

$$C_{\text{накл}} = k_{\text{накл}} \cdot (З_{\text{осн}} + З_{\text{доп}} + З_{\text{внеб}}), \quad (11)$$

где $k_{\text{накл}}$ – коэффициент накладных расходов.

Таблица 30 – Накладные расходы

Исполнитель	Основная заработная плата, руб.	Дополнительная заработная плата, руб.	Отчисления на социальные нужды, руб.
Руководитель проекта	31102,5	3732,3	10450,44
Студент	11914,5	1429,7	4003,3
Коэффициент накладных расходов	16%		
Итого			
Руководитель	7245,6		
Студент	2775,6		
Суммарно	10021,2		

3.6.7 Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта

Рассчитанная величина затрат научно-исследовательской работы является основой для формирования бюджета затрат проекта. Определение бюджета затрат на научно-исследовательский проект по каждому варианту исполнения приведен в таблице 31.

Таблица 31 – Расчет бюджета затрат НТИ

Вид работ	Статья							
	Сырье, материалы (за вычетом возвратных отходов), покупные изделия и полуфабрикаты	Специальное оборудование для научных (экспериментальных) работ	Основная заработная плата	Дополнительная заработная плата	Отчисления на социальные нужды	Научные и производственные командировки	Накладные расходы	Итого плановая себестоимость
Написание магистерской диссертации	900 руб.	71000 руб.	31102,5 руб. + 11914,5 руб. = 43017 руб.	3732,3 руб. + 1429,7 руб. = 5162 руб.	10450,4 руб. + 4003,3 руб. = 14453,7 руб.	3483,5 руб. + 1334,4 руб. = 4817,9 руб.	7245,64 руб. + 2775,6 руб. = 10021,23 руб.	149373,6 руб.
Аналог 1	1162,8 руб.	78080 руб.	48179 руб.	5781,5 руб.	16188,2 руб.	5396,1 руб.	11223,8 руб.	166011,4 руб.
Аналог 2	1203,9 руб.	79100 руб.	49469,5 руб.	5936,3 руб.	16621,8 руб.	5540,6 руб.	11524,4 руб.	169396,5 руб.

3.7 Определение ресурсной, финансовой и экономической эффективности исследования

Определение эффективности происходит на основе расчета интегрального показателя эффективности научного исследования. Его нахождение связано с определением двух средневзвешенных величин: финансовой эффективности и ресурсоэффективности. С помощью таблицы 18 определим интегральный показатель ресурсоэффективности.

Интегральный финансовый показатель разработки определяется по формуле 12:

$$I_{финр}^{исп.i} = \frac{\Phi_{pi}}{\Phi_{max}}, \quad (12)$$

где: $I_{финр}^{исп.i}$ – интегральный финансовый показатель разработки; Φ_{pi} – стоимость i -го варианта исполнения; Φ_{max} – максимальная стоимость исполнения научно-исследовательского проекта (в том числе и аналогов).

$$I_{ФИНР} = \frac{149373,6}{170000} = 0,88$$

$$I_{ФИНА1} = \frac{166011,4}{170000} = 0,977$$

$$I_{ФИНА2} = \frac{169396,5}{170000} = 0,996$$

Интегральный показатель ресурсоэффективности вариантов исполнения объекта исследования можно определить следующим образом (формула 13):

$$I_{pi} = \sum_{i=1}^n a_i b_i, \quad (13)$$

где: I_{pi} – интегральный финансовый показатель разработки; a_i – весовой коэффициент i -го варианта исполнения разработки; b_i – балльная оценка i -го варианта исполнения разработки.

Сравнительная оценка характеристик проекта представлена в таблице 32.

Таблица 32 – Сравнительная оценка характеристик

Критерии	Весовой коэффициент	Проект	Аналог1	Аналог2
Степень автоматизации	0,25	5	4	4
Наличие необходимого функционала	0,2	5	4	3
Уровень завершенности системы	0,15	4	5	5
Удобство в эксплуатации	0,1	5	4	5
Качество MES-системы	0,15	5	4	3
Безопасность	0,15	5	5	4
Итого	1	4,85	4,3	3,9

Интегральный показатель эффективности вариантов исполнения разработки ($I_{финр}^p$) и аналога ($I_{финаi}^{ai}$) определяется на основании интегрального показателя ресурсоэффективности и интегрального финансового показателя по формуле 14, 15 соответственно:

$$I_{финр}^p = \frac{I_m^p}{I_{финр}^p}, \quad (14)$$

$$I_{финаi}^{ai} = \frac{I_m^{ai}}{I_{финаi}^{ai}}, \quad (15)$$

Все необходимы параметры для оценки ресурсоэффективности сведены и рассчитаны в таблице 33.

Таблица 33 – Сравнительная таблица показателей эффективности

№	Показатели	Разработка	Аналог 1	Аналог 2
1	Интегральный финансовый показатель разработки	0,88	0,977	0,996
2	Интегральный показатель ресурсоэффективности разработки	4,85	4,3	3,9
3	Интегральный показатель эффективности	5,51	4,40	3,91
4	Сравнительная эффективность вариантов исполнения	1	1,252	1,409

Таким образом, основываясь на определении ресурсосберегающей, финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования, проведя необходимый сравнительный анализ, можно сделать

вывод об очевидном превосходстве разработки над аналогами 1 и 2. Такая разница обуславливается тем, что аналоги имеют ряд недостатков по сравнению с собственной разработкой. В первую очередь это высокая стоимость ПО и заказной доработки, дополнительные затраты на их поддержку и на обучение сотрудников. Также в данных аналогах отсутствует часть необходимого функционала, так как большинство функций требуются заказчиком для удобства работы.

3.8 Оценка абсолютной эффективности исследования

В основе проектного подхода к инвестиционной деятельности предприятия лежит принцип денежных потоков. Особенностью является его прогнозный и долгосрочный характер, поэтому в применяемом подходе к анализу учитываются фактор времени и фактор риска. Для оценки общей экономической эффективности инноваций в качестве основных показателей рекомендуются считать:

- чистая текущая стоимость (NPV);
- срок окупаемости (D_{PP});
- внутренняя ставка доходности (IRR);
- индекс доходности (PI).

3.9 Расчет чистой текущей стоимости

Чистая текущая стоимость является абсолютным показателем. Условием экономичности инвестиционного проекта по данному показателю является выполнение следующего неравенства: $NPV > 0$.

Чем больше NPV , тем больше влияние инвестиционного проекта на экономический потенциал предприятия, реализующего данный проект, и на экономическую ценность этого предприятия.

Таким образом, инвестиционный проект считается выгодным, если NPV является положительной величиной. Расчет текущей стоимости по проекту показан в таблице 34.

Таблица 34 - Расчет чистой текущей стоимости по проекту в целом

№	Наименование показателей	Шаг расчета				
		0	1	2	3	4
1.	Выручка от реализации, тыс.руб.	0	93,4	93,4	93,4	93,4
2.	Итого приток, тыс.руб.	0,000	93,4	93,4	93,4	93,4
3.	Инвестиционные издержки, тыс.руб.	-149,373	0,000	0,000	0,000	0,000
4.	Операционные затраты, тыс. руб. С+Ам+ФОТ	0	17,1	17,1	17,1	17,1
5.	Налогооблагаемая прибыль (с1-с4)	0	76,29	76,29	76,29	76,29
6.	Налоги, тыс. руб донал.приб*20%	-149,373	15,26	15,26	15,26	15,26
7.	Итого отток, тыс.руб. Опер.затр.+налоги	-149,373	32,32	32,32	32,32	32,32
	Чистая прибыль, т.р. (с5-с7)	-149,373	43,97	43,97	43,97	43,97
	Амортизация, т.р	0,000	-0,118	-0,118	-0,118	-0,118
8.	Чистый денежный поток, тыс. руб. ЧДП=Пчист-Ам	-149,373	42,784	42,784	42,784	42,784
9.	Коэффициент дисконтирования (приведения при $i = 20\%$)	1	0,98	0,97	0,96	0,94
10.	Дисконтированный чистый денежный поток, тыс.руб. (с8*с9)	-149,373	42,14	41,5	40,88	40,26
11.	То же нарастающим итогом, тыс.руб. ($NPV = 15,407$ тыс.руб.)	-149,373	-107,235	-65,732	-24,854	15,407

Таким образом, чистая текущая стоимость по проекту в целом составляет 15,407 тыс. рублей, что позволяет сделать вывод о его эффективности.

3.10 Дисконтированный срок окупаемости

Как отмечалось ранее, одним из недостатков показателя простого срока окупаемости является игнорирование в процессе его расчета разной ценности денег во времени.

Этот недостаток устраняется путем определения дисконтированного срока окупаемости.

Рассчитывается данный показатель примерно по той же методике, что и простой срок окупаемости, с той лишь разницей, что последний не учитывает фактор времени.

Наиболее приемлемым методом установления дисконтированного срока окупаемости является расчет кумулятивного (нарастающим итогом) денежного потока (таблица 35).

Таблица 35 – Дисконтированный срок окупаемости

№	Наименование показателя	Шаг расчета				
		0	1	2	3	4
1.	Дисконтированный чистый денежный поток ($i=0,20$)	-149,373	42,14	41,5	40,88	40,26
2.	То же нарастающим итогом	-149,373	-107,235	-65,732	-24,854	15,407
3.	Дисконтированный срок окупаемости	$PP_{дск} = 3 + 24,854/40,26 = 3,62$ месяца				

3.11 Внутренняя ставка доходности (IRR)

Для установления показателя чистой текущей стоимости (NPV) необходимо располагать информацией о ставке дисконтирования, определение которой является проблемой, поскольку зависит от оценки экспертов. Поэтому, чтобы уменьшить субъективизм в оценке эффективности инвестиций на практике широкое распространение получил метод, основанный на расчете внутренней ставки доходности (IRR).

Между чистой текущей стоимостью (NPV) и ставкой дисконтирования (i) существует обратная зависимость. Эта зависимость следует из таблицы 36 и графика, представленного на рисунке 5.

Таблица 36 – Зависимость NPV от ставки дисконтирования

№	Наименование показателя	0	1	2	3	4	
1	Чистые денежные потоки	-112,501	30,516	30,516	30,516	30,516	
2	Коэффициент дисконтирования						
	i=0,1	1	0,992	0,984	0,976	0,969	
	i=0,2	1	0,985	0,970	0,955	0,941	
	i=0,3	1	0,978	0,957	0,937	0,916	
	i=0,4	1	0,972	0,945	0,919	0,894	
	i=0,5	1	0,967	0,935	0,904	0,874	
	i=0,6	1	0,962	0,925	0,889	0,855	
	i=0,7	1	0,957	0,915	0,876	0,838	
	i=0,8	1	0,952	0,907	0,863	0,822	
	i=0,9	1	0,948	0,899	0,852	0,807	
	i=1	1	0,944	0,891	0,841	0,794	
3	Дисконтированный денежный поток, тыс. руб						NPV
	i=0,1	-149,37	42,45	42,11	41,78	41,45	18,40
	i=0,2	-149,37	42,14	41,50	40,88	40,26	15,41
	i=0,3	-149,37	41,86	40,95	40,07	39,20	12,71
	i=0,4	-149,37	41,60	40,45	39,33	38,24	10,25
	i=0,5	-149,37	41,36	39,99	38,66	37,38	8,01
	i=0,6	-149,37	41,14	39,56	38,04	36,58	5,95
	i=0,7	-149,37	40,93	39,16	37,47	35,85	4,04
	i=0,8	-149,37	40,74	38,79	36,94	35,17	2,26
	i=0,9	-149,37	40,56	38,44	36,44	34,54	0,61
	i=1	-149,37	40,38	38,12	35,98	33,96	-0,94

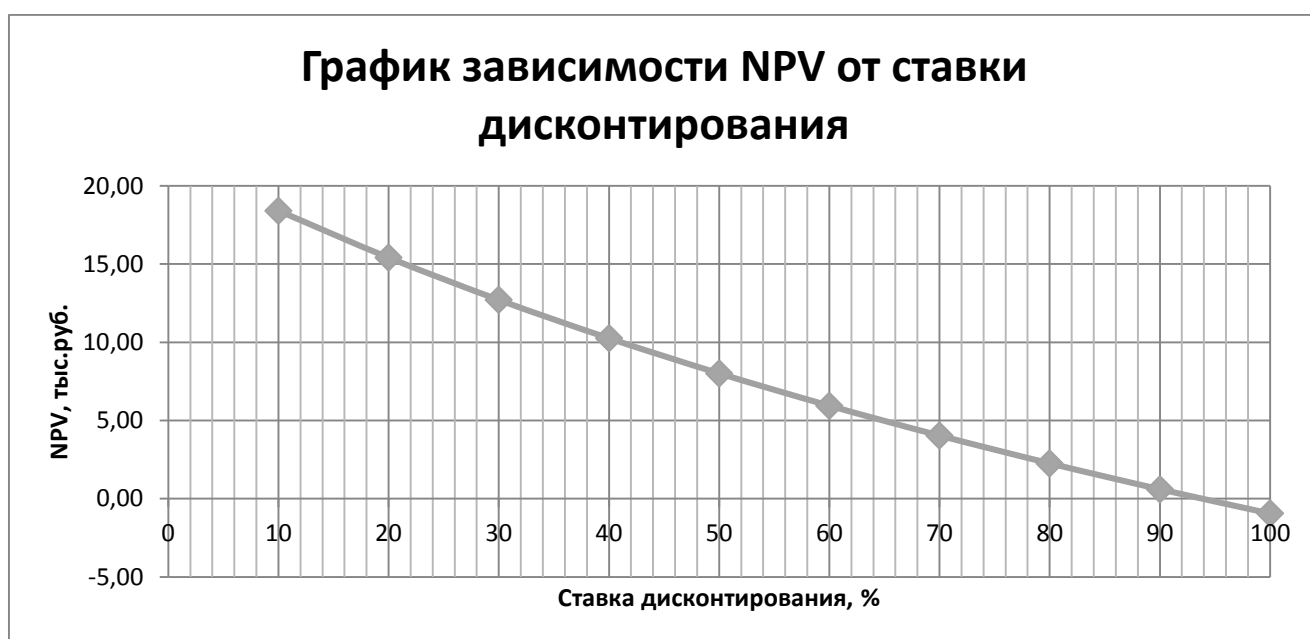


Рисунок 5 – Зависимость NPV от ставки дисконтирования.

Из таблицы и графика следует, что по мере роста ставки дисконтирования чистая текущая стоимость уменьшается, становясь отрицательной. Значение ставки, при которой **NPV** обращается в нуль, носит название «внутренней ставки доходности» или «внутренней нормы прибыли». Из графика получаем, что IRR составляет 0,94.

Индекс доходности (рентабельности) инвестиций

Индекс доходности показывает, сколько приходится дисконтированных денежных поступлений на рубль инвестиций.

Расчет этого показателя осуществляется по формуле 16:

$$PI = \sum_{t=1}^n \frac{ЧПД_t}{(1+i)^t} / I_0, \quad (16)$$

где I_0 – первоначальные инвестиции.

$$PI = \frac{41,36 + 39,99 + 38,66 + 37,38}{149,37} = 1,054$$

$PI=1,054>1$, следовательно, проект эффективен при $i=0,5$;

Социальная эффективность научного проекта учитывает социально-экономические последствия осуществления научного проекта для общества в целом или отдельных категорий населений, в том числе как непосредственные результаты проекта, так и «внешние» результаты в смежных секторах экономики: социальные, экологические и иные внеэкономические эффекты.

