



ТОО «Системотехника»

**ЦПО АО «ССГПО» Реконструкция обжиговой машины №5
Модернизация АСУ ТП обжиговой машины №5»**

Общесистемные решения

РС.SSG.21-0096-АТХ.ОР.М.6

Книга 6

2021 г.

**ЦПО АО «ССГПО» Реконструкция обжиговой машины №5
Модернизация АСУ ТП обжиговой машины №5»**

Общесистемные решения

РС.SSG.21-0096-АТХ.ОР.М.6

Книга 6

Технический директор

В.Ю. Аксельрод

2021 г.

№	Обозначение				Наименование	Кол. листов	При меч.
1	РС.SSG.21-0096-АТХ.ТП.М.6				Опись книги 1	1	
2	РС.SSG.21-0096-АТХ.ОР.М.6				Общесистемные решения	97	

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение	6
1 Общие сведения	8
2 Назначение и цели создания АСУТП ОМ5	10
3 Состав Рабочего проекта	11
4 Нормативы и стандарты, использованные при проектировании	13
5 Описание ОР АСУТП ОМ5	14
5.1 Объем автоматизации и базовые принципы построения АСУТП	14
5.1.1 Общие сведения по объему автоматизации	14
5.1.2 Принципы построения АСУТП ОМ5	15
5.2 ОР в части функционально-алгоритмической структуры	16
5.3 ОР по выбору системной платформы АСУТП ОМ5	17
5.3.1 Обоснование выбора оборудования для системной платформы	17
5.3.2 Элементы системной платформы АСУТП ОМ5	18
5.4 ОР в части технического обеспечения	20
5.4.1 Техническое обеспечение АСУТП ОМ5	20
5.4.2 Оборудование сбора и передачи данных для системы АСТУЭ	25
5.5 Решения по общему алгоритму функционирования	27
5.6 Питание АСУТП	28
5.7 Решения в части информационного обеспечения	28
5.7.1 Общие сведения	28
5.7.2 Принципы построения внутримашинной информационной базы	29
5.7.3 Состав и объем внутримашинной информационной базы данных	30
5.7.4 Структура внутримашинной информационной базы	31
5.7.5 Организация внемашиной информационной базы	32
5.8 Решения по математическому обеспечению	32
5.8.1 Алгоритм сбора и обработки сигналов КИП	33
5.9 Решения по составу и схемам контуров регулирования ОМ5	34
5.9.1 Структурные схемы контуров регулирования	35
5.10 Решения по программному обеспечению	48
5.11 Решения по организационному обеспечению	49
5.11.1 Организация эксплуатации и обслуживания АСУТП	49
5.11.2 Решения по интерфейсам пользователей АСУТП	49
5.11.3 Решения по интерфейсам пользователя для управления агрегатами	57
5.12 Решения по защите от несанкционированного доступа	62
5.13 Решения по организации обслуживания и сопровождения АС	63
6 Решения в смежных частях проекта	65
6.1 Строительные решения	65

6.2 Решения по электроснабжению	65
6.3 Решения по охране труда и технике безопасности.	65
6.4. Решения по охране окружающей среды.....	65
6.5 Решения по противопожарным мероприятиям	65
6.6 Решения по оборудованию операторских помещений	66
ПРИЛОЖЕНИЕ 1. Перечень и содержание задач АСУТП ОМ5	67
ПРИЛОЖЕНИЕ 2. Функциональная схема АСУТП ОМ5	72
ПРИЛОЖЕНИЕ 3. Укрупненная структура КТС АСУТП ОМ5.....	73
ПРИЛОЖЕНИЕ 4 Структурные схемы контуров регулирования АСУТП ОМ5.....	74

Введение

Настоящий документ содержит описание общесистемных решений (ОР) по автоматизированной системе управления технологическим процессом термообработки железорудных окатышей на обжиговой конвейерной машине №5 (далее АСУТП ОМ5) и автоматизированной системе технического учета электроэнергии (далее АСТУЭ), принятых при разработке проекта: «ЦПО. Модернизация АСУТП обжиговой машины №5».

Проектирование автоматизированной системы управления технологическими процессами (АСУТП) обжигового комплекса на базе обжиговой машины (ОМ) №5 осуществляется в связи с её реконструкцией в рамках работы: - «ЦПО АО «ССГПО» Реконструкция обжиговой машины №5. Модернизация АСУ ТП обжиговой машины №5». Проект реконструкции ранее был выполнен ОАО «УРАЛМЕХАНОБР» в период 2019 – 2020 г.г.

Объем работ по проектированию данной АСУТП ОМ5 регламентирован Договором на выполнение проектных работ №РС/SSG/21-0096 от 15.01.2021 г. между АО «Соколовско-Сарбайское горно-обогатительное производственное объединение» (АО «ССГПО») и ТОО «Системотехника».

В документ включены описания принципиальных концептуальных, архитектурных, структурных, алгоритмических и программно-технических решений, определивших динамические, эксплуатационно-прикладные и сервисные параметры АСУТП, а также состав, объемы и содержание работ по организации ее создания и эксплуатации.

Описываемые далее «Общесистемные решения» в полной мере учитывают требования технического задания (далее ТЗ) на рассматриваемую АСУТП, положения существующего технологического регламента и требования Заказчика, изложенные в Задании на проектирование «ЦПО АО «ССГПО» Реконструкция обжиговой машины №5. Модернизация АСУ ТП обжиговой машины №5».

СПИСОК ПРИНЯТЫХ СОКРАЩЕНИЙ

АВР	Автоматическое Включение Резерва
АРМ	Автоматизированное Рабочее Место
АСУТП	Автоматизированная Система Управления Технологическим Процессом
АСОДУ	Автоматизированная Система Оперативного Диспетчерского Управления
АСТУЭ	Автоматизированная Система Технического Учета Электроэнергии
АТС	Автоматическая телефонная станция
ИБП	Источник Бесперебойного Питания
ИИС	Информационно-Измерительные Системы

ИМ	Исполнительный Механизм
ИО	Информационное обеспечение
КИП	Контрольно-Измерительные Приборы
КС	Контроллерная станция
КТС	Комплекс Технических Средств
МО	Математическое обеспечение
ОМ	Обжиговая Машина
ОР	Общесистемные решения
ПО	Программное Обеспечение
ПСУ	Помещение Систем Управления
ПТС	Поточно–Транспортная Система
ПЛК	Программируемый Логический Контроллер
СУ	Система управления
ТО	Техническое обеспечение
ТОУ	Технологические Объекты Управления
ТЗ	Техническое Задание
УСО	Устройство связи с объектом
ЧРП	Частотно-Регулируемый Привод
НА	Направляющий аппарат

1 Общие сведения

- Полное наименование проекта: «ЦПО. Модернизация АСУТП реконструированной обжиговой машины №5».
- Условное обозначение: АСУТП ОМ5.
- Основание для выполнения работ по проектированию АСУТП ОМ5: договор №РС/SSG/21-0096 от 15.01.2021 г. между АО «ССГПО» и ТОО «Системотехника».
- Объем работ по договору предусматривает разработку рабочей документации (РД) АСУТП ОМ 5 в составе, в соответствии с требованиями ГОСТ 34.201-89 «Виды, комплектность и обозначение документов при создании автоматизированных систем».

Основные этапы выполняемой работы:

- Разработка ТЗ
 - Разработка общесистемных решений
 - Разработка организационного обеспечения
 - Разработка математического обеспечения
 - Разработка информационного обеспечения
 - Разработка технического обеспечения
 - Разработка программного обеспечения
- Плановые сроки начала и окончания работы по созданию системы: работы по разработке и созданию системы выполняются и принимаются поэтапно, согласно календарному плану выполнения работ, формируемому на этапе заключения договора на проектирование и внедрение системы.

Исходная информация для проектирования взята из следующих документов:

- Техническое задание на разработку АСУТП ОМ5, с учетом требований задания на проектирование;
- Описания технологических установок и вспомогательного оборудования, обеспечивающих процессы обжигового комплекса;
- Перечень и технические характеристики существующих электроприводов, подлежащих контролю и управлению в условиях АСУТП;
- Исходные данные для проектирования автоматизированной системы технического учёта электроэнергии;
- Принципиальные электрические схемы пуска/останова электроприводов ПТС и технологического оборудования в ЦПО АО "ССГПО";
- Схема принципиальная АГБ (ПТУ "Рудоавтоматика" ЦЛАМ);
- Планы расположения оборудования;
- Чертежи, планы и разрезы помещений.

Проектом предусмотрены следующие основные технические решения

1. Замена серверного оборудования, автоматизированных рабочих мест операторов, инженерной станции.
2. Замена резервированных контроллерных станций с CPU 417-Н и CPU414-Н на резервированные станции с CPU S7- 410 5Н.

3. Замена существующей прикладной системной программной платформы Siemens PCS7 V6.0. на PCS7 V9.0 и выше.
4. Замена кабельной сети PROFIBUS на резервированную сеть повышенной надежности с применением активного коммуникационного оборудования SCALANCE, протоколов PROFINET, TCP/IP медных и оптических кабелей связи.
5. Обновление существующих электронных устройств защит двигателей SIMOCODE электронными устройствами защиты SIMOCODE PRO V PN с подключением их к сети PROFINET.
6. Замена существующих электронных устройств управления электроприводами SINAMICS, на аналогичные с учетом необходимости их обвязки сетью PROFINET, подключения к электрическим модулям станции ET200 SM HA, а также с учетом проектных решений ООО «Уралмеханобр» в части электроприводов технологического оборудования.
7. Обновление системы газообнаружения (установка газоанализаторов, дополнительных F-модулей дополнительная рейка, свето-звуковой сигнализации).
8. Обновление средств КИП и А.

2 Назначение и цели создания АСУТП ОМ5

Назначение модернизированной АСУТП реконструированной обжиговой машины №5 идентично назначению существующей АСУТП ОМ5, а именно: она предназначена для автоматизированного контроля и управления, в режиме реального времени, технологическими процессами окомкования и обжига, осуществляемого на технологических нитках окомкования 13, 14, 15 участка сырых окатышей, собственно обжиговой машины №5 и установках, входящих в ее инфраструктуру на участке обжига.

АСУТП ОМ5 предназначена для управления технологическими процессами термообработки не офлюсованных железорудных окатышей на обжиговой машине №5 ЦПО АО «ССГПО» и управления механизмами и электроприводами, входящими непосредственно в состав комплекса оборудования данной ОМ, включая оборудование участка окомкования и поточно-транспортной системы.

Целями разработки АСУТП ОМ5 являются:

- 1) Создание условий для устойчивой работы ОМ и гарантированного удержания показателей ее работы.
- 2) Обеспечение стабильных значений параметров технологического процесса в области регламентных режимов и минимизация технологических нарушений с целью повышения качества обожженных окатышей.
- 3) Обеспечение высокого уровня безаварийного функционирования ОМ и увеличение срока ее эксплуатации.
- 4) Снижение расхода газа за счет применения современных, высокоточных средств автоматизации.
- 5) Обеспечение проведения исторического анализа технологического процесса.
- 6) Обеспечение возможности передачи необходимых данных в вычислительную сеть предприятия.
- 7) Предоставление оперативному и обслуживающему персоналу высокого сервиса по получению диагностической информации о технических средствах АСУТП ОМ5, а также информации о ходе технологических процессов в виде предупреждений и оповещений при выходе их за пределы нормированных диапазонов.
- 8) Повышение надежности и эффективности управления технологическим процессом производства окатышей, за счет обновления морально устаревшей системной программной платформы, а в ряде случаев и морально-физического старения аппаратной платформы.

3 Состав Рабочего проекта

В соответствии с требованиями ГОСТ 34.201-89 «Виды, комплектность и обозначение документов при создании автоматизированных систем» Рабочий проект «АСУТП ОМ5» состоит из частей, представленных в таблице 3.1.

Таблица 3.1. - Состав Рабочего проекта «АСУТП ОМ5»

№	Наименование книги	Наименование документа	Шифр документа
АСУТП ОМ5			
1	Техническое обеспечение. Том 1	Общие данные. Схемы автоматизации. Схемы принципиальные	PC.SSG.21-0096-ATX.TO1.1
2	Техническое обеспечение. Том 2	Схемы соединений внешних проводок. Кабельные журналы	PC.SSG.21-0096-ATX.TO1.2
3	Техническое обеспечение. Том 3	Установка оборудования. Прокладка труб и кабелей	PC.SSG.21-0096-ATX.TO1.3
4	Техническое обеспечение. Том 4	Задание заводу изготовителю (шкафы)	PC.SSG.21-0096-ATX.TO1.4
5	Техническое обеспечение. Том 5	Задание на размещение элементов автоматики на технологическом оборудовании и трубопроводах	PC.SSG.21-0096-ATX.TO1.3Д
6	Техническое обеспечение. Том 6	Опросные листы	PC.SSG.21-0096-ATX.ЛО
7	Техническое обеспечение. СО1	Спецификация оборудования	PC.SSG.21-0096-ATX.TO1.CO1
8	Техническое обеспечение. СО2	Спецификация изделий и материалов	PC.SSG.21-0096-ATX.TO1.CO2
9	Программное обеспечение.	Программное обеспечение	PC.SSG.21-0096-ATX.ПО.М.4
10	Математическое обеспечение.	Математическое обеспечение	PC.SSG.21-0096-ATX.МО.М.3
11	Организационное обеспечение.	Организационное обеспечение	PC.SSG.21-0096-ATX.ОО.М.5
12	Информационное обеспечение	Информационное обеспечение	PC.SSG.21-0096-ATX.ИО.М.2
13	Общесистемные решения	Общесистемные решения	PC.SSG.21-0096-ATX.ОР.М.6
АСТУЭ ОМ5			
14	Техническое обеспечение АСТУЭ ОМ5	Общие данные. Схемы принципиальные. Кабельные журналы. Таблицы подключения	PC.SSG.21-0096-АУЭ.ТО
Сметная документация			
15	Сметная документация	Сметная документация	PC.SSG.21-0096-ATX.Б2

№	Наименование книги	Наименование документа	Шифр документа
	Часть 1	сводная	
	Сметная документация Часть 2	Сметная документация на АСУТП	РС.SSG.21-0096-АТХ.Б2.1
	Сметная документация Часть 3	Сметная документация на АСТУЭ	РС.SSG.21-0096-АТХ.Б2.2
	Сметная документация Часть 4	Сметная документация на ПНР	РС.SSG.21-0096-АТХ.Б2.3

Все документы рабочего проекта АСУТП ОМ5 выполнены в соответствии с действующими нормами, правилами, инструкциями и государственными стандартами, обеспечивающими безопасную эксплуатацию при соблюдении предусмотренных проектом мероприятий.

4 Нормативы и стандарты, использованные при проектировании

1. ГОСТ 34.601-90. ИТ. Комплекс стандартов на АС. Автоматизированные системы. Стадии создания.
2. ГОСТ 34.603-92. ИТ. Виды испытаний автоматизированных систем.
3. ГОСТ 24.701-86. Единая система стандартов автоматизированных систем управления. Надежность автоматизированных систем управления. Основные положения.
4. СТ РК 34.015-2002. ИТ. Комплекс стандартов на АС. Техническое задание на создание автоматизированной системы.
5. Правила устройства электроустановок (ПУЭ). Республика Казахстан, Министерство энергетики и минеральных ресурсов, Астана, 2003 г.

5 Описание ОР АСУТП ОМ5

5.1 Объем автоматизации и базовые принципы построения АСУТП

5.1.1 Общие сведения по объему автоматизации

Объем автоматизации предложенный в проекте АСУТП ОМ5 определяется исходными требованиями к структурным, функциональным, техническим, организационным и другим видам обеспечения АСУТП ОМ5, укрупнено определенным заказчиком в задании на проектирование договора №РС/SSG/21-0096 от 15.01.2021 и их уточнением и конкретизацией сформулированными в техническом задании на АСУТП ОМ5 разработанным проектировщиком и утвержденным заказчиком АСУТП (документ РС.SSG.21-0096-АТХ.ТЗ).

В соответствии с упомянутыми документами в рамках проекта АСУТП ОМ5 разработаны следующие инженерно-технические решения:

- Замена серверного оборудования, автоматизированных рабочих мест операторов, инженерной станции.
- Замена резервированных контроллерных станций с CPU 417-Н и CPU414-Н на резервированные станции с CPU S7- 410 5Н.
- Замена существующей прикладной системной программной платформы Siemens PCS7 V6.0. на PCS7 V9.0 и выше.
- Замена кабельной сети PROFIBUS на резервированную сеть повышенной надежности с применением активного коммуникационного оборудования SCALANCE, протоколов PROFINET, TCP/IP медных и оптических кабелей связи.
- Замена Средств КИПиА.
- Обновление существующих электронных устройств защиты двигателей SIMOCODE электронными устройствами защиты SIMOCODE PRO V PN с подключением их к сети PROFINET.
- Замена существующих электронных устройств управления электроприводами SINAMICS, на аналогичные с учетом необходимости их обвязки сетью PROFINET, подключения к электрическим модулям станции ET200 SM HA, а также с учетом проектных решений ООО «Уралмеханобр» в части электроприводов технологического оборудования.
- Обновление средств КИП и А.
- Уточнение состава и реализация контуров регулирования технологическими процессами в рамках АСУТП ОМ5.
- Расширение сервиса человеко-машинного интерфейса.
- Расширение сервиса диагностики элементов АСУТП и технологического оборудования Реконструкция состава.
- Расширение функциональных возможностей взаимодействия с внешними системами на основе стандарта OPC.

5.1.2 Принципы построения АСУТП ОМ5

Общесистемные решения, принятые в проекте АСУТП ОМ5 соответствуют базовым принципам современной концепции построения автоматизированных информационно-управляющих систем.

АСУТП ОМ5 построена в соответствии с трехуровневой иерархической моделью, а именно:

- Первый базовый уровень реализуется на основе современных средств КИП для получения первичной информации о технологических процессах на объекте управления, исполнительных устройств, для реализации команд управления, аппаратно-программных средств для регулирования электроприводами технологических установок, средств и систем локальной автоматики;
- 2-й уровень – уровень управления процессом (базовая автоматизация) – включает ПЛК с системой ввода-вывода информации и предназначен для непосредственного взаимодействия с ТОВ, реализации локальных управляющих алгоритмов, осуществления информационного обмена с уровнем 3;
- 3-й уровень – уровень визуализации и операторского управления (HMI/SCADA) – предназначен для мониторинга текущего состояния технологического объекта, восприятия управляющих воздействий оператора, диагностирования КТС уровня 2. На этом уровне осуществляется накопление исторической информации о ходе технологического процесса.

В основу проекта АСУТП ОМ5 положены следующие основные принципы при разработке технических решений:

- Структурно-функциональная организация системы принята иерархической, с четким, надежным, межуровневым взаимодействием, на основе стандартизованных промышленных протоколов обмена данными.
- Программно-аппаратная платформа для реализации и исполнения прикладных задач и функций системы выбрана с учетом соответствия концепции открытой архитектуре информационных систем.
- Интерфейсы пользователя АСУТП строятся с учетом необходимости его удобного интуитивно понятного интерактивного взаимодействия с системой автоматизации в режиме реального времени.
- В качестве полевого оборудования АСУТП и средств контроля и управления электроприводами технологических установок, выбираются средства, имеющие широкие возможности по перенастройке диапазонов и режимов измерений, а также гибкие коммуникационные интерфейсы для взаимодействия с аппаратурой технологического уровня системы автоматизации.
- Техническая структура КТС komponуется с учетом необходимости обеспечения высокой степени надежного, безотказного функционирования АСУТП в круглосуточном режиме.

- Объем необходимых физических устройств и модулей закладывается с учетом не менее 15% избыточности (по входам и выходам) и имеет запас емкости памяти для управления, сигнализации, программирования и дальнейшей модернизации процесса управления не менее 20 %.

5.2 ОР в части функционально-алгоритмической структуры

ОР АСУТП ОМ5 предусматривается реализация всего функционала системы в составе трех следующих подсистем:

- управление термообработкой окатышей на ОМ (подсистема «обжиг»);
- управление процессом производства сырых окатышей (окомкование);
- управление поточно-транспортной системой (ПТС).

В рамках данных подсистем реализуется набор прикладных задач, определенный приложением 1 настоящего документа.

Эти задачи реализуют следующий набор автоматизированных функций:

- обработка данных, с выявлением отклонений от заданных значений и изменений состояния, а также получением агрегированных (усредненных или интегрированных на интервалах) значений,
- расчет технико-экономических показателей (ТЭП) на различных временных интервалах.
- представление текущих, обработанных данных и ТЭП технологическому персоналу.
- визуализация текущих значений переменных и информации о состоянии технологических агрегатов, а также обработанных данных в виде графиков, трендов
- формирование и вывод отчетов о ходе производства и работе технологического оборудования на монитор и печать
- инициация предупредительной и аварийной сигнализации отклонений технологического процесса;
- предпусковая сигнализация ОМ;
- дистанционное управление электроприводами ОМ, ПТС и окомкования;
- вывод текущих и архивных данных;
- защита от несанкционированного доступа.
- сбор данных с датчиков о технологическом процессе и состоянии оборудования;
- прием и обработка команд оператора по управлению исполнительными механизмами
- автоматическое регулирование основных технологических параметров, включая: - перекоп высоты слоя окатышей на роликовом укладчике, высота слоя окатышей, скорость ОМ, а также температура, разряжение, соотношение газ-воздух в зонах «Сушка 2», «Подогрев 1,2,3», «Обжиг 1,2», температура в газовой воздушной камере №19;

5.3 ОР по выбору системной платформы АСУТП ОМ5

5.3.1 Обоснование выбора оборудования для системной платформы

С учетом ранее описанных архитектурно-конструктивных принципов в качестве инструментально-исполнительной среды для разработки и функционирования АСУТП ОМ5 выбрана новейшая инновационная разработка фирмы Siemens: «Распределенная система управления PCS7 версии V9.0».

Эта система обеспечивает беспрецедентно высокую эффективность инженерного управления разработкой АСУТП и широкий прикладной сервис обработки, интеграции и согласованности данных для пользователя в режиме реального времени. В версии 9.0 особый акцент сделан на обеспечение максимального переноса цифрового управления на полевой уровень за счет эффективного использования современных станций удаленного ввода-вывода SIMATIC ET 200SP HA и на гибкие коммуникационные возможностей сети PROFINET. Последнее позволяет CPU подключаться к удаленным станциям ввода/вывода посредством интегрированных PROFINET IO интерфейсов (например, к распределенным ET 200SP HA или ET 200SP I/O станциям).

PCS7 версии V9.0 имеет следующие достоинства, которые предопределяют ее применение в качестве инструментальной и исполнительской платформы для построения АСУТП ОМ5:

- Обеспечение максимальной защиты инвестиций при расширении, модернизации или интеграции АСУТП ОМ5 с другими системами автоматизации, за счет широкой функциональности набора и программной универсальности ее компонент.
- Применение единого стандарта информационного взаимодействия на основе промышленной шины Industrial Ethernet на базе PROFINET для всех иерархических уровней рассматриваемой автоматизированной системы.
- Поддержка комплексности и универсальности расширений для конфигураций PROFINET IO за счет использования центрального процессора CPU 410-5H с прошивкой V8.2.
- Возможность использования резервированных конфигураций Profinet IO (R1) и системного резервирования (S2).
- Возможность реконфигурирования в RUN для H-системы (H-CiR) и одиночной системы (CiR) с Profinet IO.
- Обеспечение новых функции безопасности и механизмов защиты посредством Security Incident Event Management (SIEM), а также функций защиты интерфейсов Profibus DP и Profinet IO.
- Двухэтапное обновление прошивки.
- Применение высокопроизводительной системы ввода-вывода SIMATIC ET 200SP HA для повышенных требований автоматизации.
- Предустановленные на серверных и рабочих станциях SIMATIC IPC версии программного обеспечения PCS7 и операционных систем Windows 10 Enterprise 2015 LTSC, Windows 7 Ultimate и Windows Server 2012 R2 Standard Edition.

Кроме того выбор PCS7 версии V9.0 позволяет обеспечить:

- Более эффективное проектирование.
- Большую гибкость с конфигурацией оповещений.
- Различные цветовые схемы для причины и следствия.
- Улучшенную визуализацию в средстве просмотра.
- Масштабируемые лицевые панели.
- Онлайн-справку на лицевой панели.
- Эффективную интеграцию полевых устройств, поддержку FDI step1.
- Импорт BATCHML.
- Использование Web-клиентов для OS.
- Прямой интерфейс для передачи данных инвентаризации в базу данных iBase в GSP.
- Расширения веб-клиента.
- Поддержку OPC UA.
- два фактора аутентификации для повышения защиты доступа.
- Экспорт циклических данных.
- Поддержку нового оборудования.
- Улучшенное управление устройствами.
- Плоская системная архитектура.
- Использование новой системной документации на основе HTML 5 для улучшения обработки и быстрого поиска информации.

5.3.2 Элементы системной платформы АСУТП OM5

1. CPU 410-5H

Процессорный модуль SIMATIC CPU 410-5H является одним из центральных элементов системной платформы, который обеспечивает реализацию основных функций контроля и управления АСУТП OM5. Его функциональные и технические характеристики оптимизированы для использования его в составе инструментально-исполнительной среды PCS7 версии V9.0. Для АСУТП OM5 выбраны два резервированных комплекта таких модулей. Каждый модуль имеет новую прошивку V8.2 с комплексными расширениями для различных конфигураций PROFINET IO. Это позволяет полностью обеспечить решение всех задач контроля и управления, как технологическими процессами, так и технологическими установками на любом из двенадцати технологических переделах ЦПО ССГПО. При этом производительность системы гибко масштабируется путем количества допустимых для SIMATIC загружаемых процессных объектов (PO). Системная карта расширения может быть выбрана на 100, 500, 1000, 1600, 2000 и более PO. Для АСУТП OM5 карта расширения выбрана на 1000 PO.

CPU 410-5H оборудован двумя PROFINET IO интерфейсами (2-портовый коммутатор для каждого интерфейса) с подключением до 250 I/O устройств и PROFIBUS DP интерфейсом для подключения до 96 PROFIBUS DP подчиненных устройств (slaves). Два интегрированных слота обеспечивают синхронизацию резервированных подсистем посредством модулей и кабелей синхронизации (FOC).

CPU 410-5H имеет 48 МВ интегрированной загрузочной памяти и по 16 МВ RAM для программ и данных. Пространство ввода-вывода контроллера рассчитано приблизительно 7 500 сигналов (PROFIBUS DP и PROFINET IO), по 16 КВ для входных и выходных сигналов

CPU 410-5H также обеспечивает :

- Время цикла 10 ms / 9 задач процесса.
- Дополнительную защиту платы от коротких замыканий с помощью защитного покрытия (conformal coating).
- Расширенный температурный режим работы до 70 °С (начиная с версии 2).
- Высокоточные отметки времени.

