

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНО ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ РАСТИТЕЛЬНЫХ ПОЛИМЕРОВ

Н.П. Серебряков

АВТОМАТИЗАЦИЯ СИСТЕМ ОХРАНЫ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

**Учебно-методическое пособие
для дипломного проектирования
по разделу «Автоматизация»**

**Санкт-Петербург
2013**

ББК 35.277я7
Б9055
УДК 676-15(0705)

Серебряков Н.П. Автоматизация систем охраны окружающей среды: учебное - методическое пособие для дипломного проектирования /СПб ГТУРП.- СПб., 2013.-104с.

В пособии изложены цели и содержание раздела, приведены справочные материалы для выбора технических средств автоматизации и программно-технического комплекса и примеры выполнения раздела «Автоматизация».

Учебно-методическое пособие предназначено студентам специальности 280201 «Охрана окружающей среды и рациональное использование ресурсов»(ООР и РИПР) для выполнения раздела «Автоматизация» в дипломных проектах.

Рецензенты:

зав. кафедрой автоматизации процессов химической промышленности Санкт-Петербургского государственного технологического института (технического университета) д-р техн. наук Русинов Л.А;

зав. кафедрой информационно-измерительных технологий и систем управления Санкт-Петербургского государственного технологического университета растительных полимеров, д-р техн. наук, профессор Кондрашкова Г.А.

Рекомендовано к изданию Редакционно-издательским советом университета в качестве учебно-методического пособия.

Редактор и корректор Т.А. Смирнова
Техн. редактор Л.Я. Титова

Темплан 2013г., поз. 44

Подписано к печати 07.06.2013

Формат 60х84/16. Бумага тип №1. Печать офсетная. Печ. л. 6,75.

Уч.-изд. л. 6,75. Тираж 100 экз. Изд. №44. Цена «С».Заказ

Ризограф Санкт-Петербургского государственного технологического университета растительных полимеров. 198095, Санкт-Петербург, ул. Ивана Черных, 4.

© Серебряков Н.П.,2013

© Санкт-Петербургский государственный
Технологический университет растительных
полимеров, 2013

ВВЕДЕНИЕ

Дипломный проект является заключительным этапом подготовки специалистов в вузе.

В соответствии с требованиями по содержанию дипломного проекта в него включается кроме основной части раздел по автоматизации.

Цель раздела «Автоматизация» - это анализ существующей системы автоматизации объекта и разработка современной усовершенствованной системы на базе программно-технических комплексов (ПТК).

В настоящее время существует достаточно много учебных пособий, посвященных проектированию систем автоматизации и разработке функциональных систем автоматизации по ГОСТ 21.404-85.

Наибольшую трудность вызывает выбор технических средств автоматизации в связи с отсутствием справочных пособий с техническими характеристиками современных датчиков, исполнительных механизмов и управляющих устройств, в том числе ПТК (программно-технического комплекса), различных отечественных и зарубежных производителей, с их сравнительным анализом и рекомендациями по применению.

В настоящем учебном пособии приведены справочные материалы по наиболее распространенным техническим средствам автоматизации (датчики, исполнительные механизмы, преобразователи, регуляторы, контроллеры), примеры выполнения раздела «Автоматизация», функциональные схемы автоматизации.

В пояснительной записке раздела «Автоматизация» должны быть представлены следующие разделы:

1. Анализ объекта управления.
2. Техничко-экономическое обоснование автоматизации.
3. Разработка и описание схемы автоматизации.
4. Выбор приборов и средств автоматизации.

Вопросы автоматизации должны быть учтены в общих разделах дипломного проекта (введение, экономическая часть, выводы, литература).

Объем раздела «Автоматизация» в пояснительной записке должен составлять 10-15 страниц.

Графическая часть раздела представляется в виде функциональной схемы автоматизации.

Исходные данные, необходимые для выполнения раздела «Автоматизация», студент должен получить во время преддипломной практики.

1. СОДЕРЖАНИЕ РАЗДЕЛА «АВТОМАТИЗАЦИЯ» В ДИПЛОМНОМ ПРОЕКТЕ

1.1 АНАЛИЗ ОБЪЕКТА УПРАВЛЕНИЯ

В этом подразделе в соответствии с темой дипломного проекта следует представить:

- техническое название объекта и назначение его для рассматриваемого предприятия;
- основные технологические параметры, удельные расходы сырья, топлива, электрической энергии, воды, химикатов и др.;
- производительность и КПД объекта;
- характеристику сырья, топлива, химикатов;
- сертификат на готовый продукт;
- производства, использующие данный продукт;
- основное оборудование и технологический процесс с технологическим регламентом и режимной картой.

К основным технологическим процессам относятся процессы обработки основного сырьевого материала или применяемых в качестве исходного сырья полуфабрикатов; к вспомогательным – процессы, обеспечивающие прохождение основного производства или переработку его побочных продуктов.

Каждый из технологических процессов представляет собой согласованное сочетание технологических операций.

Технологическая операция – это однообразное и возможно многократное воздействие на обрабатываемых материал одной или нескольких машин или аппаратов, соединенных в агрегат или работающих отдельно.

В агрегат могут соединяться также машины, выполняющие различные технологические операции, например, бумагоделательная машина.

Отдельным агрегатом является соединение нескольких разнотипных устройств и механизмов в одно целое, предназначенное для выполнения отдельной технологической операции.

В этом подразделе необходимо перечислить все контролируемые и регулируемые параметры, способы их регулирования, управляющие и возмущающие воздействия, основные характеристики объекта управления.

1.2 ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ АВТОМАТИЗАЦИИ

В этом подразделе необходимо обосновать необходимость автоматизации объекта управления по нижеследующим критериям:

- экономия тепловой и электрической энергии, сырья и химикатов;
- повышение качества вырабатываемого или перерабатываемого продукта;

- повышение надежности работы оборудования.

Необходимо подробно рассмотреть предполагаемую эффективность разрабатываемой системы автоматизации в численном виде по указанным критериям и отразить снижение расходов воды, повышение производительности по основному продукту, КПД и надежности средств автоматизации.

Основные решения принимаются на основе анализа существующей системы, автоматизации объекта, ее преимуществ и недостатков.

Здесь необходимо указать аппаратную базу системы автоматизации: локальные регуляторы и релейно-контактную аппаратуру или программируемые контроллеры и операторские панели.

Следует также в целом охарактеризовать существующую систему автоматизации и реализуемые функции:

- сбор технологической информации;
- первичное преобразование;
- технологическое регулирование;
- управление пневмо-, гидро- и электроприводами;
- защита и блокировка;
- диагностика, аварийная и предупредительная сигнализация;
- связь оператора с процессом посредством пультов, постов, панелей управления;
- представление оператору текущей и архивной информации о процессе;
- воздействие на процесс посредством операторской станции.

При наличии тренда управляемого параметра при работе одной из важнейших САУ существующей системы автоматизации необходимо его проанализировать и сделать заключение о соответствии САУ требованиям технологического регламента.

1.3. РАЗРАБОТКА И ОПИСАНИЕ СХЕМЫ АВТОМАТИЗАЦИИ

Необходимо изобразить функциональную схему разрабатываемой системы автоматизации объекта на базе ПТК по ГОСТу 21.404-85 со всеми буквенными и цифровыми обозначениями.

При описании схемы автоматизации необходимо привести перечень контролируемых и регулируемых параметров и способы их регулирования.

1.4. ВЫБОР ПРИБОРОВ И СРЕДСТВ АВТОМАТИЗАЦИИ

В этом подразделе следует выбрать технические средства автоматизации: датчики, исполнительные механизмы и другие устройства и записать их техническую характеристику, тип и модификацию, фирму-производитель в специальную таблицу «Спецификация на технические средства автоматизации».

Средства управляющей вычислительной техники.

Необходимо также выбрать упрощенную физическую структуру ПТК, дать описание и назначение основных узлов ПТК. Необходимо также указать основные функции и решаемые задачи ПТК

2. ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ ОБЩЕПРОМЫШЛЕННЫХ ПАРАМЕТРОВ

2.1. ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ ТЕМПЕРАТУРЫ

Электрические преобразователи температуры

Таблица 1

Термопреобразователи сопротивления

Тип и исполнение преобразователя	Выходной сигнал, мА	Диапазон преобразуемых температур, °С	Класс точности	Условное давление Ру, МПа	Тепловая инерционность, Т, с
ТСМУ Метран-274	0-5 4-20	50÷50	0,25; 0,5	0,4	8
ТСМУ Метран-274-Exia	4-20	0-50			20
ТСМУ Метран-274-Exd		0-100 0-150 0-180			30
ТСПУ Метран-276	0-5 4-20	0-100, 0-200	0,25; 0,5	6,3	40
ТСПУ Метран-276-Exia	4-20	0-300, 0-400			
ТСПУ Метран-276-Exd		0-500			

Exia- искробезопасная электрическая цепь,

Exd- взрывонепроницаемая оболочка.

Производитель: промышленная группа (ПГ) «Метран», Россия, г.Челябинск[19]

Таблица 2

Термоэлектрические преобразователи

Тип и исполнение преобразователя	Выходной сигнал, мА	Диапазон преобразуемых температур, °С	Класс точности	Условное давление Ру , МПа	Тепловая инерционность, Т, с
ТХАУ Метран-271	4-20	0-600, 0-800 0-900, 400-900 0-1000	0,5; 1,0	0,4	8
ТХАУ Метран-271-Exia					20
ТХАУ Метран-271-Exd		0-600, 0-800		6,3	30
					40

Exia- искробезопасная электрическая цепь,

Exd- взрывонепроницаемая оболочка.

Производитель: промышленная группа (ПГ) «Метран», Россия, г.Челябинск,[19];

Термопреобразователи можно использовать в нейтральных и агрессивных средах, по отношению к которым материал защитной арматуры является коррозионно-стойким.

Термопреобразователи ТХАУ Метран-271-Ех, ТСМУ Метран-274-Ех, ТСПУ Метран-276-Ех могут применяться во взрывоопасных зонах, в которых возможно образование взрывоопасных смесей газов, паров, горючих жидкостей с воздухом.

Таблица 3

Материалы защитной арматуры преобразователей

Материал	Максимальная температура применения, °С
12Х18Н10Т	800
10Х17Н13М2Т	800
ХН78Т	1000

Напряжение питания:

От 18 до 42В постоянного тока - для термопреобразователей с выходным сигналом 4-20мА; 36В постоянного тока- для термопреобразователей с выходным сигналом 0-5мА.

2.2. ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ ДАВЛЕНИЯ

Интеллектуальные датчики давления серии Метран-100

Принцип действия датчиков основан на использовании пьезорезистивного эффекта в гетероэпитаксиальной пленке кремния, выращенной на поверхности монокристаллической пластины из искусственного сапфира .

Чувствительный элемент с монокристаллической структурой кремния на сапфире является основой всех сенсорных блоков датчиков семейства “Метран”. При деформации чувствительного элемента под воздействием входной измеряемой величины (например давления или разности давлений) изменяется электрическое сопротивление кремниевых пьезорезисторов мостовой схемы на поверхности этого чувствительного элемента.

Электронное устройство датчика преобразует изменение электрических сопротивлений в стандартный аналоговый сигнал постоянного тока. В памяти сенсорного блока хранятся в цифровом формате результаты калибровки сенсора во всем рабочем диапазоне давлений и температур. Эти данные используются микропроцессором для расчета коэффициентов коррекции выходного сигнала при работе датчика. Цифровой сигнал сенсор-

ного блока вместе с коэффициентами коррекции поступает на вход электронного преобразователя, микропроцессор которого корректирует этот сигнал по температуре и линеаризует его. На выходе электронного блока скорректированный выходной сигнал преобразуется из цифрового формата в стандартный выходной сигнал.

Датчики Метран-100 (коды МП, МП1) имеют вывод цифрового значения сигнала на жидкокристаллический (ЖК) дисплей цифрового индикатора (ЦИ), встроенного в корпус электронного блока. ЦИ может также выполняться в виде выносного индикатора (ВИ), подключенного к датчику через специальный разъем.

С помощью встроенной кнопочной панели управления осуществляются:

- контроль текущего значения сигнала;
- контроль настройки параметров датчика;
- установка нуля;
- выбор системы и настройка единиц измерения;
- настройка времени усреднения выходного сигнала (демпфирования);
- перенастройка диапазона измерений, в том числе на нестандартный;
- настройка на “смещенный” диапазон измерений;
- выбор прямой, инверсной или корнеизвлекающей характеристики выходного сигнала для датчиков разности давлений, измеряющих расход по методу переменного перепада давлений на сужающем устройстве;
- калибровки датчика.

Класс точности 0,10; 0,15; 0,25; 0,50; 1,0.

Выходной сигнал 0-5; 4-20; 0-20 мА постоянного тока. Модель с кодом МП- без встроенного индикаторного устройства, с выносным индикатором. Модель МП1 – со встроенным индикаторным устройством. Время демпфирования выходного сигнала: 0,2; 0,4; 0,8; 1,6; 3,2; 6,4; 12,8; 25,6 с. Напряжение питания: 12-42В (выход 4-20мА), 22-42В (выход 0-5мА, 0-20мА)

Таблица 4

Модификации и верхние пределы измерений датчиков Метран -100

Модификации модели Метран-100	Ряд верхних пределов измерений	Давление избыточное, МПа
1	2	3
Датчики избыточного давления Метран-100-ДИ		
1110	0,40; 0,25; 0,16; 0,10; 0,06; 0,04 кПа	
Окончание табл.4		
1	2	3
1111АС	2,5; 1,6; 1,0; 0,60; 0,40; 0,25; 0,16; 0,10 кПа	

1133	40; 25; 16; 10; 6; 4; 2,5; 1,6 кПа	
1143	250; 160; 100; 60; 40; 25; 16; 10 кПа	
1152	2,5; 1,6; 1,0; 0,6; 0,4; 0,25; 0,16; 0,10 МПа	
1162	16; 10; 6,4; 2,5; 1,6; 1,0 МПа	
1171АС	100; 60; 40; 25; 16; 10; 6,4 МПа	
Датчики разрежения Метран-100-ДВ		
1210	0,40; 0,25; 0,16; 0,10; 0,06; 0,04 кПа	
1211АС	2,5; 1,6; 1,0; 0,6; 0,4; 0,25; 0,16; 0,10 кПа	
1233	40; 25; 16; 10; 6,0; 4,0; 2,5; 1,6 кПа	
1243	100; 60; 40; 25; 16; 10 кПа	
Датчики разности давлений Метран-100 –ДД		
1410	0,40; 0,25; 0,10; 0,063; 0,04 кПа	0,10
1411АС	2,5; 1,6; 1,0; 0,63; 0,4; 0,25; 0,16; 0,10 кПа	0,25
1422АС	63; 40; 25; 16; 10; 6,3; 4 кПа	10
1432АС	160; 100; 63; 40; 25; 16; 10 кПа	16
1442АС	630; 400; 250; 160; 100; 63; 40; 25 кПа	16
Датчики гидростатического давления Метран-100-ДГ		
1531	40; 25; 16; 10; 6,3; 4 кПа	0,25
1541	250; 160; 100; 63; 40; 25 кПа	0,40
1532	40; 25; 16; 10; 6,3; 4 кПа	6,0
1542	250; 160; 100; 63; 40; 25 кПа	10,0

АС- датчики могут выпускаться в атомном исполнении.

Датчики моделей 1531 и 1541 устанавливаются без уравнительного сосуда, а датчики моделей 1532 и 1542 – с уравнительным сосудом [1, 19].

Таблица 5

Интеллектуальные датчики давления Метран-150 [3]

Наименование	Модель	Код	Верхний предел изменения, кПа	Основная приведенная погрешность, %	Температура измеряемой среды, °С	Выходной сигнал
Датчик разности давлений (фланцевое исполнение)	150 CD	0	0,63	0,075; 0,1	-40 ÷ +121	4-20 мА, 0-5 мА, цифровой сигнал на базе протокола HART
		1	6,3			
		2	63			
		3	250			
		4	1600			
		5	10000			
Датчик избыточного давления (фланцевое исполнение)	150 CG	1	6,0	0,075; 0,1	-40 ÷ +121	
		2	60			
		3	250			
		4	1600			
		5	10000			
Датчик избыточного давления (штуцерное исполнение)	150 TG	1	160	0,075;0,1	-40 ÷ +121	
		2	1000			
		3	6000			
		4	16000			
		5	60000			
Датчик абсолютного давления (штуцерное исполнение)	150 TA	1	160	0,075;0,1	-40 ÷ +121	
		2	1000			
		3	6000			
		4	16000			

Производитель: ПГ «Метран», Россия, г. Челябинск

Сосуды уравнительные конденсационные СК, уравнительные СУ, разделительные СР

Сосуды уравнительные конденсационные СК предназначены для поддержания постоянства и равенства уровней конденсата в соединительных линиях, передающих перепад давлений от диафрагмы к датчикам разности давлений, при измерении расхода пара.

Сосуды уравнительные СУ предназначены для поддержания постоянного уровня жидкости в одной из двух соединительных линий при измерении уровня жидкости в резервуарах с использованием датчиков разности давлений.

Сосуды разделительные СР предназначены для защиты внутренних полостей датчиков от непосредственного воздействия измеряемых агрессивных сред путем передачи давления через разделительную жидкость.

Таблица 6

Типы и техническая характеристика уравнительных и разделительных сосудов

Наименование	Обозначение	Условное давление, МПа	Исполнение	Пробное давление, МПа
Сосуды уравни- тельные конденса- ционные	СК-4-1-А СК-4-1-Б	4	1	6
	СК-10-1-А СК-10-1-Б	10	1	15
	СК-40-А СК-40-Б	40	-	56
Сосуды уравни- тельные	СУ-6,3-2-А СУ-6,3-2-Б	6,3	2	9,5
	СУ-25-2-А СУ-25-2-Б	25	2	35
	СУ-40-А СУ-40-Б	40	-	56
Сосуды раздели- тельные	СР-6,3-2-А СР-6,3-2-Б	6,3	2	9,5
	СР-25-2-А СР-25-2-Б	25	2	35
	СР-40-А СР-40-Б	40	-	56

Материалы, применяемые в сосудах: А- углеродистая сталь, Б- нержавеющая сталь.

Производитель: ПГ «Метран», Россия, г.Челябинск.

2.3.ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ УРОВНЯ

В таблицах 7,8 и 9 представлены подробные технические характеристики и области применения датчиков и сигнализаторов уровня различных производителей.

Таблица 7

Типы и техническая характеристика датчиков и сигнализаторов уровня фирмы «Siemens», Германия [1]

Наименование и диапазон измерения	Тип	Температура среды, °C	Класс точности или воспроизводимость, мм	Выход
Сигнализатор емкостный	Pointek CLS 100/CLS, 200/CLS, 300/CLS	-40÷+400°C	2 мм	Релейный
Сигнализатор ультразвуковой 0,25-3 м (сыпучие материалы), 0,25-5 м (жидкости, суспензии)	Pointek ULS200	-40÷+60°C	0,25; 3 мм	Релейный
Сигнализатор лопастный для сыпучих материалов (гранулированный продукт, стружка и др.) C min 35 г/л	Pointek PLS200	-20÷+80°C	-	Релейный
Сигнализатор вибрационный для сыпучих материалов (C min 20г/л)	Pointek VLS200	-25÷+80°C	-	Релейный
Ультразвуковой датчик 0,25-5 м ; (025-8 м)	PROBE	-40÷+60°C	0,25; 3 мм	Релейный, 4-20 мА + HART, RS 232(485)
Радарные датчики (используются в условиях сильных испарений, запыленности, образования корки материала, турбулентности и перемешивания)				
Радарный датчик, 0,3-20 м	SITRANS LR 200	-40÷+200°C	0,1	4-20мА +HART, RS232 (485)
Радарный датчик, 0,4-20 м	SITRANS LR 300	-40÷+200°C	0,15	4-20мА +HART ModBUS, PROFIBUS
Радарный датчик, 0,26-45 м	SITRANS LR 400	-40÷+250°C	0,15	4-20мА +HART PROFIBUS
Емкостные датчики (применяются для жидкостей, пульп, сыпучих и вязких веществ в условиях образования конденсата и высокой запыленности)				
Емкостный датчик, 3-3300 пФ , 0,3-5 м, 0,5-25 м	SITRANS LC 300	-40÷+200°C	0,5	4-20мА

Таблица 8

Типы и техническая характеристика датчиков уровня фирмы «VEGA», Германия [2]

Наименование	Тип	Диапазон измерения, м, МПа	Температура раб., °С. Давление раб., МПа	Класс точности, воспроизводимость	Выходной сигнал	Примечание
1	2	3	4	5	6	7
Измерительный преобразователь гидростатического давления (измерительная ячейка-керамическая или пьезорезистивная)	VegaBAR 52/53	-0,1÷6/60 МПа	-40÷120°C	0,1/0,15	4-20мА, HART, Profibus PA, Foundation Fieldbus	Жидкость, пар, газ, пароконденсатная среда в сушильной части БДМ
	VegaBAR 61	-0,1÷60 МПа	-40÷400°C	0,1/0,15	4-20мА, HART, Profibus PA, Foundation Fieldbus	Агрессивные вещества с высокой температурой
	VegaBAR 64 (с плоской измерит. ячейкой CERTEC)	0,001÷1 МПа	-40÷120°C, -0,1÷1 МПа	0,1	4-20мА, HART, Profibus PA, Foundation Fieldbus	Напорный ящик, ванна гидроразбивателя
Измерительный преобразователь перепада давлений с изолирующей диафрагмой и капиллярами	VegaDIF 51	0,001÷0,6 МПа	-40÷+350°C, -0,1÷14МПа	0,2	4-20мА, HART, Profibus PA, Foundation Fieldbus	Для измерения уровня в условиях пенообразования (вакуумный диаэратор бумажной массы)

Окончание табл.8

1	2	3	4	5	6	7
Измеритель- ный преобра- зователь уров- ня микровол- новый(радар- ный) ,бескон- тактный	VegaPULS 63 (с гермети- зированной антен- ной PTFE системой 26 ГГц)	0-20 м	-40÷150°C, -0,1÷1,6 МПа	± 3 мм	4-20мА, HART, Profibus PA, Foundation Fieldbus	Емкости с химически- ми реаген- тами с выде- лением газа и с 0 до 95 °С
	VegaPULS 66 (с рупор- ной антен- ной 65ГГц)	0-35 м	-40÷+150°C, (-40÷+400°C) -0,1÷4 МПа (-0,1÷16МПа	± 10 мм	4-20мА, HART, Profibus PA, Foundation Fieldbus	Емкости для пульпы (налипание, парообразо- вание среды)
	VegaFLEX 62 (с направ- ленными микровол- нами)	0-60 м	-40÷150°C, -0,1÷4 МПа	± 10 мм	4-20мА, HART, Profibus PA, Foundation Fieldbus	Для тяжелых сыпучих продуктов, отбельные башни для целлюлозы
Измеритель- ный преобра- зователь уров- ня ультразвуко- вой, бескон- тактный, фторопласто- вое покрытие	VegaSON 61	0,25-5 м (жидкость) 0,25-2 м (сыпучие материалы)	-40÷+80°C, -0,02÷0,3 МПа	± 10 мм	4-20мА, HART, Profibus PA, Foundation Fieldbus	Сыпучие материалы на ленточ- ном транс- портере (макулатура и др.)
	VegaSON 65	0-25 м (сыпучие материалы) 0-45 м (жидкость)	-40÷+80°C, -0,02÷0,15 МПа	± 10 мм	4-20мА, HART, Profibus PA, Foundation Fieldbus	Емкости со щепой

Таблица 9

Типы и техническая характеристика радарных и акустических датчиков уровня производителей РФ

Наименование	Тип	Диапазон измерения м, МПа	Температура раб.; °С, Давление раб.; МПа	Класс точности, воспроизводимость	Выходной сигнал	Примечание
1	2	3	4	5	6	7
Уровнемер радарный	УЛМ-11, УЛМ-31 (частота 94 ГГц)	0,6÷30 м	-50÷+50°С	Жидкость ±1 мм; сыпучие ±50 мм	4-20мА, RS 485	Турбулентные, пенообразные, аэрированные, вязкие, агрессивные жидкости и взвеси, клеи, смолы, пасты, полимеры, сыпучие компоненты химической промышленности
	УЛМ-11А1, УЛМ-31А1 (частота 94 ГГц)	0,6 ÷15 м	-50÷+50°С	Жидкость ±3 мм;	4-20мА, RS 485	
Производитель: ПГ «Метран», Россия, г. Челябинск [2]						
Датчик уровня акустический	ЭХО-5 (акустический преобразователь АП и передающий измерительный преобразователь ППИ)		-40÷+120°С	±2,5% (0,4;0,6)м, ±1,5% (>1,0 м), ±1,0% (0-1,0; 0-1,6; 0-6,0 м)	0-5 мА, 0-20 мА, 4-20 мА	Вязкие, неоднородные, выпадающие в осадок, взрывоопасные, агрессивные и др. жидкости; сыпучие и кусковые материалы с размером гранул от 5 до 300 мм
	АП 31	0,4;0,6;1,0; 1,6;2,5;4,0; 6,0; 10м				
	АП 41	10; 16;20; 30м				
Производитель: ОАО «Завод Старорусприбор», Россия, г.Старая Русса [2]						

2.4 . ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ РАСХОДА

Диафрагмы для расходомеров

Диафрагмы (сужающие устройства) предназначены в комплекте с датчиками разности давлений (Метран-43Ф-ДД, Метран-44-ДД, Метран-49-ДД, Метран-22-ДД, Метран-100-ДД, Сапфир-22М-ДД) для измерения расхода жидкости, пара или газа методом переменного перепада давлений. Диафрагмы выпускаются в соответствии с ГОСТ 8.563.1, 8.563.2, 8.563.3 и РД 50-411. Производитель: ПГ «Метран», Россия, г. Челябинск [1].

В зависимости от конструкции, износостойчивости, способа установки, условного давления P_y и условного прохода D_y диафрагмы подразделяются на следующие.

ДКС - диафрагма камерная, устанавливаемая во фланцах трубопровода.

ДБС—диафрагма бескамерная, устанавливаемая также во фланцах трубопровода.

Таблица 10

Типы и технические характеристики камерных диафрагм

Условный проход D_y , мм	Обозначение диафрагмы при условном давлении P_y , МПа	
	$P_y \leq 0,6$	$10 \geq P_y > 0,6$
50	ДКС 0,6-50	ДКС 10-50
65	ДКС 0,6-65	ДКС 10-65
80	ДКС 0,6-80	ДКС 10-80
100	ДКС 0,6-100	ДКС 10-100
125	ДКС 0,6-125	ДКС 10-125
150	ДКС 0,6-150	ДКС 10-150
200	ДКС 0,6-200	ДКС 10-200
250	ДКС 0,6-250	ДКС 10-250

Таблица 11

Типы и техническая характеристика бескамерных диафрагм

Условный проход D_y , мм	Обозначение диафрагмы при условном давлении P_y , МПа			
	$P_y \leq 0,6$	$1,6 \geq P_y > 0,6$	$2,5 \geq P_y > 1,6$	$4 \geq P_y > 1,6$
300	ДБС 0,6-300	ДБС 1,6-300	ДБС 4-300	
350	ДБС 0,6-350	ДБС 1,6-350	ДБС 4-350	
400	ДБС 0,6-400	ДБС 1,6-400	ДБС 4-400	
500	ДБС 0,6-500	ДБС 1,6-500	ДБС 4-500	
600	ДБС 0,6-600	ДБС 1,6-600	ДБС 4-600	
700	ДБС 0,6-700	ДБС 1,6-700	ДБС 4-700	
800	ДБС 0,6-800	ДБС 1,6-800	ДБС 2,5-800	
1000	ДБС 0,6-1000	ДБС 1,6-1000	ДБС 2,5-1000	
1200	ДБС 0,6-1200	ДБС 1,6-1200	ДБС 2,5-1200	

Измерительные преобразователи расхода электромагнитные

Типы ИПРЭ-1, ИПРЭ-1М предназначены для измерения объема и объемного расхода невзрывоопасных жидких сред, в том числе пульп с мелкодисперсными твердыми частицами. В состав преобразователя входят первичный преобразователь расхода ППР и преобразователь измерительный ИПП-2.

ИПРЭ-1М дополнительно имеет на лицевой панели индикатор объемного расхода, счетчик объема жидкости и таймер.

Напряжение питания 220(+22/-33)В, 50Гц. Потребляемая мощность ≤ 60 ВА. Выходные сигналы : постоянный ток 0-5 мА, 4-20мА, частотно- импульсный (max 5000 Гц), давление измеряемой среды до 2,5 МПа, температура измеряемой среды 5÷150°C.

Основная погрешность измерения расхода:

- от V_{min} до 0,3 V_{max} - $\pm 0,5\%$ (поддиапазон А),
- от V_{min} до 0,3 V_{max} - $\pm 1,0\%$ (поддиапазон Б),
- от 0,2 V_{max} до 0,3 V_{max} - $\pm 1,0\%$ (поддиапазон А),
- от 0,2 V_{max} до 0,3 V_{max} - $\pm 1,5\%$ (поддиапазон Б),
- от 0,2 V_{max} до V_{min} - $\pm 1,5\%$ (поддиапазон А),
- от 0,2 V_{max} до V_{min} - $\pm 2,0\%$ (поддиапазон Б).

Производитель: ОАО «Арзамасский приборостроительный завод» («АПЗ»), Россия, г. Арзамас [1].

Таблица 12

Типы и технические характеристики электромагнитных преобразователей расхода ОАО «АПЗ»

Обозначение	Тип ППР	Условный проход Ду, мм	Диапазон измерения расхода м ³ /ч	
			Поддиапазон А	Поддиапазон Б
ИПРЭ-1-32	ППР-32	32	2,20-22,0	0,56-5,6
ИПРЭ-1-40	ППР-40	40	3,60-36,0	0,90-9,0
ИПРЭ-1-50	ППР-50	50	5,76-57,6	1,44-14,4
ИПРЭ-1-80	ППР-80	80	14,40-144,0	3,60-36,0
ИПРЭ-1-100	ППР-100	100	22,68-226,8	5,76-57,6
ИПРЭ-1-150	ППР-150	150	57,60-576,0	14,40-144,0
ИПРЭ-1-200	ППР-200	200	90,00-900,0	22,68-226,8

Магнитно-индукционный расходомер SITRANS FM предназначен для измерения потока практически всех электропроводящих жидкостей, а также растворов, суспензий и паст.

Электропроводность среды измерения должна быть не менее 0,008 мкСм/см. Температура, давление, вязкость и плотность не влияют на результат измерения.

Измерительные преобразователи выпускают двух видов: Intermag 2 (пульсирующее постоянное электромагнитное поле) и Transmag (пульсирующее переменное электромагнитное поле).

Датчики также выпускаются двух видов: 711/A, 711E (пульсирующее постоянное электромагнитное поле) и 911E (пульсирующее переменное магнитное поле).

Технические характеристики.

Dу, мм – 200.

P, МПа – 1, 1,6, 2,5, 4,0.

v, м/с – 0,15-12,0.

Материал трубы – нержавеющая сталь.

Футоровка – эбонит, тефлон, неопрен, резина, Novolak.

Температура среды – до 180°C.

Выход – 0-20мА, 4-20мА с HART-протоколом, PROFIBUS-PA (Intermag 2).

Основная погрешность - $\pm 0,5\%$.

Производитель – «Siemens», Германия [1].

Ультразвуковые преобразователи расхода УРСВ-010М

Производитель – ОАО «Взлет», Россия, г. Санкт-Петербург [1].

Измеряемая среда – нефть, нефтепродукты, мазут, масла и др.

Чувствительный элемент – преобразователь электроакустический ПЭА.

Dу, мм – 50-4200 (накладные), 10-4200 (врезные).

Температура среды – $10 \div +180^\circ\text{C}$.

Давление среды (max) – 2,5 МПа.

Выход – 0-5; 0-20; 4-20 мА.

Диапазон измерения – min – $0,0002 D_y^2 \text{ м}^3/\text{ч}$,
max – $0,03 D_y^2 \text{ м}^3/\text{ч}$.

2.5. ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ СВОЙСТВ ЖИДКОСТЕЙ И ДЫМОВЫХ ГАЗОВ

2.5.1. Датчики показателя водородных ионов (pH)

Способ измерения концентрации ионов в растворе, основанный на измерении разности электрических потенциалов двух электродов – измерительного, помещенного в исследуемый раствор, и сравнительного, помещенного в раствор с известной концентрацией и постоянным потенциалом, называется потенциометрией.

Наиболее широкое распространение этот способ нашел для измерения активной концентрации ионов водорода, характеризующих кислотные и щелочные свойства водных растворов и окислительно-восстановительные свой-

ства сред. В целлюлозно-бумажной промышленности широко используется этот метод для измерения рН в технологических процессах, связанных с производством целлюлозы, а также в процессах при подготовке волокнистой суспензии для БДМ и непосредственно при формовании и прессовании полотна на БДМ.

Чувствительные элементы ДПг –4М (погружной) и ДМ-5М (магистральный) предназначены для измерения рН в водных растворах и пульпах, не содержащих фтористоводородную кислоту, её соли и вещества, образующие осадки и пленки. Температура контролируемой среды не более 100°C. Давление среды 0,025-0,6 МПа. Чувствительный элемент ДПг –4М выпускается разных модификаций, отличающихся длиной погружной части (1100,1600,2000 мм), материалами деталей, соприкасающихся с контролируемой средой (корпус из стали марки 12Х18Н10Т или титана марки ВТ1-0, электролитический ключ из фторопласта или полипропилена) и типом сравнительного электрода (проточный или непроточный). Чувствительный элемент типа ДМ-5М имеет диаметр проточной части 30 мм. Модификации различаются материалами деталей и типом сравнительного электрода, как и для чувствительного элемента ДПг-4М. Чувствительные элементы ДПг-4М и ДМ-5М предназначены для работы при температуре окружающего воздуха 5-50°C. Преобразователь типа П-201 предназначен для преобразования ЭДС чувствительных элементов в унифицированный сигнал постоянного тока и напряжения. Он работает в комплекте с чувствительными элементами ДПг-4М и ДМ-5М для измерения рН от (-1) до 14. Поддиапазоны измерения рН: 1;2,5;5;10;15.

Выходные сигналы: 0-5 мА, 4-20мА, 0-100мВ, дополнительный сигнал 0-10В. Класс точности 1,0.

Производитель: Гомельский завод измерительных приборов (ЗИП), г. Гомель, Беларусь [2].

Анализатор жидкости – рН метр-проточный SIPAN32, измерительный блок с панелью управления и контроля SIPAN34, выход 4-20 мА, цифровой выход RS485. Диапазон измерения рН от(-1) до 14 с настраиваемыми поддиапазонами. Производитель «Siemens», Германия [1].

2.5.2 Измерительные системы анализа дымовых газов

Таблица 13

Измерительные системы концентрации загрязняющих веществ в дымовых газах

Наименование и химическая формула загрязняющего вещества	Тип	Метод измерения	Диапазон измерения	Класс точности	Производитель
Оксид азота NO Двуокись азота NO ₂ Двуокись серы SO ₂	GM-31	УФ- спектро-метрия	0-4000 мг/м ³ 0-4000 мг/м ³ 0-12000 мг/м ³	5,0	SICK AG, Германия
Оксид углерода CO	GM-910	ИК- спектро-метрия	0-5000 мг/м ³	2,0	SICK AG, Германия
Оксид азота NO Двуокись серы SO ₂	SM8175	УФ-спектро-метрия	—	2,5	MONITOR LABS, США
Оксид углерода CO	—	ИК- спектро-метрия	—	2,5	MONITOR LABS, США
Оксид азота NO Двуокись азота NO ₂ Оксид углерода CO Двуокись серы SO ₂	System 400	ИК и УФ спектро-метрия	—	2,0	OPSIS AB, Швеция

Выход у всех измерительных систем 4-20 мА [2].

Система LU2 для измерения концентрации кислорода

Производитель: «Erwin Sick GmbH», Германия.

Система включает в себя погружной зонд с твердоэлектролитным датчиком на основе диоксида циркония, узел прокачки, анализатор O₂.

Это электрохимический газоанализатор на кулонометрическом методе: непрерывное автоматическое титрование вещества реагентом, электрохимически генерируемом на одном из электродов в схеме.

При этом ток электродной реакции служит мерой содержания определенного вещества в среде.

Датчик кислорода, размещенный в зонде, представляет собой электрохимическую ячейку с твердым электролитом трубчатой формы из спеченного диоксида циркония. Датчик генерирует сигнал, пропорциональный концентрации O₂. Сигнал обрабатывается в анализаторе и преобразуется в электрический аналоговый сигнал 4-20 мА. Класс точности 2,0 [1].

Газоанализатор кислорода в комплекте (без маркировки): датчик твердоэлектролитный, блок электронный. Диапазон измерения 0-10 %, выход 4-20 мА, питание 220 В. Производитель: ЗАО «ЭКОН», Россия, г. Обнинск.

Измерительные системы запыленности газового потока

Производитель: «Erwin Sick GmbH», Германия.

FW56- этот тип системы основан на измерении коэффициента пропускания светового потока. Сравнение интенсивностей испущенного и возвращенного световых потоков определяет коэффициент пропускания. Выход 4-20 мА.

RM 210 – в этой системе световой луч от источника инфракрасного излучения рассеивается на твердых частицах, а остаточная интенсивность луча определяется с помощью специального датчика. Выход 4-20мА [1].

2.6. ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ МАССЫ

Измерительные преобразователи массы состоят из тензодатчиков массы и преобразователей сигналов датчиков массы.

Таблица 14

Тензодатчики массы

Техническая характеристика	Типы			
	АК	АG	АН	F60X
Предел измерения, кг	6; 12; 30; 60	1; 2,5; 5; 10; 15; 20; 30; 50; 75; 100	50; 100; 200	5; 10; 20; 50; 100; 200; 300; 500; 1000; 2000; 5000
Основная погрешность, %	0,017	0,017	0,017	0,008; 0,017; 0,013
Напряжение питания, В min max	10 15	10 15	10 15	10 15
Диапазон рабочих температур	-20 ÷ +60°C			
Рекомендации по применению	Пищевая, химическая промышленность	Универсальный		Дозирующие системы

Таблица 15

Преобразователи сигналов датчиков массы

Техническая характеристика	Типы				
	PAXS	IPA 2000	DMJ	CMJ	SMJ-CE
Цифровая индикация	+	+	-	-	-
Количество подключенных датчиков	4	4	8	4	4
Основная погрешность	0,02	0,05	0,01	0,002	0,002
Выходы	дискр. 0-10В; 4-20мА; RS232, RS 485	0-10В; 4-20мА; RS232	RS232, RS485	0-10В; 4-20мА	0-10В 0±10В 4-20мА
Диапазон рабочих температур	0 ÷ +45°C	-5 ÷ +40°C	-10 ÷ +40°C	0 ÷ +70°C	0 ÷ +70°C
Питание			11,5÷28В пост. тока	24±4В пост. тока	24±4В пост. тока
Примечание	Программируемый	Программируемый	-	-	-

Производитель: «SCAIME», Франция [1].

Транспортные весы

Транспортные весы представляют собой весовую платформу определенной длины (база весов), оборудованную тензодатчиком и датчиком скорости ленты транспортера.

Результат измерения – расход материала Q , определяемый соотношением

$$Q = \frac{a \cdot P \cdot v}{L}, \text{ кг/с,}$$

где L – база весов, м;

P – усилие (вес), измеряемое тензодатчиком, кг;

v – скорость ленты транспортера, м/с;

a – постоянный коэффициент.

Вычисление производится контроллером серии BX8000 фирмы Beckhoff. Производитель: «Beckhoff», Германия [4].

Датчики весоизмерительные (тензодатчики)

Отноточечные «Мерадат К-10»

Модели: А, Б, В, Г, Д, Е, З, К, Л, М, О, С, Т, У.

Пределы измерения: 6, 8, 15, 30, 50, 75, 100, 120, 150, 200, 250, 300, 500, 600, 750, 800, 1000, 1200, 5000 кг.

Датчики малого веса «Мерадат К-11»

Модели: Д, Е. Пределы измерения: 8, 15, 30, 45, 60, 100, 150 кг.

Консольные датчики «Мерадат К-12»

Модели: А, Б, Л, М, Е, Р, С, У, Х, АА.

Пределы измерения: 0,1; 0,2; 0,25; 0,3; 0,5; 0,75; 1,2; 2,5; 3,5; 7,5; 10; 15; 20; 25 т.

Датчики на растяжение/сжатие «Мерадат К-20»

Модели: А, Б, В, Г, К, М.

Пределы измерения: 2, 3, 4, 5, 10, 15, 20, 40 т.

Выходной сигнал - 4÷20 мА.

2.7. ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ ПОЛОЖЕНИЯ И НАЛИЧИЯ ОБЪЕКТА

2.7.1. Индуктивные датчики положения

Производитель: «Pepperl+Fuchs», Германия.

Индуктивные датчики положения преобразуют расстояние до металлического объекта в электрический токовый сигнал в диапазоне 0-20мА [2].(табл. 16)

Таблица 16

Техническая характеристика датчиков положения

Модификация датчика положения	Линейный участок диапазона измерения для стали Ст37, мм	Диапазон рабочих температур, °С
IA5-18GM-13	2-5	-10÷+70
IA8-30GM-13	3-8	-10÷+70
IA8-M1K-13	3-8	-10÷+70
IA40-FP-13-P1	15-40	-10÷+70

2.7.2. Ультразвуковые датчики наличия объекта в зоне обнаружения и определения расстояния до него

Производитель: «Pepperl+Fuchs», Германия.

Это в основном датчики серий UC500-D1 и F54 [2].

Датчик серии UC500-D1

Имеет температурную компенсацию. Предназначен для измерения уровня в малогабаритных резервуарах. Диапазон обнаружения (измерения) 30-2000мм.

Диапазон рабочих температур $-25\div+70^{\circ}\text{C}$. Выход- три релейных выхода (Н0/Н3).

Таблица 17

Техническая характеристика датчиков серии F54

Тип	Диапазон обнаружения, мм	Диапазон рабочих температур, $^{\circ}\text{C}$	Выходной сигнал	Разрешающая способность, мм
UB500-F54-E4-V15	30-500	$-25\div+70$	Релейный (Н0/Н3)	-
UB2000-F54-E4-V15	80-2000	$-25\div+70$	Релейный (Н0/Н3)	-
UB500-F54-I-V15	30-500	$-25\div+70$	4-20мА	0,13
UB2000-F54-I-V15	80-2000	$-25\div+70$	4-20мА	0,35

Датчики серии F54 применяются в системах загрузки для определения наличия или отсутствия свободного места на транспортере.

Ультразвуковой бесконтактный датчик Sonar BERO серии Simatic PXC200 (тип 3RG6014) [8]

Производитель: «Siemens», Германия.

Предназначен для измерения расстояния до объекта, отражающего ультразвуковые сигналы в диапазоне 0,6-6,0 м в воздушной среде независимо от цвета, формы и освещенности.

Технические характеристики:

Рабочее напряжение 24 В, ультразвук частотой 80 кГц, рабочий диапазон температуры $-25\div+27^{\circ}\text{C}$.

Применение: для определения плотности намотки бумажного полотна в рулоне по радиусу рулона.

2.7.3. Оптические датчики наличия объекта в зоне обнаружения

Производитель: «Siemens», Германия.

Датчик Opto-BERO серии Simatic PXO100, исполнение M18S, тип 3RG7642 [8]

В качестве рабочего элемента в этих бесконтактных, не подверженных износу датчиках выступает свет: видимый красный, невидимое инфракрасное (ИК) излучение или лазерный луч.

В состав датчика входит излучатель и приемник света. При монтаже излучатель регулируется таким образом, чтобы как можно большая часть излучаемого его диодом пульсирующего света попадала в приемник. Попавший в приемник свет анализируется им с целью его четкого разграничения от окружающего света и от света других источников. При прерывании луча света, проходящего между источником и приемником происходит, включение выхода.

Техническая характеристика:

Диапазон измерения 0-6,0 м;

рабочее напряжение 24 В,

выходной ток 150 мА,

частота коммуникации 700 Гц,

длина волны инфракрасного излучения 660 нм,

рабочий температурный диапазон $-25 \div +55$ °С.

Применение: сигнализация обрыва полотна бумаги или картона на БДМ, КДМ и ПРС.

2.8. ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ

2.8.1. Производитель: ООО «МНПП «Электроприбор», Беларусь, г.Витебск [9]

Преобразователи измерительные активной мощности переменного тока ЕП8530М

Могут использоваться в системах автоматического управления удельным расходом электроэнергии на мельницах для размолва волокнистой суспензии, на дефибрерах и рафинерах для размолва щепы при производстве древесной массы.

Предназначены для линейного преобразования активной и реактивной мощности в трехфазных, четырех-и трехпроводных цепях переменного тока в унифицированный выходной сигнал постоянного тока 4-20 мА и 0-5 мА.

Имеется выход через интерфейс RS485 (табл.18).

Предназначены для включения непосредственно или через измерительные трансформаторы тока и напряжения.

Класс точности 0,2; 0,5.

Диапазон измерения выходного сигнала: ток- 0-1(0-0,5) или 0-5 (0-2,5)А.

Напряжение 80-120В.

Коэффициент мощности 0÷плюс 1,0.

Таблица 18

Модификации измерительных преобразователей мощности

Наименование	Тип	Входной сигнал по току, А	Класс точности	Коэффициент мощности
Преобразователь измерительный активной и реактивной мощности в трехпроводных и четырехпроводных цепях переменного тока	ЭП8530М/1 – ЭП8530М/8	0 – 5, 0 – 2,5, 0 – 1,0, 0 – 0,5	0,5	0-1-0
Преобразователь измерительный активной и реактивной мощности в трехпроводных и четырехпроводных цепях переменного тока	ЭП8530М/17 – ЭП8530М/32	0 – 5, 0 – 2,5, 0 – 1,0, 0 – 0,5	0,2	0-1-0
Преобразователь измерительный активной мощности в трехпроводных и четырехпроводных цепях переменного тока	ЭП8530М/3 – ЭП8530М/16	0 – 5, 0 – 2,5, 0 – 1,0, 0 – 0,5	0,5	0-1-0

Таблица 19

Классификация измерительных преобразователей мощности по входному напряжению и коэффициенту мощности

Тип измерительного преобразователя	Номинальное значение коэффициента мощности	Входной сигнал по линейному (фазному) напряжению, В	Номинальное значение входного сигнала по линейному (фазному) напряжению, В
1	2	3	4
ЭП8530М/1 ЭП8530М/2 ЭП8530М/3 ЭП8530М/4	$\cos \varphi$ $\sin \varphi$ 1,0	0 – 120, 0 – 450	100, 380
ЭП8530М/5 ЭП8530М/21 (ЭП8530М/29) ЭП8530М/6 ЭП8530М/22		80 – 120, (46,2 – 69,3)	100 (57,74)

(ЭП8530М/30) ЭП8530М/7 ЭП8530М/23 (ЭП8530М/31) ЭП8530М/8 ЭП8530М/24 (ЭП8530М/32)			
ЭП8530М/9 ЭП8530М/10 ЭП8530М/11 ЭП8530М/12	Cos φ 1,0	0 – 120 0 – 450	100 380
ЭП8530М/13 ЭП8530М/14 ЭП8530М/15 ЭП8530М/16		80 – 120	100
ЭП8530М/17 (ЭП8530М/25) ЭП8530М/18 (ЭП8530М/26) ЭП8530М/19 (ЭП8530М/27) ЭП8530М/20 (ЭП8530М/28)	Cos φ, Sin φ 1,0	0 – 120 (0 – 69,3)	100 (57,74)

Таблица 20

Классификация измерительных преобразователей мощности
по выходному сигналу и источнику питания

Тип измерительного преобразователя	Диапазон измерения выходного аналогового сигнала		Источник питания
	ток, мА	нормирующее значение, мА	
1	2	3	4
ЭП8530М/1, ЭП8530М/9, ЭП8530М/17, ЭП8530М/25	-5 -0 – + 5	5	Сеть 220 В, 50 Гц
ЭП8530М/2, ЭП8530М/10, ЭП8530М/18, ЭП8530М/26	4 – 20	20	
ЭП8530М/3, ЭП8530М/11, ЭП8530М/19, ЭП8530М/27	0 – 2,5 – 5	5	
ЭП8530М/4, ЭП8530М/12, ЭП8530М/20, ЭП8530М/28	0 – 5	5	

Окончание табл. 20			
1	2	3	4
ЭП8530М/5, ЭП8530М/13, ЭП8530М/21, ЭП8530М/29	-5 – 0 – +5	5	Измерительная цепь
ЭП8530М/6, ЭП8530М/14, ЭП8530М/22, ЭП8530М/30	4 – 20	20	
ЭП8530М/7, ЭП8530М/15, ЭП8530М/23, ЭП8530М/31	0 – 2,5 – 5	5	
ЭП8530М/8, ЭП8530М/16, ЭП8530М/24, ЭП8530М/32	0 – 5	5	

2.8.2. Производитель «Vertesz Electronics», Венгрия [10]

Интеллектуальные измерительные преобразователи параметров сети TMTG

Преобразователи серии TMTG служат для измерения параметров сети по ГОСТ 13109-97 и передачи результатов в АСУ ТП с поддержкой протокола MODBUS RTU:

- активная и реактивная мощности;
- действующие значения переменных токов и напряжений;
- измерений фазовых сдвигов;
- коэффициент мощности ($\cos \varphi$);
- частота переменного тока;
- архивация значений активной и реактивной мощности и потребления энергии;
- осциллографирование, регистрация;
- гармонические составляющие фазовых напряжений и токов и другие параметры в соответствии с требованиями ГОСТ 13109-97;
- класс точности 0,2÷0,3.

Измерения производятся в однофазных и трехфазных трехпроводных и четырехпроводных системах. Передача результатов измерения в форме аналоговых, дискретных и цифровых (RS485, Modbus) сигналов. Сетевое общение с прибором осуществляется по помехоустойчивой индустриальной шине RS-485 по распространенному протоколу Modbus RTU. Это обстоятельство позволяет просто комплектовать существующие системы АСУ известных производителей (например, Schneider-Electric). При помощи конвертера RSE, производства Vertesz, осуществляется преобразование формата Modbus RTU в формат Modbus TCP с интеграцией группы приборов в системы АСКУЭ, SCADA и т.д. в Ethernet при помощи штатного или «стороннего» Modbus OPC-сервера. Преобразователь имеет жидкокристаллический дисплей (ЖКД) для просмотра всех измеряемых параметров сети. Кроме выходов 0-5мА, 0-20мА, 4-20мА и 10В, имеют-

ся уровни $\pm 10\text{мА}$ и $\pm 20\text{мА}$, позволяющие использовать дифференциальные аналоговые входы промышленных контроллеров.

Входные сигналы:

Измеряемый ток: 1А, 5А.

Измеряемое напряжение $100/\sqrt{3}$, $400/\sqrt{3}$, В.

Частота: 45-65 Гц.

Сдвиг по фазе – 60° (емк.)... $+60^\circ$ (индукт.).

Частота $\pm 0,1$ Гц, сдвиг фазы $\pm 0,2^\circ$.

Цифровые измерительные преобразователи переменного тока TiT-xxP и напряжения переменного тока с TiT-xxD с поддержкой MODBUS RTU предназначены для измерения действующих значений переменного тока в диапазонах до 12А и 60А, напряжения переменного тока до 600В. Диапазоны измерения 0-1; 0-5; 0-10А, 0-57; 0-100; 0-220; 0-380; 0-500В.

Двухдиапазонный входной сигнал.

Скоростная обработка: не более 40 мS (два периода 50 Гц) 50-кратная перегрузочная способность входному току, по напряжению – 4-кратная.

Корректное измерения несинусоидального сигнала.

Гальваноизоляция 4кВ; сопротивление нагрузки 500 Ом – 2 кОм.

Программируемые дискретные выходы прибора для цепей РЗА.

Коррекция характеристики, установок и гистерезиса DO по MODBUS RTU.

Дополнительные унифицированные аналоговые выходы: 0-5 мА; 0-20 мА; 4-20 мА, 0-10 В.

Варианты питания 15, 24, 48, 110, 220 В AC/DC.

Малые габариты, установка на рейку DIN TS-35.

Класс точности $0,2 \div 0,3$.

Аналоговые нормирующие преобразователи и гальваноразвязки ТАН, ТАЛ

Унифицированные аналоговые выходные сигналы: 0-20мА, 4-20мА, 0-10 В.

Конвертеры сигналов 4-20мА в 0-5мА и 0-5мА в 4-20мА.

Специальные диапазоны 0-60, 0-24, 0-48, 0-110, 0-220, 0-400В.

Сигналы датчиков температуры типа TCM50, TCM100, ТСП50, ТСП100, Pt 100, Ni 1000.

Многоканальные интеллектуальные измерительные преобразователи температуры ТАН-PO1XX с поддержкой MODBUS RTU.

Варианты питания 15В, 24В, 48В, 110В, 220В, AC/DC.

Малые габариты, установка на рейку DIN TS-35.

Класс точности $0,2 \div 0,3$

Аналоговые измерительные преобразователи переменного тока и напряжения переменного тока TiT-xxx и TiT-xxL

Измерение действующих значений переменного тока и напряжения переменного тока в диапазонах до 12А и 600В.

Трехканальное (трехфазное) исполнение.

Время обработки сигнала 100mS.

50-кратная перегрузочная способность входному току, по напряжению – 4-хкратная.

Корректное измерение несинусоидального сигнала.

Гальваноизоляция 4кВ.

Унифицированные аналоговые выходы.

Варианты питания 15В, 24В, 48В, 110В, 220В, AC/DC.

Малые габариты, установка на рейку DIN TS-35.

Класс точности 0,2÷0,3.

2.8.3. Производитель «LUMEL», Польша [11]

Таблица 21

Измерительные преобразователи постоянного и переменного тока

Наименование	Тип	Входные сигналы	Класс точности	Выходные сигналы	Примечание
1	2	3	4	5	6
Программируемый измерительный преобразователь постоянного тока и напряжения	P11H P12H	0-100В 0-600В 0-1А 0-5А	0,2	0/4-20мА 0-10В	Интерфейс RS-232 (P11H-2) Интерфейс RS-485
Измерительный преобразователь мощности для однофазной и трехфазной сети: Активная мощность в однофазной сети Активная мощность в трехфазной сети с симметричной нагрузкой Реактивная мощность в трехфазной трехпроводной сети с симметричной нагрузкой	P11P P13P P13B	0-1А 0-5А 10/√3В 100В 230В 400В 500В 690В	0,5	0-5мА 0-20мА 4-20мА 0-10В	Интерфейс RS-485
Измерительный преобразователь мощности для трех и четырехпроводной сети с несимметричной нагрузкой: Активная мощность в	P33P	Ток: 0-1А 0-5А напряжение:	0,5	0-5мА 0-20мА 4-20мА 0-10В	Интерфейс RS-485

трехфазных трехпроводных системах; Реактивная мощность в трехфазных трехпроводных системах Активная мощность в трехфазных четырехпроводных системах Реактивная мощность в трехфазных четырехпроводных системах	P33B P34P P34B	фазовое: 100/ $\sqrt{3}$ B 230B 400B межфазовое: 100B 400B 690B			
Анализатор энергии и программируемый измерительный преобразователь в трехфазной трех- или четырехпроводной сети	P10	0-1A 0-5A 100B 400B	напряжение ток – 0,2; мощность, энергия, частота – 0,5 коэффициент мощности – $\text{tg}\varphi$ – 1,0		Интерфейс RS-485, ЖК-дисплей

2.8.4. Производитель: ОАО «Вибратор», Россия, г. Санкт-Петербург[2]

Таблица 22

Преобразователи измерительные частоты переменного тока ФЕ1858-АД

Обозначение	Номинальное напряжение измерительной цепи, В	Диапазон выходного сигнала, мА	Диапазон сопротивления нагрузки, Ом
ФЕ1858-АД-1-30	220	4-20	0-500
ФЕ1858-АД-1-31		0-20	
ФЕ1858-АД-1-32		0-5	
ФЕ1858-АД-2-30	100	4-20	0-500
ФЕ1858-АД-2-31		0-20	
ФЕ1858-АД-2-32		0-5	

Диапазон частоты 49-55 Гц, погрешность 0,02 %, диапазон температур - 30÷+50°C.

Преобразователи измерительные переменного напряжения и тока ФЕ1870-АД

Общее обозначение ФЕ187Х-АД-ХХ-ХХ.

Таблица 23

Входные сигналы преобразователей переменного напряжения и тока

Тип преобразователя	Диапазон входного напряжения или тока
ФЕ1870.1...	0-150В 0-250В 0-450В
ФЕ1870.2...	0-1А 0-5А

Таблица 24

Выходные сигналы преобразователей переменного напряжения и тока

Тип преобразователя	Диапазон выходного сигнала
ФЕ1870.X-АД-11-XX	0-1В
ФЕ1870.X-АД-12-XX	0-10В
ФЕ1870.X-АД-21-XX	0-5мА
ФЕ1870.X-АД-22-XX	0-20мА
ФЕ1870.X-АД-23-XX	4-20мА

Класс точности 0,5; входное сопротивление $\geq 10^6 \Omega$ (для напряжения), $\geq 0,25 \Omega$ (для тока 1А), $\geq 0,05 \Omega$ (для тока 5А), сопротивление нагрузки $\leq 500 \Omega$ (токовый выход), $\geq 2,5 \text{ к}\Omega$ (на выходе по напряжению), рабочая температура - $10 \div +50^\circ \text{C}$.

3. ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ И СРЕДСТВА АВТОМАТИКИ ДЛЯ СПЕЦИАЛЬНЫХ ПАРАМЕТРОВ В ЦЕЛЛЮЛОЗНО-БУМАЖНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

3.1. Датчики специальных параметров в целлюлозно-бумажной промышленности [2, 7, 8]

Производители и техническая характеристика датчиков специальных параметров

Таблица 25

Параметр	Тип, марка	Фирма, страна	Краткая техническая характеристика
1	2	3	4
Концентрация	Аквар 1401, А344	«Аквар-Систем», Беларусь	Микроволновый бесконтактный на принципе прецизионного измерения комплексной диэлектрической проницаемости водных суспензий целлюлозных и макулатурных волокон в диапазоне сверхвысоких частот. Диапазон измерения 1-10(30)%; А344 (0-6%); точность $\pm 0,02$ % концентрации. Время измерения 4с; температура суспензии 5-50 °С; температура окружающей среды 10-40 °С; Ду трубы 150,200; Ру ≤ 1 МПа. Выход 0-5;0-20;4-20 мА
Концентрация	Аквар 1403, А-343	«Аквар-Систем», Беларусь	Микроволновый датчик концентрации; предназначен для непрерывного контроля концентрации целлюлозных и макулатурных волокон в технологических потоках с диаметром трубопроводов больше 150 мм; диапазон измерения 0,1-6%; погрешность измерения $\pm 0,02$ %; температура среды 10÷50 °С; рабочий диапазон давления в трубопроводе 150÷600 кПа. Выход 4-20 мА, RS232 (485). Для очищенной массы – А343 (0-6%)
Концентрация	MIC 2300	«BTG», Швеция	Интеллектуальный, микроволновый, бесконтактный. Диапазон измерения 0-8 %, точность $\pm 0,05$ % концентрации. Выход 4-20 мА; RS 485(232)
Концентрация	LQ 500	«Kajaani Process Measurements»(KPM), Финляндия	Микроволновый бесконтактный. На принципе измерения времени прохождения СВЧ волн в волокнистой суспензии. Диапазон измерения 0-50 %. Выход 4-20мА, RS 232(485). Точность $\pm 0,01$ % концентрации. Результаты измерения не зависят от длины и природы волокон, степени помола, числа КАРПА, белизны и цветности, Ду трубы 20-300 мм

1	2	3	4
Концентрация	КС/З	«КРМ», Финляндия	Лезвийный преобразователь концентрации на принципе обтекания и измерения усилия среза (сдвига). Выход 4-20 мА, RS 232 (485). Диапазоны измерения: 2-8% с лезвием для несортированной массы, 6-16% с лезвием для высокой концентрации. Точность 0,01% концентрации, скорость потока 0,5-8 м/с, Ду трубы ≥ 100 мм
Концентрация	SMART-PULP	«Metso -Automation», Финляндия	На принципе обтекания и измерения усилия среза. Выход 4-20мА, а также RS 232(485). Модель –LL-1,5-6% для несортированной и сортированной массы. Модель UL -0,7-5% для сортированной массы. Модель LS –3-6% для сортированной ТММ. Модель GL-1,5-7,5% для химической массы с коротким волокном и древесной массы. Модель RL- 1,5-8% для сортированной макулатурной массы. Модель WS- 2-8% для макулатурной массы непосредственно после гидроразбивателя. Модель HL-4-16% для массы высокой концентрации
Концентрация	SBT –2400	«BTG», Швеция	На принципе «обтекания» и измерения усилия среза без вертикального перемещения сенсора; диапазон измерения 1,5 –5%, выход 4-20 мА
Концентрация	MBT-2300	«BTG», Швеция	На принципе «обтекания» и измерения усилия среза с вертикальным перемещением сенсора; диапазон измерения 1,5-8%, выход 4-20 мА, RS 232(485), Ду трубы 80;100;125
Концентрация	ДИК	«Тригла», Украина, г. Киев	На принципе «обтекания» с перемещением «лопатки»; диапазон измерения 1,5-6,5 %, точность $\pm 0,01$ от диапазона измерения; выход 4-20 мА; температура среды max 60°C, скорость в трубе 0,5- -5м/с
Концентрация	МЕК - 2000	«BTG», Швеция	Роторный на измерении силы сдвига в расширении трубопровода ; диапазон измерения 1-10% (2-3%), выход 4-20 мА.
Концентрация	МЕК-2300	«BTG», Швеция	Интеллектуальный роторный на измерении силы сдвига; с настроечным процессором и дисплеем ; диапазон измерения 1-10%(1,8-3,8%); выход 0-5, 4-20 мА, RS 232/485; точность $\pm 0,005$ % концентрации
Концентрация	КС-5	«КРМ», Финляндия	Роторный с дисплеем; диапазон измерения 1,5-16%, точность $\pm 0,003\%$ концентрации, скорость 0-5 м/с, выходной сигнал 4-20 мА, RS232(485)

Продолжение табл. 25

1	2	3	4
Концентрация	Аквар 1402, A342	«Аквар-систем», Беларусь	Инфракрасный, бесконтактный; диапазоны измерения 0,1 –1% $\pm 0,05\%$; 1-6% $\pm 0,1\%$; 0,5-6% $\pm 0,05\%$ (A342); температура окр. среды $\leq 60^\circ\text{C}$; выход 0-5, 4-20 мА, RS 232(485)
Концентрация	TCT -2301	«BTG», Швеция	Интеллектуальный, инфракрасный, бесконтактный; диапазон измерения 0,01-3,5%, выход 4-20 мА, RS 232(485)
Концентрация	TCT -2302	«BTG», Швеция	Интеллектуальный, оптический, бесконтактный, общей концентрации и содержания мелких частиц 0,01 -3,5 % целлюлозной суспензии; выход 4-20мА, RS 232(485)
Концентрация	OCT -2300	«BTG», Швеция	Интеллектуальный, электрооптический, бесконтактный; диапазон измерения 1-5%, 0,5-7%; точность измерения $\pm 0,003\%$, выход 4-20 мА, RS 232(485)
Концентрация	Kajaani LC -100	«Metso-Automation», Финляндия	Оптический, бесконтактный, устанавливается на ответвление трубопровода, использует поляризованный свет и нечувствителен к изменениям цвета и яркости; диапазон измерения 0-1,5%; для сортированной массы, выход 4-20 мА, RS 232(485)
Концентрация	Smart LX	«Metso-Automation», Финляндия	Оптический, бесконтактный для чистых волокнистых суспензий; устанавливается непосредственно на трубопроводе для несортированной массы; диапазон измерения 0,5-5%, выход 4-20мА, RS232(485)
Концентрация	ИКО-14	НТЦ «Промприбор», Россия, г.Санкт-Петербург	Инфракрасный, бесконтактный для целлюлозной суспензии в трубопроводе; диапазон измерения 0,5-7%, абсолютная погрешность 0,05%, выход 4-20 мА
Концентрация и белизна	БКО-06	НТЦ «Промприбор», Россия, г.Санкт-Петербург	Инфракрасный и оптический, бесконтактный; диапазон измерения концентрации 1-12% белизны 20-100% ,погрешность по концентрации 0,05%; по белизне 0,5%, выход 4-20мА
Концентрация	CTX 20/25, CTX 20/50 байпасный	«Cerlic», Elof Hansson, Швеция	Оптический, бесконтактный трубопроводный в линии и байпасный датчики для измерения концентрации на сортировках, после гидро-разбивателей, в сточной воде, в белом и зеленом щелоках. Выход 4-20мА и RS232(485), диапазон измерения 0-0,5 %
Концентрация	CTXIL-HP	«Cerlic», Elof Hansson, Швеция	Оптический бесконтактный в линии при давлении до 1,6 МПа, диапазон измерения 0-16%, выход 4-20мА и RS232(485)
Степень помола	DRT5200	«BTG», Швеция	Анализатор степени помола в трубопроводе; интервал измерения

			мин, диапазон измерения 15-98° ШР, выход 4-20 мА
--	--	--	--

Продолжение табл.25

1	2	3	4
Белизна	BT5300	«BTG», Швеция	Оптический интеллектуальный датчик; диапазон измерения 5-96% белизны по ISO, точность $\pm 0,4\%$ по ISO, выход 4-20мА RS232(485)
Концентрация остаточных химикатов	RT5300	«BTG», Швеция	Электропроводный интеллектуальный датчик, выход 4-20 мА, RS232(485); применяется для контроля процесса отбелики целлюлозы
Влажность, масса 1м ²	Аквар-1108	«Аквар-систем», Беларусь	Инфракрасный бесконтактный измеритель отражательного типа влажности листового и сыпучего материала (щепы); диапазон измерения 0-50%, точность $\pm 0,3\%$, выход цифровой RS-232 или RS-485. Область применения: макулатура, бумага, картон в мокрой части БДМ, КДМ
Влажность, масса 1м ²	Аквар-1207	«Аквар-систем», Беларусь	Инфракрасный бесконтактный измеритель влажности и массы бумажного полотна; диапазон измерения : масса 10-200г/м ² $\pm 2,5\%$; влажность 0,5-15% $\pm 0,3\%$ абсолютной влажности, выход цифровой RS-232 или RS-485
Влажность, масса 1м ² , зольность	Аквар-1301	«Аквар-систем», Беларусь	Инфракрасный, бесконтактный измеритель влажности, массы и зольности бумажного и картонного полотна; диапазон измерения: влажность 1-15% $\pm 0,1\%$ абсолютной влажности; масса 10-250 г/м ² $\pm 1\%$; зольность 0,5-25% $\pm 0,5\%$ абсолютной зольности, выход цифровой RS-232 или RS-485
Влажность	Аквар – 1103	«Аквар-систем», Беларусь	Микроволновый датчик влажности. Предназначен для непрерывного и бесконтактного контроля влажности картонного полотна; диапазон массы 1 м ² . 250-1200 г/м ² ; нечувствителен к сортности целлюлозы (макулатуры), ее цвету и химическому составу; диапазон измерения 1-12%; погрешность измерения $\pm 0,2\%$; температура полотна до 50 °С; выход 4-20 мА и цифровой RS-232 или RS-485
Влажность, масса 1 м ²	A327	«Аквар-систем», Беларусь	Инфракрасный, бесконтактный с коррекцией по температуре. Диапазон измерения: влажность 0-20%; масса 8-400 г/м ² . Выход 4-20 мА; RS232 (485)
Влажность, масса 1 м ²	A327CAN	«Аквар-систем», Беларусь	Инфракрасный, бесконтактный на сканере «Aquar-1000» в составе автоматизированной системы контроля качества с коррекцией по температуре. Диапазон измерения: влажность 0-20%; масса 8-400 г/м ² . Выход цифровой RS232 (485).

Продолжение табл.25

1	2	3	4
Влажность, масса 1 м ² , зольность	A331	«Аквар-систем», Беларусь	Инфракрасный, бесконтактный. Диапазон измерения: влажность 0-20%, масса 40-250 г/м ² , зольность 0-35%. Выход цифровой RS232 (485).
Влажность, масса 1 м ² , содержание жиров, масел	Spectra-Quad	«RMT», Чешская республика	Инфракрасный, бесконтактный измеритель с блоком электроники и ЖК-дисплеем для автоматического измерения одного параметра (Spectra-Quad 4400, Spectra-Quad 4400 TA), двух или трех параметров (Spectra-Quad 5400). Измеряемые материалы: твердый, порошкообразный, гранулированный, ленточный. Диапазон измерения: влажность 0-95%, точность $\pm 0,1\%$ влажности; масса 1 м ² 0-300 г/м ² , точность $\pm 0,1$ г/м ² ; содержание жиров, масел 0,2÷85%, точность $\pm 0,2\%$. Выход 0-20, 4-20 мА, RS232
Влажность	DS-20, Accuray 1190	«Accuray», США	Микроволновый бесконтактный (2,2 МГц) датчик влажности бумажного или картонного полотна с коррекцией по температуре воздушного зазора, по массе 1м ² и напряжению питания; диапазон измерения 4-12% , выход 4-20мА и цифровой RS-232 или RS-485
Влажность	ИБП-0	«Тригла», Украина, г. Киев	Инфракрасный бесконтактный датчик для измерения влажности бумаги, картона, непрозрачных пленок, сыпучих материалов, стружки, щепы, ДСП, ДВП, целлюлозного полотна и др.; диапазон измерения 0-30%, погрешность $\pm 0,2\%$, выход цифровой RS-232 или RS-485
Масса 1м ²	STLK-11 Accuray 1190	«Accuray», США	Радиоактивный, бесконтактный датчик для измерения массы 1м ² ; диапазон измерения 150-600 г/м ² (0-400 г/м ²), источник радиоактивного β - излучения Kr85, выход 4-20мА и цифровой RS-232 или RS-485
Масса 1м ²	Аквар-1601	«Аквар-систем», Беларусь	Радиоактивный бесконтактный измеритель массы 1м ² ; диапазон измерения 40-1200 г/м ² $\pm 0,2\%$, источник радиоактивного β - излучения Kr 85, температура = 5-50°C, зазор 20мм, выход цифровой RS-485
Толщина полотна бумаги или картона	Аквар-1505	«Аквар-систем», Беларусь	Индуктивный контактный датчик толщины бумажного и картонного полотна; выход 4-20мА и цифровой RS-232 (485)

Окончание табл.25

1	2	3	4
Толщина полотна бумаги или картона	Smart Caliper GT Sensor, Accuray 1190	«Accuray», США	Индуктивный контактный датчик толщины бумажного и картонного полотна, выход 4-20 мА и цифровой RS 232 (485)
Скорость бумажного полотна	AE3010BPKG	«Honeywell», США	Измеритель скорости импульсный: число штрихов – 1000, выходной сигнал TTL уровня, стандарт RS422, коэффициент редукиции 50, диапазон измерения 0-600 м/мин, питание 220В, мощность 15Вт, температура окружающей среды 0÷40 ⁰ С, относительная влажность окружающей среды при температуре 25 ⁰ С – 80%
Скорость бумажного полотна	Аквар 1501	«Аквар-систем», Беларусь	Измеритель скорости бумажного полотна микропроцессорный на принципе измерения времени 1 оборота приводного вала; диапазон измерения 25-1000 м/мин ± 0,1 скорости. Выход 0-5, 4-20 мА и цифровой RS232 (485)
Масса 1м ² , влажность, зольность, непрозрачность, толщина	ИПБ-С	«Тригла», Украина, г. Киев	Комплекс для измерения параметров бумаги в потоке, включающий сканирующее устройство, блок управления приводом сканирующего устройства, блок сбора сигналов с датчиков, датчики. Диапазон рабочих температур 10-60 °С. Датчик массы 1 м ² инфракрасный (10-200 г/м ² , погрешность ±1%), радиоактивный (10-1000 г/м ² , погрешность ±0,3%),. Датчик влажности инфракрасный (1-20%, погрешность ±0,3% абсолютной влажности). Датчик зольности радиоактивной (0-30%, погрешность ±1%). Датчик непрозрачности инфракрасный (1-100%, погрешность ±1%). Датчик толщины контактный индуктивный (10-1000 мк, погрешность ±1%)
Масса 1м ² , влажность, толщина, зольность	PAPER IQ	«Metso Automation», Финляндия	Комплекс для измерения параметров бумаги на БДМ. Датчик массы 1 м ² радиоактивный, диапазон измерения 8-5600 г/м ² , точность 1-10%, разрешение по ширине 12,7 мм. Датчик влажности инфракрасный, диапазон измерения 3-120 г влаги/м ² , точность 1,5 г влаги/м ² , разрешение по ширине 25 мм. Датчик толщины контактный индуктивный, диапазон измерения 0-200 мк, точность 0,3%, разрешение по ширине 12,5 мм,. Датчик зольности радиоактивный, диапазон измерения 1-40%, точность 0,15%, разрешение по ширине 10 мм. Интерфейс RS -485, Ethernet, ModBus, FieldBus

Усовершенствованные датчики концентрации и экспресс-анализаторы

Датчик концентрации роторного типа Kajaani ROTARY

Чувствительность 0,001%. Диапазон измерения 1,5-16%.

Флажковый (лопаточный) датчик концентрации Valmet SP

Применяется новое уплотнение «металл-по-металлу» (metal-to-metal), позволяющее увеличить срок службы. Применяется новое покрытие сенсора, предохраняющее от различных отложений. Применяется новая ось сенсора – более прочная и защищенная.

Диапазон измерения 1,5-16%.

Анализатор степени помола Kajaani MAP

с модулем измерения свойств волокна: истинная и проекционная длина волокна, фракционный состав, ширина, скрученность, излом волокна.

Анализатор Kajaani RM3 – измерение параметров мокрой части: общая концентрация 0-2%, зольность 0-1%.

Анализатор Kajaani WEM – измерение концентрации, зольности, температуры, pH, зарядности, проводимости ОВП осветленной воды. Имеется возможность измерять пробы с 6 точек отбора.

Анализатор Kajaani KAPPA Q – 16 точек отбора, 40 измерений в час. Измерение числа KAPPA, белизны целлюлозы. Дополнительный модуль предназначен для измерения свойств волокна: истинная и проекционная длина волокна, фракционный состав, ширина, скрученность, излом волокна.

Производитель: «Metso-Automation», Финляндия [9].

4. ВТОРИЧНЫЕ ПРИБОРЫ

4.1 Показывающие и регистрирующие приборы

Прибор показывающий КП1Т предназначен для измерения активного сопротивления, а также других неэлектрических величин, преобразованных в унифицированные сигналы силы и напряжения постоянного тока. Приборы обеспечивают сигнализацию и регулирование параметров, преобразование ряда входных сигналов в выходной непрерывный токовый сигнал.

Входные сигналы:

- 0-50 и 0-100мВ; 0-5 и 0-10 В;
- 0-5 и 4-20 мА; (модификация 2);
- от термоэлектрических преобразователей (модификация 1);
- от термопреобразователей сопротивления (модификация 3).

Основная погрешность $\pm 0,5$ % по показаниям и преобразованию ($\pm 1,0$ % для узкопредельных), $\pm 1,0$ % по регулированию и сигнализации ($\pm 1,5$ % для узкопредельных).

Быстродействие: 2,5; 5, 10 с.

Длина шкалы 295 мм (диаметр 110 мм).

Выходные устройства:

- устройство преобразования входных сигналов в сигнал 0-5 мА или 4-20 мА (в любой модификации);
- регулирующее устройство с контактным (релейным) выходом для формирования трехпозиционного закона регулирования с независимой уставкой нижнего и верхнего пределов зоны регулирования (в модификации 2);
- два двухпозиционных устройства сигнализации с релейным выходом (в любой модификации).

Приборы, показывающие и регистрирующие типа ДИСК-250

Назначение: аналогичное КП1Т.

ДИСК-250И – имеют входные искробезопасные электрические цепи с маркировкой по взрывозащите Exiallc, устанавливаются в помещениях вне взрывоопасных зон.

ДИСК - 250ДД – принимают токовый выходной сигнал от датчиков избыточного давления, уровня, перепада давлений и других, имеют встроенные источник питания (БП) датчиков $U=36В$ и $I_H=50мА$ и устройствокорнеизвлечения (БК).

ДИСК – 250П – обеспечивают регулирование параметра по типовой программе.

ДИСК –250ТН– используются в силоизмерительных системах, имеющих тензорезисторные датчики с проволочными или фольговыми тензорезисторами, включенными по мостовой схеме; имеют встроенный источник питания для тензорезисторных датчиков с выходным напряжением 6,12 или 24В. Основная погрешность - $\pm 0,5\%$ по показанию и преобразованию; $\pm 1,0\%$ по регистрации, регулированию и сигнализации.

Быстродействие – 5с (все модификации), 16с (все, кроме ДИСК –250ТН).

Время оборота диска:

24ч (все модификации);

8ч, 6,8 суток (все, кроме ДИСК –250ТН).

Длина шкалы 560мм (диаметр 250мм).

Техническая характеристика приборов приведена в табл. 26

Производитель : ПГ «Метран», Россия, г. Челябинск [1].

4.2 Щитовые узкопрофильные приборы

Амперметры и вольтметры электромеханические постоянного тока М 1730М

Амперметры и вольтметры постоянного тока, магнитоэлектрической системы с подвижной частью на растяжках, со световым указателем предназначены для измерения постоянного тока и напряжения, а также визуального наблюдения, сигнализации при отклонении значения измеряемой величины от заданной зоны регулирования и позиционного автоматического регулирования параметров.

Модификации приборов: М1730МА-показывающие, М1730МС-показывающие и сигнализирующие, М1730МК- показывающие, сигнализирующие и контактные трёхпозиционные, М 1730 МКП (КЛ)-показывающие, сигнализирующие и контактные двухпозиционные.

Диапазоны измерений: по току 0-5 мА, 0-20 мА; по напряжению 0-1,0 В, 0-600В.

Класс точности : 1,0- по измерению; 1,5- по сигнализации и регулированию.

Таблица 26

Технические характеристики различных модификаций вторичных приборов типов «КП» и «ДИСК»

Группа кодов «А»			Группа кодов «В»		Группа кодов «С»	
код	быстродействие,с	время одного оборота диска	код	тип выходного устройства	код	тип датчика или входной сигнал
1	16	24ч	0	Выходных устройств нет	1	Термоэлектрические преобразователи
2	5	24ч	1	3-позиционное бесконтактное регулирующее	2	0-50, 0-100мВ; 0-5, 0-10В; 0-5, 4-20мА
3	16	8ч	2	3-позиционное контактное (релейное)* регулирующее	3	Термопреобразователи сопротивления
4	5	8ч	3	Пропорционально-интегральное регулирующее	4	0-5 мА с БП, БК
5	5	6 мин. (спец. прибор ДИСК-250С)	4	Пропорционально-интегральное пневматическое** регулирующее	5	4-20мА с БП, БК
6	16	6 сут	5	Программное бесконтактное регулирующее	6	0-5мА с БП, 4-20мА с БП
7	5	6 сут	6	Программное контактное (релейное)* регулирующее	7	0-5мА с БК
8	16	8 сут			8	4-20 мА с БК
9	5	8 сут			9	Проволочные или фольговые тензорезисторы

*Прибор укомплектован двумя реле типа РЭК 28-1; ** прибор укомплектован электропневмопреобразователем ЭП-1324

Амперметры и вольтметры постоянного тока Ф1760 и Ф1760-АД

Эти приборы имеют светодиодные отсчетные устройства с горизонтальным и вертикальным перемещением светового указателя и могут устанавливаться на пультах и щитах с любым углом наклона к горизонту.

Амперметры и вольтметры Ф1760 электронные с дискретно-аналоговым отсчетным устройством на светодиодах предназначены для измерения постоянного тока или напряжения постоянного тока в различных областях промышленности, а приборы Ф1760-АД- для работы на атомных электростанциях (АЭС).

Приборы могут работать с любыми первичными преобразователями неэлектрических величин в напряжение постоянного тока и постоянный ток.

Модификации приборов: Ф1760А и Ф1760А-АД-показывающие, Ф1760К и Ф1760К-АД- показывающие, сигнализирующие и контактные позиционные.

Диапазоны измерений: по току 0-5 мА, 4-20 мА; по напряжению 0-75 мВ, 0-1В, 0-10В.

Класс точности: 1,0- по измерению;0,5- по сигнализации и регулированию.

Амперметры и вольтметры постоянного тока Ф1760.5

Амперметры и вольтметры постоянного тока Ф1760.5 электронные с дискретно-аналоговым и цифровым отсчетными устройствами предназначены для применения в различных областях промышленности и на АЭС для измерения, сигнализации и позиционного регулирования параметров.

Приборы могут работать как самостоятельно, так и в качестве системного прибора с выводом необходимой информации на компьютер локальной сети через стандартный интерфейс RS-485.

Приборы могут работать с любыми преобразователями неэлектрических величин в напряжение постоянного тока или постоянный ток.

Диапазоны измерений: по току 0-5 мА, 4-20 мА; по напряжению 0-75 мВ, 0-1 В, 0-10 В.

Класс точности: 2,0-по дискретно-аналоговому отсчету, 0,2-по цифровому отсчету.

Амперметры и вольтметры постоянного тока многоканальные Ф1760.11

Многоканальные узкопрофильные приборы Ф1760.11 предназначены для измерения и контроля параметров различных объектов промышленности.

Приборы имеют дискретно-аналоговые и цифровые светодиодные отсчетные устройства.

Внешнее управление и вывод необходимой информации приборов на компьютер локальной сети может осуществляться через стандартный интерфейс RS-485.

5. ИСПОЛНИТЕЛЬНЫЕ УСТРОЙСТВА

5.1. Клапаны регулирующие и отсечные

Тип «Stem-Ball». Полнопроходные фланцевые шаровые клапаны с металлическим седлом. Применяются для отсечки и регулирования, для загрязненных сред, для щелоков с концентрацией более 70 %, для подготовительных отделов БДМ и КДМ, для целлюлозных суспензий в варочных и промывных цехах. Шар и ось выполнены как одно целое, практически отсутствует гистерезис.

Серия С: $P=1-4\text{ МПа}$; $D_y=25-400$; $T=-200\div+600^\circ\text{C}$.

Серия Р: для тяжелых условий эксплуатации, $P=1; 1,6; 2,5\text{ МПа}$; $D_y=25-600$; $T=-50\div+230^\circ\text{C}$.

Фланцевые регулирующие клапаны с шаровым сегментом и смещенным центром. Применяются для макулатурной и целлюлозной суспензий, паровых трубопроводов в производстве ТММ и ХТММ, трубопроводов хлора в цехах отбелки целлюлозы, для подготовительных отделов БДМ и КДМ.

Серия R2, (R21): $P=1,0; 1,6; 2,5; 4,0\text{ МПа}$; $D_y=25-400$; $T=-30\div+250^\circ\text{C}$.

Например, R21LA.

Например, сегментный регулирующий клапан R21-150 имеет следующие характеристики:

вес клапана – 50 кг;

максимально допустимый рабочий момент – 490 Нм;

внешний диаметр трубы (максимальный) – 300 мм;

внутренний диаметр трубы – 164 мм.

Поворотные заслонки Neldisc с металлическим уплотнением и двуэксцентричным диском. Применяются для регулирования и отсечки на вакуумных линиях и линиях циркуляции химических растворов, в системах управления уровня в емкостях, щелокопроводах с низкой концентрацией щелока.

Серия L1 (L1C, L1D, L12A) бесфланцевые:

$P=1,0; 1,6; 2,5\text{ МПа}$; $D_y=80-100$; $T=-200\div+700^\circ\text{C}$.

Серия L2 (L2C, L2D), с резьбовыми проушинами:

$P=1,0; 1,6; 2,5\text{ МПа}$; $D_y=80-1000$; $T=-200\div+700^\circ\text{C}$.

Серия L6, фланцевые с суженным проходом:

$P=1,6\div4,2\text{ МПа}$; $D_y=100\div1000$; $T=-200\div+600^\circ\text{C}$.

Производитель: «Metso» (б. Neles-Jamesbury), Финляндия [1].

5.2. Приводы клапанов и вспомогательные устройства

Пневматические поршневые приводы

Соединительный механизм преобразует линейное движение поршня во вращательное движение оси привода. Привод создает максимальный поворотный мо-

мент при начале открытия полностью закрытого шарового клапана и при угле поворота 60-80°, при увеличении гидродинамического напора на клапан.

Серия ВС, В1С двойного действия:

Поворотный момент $M=130 \div 100 \text{ Нм}$;

$P_{\text{пит. max}}=1,0 \text{ МПа}$; $T= -40 \div +120^\circ\text{C}$.

Серия ВJ с возвратной пружиной:

$M=70 \div 9,6 \text{ Нм}$; $P_{\text{пит. max}}=0,85 \text{ МПа}$; $T= -40 \div +120^\circ\text{C}$.

Серия ST двойного действия:

$M=14 \div 3,2 \text{ Нм}$; $P_{\text{пит. max}}=1,0 \text{ МПа}$; $T= -30 \div +80^\circ\text{C}$.

Серия ST-MS с возвратной пружиной:

$M=20 \div 600 \text{ Нм}$; $P_{\text{пит. max}}=1,0 \text{ МПа}$; $T= -30 \div +80^\circ\text{C}$.

Серия SP двойного действия:

Материал – пластмасса или нержавеющей сталь;

$M_{\text{max}}=272 \text{ Нм}$; $P_{\text{пит. max}}=0,86 \text{ МПа}$; $T= -30 \div +60^\circ\text{C}$.

Например, пневматический поршневой привод типа ВJ8 имеет следующие характеристики:

внутренний диаметр – 125 мм;

рабочий объем – 0,9 л;

номинальный момент пружины – 70 Нм;

момент пружины при полном закрытии клапана – 150 Нм;

Максимально допустимое давление питания – 850 кПа;

Вес – 30 кг.

Привод типа Nelpac (привод/позиционер)

Применяется для четвертьповоротных клапанов.

Состав: поршневой привод, позиционер и конечный выключатель.

Серия СС двойного действия:

$M=60 \text{ Нм}$; $P_{\text{пит. max}}=1,0 \text{ МПа}$; $T= -25 \div +80^\circ\text{C}$.

Серия СJ с возвратной пружиной:

$M=70 \text{ Нм}$; $P_{\text{пит. max}}=1,0 \text{ МПа}$; $T= -25 \div +80^\circ\text{C}$.

Производитель «Metso – Automation», Финляндия [1].

Поршневой пневматический привод типа DAP

Предназначен для решения задач регулирования.

DAP – привод двойного действия без возвратных пружин и функций безопасности. Дополнительное оснащение этой модели реле блокировки позволяет зафиксировать исполнительный механизм в достигнутом положении при отключении подачи пневмопитания.

Диапазон крутящего момента 1,5 ... 5745 Нм;

Максимальный угол перестановки 90°.

Управляющий сигнал (давление пневмопитания привода) воздействует на поверхность поршня силой, которая компенсируется противодавлением. В качестве пневмопитания используется осушенный и очищенный воздух давлением 0,8 МПа.

Сила, действующая на поршень, преобразуется во вращательное движение в пределах углового сектора 90^0 при помощи вала-шестерни. Эвольвентная форма зуба шестерни обеспечивает высокие кинематические характеристики и КПД передачи. Величина перемещения исполнительного механизма привода пропорциональна управляющему сигналу.

Производитель: «Эталон Энергия», Россия [11].

Поршневой исполнительный механизм типа ПСП-Т-1

Ход поршня 320 мм, при давлении питания 0,6 МПа развивает усилие 6200Н. Производитель: ОЗ ОКБ Теплоавтомат, Украина, г. Харьков [1].

Пневматические мембранные приводы

Серия Quadra-Powr для поворотных клапанов

$M=20\div 800\text{Нм}$; $P_{\text{пит. max}}=0,45\text{ МПа}$; $T= -40 \div +70^{\circ}\text{C}$.

Производитель: «Metso – Automation», Финляндия [1].

Мембранно-пружинный исполнительный механизм (МИМ)

Диаметр заделки мембраны 160, 200, 250, 320, 400, 500 мм. Перестановочное усилие 3,5; 5,6; 9,0; 14; 22,5; 35,5 кН.

Производитель: Приборостроительный завод, Беларусь, г.Могилев [1], [6].

Позиционеры

Серия NP: пневматический; $P_{\text{пит.}}=0,3-1,0\text{ МПа}$; $T= -40 \div +90^{\circ}\text{C}$.

Наиболее распространены серии NP600 (табл.18)

Таблица 27

Модификации позиционеров серии NP

Тип позиционера	Привод		Рабочий объем дм^3	Золотники		
	BC	BJ		размер золотника	расход воздуха в равновесии $\text{м}^3/\text{ч}$	наибольший расход $\text{м}^3/\text{ч}$
1	2	3	4	5	6	7
NP623	6 8 9 10	8	0,5-1	DIA 4LC	0,6	12

1	2	3	4	5	6	7
NP624	12 16 20	10 12 16	1-8	DIA 4	0,6	12
NP626	25 32	20 25	8-30	DIA 6	0,9	18
NP627	40 50 502	32 322	>30	DIA 6HC	1,8	32

Техническая характеристика:

командный сигнал – 20-100 кПа;

угол поворота оси обратной связи (макс.) – 90°;

соотношение угла поворота к командному сигналу – линейное;

влияние давления питания < 0,2%/10кПа;

влияние температуры < 0,07%/°C;

гистерезис < 1%;

линейность < 2%;

влияние вибрации (5-100 Гц) < 1%;

В настоящее время при создании различного типа оборудования применяются функционально полные модули, содержащие в своем составе как исполнительный двигатель, так и систему управления этим двигателем – мехатронные модули. К ним можно отнести и электропневматические позиционеры линейного и поворотного типов.

Электропневматический позиционер (далее – позиционер) предназначен для управления подачей сжатого воздуха к исполнительному устройству таким образом, чтобы обеспечить соответствие между величиной электрического тока на входе позиционера и углом отклонения рычага обратной связи, соединенного с исполнительным устройством.

Позиционер линейного типа применяется для пропорционального управления перемещением исполнительных устройств с малым линейным ходом, например, клапанов мембранного типа.

Серия NE: электропневматический; $P_{пит.макс}=0,85$ МПа; $\Theta = -25 \div +85^{\circ}\text{C}$.

Наиболее распространены NE700, NE724.

Электропневматический позиционер NE700 управляется электрическим токовым сигналом, поступающим от контроллера.

Характеристика позиционера NE700:

стандартный командный сигнал – 4-20 мА;

внутреннее сопротивление максимальное – 190 Ом;

соотношение угла поворота к командному сигналу – линейное;

диапазон давления питания – 0,14-0,8 МПа;

Производитель «Metso-Automation», Финляндия [8].

Электропневматический позиционер линейного типа серии IP6000 одностороннего действия

Входной сигнал – 4-20 мА.

Входное сопротивление - 235 ± 15 Ом.

Диапазон рабочих давлений – 0,14-0,7 МПа.

Рабочий ход – 10-85 мм (угол поворота рычага обратной связи – $10-30^\circ$).

Чувствительность – 0,1% (от полного диапазона).

Линейность - $\pm 1\%$ (от полного диапазона).

Гистерезис – 0,75% (от полного диапазона).

Воспроизводимость – 0,5% (от полного диапазона).

Расход воздуха на выходе - ≥ 80 норм.л/мин (при давлении питания 0,14 МПа).

Потребление сжатого воздуха - ≤ 5 норм.л/мин (при давлении питания 0,14 МПа).

Электропневматический позиционер поворотного типа серии IP8100 двустороннего действия с датчиком обратной связи

В составе этого позиционера имеется встроенная электронная плата и потенциометр. Это позволяет получить выходной сигнал 4-20 мА, соответствующий углу поворота рабочего органа привода. Напряжение питания цепи обратной связи должно находиться в диапазоне 12-35 В постоянного тока.

Входной сигнал – 4-20 мА.

Входное сопротивление - 235 ± 15 Ом.

Диапазон рабочих давлений – 0,14-0,7 МПа.

Рабочий ход (угол поворота) – $0-60^\circ$; $0-100^\circ$.

Чувствительность – 0,5% (от полного диапазона).

Линейность - $\pm 2\%$ (от полного диапазона).

Гистерезис – 1% (от полного диапазона).

Воспроизводимость – 0,5% (от полного диапазона).

Расход воздуха на выходе - ≥ 80 норм.л/мин (при давлении питания 0,14 МПа).

Потребление сжатого воздуха - ≤ 5 норм.л/мин (при давлении питания 0,14 МПа).

Производитель: «SMC», Япония.

Конечные выключатели

Серия NK: механический; $\Theta = -40 \div +100^\circ\text{C}$.

Серия NI: бесконтактный (индуктивный); $\Theta = -25 \div +70^\circ\text{C}$.

Производитель :«Metso - Automation», Финляндия [1].

Преобразователь электропневматический

Назначение-преобразование сигнала постоянного тока в пневматический измерительный или управляющий сигнал.

I/P- преобразователь, тип 6111: вход 4-20 мА, 0-20 мА, 4-12 мА, 12-20 мА; выход 20-100 кПа, 40-200 кПа; возможны другие диапазоны до 800 кПа.

I/P- преобразователь, тип 6114: вход 4-20 мА, выход 20-100 кПа.

Производитель: «SAMSON AG», Германия [1].

I/P- преобразователь, тип ITV1050-01F2CL3:

рабочая среда – сжатый воздух, отфильтрованный 5мкм, содержания масла не более 1 мг/м³;

диапазон регулирования (МПа) – 0,005-0,9;

номинальный расход воздуха (норм.л/мин) – 150;

минимальное рабочее давление на выходе (МПа) – 0,1;

максимальное рабочее давление на выходе (МПа) – 0,9;

напряжение питания – 24 В ± 10%;

входной сигнал – 4-20 мА;

входное сопротивление - ≤ 250 Ом;

выходной сигнал (для контроля) – 1-5 В (сопротивление нагрузки - ≥ 1 кОм);

линейность - ≤ ± 1% от полного диапазона регулирования;

гистерезис - ≤ 0,5% от полного диапазона регулирования;

воспроизводимость - ≤ ± 0,5% от полного диапазона регулирования;

чувствительность - ≤ 0,2% от полного диапазона регулирования;

индикация выходного давления: точность - ± 3% от полного диапазона регулирования; минимальное значение – 0,01 МПа.

Производитель: «SMC», Япония.

Регулирующий клапан с приводом типа NELES ACE

Применяется для управления массой 1 м² картона и бумаги.

Управление массой 1 м² основано на измерении массы 1 м², скорости машины, расхода и концентрации волокнистой суспензии, поступающей в напорный ящик.

На эту САУ оказывают также влияние скорость истечения, скорость сетки и влажность картона или бумаги на сканере.

Клапан NELES ACE обладает пошаговой скоростью отклика и высокой точностью позиционирования. Узел клапана включает в себя собственно сегментный клапан и ротационный привод с шаговым электроприводом высокого разрешения.

NELES ACE может работать на четырех различных скоростях. Он может иметь до 28200 дискретных воспроизводимых положений, используя режим шага 0,25 на рабочем угле поворота 90° для компенсации флуктуаций потока массы.

Шаговый электропривод клапана управляется при помощи импульсов. Один импульс означает два шага, один шаг, половину шага или 0,25 шага в зависимости от значения ошибки рассогласования между измеренным и заданным значением массы 1 м².

Частота импульсов уменьшается при уменьшении шагов. Скорость перемещения клапана определяется частотой импульсов и величиной шага. Скорость перемещения клапана увеличивается при увеличении сигнала рассогласования.

Производитель: «Metso Automation», Финляндия [9].

Примеры обозначений клапанов фирмы Metso - Automation (Финляндия)

Клапан регулирующий с шаровым сегментом и электропневматическим позиционером; D_y=100; привод поршневой с возвратной пружиной – R21LA100AJJK-BJ8-NE724.

Клапан отсечной шаровой с пневмоприводом и пневмораспределителем; D_y=200 – SDKA07-050TO-200-5, [1].

Запорно-регулирующая арматура с пневматическим приводом для потоков жидких сред в ЦБП международного концерна «Festo»

Пневмоцилиндры с позиционерами и датчиками положения (электрическими или механическими) линейные серии DLP и поворотные серий DAPS и DRD.

Пережимные клапаны с D_y= 10 – 250 мм, шаровые краны 1/4-4", отсечные клапаны 1/4-2", дисковые поворотные затворы DN32-DN800, шиберные задвижки DN50-DN400.

Управление пневмоцилиндрами обеспечивается пневмоостровами, например, серия CPA и CPV (класс защиты IP65), объединяющими несколько пневмораспределителей. За счет своей компактности пневмоострова могут устанавливаться в непосредственной близости от пневматических приводов, сокращая время их срабатывания и повышая производительность.

Электрические исполнительные механизмы

Электрические исполнительные механизмы (ЭИМ) осуществляют электромагнитные преобразования командного электрического сигнала управляющего устройства в соответствующее перемещение регулирующего органа системы автоматизации. В качестве привода ЭИМ используются асинхронные трехфазные двигатели общепромышленного назначения, низкооборотные двигатели и специальные асинхронные двухфазные двигатели с полым ротором.

Для увеличения крутящего момента и достижения необходимой скорости применяются цилиндрические и червячные типы редукторов. В зависимости от

вида движения выходного рычага исполнительные механизмы делятся на три типа: механизмы с вращающимся выходным органом- многооборотные (МЭМ), выходной вал которых совершает требуемое число оборотов; однооборотные (МЭО), выходной рычаг которых совершает поворот в пределах угла меньше 360° ; механизмы с поступательным движением выходного рычага – прямоходные (МЭП).

Основными параметрами исполнительных механизмов являются: крутящий момент на валу для механизмов МЭО и МЭМ или усилие на штоке для механизмов типа МЭП; номинальное время перемещения выходного органа; номинальный угол поворота или путь; величина управляющего сигнала или диапазон его изменений, а также характер изменения величины средней относительной скорости в зависимости от длительности управляющего импульса. В качестве электроприводов чаще всего в выпускаемых ЭИМ используются асинхронные трёхфазные двигатели общего назначения (питание от сети переменного тока напряжением 380/220 В) и асинхронные однофазные двигатели с полым ротором, допускающие работу в заторможенном состоянии (питание от однофазной сети переменного тока напряжением 220В).

Таблица 28

Механизмы электрические однооборотные МЭО

Обозначение	Номинальный крутящий момент, Н·м	Номинальное время полного хода выходного вала, с	Номинальное значение полного хода выходного вала, об	Масса, кг
МЭО -6,3/12,5-0,25-99	6,3	12,5	0,25	3,9
МЭО -12,5/25-0,25-99	12,5	25	0,25	3,9
МЭО -16/30-0,25-99	16	30	0,25	3,9
МЭО -25/63-0,25-99	25	63	0,25	3,9
МЭО -6,3/10-0,25-01	6,3	10;25	0,25;0,63	6,5
МЭО -16/25-0,25-01	16	25;63	0,25;0,63	6,5
МЭО -16/63-0,25-01	16	63;160	0,25;0,63	6,5
МЭО -40/63-0,25-01	40	63;160	0,25;0,63	6,5
МЭО-40/10-0,25-99	40	10;25	0,25;0,63	27,0
МЭО-100/25-0,25-99	100	25;63	0,25;0,63	27,0
МЭО-250/63-0,25-99	250	63;160	0,25;0,63	27,0
МЭО-100/10-0,25-99K	100	10;25	0,25;0,63	27,5
МЭО-100/25-0,25-99K	100	25;63	0,25;0,63	27,5
МЭО-250/25-0,25-99K	250	63;160	0,25;0,63	27,5
МЭО-250/63-0,25-99K	250	63;160	0,25;0,63	27,5

Механизмы исполнительные электрические однооборотные МЭО и однооборотные фланцевые МЭОФ предназначены для управления запорно-регулирующей арматурой (шаровые краны, клапаны, задвижки, заслонки и др.) в системах автоматического управления. МЭО (табл.28) устанавливаются на специальных площадках вблизи арматуры и связываются с ней посредством тяг и рычагов. МЭОФ (табл.29) устанавливаются непосредственно на арматуру и соединяются с ней [12].

Таблица 29

Механизмы электрические однооборотные фланцевые МЭОФ

Тип	Номинальный крутящий момент, Нм	Номинальное время полного хода выходного вала, с	Номинальный полный ход выходного вала, об.	Потребляемая мощность, Вт	Масса, кг
МЭОФ-6,3	6,3; 12,5; 16; 25	12,5; 25; 30; 63	0,25	43	4,0
МЭОФ-6,3-11BT5 (взрывозащищенное)	6,3; 16; 25	12,5; 30; 63	0,25	60	7,5
МЭОФ-40	6,3; 16; 32; 40	10; 15; 25; 37; 63; 160	0,25; 0,63	36; 43; 46; 100; 110; 160	6,1; 7,8; 8,0
МЭОФ-250	40; 100; 250	10; 25; 63; 160	0,25; 0,63	170; 240; 250	26,5; 28,5; 27,0

Функциональные возможности МЭО, МЭОФ:

- автоматическое, дистанционное или ручное открытие и закрытие арматуры;
- автоматический и дистанционный останов в любом положении;
- позиционирование рабочего органа арматуры в любом положении;
- формирование сигнала о конечных и промежуточных положениях рабочего органа арматуры и динамике его перемещения;
- указание степени открытия арматуры на шкале местного указателя.

Пускатели бесконтактные реверсивные ПБР

Пускатель бесконтактный реверсивный ПБР-2М предназначен для бесконтактного управления механизмами типа МЭО с асинхронным однофазным конденсаторным электродвигателем типа ДАУ (МЭО-01, МЭО-99). Питание

220В, частота 50 Гц. Максимальный коммутирующий ток 4А. Потребляемая мощность 7 Вт. Входной сигнал постоянного тока $24 \pm 6В$.

Пускатель бесконтактный реверсивный ПБР-3А осуществляет бесконтактное управление механизмами типа МЭО-99К с трехфазными двигателями (типа АОЛ, 4А, АИР, ДСТР, 2ДСТР) до 1,1 кВт·А. Этот пускатель обеспечивает также защиту электродвигателя при перегрузках (выход механизма на упор или заклинивание его в промежуточном положении). Напряжение питания –220/380 В частотой 50 Гц. Максимальный коммутируемый ток 3 А. Потребляемая мощность – 5 Вт.

Производитель: ОАО «ЗЭиМ», Россия, г. Чебоксары [1].

Усилители тиристорные У24, У29

Если в системах автоматического управления используются регулирующие блоки РС-29, Р-27, Р-28 производства Московского завода тепловой автоматики (МЗТА), то при применении электрических исполнительных механизмов на 220 В необходимо устанавливать тиристорные усилители мощности типа У29.3, на 380 В-У24.

Тиристорный усилитель мощности У29.3М

Предназначен для коммутации токов от 0,1 А до 2 А и изменения состояния трех бесконтактных ключей, управляемых выходными сигналами регулирующих блоков с импульсным выходом. Входные сигналы – двухполупериодное несглаженное напряжение постоянного тока от регулирующего блока с импульсным выходом по трехпроводной схеме : от 0 до + 10 В (ключи разомкнуты); от - 18,5 до - 28,5 В (ключи замкнуты).

Выходные сигналы – изменение состояния бесконтактных ключей, коммутируемое напряжение не более 250 В.

Тиристорный усилитель мощности У24

Предназначен для усиления по мощности и преобразования входных сигналов постоянного тока – 24 В по трехпроводной схеме в управляющее асинхронным электродвигателем трехфазное напряжение с прямой или реверсивной последовательностью фаз в зависимости от комбинации входных сигналов и предыдущего состояния усилителя, а также формирования постоянного тока на выходе для торможения электродвигателя.

У24.10 – для электродвигателя мощностью до 0,4 кВт.

У24.20 – для электродвигателя мощностью до 1,1 кВт.

Производитель: ЗАО «МЗТА», Россия, г. Москва [1].

Усилители тиристорные ФЦ

Усилители тиристорные ФЦ предназначены для управления электрическими исполнительными механизмами, в приводе которых используются трехфазные двигатели. Усилители ФЦ-0610, ФЦ-0611 обеспечивают пуск, реверс, торможение при снятии входного сигнала и защиту асинхронного двигателя от перегрузок, осуществляют сигнализацию об исчезновении напряжения питания и несоответствии входных и выходных сигналов, уставки защиты и длительности торможения.

Усилители ФЦ-0620, ФЦ-0621 обеспечивают пуск, реверс, торможение и защиту асинхронного двигателя от перегрузок. Потребляемая мощность 10 Вт.

Производитель : ОАО «ЗЭИМ», Россия, г. Чебоксары [12].

5.3. Преобразователи частоты переменного тока

Принцип работы частотного преобразователя заключается в выпрямлении входного напряжения с последующим формированием из него трехфазного напряжения заданной частоты с помощью широтно-импульсной модуляции, которое и является питающим для двигателя.

Изменение частоты питающего напряжения позволяет изменять скорость вращения электродвигателя и, как следствие, изменять производительность подключенного технологического агрегата.

Плавное изменение скорости вращения позволяет избежать ударов в передающих трансмиссиях или в магистральных трубопроводах. Это ведет к увеличению срока службы двигателя и оборудования.

Использование частотного преобразователя, например, для электродвигателя насоса, позволяет вести непрерывное регулирование производительности насоса и обеспечить оптимальное потребление электроэнергии приводом насоса.

Таблица 30

Типоразмеры преобразователей частоты переменного тока

Тип	Общепромышленное использование		Насосы и вентиляторы	
	мощность двигателя (кВт)	номинальный выходной ток (А)	мощность двигателя (кВт)	номинальный выходной ток (А)
MFC 310-18,5	18,5	39	22	45
MFC 310-22	22	45	30	60
MFC 310-30	30	60	37	75
MFC 310-37	37	75	45	90
MFC 310-45	45	90	55	105
MFC 310-55	55	110	75	150
MFC 310-75	75	150	90	170
MFC 310-90	90	180	110	210
MFC 310-110	110	210	132	250
MFC 310-132	132	250	160	310
MFC 310-160	160	310	200	400
MFC 311-1,1	1,1	3,5	1,5	4,0
MFC 311-1,5	1,5	4,0	2,2	5,5
MFC 311-2,2	2,2	5,5	3,0	7,0
MFC 311-3,0	3,0	7,8	4,0	10,0
MFC 311-4,0	4,0	10,0	5,5	12,0
MFC 311-5,5	5,5	12,0	7,5	17,0
MFC 311-7,5	7,5	18,0	11,0	24,0
MFC 311-11	11	24,0	15,0	28,0
MFC 311-15	15	30,0	18,0	38,0

Краткая техническая характеристика преобразователей MFC – 310, MFC –311

Напряжение питания	-	380 +10 -15 % В.
Частота питающего напряжения	-	45-66 Гц.
Выходная частота	-	0,5-200 Гц.
Выходное напряжение	-	3· 380 В.
Дискретность установки частоты	-	0,05 Гц.
Выводимая информация	-	выходная частота или скорость, ток и напряжение двигателя.
Количество скоростей	-	7
Регулятор внутренний	-	ПИ
Программируемая структура управления.		
Количество программируемых цифровых входов	-	6
Количество программируемых цифровых выходов	-	3 (2 реле, 1 открытый коллектор).
Количество аналоговых входов	-	2 (0-10 В, 2-10 В, 0-20 мА, 4-20 мА).
Количество аналоговых выходов	-	1 (0-10 В, 2-10 В).
Защита	-	превышение напряжения 1,47 U номин., падение напряжения 0,65 U номин., перегрузка, короткое замыкание, ошибка соединения пульта с панелью управления и сигнализации, температура устройства и расчётная температура двигателя по встроенной математической модели.
Дополнительные свойства	-	интерфейсы RS232 или RS485
Диапазоны мощностей электродвигателей, управляемых преобразователями частоты – MFC 310: от 18,5 до 315 кВт		
MFC 311: от 1,1 до 15 кВт		
Производитель: ООО Петрокомплект, Россия, г. Санкт-Петербург [1, 10].		

6. СРЕДСТВА ЛОКАЛЬНОЙ ОБЩЕПРОМЫШЛЕННОЙ АВТОМАТИКИ

6.1. Комплекс электрических аналоговых средств «КАСКАД-2»

Блок регулирующий с непрерывным выходным сигналом Р17 имеет следующие функциональные возможности:

- алгебраическое суммирование с гальваническим разделением и масштабирование входных сигналов;
- формирование аналогового выхода по П, ПД, ПИ и ПИД алгоритмам управления;
- введение задания, формирование и усиление сигнала отклонения регулируемой величины от заданного значения;
- ограничение выходного сигнала по минимуму и максимуму, демпфирование сигнала отклонения;
- в комплекте с внешним блоком управления- ручное управление нагрузкой и безударное переключение режимов работы с автоматического на ручное и обратно.

Входные сигналы: 0-5; 0-20; 4-20 мА; 0-10; 0-2 В.

Выходные сигналы 0-5; 0-20; 4-20мА; 0-10 В. Коэффициент пропорциональности 0,3-100; время интегрирования 0,5-2000 с ; время дифференцирования 0-600 с.

Блок регулирующий с импульсным выходным сигналом Р27 имеет следующие функциональные возможности:

- алгебраическое суммирование с гальваническим разделением и масштабирование входных сигналов;
- формирование импульсного выхода по П, ПД, ПИ и ПИД алгоритмам управления;
- введение задания, формирование и усиление сигнала отклонения регулируемой величины от заданного значения;
- индикация выходного сигнала;
- введение запрета на управление нагрузкой.

Входные сигналы: 0-5; 0-20; 4-20 мА; 0-10; 0-2 В. Выходные сигналы: импульсы двухполупериодного напряжения постоянного тока 24 В. Коэффициент пропорциональности 0,3-10,0. Время интегрирования 20-2000 с. Время дифференцирования 0-400 с.

Блок регулирующий с импульсным выходным сигналом и автоподстройкой параметров Р28 имеет следующие функциональные возможности:

- алгебраическое суммирование четырех входных сигналов с гальваническим разделением и масштабированием до трех входных сигналов;

- введение задания, формирование и усиление сигнала отклонения регулируемой величины от заданного значения;
- формирование импульсного выхода по П, ПИ, и ПИД алгоритмам управления;
- индикация выходного сигнала;
- введение запрета на управление нагрузкой.

Входные сигналы: 0-5 мА; 0-10 В. Выходные сигналы: импульсы двухполупериодного напряжения 24 В. Время интегрирования 20-2000 с. Время дифференцирования 0-400 с.

Блок суммирования и ограничения сигналов А05 выполняет следующие функции:

- алгебраическое суммирование и масштабирование входных сигналов;
- гальваническое разделение четырех входных сигналов друг от друга и от выходного сигнала;
- пропорциональное преобразование входных сигналов напряжения в выходной непрерывный сигнал постоянного тока;
- регулируемое ограничение выходного сигнала постоянного тока по min или max.

Входные и выходные сигналы: 0-5; 0-20; 4-20 мА; 0-10 В.

Блок ограничения и разmultiplication сигналов А06 выполняет следующие функции:

- пропорциональное преобразование входных сигналов постоянного тока в три выходных сигнала постоянного тока, гальванически изолированных друг от друга и от входных сигналов (размножение сигналов постоянного тока);
- алгебраическое суммирование до трех входных сигналов и масштабирование до двух входных сигналов;
- пропорциональное преобразование сигнала напряжения постоянного тока в токовые сигналы;
- регулируемое ограничение выходного сигнала по min и max.

Входные сигналы: 0-5; 0-20; 4-20 мА; 0-10; 0-2 В. Выходные сигналы : 0-5; 0-20; 4-20 мА; 0-10 В.

Блок вычислительных операций А35 выполняет по каждому из двух независимых каналов одну из вычислительных операций (по выбору): умножение; деление; извлечение квадратного корня и возведение в квадрат. Кроме того он производит алгебраическое суммирование входных сигналов и гальваническое разделение одного из входов для операций умножения и деления по каждому каналу.

Входные сигналы : 0-5 мА; 0-20 мА; 0-10 В. Выходные сигналы 0-10 В.

Блок управления аналогового регулятора БУ12 предназначен для безударного переключения управления цепями нагрузки аналогового регулирующего блока с автоматического управления на ручное и обратно и для ручного управления током нагрузки.

Блок управления релейного регулятора БУ21 предназначен для ручного переключения управления нагрузкой релейного регулирующего блока с автоматического «А» на ручное «Р» или внешнее «В» и для коммутации цепей ручного управления.

Задающее устройство с цифровой индикацией задания ЗУ50 предназначено для дистанционного введения заданного значения управляемой величины с цифровой индикацией этой величины.

Выходной сигнал 0-5; 0-20; 4-20 мА.

Производитель : ОАО «МЗТА», Россия, г. Москва [1].

6.2 Комплекс пневматических аналоговых средств

Прибор ограничения сигнала ПП 11.1-М1 предназначен для ограничения по максимуму и минимуму пневматических входных сигналов. Входные и выходные сигналы 20-100 кПа. Рабочий диапазон ограничения 20-70 кПа по минимуму; 50-100 кПа по максимуму.

Реле переключения ПП 2.5-М1 предназначено для коммутации пневматических каналов.

Входные и выходные сигналы реле могут быть как дискретными – 0 и 1, так и аналоговыми – давлением до 140 кПа $\pm$ 14 кПа.

Командные сигналы могут принимать два значения 0 и 1. «0» соответствует атмосферному давлению с допуском 10 кПа, «1» соответствует давлению от 110 кПа до 140 кПа.

Усилитель мощности пневматический ПП 1.5- М1 предназначен для передачи на расстояние пневматического сигнала, усиленного на мощности. Для этой цели используется энергия более мощного внешнего источника питания. Усилитель мощности применяется в тех случаях, когда необходимо исключить влияние линии передачи на основной контур управления. Диапазон входных и выходных аналоговых сигналов составляет 20-100 кПа.

Прибор селектирования сигналов пневматический ПФ 4/5.1-М1 предназначен для сравнения двух пневматических сигналов и выдачи сигнала, равного большему или меньшему из них в зависимости от настройки.

Прибор может быть использован в системах каскадного управления.

Прибор алгебраического суммирования пневматический ПФ 1.1-М1 предназначен для осуществления алгебраического сложения трех пневматических сигналов, два из которых со знаком (+) и один со знаком (-), а также для умножения на «2» одного сигнала и деление на «2» одного или суммы двух сигналов. С помощью устройства смещения выходной сигнал может быть смещен в пределах от 100 до 20 кПа и от 20 до 100 кПа.

Прибор извлечения квадратного корня пневматический ПФ 1.17-М1 предназначен для реализации параболической зависимости вида

$$P_{\text{вых}} = \sqrt{80(P_{\text{вх}} - 20)} + 20 \text{ кПа}$$
 путем аппроксимации кривой отрезками прямых линий. Рабочий диапазон входных давлений 30-100 кПа.

Устройство прямого предварения пневматическое ПФ 2.1-М1 предназначено для введения в цепь управления воздействия по скорости отклонения параметра от заданной величины. Диапазон изменения времени предварения 0,05 (0,02) ÷ 10(20) мин.

Устройство обратного предварения пневматическое ПФ 3.1-М1 предназначено для замедления ответного воздействия регулятора, вызванного отклонением управляемого параметра от задания. Устройство применяется в САУ малоинерционными объектами. Диапазон изменения времени предварения 0,05 (0,02) ÷ 10(20) мин.

Устройство регулирующее пневматическое позиционное ПР1.5-М1 предназначено для двухпозиционного регулирования или сигнализации. Диапазон изменения регулируемой величины и задания 20-100 кПа.

Выходной дискретный сигнал:

«0» - от 0 до 10 кПа;

«1»- от 110 кПа до значения давления питания 140 кПа ± 14 кПа.

Устройство регулирующее пневматическое позиционное с настраиваемой зоной возврата ПР 1.6 –М1 предназначено для получения двух крайних значений пневматического сигнала при выходе параметра за пределы установленных граничных значений зоны возврата.

Устройство может быть использовано как сигнализатор .

Диапазоны изменения регулируемой величины, задания и выходного сигнала такие же, как и в ПР 1.5-М1.

Зона возврата q настраивается в пределах 10-80 кПа. Настройка зоны возврата производится в обе стороны одинаково от установленного давления задания на величину $0,5q$ при условии, что граничные значения зоны возврата не выйдут за пределы 20-100 кПа.

Устройство регулирующее пневматическое пропорциональное ФР 0098 предназначено для получения непрерывного регулирующего воздействия на исполнительный механизм.

Алгоритм управления-пропорциональный. Задание должно поступать от дистанционного задатчика или станции управления. Диапазон изменения регулируемой величины и задания 20-100 кПа. Выходной сигнал меняется от 0 (5 кПа) до 100 (140) кПа. Диапазон настройки зоны пропорциональности δ : 2÷3000 %. Коэффициент усиления $K_p = \frac{100\%}{\delta}$.

Устройство регулирующее пневматическое пропорционально-интегральное ФР 0091 предназначено для получения непрерывного пропорционально-интегрального регулирующего воздействия на исполнительный механизм. Диапазон настройки зоны пропорциональности

δ : 2÷3000 %. Диапазон настройки времени интегрирования T_i : 0,05 ÷ 100 мин.

Устройство регулирующее пневматическое пропорционально-интегрально-дифференциальное ФР 0095 предназначено для получения непре-

рывного пропорционально-интегрально-дифференциального воздействия на исполнительный механизм.

Диапазон настройки зоны пропорциональности δ : $2 \div 3000$ %. Диапазон настройки времени интегрирования T_i : $0,05 \div 100$ мин. Диапазон настройки времени предварения (дифференцирования) $T_{пр}$ (T_d) = $0,05 \div 10$ мин.

Устройства регулирующие пневматические пропорционально-интегральные соотношения ПР 3.33-М1 и ПР3.34-М1 предназначены для получения непрерывного регулирующего воздействия на исполнительный механизм с целью поддержания регулятором ПР 3.33-М1 одного из сигналов, пропорциональным величине второго сигнала; регулятором ПР 3.34-М1 одного из сигналов, пропорциональным величине второго сигнала с изменением коэффициента пропорциональности по третьему сигналу. Диапазон настройки зоны пропорциональности δ : $2 \div 3000$ %. Диапазон настройки времени интегрирования T_i : $0,05 \div 100$ мин. Диапазон настройки соотношения $1:1 \div 5:1$ и $1:1 \div 10:1$.

Станции управления пневматические ФК 0071 и ФК 0072 предназначены для управления контуром регулирования, переключения режимов управления (автоматическое, ручное, программное), формирования задания регулятору от встроенного или передачи сигнала от программного задатчика, измерения и показания на шкалах задания, регулируемого параметра и сигнала в линии исполнительного механизма, записи значений регулируемого параметра на диаграммной ленте (ФК0071). Станции выпускаются с линейными шкалами 0-100 % для регулируемого параметра и задания и со шкалой 20-100 кПа для показания значения давления на исполнительном механизме.

Привод диаграммы станции ФК 0071 осуществляется синхронным электрическим двигателем. Скорость движения диаграммы 20,40,60 мм/ч. