

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



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

**БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА**

Тема работы
<b>Разработка автоматизированной системы управления камеры струйного охлаждения для печи термохимической обработки</b>

66.045.5:544.33-52:681.586:004.384

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-8Т22	Ходжаев Азат Эрикович		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Начальник группы	Кудреватых Артем Николаевич			

**КОНСУЛЬТАНТЫ:**

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент кафедры менеджмента	Данков Артем Георгиевич	Кандидат исторических наук		

По разделу «Социальная ответственность»

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

**ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:**

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Систем управления и мехатроники	Губин Владимир Евгеньевич	Кандидат технических наук, доцент		



**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Институт электронного обучения  
Направление подготовки 15.03.04 "Автоматизация технологических процессов и производств"  
Уровень образования бакалавриат  
Кафедра систем управления и мехатроники  
Период выполнения: весенний семестр 2016/2017 учебного года

Форма представления работы:

Бакалаврская работа (бакалаврской работы, дипломной работы, магистерской диссертации)
--

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

Срок сдачи студентом выполненной работы:	
--	--

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
15.05.2017г.	Основная часть	60
19.05.2017г.	Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	20
22.05.2017г.	Социальная ответственность	20

Составил преподаватель:

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

**СОГЛАСОВАНО:**

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Систем управления и мехатроники	Губин Владимир Евгеньевич	Кандидат технических наук, доцент		

## ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ООП

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

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



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

УТВЕРЖДАЮ:  
 Зав. кафедрой

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

**ЗАДАНИЕ  
 на выполнение выпускной квалификационной работы**

В форме:

Бакалаврской работы

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

Студенту:

Группа	ФИО
3-8Т22	Ходжаеву Азату Эриковичу

Тема работы:

**Разработка автоматизированной системы управления камеры струйного охлаждения для печи термохимической обработки**

Утверждена приказом директора (дата, номер)

№2751/с от 18.04.2017г.

Срок сдачи студентом выполненной работы:

**ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:**

<p><b>Исходные данные к работе</b></p> <p><i>(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).</i></p>	<p align="center"><i>Объект исследования – камера струйного охлаждения. Предназначена для подготовки полосы перед нанесением на нее цинка. Непрерывный режим работы. Вид сырья – металл.</i></p>
<p><b>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов</b></p> <p><i>(постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ <i>Описание технологического процесса</i></li> <li>➤ <i>Архитектура АС, структурная схема АС</i></li> <li>➤ <i>Функциональная схема автоматизации</i></li> <li>➤ <i>Выбор средств реализации АС</i></li> <li>➤ <i>Разработка алгоритмов управления</i></li> <li>➤ <i>Программирование ПЛК и экранные формы</i></li> <li>➤ <i>Разработка схемы соединения внешних проводов</i></li> </ul>

<p><b>Перечень графического материала</b> (с точным указанием обязательных чертежей)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Функциональная схема автоматизированного управления КСО (ФЮРА.425280.001 С2).</li> <li>➤ Трехуровневая схема АС (ФЮРА.425280.001.ЭС 08).</li> <li>➤ Схема внешних проводок (ФЮРА.425280.001.ЭС 05).</li> <li>➤ Принципиальная электрическая схема автоматизированного управления КСО (ФЮРА.425280.001 ЭС 06).</li> <li>➤ Мнемосхема «КСО» (ФЮРА.425280.001.ЭС 01).</li> <li>➤ Мнемосхема «система подачи воды» (ФЮРА.425280.001 ЭС 04).</li> </ul>
--	---

<p><b>Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы</b> (с указанием разделов)</p>	
<b>Раздел</b>	<b>Консультант</b>
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Данков Артем Георгиевич
Социальная ответственность	Невский Егор Сергеевич

<p><b>Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику</b></p>	<p>12.12.2016г.</p>
--	---------------------

**Задание выдал руководитель:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Начальник группы	Кудреватых Артем Николаевич	—		

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-8Т22	Ходжаев Азат Эрикович		

## Реферат

Пояснительная записка содержит 107 страницы машинописного текста, 25 таблиц, 16 рисунков, список использованных источников из 33 наименований, 6 приложений.

Объектом исследования является камера струйного охлаждения печи термохимической обработки цеха горячего цинкования и алюмоцинкования (ЦГЦА).

Цель работы – разработка автоматизированной системы управления камеры струйного охлаждения (КСО) с использованием ПЛК, на основе выбранной SCADA-системы.

В данном проекте была разработана система контроля и управления технологическим процессом на базе промышленных контроллеров Siemens SIMATIC S7-400, с применением SCADA-системы Genesis32.

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

Ниже представлен перечень ключевых слов.

КАМЕРА СТРУЙНОГО ОХЛАЖДЕНИЯ,  
АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ, ПИД-  
РЕГУЛЯТОР, ЛОКАЛЬНЫЙ ПРОГРАММИРУЕМЫЙ ЛОГИЧЕСКИЙ  
КОНТРОЛЛЕР, ПРОТОКОЛ, SCADA-СИСТЕМА.

## Содержание

Глоссарий	10
Обозначения и сокращения	15
Введение	17
1. Техническое задание	19
1.1 Основные задачи и цели создания АСУ ТП	19
1.2 Назначение и состав КСО	20
1.3 Требования к автоматике КСО	21
1.4 Требования технического обеспечения	22
1.5 Требования к метрологическому обеспечению	23
1.6 Требования к программному обеспечению	24
1.7 Требования к математическому обеспечению	24
1.8 Требование к электроосвещению	24
1.9 Требования к информационному обеспечению	25
2. Основная часть	26
2.1 Описание технологического процесса	26
2.2 Выбор архитектуры АС	30
2.3 Разработка структурной схемы АС	35
2.4 Функциональная схема автоматизации	36
2.4.1 Функциональная схема автоматизации ANSI/ ISA	39
2.4.2 Разработка схемы информационных потоков КСО	39
2.5 Разработка принципиальной схемы	42
2.6 Выбор средств реализации АКСО	43
2.6.1 Выбор контроллерного оборудования КСО	45
2.6.2 Выбор датчиков	46
2.6.3 Опросный лист для подбора датчиков	56
2.6.4 Закладные детали и установка прибора	57
2.7 Нормирование погрешности канала измерения	58
2.8 Выбор исполнительных механизмов	60

2.9	Разработка схемы внешних проводок	61
2.10	Выбор алгоритмов управления АС КСО	62
2.10.1	Алгоритм сбора данных измерений	62
2.10.2	Алгоритм автоматического регулирования технологическим параметром	64
2.10.3	Разработка программного обеспечения для программируемых логических контроллеров	66
2.11	Экранные формы АС КСО	67
3.	Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности	71
3.1	Потенциальные потребители результатов исследования	71
3.1.1	Анализ конкурентных технических решений	72
3.1.2	Технология QuaD	73
3.1.3	SWOT – анализ	75
3.2	Планирование научно-исследовательской работы	79
3.2.1	Структура работ в рамках научного исследования	79
3.2.2	Разработка графика проведения научного исследования	80
3.3	Бюджет научно-технического исследования	84
3.3.1	Расчет материальных затрат	84
3.3.2	Расчет затрат на специальное оборудование	85
3.3.3	Основная заработная плата исполнителей темы	85
3.3.4	Дополнительная заработная плата исполнителей темы	86
3.3.5	Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)	86
3.3.6	Накладные расходы	87
3.3.7	Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта	88
3.4	Определение ресурсной, финансовой и экономической эффективности исследования	89
4.	Социальная безопасность	91
4.1	Производственная безопасность	92

4.1.1 Повышенный уровень шума на рабочем месте	93
4.1.2 Недостаточная освещённость рабочей зоны; отсутствие или недостаток естественного света	94
4.1.3 Повышенный уровень электромагнитных излучений	95
4.1.4 Микроклимат	97
4.1.5 Электрический ток	98
4.2 Экологическая безопасность	99
4.3 Безопасность в чрезвычайных ситуациях	100
4.4 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	102
Заключение	103
Список используемых источников	104
Приложение А. Функциональная схема	107
Приложение Б. Трехуровневая схема АС	108
Приложение В. Схема внешних проводок	109
Приложение Г. Принципиальная электрическая схема	110
Приложение Д. Мнемосхема КСО	111
Приложение Ж. Мнемосхема «система подачи воды»	112

## Глоссарий

Термин	Определение
АС	Автоматизированная система это - комплекс аппаратных и программных средств, предназначенный для управления различными процессами в рамках технологического процесса. Термин автоматизированная, в отличие от термина автоматическая подчеркивает сохранение за человеком-оператором некоторых функций, либо наиболее общего, целеполагающего характера, либо не поддающихся автоматизации.
Интерфейс (RS-232C, RS-422, RS-485, CAN)	Интерфейс – это совокупность средств (программных, технических, лингвистических) и правил для обеспечения взаимодействия между различными программными системами, между техническими устройствами или между пользователем и системой.
Мнемосхема	Мнемосхема – это представление технологической схемы в упрощенном виде на экране АРМ.
Интерфейс оператора	Интерфейс оператора – это совокупность аппаратно-программных компонентов АСУ ТП, обеспечивающих взаимодействие пользователя с системой.
Протокол (CAN, OSI, ProfiBus, Modbus, HART, Profibus DP, Modbus RTU, Modbus +, CAN, DeviceNet)	Протокол – это набор правил, позволяющий осуществлять соединение и обмен данными между двумя и более включёнными в соединение программируемыми устройствами.
Техническое задание на АС (ТЗ)	Утвержденный в установленном порядке документ, определяющий цели, требования и основные исходные

	данные, необходимые для разработки автоматизированной системы.
Технологический процесс (ТП)	Технологический процесс – последовательность технологических операций, необходимых для выполнения определенного вида работ. Технологический процесс состоит из рабочих операций, которые в свою очередь складываются из рабочих движений (приемов).
СУБД	Система управления базами данных это – совокупность программных и языковых средств, предназначенных для управления данными в базе данных, ведения базы данных, обеспечения многопользовательского доступа к данным.
Архитектура АС	Архитектура автоматизированной системы – это набор значимых решений по организации системы программного обеспечения, набор структурных элементов и их интерфейсов, при помощи которых конструируется АС.
SCADA (англ. Supervisory Control And Data Acquisition – диспетчерское управление и сбор данных)	Под термином SCADA понимают инструментальную программу для разработки программного обеспечения систем управления технологическими процессами в реальном времени и сбора данных.
ФЮРА. 425280	ФЮРА это – код организации разработчика проекта (ТПУ); 425280 это – код классификационной характеристики проектной продукции по ГОСТ 3.1201-85 (в соответствии с шестизначный классификационной характеристикой ОКП этот код означает проектирование

	распределенного автоматизированного управления технологическим объектом).
ОРС-сервер	ОРС-сервер – это программный комплекс, предназначенный для автоматизированного сбора технологических данных с объектов и предоставления этих данных системам диспетчеризации по протоколам стандарта ОРС.
Стандарт	Стандарт – образец, эталон, модель, принимаемые за исходные для сопоставления с ними других подобных объектов.
Объект управления	Объект управления – обобщающий термин кибернетики и теории автоматического управления, обозначающий устройство или динамический процесс, управление поведением которого является целью создания системы автоматического управления.
Программируемый логический контроллер (ПЛК)	Программируемый логический контроллер или программируемый контроллер – специализированное компьютеризированное устройство, используемое для автоматизации технологических процессов. В отличие от компьютеров общего назначения, ПЛК имеют развитые устройства ввода-вывода сигналов датчиков и исполнительных механизмов, приспособлены для длительной работы без серьезного обслуживания, а также для работы в неблагоприятных условиях окружающей среды. ПЛК являются устройствами реального времени.
Диспетчерский пункт (ДП)	Диспетчерский пункт – центр системы диспетчерского управления, где сосредоточивается информация о состоянии производства.

<p>Автоматизированное рабочее место (АРМ)</p>	<p>Автоматизированное рабочее место – программно-технический комплекс, предназначенный для автоматизации деятельности определенного вида. При разработке АРМ для управления технологическим оборудованием как правило используют SCADA-системы.</p>
<p>ТЕГ</p>	<p>ТЕГ – метка как ключевое слово, в более узком применении идентификатор для категоризации, описания, поиска данных и задания внутренней структуры.</p>
<p>Корпоративная информационная система (КИС)</p>	<p>Корпоративная информационная система – это масштабируемая система, предназначенная для комплексной автоматизации всех видов хозяйственной деятельности больших и средних предприятий, в том числе корпораций, состоящих из группы компаний, требующих единого управления.</p>
<p>Автоматизированная система управления технологическим процессом (АСУ ТП)</p>	<p>Автоматизированная система управления технологическим процессом – комплекс программных и технических средств, предназначенных для автоматизации управления технологическим оборудованием на предприятиях. Под АСУ ТП обычно понимается комплексное решение, обеспечивающее автоматизацию основных технологических операций на производстве в целом или каком-то его участке, выпускающем относительно завершенный продукт.</p>
<p>Пропорционально-интегрально-дифференциальный (ПИД) регулятор</p>	<p>Пропорционально-интегрально-дифференциальный регулятор – устройство, используемое в системах автоматического управления для поддержания заданного значения измеряемого параметра. ПИД-регулятор измеряет отклонение стабилизируемой</p>

	величины от заданного значения (уставки) и выдаёт управляющий сигнал, являющийся суммой трёх слагаемых, первое из которых пропорционально этому отклонению, второе пропорционально интегралу отклонения и третье пропорционально производной отклонения.
Modbus	Modbus – это коммуникационный протокол, основанный на архитектуре «клиент-сервер»

## Обозначения и сокращения

Аббревиатура	Краткая характеристика
OSI (Open Systems Interconnection)	Эталонная модель взаимодействия открытых информационных систем.
PLC (Programmable Logic Controllers)	Программируемые логические контроллеры (ПЛК).
HMI (Human Machine Interface)	Человеко-машинный интерфейс.
OSE/RM (Open System Environment Reference Model)	Базовая модель среды открытых систем.
API (Application Program Interface)	Интерфейс прикладных программ.
EEI (External Environment Interface)	Интерфейс внешнего окружения.
OPC (Object Protocol Control)	OLE для управления процессами.
OLE (Object Linking and Embedding)	Протокол, определяющий взаимоотношение объектов различных прикладных программ при их компоновке в единый объект/документ.
SNMP (Simple Network Management Protocol)	Протокол управления сетями связи на основе архитектуры TCP/IP
ODBC (Open DataBase Connectivity)	Программный интерфейс доступа к базам данных (открытая связь с базами данных).
ANSI/ISA (American National Standards Institute/ Instrument Society of America)	Американский национальный институт стандартов/Американское общество приборостроителей.
IP (International Protection)	Степень защиты.

FBD ( <i>Function Block Diagram</i> )	Графический язык программирования стандарта МЭК 61131-3, язык функциональных блоков.
ППЗУ	Программируемое постоянное запоминающее устройство.
АЦП	Аналого-цифровой преобразователь.
ЦАП	Цифро-аналоговый преобразователь.
КСО	Камера струйного охлаждения.
ЦГЦА	Цех горячего цинкования и алюмоцинкования.
КИПиА	Контрольно-измерительные приборы и автоматика.
САР	Система автоматического регулирования.
ПО	Программное обеспечение.
УСО	Устройство сопряжения (связи) с объектом, устройство ввода/вывода.
КИС	Корпоративно-информационные сети
ППЗУ	Программируемое постоянно запоминающие устройство

## Введение

Одним из основных путей увеличения эффективности сегодня являются автоматизация технологических процессов и автоматизированное управление, обеспечивающие более быстрое, точное и эффективное функционирование всех процессов производства. Так как АСУ преимущественно ориентированы на безлюдные энергосберегающие технологии, они позволяют уменьшить затраты предприятия на энергопотребление и персонал. Ещё одним достоинством АСУ является безопасность технологических процессов и обслуживающего персонала, а так же выполнение всех необходимых требований по защите окружающей среды.

Основными способами по увеличению эффективности предприятий по прежнему остается оптимизация и модернизация производства, снижение производственных потерь и технологического расхода энергоносителей, увеличение точности и скорости обмена информации, необходимой для принятия управленческих решений.

Сегодня во всём мире происходят существенные изменения в отрасли металлургии, которые вызывают дальнейшее совершенствование концептуальных основ автоматизации. Среди которых следует отметить:

- использование распределенных систем управления на базе микропроцессорных ПЛК, промышленных компьютеров и передового программного обеспечения SCADA-систем;
- интеграцию систем автоматизации с системами оперативно-диспетчерского управления производством и административно-хозяйственного управления предприятием.

Целью дипломного проекта является разработка автоматизированной системы управления камеры струйного охлаждения, ее функциональной схемы автоматизации и ее реализация на базе необходимого полевого и

контроллерного оборудования и соответствующего программного обеспечения.

## **1. Техническое задание**

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

АСУ ТП предназначается для:

- стабилизации заданных режимов технологического процесса путем измерения значений технологических параметров, их обработки, визуального представления, и выдачи управляющих воздействий в режиме реального времени на исполнительные механизмы, как в автоматическом режиме, так и в результате действий технолога-оператора;

- анализа состояния технологического процесса, для выявления предаварийных ситуаций и предотвращения аварий путем переключения технологических узлов в безопасное состояние, как в автоматическом режиме, так и по инициативе оперативного персонала.

Выделим основные цели создания АСУ ТП:

- Во первых обеспечение стабильной и безаварийной работы производства;

- Во вторых стабилизация эксплуатационных показателей технологического оборудования и режимных параметров технологического процесса;

- В третьих снижение непроизводительных потерь человеческих, материально-технических и топливно-энергетических ресурсов, сокращение эксплуатационных расходов;

- В четвертых автоматическая и автоматизированная диагностика оборудования АСУ ТП.

## 1.2 Назначение и состав КСО

В таблице 1 указаны характеристики струйного охладителя.

Таблица 1 – Характеристики струйного охладителя

Аспект	Наименование	Ед.изм.	Данные
Вентилятор- воздуходувка	Расход охлаждающей среды	м <sup>3</sup> /ч	18000
	Температура охлаждающей среды	°С	50,9
	Давление охлаждающей среды	мм.вод.ст.	450
	Скорость охлаждающей среды	об/мин	1500
	Расход охлаждающей среды (на входе)	м <sup>3</sup> /ч	18000
Теплообменник	Температура охлаждающей среды на входе	°С	131,9
	Температура охлаждающей среды на выходе	°С	50,9
	Максимальный перепад давления охлаждающей среды	мм.вод.ст.	100
	Расход воды	м <sup>3</sup> /ч	40
	Температура воды на входе	°С	30
	Температура воды на выходе	°С	130
	Максимальный перепад давления воды	бар	1
	Установленная мощность	кВт	37
Двигатель	Тип запитывания	-	инвертор
	Скорость двигателя	об/мин	1500

Настоящее оборудование предназначено для регулировки охлаждающей мощности струйных охладителей путем регулировки скорости

вращения их двигателей. Газообразная азотно-водородная смесь вытягивается из камеры струйного охлаждения, охлаждается в водяном теплообменнике и затем вновь подается в камеру.[4]

Охлаждающая мощность струйных охладителей пропорциональна (если рассматривать прочие переменные как постоянные) расходу газовой смеси, проходящей через теплообменник, и следовательно пропорциональна скорости вращения двигателей струйных охладителей.

Скоростные режимы двигателей струйных охладителей регулируются посредством инвертора.

Характеристика охлаждающей среды.