Таблица 37 – Критерии социальной эффективности

ДО	ПОСЛЕ
Ручное распределение ресурсов предприятия	Система позволяет автоматизировать процесс распределения ресурсов предприятия и повысить эффективность предприятия.
Ручное формирование заявок на обслуживание оборудования	Система позволяет автоматизировать процесс создания заявок на плановое обслуживание и автоматическое формирование заявки на внеплановое обслуживание.

Таким образом, на основании всех расчётов можно сделать вывод о том, что проект является рентабельным и эффективным для инвестиций в первую очередь потому что обслуживание инвестиций не требует больших капиталовложений, так как разрабатываемая MES-система является автономной и требует точной настройки, следовательно, и финансовые вложения только на начальном этапе своего функционирования. Все показатели финансовой и экономической эффективности, такие как чистая текущая стоимость (NPV), срок окупаемости (D_PP), внутренняя ставка доходности (IRR), индекс доходности (PI), рассчитанные в ходе работы были получены результаты подтверждающие это.

4 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

Введение

Одна из важных задач по сохранению производительности труда и экономической эффективности производства являются организация и улучшение условий труда на рабочем месте. Необходимые показатели в этой области достигаются путем приведения текущих вредных и опасных факторов труда к нормам, соответствующим требованиям нормативно-технической документации, а также проведению социально-экономических, технических, гигиенических и организационных мероприятий, обеспечивающих безопасность, сохранение здоровья и работоспособности человека в процессе труда.

В рамках данной работы рассматривается система управления заводом металлосодержащих концентраторов и создание MES-системы для данного завода. Система разрабатывается для управления вращающейся печи и подачи материала в нее, а также отвода газов из печи.

Длительная работа на ПК отрицательно воздействует на здоровье человека. Монитор ПК, является источником различных излучений, таких как: электромагнитное, рентгеновское, ультрафиолетовое, инфракрасное, а так же излучения видимого диапазона. Длительное сидячее положение приводит к напряжению мышц и появлению болей в руках, плечевых суставах, позвоночнике, шее. При длительной работе на клавиатуре появляются болевые ощущения в запястьях, кистях и пальцах рук. Особенностью работы на ПК является постоянное и значительное напряжение функций зрительного анализатора.

Ролью обслуживающего персонала становится наблюдение за работой оборудования, настройкой и наладкой аппаратуры.

Данный раздел магистерской диссертации посвящен анализу воздействующих в процессе работы опасных и вредных факторов и выработке методов защиты от негативного действия этих факторов. Произведен анализ вредных факторов таких как: микроклимат, шум, электромагнитные излучения. Рассмотрены вопросы охраны окружающей среды, защиты в случае чрезвычайной ситуации, а так же правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности.

4.1 Специальные правовые нормы трудового законодательства

В данном разделе рассмотрены основные нормативные документы, выполнение которых необходимо для безопасного исполнения рабочих обязанностей инженером-программистом в ООО НПП «ТЭК», который проводит большую часть времени за компьютером.

- В статье 22 Трудового кодекса РФ указано, что работодатель обязан обеспечивать безопасность работника и соответствие условий труда всем необходимым требованиям[9].

- Статья 27 Закона о санитарно-эпидемиологическом благополучии от 30 марта 1999 года регулирует вопросы влияния различных устройств (в том числе и ЭВМ) на здоровье работника.

- СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 (утверждены 30 мая 2003 года) регулируют порядок организации рабочего процесса для лиц, труд которых связан с компьютерной техникой. Требования документа распространяются на персональные компьютеры, периферийные устройства (клавиатуры, принтеры, модемы, блоки бесперебойного питания и т.д.), а также на видеодисплейные терминалы всех типов.

- Типовая инструкция ТОИ Р-45-084-01 (утверждена 2 февраля 2001 года) более детально регламентирует данный вопрос. Согласно данному документу, без перерыва работник может находиться за монитором компьютера не более двух часов.

- ППБ 01-93 «Правила пожарной безопасности в Российской Федерации» устанавливает необходимые требования по пожарной безопасности ко всем системам и оборудованию, находящемуся в помещениях ООО «НПФ Мехатроника-ПРО» – электроустановки, системы отопления и вентиляции, противопожарное оборудование и т.д.

4.2 Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны

4.2.1 Эргономические требования к рабочему месту

Для минимизации вредных психофизиологических факторов, коими являются монотонность труда, эмоциональное и умственное напряжение, статические нагрузки, следует организовать рабочие места согласно требованиям СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03:

- расстояние между рабочими столами с видеомониторами должно быть не менее 2,0 м, а расстояние между боковыми поверхностями видеомониторов – не менее 1,2 м;

- экран видеомонитора должен находиться от глаз пользователя на расстоянии от 600 до 700 мм, но не ближе 500 мм с учетом размеров алфавитно-цифровых знаков и символов;

- конструкция рабочего стола должна обеспечивать оптимальное размещение используемого оборудования с учетом характера выполняемой работы;

- поверхность рабочего стола должна иметь коэффициент отражения от 0,5 до 0,7;

- конструкция рабочего стула должна обеспечивать поддержание рациональной рабочей позы при работе на ПК, позволять изменять позу с целью снижения статического напряжения мышц шейно-плечевой области и спины; тип рабочего стула выбирается с учетом роста пользователя, характера и продолжительности работы с ПК.

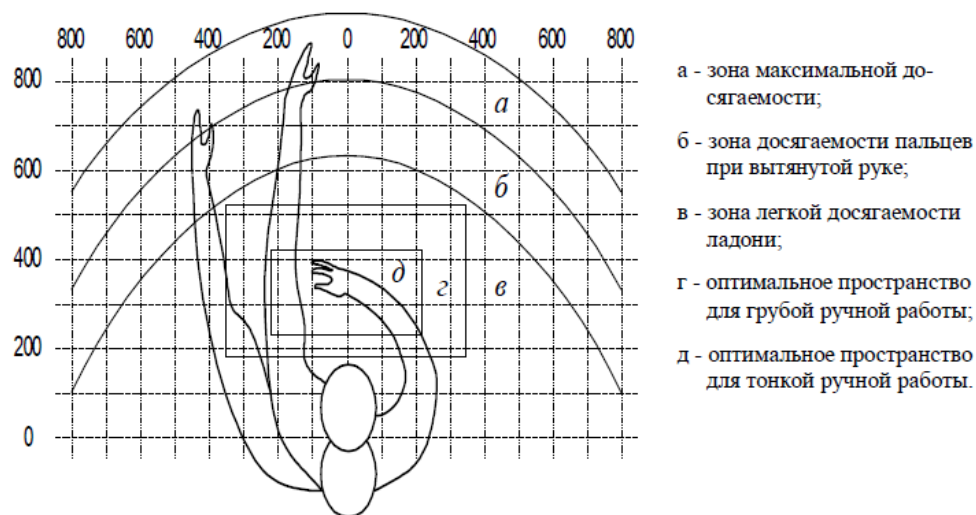


Рисунок 6 – Эргономические требования

Оптимальное размещение предметов труда и документации в зонах досягаемости согласно [8]:

- дисплей размещается в зоне «а» (в центре);
- системный блок размещается в предусмотренной нише стола;
- клавиатура – в зоне «г/д»;
- «мышь» – в зоне «в» справа;
- документация, необходимая при работе – в зоне легкой досягаемости ладони – «б», а в выдвижных ящиках стола – редко используемая литература.

4.2.2. Окраска и коэффициенты отражения

В зависимости от ориентации окон рекомендуется следующая окраска стен и пола:

- окна ориентированы на юг – стены зеленовато–голубого или светло–голубого цвета, пол – зеленый;
- окна ориентированы на север – стены светло–оранжевого или оранжево–желтого цвета, пол – красновато–оранжевый;
- окна ориентированы на восток – стены желто–зеленого цвета, пол зеленый или красновато–оранжевый;
- окна ориентированы на запад – стены желто–зеленого или голубовато–зеленого цвета, пол зеленый или красновато–оранжевый.

В помещениях, где находится компьютер, необходимо обеспечить следующие величины коэффициента отражения для потолка 60–70, для стен 40–50, для пола около 30.

4.3 Профессиональная социальная безопасность

4.3.1 Анализ факторов рабочей среды и производственного процесса

Для выбора факторов необходимо использовать ГОСТ 12.0.003-2015 «Опасные и вредные факторы. Классификация»[1]. Перечень опасных и вредных факторов, характерных для проектируемой производственной среды представлен в таблице 38.

Таблица 38. Возможные опасные и вредные факторы при работе разработчика

Факторы (ГОСТ 12.0.003-2015)	Этапы работ			Нормативные документы
	Разработк а	Изготовле ние	Эксплуата ция	
1. Отклонение показателей микроклимата	+	+	+	– Трудовой кодекс Российской Федерации от 30.12.2001 N 197-ФЗ (ред. от 01.04.2019); – СП 52.13330.2016 Естественное и искусственное освещение. – СП 2.2.2.1327-03 Гигиенические требования к организации технологических процессов, производственному оборудованию и рабочему инструменту;
2. Недостаточная освещенность рабочей зоны	-	+	+	– СанПиН 2.2.4.548-96 Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений;

Продолжение таблицы 38:

Факторы (ГОСТ 12.0.003-2015)	Этапы работ			Нормативные документы
	Разработка	Изготовление	Эксплуатация	
3. Превышение уровня шума и вибраций	-	+	+	– СанПиН 2.2.4.3359-16 Санитарно-эпидемиологические требования к физическим факторам на рабочих местах; – СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы; – ГОСТ 12.1.004-91 ССБТ. Пожарная безопасность. Общие требования;
4. Превышение уровня электромагнитных излучений	-	+	+	– ГОСТ 12.1.010-76 ССБТ. Взрывобезопасность. Общие требования; – ГОСТ Р ИСО 12100-2013 Безопасность машин – МР 2.2.8.0017-10 Режимы труда и отдыха работающих в нагревающем микроклимате в производственном помещении и на открытой местности в теплый период года
5. Риск поражения электрическим током	+	+	+	– НПБ 105-03 Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности.

4.3.2 Отклонение показателей микроклимата

Для обеспечения нормальных метеоусловий и снижения концентрации вредных веществ в помещении предусмотрены естественная и искусственная вентиляции. Естественная вентиляция осуществляется через окна, искусственная вентиляция – общая приточно-вытяжная. Минимальная кратность обмена воздуха в помещении равна $K = 3 \text{ ч}^{-3}$.

Снаружи предусмотрено включение автомеханической вентиляции, которая в аварийных случаях поможет избавиться от содержания вредных веществ внутри помещения.

Воздуховоды изготавливают из искробезопасного и нержавеющей материала, чтобы не возникло статистических зарядов. Воздуховоды заземляют.

Работа персонала в данном случае относится к категории работ I а.

В таблице 39 приведены оптимальные и допустимые параметры микроклимата воздуха рабочей зоны согласно СанПиН 2.2.4.3359-16 [2].

Таблица 39 – Оптимальные и допустимые параметры микроклимата

Период года	Температура воздуха, °С		Относительная влажность воздуха, %		Скорость движения воздуха, м/с	
	Оптимальная	Допустимая	Оптимальная	Допустимая	Оптимальная	Допустимая
Холодный	23-24	18-25	40-60	15-75	0,1	Не больше 0,1
Теплый	23-25	20-28	40-60	55 при 28°С	0,1	0,1-0,2

В зимнее время в помещении предусмотрена система отопления. Она обеспечивает достаточное, постоянное и равномерное нагревание воздуха. В соответствии с характеристикой помещения определен расход свежего воздуха согласно [2] и приведен в таблице 40.

Таблица 40 – Расход свежего воздуха

Характеристика помещения	Объемный расход подаваемого в помещение свежего воздуха, м ³ / на одного человека в час
Объем до 20м ³ на человека	Не менее 30
20...40 м ³ на человека	Не менее 20
Более 40 м ³ на человека	Естественная

4.3.3 Недостаточная освещённость рабочей зоны

Производственное освещение — неотъемлемый элемент условий трудовой деятельности человека.

При правильно организованном освещении рабочего места сохраняется зрение человека и нормальное состояние его нервной системы, а также обеспечивается безопасность в процессе производства.

Производительность труда и качество выпускаемой продукции находятся в прямой зависимости от освещения.

Рабочая зона или рабочее место разработчика освещается таким образом, чтобы можно было отчетливо видеть процесс работы, не напрягая при этом зрения. Осветительные приборы и рабочее место располагаются таким образом, чтобы отсутствовало прямое попадание лучей источника света в глаза.

Уровень необходимого освещения определяется степенью точности зрительных работ. Наименьший размер объекта различения составляет 0,5 – 1 мм. В помещении присутствует естественное освещение. По нормам освещенности [3] и отраслевым нормам, работа за ПК относится к зрительным работам средней точности для любого типа помещений. Нормирование освещённости для работы за ПК приведено в таблице 42.

Таблица 42 – Нормирование освещенности для работы с ПК

Характеристика зрительной работы	Наименьший или эквивалентный размер объекта различения, мм	Разряд зрительной работы	Подразряд зрительной работы	Относительная продолжительность зрительной работы при направлении зрения на рабочую поверхность, %	Искусственное освещение		Естественное освещение	
					Освещённость на рабочей поверхности от системы общего освещения, лк	Коэффициент пульсации освещенности Кп, %, не более	КЕО е _н , %, при	
							верхнем или комбинированном	боковом
Средней точности	От 0,5 до 0,1	В	1	Не менее 70	200	5	4	1,5
			2	Менее 70	150	10	4	1,5

Требования к освещению на рабочих местах, оборудованных ПК, представлены в таблице 43 [4].

Таблица 43 – Требования к освещению на рабочих местах с ПК

Освещённость на рабочем столе	200–400 лк
Освещённость на экране ПК	не выше 200 лк
Блики на экране	не выше 40 кд/м ²
Прямая блескость источника света	200 кд/м ²
Показатель ослеплённости	не более 20
Показатель дискомфорта	не более 15
Отношение яркости:	
– между рабочими поверхностями	3:1–5:1
– между поверхностями стен и оборудования	10:1
Коэффициент пульсации:	не более 10%

При проведении работ на испытательном стенде для проверки работы алгоритма управления синхронной машиной необходимо обеспечение отсутствия возможности возникновения стробоскопического эффекта. Для этого необходимо обеспечить соответствие нормам такого критерия оценки освещенности, как коэффициент пульсаций освещенности (см. п. 3.32 СП 52.13330.2016). Данное требование необходимо для устранения несчастных случаев во время испытаний оборудования, при которых человек может получить травму от вращающейся части вентиляционной системы, а именно крыльчатки.

4.3.4 Превышение уровня шума и вибраций

При выполнении работ специалист может оказаться в зоне повышенного уровня шума, источником которого является оборудование, находящееся в рабочем помещении: персональные компьютеры, устройства поддержки микроклимата (кондиционеры, вентиляция). На уровень шума также влияет сам объект исследования.