Кроме того в CPU 410-5H также предусмотрен:

- Предустановленный набор параметров (PCS 7 набор).
- Смена интерфейса блока без перевода в режим стоп (TCiR) при условии использования SIMATIC PCS 7 Engineering System V8.1 и выше.

2. SIMATIC ET 200SP HA

В АСУТП OM5 непосредственное взаимодействие с объектом контроля и управления осуществляется через посредство UCO SIMATIC ET 200SP HA.

SIMATIC ET 200SP HA – это модульная станция для построения систем распределенного ввода-вывода на основе сети PROFINET IO. Модули станции имеют степень защиты IP20. Компактная конструкция станции, гибкие возможности подключения и высокий коэффициент готовности за счет резервированного PROFINET соединения соответствуют требованиям непрерывного производства. Конструкция позволяет использовать до 56 модулей ввода/вывода на станцию. Высокая плотность каналов вплоть до 32 каналов на модуле шириной 22,5 мм обеспечивает максимальную экономию шкафного пространства.

Система может быть расширена различными модулями с небольшим шагом, например, цифровыми и аналоговыми входами/выходами. Все стандартные сигналы 24В подключаются с помощью терминального модуля одного типа, что обеспечивает высокую степень унификации распределительных шкафов. Станция ET 200SP HA предназначена для использования в шкафах управления. Система распределенного ввода-вывода имеет расширенный диапазон температур от -40 до + 70 °С и конформное покрытие всех компонентов. Станции компонуются из сигнальных модулей следующих типов:

- Модули ввода дискретных сигналов EM 131
- Модули вывода дискретных сигналов EM 132
- Модули ввода аналоговых сигналов EM 134
- Модули вывода аналоговых сигналов EM 135

3. SCALANCE X-100, 200

Сетевое оборудование SCALANCE X-100, 200 используется в АСУТП OM5 как средство обеспечивающие высокоэффективный и надежный обмен данными между ее информационно-активными элементами контроллеры

Неуправляемые коммутирующие модули серии SCALANCE X-100 используются в качестве медиаконвертеров при переходах от электрических к оптическим каналам передачи данных и обратно.

Благодаря использованию техники быстрого переключения, коммутирующие модули серии SCALANCE X-200 идеально отвечают требованиям к временным характеристикам, предъявляемым протоколом PROFINET. В сетевой структуре АСУТП OM5 реально представлены коммутирующие модули серии SCALANCE X-200 (смотри структурную схему КТС АТХ).

4. Сервера и АРМы

В АСУ ТП OM5 сервера и рабочие станции реализуют функции интеграции, хранения, и представления данных пользователям системы в виде мнемосхем, сводок отчетов и прочее. а также сервис взаимодействия с внешними информационными системами корпоративного уровня.

Аппаратно этот уровень включает резервированный промышленный сервер с установленной системой PCS7, рабочие станции клиентов и инженерную станцию, индивидуальную для передела обжига и окомкования.

В основе сервера и автоматизированных рабочих мест пользователей (оператора-технолога, дежурного инженера электрика, дежурного инженера КИПиА и др.) применены промышленные ПК фирмы Siemens типа PC547G Win10 Enterprise 2016 LTSB. Благодаря использованию собственных ноу-хау, фирма Siemens производит персональные компьютеры максимально пригодные для использования в промышленности, обеспечивающие высокую надежность системы и максимальную промышленную функциональность.

Данные ПК, реализующие задачи промышленной автоматизации удовлетворяют высоким требованиям, предъявляемым к персональным компьютерам для промышленного применения – высокая производительность, круглосуточная эксплуатация в условиях высокой температуры, влажности, вибрации, загрязненности окружающей среды.

5.4 ОР в части технического обеспечения

5.4.1 Техническое обеспечение АСУТП OM5

Полное описание технического обеспечения АСУТП OM5, реализованного в соответствии с рассматриваемыми в настоящем разделе ОР в части ТО представлено в документах PC.SSG.21-0096-ATX.TO1.1 - PC.SSG.21-0096-ATX.TO1.6 рабочей документации. В них исчерпывающим образом представлены технические решения для каждого уровня структурно-функциональной иерархии системы автоматизации, включая различные схемы, чертежи и спецификации.

ОР по техническому обеспечению (ТО) являются прямым следствием требований к функциональным спецификациям АСУТП OM5 и ее функционированию в режиме реального времени, ориентацией на максимальное использование преимуществ выбранной системной программной платформы и традиции реализации систем промышленной автоматизации для горно-производственных предприятий в рамках трехуровневой иерархической модели архитектуры.

1. Технические средства нижнего уровня АСУТП ОМ5

Технические средства нижнего уровня АСУ ТП ОМ5 включают приборы и средства автоматики в соответствии с функциональной схемой автоматизации, фрагмент которой приведен в приложении 2 настоящего документа.

В основном это контрольно-измерительные приборы и средства автоматики (КИПиА) фирмы Endress-Hauser, Митран, а также цифровые системы контроля работы и регулирования электроприводами технологических аппаратов инфраструктуры производства окатышей на ЦПО АО «ССГПО» от фирмы Сименс (Sinamics, Sinamics DCM, Simocode).

2. Технические средства технологического уровня АСУТП ОМ5

На технологическом уровне используются две интеллектуальные микропроцессорные дублированные системы управления на основе программируемых логических контроллеров (ПЛК), включающих устройства связи с объектом (УСО) на базе модулей удаленного ввода-вывода - ET200 SP HA. В качестве центрального процессорного устройства (CPU) в контроллерах используется CPU серии S7-410-5H от фирмы Сименс. Один из контроллеров решает задачи управления электроприводами ПТС линий окомкования, а второй реализует управление обжиговой машиной и вспомогательным оборудованием, обеспечивающим ее работоспособность (Дымососы, Вентиляторы, Эксгаустер). Кроме того, контроллеры обеспечивают диагностику работоспособности системы управления, включая коммуникации, УСО, исполнительные механизмы и другие устройства полевой автоматики.

3. Технические средства диспетчерского уровня АСУТП ОМ5

На диспетчерском уровне, где в основном реализуются функции визуализации и операторского управления (HMI/SCADA), накопление исторической информации о технологическом процессе, моделирование и прогноз эффективности функционирования объекта управления, используется клиент-серверная система SCADA WinCC от фирмы Сименс.

4. Особенности структурной схемы комплекса технических средств

Структурная схема комплекса технических средств (КТС) АСУТП ОМ5 приведена в приложении 3. КТС АСУТП ОМ5 включает 14 шкафов следующего функционального назначения:

1. Шкаф серверов.
2. Шкаф АРМ.
3. Шкаф CPU ОМ.
4. Шкаф CPU ПТС.
5. Шкаф УСО №1.
6. Шкаф УСО №2.
7. Шкаф УСО №3.
8. Шкаф УСО №4.
9. Шкаф УСО №5.
10. Шкаф УСО №6.
11. Шкаф УСО №7.
12. Шкаф УСО №8.
13. Шкаф КИП №1.

14. Шкаф КИП №2

Чертежи общего вида, спецификация и электрические схемы шкафов приведены в задании Заводу изготовителю (РС.SSG.21-0096-АТХ.ТО1.4).

В составе КТС АСУТП в качестве технической основы контроллерных станций «Обжиг» и «ПТС», используются программируемые контроллеры на базе CPU Simatic S7-410-5H с «горячим резервированием» смонтированные в шкафные конструкции (шкаф) со степенью защиты IP65. В каждом из контроллеров имеются интерфейсы для подключения к сетевой коммуникации обеспечивающей их взаимодействие с серверной станцией. Серверная станция также как и контроллерная монтируется в металлическом шкафу промышленного применения, но со степенью защиты IP20, поскольку размещается в помещении с менее жесткими условиями эксплуатации. Техническую основу серверной станции составляет резервированная пара промышленных компьютеров SIMATIC Rack PC547, где инсталлирована SCADA WinCC версии исполнения из состава сервиса распределенной системы управления от фирмы DCS PCS7 V9.0.

Для реализаций функций АРМ специалистов в составе КТС диспетчерского уровня предусмотрены четыре рабочие станции специалистов: - оператора-технолога, дежурного электрика, дежурного специалиста КИПиА. Кроме того, для обеспечения программного сопровождения и настройки АСУТП предусмотрена инженерная станция с соответствующей лицензией.

Рабочая станция оператора-технолога, станция дежурного электрика, станция дежурного инженера КИПиА и промышленные серверы объединены локальной сетью Industrial Ethernet со скоростью передачи данных 100Mb/c, которая обеспечивает необходимое информационное взаимодействие пользователей с АСУТП, а также техническую возможность перспективы интеграции АСУТП в корпоративную сеть АО «ССГПО».

Сегменты сети Industrial Ethernet организованы на базе коммутаторов SCALANCE X206-2. Модуль X206-2 имеет 8 портов для подключения медных сетевых кабелей с вилкой RJ45. Подключение к рабочим станциям выполнено стандартным ТР-кордом.

Кроме серверных станций, контроллерных станций и АРМ элементами структуры КТС АСУТП ОМ5 являются, также, восемь шкафов УСО в которых смонтированы станции распределенного ввода-вывода фирмы Siemens ET 200 SP HA с сигнальными модулями следующих типов:

- Модули ввода дискретных сигналов EM 131.
- Модули вывода дискретных сигналов EM 132.
- Модули ввода аналоговых сигналов EM 134.
- Модули вывода аналоговых сигналов EM 135.

Оборудование в шкафах УСО и КИП предназначено для сбора информации с датчиков, установленных на технологическом процессе и для управления исполнительными механизмами регулирующими режимы работы технологических установок. Назначение шкафов УСО АСУТП ОМ5 для обеспечения технологическим установкам представлено в таблице 5.1. Закрепление шкафов УСО АСУТП ОМ5 за конкретными технологическими установками с целью их контроля и управления приведено в таблице 5.1.

Таблица 5.1. Закрепление шкафов УСО АСУТП ОМ5 за технологическими установками

Имя шкафа CPU	№ шкафа УСО	Технологическое оборудование контролируемое и управляемое УСО	Количество каналов в УСО/PN				
			DI	DO	AI	AO	DL
1	2	3	4	5	6	7	8
ОМ	1	АТУ, дымососы Д1-Д6 и вентиляторов В7, В8 (контроль вибрации и температуры установок инфраструктуры ОМ)	-	-	128	-	-
ОМ	2	Электроприводы ИМ дроссельных заслонок (Др1...Др9.1) дымососов Д1...Д6, вентиляторов В7, В8 (контроль и управление манометрическим режимом обжига)	80	48	32	-	-
ОМ	3	Электроприводы ИМ регулирования режимов работы газовых горелок зоны сушка 2 и зон подогрев 1, 2, 3, а также контроль температурного и манометрического режима этих зон.	64	32	54	-	-
ОМ	4	Контроль и управление ИМ регулирования режимом работы горелок зон обжига 2,3 обеих сторон ОМ, терморегима и манометрии в этих зонах	48	32	64	-	-
ОМ	5	Электроприводы конвейеров 17 или 18 (контроль и управление загрузкой сырых и выгрузкой обожженных окатышей	16	16	16	-	6
ОМ	6	Дымососы Д1...Д6, вентиляторы В7, В8, АТУ 69 и 70 (контроль мощности и тока)	-	-	32	-	-
ОМ	7	Дымососы Д1...Д6, вентиляторы АТУ 69 и 70 (контроль блокировок ОМ)	32	16	-	-	-
ПТС	8	Контроль и управление электрооборудованием 4-х ниток - 13,14, 15, 13А приготовления сырых окатышей	66	32	16	8	26

Станции распределенного ввода-вывода в шкафах УСО подключаются к соответствующему резервированному контроллеру Simatic S7-410-5Н через резервированную сеть Profinet IO. Для замены сигнальных модулей ввода-вывода на ходу без отключения питания в станциях ввода-вывода используются активные шинные модули.

Протокол и аппаратура сети Profinet IO, обеспечивает высокоскоростное надежное взаимодействие с удаленными объектами. Для того, что бы любой из CPU резервированного контроллера был способен взаимодействовать с УСО, каждая входящая в УСО станция ввода-вывода включает интерфейсный модуль IM 155-6 PN HF/2. Оба центральных процессора резервированного контроллера должны иметь идентичные возможности по обслуживанию всего подключенного к ним УСО, однако, управление системой ввода-вывода в текущий момент времени всегда осуществляет только один центральный процессор резервированного PLC.

Соответствие шкафов УСО АСУТП ОМ5 для контроля и управления конкретными технологическими установками представлено в таблице 5.1.

В рамках структурной схемы КТС для цели управления и защиты неуправляемых электродвигателей технологических установок (конвейеры, дымососы и прочее) с рабочим напряжением 380В предусмотрены базовые модуль Simocode pro V Pn с модулями измерения тока, соединительными кабелями и другими аксессуарами, учитывающими рабочие токи электродвигателей и взаимное расположение оборудования на панелях ЩСУ. Перечень аксессуаров приведен в спецификации оборудования РС.SSG.21-0096- АТХ.ТО.СО1. Для регулирования скорости электродвигателей технологических установок с управляемым электроприводом используются частотные преобразователи Sinamics и Sinamics DCM.

Перечень нерегулируемых и регулируемых электроприводов технологических установок переделов обжига и окомкования, а также выбор для них устройств защиты, пуска и регулирования скорости электродвигателей приведены в таблицах 5.2 и 5.3.

Таблица 5.2 Перечень электроприводов ОМ №5. Участок обжига

№ п/п	Наименование агрегата	P, кВт	U, В статора	I, А статора	№ ЩСУ/ панели	Средство защиты, управления	Примечание
1	2	3	4	5	6	7	8
1	Газовая задвижка ДУ-400					Simocode	По 2013.18-ЭМ1
2	Р/укладчик					Simocode	
3	Привод ОМ =тока					Sinamics DCM	ЧПП – Sinamics DCM
4	Конвейеры №13а,					Simocode	
5	Конвейеры,13б					Simocode	
5	Конвейеры №14,					Simocode	
6	Конвейеры №,15					Simocode	
7	Конвейеры №,15а					Simocode	
8	Обдув вентиляторов					Simocode	
9	Вибратор колосникового поля					Simocode	
10	Дымосос №1	800	6000	97		Simocode	По 2013.18-ЭМ1

№ п/п	Наименование агрегата	Р, кВт	U, В статора	I, А статора	№ ЩСУ/ панели	Средство защиты, управления	Примечание
1	2	3	4	5	6	7	8
11	Дымосос №2	800	6000	97		Simocode	По 2013.18-ЭМ1
12	Вентиляторы №№3-6	800	6000	96		Simocode	По 2013.18-ЭМ1
14	Вентилятор №7					Simocode	
15	Вентилятор №8					Simocode	
16	АТУ-69	50	6000	62		Simocode	По 2013.18-ЭМ1
17	АТУ-70					Simocode	
18	Мех. Отжима					Simocode	
19	М/насосы р/укладчика					Simocode	

Таблица 5.3 Перечень электроприводов ОМ №5. Участок сырых окатышей

№ п/п	Наименование агрегата	Р, кВт	U, В статора	I, А статора					Управ-е
				Нитка 13	Нитка 14	Нитка 15	Нитка 13А	Общие	
1	Окомкователи	90	380	178	178	178	178		Sinamics
2	Скребок	7,5	380	18	18	18	18		Simocode
3	2 - х шинковый смеситель	55	380	103	103	103	103		Simocode
4	Конвейер №9	18,5	380	35	35	35	35		Simocode
5	Грохота	18,5	380	41,1	41,1	41,1	41,1		Simocode
6	Конвейер №10	11	380	39,8	39,8	39,8	39,8		Simocode
7	Конвейер №10А	5,5	380	12,3	12,3	12,3	12,3		Simocode
8	Конвейера №11,	5,5	380	12,3	12,3	12,3	12,3		Simocode
9	Конвейера №, 12,	15	380	-	-	-	-	31	Simocode
10	Конвейера №, 13	15	380	-	-	-	-	31	Simocode
11	Конвейер 13В	5,5	380	-	-	-	-	12,3	Simocode
12	вибраторы бункера (12шт)	0,27	380	4	4	4	4		Simocode

5.4.2 Оборудование сбора и передачи данных для системы АСТУЭ.

Для организации технического учёта электроэнергии на отходящих фидерах подстанций ПС-25 и ТП25-1, питающих технологическое оборудование обжиговой машины №5, применены контрольно-измерительные приборы на базе микропроцессорных счётчиков «Альфа» А1802RALQ-P4G-DW-4.

Перечень фидеров, питающих технологическое оборудование обжиговой машины №5, приведен в таблице 5.4.

Таблица 5.4. Перечень фидеров подстанций

Наименование подстанции	Номинальное напряжение подстанции	Наименование фидера	Назначение фидера
ПС-25	6кВ	25-25	Вентилятор №6
		25-26	Вентилятор №5
		25-27	Вентилятор №4
		26-28	Дымосос №2
		25-29	Вентилятор №7
		25-30	АТУ-74
		25-31	Дымосос №1
		25-33	Вентилятор №3
ТП25-1	0,4кВ	10	7-ЩСУ-22
		11	20ЩСУ-22
		13	21ЩСУ-22
		15	19ЩСУ-22
		17	7ЩСУ-23
		18	Ввод АТУ-73

Структурная схема сбора данных для системы технического учёта электроэнергии приведена в разделе РС.SSG.21-0096-АУЭ.

Счётчики «Альфа» для учета активной и реактивной энергии и мощности отходящих фидеров (ячейки 25-31, 33) подстанции ПС-25 (6кВ) и отходящих фидеров (фидеры 10, 11, 13, 15, 17, 18) подстанции ТП25-1

(0,4кВ) размещены в двух отдельных шкафах учета АСТУЭ №1 и учета АСТУЭ №2.

Информация со счётчиков по интерфейсу RS485 поступает в шкаф сбора и передачи информации шкафа учета АСТУЭ №3. Дальнейшая передача информации в Центр сбора информации АСТУЭ осуществляется по двум каналам связи:

- основной канал передачи (выделенная медная пара для SHDSL-модемов);
- резервный канал передачи (аналоговый модем через АТС по номеру телефона).

Линия связи (основной и резервный каналы) оборудована модулями защиты линий от перенапряжений. Для защиты линий RS-485 применены модули типа УЗЛ-7,5/10кА, для защиты линий SHDSL и ТФ — модули типа APCPTEL2 ProtectNet.

Рабочая документация по прокладке линии связи приведена в разделе РС.SSG.21-0096-АТХ.ТО1.3 данного проекта.

В Центре сбора информации на существующую стойку 19” устанавливается дополнительное коммутационное оборудование (см. спецификацию РС.SSG.21-0096-АТХ.СО1) для приёма информации со шкафа учета АСТУЭ №3.

5.5 Решения по общему алгоритму функционирования

Система рассчитана на длительное (не менее 10 лет) бесперебойное функционирование АСУТП ОМ5 с круглосуточным режимом работы в «реальном времени» с остановками для проведения регламентных и профилактических работ.

Проектные решения по регламенту функционирования АСУТП, формализуются общим алгоритм функционирования АСУТП, который определяет временной и событийный порядок функционирования всех подсистем АСУТП обжигового комплекса в режиме реального времени, задавая логику вызова задач и функций системы, динамику их выполнения в различных режимах работы технологических агрегатов и установок (местный, дистанционный, автоматический). То есть общий алгоритм функционирования АСУТП реализует условия автоматического непрерывного выполнения всех функций и задач АСУТП в режиме реального времени, включая сбор и контроль информации, автоматическое регулирование технологических параметров объекта (контура регулирования), выполнение команд управления, задаваемых оператором (диспетчером) дистанционно, включая дистанционное управление исполнительными органами любого из контуров регулирования технологическими параметрами.

Проектом АСУТП предусмотрено выполнения всех функций и задач в режиме реального времени. В этой связи наложены определенные требования на динамику их инициации и исполнения. В частности, определены следующие характеристики:

- период сбора информации в цикле регулярного контроля на уровне АРМ оператора составляет 1 с;
- время между появлением сигнала на датчике (сигнализаторе) и фиксацией прихода сигнала на средства автоматизации RTU не более 0,5 с;
- время обмена информацией с «внешними» АСУ ТП от 1 и более секунд, в зависимости от ограничений со стороны этих АСУТП.
- выполнение всех команд, задаваемых оператором (диспетчером) на интерфейсных средствах пользователя верхнего уровня АСУ ТП, включая дистанционное управление технологическим оборудованием не более 2 секунд.
- период опроса аналоговых сигналов с учетом времени преобразования АЦП в составе УСО (при работе в программном режиме работы системы), не менее 5 секунд.
- Задержка получения сигнализаций о состоянии оборудования и нарушений технологического процесса не более 2 секунд.

Технические и программные средства АСУТП рассчитаны для работы в непрерывном режиме с проведением регламентных работ по поддержанию и обслуживанию системы без остановки технологического режима. Режим функционирования предусматривает возможность выполнения диагностических задач и процедур для основных компонентов системной аппаратной платформы. В системе предусмотрена диагностика работоспособности приборов КИПиА, имеющих необходимый интерфейс доступа к диагностической информации и интерфейс для инициации внутренних диагностических процедур и тестов путем их принудительной или периодической инициации. Диагностика работоспособности контроллеров, серверов, рабочих станций и сетевого оборудования обеспечивается в пределах функциональных

возможностей соответствующего ПО фирм производителей этих аппаратных средств. При возникновении неисправности в системе, обусловленной отказом любого из перечисленного выше компонента, в системе предусмотрена функция регистрации таких событий в соответствующих журналах.

Диагностика первичных преобразователей (датчиков, нормирующих устройств) производится по допустимым значениям измеряемого параметра.

Диагностика работоспособности контроллеров использует функции, встроенные в контроллеры. Диагностика ПК использует функции операционных систем.

5.6 Питание АСУТП

Для обеспечения бесперебойного стабилизированного питания КТС АСУТП применён источник бесперебойного питания Е₁200-3 кат.№ 6SU120-2BA00 мощностью 20кВА с батареями с трехфазным входом и однофазным выходом, со встроенным байпасом, производства фирмы Masterguard.

Для повышения надежности применена схема электропитания от двух фидеров 380В, 50Гц - основного и аварийного.

При пропадании напряжения на основном фидере переключение на резервный фидер производится с помощью аппарата автоматического ввода резерва АВР.

Питание низковольтной аппаратуры производится с помощью источников питания фирмы Siemens типа SITOP =24В, на токи 5А, 10А, 20А.

5.7 Решения в части информационного обеспечения

5.7.1 Общие сведения

ОР по информационному обеспечению АСУТП ОМ5 определяют его следующие основные разделы:

- организацию сбора и передачи информации
- систему классификации и кодирования;
- внутримашинную информационную базу;
- внешнюю информационную базу.

Для организации сбора и передачи информации используются стандартные унифицированные протоколы и интерфейсы, совместимые с принципами взаимодействия в рамках семиуровневой сетевой модели OSI.

Принятая система классификации и кодирования соответствует общемировой практике графической и символьной кодировки параметров и программно-аппаратных средств АСУТП в приложении к современным системам управления и защиты технологических процессов. Полное описание системы классификации и кодирования информации циркулирующей в системе, идентификации оборудования КИП и А, контуров регулирования и других параметров АСУТП ОМ5 приведено в документе РС.SSG.21-0096-АТХ.ИО и учитывает основные положения общепризнанной международной практики (стандарт ANSI/ISA S5.1-1984 "Instrumentation Symbols and Identification"), а также собственный опыт разработчика АСУТП ОМ5.

Вся технологическая информация, циркулирующая в АСУТП (информационный фонд) локализуется в блоках данных оперативной памяти контроллерных станций ОБЖИГ и ПТС, имеющих определенную структуру. Экземпляры этих блоков используются при первичной обработке данных для хранения вторичной информации о состоянии объекта управления, настроечных параметров алгоритмов обработки информации, промежуточных результатов вычислений и диагностической информации.

Для АСУТП ОМ5 определены следующие типы блоков данных:

1. Блоки данных, имеющие тип «DB ANALOG». Они включают атрибуты, используемые для обработки данных показаний аналоговых датчиков. Совокупность экземпляров блоков «DB ANALOG» описывает следующие технологические показатели процессов окомкования и обжига:
 - Уровни сырья в бункерах для производства сырых окатышей.
 - Температуры в рабочих зонах и на ОМ №5.
 - Давления, разрежения и расходы газа и воздуха на горелки ГВК и в магистралях ОМ №5.
 - Давления в магистралях воздуха и газа.
 - Положение заслонок регулирующих органов и исполнительных механизмов и прочее
2. Блоки данных, имеющие тип «DB DIGITAL». Совокупность экземпляров блоков «DB DIGITAL» описывает состояние технологических агрегатов, средств автоматики и режимов управления, фиксируемых на основе дискретных сигналов поступающих с объекта управления. В частности это дискретные сигналы о состоянии оборудования участка окомкования, сигнализация работы ПТС, сигналы крайних положений состояния регулирующих органов на воздуховодах и газопроводах, индикация наличия донной и бортовых постелей, сигнализация готовности к пуску ОМ и установление рабочего режима газового хозяйства.
3. Блоки данных, имеющие тип «DB PID-регулятор». Совокупность экземпляров блоков «DB PID-регулятор» описывает структуру и параметры контуров регулирования. В частности это контура регулирования манометрического и теплового режимов в различных зонах ОМ и других точках ее технологической инфраструктуры

Полный перечень атрибутов описываемых типами «ANALOG», «DIGITAL», «PID-регулятор» приведен в документе «Информационное обеспечение» РС.SSG.21-0096-АТХ.ИО.

5.7.2 Принципы построения внутримашинной информационной базы

Внутримашинную информационную базу составляют объекты долговременного хранения, размещаемые на магнитных носителях, и наборы разнообразных структур данных, размещаемые в оперативной памяти вычислительных средств и существующие только во время функционирования этих вычислительных средств.

Состав и структура информационных объектов АСУТП ОМ5 формируется автоматизированным образом в среде PCS7 при ее конфигурировании под конкретную

аппаратную платформу, функциональные особенности и режим функционирования АСУТП.

Весь внутри машинный информационный фонд АСУТП ОМ5 включает следующие информационные объекты:

- базы данных, организуемые средствами ПО SCADA;
- библиотеки программных средств;
- архивы файлов других типов.

При конфигурировании учитывались следующие факторы определяющие принцип построения внутримашинной информационной базы:

- потребности различных подсистем системы автоматизации и SCADA в конкретных наборах данных;
- требования временных характеристик, предъявляемых к выполнению каждой программы;
- требования по длительности хранения различных данных.

5.7.3 Состав и объем внутримашинной информационной базы данных

Совокупный объем машинной БД образуется суммированием объемов конфигурационных файлов системы, таблиц базы данных исторических значений, системных библиотек, постоянно хранящихся на внешних магнитных носителях, и наборов данных, существующих в оперативной памяти во время работы вычислительных средств. Эти количественные характеристики важны для выбора конфигурации используемых вычислительных средств SCADA в части дисковых накопителей и плат оперативной памяти.

Объем информационной базы, зависит от многих факторов. Для каждой из баз данных такими факторами являются:

- количество используемых в системе объектов, подлежащих хранению в виде отдельных записей (или их совокупности);
- количество атрибутов в записи, содержащих значения различных характеристик объекта;
- размерность отдельного атрибута, то есть требуемое количество символов (байтов) для представления самого большого значения атрибута.

Для баз данных истории и архивов объем выбирается следующим образом:

- по трендам измеряемых параметров в оперативном архиве – сутки;
- по трендам измеряемых параметров в историческом архиве – 1 месяц;
- по двухчасовым параметрам в историческом архиве – 1 месяц;
- по двухчасовым параметрам в историческом архиве – 1 год;
- по итоговым суточным и месячным сводкам в оперативном архиве – 3 месяца;
- по итоговым суточным и месячным сводкам в историческом архиве – 1 год;
- по журналу событий и аварии в оперативном архиве – 1 месяц;

- по журналу событий и аварии в историческом архиве – 1 месяц.

Таблицы, входящие в конфигурационную базу данных, включают, в основном, статистическую информацию об используемых объектах, возможно разнесенную по нескольким записям в разных таблицах.

В таблице суточного ретроспективного хранения - 60 сигналов (при 8-байтовом представлении значения, 4-байтовом представлении признаков состояния на параметр, 12-байтовом представлении даты и времени и 2-байтовом для служебной информации) общий размер записи составит 2.5 Кбайт, а общий объем таблицы оценивается в 1 Мбайт.

Группа объектов БДСО – объекты БД событий заполняются не циклически, а по мере возникновения значимых изменений и событий в технологическом процессе. Для регистрации предполагается хранить ограниченное число важнейших параметров, задаваемое при конфигурировании, при этом, каждая запись на отдельное значение параметра должна содержать отметку времени и статусные признаки. Оценочный размер такой записи представляется 2116 байтами в памяти. Априорная оценка объемов для таких БД затруднительна из-за неопределенности количества возможных записей, определяемых случайным характером происходящих изменений в процессе. В этом случае можно предположить, что 1 Мбайт памяти позволит хранить в БД около 495 таких записей и выбирать объекты, исходя из количества регистрируемых параметров и времени их хранения.

Оценка объема оперативной памяти для процессов ПП определяется, исходя из потребности пространства оперативной и виртуальной памяти для каждого независимого процесса.

5.7.4 Структура внутримашинной информационной базы

В структуре внутримашинной информационной базы на верхнем уровне по функциональному признаку выделяются три класса информационных объектов - конфигурационная база данных, база данных состояния объекта и база данных обмена информацией.

Конфигурационная база данных состоит из следующих таблиц:

- таблица, содержащая источники событий, предупредительные и аварийные уставки, уровень события, вспомогательную и служебную информацию;
- служебные таблицы, предназначенные для разбиения источников сообщений на области, параметров отображения событий и других системных данных;

Архив представлен таблицей, содержащей список всех архивируемых сигналов, их предельные значения и параметры архивирования.

База данных подсистемы сигнализации состоит из системных таблиц, используемых подсистемой и таблицы протокола событий, содержащей тип события, значимость, сигнал, вызвавший событие, его значение, достоверность, краткое описание события, время регистрации события, идентификатор оператора, подтвердившего восприятие события.

База данных подсистемы архивирования состоит из системных таблиц, используемых подсистемой, и наборов суточных таблиц для групп архивируемых сигналов, содержащих ретроспективные значения сигналов с привязкой к дате и времени и достоверность сигнала.

5.7.5 Организация немашинной информационной базы

В состав немашинной базы данных входят:

- нормативно-справочная документация,
- документы оперативно-выходной информации,
- эксплуатационная документация КТС и ПО.

Эксплуатационная документация КТС отражает основные требования к эксплуатации элементов комплекса технических средств и включает в себя:

- руководство по техническому обслуживанию,
- инструкцию по обеспечению безопасного функционирования оборудования КТС,

Выходная информация представляется документами, подлежащими распечатке с принтера операторной, и содержит всевозможные протоколы, ведомости и отчеты по функционированию системы.

Эксплуатационная документация ПО включает в себя:

- ведомость эксплуатационных документов,
- формуляр,
- описание применения,
- руководство системного программиста,
- руководство оператора,
- описание языка программирования.

Нормативно-справочная информация содержит:

- технологическую карту,
- режимную карту,
- ведомость технологических заданий, установленных в системе по умолчанию,
- конфигурационные данные КТС.

5.8 Решения по математическому обеспечению

Математическое обеспечение выполнено в объеме, достаточном для разработки программного обеспечения на основе стандартных функциональных блоков контроллеров Simatic S7, а также среды разработки PCS7, в которых реализованы лучшие практические решения по структуре, построению программного обеспечения и организации человеко-машинного интерфейса.

Решения по математическому обеспечению АСУТП ОМ5 подробно изложены в Документе Математическое обеспечение» (РС.SSG.21-0096-АТХ.МО) и включают совокупность математических методов, моделей и алгоритмов, примененных в системе для решения задачи контроля и управления обжиговым комплексом на базе ОМ5 и линий окомкования 13, 14 и 15.

Основу Математического обеспечения составляют следующие формализации:

- Алгоритмы сбора и обработки сигналов КИП.

- Алгоритмы управления агрегатами и механизмами, охваченными АСУТП в соответствии с функциональной схемой автоматизации (РС.SSG.21-0096-АТХ.ТО1.1).
- Схемы контуров регулирования параметрами процесса производства окатышей с учетом технологического регламента их производства с использованием ОМ №5.
- Логические описания процесса инициации автоматизированных режимов управления ОМ5.
- Алгоритмы проверки готовности к запуску и блокировочные зависимости работы агрегатов и механизмов линий окомкования и обжига.
- Логика формирования интерфейсов человеко-машинного взаимодействия, включая мнемосхемы, отчеты, тренды, графики, архивы и прочее.

5.8.1 Алгоритм сбора и обработки сигналов КИП

5.8.1.1 Алгоритм сбора и обработки аналоговых сигналов

Для обработки входных аналоговых сигналов разработан функциональный блок «UANALOG», предназначенный для решения основных, наиболее распространенных задач связанных с обработкой и мониторингом аналоговых сигналов. Блок обладает широким набором функций и легко адаптируется под различные требования. Блок «UANALOG» рассчитан на использование совместно с блоками драйверов аналоговых каналов (CH_AI, CH_U_AI, PA_AI и др.), входящих в состав пакета PCS7.

В функциональном блоке «UANALOG» реализованы следующие функции:

- Мониторинг текущего значения измеряемой физической величины.
- Мониторинг аналогового параметра в размерности электрического сигнала получаемого с преобразователя, а также в виде цифрового кода получаемого с сигнального модуля либо внешнего цифрового устройства.
- Контроль выхода измеряемой величины за технологические границы и выдача соответствующих сообщений на станцию оператора:
 - Верхний аварийный предел.
 - Верхний предупредительный предел.
 - Нижний предупредительный предел.
 - Нижний аварийный предел.
- Сглаживание сигнала с использованием функции демпфирования.
- Функция гистерезиса при сигнализации выхода параметра за технологические пределы (опционально).
- Использование подставляемого либо последнего действительного значения в случае ошибки канала измерения.
- Диагностика канала измерения и выдача аварийного сообщения в случае возникновения в нем неисправности.

С помощью блока «UANALOG» обрабатываются сигналы конвейерных весов и датчика магнитной восприимчивости.

5.8.1.2 Алгоритм обработки дискретных сигналов

Для обработки входных дискретных сигналов разработан функциональный блок «UDIGITAL», предназначенный для решения основных, наиболее распространенных

задач связанных с обработкой и мониторингом дискретных сигналов. Блок обладает широким набором функций и легко адаптируется под различные требования. Блок «UDIGITAL» рассчитан на использование совместно с блоками драйверов дискретных каналов (CH_DI, CH_U_DI, PA_DI и др.), входящих в состав пакета PCS7.

В функциональном блоке «UDIGITAL» реализованы следующие функции:

- Мониторинг текущего значения контролируемого параметра.
- Задержка изменения выхода при изменении входного сигнала.
- Диагностика канала измерения и выдача аварийного сообщения в случае возникновения в нем неисправности.

5.9 Решения по составу и схемам контуров регулирования OM5

Типы и состав контуров регулирования

В проекте АСУТП OM5 контура регулирования типизируются в зависимости от типа параметра, величину которого требуется обеспечивать в заданных пределах. В этой связи общесистемными решениями регламентируются следующие разновидности контуров регулирования параметров технологического процесса, а именно:

- регулирование манометрического режима (давления/разрежения) в технологических зонах OM,
- регулирование температурного режима в зонах OM.
- стабилизация подачи окатышей на OM.
- регулирование температуры рабочей среды ТДУ.
- Регулирование температурного режима в зонах OM реализовано по-разному для различных зон.
- регулирование температурного режима в зонах сушки и подогрева OM.
- регулирование температурного режима в зонах обжига OM.
- регулирование температурного режима в зонах охлаждения OM.

В АСУТП OM5 предусмотрены следующие контура автоматического регулирования параметров технологического процесса:

1. Регулирование высоты слоя сырых окатышей на OM5.
2. Регулирование перекаса высоты сырых окатышей на роликовом укладчике.
3. Регулирование температуры зона Сушка 2.
4. Регулирование температуры зона Подогрев 1.
5. Регулирование температуры зона Подогрев 2.
6. Регулирование температуры зона Подогрев 3.
7. Регулирование температуры зона Обжиг 1 левыми горелками.
8. Регулирование температуры зона Обжиг 1 правыми горелками.
9. Регулирование температуры зона Обжиг 1 левыми горелками.
10. Регулирование температуры зона Обжиг 2 правыми горелками.
11. Регулирование температуры на всасе Д1.
12. Регулирование температуры на всасе Д2.
13. Регулирование температуры на всасе Д4.
14. Регулирование температуры на всасе Д5.
15. Регулирование температуры на всасе Д6.

16. Регулирование давления воздуха на горение.
17. Регулирование подачи расхода воздуха в зоны Подогрев 1 и Сушка 2.
18. Регулирование подачи расхода воздуха в зону Подогрев 2.
19. Регулирование подачи расхода воздуха в зону Подогрев 3.
20. Регулирование подачи расхода воздуха в зону Обжиг 1.
21. Регулирование подачи расхода воздуха в зону Обжиг 2.
22. Регулирование давления в Коллекторе К1.
23. Регулирование разрежения в Коллекторе К2.
24. Регулирование разрежения в Коллекторе К3.
25. Регулирование разрежения в Коллекторе К4.

5.9.1 Структурные схемы контуров регулирования

Каждый из контуров регулирования может работать в одном из двух режимов: - ручном или автоматическом.

Ручной режим работы контура - оператор сам задает значение управляющей переменной: например, непосредственно воздействуя на ИМ. Величина уставки регулируемого параметра при этом не играет роль.

Автоматический режим работы контура – контур стабилизирует значение регулируемого параметра в соответствии с заданной уставкой. В этом случае уставка может задаваться либо от оператора (внутренняя уставка) либо от внешнего источника (внешняя уставка), например, из режимной карты.

При переводе контура из ручного на автоматический режим работы и обратно выполняется безударный переход: внутренняя уставка устанавливается равной текущему значению регулируемого параметра. Затем оператор может задавать новое значение уставки.

Величина уставки параметра регулирования не должна выходить за рамки текущих установленных пределов. Если в контур регулирования записывается значение уставки выше верхнего предела, то действующая уставка будет равна верхнему пределу, если ниже нижнего предела, то действующее значение уставки равно нижнему пределу. Верхние и нижние пределы изменения уставок и сами уставки в контурах регулирования могут приобретать разные значения в зависимости от текущего процесса: процесс запуска, останова, обжига окатышей.

Опыт проектирования автоматизированных систем управления технологическими процессами показывает, что, несмотря на появление новых методов управления, большое распространение получили типовые проектные решения на основе использования традиционных законов регулирования. При этом предполагается возможность адекватного описания широкого класса регулируемых объектов линейными динамическими моделями, используемыми для настройки типовых регуляторов. Пропорционально-интегрально-дифференциальный (ПИД) регулятор считается достаточно близким к оптимальному. ПИД-регулятор относится к наиболее распространённому типу регуляторов. Порядка 90–95 % регуляторов, находящихся в настоящее время в эксплуатации на объектах промышленной автоматизации, используют ПИД-алгоритмы.

Структурные схемы всех контуров регулирования АСУТП ОМ5 приведены в Приложении 4.

Схема работы типового контура регулирования с ПИД-регулятором приведена на рисунке 5.1., на примере регулирования скоростью Обжиговой машины №5.

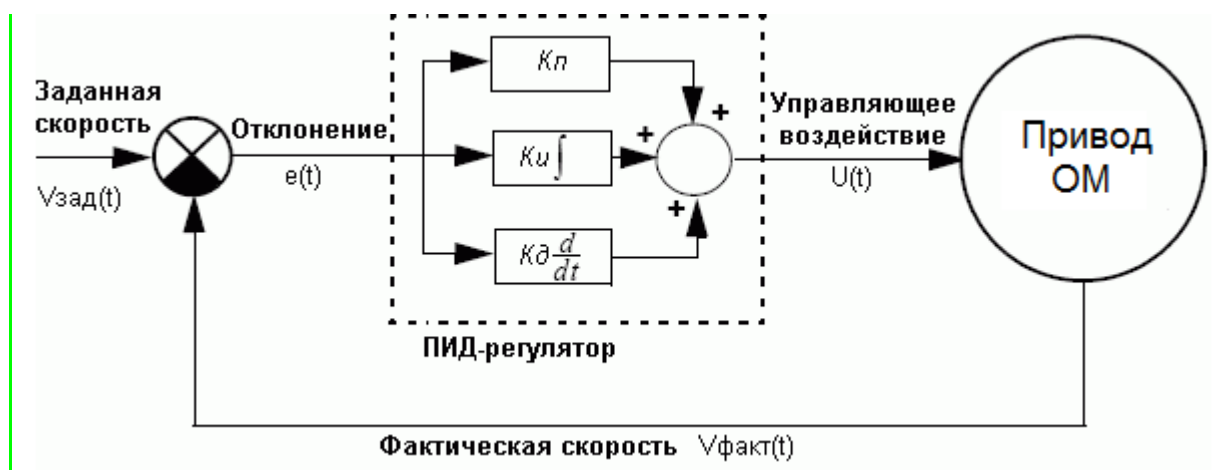


Рисунок 5.1. Схема работы контура регулирования скоростью Обжиговой машины №5

В частном случае пропорциональная, интегральная или дифференциальная компоненты могут отсутствовать и такие упрощенные регуляторы называют П, И или ПИ регуляторами. Параметры применяемых ПИД регуляторов зависят от динамических и статических характеристик объекта управления и предъявляемых требований к качеству переходных процессов. При изменении коэффициентов при каждой из составляющих регулятора может меняться закон регулирования: П, ПИ, ПД, ПИД и пр.

В АСУТП ОМ5 во всех управляемых контурах автоматического регулирования параметров технологического процесса применены представленные выше ПИД – регуляторы.

В вышеупомянутых системах автоматического регулирования параметров технологических процессов АСУТП ОМ5 в большинстве структур предложены одноконтурные схемы управления с ПИД – регуляторами с аналоговым или импульсным выходом. В системах регулирования температуры в зоне Обжиг1 и зоне Обжиг2 применены многоконтурные структурные схемы, с несколькими ПИД – регуляторами. Ниже приведены примеры таких структур.

В качестве примера одноконтурной структуры с ПИД – регулятором, с аналоговым выходом ниже представлена структура регулирования высоты слоя сырых окатышей подаваемых в ОМ5.

5.9.1.1 Регулирование высоты слоя сырых окатышей на входе в ОМ5

Регулирование высоты слоя сырых окатышей подаваемых в ОМ осуществляется путем изменения скорости движения обжиговых тележек. Структурная схема контура регулирования представлена на рисунке 5.2.

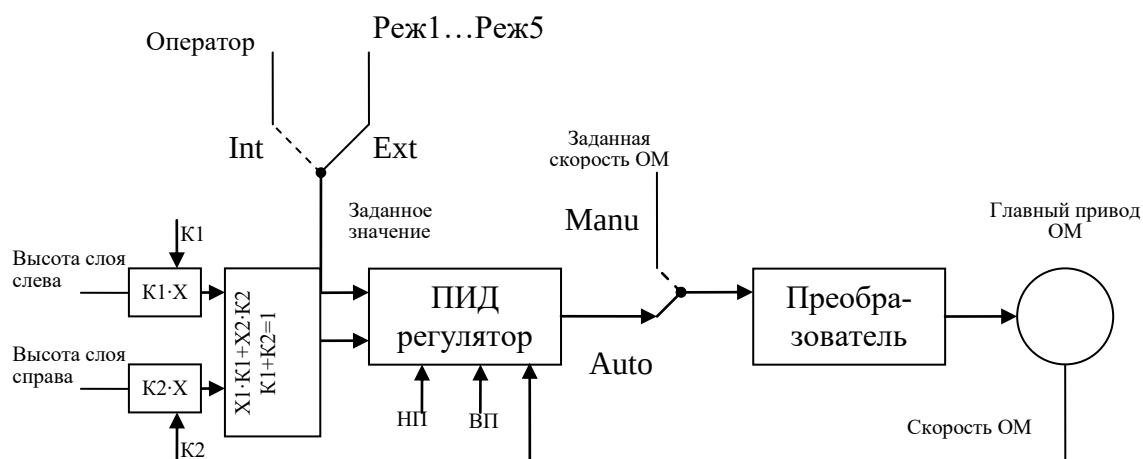


Рисунок 5.2. Структурная схема регулирования высоты слоя окатышей на входе в ОМ

В данной схеме применяется ПИД регулятор с аналоговым выходом.

Заданное значение высоты слоя на ОМ в зависимости от положения переключателя может задаваться либо оператором обжиговой машины (положение переключателя Int), либо из сохраненных режимных карт (положение переключателя Ext).

Фактическое значение высоты слоя окатышей слева и справа подается на вычислительный блок, где определяется их значение с учетом весовых коэффициентов, которое подается на вход регулятора в качестве фактического значения. Сумма коэффициентов $K1+K2=1$.

В зависимости от разницы фактического и заданного значений, ПИД регулятор, с учетом настроек регулятора, определяет величину управляющего воздействия, которое в режиме автоматической работы контура регулирования (положение переключателя Auto) подается в качестве заданного значения на частотный преобразователь (привод), который управляет электродвигателем главного привода ОМ. Фактическое значение скорости ОМ подается в качестве обратной связи на частотный преобразователь с целью повышения качества регулирования. В ручном режиме (положение переключателя Manu) работа контура регулирования разрывается и оператор может вручную задать необходимую скорость движения обжиговых тележек.

Крайние значения скорости ОМ ограничиваются значением нижнего и верхнего пределов (НП и ВП).

Работа в режиме работы ОМ «Пуск». Пуск ОМ осуществляется с минимальной возможной скоростью, как в режиме «Нормального функционирования», но изменяются настройки контура регулирования на время T пуска с целью более быстрой отработки возмущений, а также нижний предел значения скорости ОМ. Спустя время T пуска восстанавливаются настройки контура, соответствующие режиму работы «Нормального функционирования» и нижний предел значения скорости ОМ.

В качестве примера одноконтурной структуры схемы ПИД регулирования переменной с импульсным выходом ниже приведено регулирование температуры в зоне Сушка 2 ГВК ОМ5.

5.9.1.2 Регулирование температуры в зоне Сушка 2 ГВК ОМ5

Структурная схема контура регулирования представлена на рисунке 5.3. на примере зоны «Сушка 2». Регулирование температуры в ГВК осуществляется путем изменения положения «ИМ Газ С2», с использованием информации, поступающей с датчика температуры.

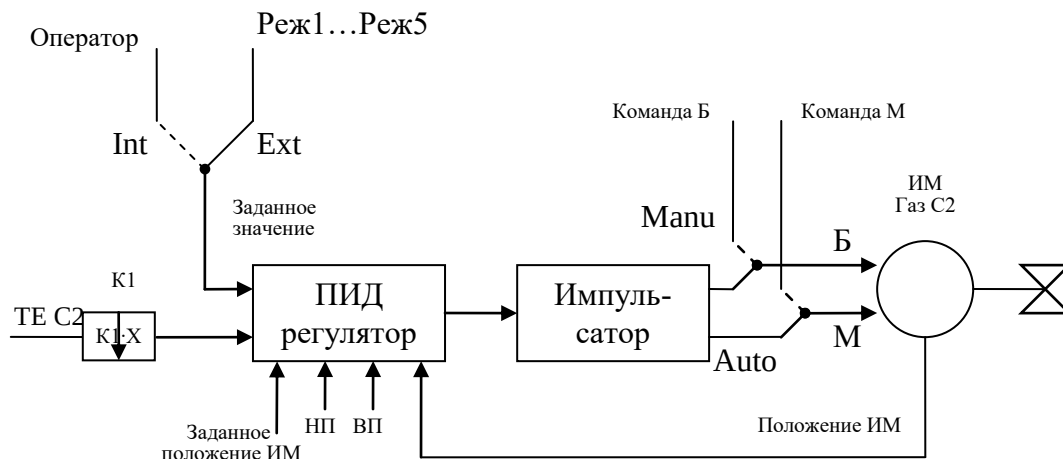


Рисунок 5.3. - Структурная схема контура регулирования температуры в зоне Сушка 2

В данной схеме применяется один ПИД регулятор с импульсным выходом.

Заданное значение температуры в ГВК зоны Сушка 2, поступающее на вход регулятора, в зависимости от положения переключателя может задаваться либо оператором обжиговой машины (положение переключателя Int), либо из типовых режимов (положение переключателя Ext).

Фактические значения температуры в ГВК подается с учетом весовых коэффициентов через вычислительный блок на вход регулятора.

В зависимости от разницы фактического и заданного значений, ПИД регулятор, с учетом настроек регулятора, определяет величину управляющего воздействия, которое в режиме автоматической работы контура регулирования (положение переключателя Auto) через импульсатор подается на «ИМ Газ С2». В ручном режиме (положение переключателя Manu) работа контура регулирования разрывается и управление осуществляют непосредственно воздействуя на управляющие входы ИМ. Также имеется возможность задавать заданное положение «ИМ Газ С2».

Крайние положения ИМ ограничиваются значением нижнего и верхнего пределов (НП и ВП).

В качестве примера многоконтурной структуры, с несколькими регуляторами ниже приведена система регулирования температуры в зоне Обжиг 1.

5.9.1.3 Регулирование температуры в зоне Обжиг 1 и соотношения газа в ведущей и ведомой горелках

Регулирование температуры в горне и соотношения газа в ведущей и ведомой горелках показано на структурной схеме рисунка 5.4. на примере зоны Обжиг 1. Регулирование осуществляется путем изменения положения «ИМ газа горелки слева О1» и «ИМ газа горелки справа О1».

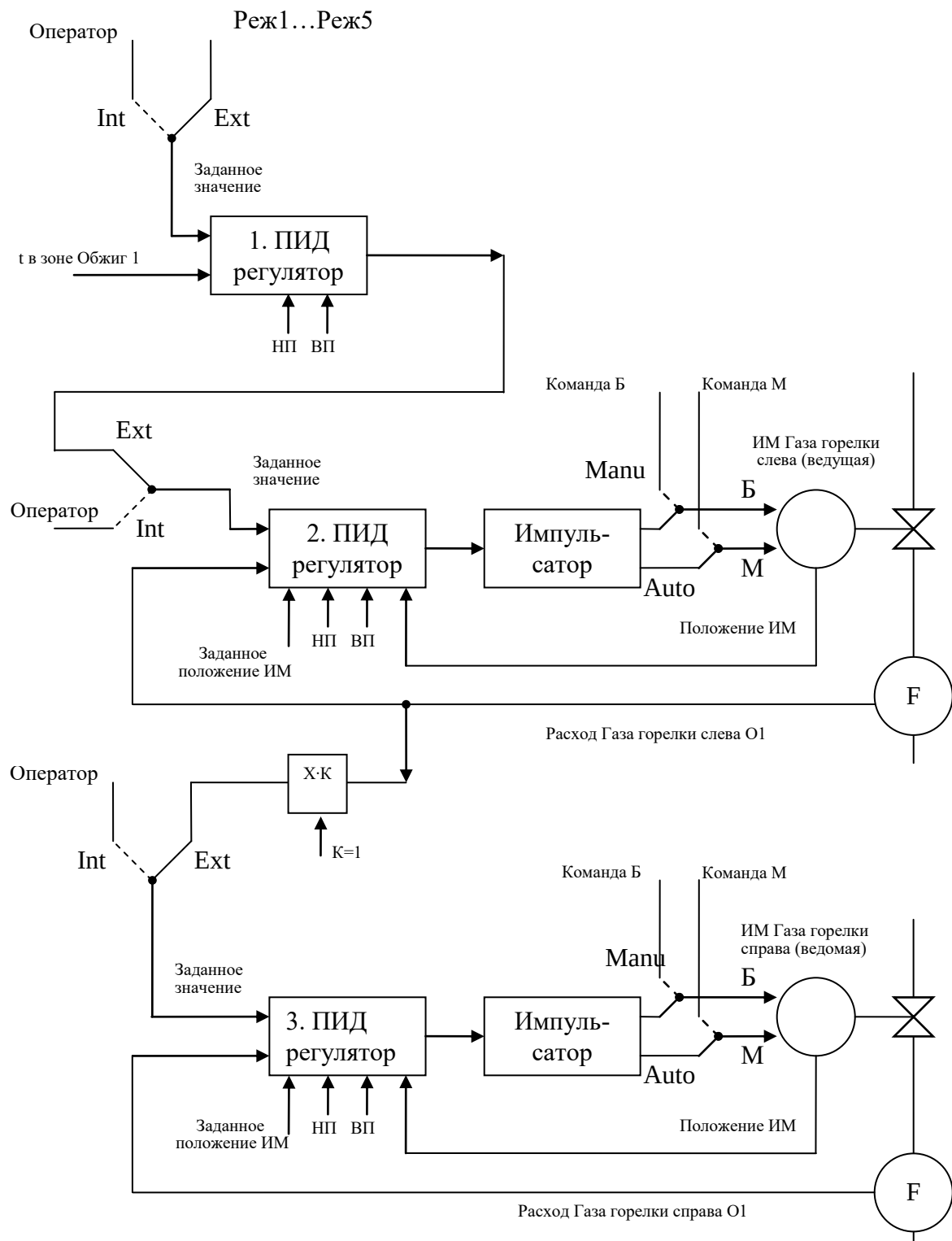


Рисунок 5.4. Структурная схема контура регулирования температуры в горне регулированием расхода газа на ГВК

В данной схеме применяется три ПИД регулятора, один из которых – с аналоговым выходом, а два - с импульсным.

Заданное значение температуры в горне над ГВК, в зоне Обжиг 1, поступающее на вход первого регулятора, в зависимости от положения переключателя может задаваться

либо оператором обжиговой машины (положение переключателя Int), либо типовых режимов (положение переключателя Ext).

Фактическое значение температуры в горне над ГВК в зоне Обжиг 1 также подается на вход регулятора. В этом регуляторе задаются ограничения по расходу газа ведущей горелки (верхний и нижний пределы), расположенной с левой стороны обжиговой машины.

В зависимости от разницы фактического и заданного значений, ПИД регулятор, с учетом настроек регулятора, определяет величину управляющего воздействия по расходу природного газа ведущих горелок (левая сторона ОМ), поступающего в качестве заданного значения на вход второго регулятора.

Второй регулятор – ПИД регулятор с импульсным выходом – предназначен для стабилизации расхода газа ведущих горелок.

На вход этого регулятора в качестве заданного значения в автоматическом режиме (положение переключателя Ext) подается с выхода первого ПИД регулятора значение расхода природного газа ведущих горелок.

Заданное значение расхода природного газа на ведущие горелки может задаваться также вручную оператором обжиговой машины (положение переключателя Int).

Фактическое значение расхода природного газа ведущих горелок (расход газа горелок слева О1) также подается на вход регулятора.

В зависимости от разницы фактического и заданного значений, ПИД регулятор, с учетом настроек регулятора, определяет величину управляющего воздействия, которое в режиме автоматической работы контура регулирования (положение переключателя Auto) через импульсатор подается на ИМ газа горелок слева О1 (ведущие). В ручном режиме (положение переключателя Manu) работа контура регулирования разрывается и управление осуществляют, непосредственно воздействуя на управляющие входы ИМ. Также имеется возможность задавать заданное положение «ИМ газа горелок слева О1» (ведущие).

Третий регулятор обеспечивает регулирование расхода газа, поступающего в ведомые горелки, находящиеся с правой стороны ОМ.

На вход третьего регулятора в качестве заданного значения в автоматическом режиме (положение переключателя Ext) подается значение расхода природного газа ведущих горелок (Расход газа горелки справа О1) через вычислительный блок формирования соотношения X:X_K, задаваемого оператором.

Заданное значение может задаваться также вручную оператором обжиговой машины (положение переключателя Int).

Фактическое значение расхода природного газа ведомых горелок (расход газа горелок справа О1) также подается на вход регулятора.

В зависимости от разницы фактического и заданного значений, ПИД регулятор, с учетом настроек регулятора, определяет величину управляющего воздействия, которое в режиме автоматической работы контура регулирования (положение переключателя Auto) через импульсатор подается на ИМ газа горелок справа О1 (ведомые). В ручном режиме (положение переключателя Manu) работа контура регулирования разрывается и управление осуществляют, непосредственно воздействуя на управляющие входы ИМ. Также имеется возможность задавать заданное положение «ИМ газа горелки справа О1» (ведомые).

Крайние положения ИМ ограничиваются значением нижнего и верхнего пределов (НП и ВП).

Необходимо отметить, что вышеописанная многоконтурная структура, на практике, может быть реализована независимыми системами регулирования расходом газа на левую и правую горелки в зоне Обжиг 1.

Рациональный для объекта автоматизации вариант может быть определен на этапе пусконаладочных работ.

Описание атрибутов контуров регулирования технологическими переменными обжигового комплекса, в рамках АСУТП ОМ5 приведены в таблице 5.5.

Таблица 5.5 Переменные контуры регулирования АСУТП ОМ5

№п п	Контур регулирования	Шифры переменных контура регулирования			Примечание
		Регулируемая переменная	Управляющее воздействие	Положение ИМ	
1	температура в зоне «сушка2»	AI: L3_ZS2_T2	DO: L5_ZS2_G_M17_Open L5_ZS2_G_M17_Close L5_ZS2_G_M17_Stop	AI: L5_ZS2_G_M17_pos	Воздействие на ИМ, регулирующий расход газа в зону Сушка2
2	Температура в зоне Подогрев1	AI: L3_ZP1_T3	DO: L5_ZP1_G_M18_Open L5_ZP1_G_M18_Close L5_ZP1_G_M18_Stop	AI: L5_ZP1_G_M18_pos	Воздействие на ИМ, регулирующий расход газа в зону Подогрев1
3	Температура в зоне Подогрев2	AI: L3_ZP2_T4	DO: L5_ZP2_G_M19_Open L5_ZP2_G_M19_Close L5_ZP2_G_M19_Stop	AI: L5_ZP2_G_M19_pos	Воздействие на ИМ, регулирующий расход газа в зону Подогрев2
4	Температура в зоне Подогрев3	AI: L3_ZP3_T5	DO: L5_ZP3_G_M20_Open L5_ZP3_G_M20_Close L5_ZP3_G_M20_Stop	AI: L5_ZP3_G_M20_pos	Воздействие на ИМ, регулирующий расход газа в зону Подогрев3
5	Давление в зоне сушки 1	AI: L3_ZS1_P1	DO: L4_Dr9_Open L4_Dr9_Close L4_Dr9_Stop	AI: L4_Dr9_M9_pos	Воздействие на ИМ дросселя D9, регулирующий давление перед коллектором К3.
6	Стабилизация давления в колпаке	AI: L3_ZS1_P1	DO: L4_Dr9.1_Open L4_Dr9.1_Close L4_Dr9.1_Stop	AI: L4_Dr9.1_M9_pos	Воздействие на ИМ дросселя D9, регулирующий давление перед АТУ69
7	Температура воздуха перед Д4	AI: L3_VentD4_T13	DO: • L4_DrD4_Open	AI: L4_DrD4_M4_pos	

№п п	Контур регулирования	Шифры переменных контура регулирования			Примечание
		Регулируемая переменная	Управляющее воздействие	Положение ИМ	
			• L4_DrD4_Close • L4_DrD4_Stop		
8	Температура воздуха перед Д5	AI: L3_VentD5_T14	DO: • L4_DrD6_Open • L4_DrD6_Close • L4_DrD6_Stop	AI: L4_DrD6_M6_pos	
9	Температура воздуха на всасе Д6	AI: L3_VentD6_T16	DO: • L4_DrD8_Open • L4_DrD8_Close • L4_DrD8_Stop	AI: L4_DrD8_M8_pos	
10	Регулирование давления (Расхода) воздуха на Горение	AI: • L3_KVG_P16 • (L3_Gor_F16a)	DO: • L4_DrD7_Open • L4_DrD7_Close • L4_DrD7_Stop	AI: L4_DrD7_M7_pos	
11	Регулирование расхода воздуха в зоны Подогрев 1 (ЗП1) и зону Сушка 2 (ЗС2)	AI: L3_ZS2_ZP1_F11a	DO: L4_DrD11_Open L4_DrD11_Close L4_DrD11_Stop	AI: L4_DrD11_M11_pos	
12	Регулирование расхода воздуха в зону	AI:	DO:	AI:	

№п п	Контур регулирования	Шифры переменных контура регулирования			Примечание
		Регулируемая переменная	Управляющее воздействие	Положение ИМ	
	Подогрев 2 (ЗП2)	L3_ZP2_F12a	L4_DrD12_Open L4_DrD12_Close L4_DrD12_Stop	L4_DrD12_M12_pos	
13	Регулирование расхода воздуха в зону Подогрев 3 (ЗП3)	AI: L3_ZS2_ZP3_F13a	DO: L4_DrD13_Open L4_DrD13_Close L4_DrD13_Stop	AI: L4_DrD13_M13_pos	
14	Регулирование расхода воздуха в зону Обжиг 1 (ЗО1)	AI: L3_ZOb1_F14a	DO: L4_DrD14_Open L4_DrD14_Close L4_DrD14_Stop	AI: L4_DrD14_M14_pos	
15	Регулирование расхода воздуха в зону Обжиг 2 (ЗО2)	AI: L3_ZOb2_F15a	DO: L4_DrD15_Open L4_DrD15_Close L4_DrD15_Stop	AI: L4_DrD15_M15_pos	
16	Регулирование давления в коллекторе K1	AI: L3_Koll1_P10	DO: L4_DrD5_Open L4_DrD5_Close L4_DrD5_Stop	AI: L4_DrD5_M5_pos	
17	Регулирование разрежения в коллекторе K2	AI: L3_Koll2_P11	DO: L4_DrD1_Open L4_DrD1_Close L4_DrD1_Stop	AI: L4_DrD1_M1_pos	
18	Регулирование разрежения в	AI:	DO:	AI:	

№п п	Контур регулирования	Шифры переменных контура регулирования			Примечание
		Регулируемая переменная	Управляющее воздействие	Положение ИМ	
	коллекторе К3	L3_Koll3_P12	L4_ DrD2_Open L4_ DrD2_Close L4_ DrD2_Stop	L4_DrD2_M2_pos	
19	Регулирование разрежения в коллекторе К4	AI: L3_Koll4_P13	DO: L4_ DrD3_Open L4_ DrD3_Close L4_ DrD3_Stop	AI: L4_DrD3_M3_pos	
20	Регулирование высоты слоя сырых окатышей на OM5	AI: OM_L_Hsloy OM_R_Hsloy	OM5 SimPriv open OM5 SimPriv close	OM5 SimPriv start OM5 SimPriv stop OM5 SimPriv work	Фактическое значение регулируемой переменной Н оценивается по фактическим величинам высоты слоя слева Н _L и высоты слоя справа Н _R по выражению: $K1 \cdot H_L + K2 \cdot H_R$ Значения K1 и K2 задаются оператором , с условием : $K1 + K2 = 1$ Управляющее воздействие поступает на преобразователь SINAMICS
21	Регулирование перекоса высоты	$\Delta = OM_L_Hsloy -$	DO:	AI:	Фактическое $\Delta =$

№п п	Контур регулирования	Шифры переменных контура регулирования			Примечание
		Регулируемая переменная	Управляющее воздействие	Положение ИМ	
	сырых окатышей на роликовом укладчике	OM_R_Hsloy	IM_perekos_Open IM_perekos_Close	OM_IM_sloy_pos	OM_L_Hsloy - OM_R_Hsloy и заданное значение перекоса подаются на вход регулятора. Управляющее воздействие подается на ИМ перекоса слоя, обеспечивая равенство фактического значения заданному.
22	Регулирование темпера-туры в зоне Обжиг 1 (ЗО 1) левыми горелками	AI: L3_ZO1_T6	DO: L5_ZOb1L_G_M22_Open L5_ZOb1L_G_M22_Close L5_ZOb1L_G_M22_Stop	AI: L5_ZOb1L_G_M22_pos	
23	Регулирование темпера-туры в зоне Обжиг 1 (ЗО 1) правыми горелками	AI: L3_ZO1_T6	DO: L5_ZOb1R_G_M21_Open L5_ZOb1R_G_M21_Close L5_ZOb1R_G_M21_Stop	AI: L5_ZOb1R_G_M21_pos	
24	Регулирование темпера-туры в зоне Обжиг 2 (ЗО 2) левыми горелками	AI: L3_ZO2_T7	DO: L5_ZOb2L_G_M24_Open L5_ZOb2L_G_M24_Close L5_ZOb2L_G_M24_Stop	AI: L5_ZOb2L_G_M24_pos	

№п п	Контур регулирования	Шифры переменных контура регулирования			Примечание
		Регулируемая переменная	Управляющее воздействие	Положение ИМ	
25	Регулирование темпера-туры в зоне Обжиг 2 (ЗО 2) правыми горелками	AI: L3_ZO2_T7	DO: L5_ZOb2R_G_M23_Open L5_ZOb2R_G_M23_Close L5_ZOb2R_G_M23_Stop	AI: L5_ZOb2R_G_M23_pos	

5.10 Решения по программному обеспечению

Состав и классификация ПО

Программное обеспечение АСУТП ОМ5 состоит из общесистемного (базового - покупного) и прикладного (специального – разрабатываемого в составе данного проекта) программного обеспечения.

Общесистемное программное обеспечение

Общесистемное программное обеспечение для программируемых логических контроллеров закупается по спецификации разработчика АСУТП и включает в себя средства для разработки и исполнения программ под операционной системой контроллера, а также программы-драйверы для контроллеров связи и других интеллектуальных функциональных элементов системы;

Общесистемное программное обеспечение серверов включает:

- Лицензионную операционную систему Windows Server 2012 R2 Standard Edition
- Систему управления базами данных MS SQL server;
- WINCC/REDUNDANCY V7.4.

Общесистемное программное обеспечение для рабочих станций операторов включает:

- Лицензию на операционную систему Windows 10 Enterprise 2015 LTSC или Windows 7 Ultimate;
- WINCC V7.4 RT 64K для OS клиентов.

Общесистемное программное обеспечение для инжиниринговой станции включает:

- Лицензию на операционную систему MS Windows 10 Enterprise 2015 LTSC;
- SIMATIC PCS7 V9.0;
- SIMATIC S7, STEP7 Professional V14.1;
- WINCC V7.4 RC 1500000;
- WINCC V7.4 RT 65536;
- SIMATIC WINCC/ARCHIVE 2500.

Системное программное обеспечение включает так же модули, обеспечивающие возможность выполнения диагностических процедур для основных компонентов системной аппаратной платформы, причем, диагностика работоспособности приборов КИПиА производится с использованием собственных внутренних тестов при условии, что для этого имеется необходимый интерфейс доступа к диагностической информации и интерфейс для инициации диагностических процедур. Диагностика работоспособности контроллеров, серверов, рабочих станций и сетевого оборудования обеспечивается в пределах функциональных возможностей соответствующего общесистемного ПО фирм производителей этих аппаратных средств.

Прикладное программное обеспечение

Прикладное программное обеспечение серверов данных и рабочих станций разработано для исполнения в рамках системы WinCC, интегрированной в PCS7.

Прикладное программное обеспечение контроллерных станций реализовано базовыми инструментами программного пакета STEP 7 системы PCS7 на языках LAD, STL, CFC, SFC и SCL являющимися расширениями этого инструментального средства с

использованием средств и библиотек фирменного инструментального продукта фирмы Сименс STEP 7 интегрированного в систему PCS7.

Для программирования использовались инструментальные возможности продукта WinCC системы PCS7. В прикладном ПО реализована следующая функциональность:

- Контроль и управление технологическими процессами:
 - ПТС
 - Обжиг
- Служебные мнемосхемы:
 - Зоны
 - Управление
 - Транспорт
 - Приводы
 - Блокировки
 - Готовности
 - Диагностика

Для обмена а данными между компонентами системы на технологическом уровне использованы технологии Industrial Ethernet, а также коммуникации на основе форматов, интерфейсов и протоколов, принятых для сетей Profinet.

5.11 Решения по организационному обеспечению

Решения по организационному обеспечению АСУТП ОМ5 разработаны в соответствии с требованиями задания на проектирование и реализуют интерактивный сервис обеспечивающий участие оперативного и эксплуатационного персонала по регламентному ведению технологического процессов окомкования и обжига.

5.11.1 Организация эксплуатации и обслуживания АСУТП

Проведение эксплуатации АСУТП ОМ5 предусматривается силами сменного оперативного технологического персонала участков обжига и окомкования ЦПО. Для обслуживания и ремонта привлекаются специалисты по автоматизации ПТУ «Рудоавтоматика» АО «ССГПО». В состав оперативного персонала АСУТП входят технологи и операторы, осуществляющие контроль за работой и управление комплексом ОМ5 с использованием информации и рекомендаций, вырабатываемых в реальном времени в результате функционирования АСУТП. В состав обслуживающего персонала входят специалисты обеспечивающие правильность функционирования электротехнического оборудования и программно-аппаратных средств АСУТП в оперативном режиме.

5.11.2 Решения по интерфейсам пользователей АСУТП

5.11.2.1 Общие сведения о пользовательском интерфейсе

В рабочей документации на АСУТП ОМ5 организационное обеспечение представлено определено документом «Организационное обеспечение» (PC.SSG.21- 0096-ATX.OO) АСУТП ОМ5, где описаны средства визуализации и контроля предоставляющие пользователю возможность управления работой оборудования, отслеживания изменений параметров технологического процесса и предупредительной и аварийной информации.

Участие пользователя в контроле и управлении технологическими процессами в рамках АСУТП реализуется на основе оконных графических интерфейсов управляемых событиями. В качестве средства реализующего интерфейсы оконной графики (далее видеокadres) отображающей функционирование объекта управления в режиме реального

времени используется среда визуального проектирования SCADA-система WinCC от фирмы Сименс.

В целях обеспечения преемственности и единообразия отображения интерфейсов пользователя в виде мнемосхем и окон управления, их дизайн и функциональное назначение выбраны идентичными с АСУТП ОМ7. Дизайн и краткое функциональное назначение этих мнемосхем кратко представлены ниже в таблице 5.6. Более детальная информация приведена в разделах рабочей документации на организационное и программно-информационное обеспечение АСУТП ОМ5.

В основной набор интерфейсов пользователя АСУТП ОМ5 обеспечивающий его корректное взаимодействие с системой включены 14 основных видеокадров (мнемосхем) и 12 «вторичных» видеокадров различного функционального назначения. Условно все основные видеокадры можно разделить на три группы:

- Рабочие видеокадры контроля и управления ПТС и ОМ.
- Видеокадры диагностики.
- Видеокадры интерактивной помощи.

5.11.2.2. Структура видеокадра

Структура видеокадра пользовательского интерфейса АСУТП ОМ5 на примере видеокадра «Общий вид ОМ5» (Рисунок 5.5.), включает следующие четыре сегмента:

1. Область аварийных сообщений.
2. Главное меню.
3. Окно процесса.
4. Панель функциональных кнопок.

Например, вид пользовательского графического интерфейса для управления процессом выглядит следующим образом:

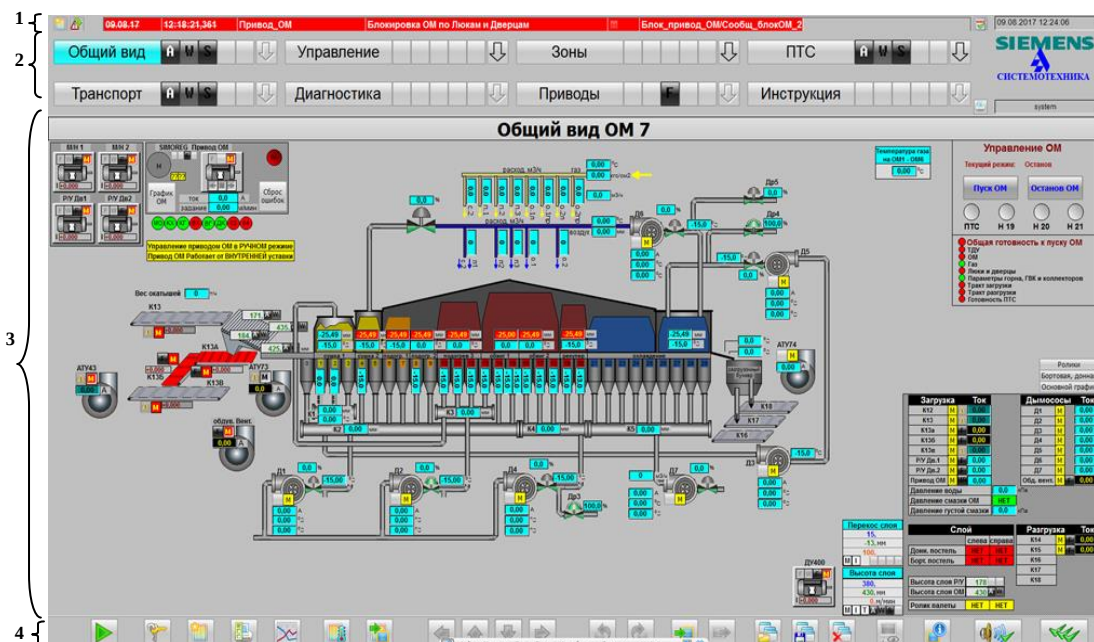


Рисунок 5.5. Структура пользовательского графического интерфейса

Область аварийных сообщений отображается на экране всегда. В этой области расположены следующие объекты:

- строка, отображающая последнее не квитированное сообщение таблицы сообщений;

- кнопка увеличения количества строк для отображения всех принятых не квитированных сообщений;
- кнопка для открытия кадра процесса, который содержит источник сообщения;
- кнопка квитирования сообщения и звукового сигнала (сигнал системе о том, что пользователь отреагировал на сообщение). После квитирования сообщение исчезает из строки;
- текущая дата и время в числовом формате.

Подробное описание и дизайн всех мнемосхем и окон приведено в документе PC.SSG.21-0096-ATX.OO.M.5 «Организационное обеспечение. Руководство пользователя».

Активная кнопка отображается голубым цветом. Рядом с кнопками выбора мнемосхем процесса расположен групповой дисплей, состоящий из 5 кнопок. Групповой дисплей показывает состояния сообщений той мнемосхемы, рядом с которой он установлен.

Наличие сообщений на групповом дисплее отображается посредством мигающих символов. В этой области также расположена кнопка для вывода на печать изображения экрана (создание «твердой копии»).

В рабочей области (Окно процесса) отображаются графические изображения процесса называемые мнемосхемой. На мнемосхеме по щелчку мышью на интерактивных элементах могут открываться по верх мнемосхемы вторичные окна. Они предназначены для ввода необходимых данных для управления процессом посредством лицевых панелей (faceplate), окон для ввода операторских данных или для ввода необходимых данных для управления системой. Вторичные окна системы представляют собой диалоговые окна для ввода параметров, команд воздействия на объект управления. Вторичное оно состоит из стандартного набора вкладок, это основной вид для взаимодействия оператора и объекта управления и вид сообщения по данному агрегату.

Панель функциональных кнопок управления (Button bar) состоит из двух наборов кнопок. Можно переключаться между этими наборами. Дополнительный набор кнопок служит для управления системой сообщений.

Первоначально при запуске на выполнение системы управления процессом в пользовательском интерфейсе отображается основной набор кнопок. Оператор имеет возможность переключаться между двумя указанными наборами кнопок при помощи кнопок переключения между наборами, расположенными слева на соответствующей панели кнопок.

Кнопки, отображаемые серым цветом, не активны и не могут быть использованы. Такое состояние может возникнуть из-за отсутствия соответствующих прав у пользователя или из-за отсутствия соответствующих изображений процесса.

5.11.2.3. Интерфейсы пользователя для управления процессами

Участие пользователя в контроле и управлении технологическими процессами в рамках АСУТП реализуется на основе оконных графических интерфейсов управляемых событиями. В качестве средств оконной графики (далее видеокадры) отображающей функционирование объекта управления в режиме реального времени используется среда визуального проектирования SCADA-система WinCC от фирмы Сименс.

5.11.2.3.1 Классификация и свойства видеокадров

Видеокадры обеспечивают оператору максимальную простоту и удобство для управления технологическим процессом и отвечают следующим принципам построения:

- Набор видеокадров и их функциональное назначение полностью соответствует набору функций, описываемых в настоящем ТЗ;

- Все надписи и сообщения на видеокадрах выполнены на русском языке;
- Вызов видеокадров производится с минимальным числом переключений для оператора. Предусмотрены способы вызова видеокадров через главное меню и при помощи графических индикаторов.

В АСУТП ОМ 5 предусмотрены следующие видеокадры:

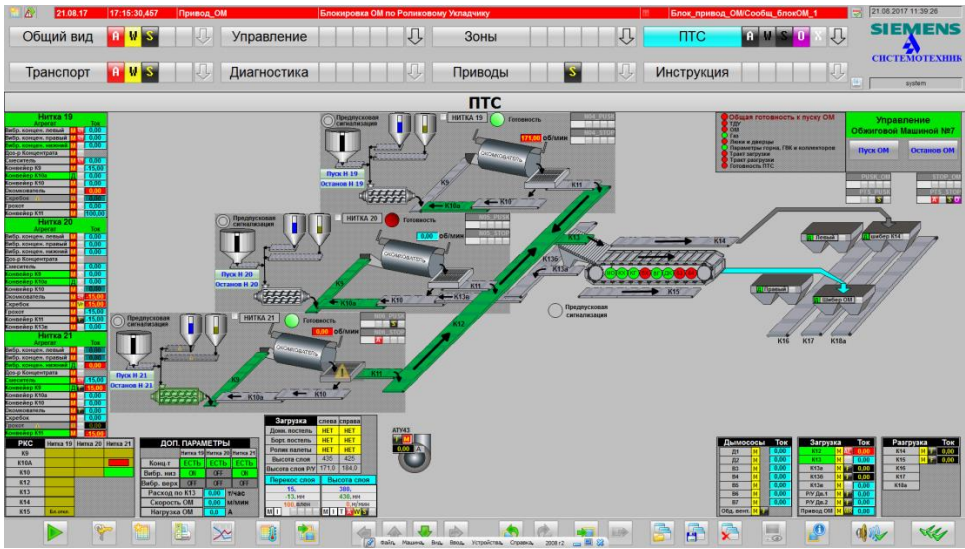
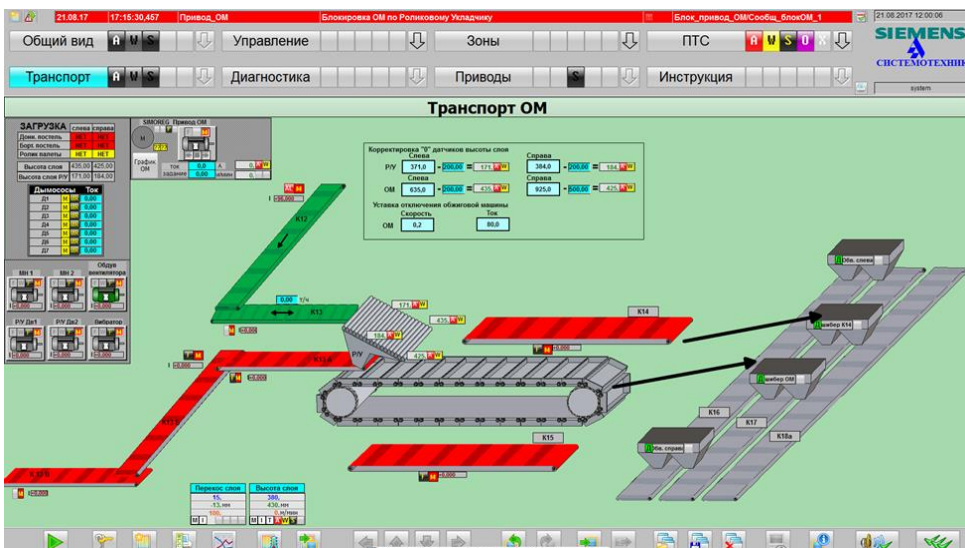
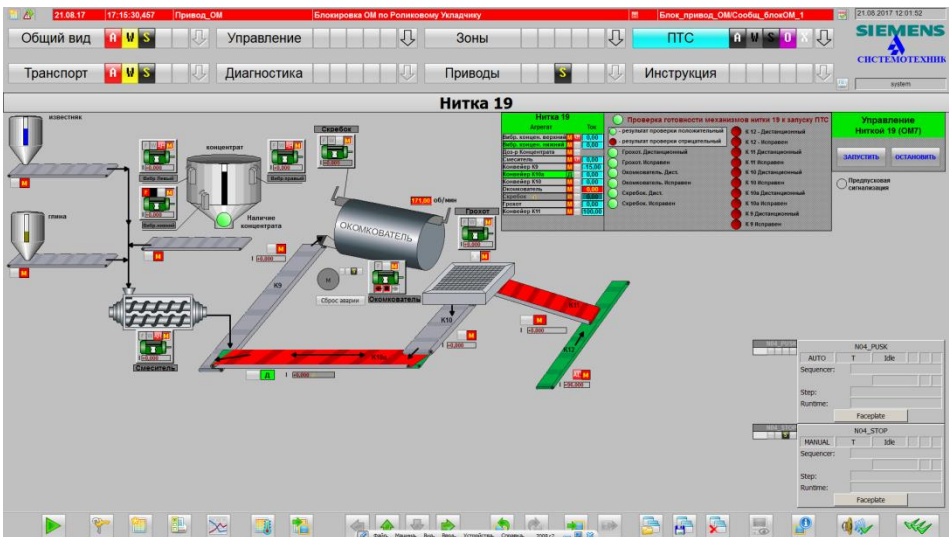
- основное меню оператора, присутствующее на всех видеокадрах;
- обобщенная технологическая схема (теплотехническая схема);
- видеокадры архивной информации;
- видеокадры журналов тревог;
- видеокадр индикации технологических параметров ОМ (слой, скорость, перекоп, потеря роликов);
- видеокадр индикации параметров зон сушки ОМ;
- видеокадры индикации параметров зон подогрева, обжига и рекуперации ОМ;
- видеокадр индикации параметров зоны охлаждения ОМ;
- видеокадр ПТС;
- видеокадр индикации параметров окомкования;
- видеокадр задания уставок;
- видеокадр «электропривод» для управления включением линейных контакторов и контроля сборки схем приводов, индикации токов двигателей.

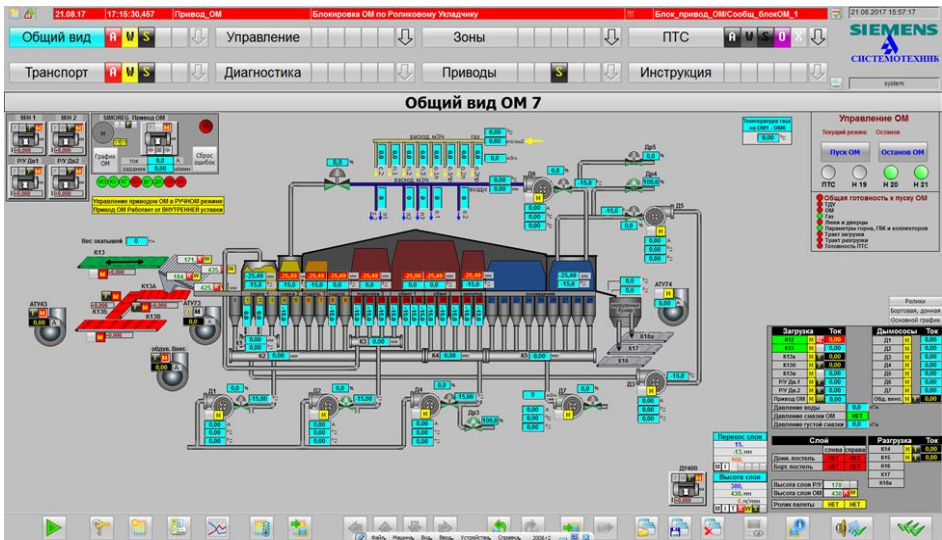
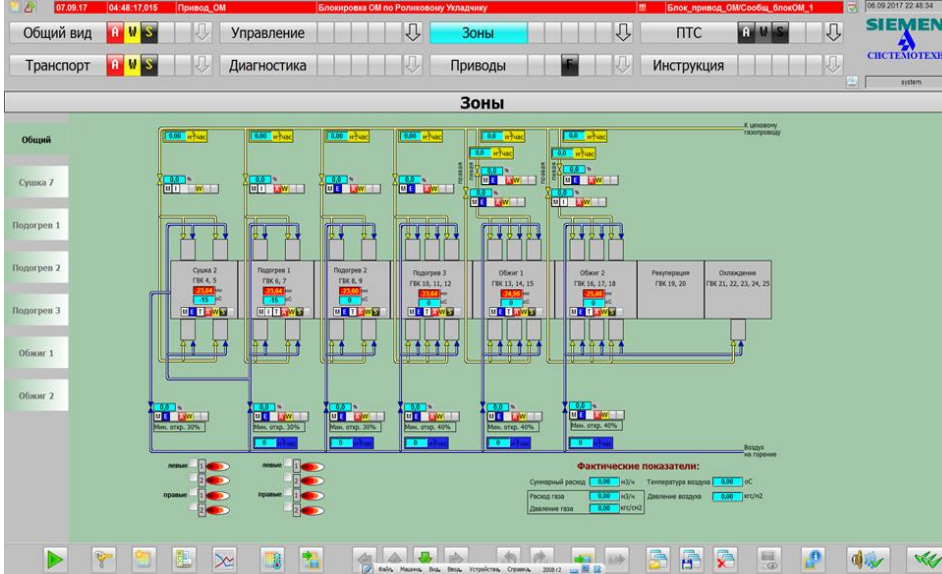
5.11.2.3.2. Видеокадры контроля и управления процессами

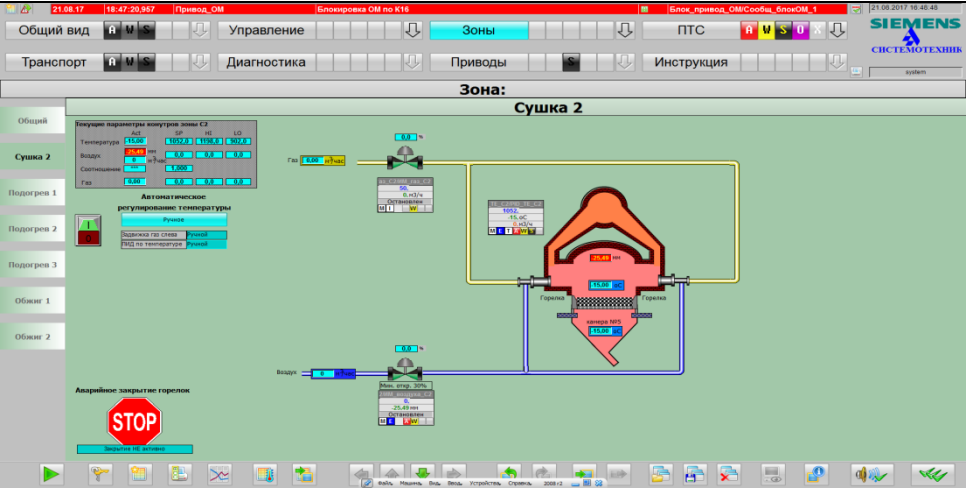
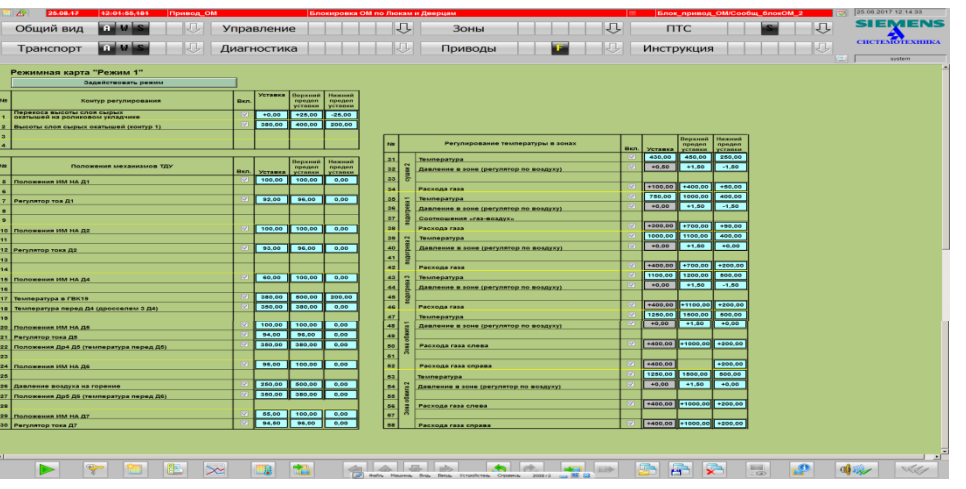
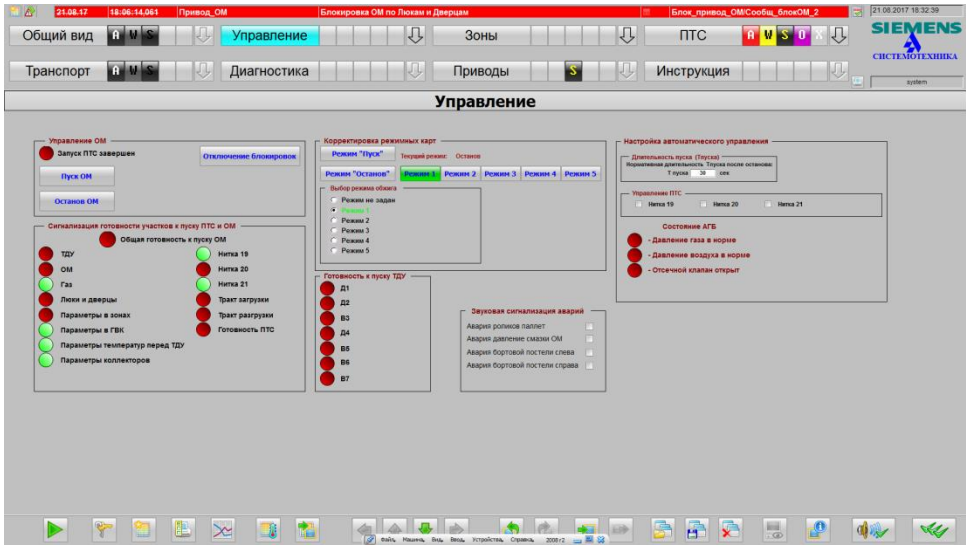
Набор видеокадров контроля и управления ПТС и ОМ представлен следующими мнемосхемами:

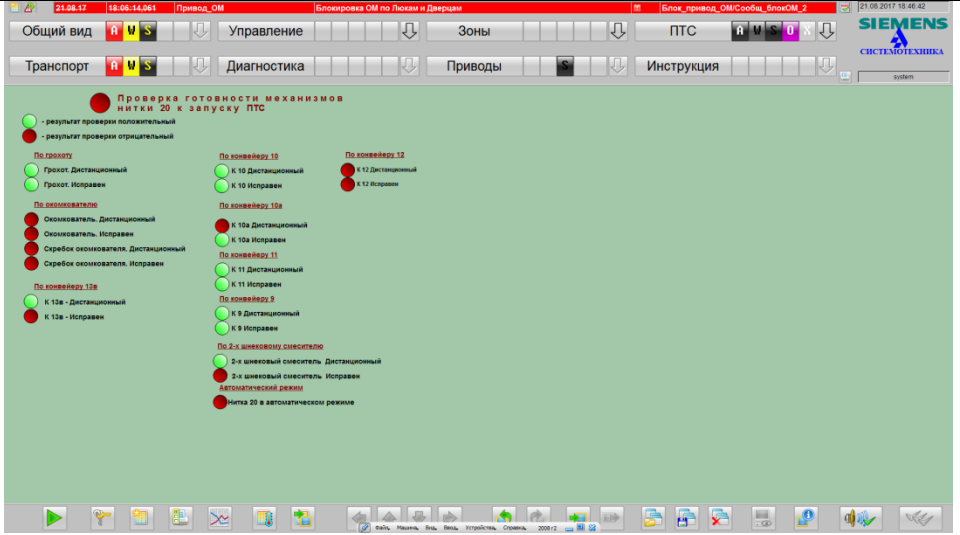
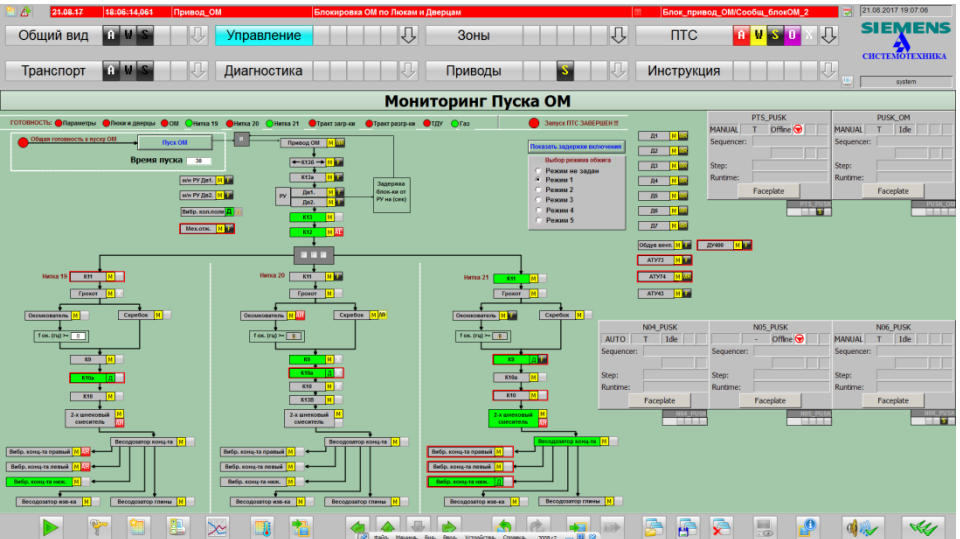
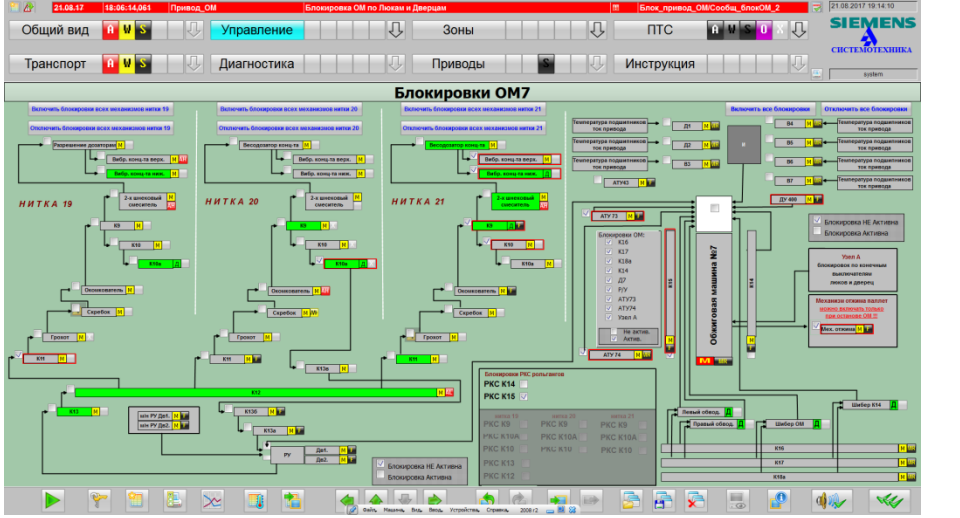
- Режимные карты «Пуск», «Останов» и режимные карты обжига «Режим 1», «Режим 2», «Режим 3», «Режим 4», «Режим 5».
- Панель управления ОМ.
- Расчет шихты.
- Проверка готовности механизмов, агрегатов и параметров на различных участках.
- Мониторинг останова ОМ.
- Мониторинг запуска ОМ.
- Блокировочные зависимости агрегатов.
- Контур регулирования.

Таблица 5.6. - Мнемосхемы контроля и управления

№ п.п.	Название	Дизайн
1	ПТС Общий вид	
2	Транспорт ОМ	
3	Нитка окомкования 13 (14, 15)	

№ п.п.	Название	Дизайн
4	Приводы	
7	ОМ 5 (обзор)	
8	Зоны ОМ (обзор)	
9	Зоны ОМ (детали)	

№ п.п.	Название	Дизайн
		
10	Режимные карты	
11	Управление ОМ	
12	Проверка готовности механизмов	

№ п.п.	Название	Дизайн
		
13	Мониторинг запуска ОМ	
14	Блокировочные зависимости агрегатов	

5.11.3 Решения по интерфейсам пользователя для управления агрегатами

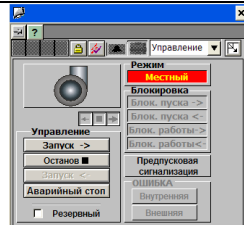
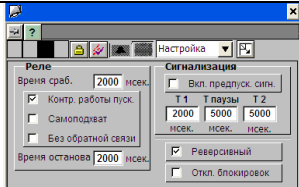
Кроме окон управления и контроля технологическими процессами в целом в сервисе интерфейсов пользователя предусмотрены кадры управления и настройки для вмешательства пользователя в работу системы на уровне отдельного агрегата или устройства. С их помощью оператор управляет отдельными механизмами, работает с технологическими параметрами системы, и т.п.

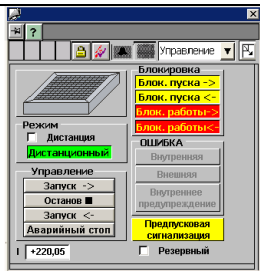
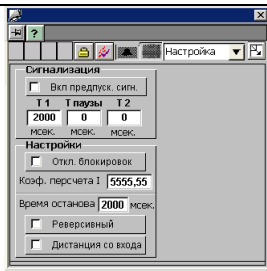
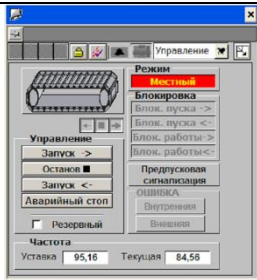
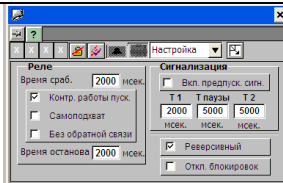
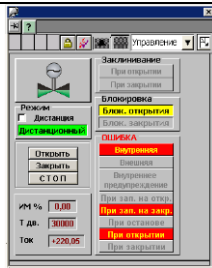
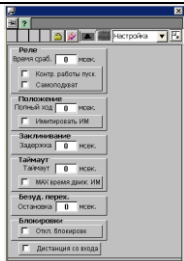
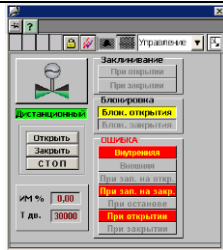
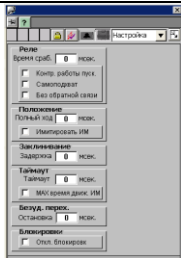
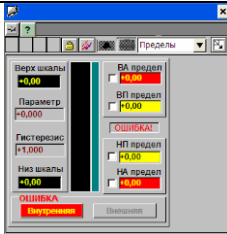
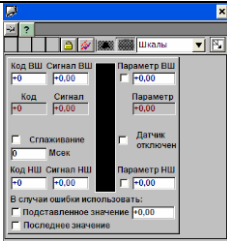
Эти кадры вызываются на экран при нажатии левой кнопкой мыши на изображение нужного объекта на мнемосхеме и именуются вторичными окнами. Кадр управления содержит изображение текущего состояния объекта и его кнопки управления. Кадр настройки – параметры объекта, характеризующие его поведение (например: для аналогового параметра – это шкалы аналогового сигнала и параметра, флаг отключения датчика и т.п.). Весь спектр кадров управления и настройки предусмотренный в АСУТП ОМ5 реализует интерфейс работы пользователей для следующих технологических объектов системы:

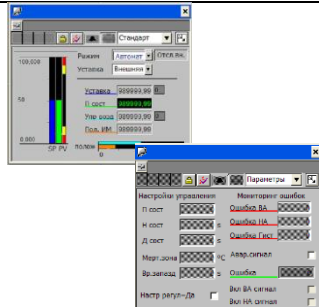
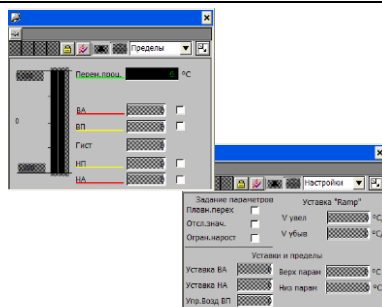
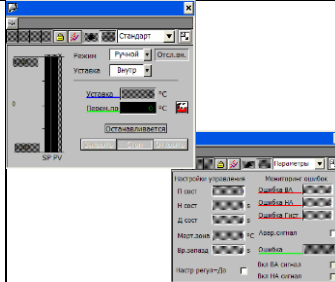
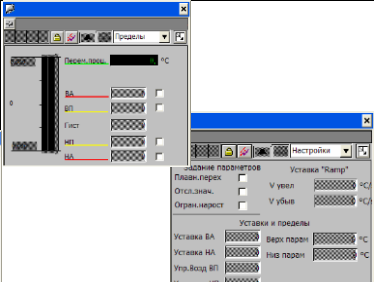
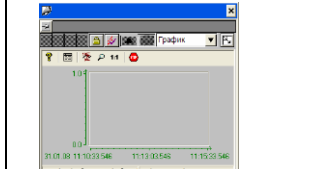
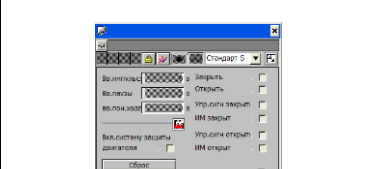
1. АТУ
2. Грохот
3. Конвейер
4. Маслонасос
5. Вентилятор
6. Дымосос
7. Обдув вентилятора
8. Привод ОМ5
9. Механизм отжима паллет
10. Вибратор бункера
11. Вибратор колосникового поля
12. Шнековый смеситель
13. Дозатор
14. Окомкователь
15. Шибер конвейера
16. Роликовый укладчик
17. Скребок
18. Задвижка, управляемая с помощью дискретных сигналов
19. Задвижка, управляемая с помощью SIMOCODE
20. Конвейер 13Б.

Состав и дизайн кадров управления и настройки для перечисленных устройств приведен ниже в таблице 5.7.

Таблица 5.7 - Состав и дизайн кадров управления и настройки

№ п.п.	Окно контроля, управления	Отображаемое оборудование	Дизайн кадра «Управление»	Дизайн Кадра «Настройка»
1	Оборудование с неуправляемым и неконтролируемым электроприводом	1. АТУ; 2. Вентилятор; 3. Дымосос;		

№ п.п.	Окно контроля, управления	Отображаемое оборудование	Дизайн кадра «Управление»	Дизайн Кадра «Настройка»
2	Оборудование с контролем работы через Simocode	1. Грохот; 2. Конвейер; 3. Маслонасос; 4. Дымосос; 5. Обдув вентилятора; 6. Отжим паллет; 7. Вибратор бункера; 8. Вибратор колосникового поля; 9. Шнековый смеситель; 10. Роликовый укладчик; 11. Скребок.		
3	Оборудование с контролем работы через Sinamics	1. Привод OM5; 2. Окомкователь; 3. Конвейер 13Б. 4. Дозатор.		
4	Задвижка DO	Клапан		
5	Задвижка АО	1. Задвижка SIMOCODE; 2. Шибер конвейера.		
6	Аналоговый сигнал	Параметры аналогового сигнала		

№ п.п.	Окно контроля, управления	Отображаемое оборудование	Дизайн кадра «Управление»	Дизайн Кадра «Настройка»
7	CTRL_PID	Регулятор непрерывного действия		
8	CTRL_S	Шаговый регулятор	 	 

Системными решениями предусмотрено закрепление кадров управления и настройки на переднем плане монитора АРМа пользователя. Это осуществляется с помощью расположенной на видеокадрах кнопки с изображением на ее поверхности канцелярской кнопки.

Для каждого объекта на видеокадрах предусмотрено поле, в котором отображается название объекта, служебное поле для отображения тегпрефикса паспорта объекта (групповой дисплей), который содержит состояния сообщений, связанных с объектом.

Кроме группового дисплея на видеокадрах управления предусмотрены кнопки управления сообщениями и вызова интерактивной помощи. Подробное описание и дизайн окон управления и настройки даны в руководстве пользователя, документ «Организационное обеспечение» (PC.SSG.21- 0096 -ATX.OO).

5.11.3.1 Решения по интерфейсам диагностики

Экранный интерфейс диагностики представлен набором видеокадров, где сигнализируется выход из строя элементов контроллерного, компьютерного и сетевого оборудования АСУТП ОМ5 (пример видеокадра приведен далее на рисунке 5.6.). Полное функциональное описание дизайна этих видеокадров приведено в документе «Организационное обеспечение». Вызов видеокадров осуществляется нажатием кнопку «Диагностика» на панели кнопок в области 2 структуры главного меню АРМа пользователя (рисунок 5.5.).

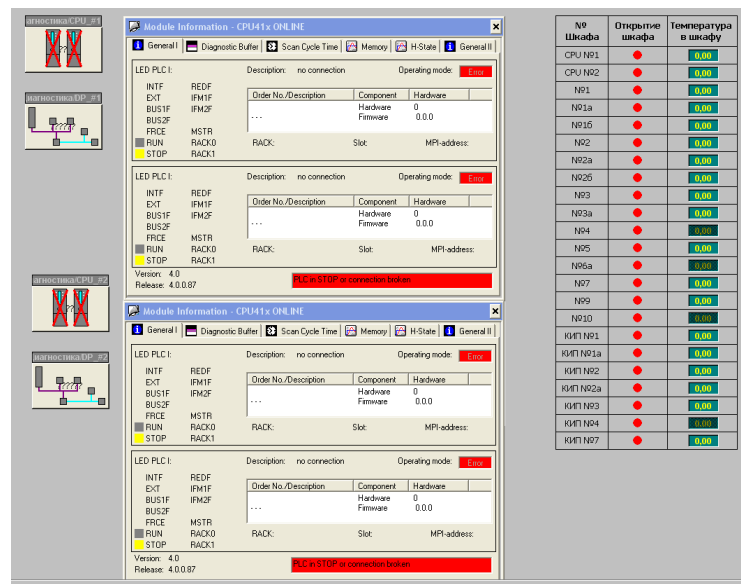


Рисунок 5.6. Видеокадр «Диагностика»

5.11.3.2 Специальные интерфейсы

К специальным (служебным) видеокадрам относятся: видеокадр регистрации пользователя в системе, и парольное администрирование входа/выхода пользователя в систему.

5.11.3.2.1. Видеокадр «Аутентификация пользователей в системе»

Некоторые функции системы, такие, как коррекция технологических и аварийных пределов для параметров, настройки для регулирования параметров и другие, должны быть защищены от несанкционированного доступа. Для этого такие функции имеют определенные уровни доступа, а пользователям системы присваиваются индивидуальные пароли и категории для доступа только к определенным для них функциям. Для АСУТП ОМ5 определено пять уровней доступа набор прав доступа к функциям по работе с данными регламентирован таблицей 5.8.

Таблица 5.8. Уровни доступа к функциям АСУТП

Категория	Доступные функции
Оператор	Управление механизмами и регуляторами, коррекция пределов для параметров
Мастер КИП	Коррекция шкал для параметров, коррекция параметров настроек регуляторов
Мастер участка	Коррекция технологических и аварийных пределов параметров, редактирование списка паролей, выход из системы
Администратор	Все функции

Если пароль ошибочен или неизвестный пользователь, или у пользователя нет доступа к функциям, выдается соответствующее сообщение:

После успешного входа в систему доступные пользователю кнопки активируются в области общего вида, на панели кнопок управления, и на кадрах управления и настройки, с помощью которых пользователь имеет возможность мониторинга и управления процессом.

Кроме входа с регистрацией, в системе управления процессом есть функция регистрации выхода пользователя из системы. С помощью этой функции можно выходить из системы всякий раз, когда необходимо оставить операторскую станцию. Это гарантирует, что никакой другой пользователь не сможет получить доступ к системе под Вашим зарегистрированным в системе именем.

5.11.3.2.2. Видеокадр «Администрирование пользователей в системе»

Система администрирования пользователей предназначена для добавления новых пользователей системы (и удаления старых пользователей) и назначения им прав доступа к отдельным функциям системы, а также для задания или смены паролей пользователям.

Вызов системы администрирования пользователей осуществляется с помощью кнопки:



Эта кнопка расположена в наборе кнопок №2 в области 4 экрана пользователя. При нажатии на нее откроется окно администрирования пользователей.

Пользователь, открывающий систему администрирования пользователей также должен иметь соответствующий уровень авторизации на использование системы администрирования. Все изменения, сделанные в системе администрирования пользователей, актуализируются в реальном времени (немедленно), в момент выполнения изменений.

Вид окна системы администрирования пользователей приведен на рисунке 5.7. Развитие окна администрирования пользователей будет выполнено на этапе проектирования программного обеспечения. Все функции кадров управления и настройки в системе имеют соответствующие авторизации. После развития окна, защищенные в проекте функции, будут доступны пользователям, только если они будут иметь соответствующие права доступа (авторизации) для выполнения этих функций.

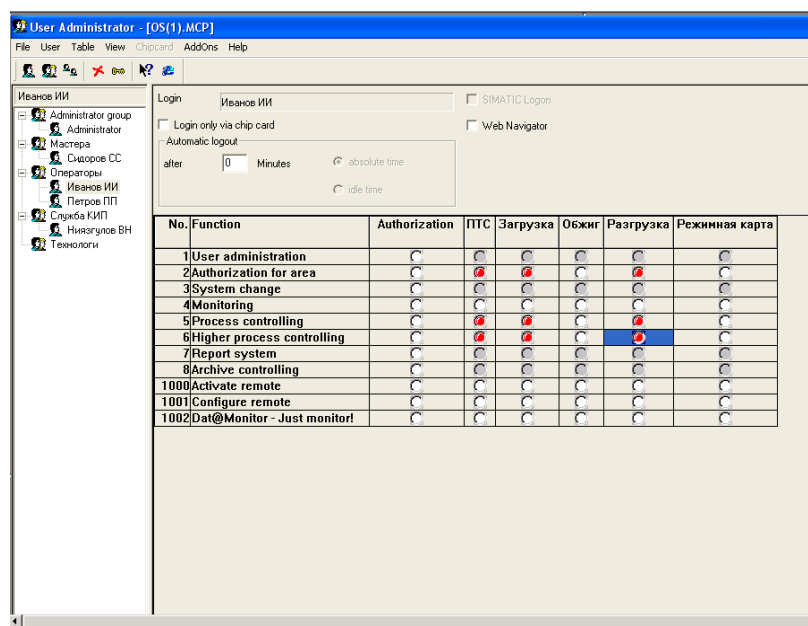


Рисунок 5.7. - «Окно администрирования пользователей»

5.11.3.2.3 Видеокадры интерактивной помощи

В процессе управления и наблюдения за объектами технологического процесса пользователь имеет возможность обратиться к системе интерактивной помощи для получения сведений о том, как работать с кадрами настройки и управления конкретными объектами системы, как осуществить переход между технологическими видеокдрами, как отображаются механизмы и т.п.

Оглавление интерактивной помощи содержит кнопки для вызова разделов интерактивной помощи.

Каждая кнопка на своей поверхности имеет название соответствующего раздела. Вызов оглавления интерактивной помощи осуществляется по кнопке «Справка» в области главного меню (сегмент 2) экрана пользователя.

На всех кадрах настройки и управления объектами технологического процесса также имеются кнопка , при нажатии на которую вызывается раздел интерактивной помощи, соответствующий кадру, на котором была нажата кнопка помощи.

В таблице 5.9. представлен перечень кадров интерактивной помощи.

Таблица 5.9. Перечень кадров интерактивной помощи.

№ п.п.	Название мнемосхемы
1	«Оглавление интерактивной помощи»
2	«Мнемосхемы, переходы между ними»
3	«Парольная защита»
4	«Отображение аналогового параметра»
5	«Сигнализация аварий и тревог»
6	«Сообщения в служебных окнах»
7	«Тренды»
8	«Пределы и шкалы для параметра»

5.12 Решения по защите от несанкционированного доступа

Система защиты от несанкционированного доступа АСУТП ОМ5 предусматривает следующие ограничительные меры:

- К работе с системой допускаются только обученные и авторизованные пользователи;
- Каждый пользователь (оператор или прикладная программа с использованием межсетевых интерфейсов) получает доступ в Систему только с использованием пароля.
- Для пользователей установлены различные уровни доступа, контролируемые Системой.
- Для изменения или модификации данных технологом-оператором предусмотрено парольное ограничение;
- Для доступа к выполнению инженерных функций и модификацию базы данных необходима аутентификация;
- Все системные события с начала и до завершения работы каждого технолога или оператора автоматически протоколируются.
- Для обеспечения ретроспективного анализа ситуаций и событий в системе предусмотрено архивирование и создание твердой копии протоколов и отчетов.
- В системе предусмотрено автоматическое формирование журнала учета пользователей. Записи журнала содержат полную информацию о работе и действиях

пользователей Системы. Эти данные защищены от возможного вмешательства и изменения после их регистрации.

- К шкафам управления и контроля АСУТП ОМ5 допускается только обслуживающий и персонал, имеющий соответствующий допуск и сертификат по обслуживанию оборудования установленного в этих шкафах и непосредственно на технологическом процессе.

В АСУТП ОМ5 предусмотрены следующие уровни доступа к системе, обеспечивающие защиту от несанкционированного доступа к ее функциям и данным:

- уровень диспетчера (информационный уровень) – обеспечивает доступ к полной информации о технологическом процессе и функциям управления в пределах должностной инструкции. С правами «диспетчер» пользователь имеет возможность наблюдать за ходом технологического процесса, переводить контуры регулирования в различные режимы, дистанционно управлять исполнительными механизмами и приводами;

- уровень технолога предоставляет все права, регламентированные для «Диспетчера», а также дает право изменять параметры режимов и уставки в контурах регулирования.

В рамках мер по обеспечению защиты от несанкционированного доступа в системе предусмотрено автоматическое формирование журнала учета пользователей. Записи журнала содержат полную информацию о работе и действиях пользователей Системы. Эти данные защищены от возможного вмешательства и изменения после их регистрации.

5.13 Решения по организации обслуживания и сопровождения АС

В состав системы АСУТП входит следующее, вновь устанавливаемое оборудование, требующее технического обслуживания:

- 1) шкафы с серверами, программируемыми контроллерами, преобразователями, станциями распределенного ввода-вывода, автоматизированные рабочие места;
- 2) контрольно-измерительные приборы и датчики.

Большое количество технических средств в АСУ ТП, широкое применение вычислительной техники с развитым программным обеспечением, расширение числа и ответственности функций, выполняемых АСУ ТП, предполагает участие в техническом обслуживании, профилактических работах и ремонте оборудования следующего квалифицированного персонала:

- Инженер-программист;
- Инженер-электронщик;
- Сменный электрослесарь КИПиА.

Обслуживающий персонал системы АСУТП должен владеть навыками работы с операционной системой Windows и с пакетами программирования ПЛК – Step7, SCADA системы – WinCC системы проектирования PCS7. В состав обязанностей обслуживающего персонала входит наблюдение за работой технических средств системы, обеспечение их работоспособности в промежутках между профилактиками, обнаружение и устранение неисправностей.

Обслуживающий персонал системы должен производить плановые профилактические осмотры и в случае необходимости – замену вышедших из строя модулей и ремонт технических средств системы.

Производственный персонал должен оценивать управляющие воздействия, вырабатываемые АСУТП, принимать решения об их реализации, а также вводить в

автоматизированную часть системы необходимую информацию, для чего должен владеть навыками работы с персональным компьютером.

Обслуживающий и производственный персонал в процессе монтажа, наладки и ввода в эксплуатацию системы АСУТП проходит теоретическое и практическое обучение по использованию и обслуживанию системы.

6 Решения в смежных частях проекта

6.1 Строительные решения

В проекте не предусматривается строительство новых или реконструкция существующих помещений. Прокладка кабелей производится по существующим кабельным трассам во вновь проектируемых коробах, лотках и других кабельных конструкциях.

6.2 Решения по электроснабжению

Для питания шкафов АСУТП ОМ5 предусмотрен шкаф распределительный ($I_n=125A$).

Питание шкафа распределительного осуществлено от сети переменного тока напряжением 380В, 50Гц (3ф+N+РЕ) с существующего щита АВР (фидер $I_{т.р.}=160A$), расположенного в аппаратной КИПиА ОМ №5.

Питание контроллеров осуществляется от источников бесперебойного питания фирмы APC, обеспечивающих работу контроллеров и коммутационного оборудования связи в моменты исчезновения напряжения питания шкафов.

Питание серверов промышленных баз данных осуществляется от источников бесперебойного питания фирмы APC, обеспечивающих работу серверов и коммутационного оборудования связи в моменты исчезновения напряжения питания шкафа.

В случае полного длительного обесточивания всей системы источники бесперебойного питания обеспечивают до 30 минут для безопасного перевода агрегатов в безопасное состояние, а также для штатного завершения работы операционной системы с целью полного сохранения всей информации на жестком диске сервера.

Питание шкафа 44-7AV с тиристорным преобразователем Simoreg (61кВт, 125A), шкафов 71a-19AV, 71a-20AV, 71a-21AV с преобразователями частоты Sinamics G150 (160кВт), организовано от существующих вводов щитов управления соответствующих механизмов.

6.3 Решения по охране труда и технике безопасности.

Решения, принятые в рабочем проекте по охране труда и ТБ, соответствуют:

- правилам устройства электроустановок (ПУЭ РК, 2003),
- строительным нормам и правилам систем автоматизации (СНиП 3.05.07-85 «Системы автоматизации»).

6.4. Решения по охране окружающей среды

Запроектированная система не предусматривает дополнительного отвода земель, нового строительства зданий и сноса зеленых насаждений.

Проектируемая система и применяемое оборудование не способствует загрязнению водных ресурсов, не осуществляет сброс сточных вод и выбросов в атмосферу, не представляет опасности для окружающей среды в части электромагнитных излучений.

Водопотребление из открытых источников на производственные нужды, а также сброс загрязненных продуктов в закрытые и открытые источники воды проектом не предусмотрены.

6.5 Решения по противопожарным мероприятиям

Монтаж проектируемого оборудования выполняется в строгом соответствии с технической документацией, ПУЭ и строительными нормами и правилами систем автоматизации СНиП 3.05.07-85 «Система автоматизации».

6.6 Решения по оборудованию операторских помещений

Специальных решений по операторским помещениям не требуется. Оборудование и шкафы устанавливаются в помещениях существующих операторских пунктов, которые должны быть приведены в соответствие к требованиям строительных и санитарных норм и правил, а именно:

- стены оштукатурены и окрашены в светлые неяркие тона;
- полы непылящие с нетокопроводящим покрытием;
- освещение 60 лк;
- температура $(21 \pm 5) ^\circ\text{C}$;
- влажность 40 – 60 %;
- кратность воздухообмена 1-2 об/ч;
- вибрация частотой 25 Гц с амплитудой не более 0,1 мм.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1. Перечень и содержание задач АСУТП ОМ5

№ п/п, наименование подсистем, задач	Краткое содержание или характеристика задач	Требования к реализации задач
1	2	3
1. Контроль состояния объекта управления		
1.1 Опрос датчиков аналоговой информации, первичная обработка (линеаризация, перевод в технологическую размерность, контроль достоверности, фильтрация помех, сглаживание), занесение текущих значений в БД и хранение данных.	Задача включает выборку адреса и опрос канала, каждый канал датчика опрашивается многократно с запоминанием среднего значения после отбрасывания выбегов, это кодовое значение линеаризуется (при необходимости), переводится в технологическую размерность, проверяется на достоверность и сглаживается; полученные текущие значения переменных хранятся в течение часа.	Должна быть обеспечена работоспособность КТС и ПО, предусмотрена различная дискретность опроса по каналам измерения контролируемых и регулируемых переменных.
1.2. Опрос (или инициативный ввод сигнала) датчиков дискретной информации - позиционных (или "сухой" контакт) сигналов.	Задача заключается в опросе "входных слов" состояния дискретной информации и занесение кодового значения состояния в базу данных.	Должна быть обеспечена работоспособность КТС и ПО, предусмотрена различная дискретность опроса каналов.
2. Контроль отклонений от заданного режима, расчет ТЭП, представление информации технологическому персоналу		
2.1 Обработка данных, с выявлением отклонений от заданных значений и изменений состояния, а также получением агрегированных (усредненных или интегрированных на интервалах) значений,	Задача включает определение отклонений переменных за технологические границы и оценку изменения состояния с выставлением соответствующих «флагов» для задач оперативного представления информации и регулирования переменных. Расчет усредненных значений осуществляется на различных интервалах. Интегрирование ведется по расходным переменным.	Должна быть обеспечена работоспособность КТС и ПО.
2.2 Расчет технико-экономических показателей (ТЭП) на различных временных интервалах.	Задача включает расчеты ТЭП: на различных временных интервалах календарный час (с начала часа); смена (с начала смены) и др. (с начала суток) по часовым агрегированным данным; за месяц (с начала месяца) по суточным данным.	Должна быть обеспечена работоспособность КТС и ПО
2.3 Представление текущих, обработанных данных и ТЭП технологическому персоналу.	Задача включает вывод на экраны мониторов технологического персонала общей и фрагментов	Должна быть обеспечена работоспособность 67

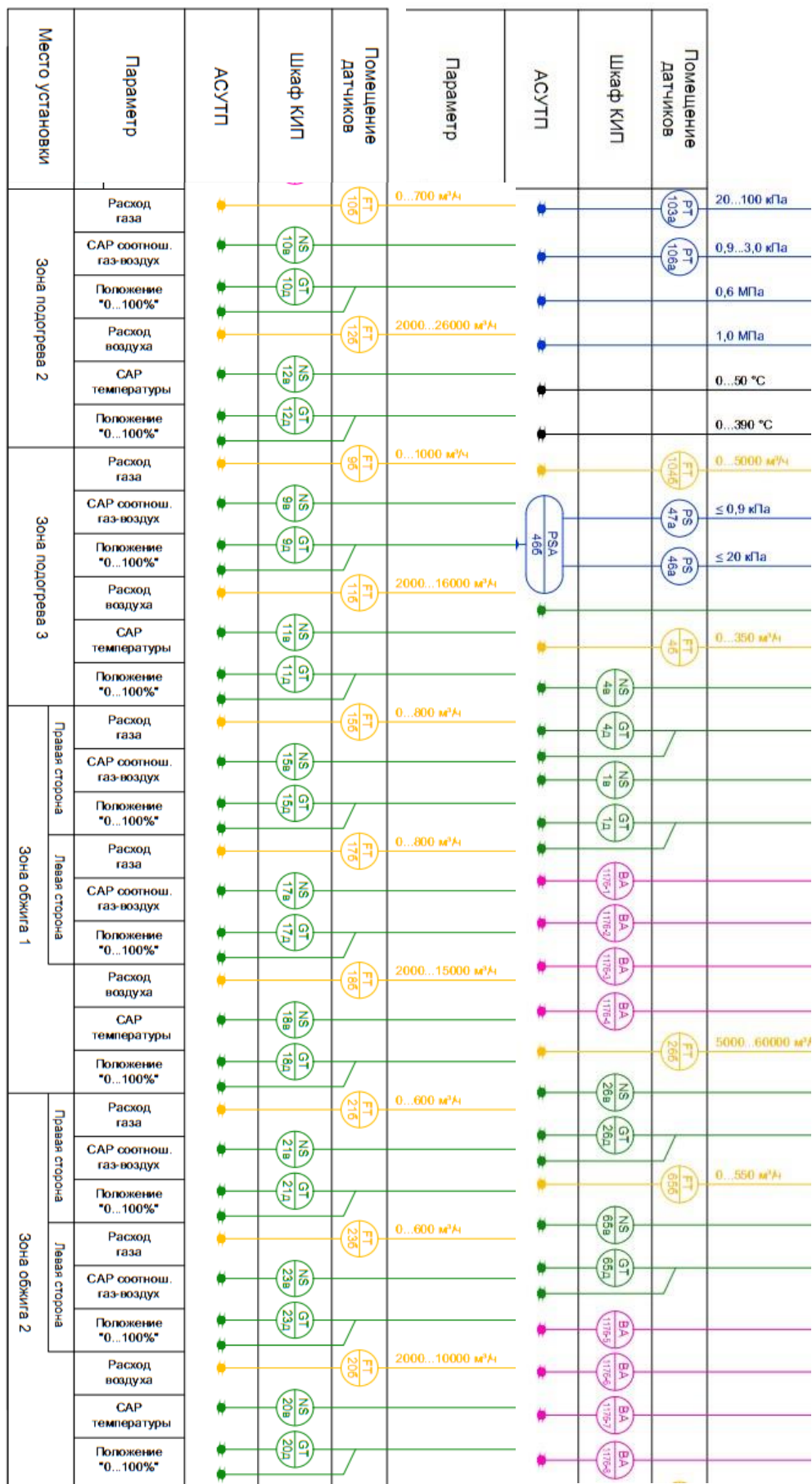
	мнемосхем с текущими значениями переменных и состояния оборудования и датчиков-сигнализаторов, со световой и звуковой (при необходимости) сигнализацией отклонений переменных и изменения состояния оборудования, а также представление данных в виде графиков, гистограмм, таблиц и отдельных сообщений (при необходимости).	КТС и ПО. Состав и содержание форм
2.4 Вывод на монитор технологической информации о состоянии агрегатов технологических процессах в виде мнемосхем	Выводятся мнемосхемы с изображением оборудования, дозаторов и с параметрами теплового генератора со значениями переменных и состояний, с подцветкой и звуковой сигнализацией отклонений и изменения состояния. Переключение мнемосхем с клавиатуры ПК или манипулятора (трекбол, мышь), а также автоматически по нарушению режима.	Должна быть обеспечена работоспособность КТС и ПО. Цветовая и звуковая сигнализация должны иметь несколько уровней (3).
2.5 Вывод на монитор текущих значений переменных и информации о состоянии технологических агрегатов, а также обработанных данных в виде графиков, трендов.	Для анализа динамики изменений выводятся графики временных рядов по текущим значениям и обработанным (5 мин., час, смена и т.п.) данным. Для анализа взаимозависимости переменных используются графики вида $y=F(x)$.	Задача реализуется по запросу оператора.
2.6. Вывод данных в виде отчета на монитор и печать.	Выводятся таблицы данных и ТЭП установленной формы на экран и печать. Перечень форм уточняется при проектировании.	Должна быть обеспечена работоспособность КТС и ПО.
3 Управление термообработкой окатышей на ОМ и окомкованием		
3.1 Выдача задания системе участка окомкования на необходимую производительность по сырым окатышам	Оператор-технолог устанавливает задание системе дозирования компонентов шихты необходимую нагрузку по сырым окатышам на основе параметров шихты и оценки состояния обжиговой машины по встроенной в программу управления режимной карте (или программе оптимального управления). Задание передается в систему дозирования Шенк через межкомпьютерную связь либо вводит это значение вручную через клавиатуру компьютера системы дозирования.	

3.2 Стабилизация перекоса высоты слоя на роликовом укладчике	Датчики высоты слоя установлены справа и слева. Воздействие на ИМ осуществляется путем минимизации отклонения высоты слоя с двух сторон.	
3.4 Стабилизация аэродинамического сопротивления слоя сырых окатышей	На основании значений датчиков высоты слоя вычисляется среднее арифметическое значение высоты слоя окатышей, загружаемых на обжиговые тележки. При отклонении производится изменение скорости движения обжиговых тележек.	
3.5 Регулирование температуры в газоздушных камерах	Чувствительный элемент термопары должен быть размещен в ГВК как можно ближе к оси машины с минимально возможным расстоянием от колосников обжиговой тележки. Стабилизация температуры в ГВК №19 необходима для управления процессом законченности процесса спекания окатышей и производится путем выдачи управляющего воздействия на управление ТДУ, отсасывающим газы из зон обжига и рекуперации.	
3.6 Стабилизация температуры по горновому пространству	Измерение температур осуществляется с использованием термопар, чувствительный элемент которых расположен на поперечной оси ГВК над слоем (ниже горелочных амбразур) на расстоянии не менее 200 мм от боковой стенки горна.	
3.7 Стабилизация соотношения «газ-газ» по горновому пространству	Регулирование расходов природного газа, подаваемого к горелкам, установленным над ГВК №11-17 с левой стороны обжиговой машины, осуществляется в соотношении 1:1(устанавливается оператором) в зависимости от расходов природного газа на горелки, установленные с правой стороны.	
3.8 Стабилизация газоздушного режима по длине обжиговой машины	Регулирование разрежения в горне зон сушки осуществляется путем выдачи управляющего воздействия на дроссели, регулирование разрежения в горне над ГВК № 13,17 осуществляется путем выдачи управляющего воздействия на НА ТДУ дроссели	
3.9 Управление охлаждением	Управление максимальной	

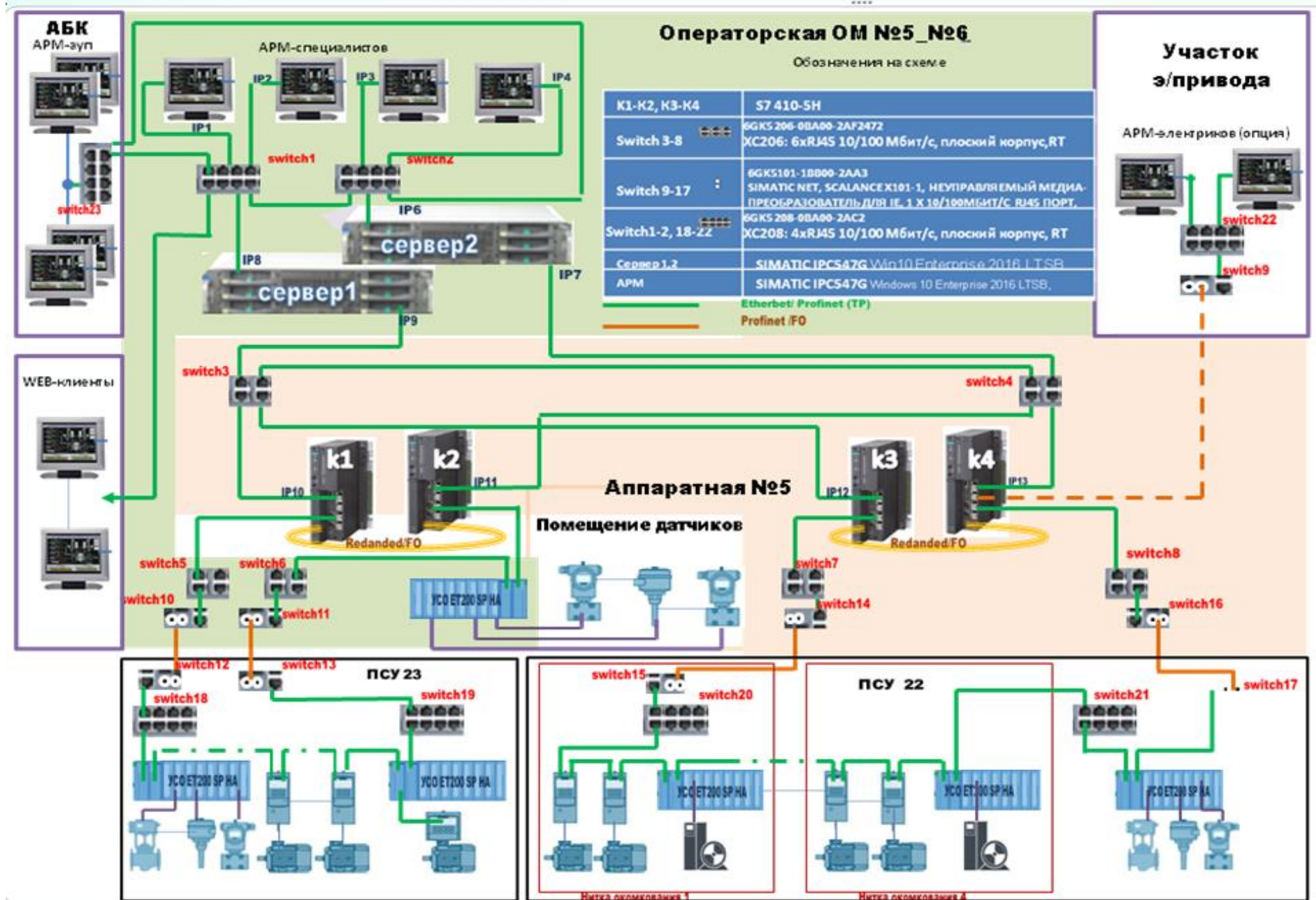
обожженных окатышей	температурой окатышей, разгружаемых с обжиговой машины, осуществляется оператором обжиговой машины дистанционно путем выдачи управляющего воздействия на НА ТДУ Д7 с учетом их температуры на разгрузке с обжиговой машины.	
3.10 Защита вентиляторов (дымососов) обжигового агрегата от перегрева	Контроль и управление рабочей температурой ТДУ. Регулирование температуры теплоносителей перед Д1, Д3, Д6 осуществляется путем выдачи управляющего воздействия на дроссели 10, 6, 8. При этом не допускается превышение температуры выше заданного значения.	
3.11 Технологические защиты и блокировки	Осуществляется выдача сигнала на отключение оборудования при наличии отклонений параметров технологического процесса или состояния оборудования от нормального.	Выполнение задачи инициируется автоматически при выставлении соответствующих признаков отклонения от нормального режима
3.12 Контроль охлаждения обжиговой машины		
3.13 Контроль параметров работы ТДУ (тягодутьевая установка)		
4. Управление ПТС и электроприводом		
4.1. Функции управления регулируемыми электроприводами	Функции предназначены для: • формирования заданий и регулирования скорости механизмов; • обеспечения плавного регулирования частоты вращения приводов в заданном диапазоне; • обеспечения устойчивой и длительной работы приводов на нижней частоте вращения заданного диапазона регулирования; обеспечение надежности и удобства обслуживания.	Данные функции обеспечиваются путем использования частотно-регулируемых приводов (ЧРП).
4.2. Функции управления нерегулируемыми электроприводами	Функции предназначены для: • контроля параметров двигателей; • выдачи информации о состоянии автоматических выключателей; • защиты двигателей (короткое	Данные функции обеспечиваются путем использования блоков управления и защиты электродвигателей

	замыкание, выпадение одной из фаз и т. д.).	(например, Simocode Pro из номенклатуры ф. Siemens), позволяющих обеспечить широкий спектр предоставляемых диагностических данных по двигателю, а также обеспечивать требуемую логику их включения и выключения.
--	--	---

ПРИЛОЖЕНИЕ 2. Функциональная схема АСУТП ОМ5

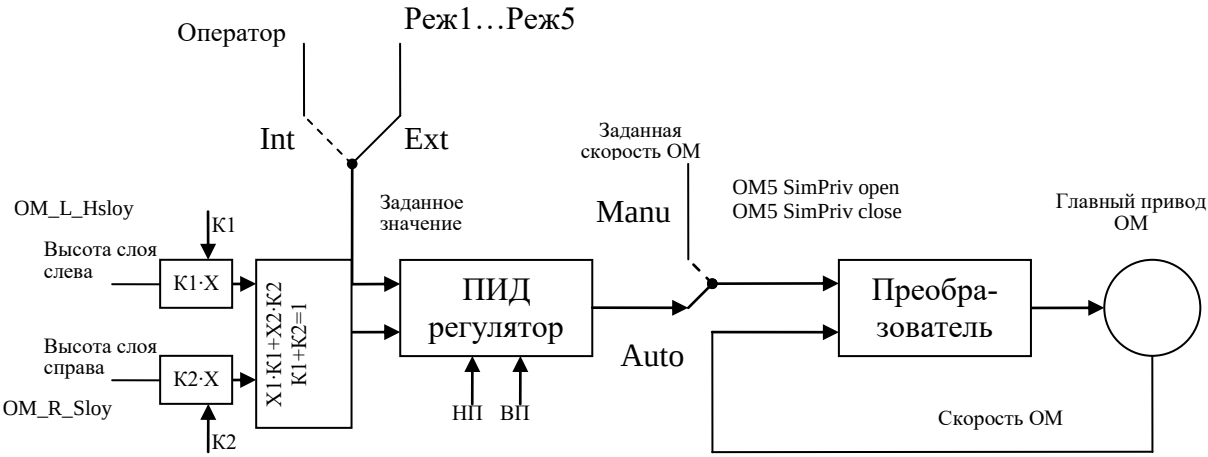


ПРИЛОЖЕНИЕ 3. Укрупненная структура КТС АСУТП ОМ5

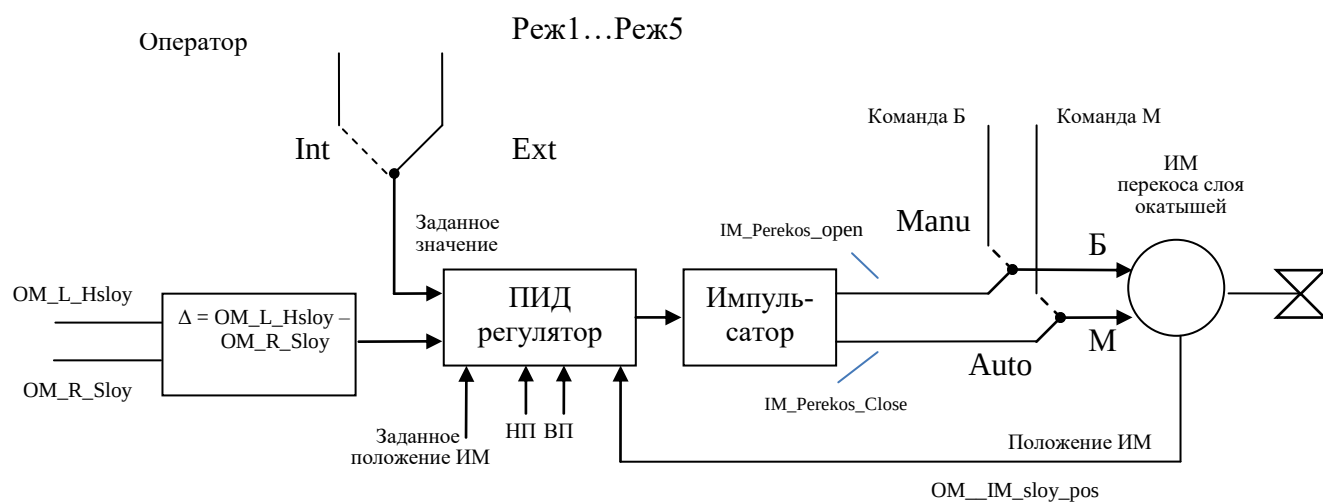


ПРИЛОЖЕНИЕ 4 Структурные схемы контуров регулирования АСУТП ОМ5

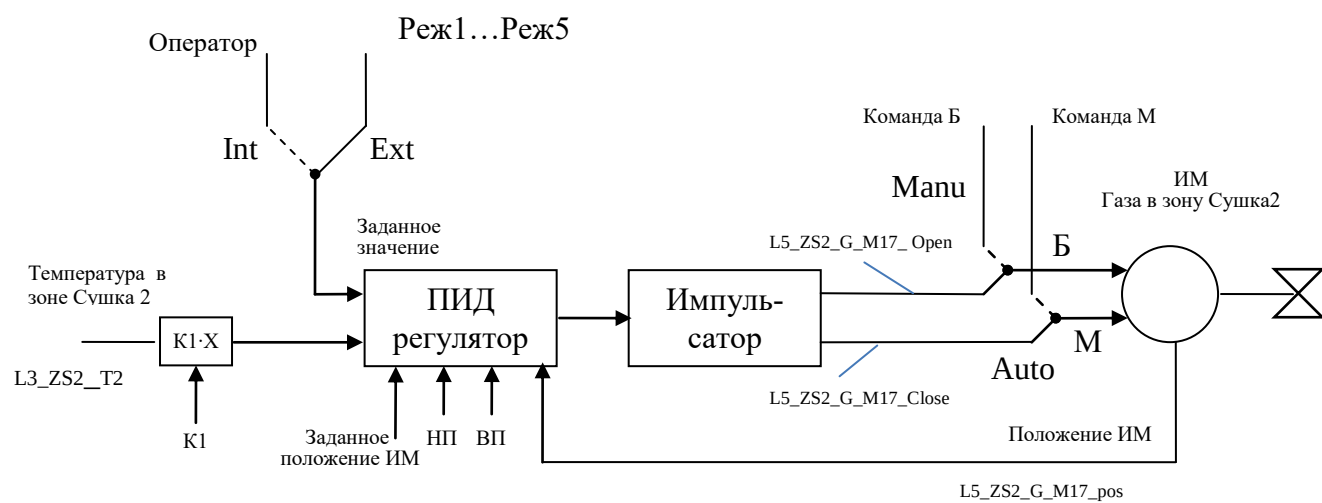
1. Структурная схема регулирования высоты слоя сырых окатышей



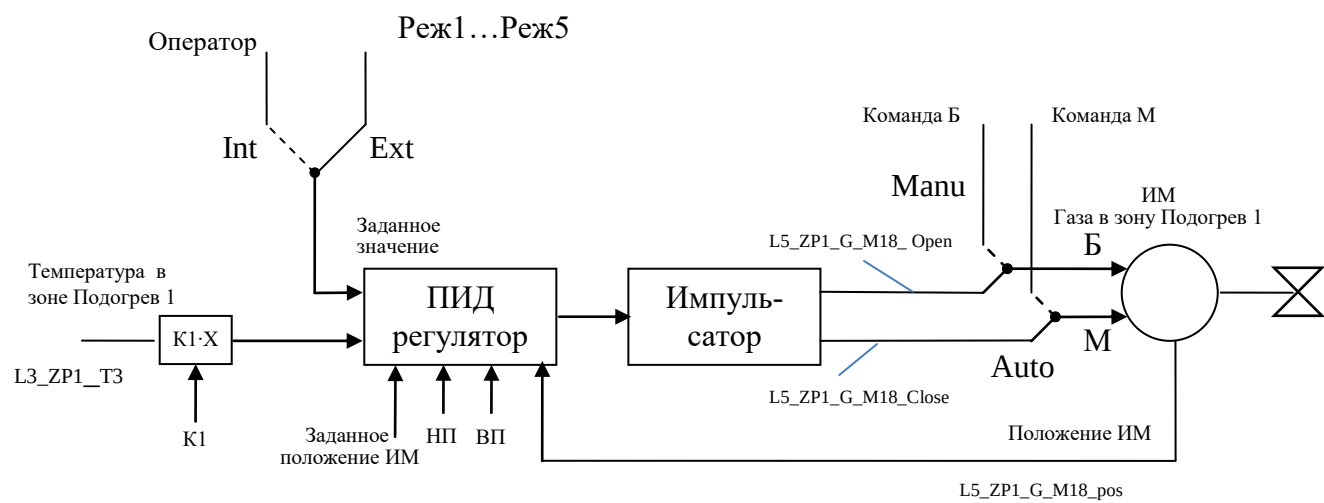
2. Структурная схема регулирования перекаса высоты слоя сырых окатышей



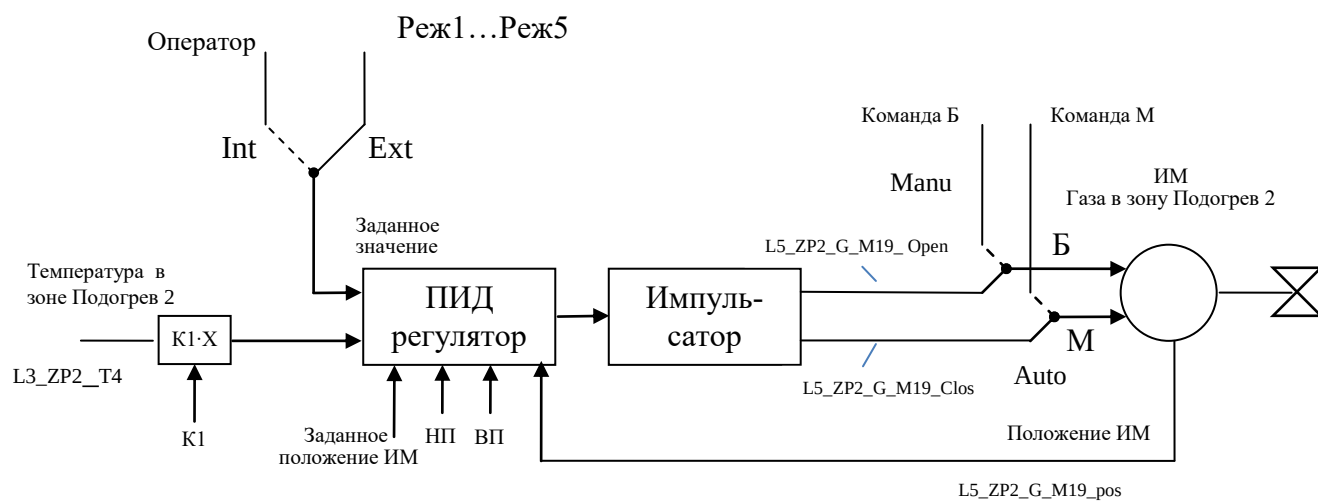
3. Структурная схема регулирования температуры в зоне Сушка2



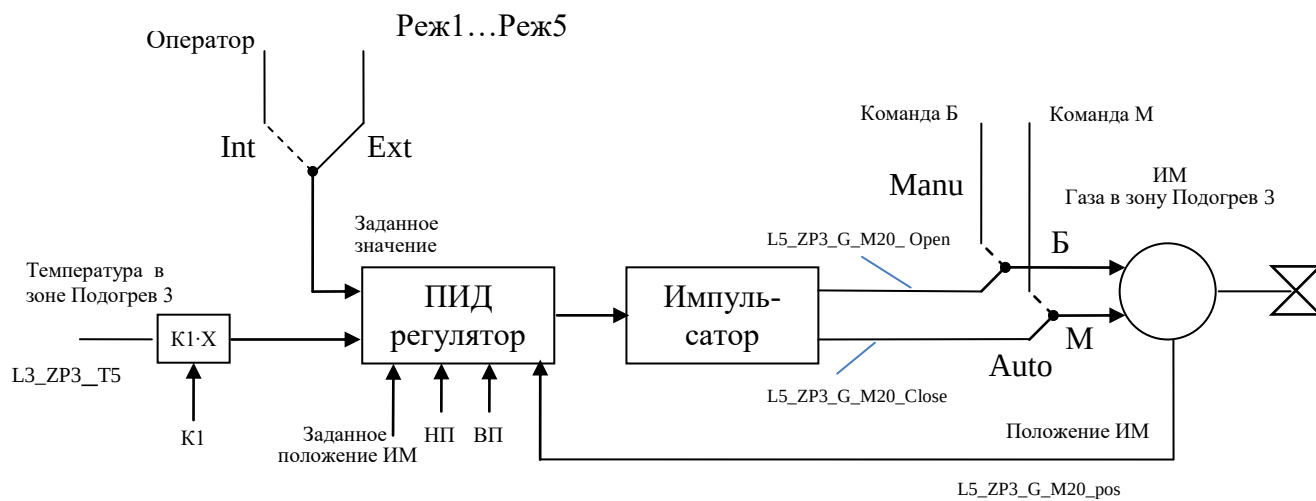
4. Структурная схема регулирования температуры зоны Подогрев1



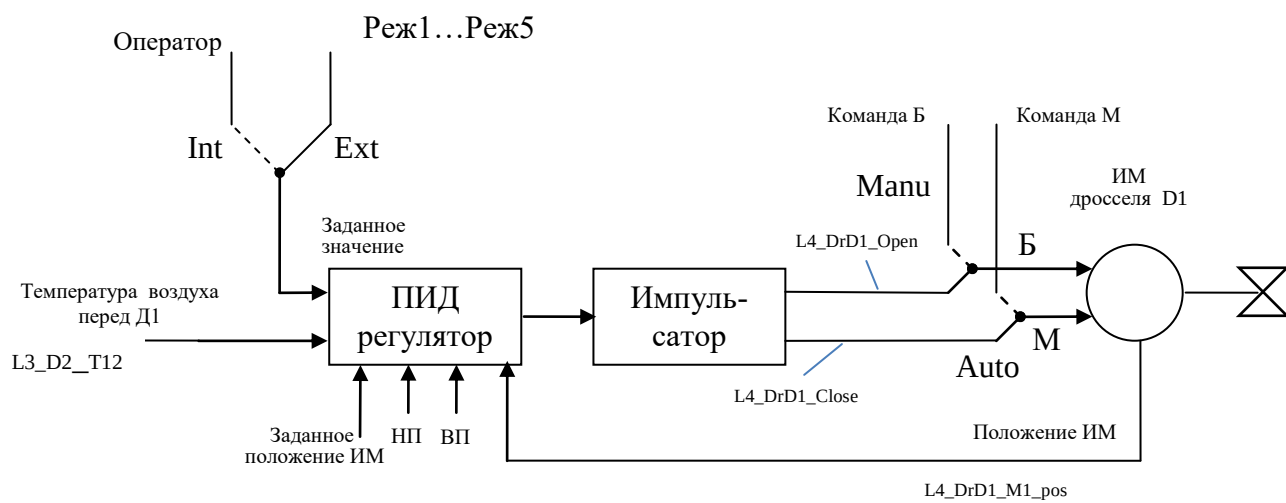
5. Структурная схема регулирования температуры зоны Подогрев 2



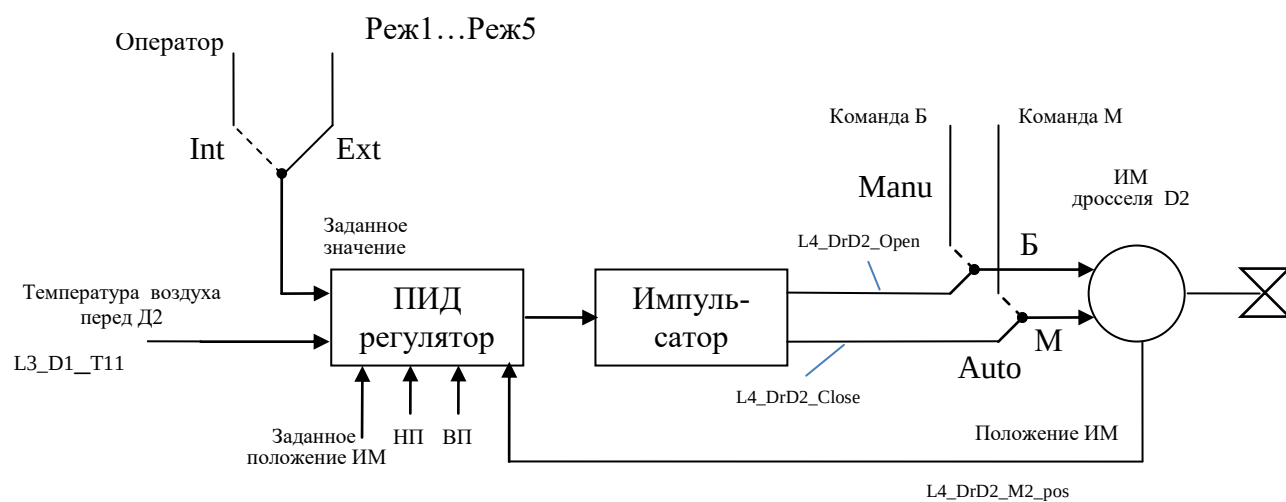
6. Структурная схема регулирования температуры зоны Подогрев 3



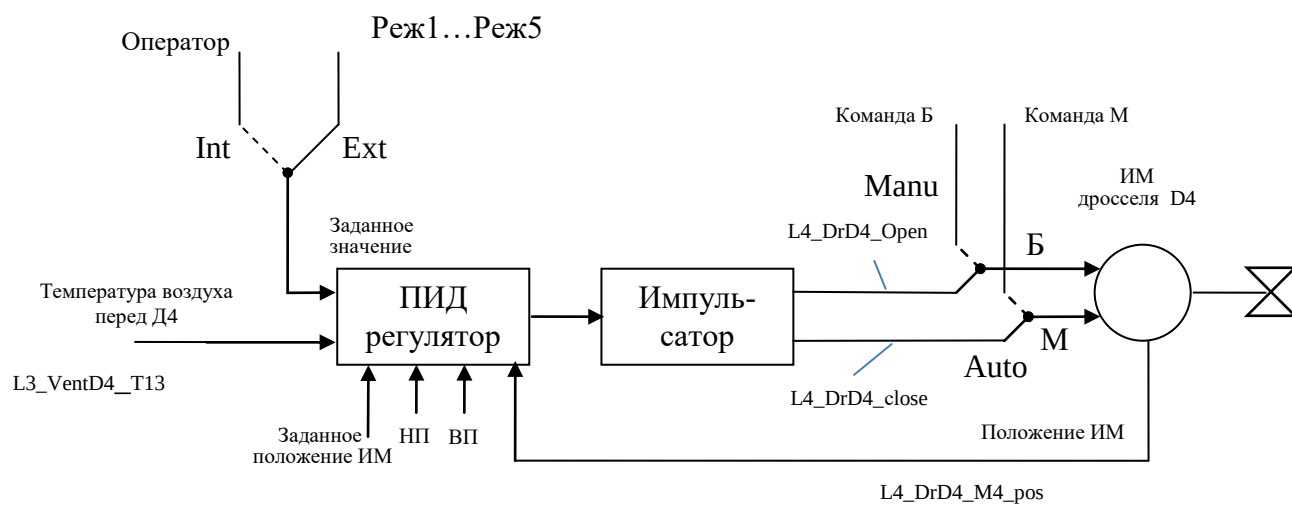
7. Структурная схема регулирования температуры воздуха перед Д1



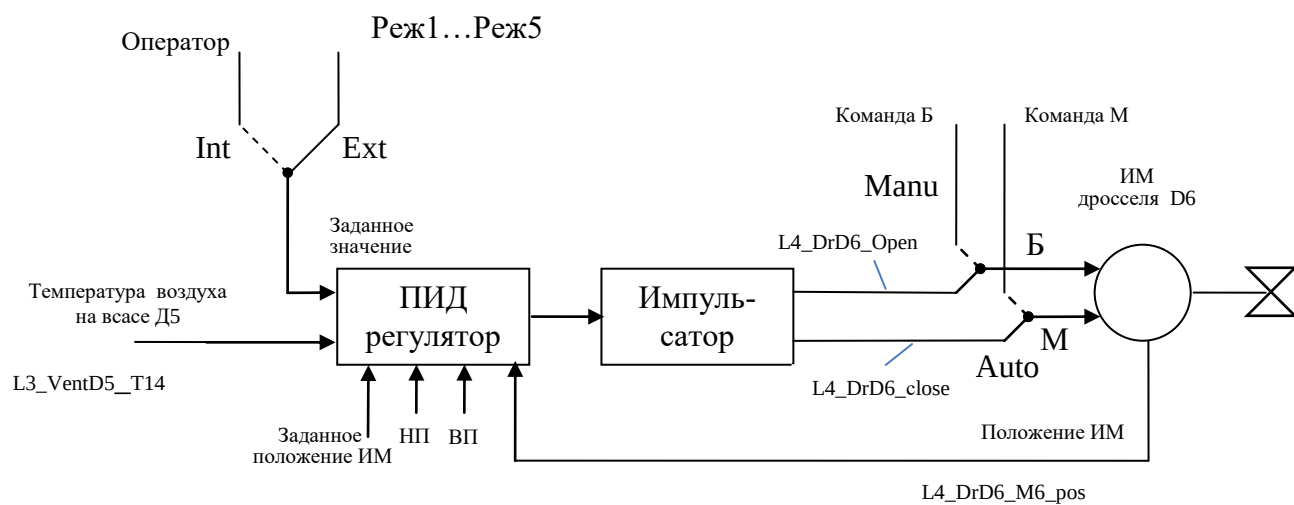
8. Структурная схема регулирования температуры воздуха перед Д2



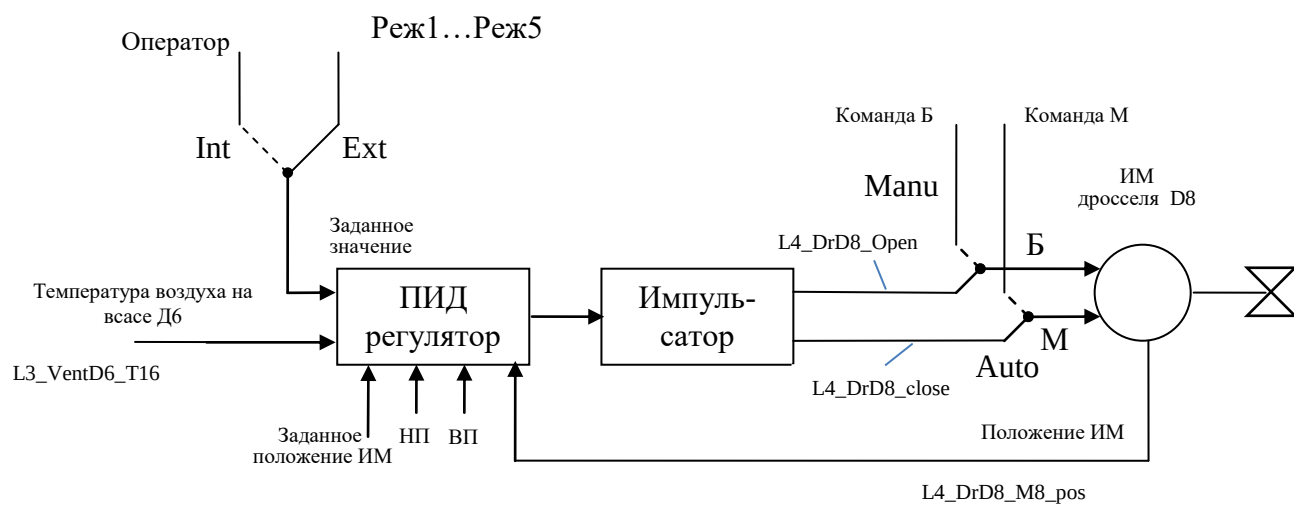
9. Структурная схема регулирования температуры на всасе Д4



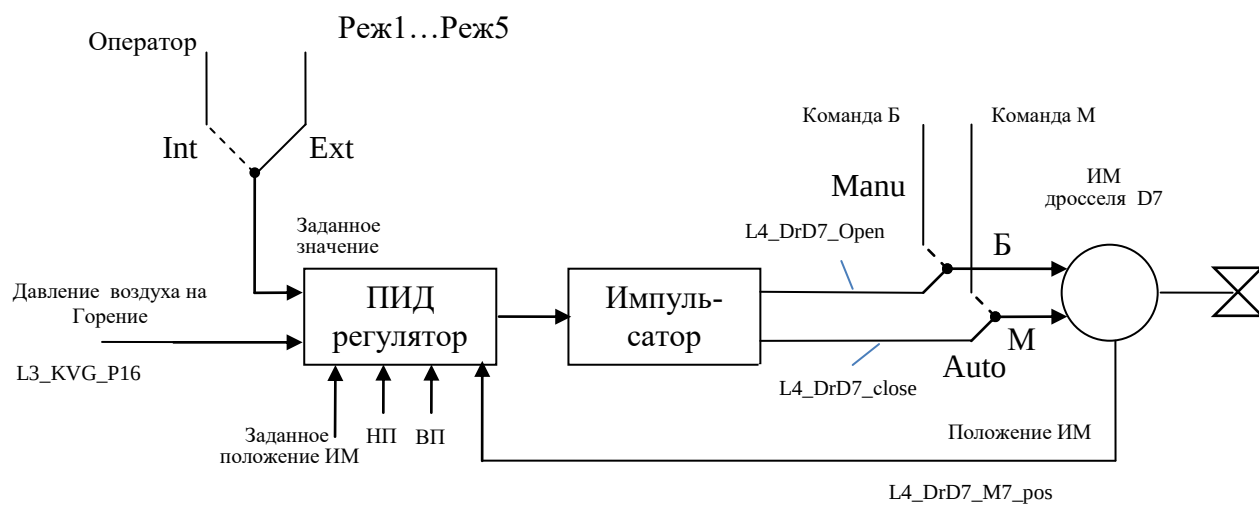
10. Структурная схема регулирования температуры на всасе Д5



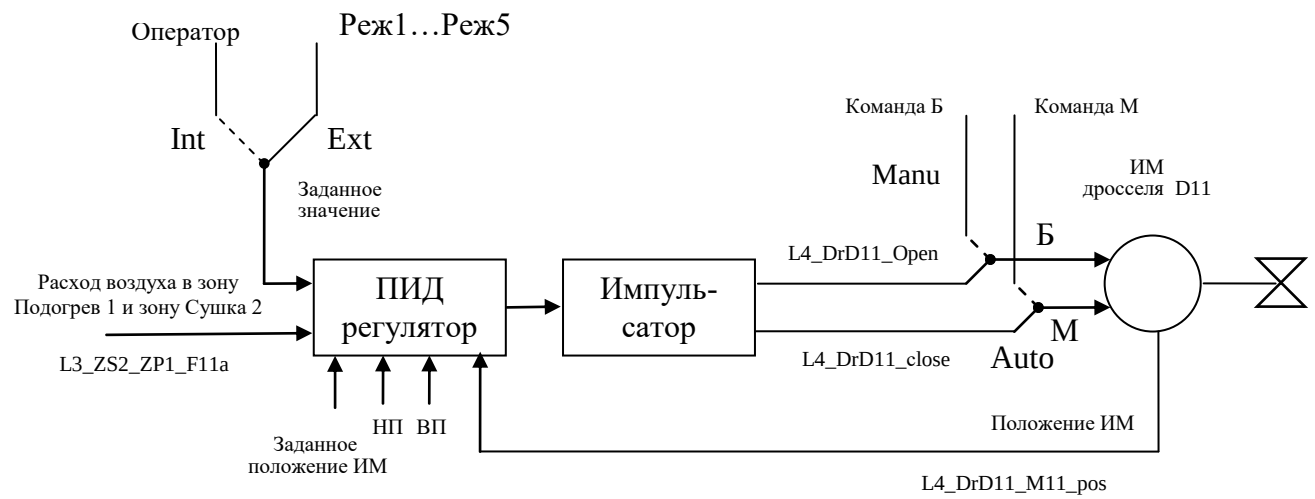
11. Структурная схема регулирования температуры на всасе Д6



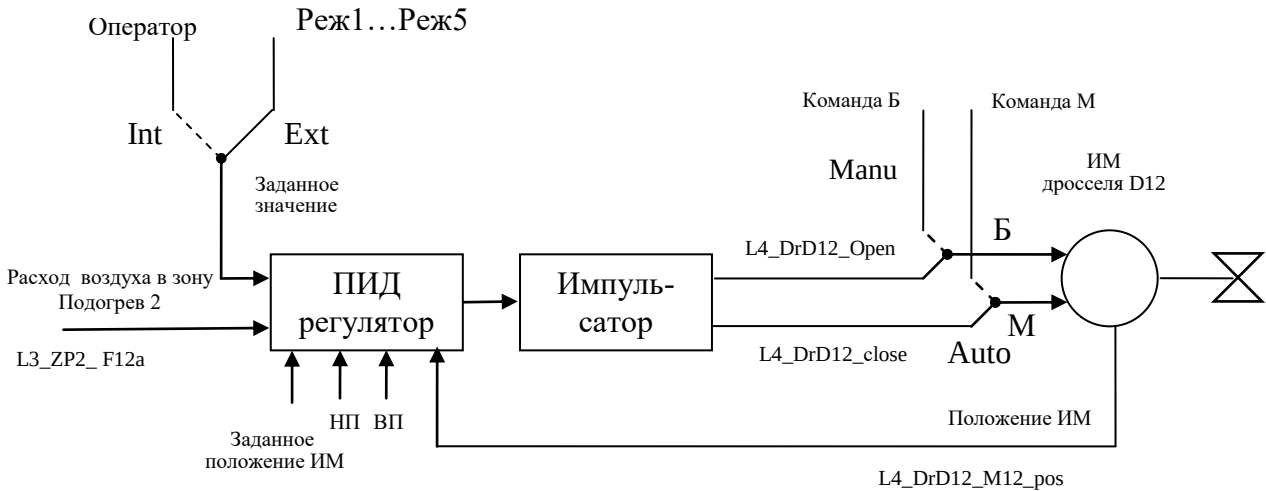
12. Структурная схема регулирования давления воздуха на Горение



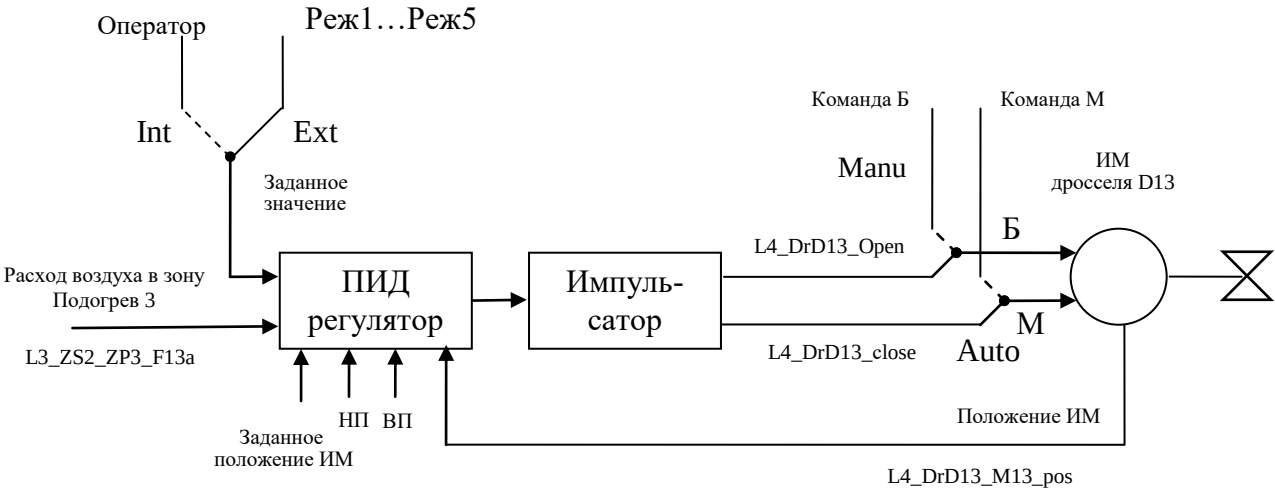
13. Структурная схема регулирования расхода воздуха в зону Подогрев 1 и зону Сушка 2



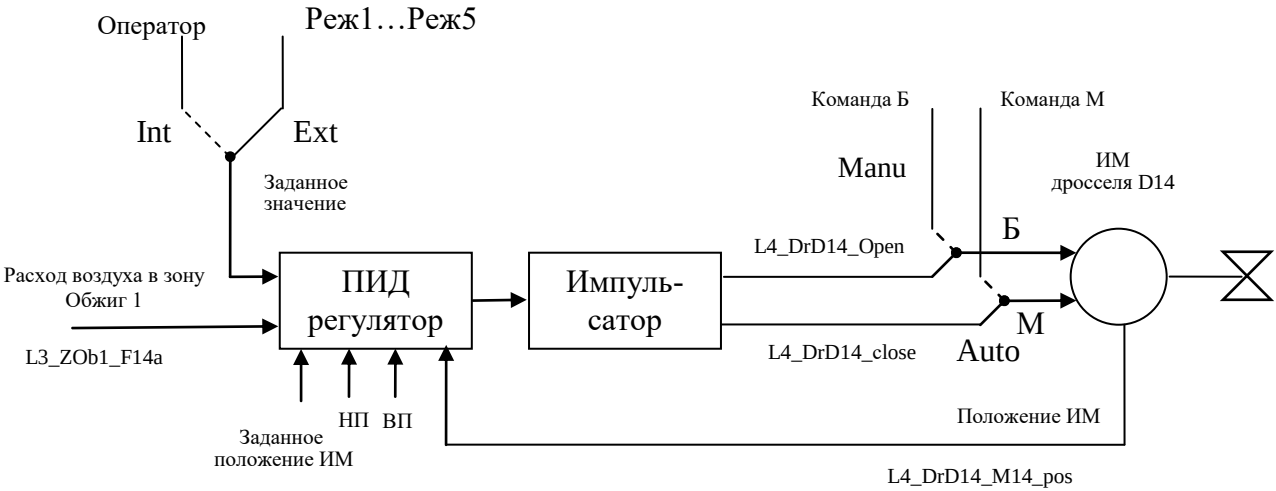
14. Структурная схема регулирования расхода воздуха в зону Подогрев 2



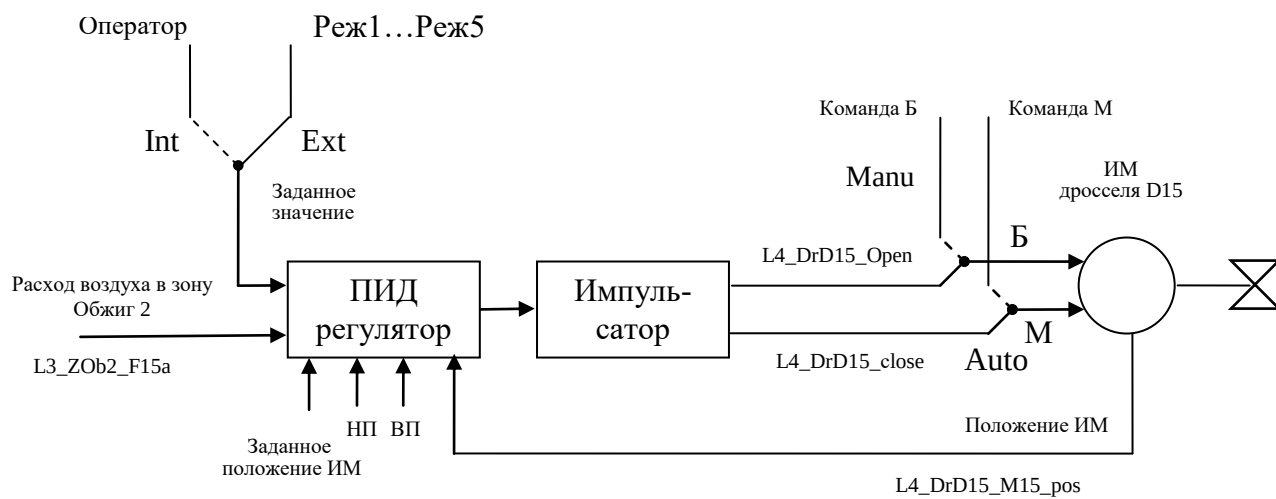
15. Структурная схема регулирования расхода воздуха в зону Подогрев 3



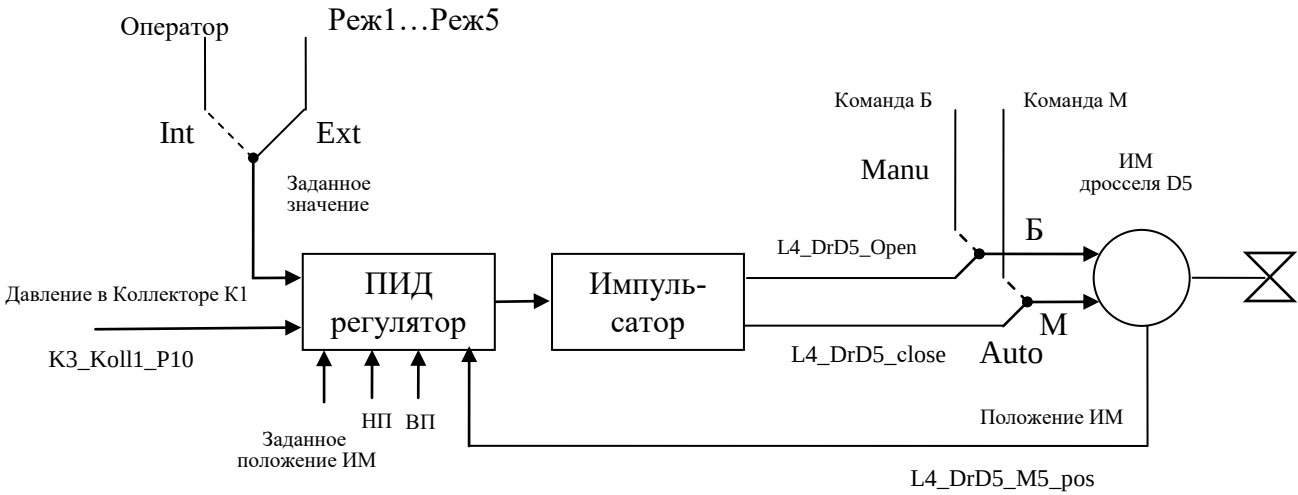
16. Структурная схема регулирования расхода воздуха в зону Обжиг 1



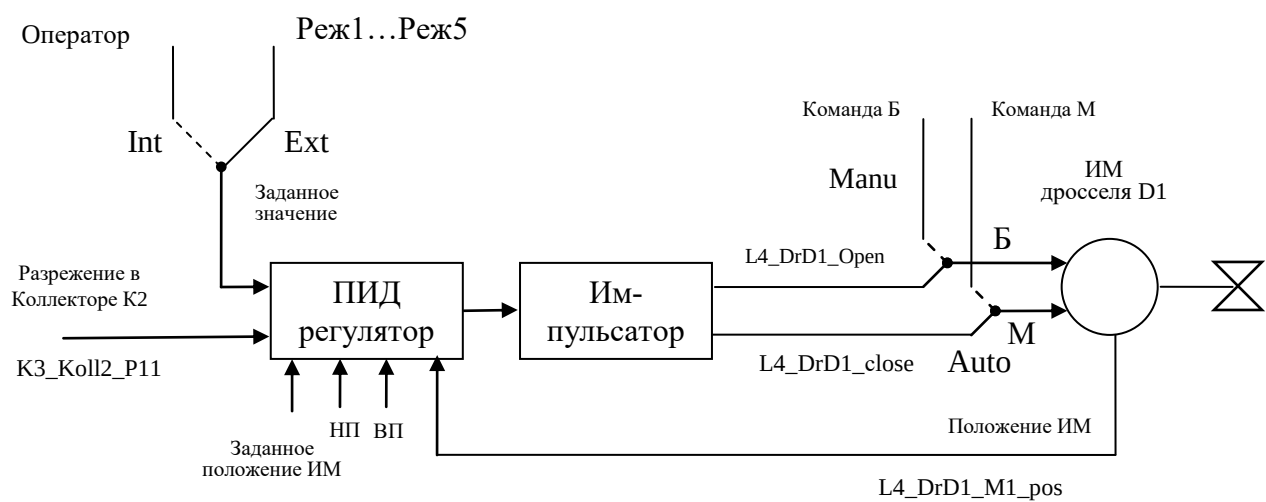
17. Структурная схема регулирования расхода воздуха в зону Обжиг 2



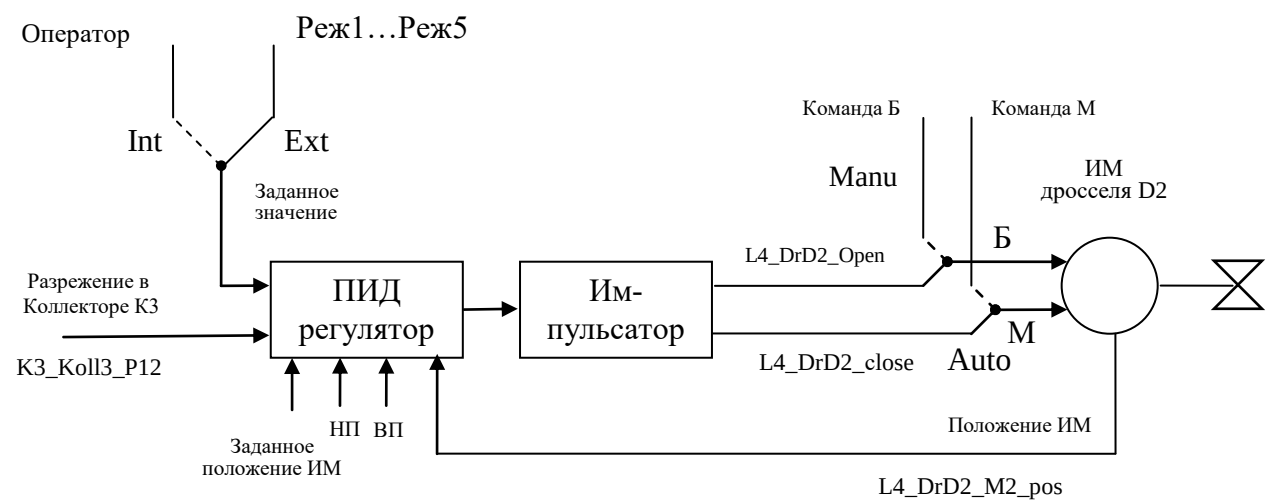
18. Структурная схема регулирования давления в коллекторе К1



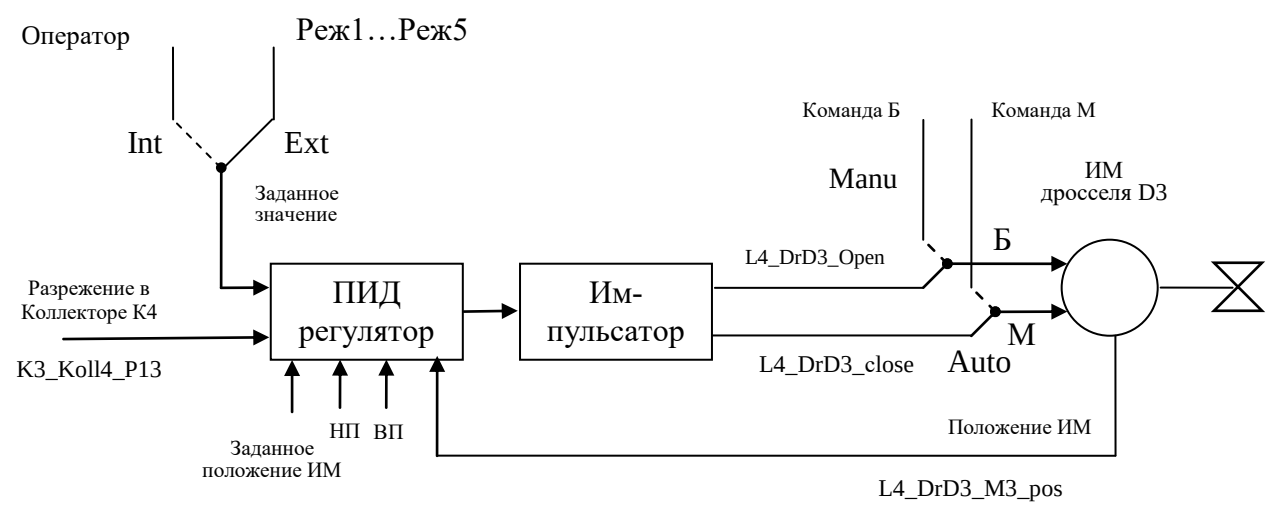
19. Структурная схема регулирования разрежения в коллекторе К2



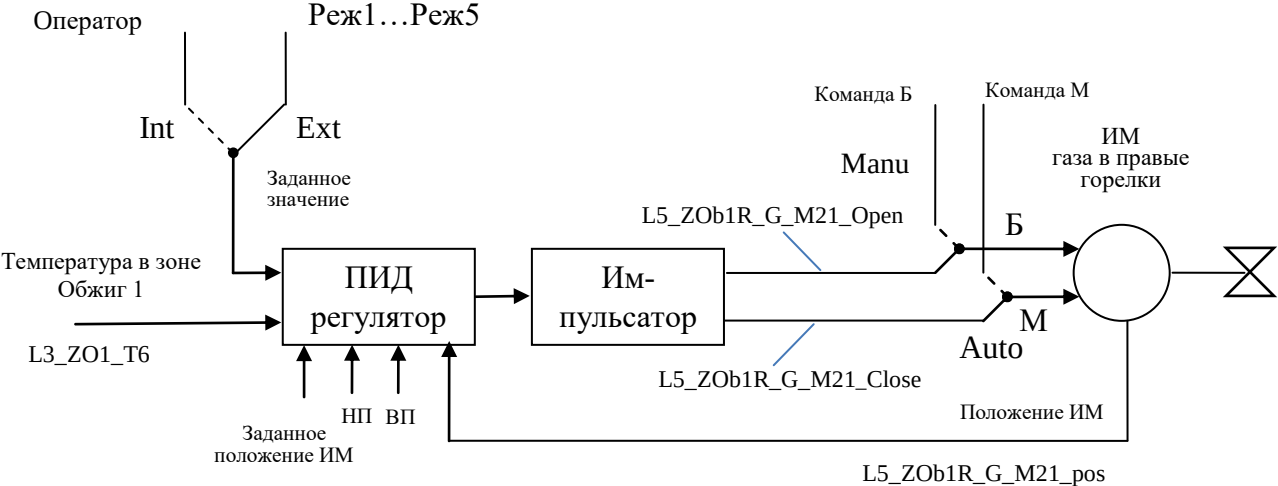
20. Структурная схема регулирования разрежения в коллекторе КЗ



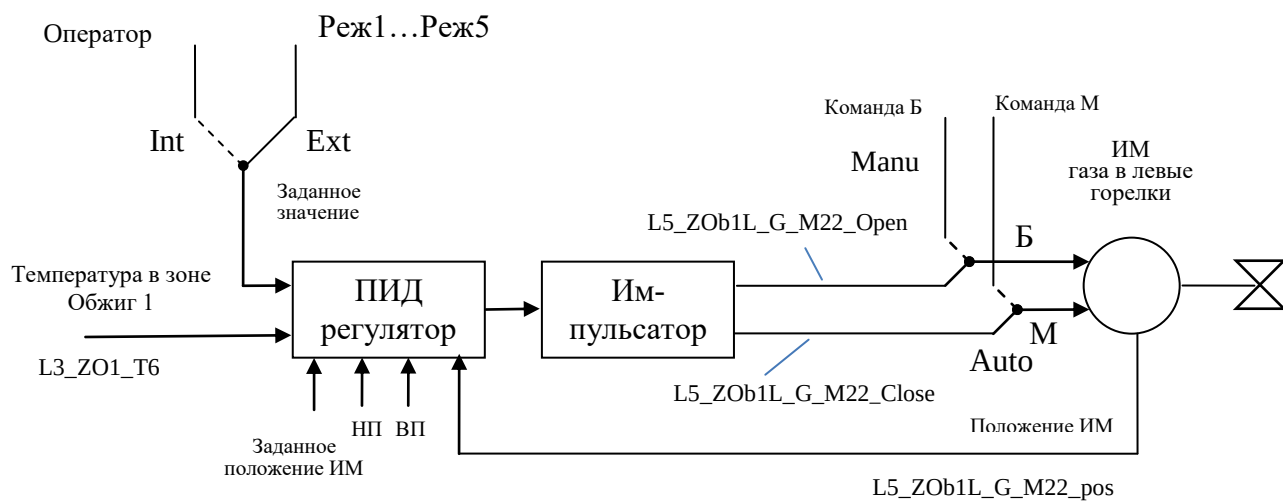
21. Структурная схема регулирования разрежения в коллекторе К4



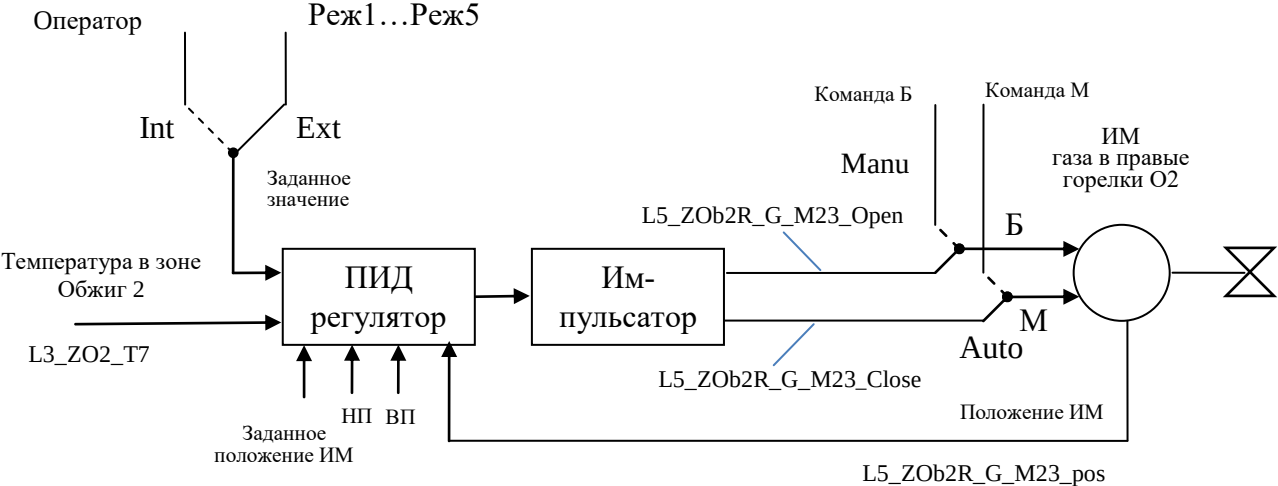
22. Структурная схема регулирования температуры в зоне Обжиг 1 правыми горелками



23. Структурная схема регулирования температуры в зоне Обжиг 1 левыми горелками



24. Структурная схема регулирования температуры в зоне Обжиг 2 правыми горелками



25. Структурная схема регулирования температуры в зоне Обжиг 2 левыми горелками