Охлаждающей средой является азотно-водородная смесь (5% водорода + 95% азота). Состав среды внутри системы струйных охладителей представляет собой смесь азота и водорода и незначительного количества кислорода и воды. Азот и водород поступают от запитывателя азотно-водородной смеси; присутствие кислорода обуславливается проникновением воздуха извне, а вода, присутствующая в смеси, является продуктом реакции между водородом и кислородом. [5]

Разница между точкой росы на струйных охладителях и точкой росы в подаваемой азотно-водородной смеси является показателем эффективности средств, предусмотренных для обеспечения непроницаемости камеры (чем выше точка росы, тем выше содержание воды в среде, тем выше возможное проникновение воздуха извне).

### **1.3 Требования к автоматике КСО**

Система автоматике КСО должна обеспечивать следующее:

- Измерение расхода охлаждающей среды;
- Измерение температуры охлаждающей среды на входе и на выходе;
- Измерение температуры полосы на входе и на выходе из КСО;

- Измерение давления охлаждающей среды;
- Измерение скорости охлаждающей среды;
- Контроль максимального перепада давления охлаждающей среды;
- Контроль предельных значений давления воды;
- Контроль несанкционированного проникновения;
- Хранение, отображение и передача на верхний уровень информации о состоянии ТП. [6]

#### **1.4 Требования технического обеспечения**

Приборы технологического оборудования, устанавливаемое на уличных площадках, в зависимости от зоны нахождения объекта должно быть устойчивым к воздействию температур от  $-60\text{ }^{\circ}\text{C}$  до  $+60\text{ }^{\circ}\text{C}$  и влажности не менее 75 % при температуре  $35\text{ }^{\circ}\text{C}$ . [1]

Весь комплекс автоматизированной системы должен позволять производить модернизацию, наращивание и развитие системы, а в том числе иметь запас по каналам ввода/вывода не менее 25 %.

Приборы, используемые в АС, должны отвечать требованиям взрывобезопасности. При выборе необходимых датчиков следует учесть параметр - искробезопасность цепи. Чувствительные элементы датчиков, взаимодействующие с кислотосодержащей или иной агрессивной средой, должны быть выполнены из коррозионностойких материалов либо для этого использовать дополнительные средства защиты.

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

Показатели надежности и наработки датчиков необходимо учитывать по максимально возможным показателям:

- 1) срок работы до отказа должен составлять не менее 150 тыс. часов;
- 2) срок службы должен составлять не менее 8 лет.

В ПЛК должны учесть модульную архитектуру, что должно нам позволять свободную расстановку каналов ввода/вывода. [4]

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

Ниже перечислим основные требования, предъявляемые к метрологическому обеспечению:

1. Измерительные каналы (ИК) системы должны обеспечить получение результатов измерения с нормируемой точностью.

2. Технические средства, составляющие ИК должны соответствовать требованиям метрологической совместимости, т.е. иметь единый состав метрологических характеристик (ГОСТ 8.009-13).

3. В качестве нормируемой метрологической характеристики принимается предел допускаемой погрешности ИК в нормальных условиях эксплуатации.

Форма представления метрологической характеристики ИК – это приведенная погрешность, выраженная в процентах относительно диапазона измерения. [6]

4. Основная погрешность измерительных каналов не должна превышать значений, в процентах от диапазона измерения:

- давление в трубопроводе охлаждающей среды – 1,0;
- температура полосы – 0,5;
- расход жидкости в трубопроводах охлаждающей среды – 1,0

Дополнительная погрешность не должна превышать показателя половины основной погрешности при изменении температуры окружающей среды во всем диапазоне рабочих температур и отклонении напряжения питания в допустимом пределе.

## **1.6 Требования к программному обеспечению**

Программное обеспечение АС входит:

- системное программное обеспечение
- инструментальное программное обеспечение;
- обще–прикладное программное обеспечение;
- специальное программное обеспечение.

Набор функций конфигурирования должен включать:

- создание и учет системы используя входные и выходные сигналы;
- системы должна иметь алгоритмы управления, алгоритмы регулирования и защиты с использованием стандартных функциональных блоков;
- проектирование визуализации состояния технологических объектов;
- создание документов для отчета (рапортов, протоколов).

Средства создания специального прикладного ПО должны включать в себя технологические и универсальные языки программирования. А так же одно из главных преимуществ должно быть над разработкой русскоязычного ПО. [1]

Базовые программы должны соответствовать данным уровням автоматизированной системы.

## **1.7 Требования к математическому обеспечению**

Контроль положения задвижек на выходных линиях подачи воды и газа должен осуществляться с помощью закона ПИД-регулирования.

## **1.8 Требование к электроосвещению**

Освещение КСО должно выполняться в соответствии с нормами СНиП 23-05-95

Должны быть предусмотрены следующие виды освещения:

- рабочее освещение;
- аварийное освещение;
- ремонтное освещение.

Выбор типа и количества светильников должен быть произведен в соответствии с назначением помещений и характеристиками окружающей среды. Напряжение сети рабочего освещения ~220В, ремонтное освещение от ремонтного трансформатора.

Управление освещением должно осуществляться отдельными выключателями. [1]

Аварийное освещение должно осуществляться от переносного фонаря взрывозащищённого исполнения.

Заземление электрооборудования должно выполняться в соответствии с требованиями ПУЭ и т.пр. 5.407-11 «Заземление и зануление электроустановок».

## **1.9 Требования к информационному обеспечению**

В результате создания проекта должны быть отражены:

- способы организации данных, а также их структура в автоматизированной системе;
- порядок обмена информации между компонентами и ее составными частями автоматизированной системы;
- информация в визуализации данных и результаты просмотра.

В состав информационного снабжения должны входить:

- общепринятая система отображения электронных документов форме статистической отчетности;
- обобщенная, структурированная база данных объектов;
- управление БД. [1]

## 2. Основная часть

### 2.1 Описание технологического процесса

Исходным материалом для производства полос с покрытием, поступающем в цех ЦГЦА, служат холоднокатаные полосы из низкоуглеродистых и углеродистых марок стали ГОСТ 9045-93, ГОСТ 1050-88, ГОСТ 380-94. Металл принимается определенного сортамента (толщина, ширина, вес), устанавливаемого согласно сменного задания на специальном стеллаже с резиновым покрытием. Рулон мостовым краном подается на разматыватель №1 или №2, роликами задающего устройства полоса подается в листопрямильную машину, где происходит обрезка концов полос. Затем концы свариваются в стыкосварочной машине.

После стыкосварочной машины полоса поступает в установку химического обезжиривания для удаления жировых и механических загрязнений. Химическое обезжиривание осуществляется в двух ваннах структурной промывки и щелочно-моющей машине. [5]

Обезжиренная полоса подается в первое накопительное тепловое устройство и после в печь ТХО, где происходит термохимическая обработка полосы. В печи ТХО осуществляется следующие операций:

- А) Подогрев полосы в камере подогрева (КП);
- Б) Нагрев полосы в камере безокислительного нагрева (КБН) до 500-700 °С в атмосфере продуктов неполного сгорания пропана-бутана;
- В) Отжиг и нормализация металла в камере восстановительного нагрева (КВН) в атмосфере водородного защитного газа;
- Г) Выдержка при температуре отжига, или нормализация, и охлаждение полосы в камере выдержки и регулируемого охлаждения (КВО);
- Д) Охлаждение полосы в камере струйного охлаждения (КСО).

Полоса, пройдя печь ТХО, через проходной тамбур и наклонную проводку, через затвор опускается в печь-ванну для нанесения покрытия. Приготовление расплава для покрытия производится в канально-

индукционной печи-ванны предварительного плавления 2TIG. Температура расплава в печи-ванне плавления поддерживается 630-640 °С для Al-Zn и 160-465 °С для Zn. [6]

Перелив расплава из печи-ванны предварительного плавления в печь-ванну нанесения покрытия осуществляется по наклонному желобу с электрообогревом. Транспортировка полосы в расплаве осуществляется при помощи погружающего, стабилизирующего и корректирующего роликов. Толщина покрытия будет зависеть от давления подаваемого воздуха, скорости движения полосы, а также расстояния от сопел воздушных ножей до поверхности полосы. Чем меньше будет показатель давление воздуха, выше показатель скорости полосы и больше расстояние сопла от полосы, тем больше будет составлять толщина покрытия. [5]

Далее полоса поступает в установку предварительного охлаждения.

Для получения мелкокристаллического покрытия без узора, кристаллизация производится нанесением цинковой пыли на застывающее цинковое покрытие. Нанесение цинковой пыли производится воздухом, вдуваемым вентилятором рециркуляции в прорези основного дутьевого кессона. [6]

Далее перечислим основные этапы охлаждения полосы с покрытием:

А) Первый этап охлаждения полосы с покрытием осуществляется при помощи двухсторонней обдувки воздушными струями в установке охлаждения;

Б) На втором этапе полоса с покрытием поступает в печь отпуска, где подвергается замедленному охлаждению при температуре 200-300 °С;

В) На третьем этапе в установке охлаждения за печью отпуска полоса охлаждается обдувкой струями воздуха перед подачей в ванну с водой.

Полоса с покрытием охлаждается в ванне с химически очищенной водой до температуры 80°С.

Далее идет деформационная обработка полосы с покрытием на правильно-дрессированном стане.

Для обеспечения защиты покрытия от атмосферной коррозии при транспортировке и хранения, полосу необходимо подвергать пассивации в растворе хромового ангидрида ( $\text{CrO}_3$ ) путем погружения. После пассивации полоса сушится нагретым воздухом в сушилке. Температура полосы 70-90°C.

Промасливание полосы с покрытием производится в «промасливающей» машине консервационным маслом с одной стороны.

Полоса подается к барабану моталки, где сворачивается плотно в рулон с натяжением.

После обвязки по окружности на обвязочной машине, рулон передается на тележке в соседний пролет, где рулон взвешивается вместе с тележкой и снимается краном.

Годный металл отправляется на упаковку, на агрегат поперечной резки или на профилегибочный агрегат.

Принцип действия камеры струйного охлаждения:

Работа данного участка заключается в охлаждении полосы с послепечной температуры до температуры расплавленного металла, необходимой для проведения качественного цинкования.

Полоса охлаждается, проходя через участок струйного охлаждения, оснащенный системой струйного газового охлаждения, в состав которой входит камера нагнетания охлаждающих газов. Данная камера обладает точно рассчитанным режимом нагнетания охлаждающей среды на поверхность полосы, обеспечивающим оптимальный показатель полезной теплоотдачи. [7]

Полоса охлаждается холодными газами, нагнетаемыми на ее поверхность с обеих сторон через отверстия камер принудительного нагнетания, расположенные по стенкам камеры поперечно ходу полосы.

Рециркуляция охлаждающих газов осуществляется специальными газонепроницаемыми вентиляторами центробежного типа с приводными двигателями с регулируемой скоростью, под воздействием которых

охлаждающие газы выходят через боковые выпуски и передаются на водяные охладители. [6]

Каждый струйный охладитель оснащен одним вентилятором и одним водяным охладителем.

Для ускорения запуска или предотвращения охлаждения краев полосы на роликах во время работы, входное и выходное отделения печи и, главным образом, места вокруг зазоров между роликами снабжены электронагревательными элементами, расположенными вдоль боковых стен.

После термообработки полоса готова к нанесению покрытия.

Необходимо отвести полосу в сторону соответствующим роликом, расположенным в конце линии термообработки. [7]

Затем полоса погружается в ванну горячего цинкования через сопло, состоящее из канала прямоугольной формы, который обеспечивает гидрозатвор расплавленного металла.

Сопло оснащено смотровыми отверстиями и системой перекрытия для поддержания давления на линии и предотвращения обратного выхода испарений от металла за пределы ванны.

Все отделение оснащено электрическими нагревателями, включаемыми при запуске или при компенсации теплопотерь при обычной работе. На рисунке 1 представлена обзорная страница КСО.

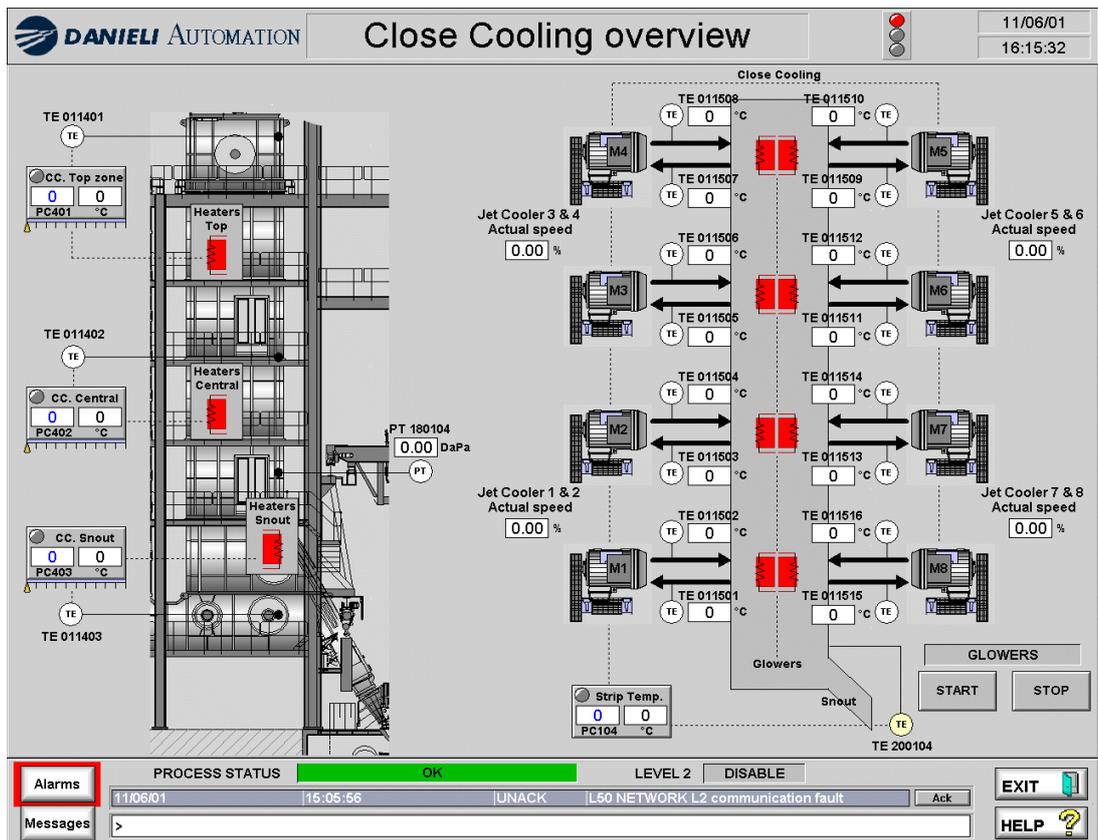


Рисунок 1 – Камера струйного охлаждения

Стальная полоса, очищенная и раскисленная в печи, должна охладиться до температуры  $460^{\circ}\text{C}$  для осаждения горячего цинка на ее поверхности. Охлаждение должно осуществляться в инертной или слегка восстанавливающей среде, и это обеспечивается при использовании азотно-водородной смеси. [8]

Ряд вытяжных установок вытягивает азотно-водородную смесь из среды и охлаждает ее посредством теплообменника, после чего подает охлажденную азотно-водородную смесь.

## 2.2 Выбор архитектуры АС

Для разработки архитектуры персонального интерфейса проекта автоматизированной системы необходимо понятие ее профиля. Профиль АС – это необходимый набор стандартов, который ориентируется для выполнения конкретной задачи.

Главными применениями профилей являются:

- уменьшение трудозатрат проектов автоматизированной системы;
- увеличение качества технологического оборудования автоматизированной системы;
- обеспечение масштабируемости автоматизированной системы по сборке прикладных функций;

Профили автоматизированных систем состоят из групп:

- профиль прикладного ПО;
- профиль среды автоматизированной системы;
- профиль защиты информации автоматизированной системы;
- профиль инструментальных средств автоматизированной системы.

В качестве профиля ПО в системе будет использоваться SCADA-система InTouch. Профиль среды автоматизированной системы будет устанавливаться на операционную систему Windows 7. Профиль защиты информации будет включать в себя самые современные меры защиты от взлома третьих лиц для Windows. Профиль инструментальных средств будет базироваться на среде OpenPCS и Simatic Step7.

На рисунке 2 представлена концептуальная модель архитектуры OSE/RM АКСО.

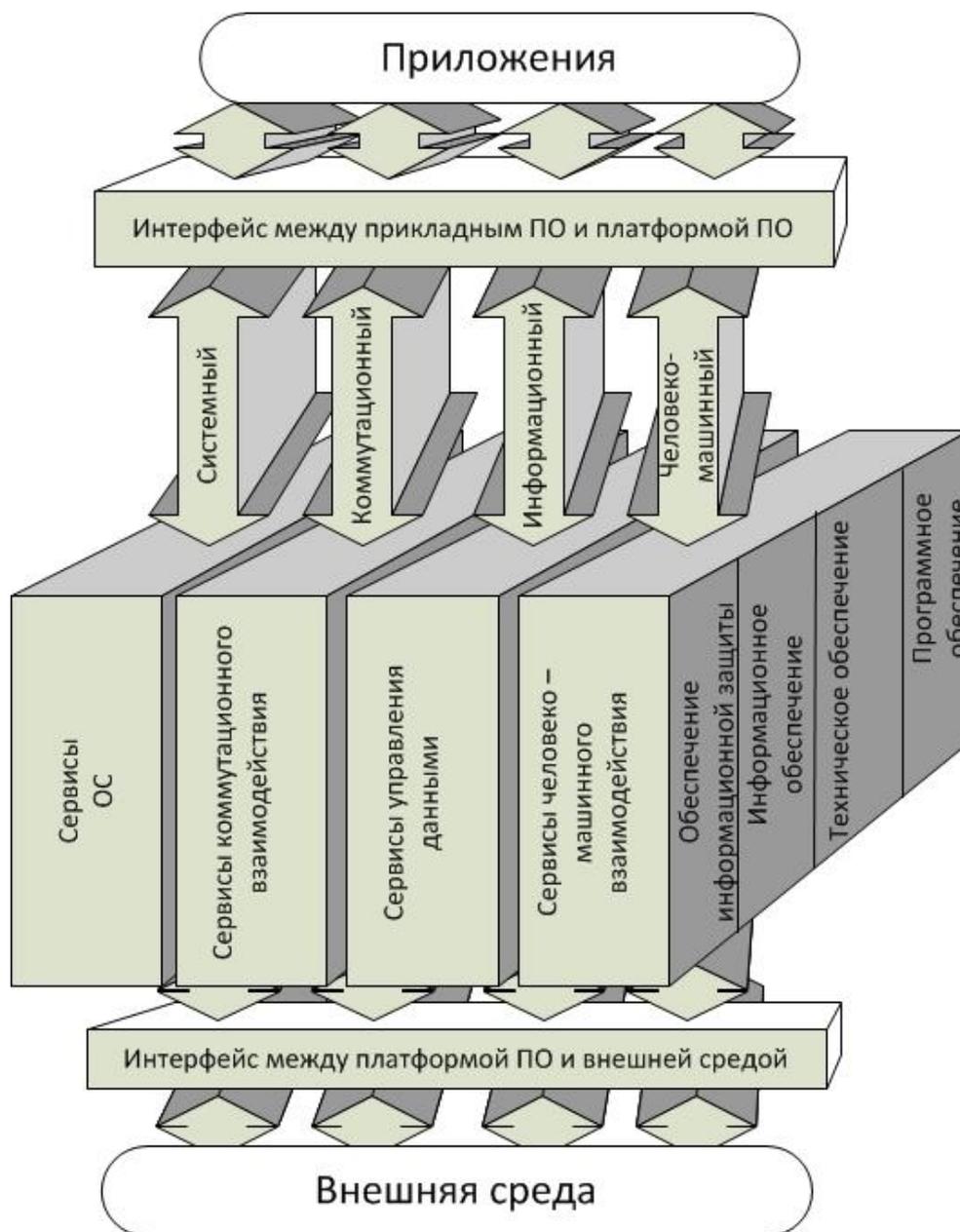


Рисунок 2 – Концептуальная модель архитектуры OSE/RM AKCO

Слоган OPC: открытые коммуникации по открытым протоколам. OPC – это набор спецификаций стандартов. Набор функций определенного назначения описывается отдельным стандартом.