Уровень шума, создаваемый таким оборудованием, нередко достигает 60–90 дБ, а иногда и более. Естественно, такой уровень шума является недопустимым для работы разработчика, поэтому выполняют ряд мер для снижения уровня шума:

- Использование качественных агрегатов и узлов техники, со сниженным уровнем шума. К примеру, оборудование, выполненное из нержавеющей стали или чугуна имеет сниженный уровень шума.

- Использование звукоизолирующих материалов, например, пенопласта, который является и отличным теплоизолятором, что очень важно в зимний период.

- Снижение на 30-40% ниже рекомендованных СНиП предельных значений скорости движения воды в трубах путем установки регуляторов давления.

- Использование защитных наушников при проведении испытаний.

Работы, выполняемые разработчиком оцениваются как научная деятельность, конструирование и проектирование, программирование, и, следовательно, согласно санитарным нормам СН2.2.4/2.1.8.562-96 «Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки» уровень звука в рабочем помещении не должен превышать 50 дБА. В таблице 6 приведены предельные уровни звукового давления в октавных полосах, а также предельные уровни звука для видов работ, выполняемых специалистом в процессе работы [5].

Таблица 44 – Предельные уровни звукового давления и предельные уровни звука согласно СН2.2.4/2.1.8.562-96

Вид трудовой деятельности, рабочее место	Уровни звукового давления, дБ, в октавных полосах со среднегеометрическими частотами, Гц									Уровни звука и эквивалентные уровни звуча (в дБА)
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
Конструкторские бюро, программисты, лаборатории	86	71	61	54	49	45	42	40	38	50

Основным источником шума на рабочем месте является персональный компьютер, находящийся под рабочим столом. Измерения уровня шума не проводились, однако, в процессе работы шум работы ПК не слышен и не влияет на производительность труда. Однако, при накоплении пыли внутри системного блока система охлаждения начинает работать интенсивней и уровень шума

повышается. Таким образом, необходимо своевременно проверять и прочищать от пыли всё оборудование необходимое для работы разработчика.

Также не маловажным фактором является уровень вибраций. Посторонние вибрации в основном присутствуют при проведении испытаний. Непосредственного контакта с источником вибраций разработчик не имеет, но они также являются источником дополнительного шума при соприкосновении испытательного стенда с поверхностью, на которой он установлен. Для поглощения вибраций и уменьшения уровня шума на испытательный стенд устанавливаются прорезиненные ножки.

4.3.5 Электромагнитное и электростатическое излучения

Рабочее место диспетчера подвержено влиянию электромагнитных полей (ЭМП). Источниками ЭМП является оборудование, в частности компьютеры. Большая часть электромагнитного излучения, создаваемого компьютерами, происходит от видеокабеля и системного блока. В составе современных персональных компьютеров практически все электромагнитное излучение идет от системного блока. Современные компьютеры выпускаются производителями со специальной металлической защитой внутри системного блока для уменьшения фона электромагнитного излучения. Также источником электростатического и электромагнитного полей является оборудование, на котором производятся испытания: синхронные двигатели, преобразователь частоты, источник питания. Электромагнитное поле обладает способностью биологического, специфического теплового воздействия на организм человека. При воздействии полей, имеющих напряженность выше предельно допустимого уровня, развиваются нарушения со стороны нервной, сердечнососудистой систем, органов пищеварения и некоторых биологических показателей крови.

Степень воздействия электромагнитных излучений на организм человека зависит от диапазона частот, интенсивности воздействия соответствующего фактора, продолжительности облучения, характера излучения, режима облучения, размеров облучаемой поверхности тела и индивидуальных

особенностей организма человека. Таким образом, электромагнитные поля контролируют в двух диапазонах: от 5 Гц до 2 кГц, от 2 до 400 кГц. Измерения проводят на рабочих местах пользователей стационарных и портативных персональных компьютеров. Контролируют следующие параметры: напряженность электрического и магнитного поля, напряженность электростатического поля.

В соответствии с СанПиН 2.2.4.1191-03 нормы допустимых уровней напряженности электрических полей зависят от времени пребывания человека в контролируемой зоне. Время допустимого пребывания в рабочей зоне в часах составляет $T=50E-2$. Работа в условиях облучения электрическим полем с напряженностью 20–25 кВ/м продолжается не более 10 минут. При напряженности не выше 5 кВ/м присутствие людей в рабочей зоне разрешается в течение 8 часов [6].

Существуют следующие способы защиты от ЭМП на путях распространения:

- применение поглотителей мощности;
- увеличение расстояния от источника излучения;
- уменьшение времени пребывания в поле и под воздействием излучения;
- подъем излучателей и диаграмм направленности излучения;
- блокировочные излучения;
- экранирование излучений.

4.4 Экологическая безопасность

Вследствие развития научно-технического прогресса, постоянно увеличивается возможность воздействия на окружающую среду, создаются предпосылки для возникновения экологических кризисов. Но наряду с этим появляются новые способы защиты от загрязнения, но данные технологии сложны и дороги.

Одна из самых серьезных проблем - потребление электроэнергии. С увеличением количества компьютерных систем, внедряемых в производственную сферу, увеличится и объем потребляемой ими электроэнергии, что влечет за собой увеличение мощностей электростанций и их количества. И то, и другое не обходится без нарушения экологической обстановки.

Рост энергопотребления приводит к экологическим нарушениям, таким как:

- изменение климата — накопление углекислого газа в атмосфере Земли (парниковый эффект);
- загрязнение воздушного бассейна другими вредными и ядовитыми веществами;
- загрязнение водного бассейна Земли;
- опасность аварий в ядерных реакторах, проблема обезвреживания и утилизации ядерных отходов;

Из этого можно сделать вывод, что необходимо стремиться к снижению энергопотребления, то есть разрабатывать и внедрять системы с малым энергопотреблением.

При разработке автоматизированных систем вентиляции, возможны такие производственные отходы как макулатура и неисправные детали персональных компьютеров, преобразователя частоты и источников питания.

Бумажные изделия должны передаваться в соответствующие организации для дальнейшей переработки во вторичные бумажные изделия.

Неисправные комплектующие персональных компьютеров, преобразователей частоты и источников питания должны передаваться либо государственным организациям, осуществляющим вывоз и уничтожение бытовых и производственных отходов, либо организациям, занимающимся переработкой отходов. Второй вариант предпочтительней, т.к. переработка отходов является перспективной технологией сохранения природных ресурсов.

Из этого можно сделать вывод, что разработанные технологии, которые внедряются в системы вентиляции, должны быть направлены на снижение энергопотребления, а оборудование, применяемое в таких системах, должно включать в себя как можно больше материалов, которые подразумевают возможность вторичной обработки.

4.5 Безопасность в чрезвычайных ситуациях

Наиболее вероятной чрезвычайной ситуацией для отдела разработки ООО «НПФ Мехатроника-ПРО» является пожар. Данная ЧС может произойти в случае замыкания электропроводки оборудования, обрыва проводов, а также не соблюдению мер пожаробезопасности и т.д. Основные организационные и технические требования по пожарной безопасности изложены в ГОСТ 12.1.004–91 ССБТ [7].

Основными требованиями являются:

- Выбор типа пожарных насосных агрегатов и количества рабочих агрегатов надлежит производить на основе возможности обеспечения их совместной работы, максимальных требуемых значений рабочих расхода и давления;
- В зависимости от требуемого расхода могут использоваться один или несколько основных рабочих насосных агрегатов. При любом количестве рабочих агрегатов в насосной установке должен быть предусмотрен один резервный насосный агрегат, который должен соответствовать рабочему агрегату с максимальным расходом и давлением подачи. Резервный насосный агрегат должен автоматически включаться при аварийном отключении или несрабатывании любого из основных насосных агрегатов;
- В насосных установках могут применяться открытые или защищенные электродвигатели, которые должны быть заземлены, а также иметь защиту от токов перегрузки и повышения температуры. Защита от токов перегрузки и повышения температуры должна предусматриваться только для основного рабочего пожарного насоса. Если в процессе тушения пожара

происходит переключение с основного рабочего пожарного насоса на резервный из-за токовых и температурных перегрузок, то в этом случае защита от перегрузок резервного пожарного насоса не должна осуществляться;

- Время выхода пожарных насосов (при автоматическом или ручном включении) на рабочий режим не должно превышать 10 мин.

Помещение оборудовано системой оповещения и сигнализации пожарной опасности. Для тушения пожаров на начальных стадиях широко применяются огнетушители. По виду используемого огнетушащего вещества огнетушители бывают, в основном, пенного, порошкового, углекислотного вида. В производственных помещениях месторождения применяются главным образом углекислотные огнетушители, достоинством которых является высокая эффективность тушения пожара, сохранность электронного оборудования, диэлектрические свойства углекислого газа, что позволяет использовать эти огнетушители даже в том случае, когда не удастся обесточить электроустановку сразу.

Помещение оборудовано датчиками пожарной сигнализации, реагирующие на появление дыма. В рабочем помещении вывешены «Планы эвакуации людей при пожаре», регламентирующие действия персонала в случае возникновения очага возгорания и указывающий места расположения пожарной техники. В офисном помещении имеется порошковый огнетушитель типа ОУ-8. Средством оповещения сотрудников о пожаре служит пожарная сигнализация.

Для предупреждения возникновения пожара необходимо соблюдать следующие правила пожарной безопасности:

- исключение образования горючей среды (герметизация оборудования, контроль воздушной среды, рабочая и аварийная вентиляция);
- применение при строительстве и отделке зданий негорючих или трудно сгораемых материалов.

В случае возникновения таких ЧС как пожар, необходимо предпринять меры по эвакуации персонала из здания в соответствии с планом эвакуации. При отсутствии прямых угроз здоровью и жизни произвести попытку тушения,

возникшего возгорания огнетушителем. В случае потери контроля над пожаром, необходимо эвакуироваться вслед за сотрудниками по плану эвакуации и ждать приезда специалистов. При возникновении пожара должна сработать система пожаротушения, издав предупредительные сигналы, и передав на пункт пожарной станции сигнал о ЧС. В случае если система не сработала по каким-либо причинам, необходимо самостоятельно произвести вызов пожарной службы по телефону 101, сообщить место возникновения ЧС и ожидать приезда специалистов [7].

Другой вид опасности, такой как выход из допустимых диапазонов технологических параметров, например, превышение давления в трубопроводе может привести к разрыву трубопровода и опасной ситуации для здоровья и жизни персонала. В первую очередь, потому что разрыв трубопровода приведет к затоплению помещения, в котором находятся электроустановки. Кроме того, это может привести к разрушению конструкций здания. Во избежание данного типа опасностей и применяется рассмотренная в диссертации система противоаварийной защиты, которая отключает насосные агрегаты при недопустимом уровне безопасности системы, выдает сигналы оператору, а также сигналы сигнализации по всему помещению.

Вывод

В ходе работы по разделу «Социальная ответственность» были рассмотрены правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности.

Их суть заключалась в анализе основных нормативных документов, регулирующих и регламентирующих производственную деятельность разработчика на рассматриваемом объекте.

Был выполнен анализ вредных факторов проектируемого решения, таких как микроклимат, освещение, шум, вибрации, электромагнитное и электростатическое излучение.

Особое место занимают экологическая безопасность и безопасность в чрезвычайных ситуациях.

Соблюдение норм и правил, описанных в данном разделе диссертации поможет избежать случаи производственного травматизма, а также обеспечить сохранность здоровья персонала и окружающей среды.

Заключение

Результатом выполненной магистерской диссертации стала спроектированная система автоматизированного управления завода металлосодержащих концентратов и создана MES-система. Так же была спроектирована система внешних проводок для определения порядка передачи сигналов с полевых устройств к щитам КИПиА.

Для дистанционного управления были разработаны экранные формы и алгоритмы сбора данных, предназначенные для осуществления управления технологическими процессами оператором с его АРМ. Для разработки системы управления выбрано ПО TIA Portal и WINCC RUNTIME, позволяющие разрабатывать мнемосхем любой сложности.

Разработанная MES-система позволяет оптимизировать производственную деятельность, управлять заказами, корректировать расписание работы оборудования. Формировать график проведения технического обслуживания. Также MES-система рассчитывает эффективность использования оборудования, что позволяет повысить эффективность производства.

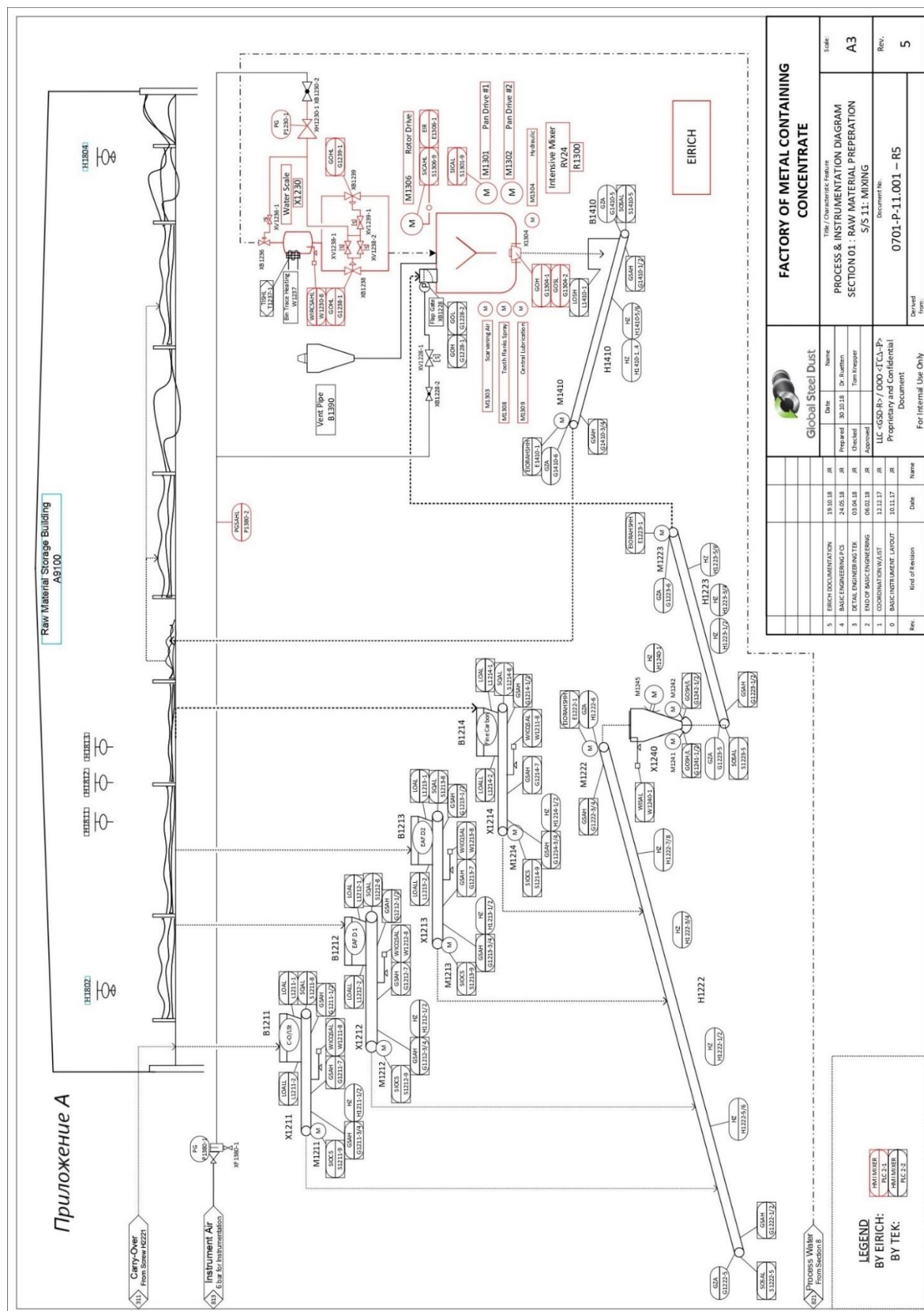
Разработанный комплекс выполнен в соответствии с действующими требованиями Госстандарта и Госгортехнадзора, отраслевыми и ведомственными РД, а также в соответствии с международными стандартами.

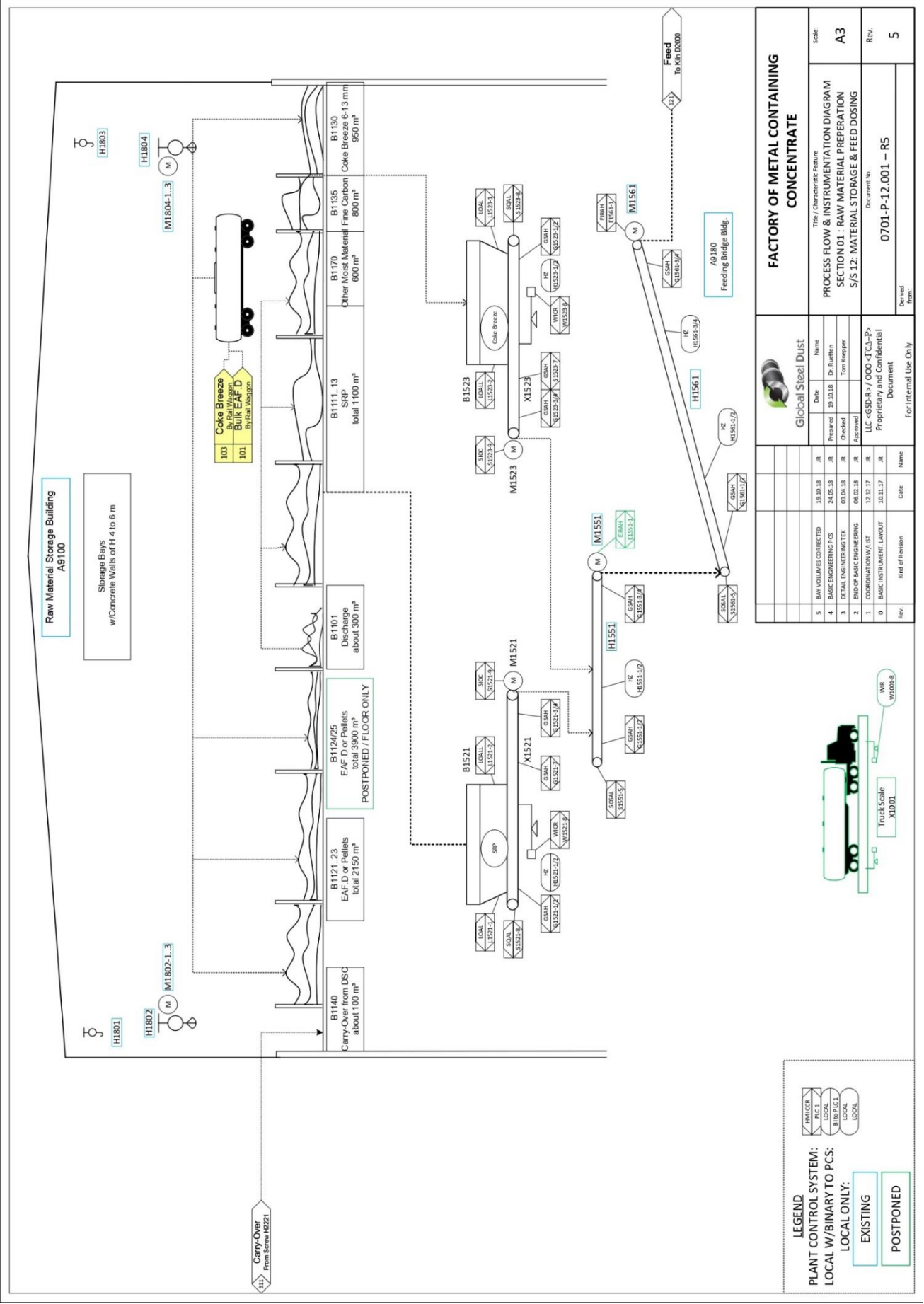
Список использованных источников

1. ГОСТ 21552-84. Средства вычислительной техники. Общие технические требования, приемка, методы испытаний, маркировка, упаковка, транспортирование и хранение. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/gost-21552-84>, свободный.
2. Требования к эксплуатации, техническому обслуживанию, ремонту и хранению. Требования по эргономике и технической эстетике. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://life-prog.ru/1_10358_trebovaniya-k-zashchite-informatsii-ot-nesanktsionirovannogo-dostupa.html, свободный.
3. Защита информации. Концепция безопасности и система защиты информации. Требования к защите информации от несанкционированного доступа, к функциям, реализуемым системой. Компоненты системы защиты. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://otherreferats.allbest.ru/programming/00039267_0.html, свободный.
4. Требования к видам обеспечения. Требования к информационному обеспечению. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://automation-system.ru/spravochnik-inzhenera/34-glava7/307-7-7.html>, свободный.
5. Требования к системе и техническим параметрам. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.studfiles.ru/preview/5157548/page:4/>, свободный.
6. MEScontrol [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://mescontrol.ru/articles/systems>, свободный.
7. Проектирование закона управления системой регулирования подачи топлива парового котла с учетом требований экономии энергоресурсов при управлении. Журавлев А.А., Шит М.Л., Попонова О.Б., Шит Б.М.,
8. SCADA, определение, описание. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org/wiki/SCADA>, свободный.
9. Wikipedia: TIA Portal. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://ru.wikipedia.org/wiki/TIA_Portal, свободный.

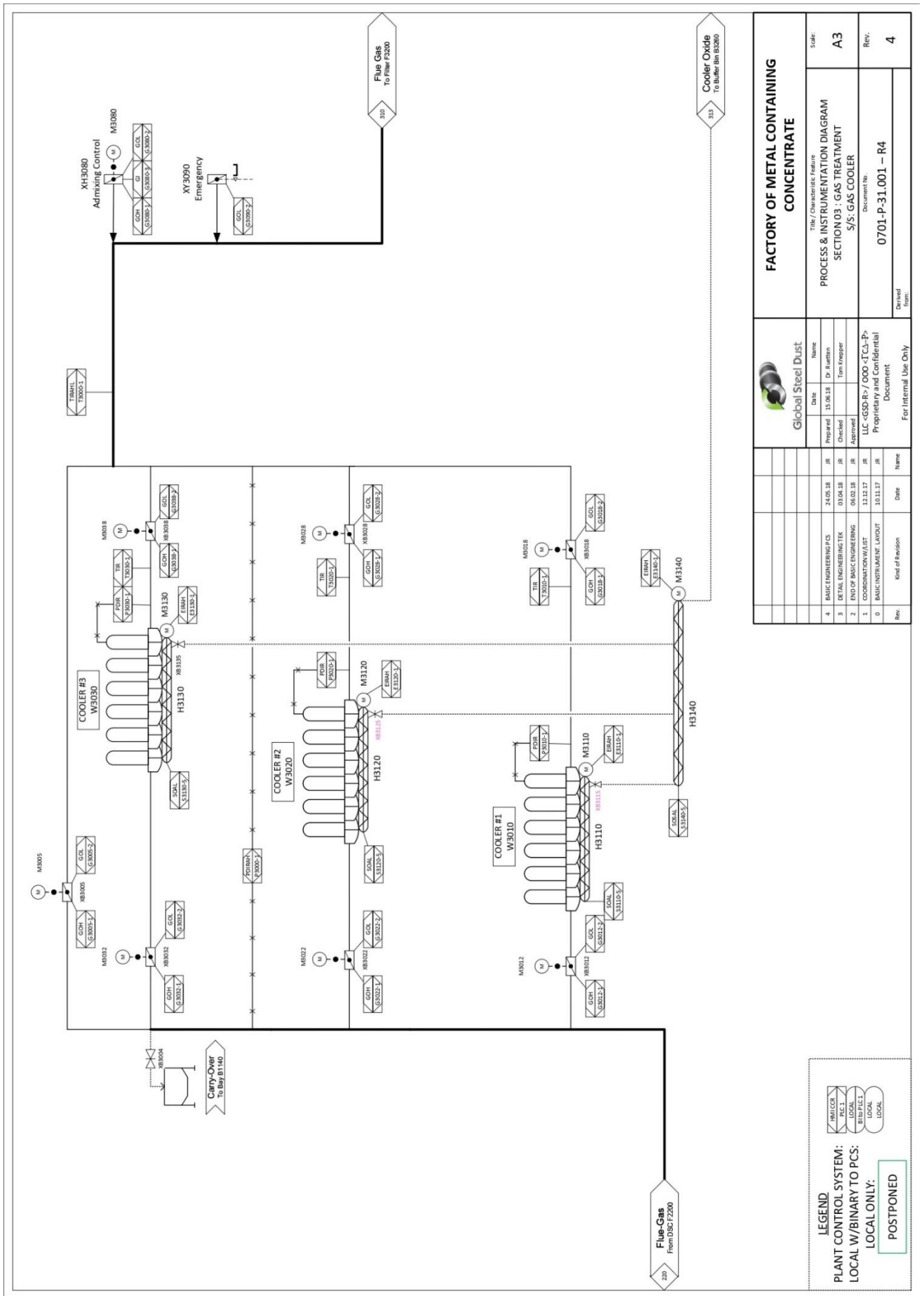
10. ГОСТ 12.1.004-91 ССБТ. Пожарная безопасность. Общие требования. [Электронный ресурс]. Режим доступа – <http://docs.cntd.ru/document/gost-12-1-004-91-ssbt>
11. СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 "Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы". [Электронный ресурс]. Режим доступа – https://www.ohranatruda.ru/ot_biblio/normativ/data_normativ/39/39082/
12. СанПиН 2.2.4.548-96 "Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений". [Электронный ресурс]. Режим доступа – http://www.tehbez.ru/Docum/DocumShow_DocumID_333.html
13. Санитарные нормы СН 2.2.4/2.1.8.562-96 "Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки". [Электронный ресурс]. Режим доступа – <http://www.vashdom.ru/sanpin/224-218562-96/>
14. ГОСТ Р 12.1.019-2009 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты. [Электронный ресурс]. Режим доступа – http://docs.nevacert.ru/files/gost/gost_r_12.1.019-2009.pdf

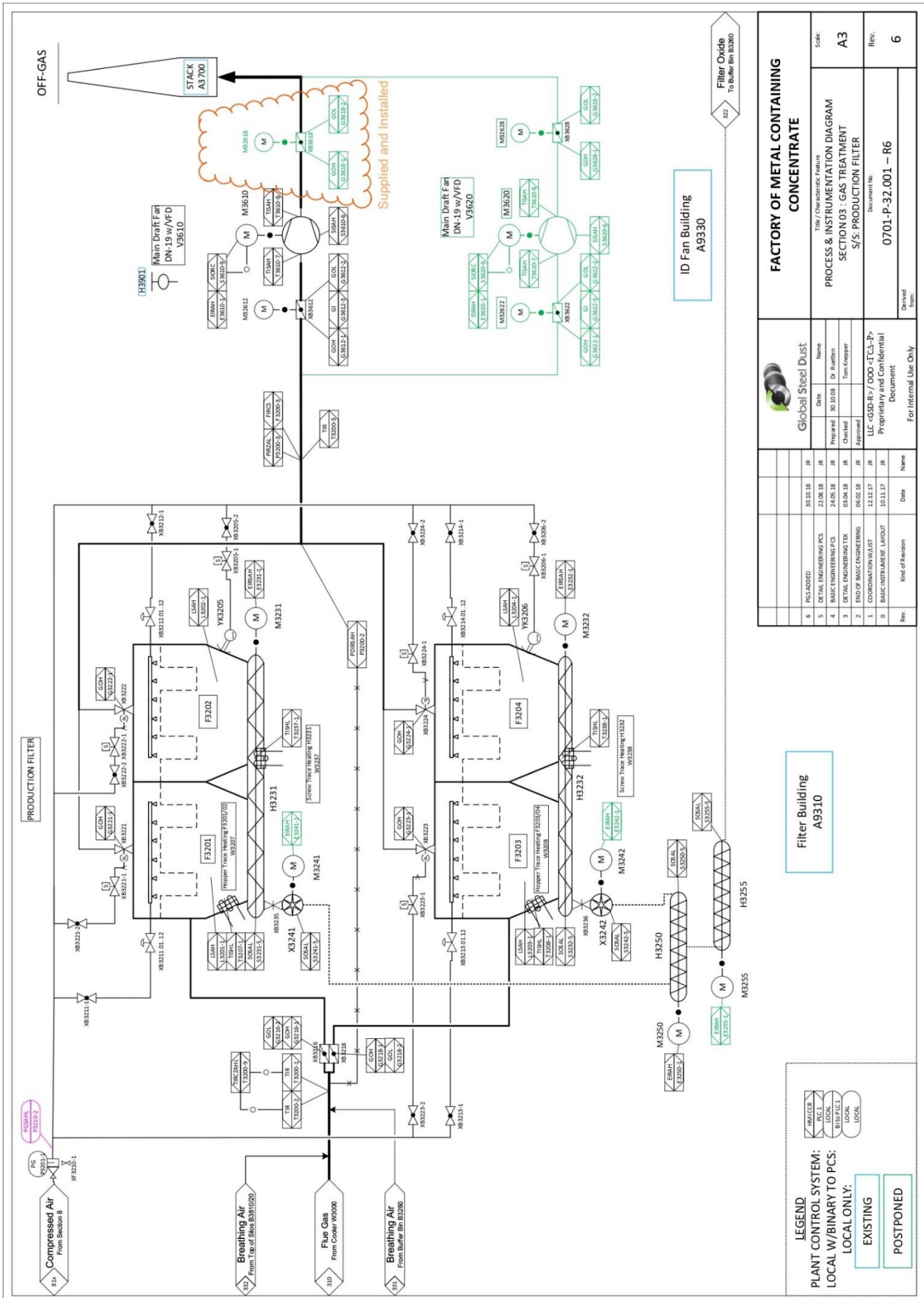
Приложение А. PI&D диаграмма

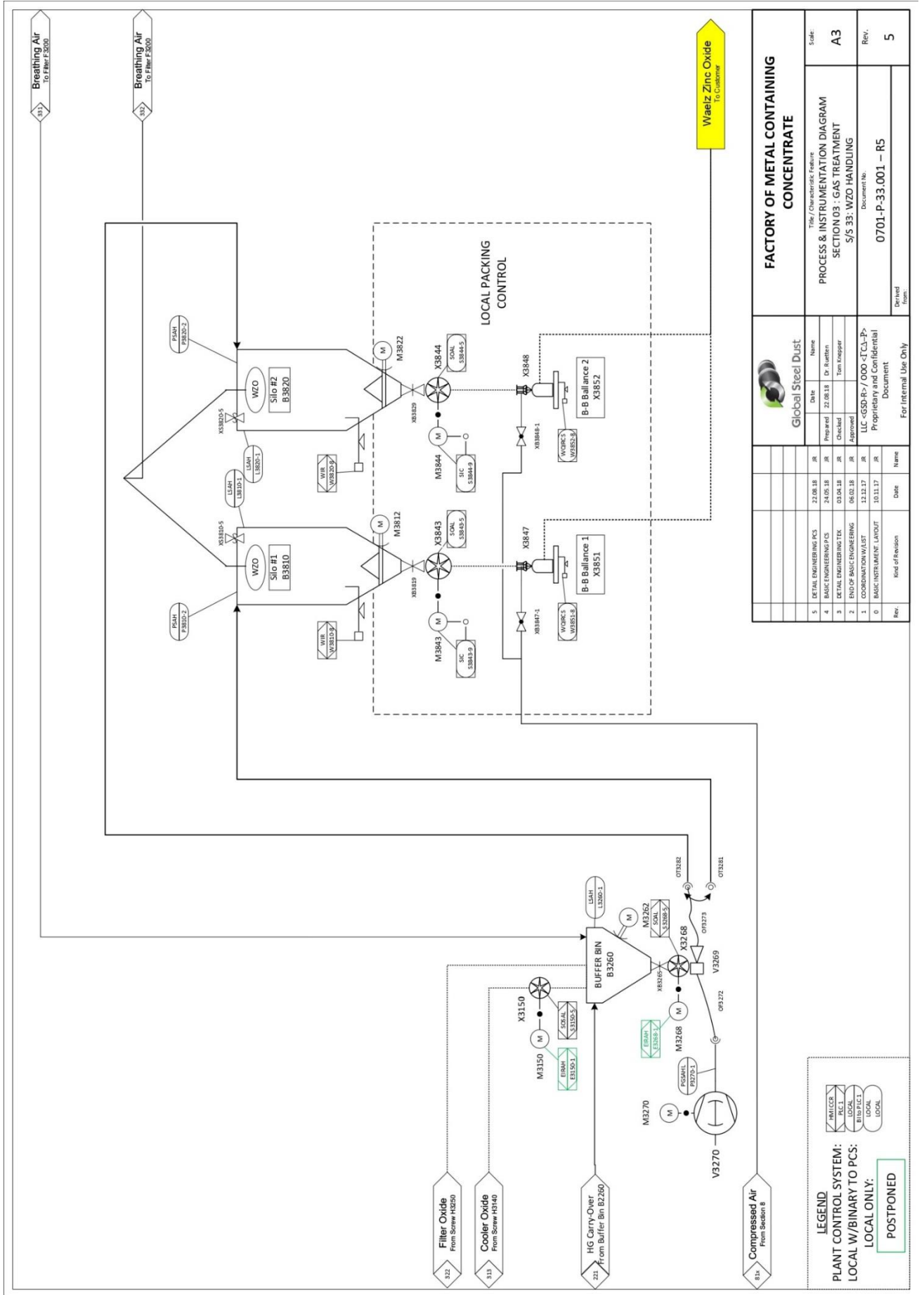




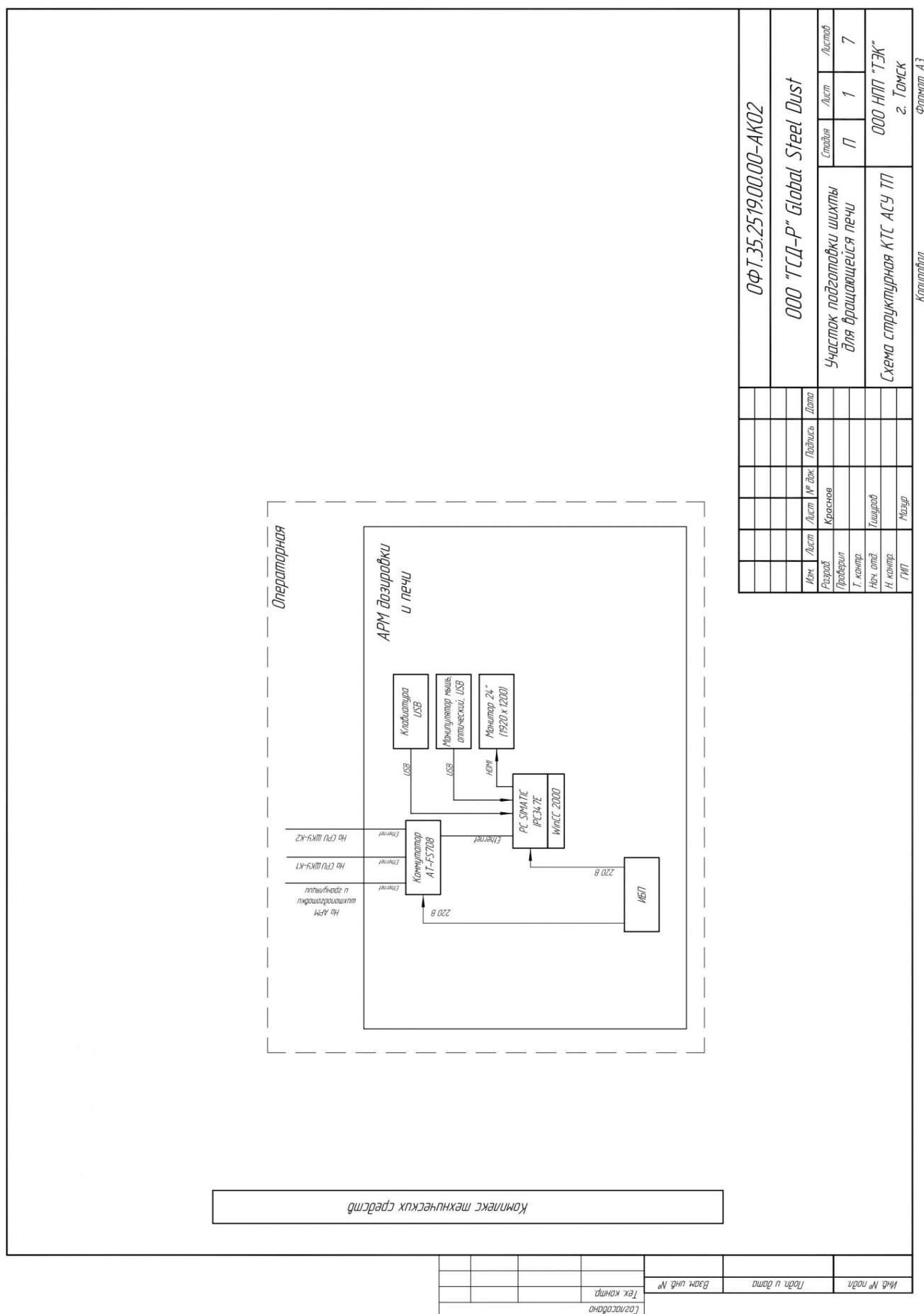


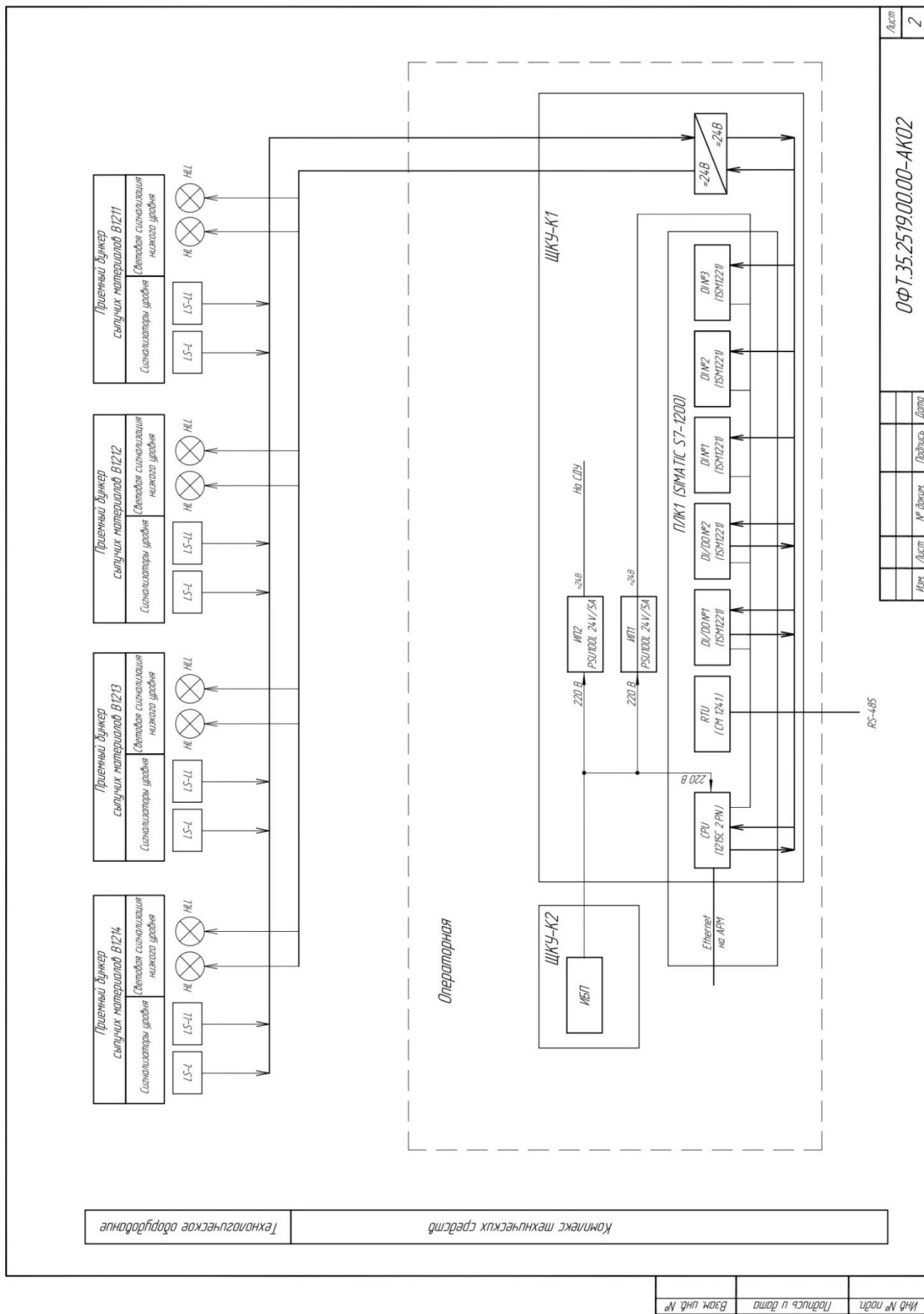


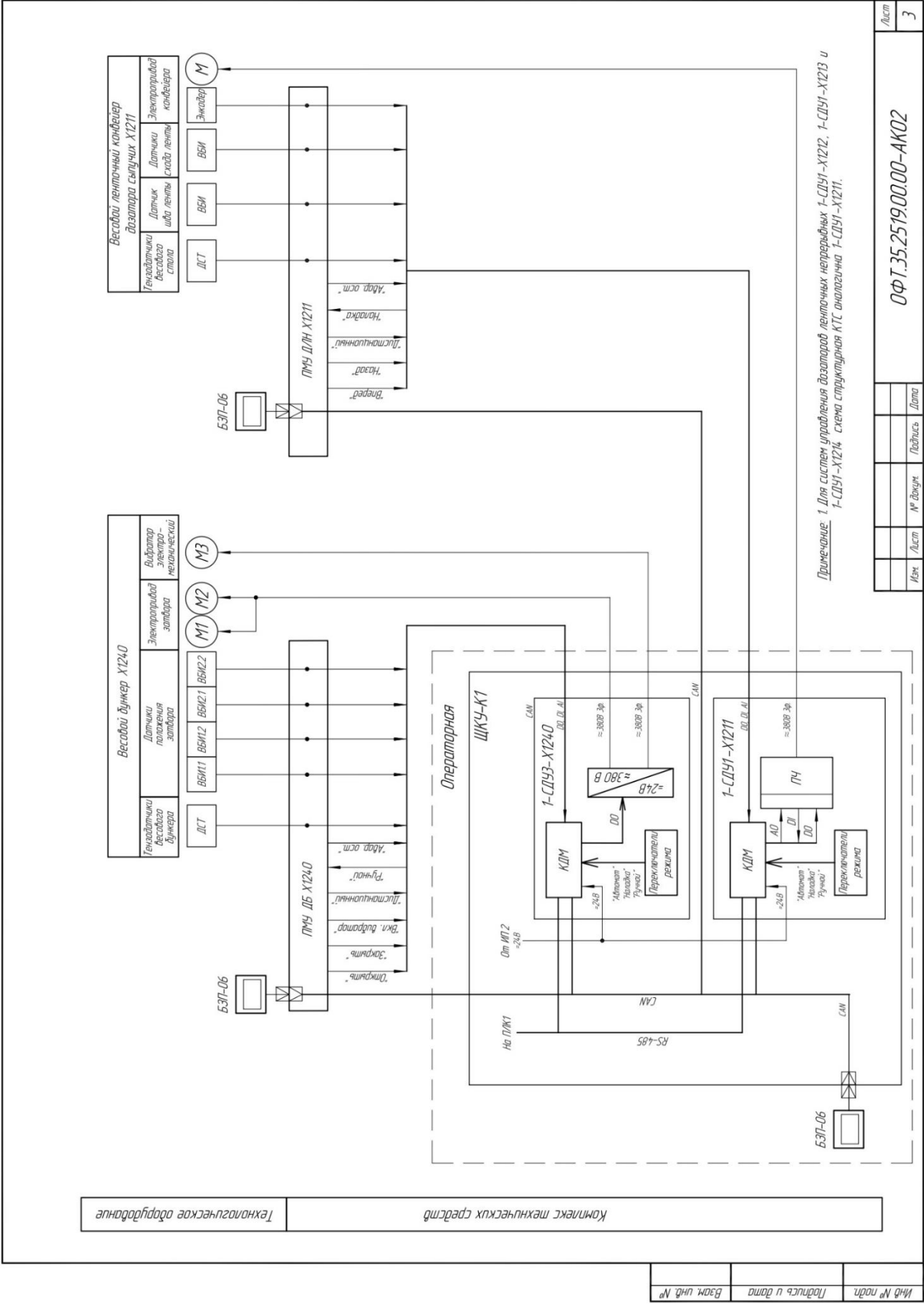




Приложение Б. Структурная схема участка дозирования





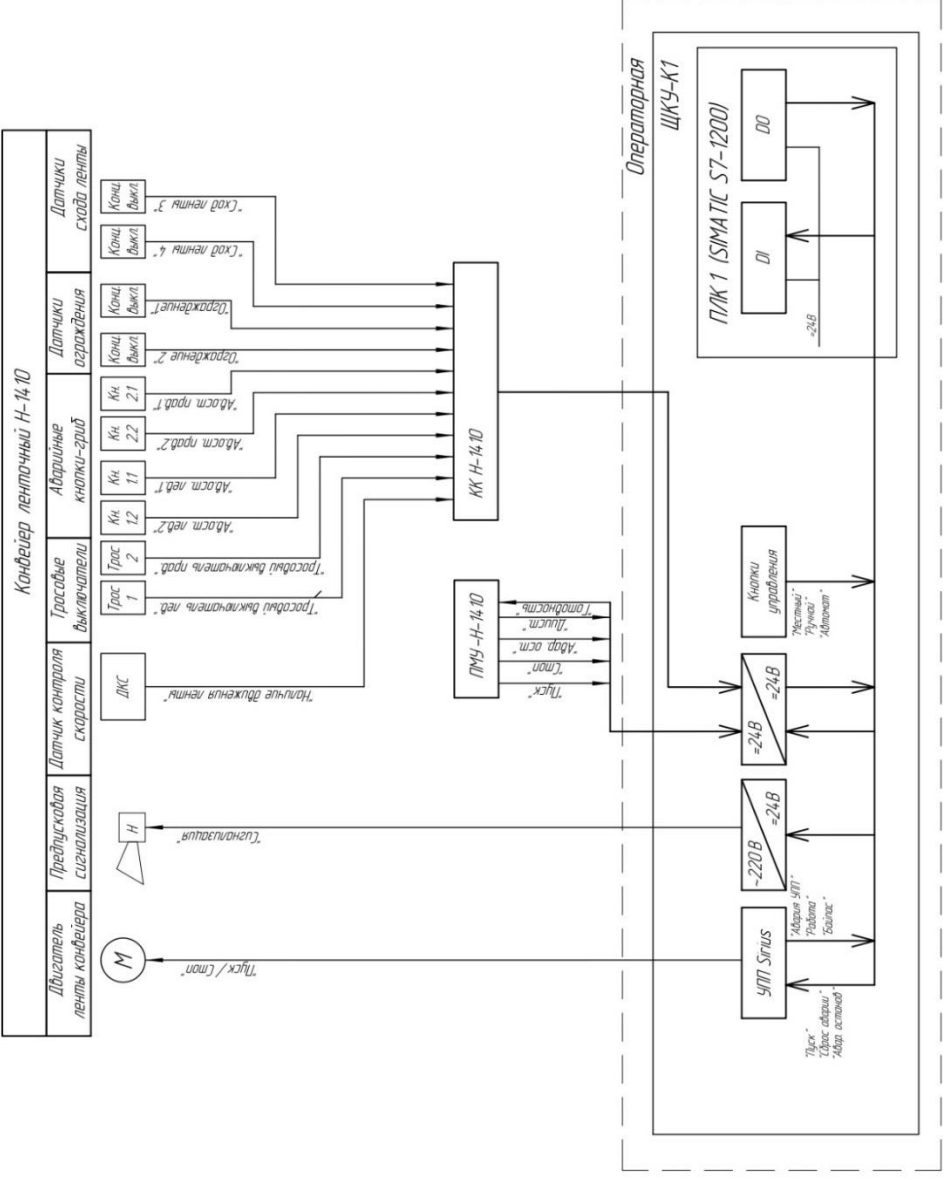






Инд № подл.	Подпись и дата	Взам. инд. №
-------------	----------------	--------------

Комплекс технических средств
Технологическое оборудование

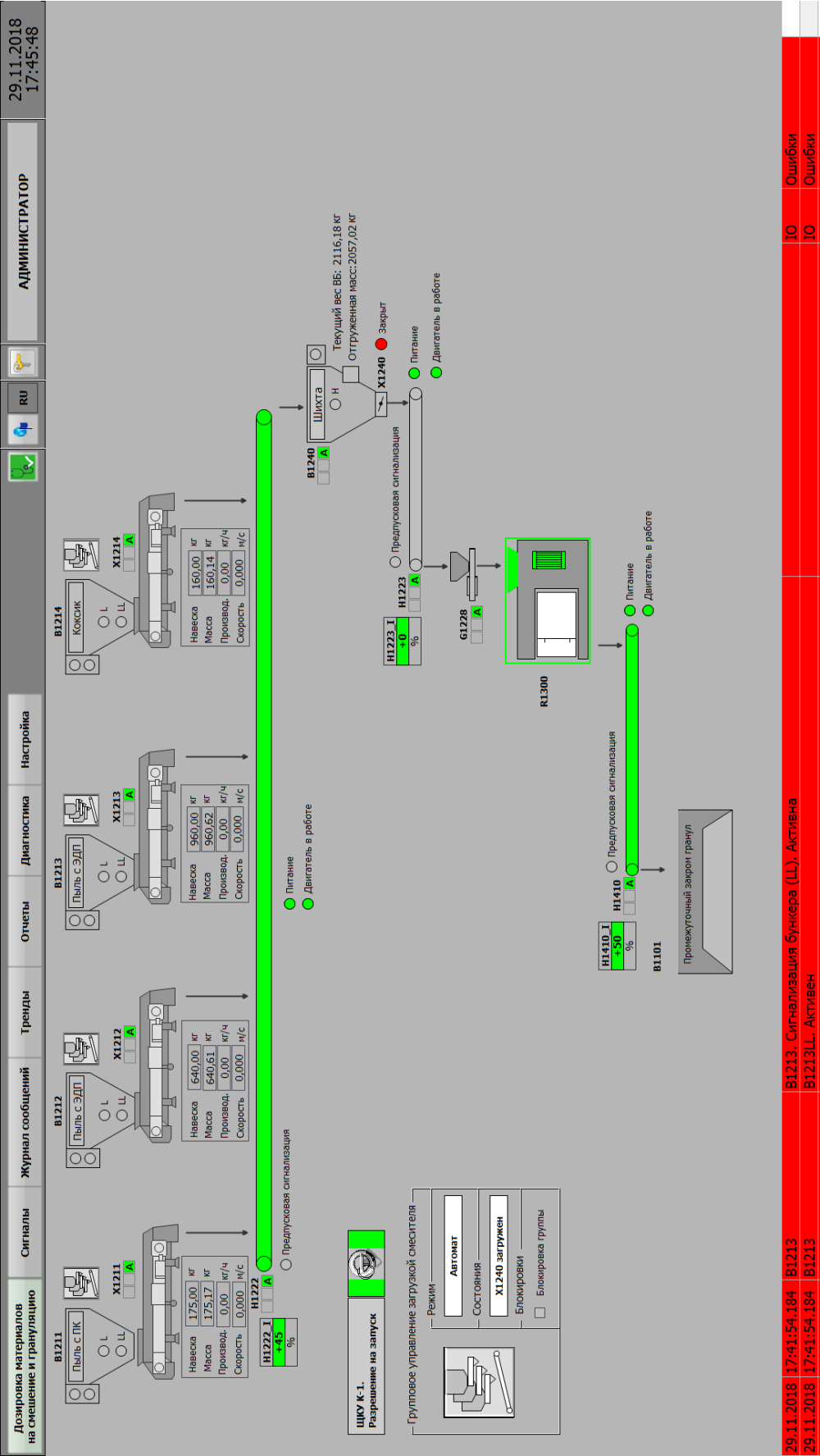


Формат А3
0ФТ.35.2519.00.00-АК02

Приложение В



Приложение Г. Основной экран подачи шихты



ЦКУ К-1

Разрешение на запуск

Режим

Автомат

Состояния

X1240 загрузжен

Блокировки

Блокировка группы

Питание

Двигатель в работе

Питание

Двигатель в работе

Питание

Двигатель в работе

Питание

Двигатель в работе

29.11.2018 17:41:54.184 B1213

29.11.2018 17:41:54.184 B1213

B1213, Сигнализация бункера (LL), Активна

B1213LL, Активен

Ю

Ю

Ошибки

Ошибки

Приложение Д. Окно аналоговых сигналов

Дозировка материалов
на смешение и грануляцию

Сигналы

Журнал сообщений

Тренды

Отчеты

Диагностика

Настройка

RU

ADMINISTRATOR

29.11.2018
19:25:48

ID ПЛК	Описание сигнала	ЩКУ К-1 А8	Обозначение клемм на модуле
I1222 I IW176	+21 % Ток двигателя конвейера H1222		-0 и +0
H1223 I IW178	+0 % Ток двигателя конвейера H1223		-1 и +1
H1410 I IW180	+29 % Ток двигателя конвейера H1240		2- и 2+
IW182	резерв		3- и 3+

29.11.2018 19:11:09.683	X1212	X1212, СДУ-сбой длины ленты	I	Ошибки
29.11.2018 19:05:28.707	X1214	X1214, СДУ-сбой длины ленты	I	Ошибки

Приложение Е. Окно диагностика коммуникаций

Дозировка материалов
на смешение и грануляцию

Сигналы

Журнал сообщений

Тренды

Отчеты

Диагностика

Настройка

ADMINISTRATOR

RU

29.11.2018
19:28:51

Диагностика коммуникаций

Схема подключения коммуникаций:

- АС смесителя-гранулятора
- Коммуникация №1
- ЦКУ-К1 ПЛК
- АВМ дозировки
- Коммуникация №2-№6
- ЛСУ ДНП X12
- ЛСУ ДНП X12
- ЛСУ ДНП X12
- ЛСУ ДНП X1214
- СДУ ВБ X1240

Статус	Название	Рабочее состояние	База	Слот	Тип	Номер для заказа	Адрес
✓	S7-1200 station_1	0	0	1	S7-1200 station	6ES7 215-1BG40-0XB0	32*
✓	A1	0	0	1	CPU 1215C AC/DC/RV	6ES7 215-1BG40-0XB0	49*
✓	PROFINET IO-System	0	0	2	DecentralIOsystem_PNIO	6ES7 223-1PL32-0XB0	275*
✓	A2	0	0	3			269*
✓	A3	0	0	4			270*
✓	A4	0	0	5			271*
✓	A5	0	0	6			272*
✓	A6	0	0	7			273*
✓	A8	0	0	7			316*

Диагностика коммуникации

Коммуникация №2

Состояние: Активно Статус: b

Чтение успешно: 37565

Запись успешно: 78

Ошибка чтения: 0

Ошибка записи: 0

Данные еще не прочитаны

Предшествующие данные для записи еще не обработаны

29.11.2018 19:25:56.591 GROUP R1300. Предупреждения: Смеситель не готов к загрузке

29.11.2018 19:25:56.591 GROUP R1300. Предупреждения: Смеситель не готов к загрузке

Приложение Ж. Окно настройка

Дозировка материалов
на смешение и грануляцию

Сигналы

Журнал сообщений

Тренды

Отчеты

Диагностика

Настройка

Администратор

29.11.2018
19:28:08

Имя источника данных

SQL_GSDR

Имя базы данных

GSDR

Имя пользователя БД

UserGSDR

Пароль

Проверить подключение к БД

Настройка для отчетов

Количество смен в сутках

2 смены

3 смены

Время начала первой смены

0

Настройка пользователей

Выход из системы

29.11.2018	19:25:56.591	GROUP	R1300. Предупреждения: Смесь не готов к загрузке	I	Предупреждения
29.11.2018	19:25:56.591	GROUP	R1300. Предупреждения: Смесь не готов к загрузке	I	Предупреждения

Приложение 3. Окно отчеты

Дозировка материалов
на смешение и грануляцию

Сигналы

Журнал сообщений

Тренды

Отчеты

Диагностика

Настройка

Администратор

RU

19:27:35

Тип отчета

По устройствам

По подаче

По весу

Период

☒ За смену
 ☐ За сутки
 ☐ Заданный интервал

Смена

☒ Смена 1
 ☐ Смена 2

Образить отчет

Устройство

BB X1240

Print Job Report Load - Print

Print

Next

Previous

Two Page

Zoom In

Zoom Out

Close

Отчет по дозатору BB X1240 за 1 смену

Дата начала загрузки	Материал	Отгрузка, кг/с	Время	Пост	Время загрузки	Дата окончания
29.11.2018 04:03:25	Шота	0,44	Ручной	Дост. выключено	Ручное управление	29.11.2018 05:00:11
29.11.2018 05:00:11	Шота	0	Ручной	Дост. выключено	Ручное управление	29.11.2018 05:06:28
29.11.2018 05:06:28	Шота	0,07	Ручной	Дост. выключено	Ручное управление	29.11.2018 05:09:37
29.11.2018 05:09:37	Шота	0,07	Ручной	Дост. выключено	Ручное управление	29.11.2018 05:12:27
29.11.2018 05:12:27	Шота	286,7	Ручной	Дост. выключено	Ручное управление	29.11.2018 05:32:27
29.11.2018 05:32:27	Шота	2490,79	Ручной	Дост. выключено	Ручное управление	29.11.2018 06:35:20
29.11.2018 06:35:20	Шота	1977,15	Ручной	Дост. выключено	Ручное управление	29.11.2018 08:02:10
29.11.2018 08:02:10	Шота	2101,89	Ручной	Дост. выключено	Ручное управление	29.11.2018 08:37:01
29.11.2018 08:37:01	Шота	1545,53	Ручной	Дост. выключено	Ручное управление	29.11.2018 08:56:29
29.11.2018 08:56:29	Шота	1524,39	Ручной	Дост. выключено	Ручное управление	29.11.2018 09:36:29
29.11.2018 09:36:29	Шота	1902,82	Ручной	Дост. выключено	Ручное управление	29.11.2018 10:07:28
29.11.2018 10:07:28	Шота	1846,45	Ручной	Дост. выключено	Ручное управление	29.11.2018 10:10:21
29.11.2018 10:10:21	Шота	1897,38	Ручной	Дост. выключено	Ручное управление	29.11.2018 10:19:04
29.11.2018 10:19:04	Шота	1872,02	Ручной	Дост. выключено	Ручное управление	29.11.2018 10:34:24
29.11.2018 10:34:24	Шота	1866,9	Ручной	Дост. выключено	Ручное управление	29.11.2018 10:35:02
29.11.2018 10:35:02	Шота	1866,43	Ручной	Дост. выключено	Ручное управление	29.11.2018 11:00:13
29.11.2018 11:00:13	Шота	1853,98	Ручной	Дост. выключено	Ручное управление	29.11.2018 11:09:13
29.11.2018 11:09:13	Шота	1865,11	Ручной	Дост. выключено	Ручное управление	29.11.2018 11:17:03
29.11.2018 11:17:03	Шота	1800,51	Ручной	Дост. выключено	Ручное управление	29.11.2018 11:31:42
29.11.2018 11:31:42	Шота	1841,16	Ручной	Дост. выключено	Ручное управление	29.11.2018 11:37:39
29.11.2018 11:37:39	Шота	2024,26	Ручной	Дост. выключено	Ручное управление	29.11.2018 11:37:39
29.11.2018 11:37:39	Шота	1989,89	Ручной	Дост. выключено	Ручное управление	29.11.2018 11:37:39
Итого отгружено:		36992,32 кг.				

29.11.2018 19:25:56.591 GROUP

R1300. Предупреждения: Смеситель не готов к загрузке

I

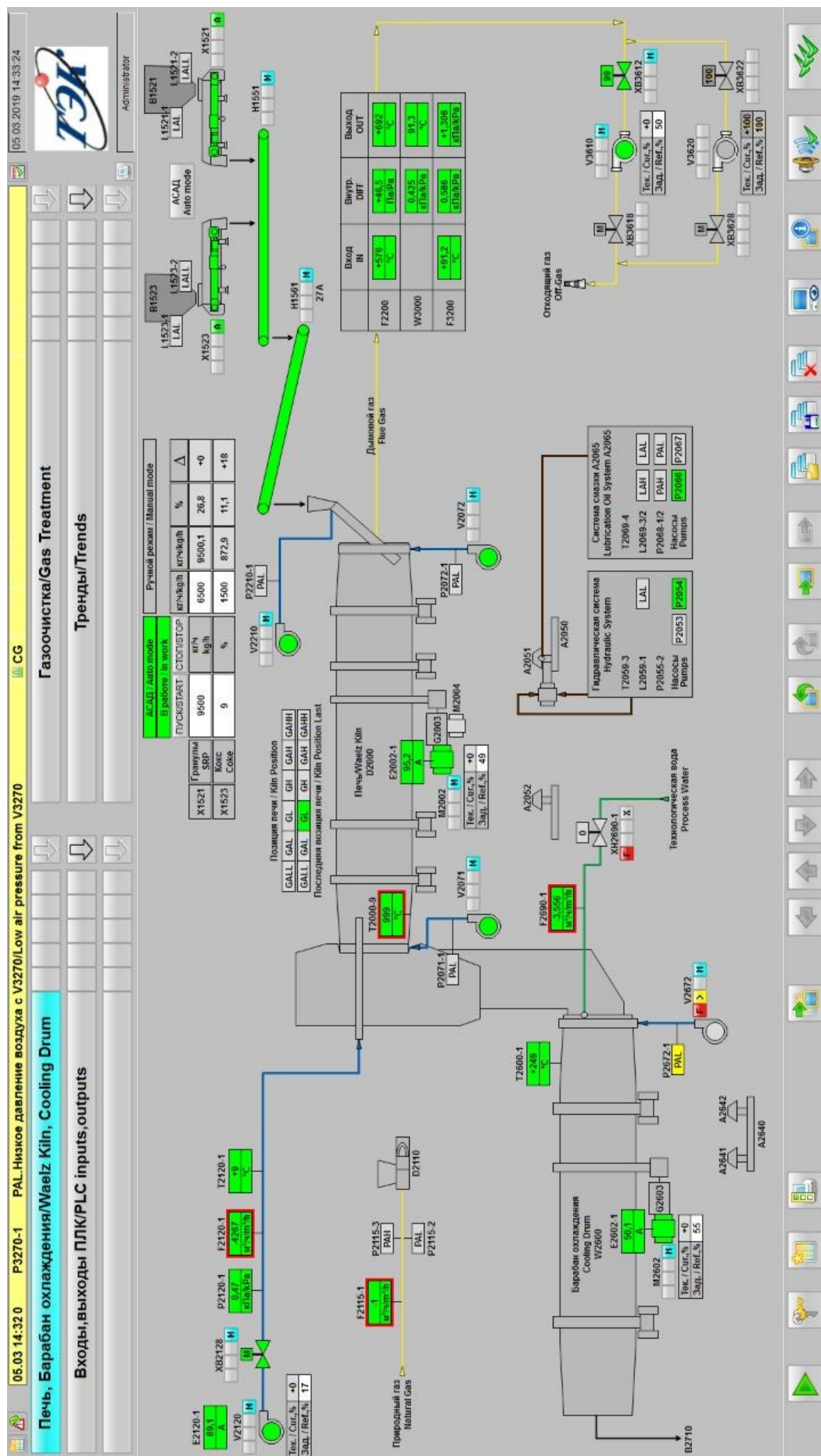
29.11.2018 19:25:56.591 GROUP

R1300. Предупреждения: Смеситель не готов к загрузке

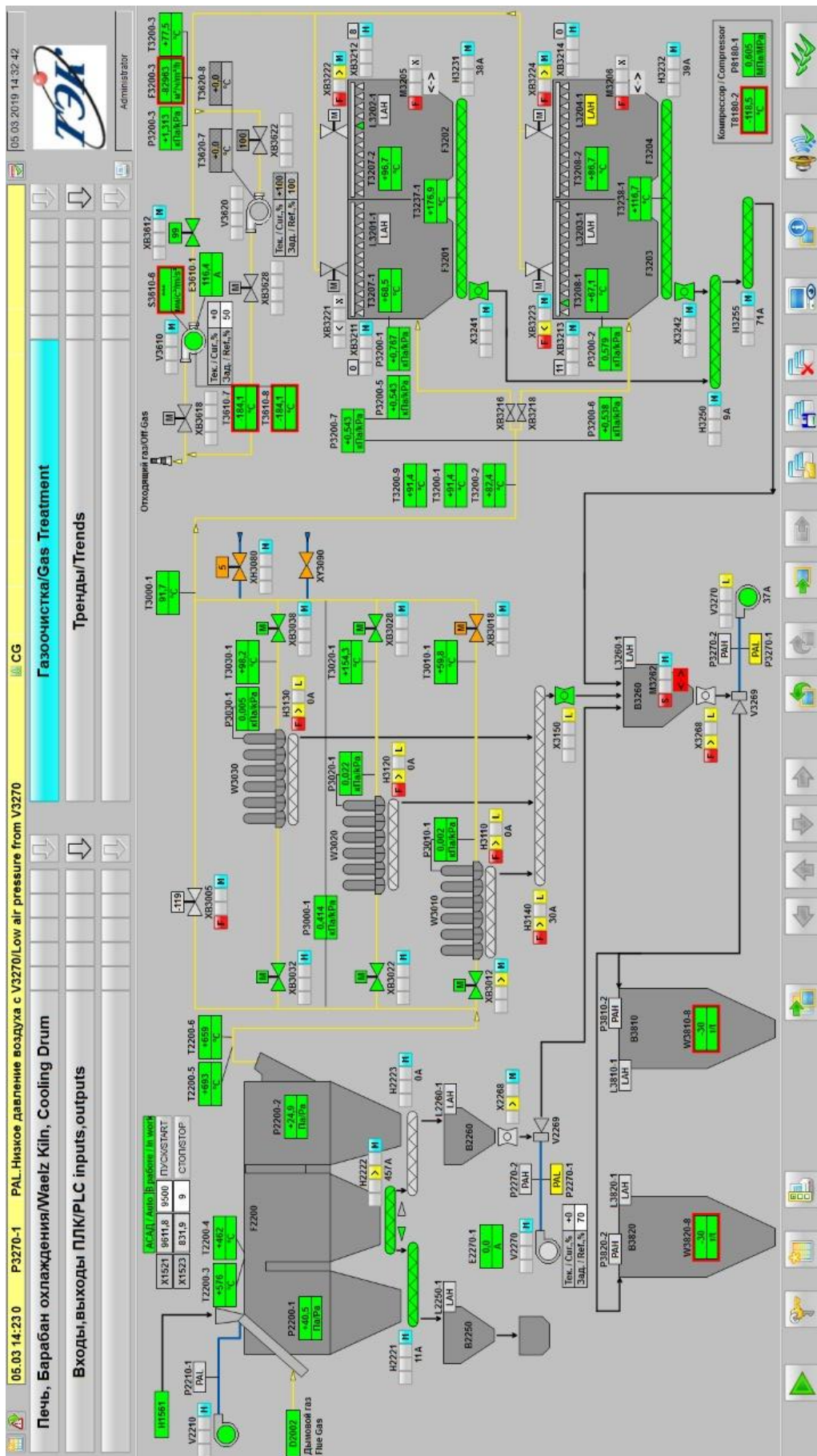
I

115

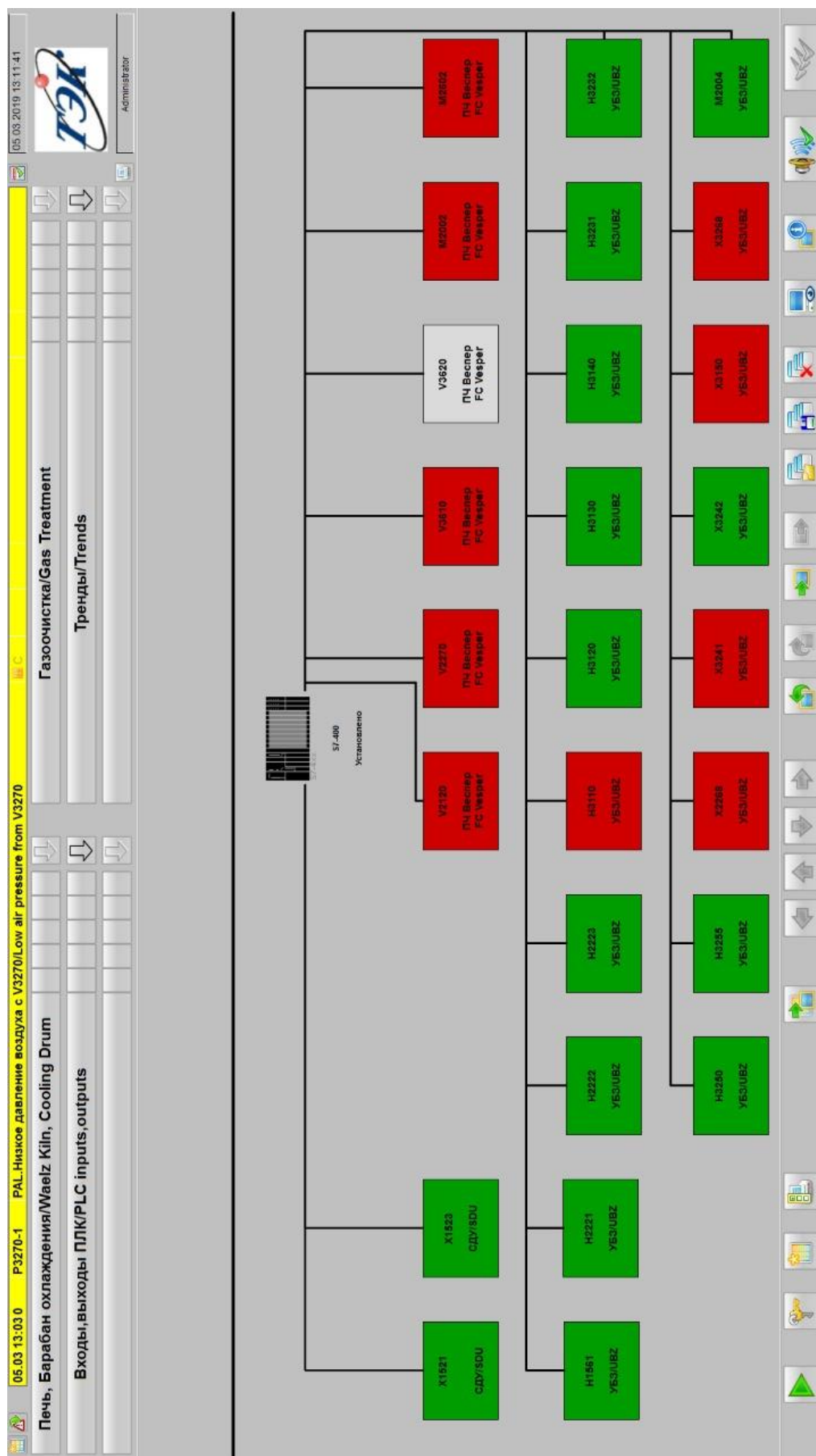
Приложение И. Экран Печи, барабан охлаждения



Приложение К. Экран газоочистки



Приложение Л. Экран MODBUS связи



Приложение М. Отчет времени работы оборудования за период

03.04.19 12:23:40

Учет времени работы оборудования за период с 01.03.2019 12:13:00 по 03.04.2019 12:13:00
Accounting for equipment operation time for the period from 01.03.2019 12:13:00 to 03.04.2019 12:13:00

Тип оборудования/Type of equipment	Обознач./Label	Время/Time
Дозатор ленточный непрерывный / Continuous dozer	X1521	01:33:45
Дозатор ленточный непрерывный / Continuous dozer	X1523	00:33:59
Ленточный конвейер / Belt conveyor	H1551	01:18:04
Ленточный конвейер / Belt conveyor	H1561	25:00:00
Вращающаяся печь / Waelz Kiln	M2002	24:00:00
Вспомогательный двигатель / Auxiliary motor	M2004	00:00:00
Насос для перекачки масла / Oil Pump	P2053	14:43:15
Насос для перекачки масла / Oil Pump	P2054	15:30:39
Насос для перекачки масла / Oil Pump	P2066	00:46:55
Насос для перекачки масла / Oil Pump	P2067	05:26:33
Вентилятор без управ. скор. / Fan without speed control	V2071	26:00:00
Вентилятор без управ. скор. / Fan without speed control	V2072	26:00:00
Вентилятор с управ. скор. / Fan with speed control	V2120	19:50:51
Клапан / Valve	XB2128	00:00:24
Вентилятор без управ. скор. / Fan without speed control	V2210	26:50:51
Шнек / Screw	H2221	25:00:00
Шнек / Screw	H2222	25:54:54
Шнек / Screw	H2223	26:50:28
Шлюзовой питатель / Gateway feeder	X2268	00:46:37
Вентилятор с управ. скор. / Fan with speed control	V2270	03:56:35
Охлаждающий барабан / Cooling drum	M2602	25:00:00
Вентилятор без управ. скор. / Fan without speed control	V2672	00:00:00
Клапан регулирующий / Regulating Valve	XH2690-1	00:00:00
Клапан / Valve	XB3005	00:00:00
Клапан / Valve	XB3012	00:00:00
Клапан / Valve	XB3018	00:00:00
Клапан / Valve	XB3022	00:00:00
Клапан / Valve	XB3028	00:00:00
Клапан / Valve	XB3032	00:00:00
Клапан / Valve	XB3038	00:00:00
Клапан регулирующий / Regulating Valve	XH3080	00:00:13
Аварийный клапан / Emergency valve	XY3090	26:00:00
Шнек / Screw	H3110	20:33:01
Шнек / Screw	H3120	20:23:54
Шнек / Screw	H3130	07:09:36
Шнек / Screw	H3140	20:56:10
Шлюзовой питатель / Gateway feeder	X3150	05:06:38
Виброобрушение / Vibro-wreck	M3205	00:00:00
Виброобрушение / Vibro-wreck	M3206	00:00:00
Мембранный клапан / Diaphragm valve	XB3211	00:00:00
Мембранный клапан / Diaphragm valve	XB3212	00:00:00
Мембранный клапан / Diaphragm valve	XB3213	00:00:00
Мембранный клапан / Diaphragm valve	XB3214	00:00:00

Стр. 1 / 2

Приложение Н. Пример отчета MES-системы

03.04.19 12:22:42

Отчет по дозатору X1523, за период с 01.03.2019 12:13:00 по 03.04.2019 12:13:00
Report on the dozer X1523, for the period from 01.03.2019 12:13:00 to 03.04.2019 12:13:00

Запуск/Start	Материал/Material	Вес,кг/Weight,kg	Режим/Mode	Пост/Post	Останов/Stop
14.03.2019 23:58:22	Кокс / Coke	41,03	Ручной / Manual	Дистанционный / Manual	15.03.2019 00:00:00
15.03.2019 00:00:00	Кокс / Coke	809,86	Ручной / Manual	Дистанционный / Manual	15.03.2019 00:32:21
Итого отгружено, кг 850,89 Total shipped, kg:					

Стр. 1 / 1

Приложение О. График работы оборудования

Пользователь: **Авторизация**

<i>Заказы</i>	<i>График ТО</i>
<i>Ресурсы</i>	<i>Эффективность оборудование</i>
<i>Отчеты</i>	<i>График производства</i>

Приложение П. Показатели эффективности оборудования

Пользователь: Смена пользователя: Очистка: График производства: Оборудование: Показатели Эффективности: Заказы: График ТО: Ресурсы:

Оборудование	Статус	Текущая производительность, %	Заданная производительность, %	Коэффициент эффективности
Дозатор X1211	В работе	30	50	0,6
Дозатор X1212	В работе	20	25	0,8
Дозатор X1213	В работе	20	40	0,5
Дозатор X1214	В работе	50	70	0,71
Конвейер H1222	В работе	30	30	1
Конвейер H1223	В работе	23	25	0,92
Конвейер H1410	В работе	37	40	0,92
Дозатор X1521	Остановлен	0	30	0
Дозатор X1523	Остановлен	0	50	0
Конвейер H1551	В работе	49	50	0,98
Конвейер H1561	В работе	44	45	0,977
Основной двигатель вращения печи D2002	В работе	25	25	1
Вспомогательный двигатель вращения печи D2004	Остановлен	0	0	0
Основной двигатель вращения холодильника D2002	В работе	40	40	1
Вентилятор V2071	Остановлен	0	35	0
Вентилятор V2072	Остановлен	0	55	0
Вентилятор V2120	В работе	53	55	0,964
Насос M2053	Остановлен	0	100	0
Насос M2054	Сбой	0	100	0
Насос M2066	Блокировка	0	100	0
Насос M2067	Блокировка	0	100	0
Дымососы V3610	В работе	44	45	0,978
Дымососы V3620	Блокировка	0	45	0

3

**Приложение Р
(справочное)**

Automation of the plant of metal-containing concentrates with the creation of the MES-system

Студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8TM71	Краснов В. Ю.		

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОАР	Казаков В. Ю.	К.Т.Н		

Консультант – лингвист кафедры отделения иностранных языков ШБИН

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ст. преподаватель	Пичугова И. Л.			

1 Automation system

1.1 Purpose and objectives of the system

The main purpose of the system:

- automation of the rotary kiln complex on the basis of modern software and hardware (SH), allowing to increase the safety and efficiency of production, optimal and trouble-free management of technological processes;
- creation of a redundant furnace control system;
- provision of production and administrative services with necessary information for solving the tasks of planning, controlling and managing production;
- generating reports on the operation of the supplied process equipment for a given period;
- optimization of production activity of the enterprise.

The main objectives of the creation of the System are:

- obtaining Waelz-oxide at the output of the complex;
- improving the efficiency of the process;
- reduction of equipment maintenance costs;
- increase the level of production safety.

Stages of the System Creation

The following stages of system implementation are highlighted:

- 1) Supply of automation equipment.
- 2) Installation of automation equipment at the facility.
- 3) The introduction of an automated control system at the site of roasting.

1.2 Technology Information

Information about the production program and product range, the characteristics of the adopted technological scheme of production

The designed preparation site for the rotary kiln is used to prepare and deliver the batch to the mixer – ERICH V24 granulator, and feeding the batch to the kiln rotary kiln. The performance of the preparation of the batch:

- on the supply of the batch for granulation, not less than 12,150 t/y;
- according to the supply of the batch to the rotary kiln, not less than 83650 t/y.

This chapter describes the preparation of the mixture for mixing and granulation, and the supply of the mixture to the rotary kiln, as well as the choice of equipment used.

Dosing and supply of the batch to the rotary kiln

The composition of the dosing and supply of the mixture to the rotary kiln includes:

- “bins” storage compartments of raw materials of the charge - granules, coke 6 - 13 mm;
- dosing racks (granules and coke) with receiving bunkers and continuous belt feeders operating in continuous shipment of a given dose;
- conveyor of feed of the charge into the loading chute of the rotary kiln.

Description of the work of feeding the charge to the rotary kiln

Coke 6-13 mm enters the “bins” - from the covered warehouse in railway cars. From the storage compartments with a grab crane, each charge material: granules and coke, is fed into its receiving bin of 2-metering racks.

Each dosing trestle consists of a receiving bunker, coke of 34 cubic meters and granules 42 cubic meters, (pos. 15). Receiving hoppers are equipped with an upper grille and an inner lining of over molecular polyethylene (OMP) to prevent material sticking and improving the durability of the bunker walls. On the rear walls of the receiving bins there are 2 material level sensors installed to signal the low level of materials in it. To remove the formed dust when loading the bunker, they are equipped with onboard suction devices (pos. 21) which are connected to the general dust removal system.

Under the lower cone of each receiving hopper there is a continuous tape dispenser (pos. 16) from which pellets and coke with a given capacity are fed to an existing conveyor belt (pos. 18) of the feed supply path to the feed chute of the rotary kiln. The performance of the dispensers is set in accordance with the technological mode of operation of the rotary kiln.

All transshipment operations are carried out by bridge cranes.

To increase wear resistance, all belt conveyor rollers are used in rubberized versions, and continuous belt weighing rollers are used in plastic.

All receiving hoppers of conveyors and belt feeders, as well as overflow chutes, are equipped with a liner made of ultra molecular polyethylene (UMP) and nozzles with flanges for connection to a common dust removal system.

Automation of technological processes of dosing and supply of the charge to the mixer-granulator, and the dosing and supply of charge to the rotary kiln are made on the basis of the Siemens.

Volumes and material descriptions for the firing area

Total information

The feed volumes of the charge materials to the rotary kiln are shown in Table 1.

Table 1 - the volume of material feed to the furnace

Name of materials	Consumption t / hour (Max.)	Ratio, %	Consumption t/ day (Max.)
Granules	14	80–90	334
Coke 6 ÷ 13 mm	3	10–20	50
		(100)	

The name and indicators of bulk materials for blending on a rotary kiln are given in Table 2.

Table 2 - bulk materials

Indicators	Name of materials	
	Granules	Coke 6 ÷ 13 mm
Bulk weight, tons / m ³	1,1–1,25	0,8–1,0
Grit, mm	0–8 (30)	0–20
Humidity, up to %	10	14
Angle of repose, hail	>60	45

Tendency to sticking, (yes, no)	Yes	No
Flow properties	Free flowing	
Abrasiveness	low	medium
Temperature, C	Ambient temperature	
Explosion hazard	no	no
Dust generation	low	low

1.3 Description of the process of activity

General information about the automation object

The object of automation is the complex under construction of a rotating furnace for a plant of metal-containing concentrates.

Construction is carried out on the territory of the Nizhny Tagil refractory plant.

Information about the source materials

The starting materials for roasting in a rotary kiln are granules formed on the ERICH V24 mixer granulator and coke fraction 6 ... 13 mm. The composition of the granules include dust from a PC, dust with EDP and coxix 0-4/6.

Volumes of supply of the charge materials to the rotary kiln are shown in Table 3.

Table 3 - the volume of supply of the charge materials to the rotary kiln

Name of materials	Consumption t / hour (Max.)	Ratio, %	Consumption t/ day (Max.)
Granules	14	80–90	334
Coke 6 ÷ 13 mm	3	10–20	50

Details of the finished product

The output products of the technological process are the metal concentrate taken from the exit of the refrigerator and the Waelz oxides captured by the filtration system.

The list and technical characteristics of the technological objects of the areas of burning and dust removal of the rotary kiln

The composition of technological objects is presented in Table 4. It is compiled on the basis of the PI&D diagram (Appendix A) and the description of the process equipment.

Table 4 - description of the process equipment

№ s.p.*	Type of equipment	Designation by P&ID	Main technical specifications	Amount
12	Sector storage and dosing			
12.1	Continuous dispenser	X1521	10-15 t/h	1
12.2	Continuous dispenser	X1523	1-5 t/h	1
12.3	Belt conveyor	H1551	L=55 m, 25 t/h	1
12.4	Belt conveyor	H1561	L=144 m, 26 t/h	1
21	Weltz-Firing Plot			
21.1	Rotary kiln	D2000	D=2,5 m, L=25 m	1
21.2	Gas burner with valves	D2110 XH2115/40	W=15 MVt, 300- 2000 Hm ³ /h	1
21.3	Ventilator	V2120	3600 Hm ³ /h	1
21.4	Shut-off valve	XB2128		1
21.5	Cooling ventilator	V2071/72	2000 Hm ³ /h	1

№ s.p.*	Type of equipment	Designation by P&ID	Main technical specifications	Amount
21.6	Hydrocores with hydrostation (capacity, pumps, valves)	A2050 (B2059, P2053/54, XB2055-1/2/3)	12 MPa, 6300 l	1
22	Dust Suction Chamber			
22.1	Dust Suction Chamber	F2200		1
22.2	Ventilator with shut-off valve	V2210, XB2128	2000 Hm ³ /h	1
22.3	Unloading auger	H2221/22/23		3
22.4	Buffer capacity	B2250/60	2 m ³	2
22.5	Rotary feeder	X2268		1
22.6	Ventilator	V2270	2000 m ³ /h	1
23	Cooling section			
23.1	Cooling drum	W2600	D=3 m, L=60 m	1
23.2	Cooling ventilator	V2672	2000 Hm ³ /h	1
23.3	Water control valve	XH2690-1		1
31	Газоохладители			
31.1	Gas coolers	W3010/20/30	6 pipes, 550 m ²	3
31.2	Unloading auger	H3110/20/30/4 0/50		5
31.3	Shut-off valve	XB3005 XB3012/18/22/ 28/32/38		7

№ s.p.*	Type of equipment	Designation by P&ID	Main technical specifications	Amount
31.4	Emergency valve	XY3090		1
31.5	Control valve	XH3080		1
32	Filter products			
32.1	Regeneration filter section	F3201, XB3221, XB3211.10...1 2 F3202, XB3222, XB3212.10...1 2 F3203, XB3223, XB3213.10...1 2 F3204, XB3224 XB3214.10...1 2		4
32.2	Flow valve	XB3616/18		2
32.3	Heating cable	F3207/37/08/3 8	200 Vt/m ²	2
32.4	Unloading auger	H3231/32/50/5 5		4
32.5	Unbalanced driven vibrator	M3205/06		2
32.6	Exhauster	V3610/20		2
32.7	Shut-off valve	XB3618/28		2

№ s.p.*	Type of equipment	Designation by P&ID	Main technical specifications	Amount
32.8	Control valve	XB3612/22		2
33	Silos			
33.1	Silage	B3810/20	65 m ³	2
33.2	Unbalance driven vibro table	M3812/22		2
33.3	Silo Top Filter	F3811/21		2
33.4	Buffer capacity	B3260		1
33.5	Bunker vibrator	M3262		1
33.6	Rotary feeder	X3150/68		2
33.7	Ventilator	V3270	2000 m ³ /h	1
33.8	Platform Scale with Boot Device	X3851, X3843, X3847, X3852, X3844, X3848	1500 kg, 36 m ³ /h	2
88	Compressor unit			
88.1	Air compressor	V8001/02/03		3
88.2	Air receiver	B8101/02/03		3
88.3	Absorbent dehydrator	T8181/83		2

*- the numbering of sub-clauses is adopted in accordance with the P&ID diagram.

1.4 Order and principle of the system

Description of the equipment operation in the roasting section

Granules and coke are fed into the feed chute of the D2000 rotary kiln from the existing belt conveyors H1551 and H1561. In the furnace, the process of waelz roasting

takes place. The process air is supplied by a V2120 fan with an adjustable capacity. The furnace is heated by a gas burner D2110.

When the furnace body rotates, it axially displaces and lowers, and A2050 hydraulic stops are used to return to the initial position. Lowering time is 2.5 ... 6 hours, lifting time is 0.5 ... 2 hours. The speed of rotation of the furnace body is regulated by a frequency converter.

For dust insulation of the furnace, air from the V2071 fans in the furnace head and V2072 from the filter side is used.

To maintain the rotation of the furnace when power is lost from the main drive, a diesel generator is provided. The inclusion of a diesel generator is made manually. Rotation to the furnace is transmitted through an auxiliary engine of reduced power M2004.

Description of the equipment at the site of the dust precipitation chamber

Flue gases from the furnace pass through the dust-collecting chamber F2200. Dust deposited in the chamber by means of auger feeders H2221/22/23 is reloaded into intermediate hoppers B2250/60.

To protect the conveyor belt H1561 from hot gases, a V2210 fan is used.

From the bunker B2250, dust returns to the raw material storage area in section B1140.

From the bunker B2260, the dust is conveyed to the intermediate bunker of the finished product B3260 via the pneumatic conveying system. The pneumatic conveying system includes the X2268 rotary feeder, a V2270 blower with an adjustable capacity and an ejector V2269.

Description of the equipment at the cooling section

Iron concentrate from the exit of the furnace is fed into the refrigerator W2600. After cooling, it is stored in the B2710 box as a finished product. The speed of rotation of the refrigerator is regulated by a frequency converter.

The cooling of the body of the refrigerator water, the regulation of the water supply is performed by valve XH2690-1.

For dust insulation on the boot side of the refrigerator air is used fan V2672.

Description of the equipment operation at the gas cooler section

The flue gases from the dust precipitation chamber pass through the gas coolers W3010/20/30.

The inclusion of the cooling sections in the gas flow is done by opening the valves XB3012/18/22/28/32/38.

Valve XB3005 is designed to work in the winter.

The valve XH3080 is designed to regulate the gas temperature at the filter inlet by mixing in the outdoor air.

The valve XY3090 is emergency, automatically opens when power is lost, providing unconditional mixing of outdoor air.

Dust accumulated in gas coolers by means of screw feeders H3110/20/30/40 through the X3150 cell feeder is reloaded into the intermediate hopper of the finished product B3260.

Description of equipment operation at the product filter section

The cooled flue gases from the gas coolers pass through bag filters F3201/02/03/04, where the product is released from the gas mixture.

The inclusion of the selection of the working filter is done by the manual clan XB3216/18.

Gas pulling through the filters is provided by the V3610. In case of malfunction or routine maintenance of the V3610 exhauster, a backup V3620 exhauster is provided. The performance of smoke exhausters is regulated by frequency converters.

The inclusion of smoke exhausters in the line is made by opening the valves XB3612/18/22/28.

The dust accumulated in the filters by means of H3231/32/50/55 screw feeders and X3241/42 cell feeders is transferred to the intermediate bin of the finished product B3260.

Description of the equipment operation at the silo site

Dust from the bunker of the finished product B3260 is transferred by means of the pneumatic transport system to the silos B3810/20. The pneumatic conveying system includes a X3268 lock feeder, a V3270 blower and a V3269 ejector.

In silos there is an accumulation of the finished product.

Shipment of the finished product is made in big bags through cell feeders X3843/44 and unloading device X3847/48.

Accounting of the shipped material is performed on an X3851/2 scale.

Compressor Description

To meet the production needs with compressed air, local compressor units V8001/02/03 are used. Compressors V8001 and V8002 are mutually reserved. At the outlet of the compressors compressed air undergoes the procedure of dehumidification. In the line of compressed air filter cleaning provides pressure control and dew point.

Switching compressors on and off manually in place.