В разрабатываемой системе будем использовать Fastwel Modbus OPC Server. Он является приложением Windows, обеспечивающим программный доступ к узлам сетей Modbus RTU/ASCII и Modbus TCP через интерфейс OPC Data Access. Сервер реализует функции мастера протоколов Modbus RTU/ASCII и Modbus TCP, выполняя операции чтения и записи данных между компьютером, на котором он установлен, и подчиненными узлами

сети. Сервер предоставляет возможность одновременного обмена данными с подчиненными узлами сетей Modbus RTU/ASCII и Modbus TCP.

Fastwel Modbus OPC Server:

- Позволяет пользователям создавать, сохранять и редактировать конфигурационную информацию, описывающую подчиненные узлы Modbus и объекты данных в узлах, подлежащие чтению и записи.
- Предоставляет OPC-клиентам возможность обмениваться данными с узлами сети Modbus.
- Оптимизирует операции чтения и записи групп регистров и входов/выходов, имеющих смежные адреса в адресном пространстве каждого подчиненного устройства сети.
- Обеспечивает прямое и обратное преобразование сетевых данных в типы Integer, Long, Float, Bit, Word и String.

Fastwel Modbus OPC Server поддерживает интерфейс OPC Data Access 2.0 и может использоваться совместно с различными пакетами программ класса SCADA/HMI.

Профиль среды распределенной АС включает стандарты протокола транспортного уровня Modbus, а также стандарты средств сопряжения проектируемой автоматизированной системы с сетями передачи данных общего назначения (в частности, RS-485, HART).

Modbus — коммуникационный протокол, базирующийся на структуре «клиент-сервер». Создан фирмой Modicon, для использования в ПЛК. Он широко используется в промышленности для организации связи технологического электронного оборудования. Для передачи необходимых данных будет использоваться последовательная линия связи RS-485, RS-422, RS-232, а также сеть TCP/IP. [2]

Реализацию политику информационной безопасности обеспечивает профиль защиты информации. Функциональная область защиты информации включает в себя компоненты автоматизированной системы:

- назначение защиты, реализуемые ОС;

- защита от несанкционированного доступа, исполняющая на уровне ПО промежуточного этапа;
- назначение управления данными, реализуемые системами управления базами данных;
- назначение защиты программных средств, в том числе и защита вирусов;
- назначение администрирования средств безопасности.

Профиль инструментальных средств, установленных в автоматизированных системах, должен показывать решения по выбору техники и методики создания, сопровождения и развития конкретной автоматизированной системы. [3] Установленные в автоматизированные системы функциональная область профиля инструментальных средств, захватывает функции централизованного управления и администрирования, связанные:

- с функционирования корректности и контролем производительности системы в целом;
- управлением расположением прикладного ПО, копирование версий;
- управлением ресурсами системы для доступа пользователей;
- настройка приложенных программ в связи с изменениями прикладных назначений автоматизированной системы;
- наладка пользовательских интерфейсов (восстановление отчетов и экранных форм);
- управление БД системы;
- воспроизведение работоспособности системы после аварии и сбоев.

## 2.3 Разработка структурной схемы АС

Камера струйного охлаждения является объектом управления. Клапана с электроприводом являются исполнительными устройствами.

Особенность каждой определенной системы управления находится на каждом этапе аппаратно-программной платформой.

Нижний (полевой) уровень состоит из первичных датчиков (датчики скорости потока, температуры, расхода, давления) и исполнительных устройств (задвижки и клапанов с электроприводом).

Средний (контроллерный) уровень состоит из программируемых локальных контроллеров.

Верхний (вычислительно-информационный) уровень состоит из коммуникационного контроллера, выполняющий роль концентратора, а также серверные базы данных и компьютеров, объединенных в локальную сеть Ethernet. У операторов и диспетчеров в промышленных компьютерах установлены ОС Windows 7 и ПО Genesis32. [8]

Сигналы с датчиков нижнего уровня поступают на средний уровень управления локальному контроллеру (ПЛК). Где он в свою очередь выполняет следующие функции:

- сбор, обработку (первичную) и хранение информации о состоянии технологического оборудования установленных на ОУ и параметрах ТП;
- машинно–логическое регулирование и управление;
- выполнение операции с пульта управления;
- обмен пакетами информации между точками управления.

Информация с ПЛК отправляется в сеть операторского пункта через коммуникационный контроллер верхнего уровня, который производит следующие операции:

- забор информации с ПЛК;
- обработка информации и масштабирование ее;

- поддержка одинакового времени в системе;
- синхронизация работы подсистем;
- подготовка архивов по заданным параметрам;
- обмен данными между ПЛК и высшим уровнем.

Диспетчерский пункт состоит из несколько станций управления, представляющих собой автоматизированное рабочее место диспетчера/оператора. ДП установлен сервер БД. Мониторы диспетчера предназначены для предоставления информации (процесс ТП и оперативного управления).

Все технические средства системы управления между собой объединены каналами связи. На среднем уровне ПЛК взаимодействует с исполнительными устройствами и датчиками. Связь между контролерами среднего и высшего уровня осуществляется посредством интерфейса Ethernet. [7]

Связь АРМ оперативного персонала между собой и контроллерами высших уровней осуществляется по сети Ethernet.

## **2.4 Функциональная схема автоматизации**

Функциональная схема автоматизации выполняется согласно ГОСТ 21.404–13 и приведена в альбоме схем (ФЮРА.425280.001 С 2).

Функциональные схемы являются основными чертежами, определяющие характер построения системы автоматизации ТП или технологической установки. Система автоматизации на данных схемах представляется в виде функционально-блочных узлов автоматического контроля, управления и регулирования, которые дают полное представление об оснащении объекта приборами и средствами автоматизации (в том числе средствами телемеханики). [5]

Только после подробнейшего изучения объекта автоматизации приступают к составлению функциональных схем. При этом особое

внимание стоит уделять ТП и анализу подготовленности объекта автоматизации. В некоторых случаях выдвигаются требования по модернизации, установки или изменения технологической схемы с целью приспособления их к требованиям автоматизации. В первую очередь при составлении функциональных схем следует разрабатывать следующие вопросы:

- Во первых это получение первичной информации о состоянии ТП оборудования;
- Во вторых получение непосредственного воздействия на ТП для управления им;
- В третьих – стабилизация технологических параметров процесса;
- И только после всех выше перечисленных пунктов следует приступить к контролю и регистрации технологического оборудования.

Указанные вопросы решаются на основании анализа работы технологического оборудования, выявления законов и критериев управления объектов, а также требований, предъявляемых к точности стабилизации, контроля и регистрации технологических процессов, к качеству регулирования и надежности. [6]

В процессе составления функциональных схем учитывается:

- выбор методов измерений технологических параметров;
- подбор основных технических средств автоматизации наиболее близко подходящих по требованиям и условиям работы ТП;
- местонахождение приводов ИМ регулирующих и запорных элементов технологического оборудования, управляемого автоматически или дистанционно;
- размещение средств автоматизации на щитах пультах, технологическом оборудовании и трубопроводах и определение способов представления информации о состоянии ТП и оборудовании.

В качестве первичного преобразователя температуры полосы под позицией ТЕ100 выбран пирометр М770, расположенный внизу КСО,

посередине камеры, фронтально напротив полосы. Аналоговый сигнал (4-20мА) с пирометра поступает на АЦП контроллера Simatic S7-400, далее преобразованный цифровой сигнал поступает на пульт оператора для дальнейшей визуализации на мониторе компьютера.

Теплообменники 1-8, располагаются в шахматном порядке слева и справа камеры, снизу вверх. К каждому теплообменнику подводятся два трубопровода с химически очищенной водой — подача и обратка. На трубопроводах подачи хим. очищенной воды к теплообменникам, установлены преобразователи разности давлений Deltabar S позиции FE01-FE08, предназначенные для измерения расхода хим.очищенной воды. Аналоговый сигнал с преобразователей Deltabar поступает на АЦП контроллера и, далее на пульт оператора. [7]

На трубопроводах обратки хим. очищенной воды установлены первичные преобразователи температуры Ft 100(поз. TE101 - TE 108) с внутренним преобразователем 4-20 мА. Аналоговый сигнал с преобразователя также поступает на контроллер и далее на пульт оператора.

На трубопроводе защитного газа преобразователь разности давлений, позиции FT09, Deltabar S, предназначенные для измерения расхода защитного газа. Сигнал по той же схеме поступает на контроллер, а далее на визуализацию на монитор компьютера.

Температура внизу,верху, и в середине КСО измеряется термопарами ТХА(К) тип 90.019 - F11, позиций TE109 – TE111. Сигнал с них также подаётся на контроллер и на монитор оператора.

Давление печной атмосферы измеряется первичными преобразователями давления Cerabar S, установленные по месту в нижней и в верхней части КСО.

Выходной сигнал 4-20 мА приходит на контроллер, где преобразуется в цифровой и далее визуализируется на экране монитора оператора.

## **2.4.1 Функциональная схема автоматизации ANSI/ ISA**

Данная схема ФСА выполнена согласно ГОСТ 21.404–2013 и ANSI/ISA–S 5.1 и приведена в альбоме схем (ФЮРА.425280.001.ЭС.07).

## **2.4.2 Разработка схемы информационных потоков КСО**

Схема информационных потоков, состоит из нескольких уровней сбора и хранения информации, нижнего, среднего и верхнего. Далее рассмотрим более подробно каждый из уровней:

### **1. Нижний уровень.**

На нижнем уровне осуществляется сбор и обработка информации, так же представляются данные физических устройств ввода/вывода. Данная информация состоит из данных аналоговых и дискретных сигналов, так же на нижнем уровне хранятся данные о вычислении и преобразовании.

### **2. Средний уровень.**

Уровнем текущего хранения считается средний уровень. Данный уровень представляет собой буферную базу данных, данная база служит приемником, который заархивирует данные от внешних систем, такая база данных может служить не только приемником, но и непосредственно самим источником данных. [2]

На среднем уровне уже полученной информации контроллер формирует потоки пакетных данных. Сигналы между ПЛК среднего уровня и контроллером высшего уровня и АРМ оператора передаются по протоколу Ethernet.

Далее рассмотрим, из каких показателей состоят параметры, передаваемые в локальную сеть в формате OPC:

- показатель расхода жидкости, м<sup>3</sup>/ч;
- показатель расхода газа, м<sup>3</sup>/ч;
- показатель давление в газовой линии, МПа;

- показатель температуры газообразной фазы, °С;
- показатель состояние задвижек.

### 3. Верхний уровень.

Данный уровень служит для архивного и КИС хранения.

Отдельно взятый технологический элемент контроля и управления имеет свой зашифрованный идентификатор (ТЕГ), состоящий из символов в строке.

Структура ТЕГа имеет следующий вид:

AAA\_BBB\_CCCC\_DDDDD,

где

- AAA – это параметр, который состоит из трех символов и отображается в следующем виде:

- DAV – это давление;
- TEM – температура;
- RAS – расход;
- GAZ – газ

- BBB – это код технологического аппарата (или объекта), 3 символа:

- VN1 – вентилятор №1
- VN2 – вентилятор №2;
- TEP – теплообменник;
- KLP – клапан;
- КАМ – камера;
- POL – полоса;
- TRU – трубопровод.

- CCCC – уточнение, не более 4 символов:

- LINE – газовая линия;
- N\*\* - номер вентилятора;
- VOD – воды;
- REG – регулирование;
- VH – вход;

- VwH – выход;
- VERH – верхняя зона камеры;
- NIZ – нижняя зона камеры.
- DDDDD – примечание, не более 5 символов:
- OPEN –открыто;
- CLOSE – закрыто;
- VKL – включен;
- VwKL – выключен.

В таблице 2 описаны ТЕГи и их расшифровка

Таблица 2 – ТЕГи и их расшифровка

ТЕГ	Расшифровка ТЕГА
TEP_KLAP	Клапан на теплообменнике
DAV_TEP_REG	Регулятор давления на теплообменнике
RAS_GAZ_KAM	Расход газа в камере
DAV_KAM_VH	Входное давление газа в камере
TEM_TEP_№1_VOD	Температура воды в теплообменнике №1
TEM_KAM_VERH	Температура верхней части камеры
TEM_KAM_NIZ	Температура нижней части камеры
TEM_POL_VwH	Температура полосы на выходе
RAS_TRU_GAZ	Расход газа в трубопроводе
VN№1_VKL	Вентилятор №1 включен
VN№2_VwKL	Вентилятор №2 выключен
KLP_№1_OPEN	Клапан №1 открыт

Высший (верхний) уровень отображается БД КИС и БД АСУ ТП. Данные для персонала структурируются наборами экранных форм АРМ. На дисплее диспетчера визуализируются различные информационные и управляющие элементы. На автоматизированном рабочем месте оператора автоматически сформировываются разные отчеты о ТП, все отчеты создаются в формате XML. Генерация отчетов выполняется по заданию технологического персонала. [2]

Отчеты создаются по запрограммированным уже готовым шаблонам:

- сбор по состоянию оборудования в данный момент;
- сбор текущих измерений.

Информация, хранящиеся более 3 месяцев, проходит обработку и для обеспечения необходимой дискретности прореживается.

## **2.5 Разработка принципиальной схемы**

Принципиальные электрические схемы (ФЮРА.425280.001.ЭС.06). В проектах автоматизации служат для изображения взаимной электрической связи аппаратов и устройств, действия которых обеспечивают решение задач автоматического контроля, регулирования, сигнализаций и управления ТП. По форме исполнения различают совмещенные (свернутые) и развернутые принципиальные схемы.

На совмещенных схемах приборы и аппараты изображают в собранном виде, т.е. все обозначения элементов, входящих в комплект аппарата (катушки, электромагниты, выключатели) размещают внутри условного изображения приборов маркировкой выводных зажимов согласно заводской инструкции или данным каталога. Данные схемы применяют для отображения принципа действия сложных регулирующих устройств, информационных или вычислительных управляющих машин.

На развернутых ПЭС — принципиальных электрических схемах, изображенные приборы и аппараты подразделяют на составные элементы,

которые соединяют один с другим, в результате чего образуются отдельные электрические цепи. Схема в целом будет состоять из ряда электрических цепей, расположенных в соответствии с последовательностью действия отдельных элементов во времени. [5]

На чертежах принципиальных электрических схемах изображают:

- главные (силовые цепи);
- элементные схемы управления, регулирования защиты и сигнализации;
- контакт аппаратов данной схемы используется в других схемах;
- диаграммы положения контактов многопозиционных аппаратов;
- перечень аппаратуры с указанием мест ее расположения;
- краткое пояснение работы схемы.

На чертеже, графической части изображена электрическая принципиальная схема автоматической системы управления температуры полосы в камере струйного охлаждения. Аналоговые сигналы ( 4-20 мА ) с первичных преобразователей температуры, давления, разности давлений, поступают на вход аналогового модуля SM431, который имеет 16 аналоговых входов, далее на контроллер S7-400 и на монитор компьютера.

## **2.6 Выбор средств реализации АКСО**

Структура любой системы автоматического регулирования и контроля параметров технологических процессов в промышленных объектах представляется совокупностью функциональных элементов, которыми служат: первичный измерительный и вторичный преобразователи, регулятор-управляющий, исполнительный механизм, регулирующий орган и вспомогательный элемент.

Выбор технических средств автоматизации (чувствительный элемент, преобразователи, приборы, исполнительный механизм) осуществляется с учетом особенностей производства и технико-экономических показателей.

При этом должны учитываться:

- условия эксплуатации (пожаро - и взрывоопасность, токсичность, запыленность, агрессивность среды), диапазон измерения параметра, требуемая точность и быстродействие;

- возможность использование серийно выпускаемых отечественной промышленностью средства измерения, автоматизации и микропроцессорной техники: при этом необходимо стремиться применять однотипные средства автоматизации, отдавая предпочтение унифицированным система, для которых характерны простота конструкции;

- экономические показатели при наличие большого числа однородных параметров, требующих контроль, рекомендуется использовать многоточечные приборы и машины централизованного контроля.

В качестве первичных чувствительных элементов рассчитываются элементы для измерения температуры, давления, расхода газа, воздуха, пара и жидкостей, измерение уровней, скорости вращения и т.д.

Выбор чувствительного элемента определяется физической природой управляемой величины, диапазоном ее изменения, допустимой погрешностью и требуемым сроком службы. Рекомендуется выбирать чувствительный элемент таким образом, чтобы его инструментальная погрешность не превышала 0,3 от заданной максимальной ошибки системы.

Далее рассчитывается промежуточные измерительные преобразователи. В конце рассчитывается исполнительная линия, которая включает в себя командное устройство, исполнительный механизм и регулирующий орган. [6]

Выбор исполнительного механизма определяется мощностью, необходимой для вращения управляющего органа или самого объекта управления.

В качестве локальных средств сбора первичной информации (автоматических датчиков) следует выбирать приборы с выходным

унифицированным аналоговым сигналом 4 – 20 мА, дискретным сигналом «сухой контакт».

### 2.6.1 Выбор контроллерного оборудования КСО

В основе для системы автоматизированного управления КСО будем использовать программируемый логический контроллер Siemens Simatic S7-400.

На рисунке 3 представлен контроллер Siemens Simatic S7-400.

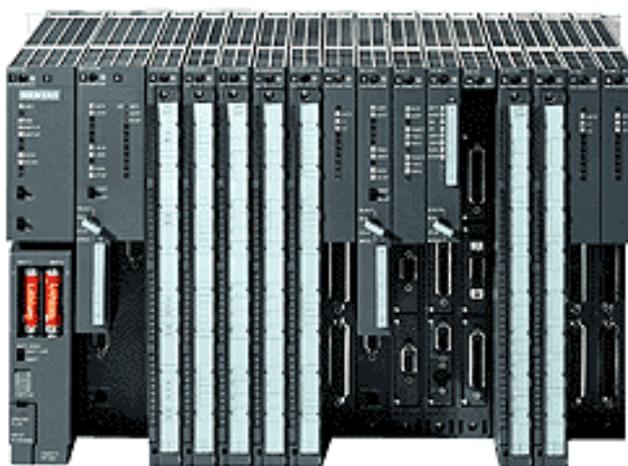


Рисунок 3 – Контроллер Siemens Simatic S7-400

SIMATIC S7-400 – это универсальный контроллер, отвечающий жестким требованиям промышленных стандартов, обладающий высокой степенью электромагнитной совместимости, высокой стойкостью к ударным и вибрационным нагрузкам. Установка и замена модулей контроллера осуществляется без отключения питания ("горячая замена").

Система автоматизации SIMATIC S7-400 имеет модульную конструкцию. Которая может комплектоваться широким спектром модулей, устанавливаемых в монтажных стойках в любом порядке. Далее рассмотрим, что входит в состав системы.

Модули блоков питания (PS): которые используют для подключения SIMATIC S7-400 к источникам питания =24/ 48/ 60/ 120/ 230В или ~120/ 230В.

Модули центральных процессоров (CPU): в составе контроллера их используют центральные процессоры различной производительности. Все центральные процессоры оснащены встроенными интерфейсами PROFIBUS-DP. При необходимости, в базовом блоке контроллера можно использовать до 4 центральных процессоров.

Сигнальные модули (SM): для ввода-вывода дискретных и аналоговых сигналов.

Коммуникационные модули (CP): для организации последовательной передачи данных по PtP интерфейсу, а также сетевого обмена данными.

Функциональные модули (FM): для решения специальных задач управления, к которым можно отнести счет, позиционирование, автоматическое регулирование и т.д. [29]

При необходимости в составе SIMATIC S7-400 могут быть использованы:

Интерфейсные модули (IM): для связи базового блока контроллера со стойками расширения. К одному базовому блоку контроллера SIMATIC S7-400 может подключаться до 21 стойки расширения.

Модули SIMATIC S5: все модули ввода-вывода контроллеров SIMATIC S5-115U/-135U/-155U могут устанавливаться в соответствующие стойки расширения SIMATIC S5. Помимо этого, модули специального назначения IP и WF могут использоваться как в стойках SIMATIC S5, так и в базовом блоке контроллера SIMATIC S7-400. В последнем случае подключение модулей к внутренней шине контроллера S7-400 выполняется через адаптер. [29]

## **2.6.2 Выбор датчиков**

Преобразователь давления в КСО

Для измерения давления внутри КСО выбираем преобразователь давления Cerabar S, PMC731 (рис.4), фирмы «Endress + Hauser». Необходимо

выбрать преобразователь с диапазоном измерения давления от -100 до +1000Па, так как давление в печи изменяется в этих пределах.

Выбираем преобразователь с максимальным диапазоном (-1000 - +3000Па), затем с помощью Харт-коммуникатора программируем диапазоны измерения -100/+1000Па. [30]

На рисунке 4 представлен преобразователь давления Cerabar S PMC 731.



Рисунок 4 – Преобразователь давления Cerabar S PMC 731

#### Принцип действия

Керамический сенсор — сухой, чувствительный элемент с прямым воздействием давления процесса на керамическую диафрагму, деформируемую максимум на 0,025мм.

Изменение электрической ёмкости, измеряемой между электродами на диафрагме и керамической основе, пропорционально изменению давления.

Диапазон измерения определяется толщиной керамической диафрагмы.

Прибор представляет собой программируемое средство измерений и состоит из корпуса, в котором смонтирована измерительная ячейка давления, головки прибора с электронной частью.

Далее более подробно рассмотрим все особенности и преимущества

- Во первых это высокая точность измерения:
  - Нелинейность 0.1% от установленной шкалы;

- Стабильность не хуже 0.1% в год или 0.25% за 5 лет;
  - Температурный эффект нулевой точки и шкалы не хуже  $\pm 0.1$ .
  - Модульная конструкция:
    - Свободно перестраиваемый диапазон (20:1) без подачи давления;
    - Простота замены подключения к процессу или уплотнения сенсора;
      - Электроника может быть заменена без перекалибровки преобразователя.
  - Простота работы и настройки 4–20 мА с протоколом(HART) или подключением к PROFIBUS-PA или Foundation Fieldbus.
  - Самоконтроль и самотестирование от сенсора до электроники.
- Технические характеристики
- Диапазоны измерения: Металлический сенсор : 50 мбар...400 бар  
Керамический сенсор: 5 мбар...40 бар.
  - Варианты электроники: 4–20 мА (HART) PROFIBUS-PA Foundation Fieldbus.
  - Подключение к процессу: Все общие типы резьбы, диафрагма "заподлицо".
  - Температура процесса: -40 °С...+100 °С.
  - Окружающая температура: -40 °С...+85 °С.

Настройка осуществляется соответственно условиям применения, как оперативно с помощью кнопок на самом приборе, так и удаленно в программном режиме через интерфейс цифровой коммуникации.

Оптимальная защита от помех достигается, если экран кабеля подключить на обеих сторонах (на приборе и в контрольном помещении). Если требуется учитывать токи выравнивания потенциалов установки, экран кабеля подключается с одной стороны, предпочтительно на приборе.

При использовании прибора во взрывоопасной области, соблюдать соответствующие нормы.

Так же в качестве аналога был датчик Rosemount-3051 фирмы Emerson, в технических характеристиках не было не каких существенных различий, но экономически не целесообразно было покупать данную партию приборов.

На рисунке 5 представлен преобразователь давления Rosemount-3051.



Рисунок 5 – Преобразователь давления Rosemount-3051

Первичный преобразователь разности давлений

Для измерения расхода хим. очищенной воды и азото-водородной смеси выбираем преобразователь разности давлений Deltabar S, PMD230, фирмы «Endress+Hauser». Необходимо выбрать преобразователь с перепадом давления 25кПа, для расхода воды и 16 кПа, для расхода газа. Выбираем преобразователи с максимальным перепадом 40кПа, затем с помощью Харт – коммуникатора программируем диапазоны измерения 16кПа для газа и 25кПа для воды соответственно. [31]

На рисунке 6 представлен Датчик Deltabar S, PMD230.



Рисунок 6 – Датчик Deltabar S, PMD230

#### Предназначение

Датчики Deltabar S, PMD230 предназначены для измерения разности давлений, измерения уровня жидкостей, объемного расхода жидкостей, пара, газа в условиях агрессивных, взрывоопасных сред при значительных перепадах температуры измеряемой среды и окружающего воздуха, и могут быть использованы для вычисления и индикации уровня, объема, разности давлений, массы, плотности жидкости в емкости.

#### Применение.

В пищевой, химической, нефтехимической, фармацевтической, энергетической промышленности: распределенных системах автоматического управления технологическими процессами, а так же в автономном режиме.

#### Принцип измерения

Разделяющие диафрагмы отклоняются при воздействии давления. Заполняющее масло передает давление на полупроводниковый резистивный мост. Изменение выходного напряжения моста пропорционально дифференциальному давлению. [32]

Прибор представляет собой программируемое средство измерений и состоит из корпуса, в котором смонтирована измерительная ячейка разности давлений, головки прибора с электронной частью. Настройка осуществляется соответственно условиям применения, как оперативно с помощью кнопок на

самом приборе, так и удаленно в программном режиме через интерфейс цифровой коммуникации.

Измерительная информация отображается на аналого-цифровом жидкокристаллическом дисплее прибора, на мониторе компьютера, контроллера, устройстве регистрации, индикации.

В качестве идентичного прибора был датчик расхода ХМТ868i фирмы Panametrics, по техническим параметрам проходил, но у него не было дифференциации в следующем:

- 1) не компактный;
- 2) требует регулярного технического обслуживания;
- 3) не удобен в монтаже.

На рисунке 7 представлен датчик расхода ХМТ868i.



Рисунок 7 – Датчик расхода ХМТ868i

Первичный преобразователь для измерения температуры

Пирометры М770/780 "Infraducers" производства компании Mikron представляют собой датчики (ИК) пирометрии. Полностью цифровое электронное устройство и новейшая система оптического наведения на объект контроля без ошибки параллакса, размещенные в одном корпусе, обеспечивают непревзойденную точность и скорость измерений,

соответствующие современным требованиям промышленности и науки. Встроенный 4- позиционный буквенно-цифровой дисплей, расположенный на задней панели, отображает температуру и меню для настройки. Линейный аналоговый выход 4-20 мА и цифровой выход RS485 позволяют передавать данные на большие расстояния. Широкий набор защитных принадлежностей обеспечивает безотказную работу пирометров в течение долгого времени. Пирометры M770/780 "Infraducers" обеспечивают возможность измерения температуры одновременно тремя различными способами. Таким образом, для достижения максимальной точности измерений используются все законы физики излучений. Если между показаниями возникает расхождение, точный микропроцессор идентифицирует источник этого расхождения и выводит данные на дисплей для немедленной коррекции пользователем. При подключении пирометра к компьютеру через выход RS485 можно корректировать значения параметров работы дистанционно. [32]

Уникальные возможности пирометров M770 обеспечивают их использование в самых различных областях для измерения температур, превышающих 300°C. Такими областями являются: плавка металлов, плавка руды, термообработка, формовка проволоки и прутьев, индукционный нагрев, вакуумные или утилизационные печи, вращающиеся печи, выращивание кристаллов и производство полупроводников.

На рисунке 8 представлен Пирометр M770S.



Рисунок 8 – Пирометр M770S

Пирометр M770S заключен в компактный прочный корпус из анодированного алюминия длиной около 200 мм. Он включает высококачественную оптическую систему с высокой разрешающей способностью и регулируемым фокусом, которая обеспечивает четкое изображение объекта контроля. Фокусировка выполняется вращением ручки фокусировки на задней панели пирометра.

Пирометр M770S обеспечивает прецизионное (точечное) наведение на объекты контроля малых размеров. Необходимо просто настраивать пирометр до тех пор, пока объект контроля не будет четко виден в визире. Сварной алюминиевый кожух и крышка защищают пирометр от физического повреждения при размещении его в неблагоприятных условиях внешней

среды, а также снижают воздействие быстрых изменений внешней температуры. Устройство защитного кожуха обеспечивает быстрый демонтаж и замену пирометра без потери наведения на объект контроля. Когда температура окружающего воздуха превышает допустимое значение для эксплуатации пирометра, использование защитного кожуха с системой охлаждения является обязательным. Кожух обеспечивает равномерное охлаждение пирометра по всей длине и одновременно изолирует пирометр от влияния внешней температуры. [33]

Воздушное охлаждение используется для слабого охлаждения. Водяное охлаждение применяется для умеренного и сильного охлаждения.

#### Принцип действия

Пирометры M770 "Infraducers" являются двухволновыми. Показание температуры двухволновых пирометров представляет собой соотношение количества ИК энергии на двух длинах волн, а не производную от абсолютного значения интенсивности ИК-излучения на одной длине волны, как у обычных пирометров. Таким образом, точность двухволнового пирометра не зависит от:

- 1) Изменений коэффициента излучения серых тел;
- 2) Наличия пыли и других загрязняющих веществ в зоне обзора;
- 3) Колебаний диаметра области измерения (обеспечивая точные показания даже при нахождении в зоне обзора лишь 5% области измерения);
- 4) Степени загрязнения смотровых окон;
- 5) Вибрации объекта контроля в пределах зоны обзора.

Датчик, который был перед выбором это Wahl M30 американской компании Wahl. Но т.к. пирометр M770 "Infraducers" зарекомендовал себя на данном производстве лучше то обозначен был он. [34]

На рисунке 9 представлен пирометр Wahl M30.



Рисунок 9 – Пирометр Wahl M30.

## 2.6.3 Опросный лист для подбора датчиков

ООО "Эндресс+Хаузер"  
РФ, 117105, г. Москва, Варшавское шоссе, д. 35, стр. 1  
Тел.: +7 495 783 28 50; Факс: +7 495 783 28 55  
info@ru.endress.com; www.ru.endress.com

**Endress+Hauser**   
People for Process Automation

Версия: 11.2012

### Опросный лист для подбора датчиков и преобразователей давления

Предприятие-заказчик:	АО Арсело Миталл Темиртау		
Контактное лицо (Ф.И.О., Должность)	Азат, инженер КИПиА		
Тел./Факс:	87757858542	E-mail:	azat_hodjaev@mail.ru
Позиционное обозначение и кол-во приборов:	РТ 201, РТ202		
Задача	<input checked="" type="checkbox"/> Непрерывное измерение	<input type="checkbox"/> Сигнализация	
Название, состав рабочей среды (для растворов укажите концентрацию)	Печь, печное давление		
Агрегатное состояние	<input type="checkbox"/> Жидкость	<input checked="" type="checkbox"/> Газ	
Характеристика рабочей среды	<input checked="" type="checkbox"/> Коррозионная	<input type="checkbox"/> Абразивная	
Измеряемый параметр	<input type="checkbox"/> Избыточное давление	<input type="checkbox"/> Перепад давления	
	<input checked="" type="checkbox"/> Абсолютное давление	<input type="checkbox"/> Разрежение	
	<input type="checkbox"/> Гидростатическое давление		
Диапазон температур окружающей среды	от	-30	до 80 °C
Датчик будет монтирован в обогреваемый шкаф?	<input type="checkbox"/> Да	<input checked="" type="checkbox"/> Нет	
Способ монтажа	<input type="checkbox"/> на кронштейне (подвод имп. линий)* <input checked="" type="checkbox"/> напрямую		
	<input type="checkbox"/> через разделительную диафрагму (гибкие капилляры)		
*Подвод импульсных линий	<input checked="" type="checkbox"/> снизу	<input type="checkbox"/> сбоку	<input type="checkbox"/> сверху
Диапазон температур рабочей среды	от	-35	до 40 °C
Статическое давление (для датчиков перепада давления)	<input checked="" type="checkbox"/> < 70 бар		
	<input type="checkbox"/> < 160 бар	<input type="checkbox"/> < 420 бар	
Шкала прибора, единицы измерения	Па		
Требуемая точность измерения	1.0		
Тип взрывозащиты	<input checked="" type="checkbox"/> Нет	<input type="checkbox"/> Ex ia	<input type="checkbox"/> Ex d
Материал корпуса	<input type="checkbox"/> алюминий	<input checked="" type="checkbox"/> нержавеющая сталь	
Кабельный ввод	<input checked="" type="checkbox"/> требуется	<input type="checkbox"/> не требуется	
Тип кабельного ввода	<input type="checkbox"/> пластик <input checked="" type="checkbox"/> под металлорукав		
	<input type="checkbox"/> под бронированный кабель		
Резьба кабельного ввода	<input checked="" type="checkbox"/> M20x1.5	<input type="checkbox"/> G 1/2"	<input type="checkbox"/> 1/2" NPT
Тип выходного сигнала	<input checked="" type="checkbox"/> 4...20 мА	<input checked="" type="checkbox"/> 4...20 мА HART	<input type="checkbox"/> Релейный
	<input checked="" type="checkbox"/> Profibus PA	<input checked="" type="checkbox"/> Foundation Fieldbus	
Присоединение к процессу	<input type="checkbox"/> Резьбовое <input type="checkbox"/> M20x1.5 <input type="checkbox"/> MNPT1/2" <input type="checkbox"/> G1/2" <input type="checkbox"/> Другое		
	<input checked="" type="checkbox"/> Фланцевое	DN	PN
	<input type="checkbox"/> Другое (укажите)		

Длина капилляров (если требуются разделительные диафрагмы)		<input type="text"/>	
Материал мембраны	<input type="checkbox"/> 316L	<input type="checkbox"/> C276	<input type="checkbox"/> Монель
	<input type="checkbox"/> Золото>Родий>316L	<input type="checkbox"/> Тантал	<input checked="" type="checkbox"/> Керамика Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
Вспомогательные принадлежности	<input type="checkbox"/> монтажный кронштейн	<input checked="" type="checkbox"/> термочехол	
	<input checked="" type="checkbox"/> местная индикация	<input type="checkbox"/> источник питания	
	<input type="checkbox"/> HART-модем (USB)	<input type="checkbox"/> выносной дисплей	
	<input type="checkbox"/> вентильный блок	укажите кол-во вентилях	<input type="text" value="2"/>
	<input checked="" type="checkbox"/> накидные гайки, ниппели под приварку		

## 2.6.4 Закладные детали и установка прибора

Установка прибора Deltabar S, PMD230 производится с помощью кронштейна, которым можно крепиться к стене или на стойку. На рисунке 10 представлена схема монтажа прибора.

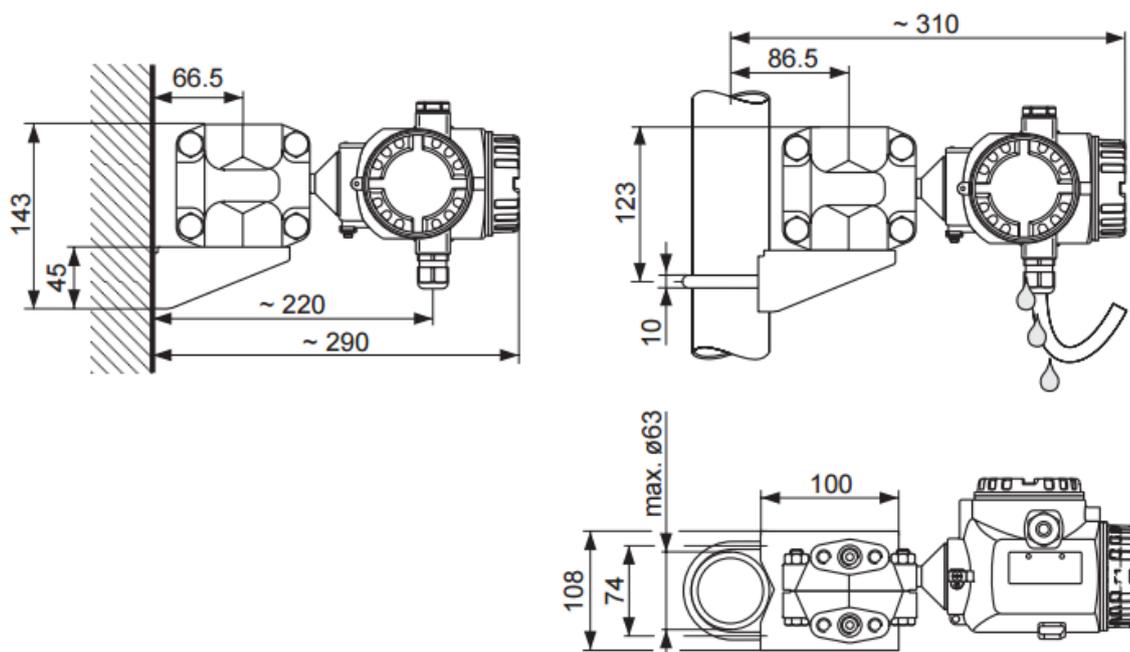


Рисунок 10 – Схема монтажа прибора

Закладные детали, которые будут использоваться при монтаже это фланцы. На рисунке 11 представлены закладные детали.

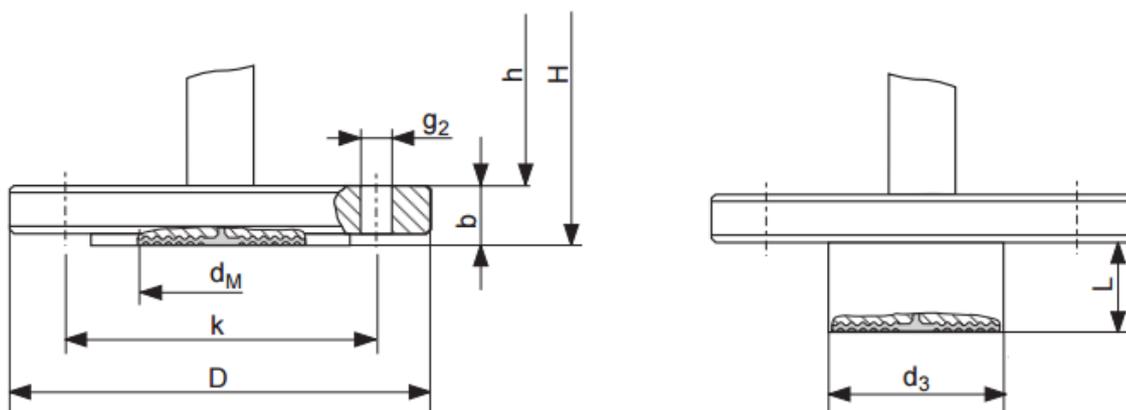


Рисунок 11 – Закладные детали

## 2.7 Нормирование погрешности канала измерения

Нормирование погрешности канала измерения выполняется в соответствии с РМГ 62-2003 «Обеспечение эффективности измерений при управлении технологическими процессами. Оценивание погрешности измерений при ограниченной исходной информации ВНИИМС Госстандарта».

Канал измерения будет расход. Требование к данному каналу не более 1 % и разрядность АЦП является 12 разрядов.

Расчет допустимой погрешности измерения расходомера производится по следующей формуле

$$\delta_1 \leq \sqrt{\delta^2 - (\delta_2^2 + \delta_3^2 + \delta_4^2 + \delta_5^2 + \delta_6^2)}, \quad (1)$$

где,

$\delta = 1\%$  – требуемая суммарная погрешность измерения канала измерений при доверительной вероятности 0,95;

$\delta_2$  – погрешность передачи по каналу измерений;

$\delta_3$  – погрешность, вносимая АЦП;

$\delta_4, \delta_5, \delta_6$  – дополнительные погрешности, которые вносятся это - окружающая температура, температура и электропроводность измеряемой среды.

Погрешность, вносимая десятиразрядным АЦП, рассчитывается следующим образом:

$$\delta_3 = \frac{1 \cdot 100}{2^{12}} = 0,02 \quad \% . \quad (2)$$

Погрешность передачи по каналу измерений устанавливается рекомендациями:

$$\delta_2 = \frac{1 \cdot 15}{100} = 0,15 \quad \% . \quad (3)$$

В расчете также учитываются дополнительные погрешности, вызванные влиянием:

- температуры окружающего воздуха;
- температуры измеряемой среды;
- электропроводностью измеряемой среды.

ДП, вызванная температурой окружающего воздуха, рассчитывается по формуле:

$$\delta_4 = \frac{1 \cdot 27}{100} = 0,27 \quad \% . \quad (4)$$

ДП, вызванная температурой измеряемой среды, вычисляется по формуле:

$$\delta_5 = \frac{1 \cdot 27}{100} = 0,27 \quad \% . \quad (5)$$

ДП, вызванная электропроводностью измеряемой среды, решается согласно данной формуле:

$$\delta_6 = \frac{1 \cdot 8}{100} = 0,08 \quad \% . \quad (6)$$

В итоге, допускаемая основная погрешность расходомера должна не превышать

$$\delta_1 \leq \sqrt{1 - (0,0225 + 0,0004 + 0,0729 + 0,0729 + 0,0064)} = 0,9 \quad . \quad (7)$$

Следовательно, в расчете мы видим, что основная погрешность выбранного мною расходомера не превышает допустимой расчетной погрешности. Прибор годен для эксплуатации. [6]

## 2.8 Выбор исполнительных механизмов

Выбор исполнительного механизма определяется: зависимостью величины момента, необходимого для поворота дроссельного регулирующего органа заслонки; требуемым быстродействием; условиями эксплуатации; температурой, влажностью, запыленностью, химической агрессивностью окружающей среды, взрывоопасностью и пр.; условиями размещения и сочленения с регулирующим органом и условиями монтажа; номенклатурой выпускаемых механизмов.

Величину усилия крутящего момента  $M$  (Н·м) для поворотной заслонки, являющейся основным видом регулирующего органа в системах автоматизации металлургических печей, рассчитаем по следующей формуле:

$$M = k \cdot (M_p + M_T) \quad (8)$$

где  $k$  – это коэффициент, который учитывает затяжку сальников и трубопровода;

$$k=2$$

$M_p$  – это реактивный момент, обусловленный стремлением потока закрыть заслонку;

$M_T$  – это момент трения в опорах.

Определяем реактивный момент, обусловленный стремлением потока закрыть заслонку по формуле:

$$M_p = 0,07 \cdot \Delta P_{\text{зас}} \cdot D_y^3 \quad (9)$$

где  $\Delta P_{\text{зас}}$  - перепад давления на регулирующем органе;

$D_y$  - диаметр заслонки.

$$M_p = 0,07 \cdot 5625 \cdot 0,2^3 = 64,05 \text{ Н}\cdot\text{м} \quad (10)$$

Определяем момент трения в опорах:

$$M_T = 0,785 \cdot D_y^2 \cdot P_2 \cdot r_{ш} \cdot \lambda \quad (11)$$

где  $D_y$  - диаметр заслонки;

$P_2$  - избыточное давление среды перед заслонкой;

$r_{ш}$  - радиус шейки вала заслонки, 0,025м;

$\lambda = 0,15$  - коэффициент трения в опорах.

$$M_T = 0,785 \cdot 0,2^2 \cdot 10 \cdot 10^3 \cdot 0,025 \cdot 0,15 = 4,2 \text{ Н}\cdot\text{м} \quad (12)$$

Определяем величину усилия крутящего момента  $M$  (Н·м) для поворотной заслонки по формуле:

$$M = 2 \cdot (85,02 + 4,2) = 89,3 \text{ Н}\cdot\text{м} \quad (13)$$

Исполнительный механизм при условии, что момент на валу исполнительного механизма должен быть равен или больше необходимого момента для вращения дроссельного регулирующего органа заслонки; с требуемым быстродействием. Выбираем МЭО-25/63-0,25. [6]

## 2.9 Разработка схемы внешних проводок

На схеме (ФЮРА.425280.001 ЭС 05) изображена часть щита управления и соединения датчиков давления, расхода и температуры, а также подсоединение ИМ.

Схема соединений внешних проводок выполняется в соответствии с ГОСТ 21.404-13, РМ 4-6-13 – это комбинированная схема.

На данной схеме отображаются электрические и трубные связи между приборами и средствами автоматизации, которые были установлены на технологическом, инженерном оборудовании и коммуникациях, вне щитов и на щитах, а также связи между щитами, пультами, комплексами или отдельными устройствами комплексов.

Данная схема показывает соединения составных частей изделия (установки) и определяет провода, жгуты, кабели или трубопроводы, которыми осуществляются данные соединения, а также места их присоединений и ввода (к примеру, разъемы, платы, зажимы). [1]

## **2.10 Выбор алгоритмов управления АС КСО**

В автоматизированной системе на различных уровнях управления используются различные алгоритмы. Далее более подробно рассмотрим несколько алгоритмов управления.

1. Алгоритм пуска/останова (запуска) технологического оборудования, используется в релейных пусковых установках. Данный алгоритм реализуется на ПЛК и SCADA-форме.

2. Релейный или ПИД-алгоритм автоматического регулирования. Применяется для управления положения рабочего органа, регулирования расхода, уровня и тому подобное. Данный вид алгоритма реализуется на ПЛК.

3. Алгоритм управления сбором измерительных сигналов. Представляют собой алгоритмы в виде универсальных логически завершённых программных блоков, помещаемых в ППЗУ контроллеров. Данный вид алгоритмов применяется на ПЛК.

4. Алгоритм автоматической защиты – ПАЗ. Данный вид алгоритма реализуется на ПЛК.

5. Алгоритм централизованного управления АС. Данный вид алгоритма применяется на ПЛК и SCADA-форме.

В данном курсовом проекте были разработаны алгоритмы АС:

1. Алгоритм сбора данных измерений;
2. Алгоритм автоматического регулирования ТП. [2]

### **2.10.1 Алгоритм сбора данных измерений**

На рисунке 12 представлен алгоритм сбора данных с аналоговых датчиков.

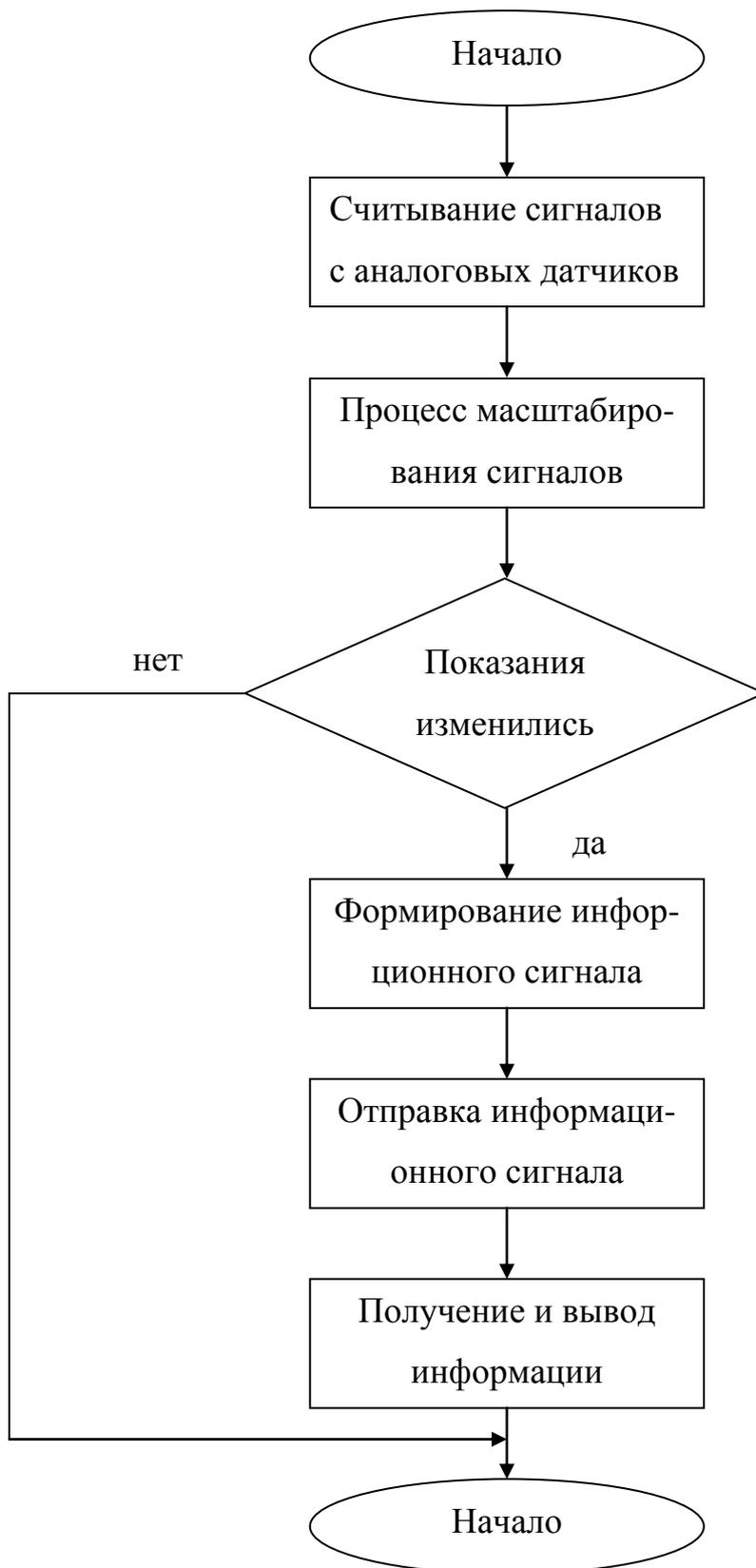


Рисунок 12 – Алгоритм сбора данных измерений

## **2.10.2 Алгоритм автоматического регулирования технологическим параметром**

В процессе охлаждения полосы необходимо будет поддерживать давление воды в трубопроводе на выходе нашей системы, чтобы оно не превышало заданной уставки, исходя из условий прочности трубопровода, и не падало ниже заданного.

Для этого в качестве регулируемого параметра технологического процесса следует выбрать давление воды в трубопроводе на выходе. В качестве алгоритма регулирования следует использовать алгоритм ПИД регулирования, который позволяет обеспечить хорошее качество регулирования, достаточно малое время выхода на режим и невысокую чувствительность к внешним возмущениям.

Камера струйного охлаждения состоит из 8 теплообменников. Каждый из них состоит из: ПИД-регулятора, объекта управления, задания, АЦП, ЦАП, регулирующей органа. Регулирование охлаждения происходит за счет циркуляции холодной воды по трубкам. Чем выше давление воды в трубках, тем интенсивнее происходит процесс охлаждения

Объектом управления является участок трубопровода узла регулирования. С диспетчерской задается то давление, которое нам необходимо. Далее в контроллер подается сигнал (значение) с датчика давления, происходит сравнение значений, и формируется выходной токовый сигнал. За тем токовый сигнал подается на преобразователь, на выходе которого уже имеется напряжение питания электропривода задвижки. ИМ преобразует электрическую энергию в поступательное движение штока задвижки, в результате чего происходит изменение давление в трубопроводе.

В процессе регулирования АС нам необходимо будет поддерживать давление на выходе равное 8 МПа, поэтому в качестве передаточной

функции задания выступает ступенчатое воздействие, которое в момент запуска программы меняет свое значение с 0 до 8.

На рисунке 13 представлена модель в Simulink.

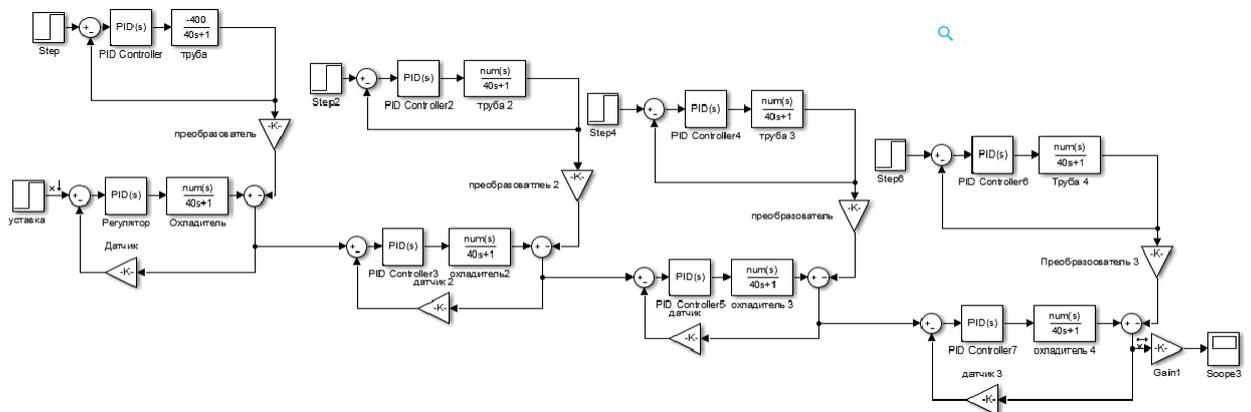


Рисунок 13 – Модель в Simulink

На рисунке 14 представлена схема одного блока охладителя.

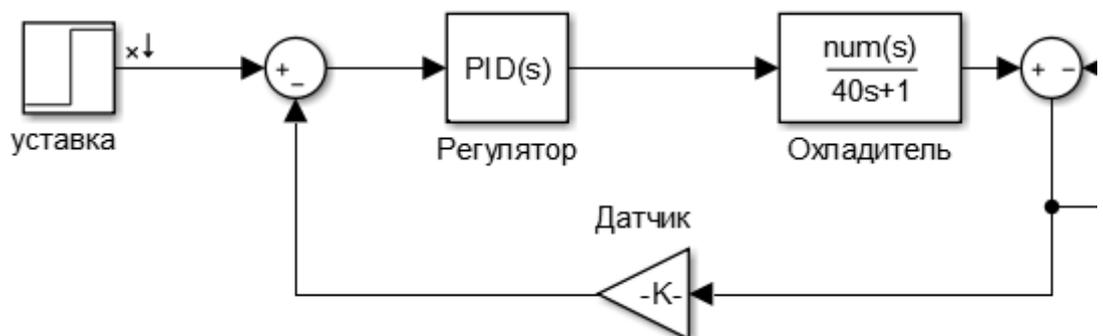


Рисунок 14 – Модель блока охладителя

Как видим на рисунке 14, охладитель состоит из уставки, задающей необходимое значение, регулятора, осуществляющего управление объектом, самого объекта и датчика, передающего текущее значение на контроллер.

При настройке ПИД регулятора руководствовались следующими соображениями:

- Переходный процесс не должен иметь перерегулирование, так как такие биения опасны для обрабатываемого металла
- Время переходного процесса должно быть достаточно большим, так как невозможно равномерно охладить металлическую полосу за короткий промежуток времени.

Регуляторы настраивались автоматическим методом MATLAB. Этот метод дал наилучшие результаты. В ходе настройки было выяснено, что наилучшие результаты для всех блоков дает ПИ регулирование.

На рисунке 15 представлен график переходного процесса САР. Из данного графика видно, что процент перерегулирование отсутствует. Время переходного процесса 300 секунд. Ошибка перерегулирования равна нулю. Отсутствие перерегулирования является положительным моментом, так как будет меньший износ движущихся частей механизмов. [1]

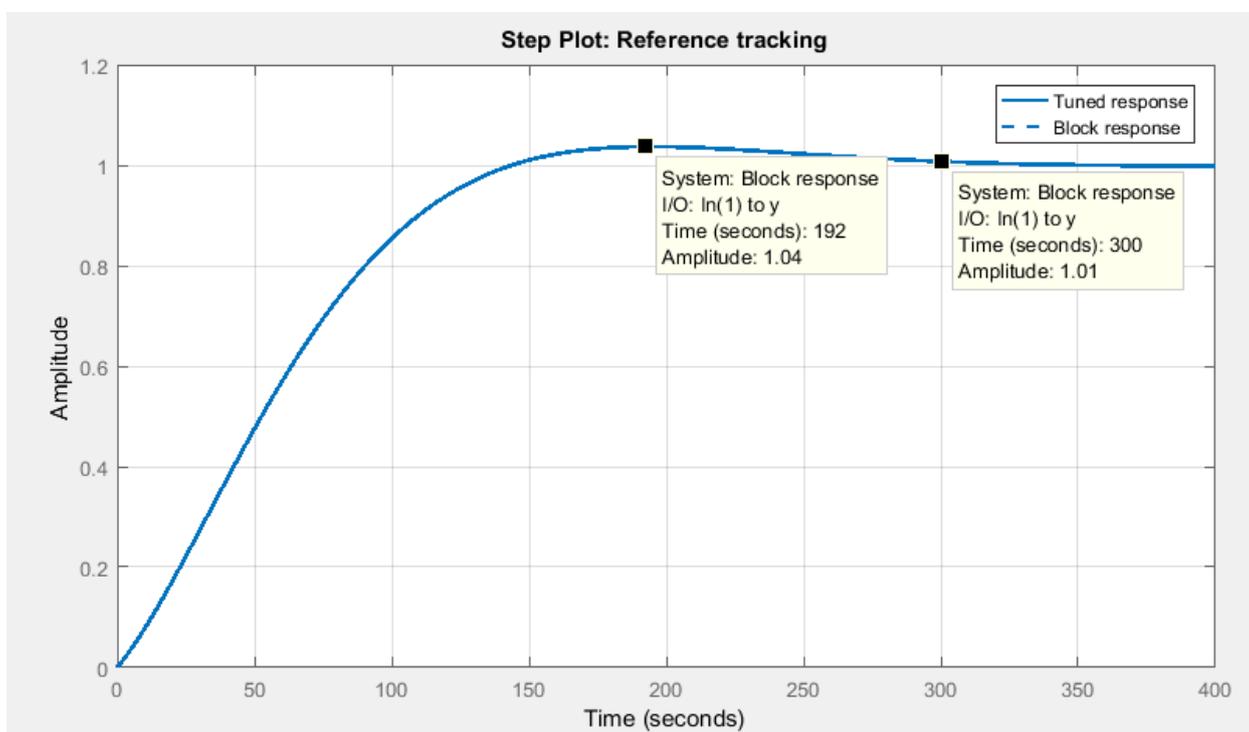


Рисунок 15 – График переходного процесса

### 2.10.3 Разработка программного обеспечения для программируемых логических контроллеров

Для программирования логического контроллера будем использовать программную среду Siemens Step-7. В данном программном пакете, возможно, реализовывать программирование ПЛК фирмы Siemens, который мы используем в системе автоматизированного управления ГРС. Для программирования в Step-7 имеется большой набор стандартных элементов,

позволяющих реализовать практически любую логику действия. Программирование будем осуществлять на блочно-графическом языке FBD. Для примера представим отрывок программы, реализующей управление включением линий редуцирования. На рисунке 16 представлена Среда разработки Simatic S7. [29]

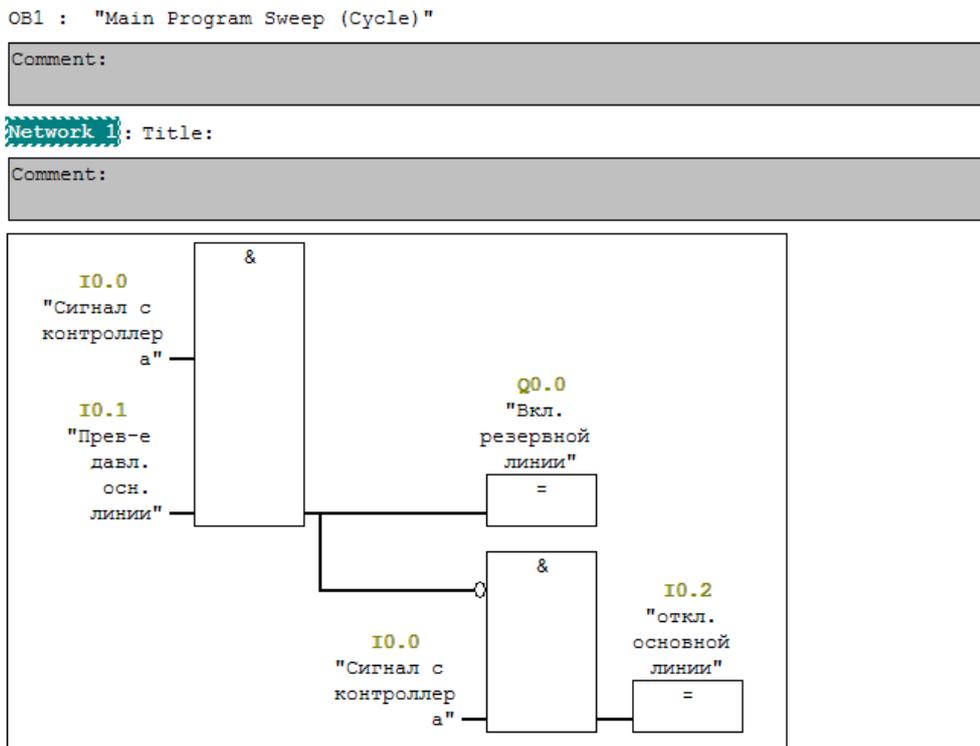


Рисунок 16 – Среда разработки Simatic S7

## 2.11 Экранные формы АС КСО

Далее выделим основные возможности SCADA-систем:

1. Во первых - сбор первичной информации от устройств полевого уровня;
2. Во вторых - архивирование и хранение информации необходимое для последующей обработки, к примеру, создание архивов, аварийной сигнализации, изменения технологических параметров во времени, полное или частичное сохранение параметров через определенные промежутки времени;
3. Визуализация процессов;

4. Реализация алгоритмов управления, математических и логических вычислений, для выполнения данной функции используются встроенные языки программирования типа VBasic, Pascal. Так же осуществляется передача управляющих воздействий на объект;

5. Документирование.

6. Осуществляется не только документирование технологического процесса, но и процесса управления (к примеру, создание отчетов), так же распечатка графиков, табличных данных и вычисленных результатов;

7. Сетевые функции (LAN, SQL);

8. Защита от несанкционированного доступа в систему;

9. Обмен информацией с другими программами (к примеру, Outlook, Word, через DDE, OLE).

Возможность аппаратной открытости устройств SCADA.

Аппаратной открытостью устройств SCADA называют поддержку и возможность работать с оборудованием разных производителей с использованием технологии OPC.

Общепринятый обмен данными OLE (Object Linking and Embedding) используют для подсоединения драйверов ввода-вывода к SCADA, также используется для включения и встраивания объектов.

Управление в АС в АКСО реализуется с использованием SCADA-системы Genesis32 компании Iconics.

Система SCADA предназначена для эксплуатации на действующих уже технологическом оборудовании в реальном времени и основывается на использовании компьютеризированной техники для промышленности, отвечающим строгим требованиям точности, стоимости и безопасности. [2]

SCADA-система Genesis32 дает возможность работы с оборудованием разных производителей с использованием технологии OPC. Из чего можно сделать вывод, что выбранная SCADA-система не ограничивает выбор оборудования полевого уровня, так как охватывает колоссальный набор драйверов или серверов ввода/вывода. Это позволяет подсоединить к системе

внешние, вне зависимости рабочие элементы, а так же разработанные отдельно программные и аппаратные модули других производителей.

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

Студенту:

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>
3-8Т22	Ходжаеву Азату Эриковичу

<b>Институт</b>	<b>ИнЭО</b>	<b>Кафедра</b>	<b>СУМ</b>
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	15.03.04 АТПП

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

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

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

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

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

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

<b>Дата выдачи задания для раздела по линейному графику</b>	12.12.2016г.
---	--------------

**Задание выдал консультант:**

<b>Должность</b>	<b>ФИО</b>	<b>Ученая степень, звание</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
Доцент кафедры менеджмента	Данков Артем Георгиевич	К. И. Н.		

**Задание принял к исполнению студент:**

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
3-8Т22	Ходжаев Азат Эрикович		

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

#### 3.1 Потенциальные потребители результатов исследования

Потенциальными потребителями результатов исследования являются коммерческие организации в металлургической отрасли, в частности металлургические заводы, прокатные цеха, имеющие линию нанесения цинка на лист. Для данных предприятий разрабатывается система автоматического управления и контроля основных параметров печи термохимической обработки, предназначенной для подогрева листа перед нанесением на него оцинковки. [9]

В таблице 3 представлены основные сегменты рынка по критериям: состояние компании, которая заказывает проект, вид работы. Эти компании изображены в виде алфавитных букв: «А» - ЗАО «ТопСистемы», «Б» - ООО «СибирьСофтПроект», «В» - АО "ЭлеСи".

Таблица 3 – Карта сегментирования рынка

		Вид выполняемых работ			
		Проектирование строительства	Выполнение проектов строительства	Составление АСУ ТП	Введение SCADA систем
Состояние компании	Небольшая	А,Б,В	А,Б	Б,В	В
	Обычная	А,Б,В	А,Б	В	В
	Крупная	Б,В	А	В	В

По карте можно выделить основные рыночные сегменты: составление автоматизированной системы управления технологическим процессом и введение SCADA-систем для обычных и крупных компаний.

### 3.1.1 Анализ конкурентных технических решений

Этот анализ мы будем проводить, используя оценочные карты. В таблице 4 представлена оценочная карта. Чтобы определить эффективность проводимой работы буду сравнивать проектируемую АСУ ТП, действующую систему управления, и проект созданный конкурентами.

Таблица 4 – Оценочная карта

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы			Конкурентоспособность		
		Проект АСУТП	Действующая система управления	Проект конкурента	Проект АСУТП	Действующая система управления	Проект конкурента
Технические критерии оценки ресурсоэффективности							
Повышение производительности	0,09	5	2	4	0,45	0,18	0,36
Удобство в эксплуатации	0,06	4	2	4	0,24	0,12	0,24
Помехоустойчивость	0,05	2	3	2	0,1	0,15	0,1
Энергоэкономичность	0,05	4	2	1	0,2	0,14	0,11
Надежность	0,11	6	1	4	0,66	0,31	0,48
Уровень шума	0,02	2	3	1	0,04	0,03	0,01
Безопасность	0,11	6	2	4	0,66	0,1	0,4
Потребность в ресурсах памяти	0,03	3	4	5	0,09	0,09	0,16
Функциональная мощность (предоставляемые возможности)	0,1	1	3	4	0,1	0,03	0,05
Простота	0,09	6	2	3	0,54	0,18	0,22

эксплуатации							
Качество интеллектуального интерфейса	0,06	6	1	6	0,36	1	0,3
Возможность подключения в сеть ЭВМ	0,02	6	0	4	0,12	0	0,12
Экономические критерии оценки эффективности							
Конкурентоспособность продукта	0,04	4	1	2	0,08	0,1	0,08
Уровень проникновения на рынок	0,04	5	2	1	0,02	0,01	0,07
Цена	0,05	3	1	2	0,15	0,8	0,8
Предполагаемый срок эксплуатации	0,05	6	1	4	0,30	0,14	0,13
Финансирование научной разработки	0,03	2	1	4	0,6	0,8	0,04
Наличие сертификации разработки	0,04	1	4	3	0,08	0,08	0,14
Итого	1	62	51	56	3,77	2,88	3,44

Согласно оценочной карте можно выделить следующие конкурентные преимущества разработки: цена разработки ниже, повышение производительности и безопасности, простота эксплуатации.

### 3.1.2 Технология QuaD

Технология QuaD (QUality ADvisor) представляет собой гибкий инструмент измерения характеристик, описывающих качество новой разработки и ее перспективность на рынке и позволяющие принимать

решение целесообразности вложения денежных средств в научно-исследовательский проект. [11]

Для реализации технологии QuaD составим оценочную карту в виде таблицы.

В таблице 5 представлена оценочная карта QuaD

Таблица 5 – Оценочная карта QuaD

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы	Максимальный балл	Относительное значение	Средневзвешенное значение
<b>Технические критерии оценки ресурсоэффективности</b>					
Повышение производительности	0,09	81	100	0,81	7,29
Удобство в эксплуатации	0,06	74	100	0,74	4,44
Помехоустойчивость	0,05	41	100	0,41	2,05
Энергоэкономичность	0,05	49	100	0,49	2,45
Надежность	0,11	92	100	0,92	10,12
Уровень шума	0,02	48	100	0,48	0,96
Безопасность	0,11	91	100	0,91	10,01
Потребность в ресурсах	0,03	49	100	0,49	1,47
Функциональная мощность (предоставляемые возможности)	0,1	51	100	0,51	5,1
Простота эксплуатации	0,09	54	100	0,54	4,86
Качество интеллектуального интерфейса	0,06	50	100	0,5	3
Ремонтопригодность	0,02	95	100	0,95	1,9
<b>Экономические критерии оценки эффективности</b>					
Конкурентоспособность продукта	0,04	60	100	0,6	2,4

Уровень проникновения на рынок	0,04	60	100	0,6	2,4
Цена	0,05	80	100	0,8	4
Предполагаемый срок эксплуатации	0,05	85	100	0,85	4,25
Послепродажное обслуживание	0,03	70	100	0,7	2,1
Финансирование научной разработки	0,04	55	100	0,55	2,2
Наличие сертификации разработки	0,04	14	100	0,14	0,56
Итого:	1				71,56

Результат средневзвешенного значения составил 71,56 (выше среднего) что дает проекту перспективность разработки и говорит о качестве произведенного исследования.

### 3.1.3 SWOT – анализ

SWOT – это анализ проекта в контексте рыночного окружения. SWOT-анализ заключается в исследовании сильных и слабых сторон проекта и определении возможностей успешного функционирования проекта в сложившихся и прогнозируемых условиях рынка. [12]

В таблице 6 представлены результаты матрицы SWOT-анализа

Таблица 6 – SWOT матрица

	<p><b>Сильные стороны научно-исследовательского проекта:</b></p> <p>С1. Повышенная производительность.</p> <p>С2. Экономичность проекта.</p> <p>С3. Более низкая стоимость.</p> <p>С4. Актуальность разработки.</p> <p>С5. Квалифицированный персонал.</p>	<p><b>Слабые стороны научно-исследовательского проекта:</b> Сл1. Отсутствие прототипа проекта.</p> <p>Сл2. Отсутствие у потребителей квалифицированных кадров.</p> <p>Сл3. Не востребованность на российском рынке.</p> <p>Сл4. Отсутствие необходимого оборудования.</p> <p>Сл5. Большой срок поставок материалов</p>
<p>Возможности:</p> <p>В1. Появление дополнительного спроса на новый продукт.</p> <p>В2. Снижение таможенных пошлин на сырье и материалы, используемые в научных исследованиях.</p> <p>В3. Повышение стоимости конкурентных разработок.</p> <p>В4. Использование существующего ПО</p> <p>В5. Использование финансирования научной деятельности ТПУ.</p>	<p>В1С1С2С3 – Уделение особого внимания ключевым особенностям продукта.</p> <p>В2С3 – Увеличение доходов предприятия, дальнейшие разработки.</p> <p>В3С2С3 – Уменьшение стоимости производства.</p> <p>В4С1С2С5 – Увеличение производительности.</p> <p>В5С1С2С3С4 – использование возможностей ТПУ позволит снизить стоимость проекта.</p>	<p>В1В4Сл2Сл3Сл4 – Расширение внутренних рынок страны</p> <p>В2В3Сл4Сл5 – Уменьшение стоимости производства, демпинг цен</p> <p>В5Сл1Сл2Сл4 – Организация малого инновационного предприятия в рамках вуза</p>

Угрозы:	У1С2С5 – Проведение	У1У2Сл1Сл2Сл3 –
У1. Отсутствие спроса на новую разработку	демонстраций работы системы в реальных условиях	Появление аналогов на рынке, слабый уровень проникновения может
У2. Развитая конкуренция.	У2С3 – Появление более качественных аналогов	привести к полному провалу проекта.
У3. Ограничения на экспорт технологии	У4. может снизить конкурентоспособность проекта.	У3Сл3Сл4 – Участие в гос. контрактах.
Введение дополнительных государственных требований к сертификации продукции	У5. У4С5 – Сертификация системы контроля качества	У4Сл1 – Ускорение темпов разработки.
Увеличение цены на используемые ресурсы.	У5С4 – Увеличение цены на используемые ресурсы увеличит стоимость проекта на рынке	У5Сл4Сл5 – Поиск аналогов комплектующих российского производства.

Выделим соотношения сильных и слабых сторон исследовательского проекта по внешним условиям окружающей среды. Эти соответствия или противоположности смогут выделить надобность в проведении плана изменений. Необходимо интерактивные матрицы проекта. [13]

В таблице 7 представлена интерактивная матрица для сильных сторон и возможностей.

Таблица 7 – Интерактивная матрица для сильных сторон и возможностей

Сильные стороны проекта						
		С1	С2	С3	С4	С5
Возможности проекта		-	-	+	+	+
		-	-	-	+	-
		+	-	-	-	+
		-	+	-	+	-
		-	+	-	+	+
		-	+	-	+	+

При анализе данной интерактивной таблицы можно выявить

следующие коррелирующие сильные сторон и возможности: В1С3С4С5, В2С4, В3С1С5, В4С2С4, В5С2С4С5.

В таблице 8 представлена интерактивная матрица для слабых сторон и возможностей

Таблица 8 – Интерактивная матрица для слабых сторон и возможностей

Слабые стороны проекта						
Возможности проекта		Сл1	Сл2	Сл3	Сл4	Сл5
		-	+	+	-	+
		-	+	-	+	-
		-	+	-	+	-
			+	+	-	+
		-	+	-	+	+

При анализе данной интерактивной таблицы можно выявить следующие коррелирующие слабых сторон и возможности: В1В4Сл2Сл3Сл5, В2В3Сл2Сл4, В5Сл2Сл4Сл5.

В таблице 9 представлена интерактивная матрица для сильных сторон и угроз.

Таблица 9 – Интерактивная матрица для сильных сторон и угроз

Сильные стороны проекта						
Угрозы		С1	С2	С3	С4	С5
		+	-	-	+	-
		+	-	-	-	-
		+	-	-	+	-
		-	-	+	-	-
		+	-	-	-	-

При анализе данной интерактивной таблицы можно выявить следующие коррелирующие сильных сторон и угроз: У1С1С4, У2С1, У3С1С4, У4С3, У5С1.

В таблице 10 представлена интерактивная матрица для слабых сторон и угроз

Таблица 10 – Интерактивная матрица для слабых сторон и угроз

Сильные стороны проекта						
Угрозы		Сл1	Сл2	Сл3	Сл4	Сл5
		-	+	-	+	+
		-	+	-	+	+
		+	-	-	-	+
		-	+	-	-	-
		+	+	-	-	-

При анализе данной интерактивной таблицы можно выявить следующие коррелирующие слабых сторон и угроз: У1У2Сл2Сл4Сл5, У3Сл1Сл5, У4Сл2, У5Сл1Сл2.

### 3.2 Планирование научно-исследовательской работы

#### 3.2.1 Структура работ в рамках научного исследования

В области моего научного исследования организуем перечень этапов и работ, которые отображены в таблице 11.

Таблица 11 – Перечень этапов, работ и разделение исполнителей

Основные этапы	№ раб	Содержание работ	Должность исполнителя
Разработка технического задания	1	Составление и утверждение технического задания	Руководитель проекта
Выбор направления исследования	2	Подбор и изучение материалов по теме	Инженер
	3	Изучение существующих объектов проектирования	Инженер
	4	Календарное планирование работ	Руководитель, инженер
Теоретическое и экспериментальное исследование	5	Проведение теоретических расчетов и обоснований	Инженер
	6	Построение макетов (моделей) и проведение экспериментов	Инженер
	7	Сопоставление результатов экспериментов с теоретическими исследованиями	Инженер
Обобщение и оценка результатов	8	Оценка эффективности полученных результатов	Руководитель, инженер
	9	Определение целесообразности проведения ОКР	Руководитель, инженер

Разработка технической документации и проектирование	10	Разработка функциональной схемы автоматизации по ГОСТ и ANSI/ISA	Инженер
	11	Составление перечня вход/выходных сигналов	Инженер
	12	Составление схемы информационных потоков	Инженер
	13	Разработка схемы внешних проводок	Инженер
	14	Разработка алгоритмов сбора данных	Инженер
	15	Разработка алгоритмов автоматического регулирования	Инженер
	16	Разработка структурной схемы автоматического регулирования	Инженер
	17	Проектирование SCADA-системы	Инженер
Оформление отчета	18	Составление пояснительной записки	Инженер

### 3.2.2 Разработка графика проведения научного исследования

Расчет трудоемкости осуществляется опытно-статистическим методом, основанным на определении ожидаемого времени выполнения работ в человеко-днях по формуле:

$$t_{\text{ож}i} = \frac{3t_{\text{min}i} + 2t_{\text{max}i}}{5} \quad (14)$$

где  $t_{\text{ож}i}$  – ожидаемая трудоемкость выполнения  $i$ -ой работы, чел.-дн.;

$t_{\text{min}i}$  – минимально возможная трудоемкость выполнения заданной  $i$ -ой работы (оптимистическая оценка: в предположении наиболее благоприятного стечения обстоятельств), чел.-дн.;

$t_{\text{max}i}$  – максимально возможная трудоемкость выполнения заданной  $i$ -ой работы (пессимистическая оценка: в предположении наиболее неблагоприятного стечения обстоятельств), чел.-дн.

Для установления продолжительности работы в рабочих днях используем формулу:

$$T_{\text{pi}} = \frac{t_{\text{ож}i}}{Ч_i} \quad (15)$$

где  $T_{\text{pi}}$  – продолжительность одной работы, раб. дн.;

$t_{ож\ i}$  – ожидаемая трудоемкость выполнения одной работы, чел.-дн.;

$Ч_i$  – численность исполнителей, выполняющих одновременно одну и ту же работу на данном этапе, чел.

Для удобства построения календарного план-графика, длительность этапов в рабочих днях переводится в календарные дни и рассчитывается по следующей формуле:

$$T_{ki} = T_{pi} \cdot k_{\text{кал}} \quad (16)$$

где  $T_{ki}$  – продолжительность выполнения  $i$ -й работы в календарных днях (округляется до целых);

$T_{pi}$  – продолжительность выполнения  $i$ -й работы в рабочих днях;

$k$  – коэффициент календарности.

Коэффициент календарности рассчитывается по формуле:

$$k_{\text{кал}} = \frac{T_{\text{кал}}}{T_{\text{кал}} - T_{\text{вых}} - T_{\text{пр}}} \quad (17)$$

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

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

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

Определим длительность этапов в рабочих днях и коэффициент календарности:

$$k_{\text{кал}} = \frac{365}{365 - 107 - 10} = 1,48 \quad (18)$$

В таблице 12 представлены результаты расчетов временных показателей проведения работ.

Таблица 12 – Временные показатели проведения работ

	Трудоемкость работ			Исполнители	Длительность работ в рабочих днях	Длительность работ в календарных днях
	t min	t max	t ож			
Составление и утверждение технического задания	0,5	2,2	1,5	1	1,5	2
Подбор и изучение материалов по теме	1,5	4	3,3	1	3,3	5
Изучение существующих объектов проектирования	1	4	3,2	1	3,5	5
Календарное планирование работ	0,6	1	0,8	2	0,4	1
Проведение теоретических расчетов и обоснований	1,1	4	1,9	1	1,9	3
Построение макетов (моделей) и проведение экспериментов	2,2	4	2,9	1	2,9	4
Сопоставление результатов экспериментов с теоретическими исследованиями	0,6	1	0,8	1	0,8	1
Оценка эффективности полученных результатов	0,6	1	0,8	2	0,4	1
Определение целесообразности проведения ОКР	0,6	1	0,8	2	0,4	1
Разработка функциональной схемы автоматизации по ГОСТ и ANSI/ISA	1	3	1,5	1	1,5	2
Составление перечня вход/выходных сигналов	0,4	1	0,8	1	0,8	1
Составление схемы информационных потоков	0,6	1	0,8	1	0,8	1
Разработка схемы внешних проводок	1	4	1,9	1	1,9	3
Разработка алгоритмов сбора данных	1	4	1,9	1	1,9	3
Разработка алгоритмов автоматического регулирования	0,6	1,1	0,9	1	0,9	1
Разработка структурной схемы автоматического регулирования	1	3,5	2,9	1	2,9	4
Проектирование SCADA-системы	1	4	3,3	1	3,3	5
Составление пояснительной записки	0,5	3,5	1,9	1	1,9	3

Основываясь на таблицу 12 можно сформировать календарный план-

график. График составляется для наибольшего по времени выполнения работ в рамках научно проекта. В таблице 13 составлен календарный план-график с указанием по месяцам и декадам (10 дней). [13]

Таблица 13 – План-график

№ работ	Вид работ	Исполнители	Продолжительность выполнения работ																	
			Февраль		Март		Апрель		Май		Июнь									
			1	2	1	2	1	2	1	2	1	2								
	Составление и утверждение технического задания	Руководитель проекта	■																	
	Подбор и изучение материалов по теме	Инженер	■																	
	Изучение существующих объектов проектирования	Инженер			■															
	Календарное планирование работ	Руководитель			■	■														
		Инженер			■	■														
	Проведение теоретических расчетов и обоснований	Инженер				■														
	Построение макетов (моделей) и проведение экспериментов	Инженер				■														
7	Сопоставление результатов экспериментов с теоретическими исследованиями	Инженер				■														
8	Оценка эффективности полученных результатов	Руководитель						■	■											
		Инженер						■	■											
9	Определение целесообразности проведения ОКР	Руководитель						■	■											
		Инженер						■	■											
10	Разработка функциональной схемы автоматизации по ГОСТ и ANSI/ISA	Инженер							■											
11	Составление перечня вход/выходных сигналов	Инженер										■								



Таблица 14 – Материальные затраты

Наименование	Единица измерения	Количество	Цена за ед., руб	Затраты на материалы
Контроллер Siemens Simatic S7-400	шт.	1	256 000	320000
Датчик расхода ХМТ868i	шт.	3	250 526	864314,7
Преобразователь давления Rosemount-3051	шт.	1	17 856	20080,35
Преобразователь давления Cerabar S PMC 731	шт.	1	27 589	31577,35
Пирометр М770S	шт.	1	49 450	56867,5
Датчик Deltabar S, PMD230	шт.	2	80 897	186063,1
Пирометр М770 "Infraducers"	шт.	1	16 480	17791,65
МЭО-25/63-0,25	шт.	3	90 480	335730
<b>Итого:</b>				<b>1 832 424,65</b>

### 3.3.2 Расчет затрат на специальное оборудование

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

Таблица 15 – Расчет бюджета затрат на приобретения ПО

Наименование	Количество единиц	Цена единицы оборудования	Общая стоимость
Siemens Step-7	1	18 300	18 300
<b>Итого</b>			<b>18 300</b>

### 3.3.3 Основная заработная плата исполнителей темы

В таблице 16 приведен расчет основной заработной платы приведен.

Таблица 16 – Основная заработная плата

Исполнители	Тарифная заработная плата	Премия коэффициент	Коэффициент доплат	Районный коэффициент	Месячный должностной оклад работника	Среднедневная заработная плата	Продолжительность работ	Заработная плата основная
Руководитель	24 800,36	0,2	0,3	1,3	44 640,65	1800,20	4	7200,8
Инженер	8800	0,5	1,1	1,3	25520	1063,33	39	41469,87
Итого:								48 670,6

### 3.3.4 Дополнительная заработная плата исполнителей темы

Затраты по дополнительной заработной плате исполнителей темы учитывают величину предусмотренных Трудовым кодексом РФ доплат за отклонение от нормальных условий труда, а также выплат, связанных с обеспечением гарантий и компенсаций (при исполнении государственных и общественных обязанностей, при совмещении работы с обучением, при предоставлении ежегодного оплачиваемого отпуска и т.д.). [14]

Расчет дополнительной заработной платы ведется по следующей формуле:

$$Z_{\text{допР}} = k_{\text{доп}} \cdot Z_{\text{осн}} = 0,15 \cdot 7200,8 = 1080,12 \quad (20)$$

$$Z_{\text{допИ}} = k_{\text{доп}} \cdot Z_{\text{осн}} = 0,15 \cdot 41469,87 = 6220,5 \quad (21)$$

### 3.3.5 Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)

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

Величина отчислений определяется по формуле:

$$Z_{\text{внеб}} = k_{\text{внеб}} \cdot (Z_{\text{осн}} + Z_{\text{доп}}) \quad (22)$$

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 положениями ст.58.2 закона №212-ФЗ установлены следующие тарифы страховых взносов: ПФР – 0.22 (22%), ФСС РФ – 0.029 (2,9%), ФФОМС – 0,051 (5,1%).

Все расчеты сведены в таблицу 17.

Таблица 17 – Отчисления во внебюджетные фонды

Исполнитель	Основная заработная плата	Дополнительная заработная плата
Руководитель проекта	7200,8	1080,12
Инженер	41469,87	6220,5
Коэффициент отчисления во внебюджетные фонды, %	27,1	27,1
Итого:	11 238,33	1978,46

### 3.3.6. Накладные расходы

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

Расчет накладных расходов определяется по формуле:

$$Z_{\text{накл}} = (\text{сумма статей } 1 \div 5) \cdot k_{\text{нр}}, \quad (23)$$

где  $k_{\text{нр}}$  – коэффициент, учитывающий накладные расходы. Величину коэффициента накладных расходов можно взять в размере 16%.

$$Z_{\text{накл}} = (1\,832\,424,65 + 18\,300 + 48\,670,67 + 7\,300,62 + 132\,167,79) \cdot 0,16 = 403\,181,16 \quad (24)$$

где 0,16 - коэффициент, учитывающий накладные расходы.

### 3.3.7 Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта

Определение бюджета затрат на научно-исследовательский проект приведен в таблице 18:

Таблица 18 – Расчет бюджета затрат НИИ

Наименование статьи	Сумма, руб.
1. Материальные затраты	1 832 424,65
2. Затраты на специальное оборудование	18300
3. Затраты по основной заработной плате исполнителей темы	48 670,67
4. Затраты по дополнительной заработной плате исполнителей темы	7300,62
5. Отчисления во внебюджетные фонды	13216,79
6. Накладные расходы	40318,16
7. Бюджет затрат НИИ	1 960 230,89

### 3.4 Определение ресурсной, финансовой и экономической эффективности исследования

Финансовые ресурсы, затраченные на научно-техническое исследование составляют порядка 1 960 230 рублей.

Если говорить о затратах которые несут на производстве следуя критериям которые были перечислены в оценочной карте QuaD то можно сделать вывод эффективность производства увеличится минимум на 71% в год, посчитав окупаемость проекта срок составит 1,4 года.

Благодаря быстрому сроку окупаемости проекта, возможно устранение угроз (описанных в SWOT-анализе) за счёт использования новой и дорогостоящей базы комплектующих, поставляемой российскими производителями в более короткие сроки, чем зарубежные, а также за счёт найма высококвалифицированного персонала, быстро и качественно выполняющего свои обязанности.

Таким образом, экономическая эффективность будет иметь высокий результат с наименьшими затратами.

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА  
«СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»**

Студенту:

Группа 3-8Т22	ФИО Ходжаев Азат Эрикович
------------------	------------------------------

Институт	Институт кибернетики	Кафедра	ИКСУ
Уровень образования	Бакалавр	Направление/специальность	Автоматизация технологических процессов и производств

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

1. Характеристика объекта исследования и области его применения

Объектом исследования является система автоматизированного управления камеры струйного охлаждения печи термохимической обработки. Объект исследования будет подвергнут модернизации, направленной на улучшение работы автоматизированной системы и упрощение ее обслуживания.

Данная система применяется для автоматизированного нанесения цинка на прокатанный лист.

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

**1. Производственная безопасность:**

**1. Производственная безопасность:**

1.1. Анализ выявленных вредных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения в следующей последовательности:

- повышенный уровень шума;
- отсутствие или недостаток естественного света;
- недостаточная освещённость рабочей зоны;
- повышенный уровень электромагнитный излучений;
- повышенная или пониженная влажность воздуха;
- повышенная или пониженная температура воздуха.

1.2. Анализ выявленных опасных факторов проектируемого решения в следующей последовательности:

- электрический ток.

**2. Экологическая безопасность:**

**2. Экологическая безопасность:**

В качестве воздействия на литосферу, гидросферу и атмосферу рассмотрена утилизация люминесцентных ламп

<b>3. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:</b>	<b>3. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:</b> Чрезвычайной ситуацией, которая может возникнуть на рабочем месте, является возникновение пожара.
<b>4. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:</b>	<b>4. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:</b> Основные требования к организации рабочего места.

<b>Дата выдачи задания для раздела по линейному графику</b>	12.12.2016г.
---	--------------

**Задание выдал консультант:**

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

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-8Т22	Ходжаев Азат Эрикович		

#### 4. Социальная безопасность

Система управления линии АНГА-1700 является производством, с наличием вредных, опасных, аварийных, экологических факторов. Поэтому вопросам обеспечения безопасности уделяется пристальное внимание на всех этапах проектирования технологического оборудования, системы автоматизации, при монтаже и эксплуатации системы.

Проблема обеспечения безопасности опасных производственных объектов металлургических предприятий является важной и актуальной задачей. По статистическим данным, ежегодно происходит около 30-40 аварийных ситуаций на металлургических предприятиях. Из них, более 70 % аварийных ситуаций происходит по вине работников металлургических предприятий — неудовлетворительная организация и проведение работ и нарушение технологических инструкций. [5]

Основные причины возникновения аварийных ситуаций на металлургических предприятиях кроются в производственно — технических отношениях, возникающих в человеко — машинной системе технологического процесса металлургического производства. Проблема обеспечения безопасности опасных производственных объектов металлургических предприятий, к которым относится и газораспределительная система, является сложной комплексной задачей, которая включает в себя технические, организационные и информационные аспекты, учитывающие взаимосвязь и взаимовлияние различных факторов в системе «работник — техника — среда». Характерной чертой этой проблемы является тесная связь выше указанных аспектов с безопасностью всего металлургического производства.

#### 4.1 Производственная безопасность

В данном пункте анализируются вредные и опасные факторы, которые могут возникать при разработке и эксплуатации нашего оборудования. В таблице 19 приведены опасные и вредные факторы при работе технологическим оборудованием.

Таблица 19 – Опасные и вредные факторы при эксплуатации оборудования.

Источник фактора, наименование видов работ	Факторы (по ГОСТ 12.0.003-74)		Нормативные документы
	Вредные	Опасные	
1. Работа с компьютером; 2. Работа с датчиками, преобразователями контроллерами.	1. Повышенный уровень шума на рабочем месте; 2. Отсутствие или недостаток естественного света; 3. Недостаточная освещенность рабочей зоны; 4. Повышенный уровень электромагнитных излучений; 5. Повышенная или пониженная влажность воздуха; 6. Повышенная или пониженная температура воздуха.	1. Электрический ток.	1. СН2.2.4/2.1.8.562-96 2. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03 3. СанПиН 2.2.4.1191-03 4. СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 5. ГОСТ 12.1.019-2009 6. ГОСТ 17.4.3.04-85

#### 4.1.1 Повышенный уровень шума на рабочем месте

При выполнении работ, описанных в таблице 1, специалист может оказаться в зоне повышенного уровня шума, источником которого является оборудование, находящееся в рабочем помещении: персональные компьютеры, устройства поддержки микроклимата (кондиционеры, вентиляция), а также агрегаты для прокатки листа. [15]

Работы, выполняемые специалистом при эксплуатации оборудования должны придерживаться 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 20 приведены предельные уровни звукового давления в октавных полосах, а также предельные уровни звука для видов работ, выполняемых специалистом.

Таблица 20 – 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 звука (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

В качестве индивидуальных средств защиты от шума специалистом могут быть использованы специальные противозумные наушники, которые обезопасят пользователя от вредного воздействия шумов и помогут сделать условия работы более комфортными.

#### 4.1.2 Недостаточная освещённость рабочей зоны; отсутствие или недостаток естественного света

Освещение рабочего места специалиста, работающего за персональным компьютером, управляя SCADA-системой, складывается из естественного и искусственного освещения. Естественное освещение достигается установкой оконных проемов с коэффициентом естественного освещения КЕО не ниже 1,2 % в зонах с устойчивым снежным покровом и не ниже 1,5 % на остальной территории.

Нормируемые показатели естественного, искусственного и совмещенного освещения в соответствии с СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03 указаны в таблице 21.

Таблица 21 – Нормируемые показатели естественного, искусственного и совмещенного освещения в соответствии с СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03

Помещения	Рабочая поверхность и плоскость нормирования КЕО и освещенности (Г – горизонтальная, В – вертикальная) и высота плоскости над полом, м	Естественное освещение		Совмещенное освещение		Искусственное освещение				
		КЕО е <sub>н</sub> , %		КЕО е <sub>н</sub> , %		Освещенность, лк		Показатель дисконтинентности, М, не более		Коэффициент пульсации освещенности, К <sub>п</sub> , %, не более
		При верхнем или комбинированном освещении	При боковом освещении	При верхнем или комбинированном освещении	При боковом освещении	При комбинированном освещении	При общем освещении	от общего		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Кабинеты, рабочие комнаты, офисы	Г – 0,8	3,0	1,0	1,8	0,6	400	200	300	40	15
Помещения для работы с дисплеями и видеотерминалами, залы ЭВМ	Г – 0,8 Экран монитора: В – 1,2	3,5 -	1,2 -	2,1 -	0,7 -	500 -	300	400 200	15 -	10

Для искусственного освещения помещений с персональными компьютерами следует применять светильники типа ЛПО36. Допускается применять светильники прямого света, преимущественно отраженного света типа ЛПО13, ЛПО5, ЛСО4, ЛПО34, ЛПО31 с люминесцентными лампами типа ЛБ. Допускается применение светильников местного освещения с лампами накаливания. Светильники должны располагаться линиями (прямыми или прерывающимися) так, чтобы при разном положении машин они были параллельно линии зрения пользователя. Защитный угол светильников должен быть не менее 40 градусов. [16]

В утреннее и вечернее время вводится общее искусственное освещение. Основными источниками искусственного освещения являются лампы белого света ЛБ-20.

Для обеспечения нормируемых значений освещенности по СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03 в помещениях для работы за ПК следует проводить чистку стекол оконных рам и светильников не реже двух раз в год и проводить своевременную замену перегоревших ламп.

#### **4.1.3 Повышенный уровень электромагнитных излучений**

Основным источником электромагнитных излучений на рабочем месте является ЖК-монитор персонального компьютера.

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  $T=50/E-2$ . 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. [17]

Безопасные уровни излучений также регламентируются нормами Госкомсанэпиднадзора «Гигиенические требования к персональным

электронно-вычислительным машинам и организации работы» (СанПиН 2.2.4.1340-03).

В таблицах 22 и 23 представлены предельно-допустимые уровни напряженности (ПДУ) на рабочих местах и допустимые уровни электромагнитных полей в соответствии с СанПиН 2.2.4.1191-03.

Таблица 22 – ПДУ электромагнитных полей на рабочем месте по СанПиН 2.2.4.1191-03

Время воздействия за рабочий день, мин	Условия воздействия			
	Общее		Локальное	
	ПДУ напряженности кА/м	ПДУ магнитной индукции мТл	ПДУ напряженности кА/м	ПДУ магнитной индукции мТл
0 - 10	24	30	40	50
11 - 60	16	20	24	30
61 - 480	8	10	12	15

Таблица 23 – ПДУ электромагнитных полей на рабочем месте по СанПиН 2.2.4.1191-03

Наименование параметра	Значение
Напряженность электромагнитного поля на расстоянии 50 см вокруг дисплея до электрической составляющей, В/м, не более:	25
- в диапазоне частот 5 Гц – 2 кГц	2,5
- в диапазоне частот 2 – 400 кГц	
Плотность магнитного потока на расстоянии 50 см вокруг дисплея, нТл, не более:	250
- в диапазоне частот 5 Гц – 2 кГц	25
- в диапазоне частот 2 – 400 кГц	
Поверхностный электростатический потенциал, В, не более	500

Мероприятия по снижению излучений включают:

- сертификацию ПЭВМ и аттестацию рабочих мест;
- применение экранов и фильтров;
- организационно-технические мероприятия;

- применение средств индивидуальной защиты путем экранирования пользователя ПЭВМ целиком или отдельных зон его тела;
- использование и применение профилактических напитков;
- использование иных технических средств защиты от патогенных излучений.

#### **4.1.4 Микроклимат**

Мероприятия по доведению микроклиматических показателей до нормативных значений включаются в комплексные планы организаций. Для создания благоприятных условий работы, соответствующих физиологическим потребностям человеческого организма, санитарные нормы устанавливают оптимальные и допустимые метеорологические условия в рабочей зоне помещения (табл. 24, 25). Выполняемая работа относится к категории легкая (16). [19]

Таблица 24 – Оптимальные величины показателей микроклимата на рабочих местах производственных помещений по СанПиН 2.2.4.548-96

Период года	Температура воздуха, °С	Температура поверхностей, °С	Относительная влажность воздуха, %	Скорость движения воздуха, м/с
Холодный	21 - 23	20 – 24	60-40	0,1
Теплый	23-25	22-26	60-40	0,1

Таблица 25 – Допустимые величины показателей микроклимата на рабочих местах производственных помещений по СанПиН 2.2.4.548-96

Период года	Температура воздуха, °С		Температура поверхностей, °С	Относительная влажность воздуха, %	Скорость движения воздуха, м/с	
	Диапазон ниже оптимальных величин	Диапазон выше оптимальных величин			Для диапазона температур воздуха ниже оптимальных величин, не более	Для диапазона температур воздуха выше оптимальных величин, не более
Холодный	19,0 - 20,9	23,1 - 24,0	18,0 - 25,0	15 - 75	0,1	0,2
Теплый	20,0 - 21,9	24,1 - 28,0	19,0 - 29,0	15 - 75	0,1	0,3

В данном случае температура воздуха и температура поверхностей составляют 22 °С и 21 °С при относительной влажности 45 % в холодный период года; 24 °С и 23 °С при относительной влажности воздуха 50 % в теплый период года, что соответствует нормам. [23]

#### 4.1.5 Электрический ток

Помещение, где расположены персональные вычислительные машины, относится к помещениям без повышенной опасности. Однако, опасное и вредное воздействия на людей электрического тока и электрической дуги проявляются в виде электротравм и профессиональных заболеваний. К мероприятиям по предотвращению возможности поражения электрическим током следует отнести:

- при производстве монтажных работ необходимо использовать только исправный инструмент, аттестованный службой КИПиА;
- с целью защиты от поражения электрическим током, возникающим между корпусом приборов и инструментом при пробое сетевого напряжения на корпус, корпуса приборов и инструментов должны быть заземлены;

- при включенном сетевом напряжении работы на задней панели должны быть запрещены;

- все работы по устранению неисправностей должен производить квалифицированный персонал;

- необходимо постоянно следить за исправностью электропроводки.

Перед началом работы следует убедиться в отсутствии свешивающихся со стола или висящих под столом проводов электропитания, в целостности вилки и провода электропитания, в отсутствии видимых повреждений аппаратуры и рабочей мебели, в отсутствии повреждений и наличии заземления приэкранного фильтра.

Токи статического электричества, наведенные в процессе работы компьютера на корпусах монитора, системного блока и клавиатуры, могут приводить к разрядам при прикосновении к этим элементам. Такие разряды опасности для человека не представляют, но могут привести к выходу из строя компьютера. Для снижения величин токов статического электричества используются нейтрализаторы, местное и общее увлажнение воздуха, использование покрытия полов с антистатической пропиткой. [24]

## **4.2 Экологическая безопасность**

Охрана окружающей среды сводится к устранению отходов бытового мусора и отходам жизнедеятельности человека. В случае выхода из строя ПК, они списываются и отправляются на специальный склад, который при необходимости принимает меры по утилизации списанной техники и комплектующих.

Одним из самых распространенных источников ртутного загрязнения являются вышедшие из эксплуатации люминесцентные лампы. Каждая такая лампа, кроме стекла и алюминия, содержит около 60 мг ртути. Поэтому отслужившие свой срок люминесцентные лампы, а также другие приборы,

содержащие ртуть, представляют собой опасный источник токсичных веществ.

Утилизация ламп предполагает передачу использованных ламп предприятиям – переработчикам, которые с помощью специального оборудования перерабатывают вредные лампы в безвредное сырье – сорбент, которое в последующем используют в качестве материала для производства, например тротуарной плитки.

Под хранением отходов понимается временное размещение их в специально отведенных для этого местах или объектах до их утилизации. Отработанные люминесцентные лампы, согласно классификатору отходов ДК 005-96, утвержденному приказом Госстандарта № 89 от 29.02.96 г., относятся к отходам, которые сортируются и собираются отдельно, поэтому утилизация люминесцентных ламп и их хранение должны отвечать определенным требованиям. [25]

### **4.3 Безопасность в чрезвычайных ситуациях**

Наиболее типичной ЧС для помещения, в котором осуществляется работа за учебным стендом, является пожар. Данная ЧС может произойти в случае замыкания электропроводки оборудования, обрыву проводов, не соблюдению мер пожаробезопасности и т.д.

К противопожарным мероприятиям в помещении относят следующие мероприятия:

- помещение должно быть оборудовано: средствами тушения пожара (огнетушителями, ящиком с песком, стендом с противопожарным инвентарем); средствами связи; должна быть исправна электрическая проводка осветительных приборов и электрооборудования;

- каждый сотрудник должен знать место нахождения средств пожаротушения и средств связи; помнить номера телефонов для сообщения о пожаре; уметь пользоваться средствами пожаротушения.

Помещение обеспечено средствами пожаротушения в соответствии с нормами:

- пенный огнетушитель ОП-10 – 1 шт;
- углекислотный огнетушитель ОУ-5 – 1 шт.

Помещение и этаж оборудованы следующими средствами оповещения:

- световая индикация в коридорах этажа;
- звуковая индикация в виде громкоговорителя;
- пассивными датчиками задымленности.

Для того чтобы избежать возникновения пожара необходимо проводить следующие профилактические работы, направленные на устранение возможных источников возникновения пожара:

- периодическая проверка проводки;
- отключение оборудования при покидании рабочего места;
- проведение инструктажа работников о пожаробезопасности.

Чтобы увеличить устойчивость рабочего помещения к ЧС необходимо устанавливать системы противопожарной сигнализации, реагирующие на дым и другие продукты горения, установка огнетушителей, обеспечить помещение и проинструктировать рабочих о плане эвакуации из здания, а также назначить ответственных за эти мероприятия. Два раза в год (в летний и зимний период) проводить учебные тревоги для отработки действий при пожаре. В ходе осмотра рабочего помещения были выявлены системы, сигнализирующие о наличии пожара или задымленности помещения и наличие огнетушителей.

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. [25]

#### **4.4 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности**

Требования к организации рабочих мест пользователей:

– Рабочее место должно быть организовано с учетом эргономических требований согласно ГОСТ 12.2.032-78 «ССБТ. Рабочее место при выполнении работ сидя. Общие эргономические требования» и ГОСТ 12.2.061-81 «ССБТ. Оборудование производственное. Общие требования безопасности к рабочим местам»;

– Конструкция рабочей мебели (рабочий стол, кресло, подставка для ног) должна обеспечивать возможность индивидуальной регулировки соответственно росту пользователя и создавать удобную позу для работы. Вокруг ПК должно быть обеспечено свободное пространство не менее 60-120см;

На уровне экрана должен быть установлен оригинал-держатель. [22]

## Заключение

Результатом данной работы является разработанный проект автоматизации технологического процесса камеры струйного охлаждения объекта нанесения цинка на прокатанный лист металлургического предприятия АО Миталл Стил Темиртау.

Автоматизация данного процесса создаёт условия для более эффективного функционирования всех занятых в нём звеньев – от операторов и машинистов до насосов и прочих механизмов. В данной работе был рассмотрен один из вариантов создания концептуальной модели АСУТП КСО. Был подробно описан техпроцесс, структура АСУТП, модели производственных процессов и базы данных, использованные технические и программные средства, а также были созданы мнемосхемы для АРМ диспетчера. В проектирование были использованы приборы, автоматика и ПО, используемое на реальных промышленных объектах и подтвердившее свою надёжность в эксплуатации.

Основное значение данной работы заключается в приобретении навыков проектирования автоматизированных систем управления техпроцессами в металлургической отрасли и знакомстве с современными техническими и программными средствами, применяемыми для автоматизации промышленных предприятий в современных условиях.

## Список используемых источников

1. Громаков Е. И., Проектирование автоматизированных систем. Курсовое проектирование: учебно-методическое пособие: Томский политехнический университет. — Томск, 2016.
2. Ключев А. С., Глазов Б. В., Дубровский А. Х., Ключев А. А.; под ред. А.С. Ключева. Проектирование систем автоматизации технологических процессов: справочное пособие. 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Энергоатомиздат, 1990.
3. Кравцов А.Ф., Зайцев Е.В., Чуйко Ю.Н. Расчет автоматических систем контроля и регулирование металлургических процессов. Киев-Донецк: Высшая школа, 1981.-252с.
4. Котов К.И., Шершевер М.А. Средства измерения, контроля и автоматизации технологических процессов. -М.: Металлургия, 1989.-497с.
5. Глинков Г.М., Маковский В.А., Лотман С.Л. Проектирование систем контроля и автоматического регулирования, металлургических процессов. -М., 1970.-376с.
6. Качанов Ю.В., Блинов О.М., Беленький А.М. Автоматизация управления металлургическими процессами. -М., 1974.-276с.
7. Котов К.И., Шершевер М.А. Автоматическое регулирование и регуляторы. -М.: Металлургия, 1987.-379с.
8. Глешков Г.М. и др. Проектирование систем контроля и автоматического регулирования механизмов. -М.: Металлургия, 1986.-312с.
9. Бельгольский Б.П., Бень Т. Г., Зайцев Е.П. Экономика, организация и планирование производства на предприятиях чёрной металлургии. -М., 1982
10. Комиссарчик В.Ф. Автоматическое регулирование технологических процессов: учебное пособие. Тверь 2001. – 247 с.
11. Кузьмина Е.А, Кузьмин А.М. Методы поиска новых идей и решений "Методы менеджмента качества" №1 2003 г.

12. Кузьмина Е.А, Кузьмин А.М. Функционально-стоимостный анализ. Экскурс в историю. "Методы менеджмента качества" №7 2002 г.
13. Основы функционально-стоимостного анализа: Учебное пособие / Под ред. М.Г. Карпунина и Б.И. Майданчика. - М.: Энергия, 1980. - 175 с.
14. Скворцов Ю.В. Организационно-экономические вопросы в дипломном проектировании: Учебное пособие. – М.: Высшая школа, 2006. – 399 с.
15. СН2.2.4/2.1.8.562-96 «Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки»
16. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03 «Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещенному освещению жилых и общественных зданий»
17. Безопасность жизнедеятельности. Учебник. Под ред. Э.А. Арустамова / 10-е изд., перераб. и доп. — М.: Изд-во «Дашков и К°», 2006. — 476 с.
18. СП 52.13330.2011 «Естественное и искусственное освещение».
19. Назаренко, Ольга Брониславовна. Безопасность жизнедеятельности : учебное пособие / О. Б. Назаренко, Ю. А. Амелькович; Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ). — 3-е изд., перераб. и доп. — Томск: Изд-во ТПУ, 2013. — 177 с
20. СанПиН 2.2.4.1191-03 «Электромагнитные поля в производственных условиях»
21. СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 «Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы»
22. Журнал «Нормативные акты по охране труда» №1 – 2005. «Инструкция по организации работ, охране труда и экологической безопасности при работе на ПЭВМ (ПК)»
23. СНиП 41-01-2003 «Отопление, вентиляция и кондиционирование»

24. ГОСТ Р 12.1.019-2009 «Система стандартов безопасности труда. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты»

25. ГОСТ 17.4.3.04-85 «Охрана природы. Почвы. Общие требования к контролю и охране от загрязнения»

26. <http://klapan.ru>

27. <http://wikipedia.org>

28. <http://siemens.ru>

29. <http://www.ru.endress.com/ru>

30. <http://www2.emersonprocess.com/ru-RU/Pages/Home.aspx>

31. <http://panametrics.nt-rt.ru/>

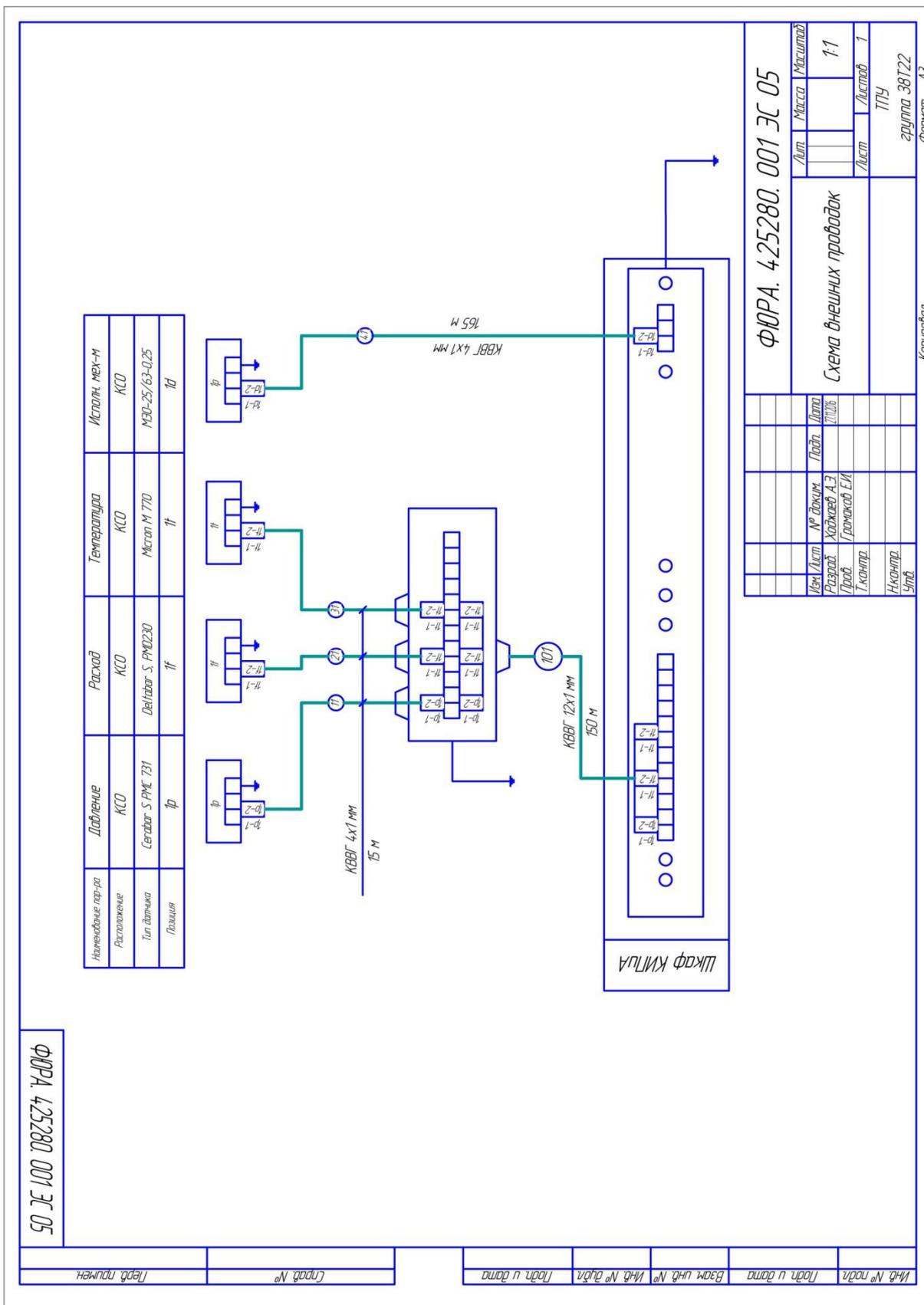
32. <http://www.mikron.ru/>

33. <http://wahlstore.ru/>





## Приложение В Схема внешних проводок

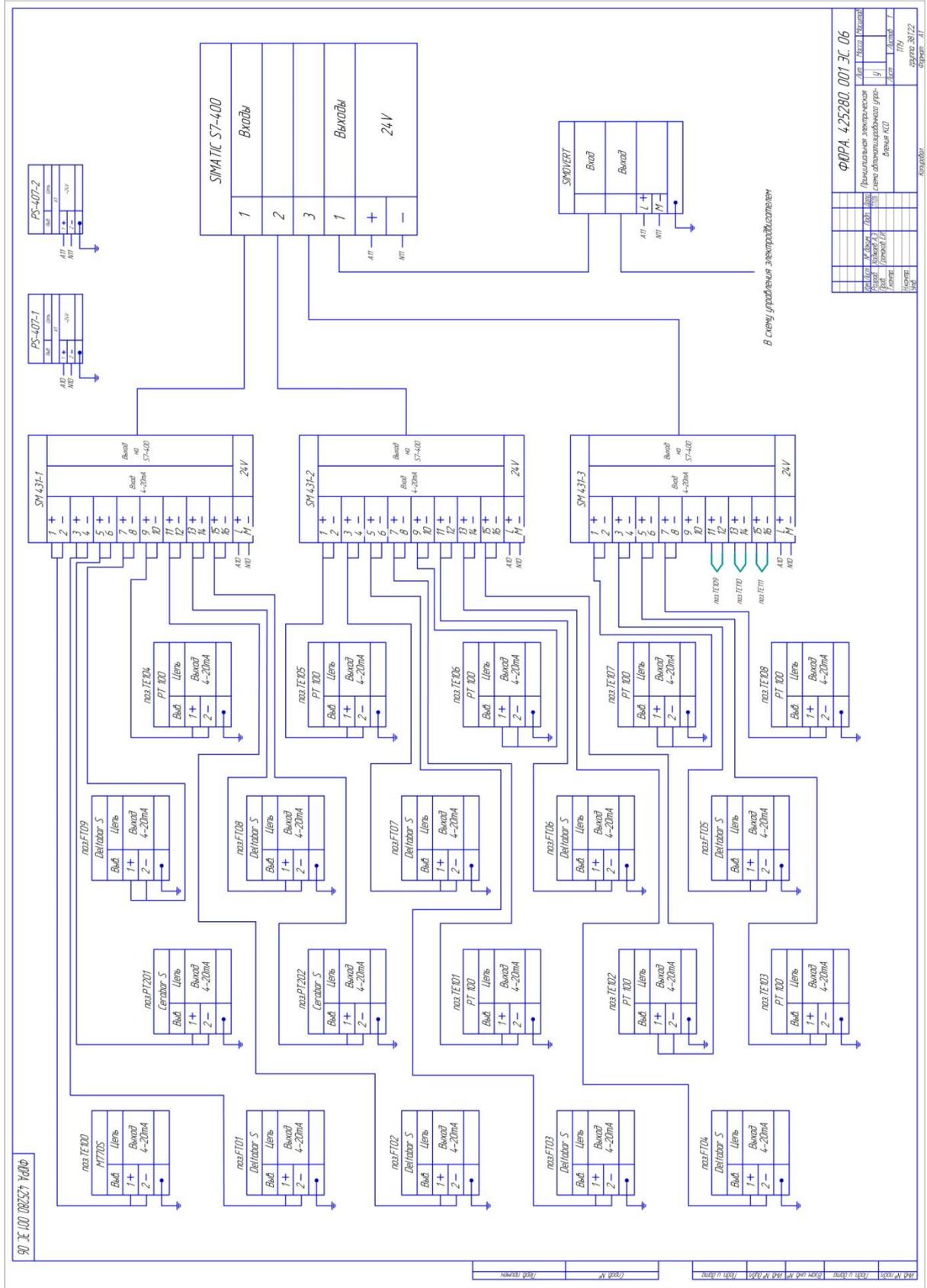


ФЮРА. 4.25280. 001 ЭС 05

Схема внешних проводок

Копирован А3

# Приложение Г Принципиальная электрическая схема



Исполнитель	Исполнитель	Исполнитель	Исполнитель	Исполнитель	Исполнитель
Проверено	Проверено	Проверено	Проверено	Проверено	Проверено
Утверждено	Утверждено	Утверждено	Утверждено	Утверждено	Утверждено
Дата	Дата	Дата	Дата	Дата	Дата
Лист	Лист	Лист	Лист	Лист	Лист
Кол-во	Кол-во	Кол-во	Кол-во	Кол-во	Кол-во
Итого	Итого	Итого	Итого	Итого	Итого

ФУРА 4.25280 001 ЭС 06

Выполнена электрическая  
схема автоматизированной управ-  
ляющей системы

Исполнитель: [ ]  
Проверено: [ ]  
Утверждено: [ ]  
Дата: [ ]  
Лист: [ ]  
Кол-во: [ ]  
Итого: [ ]



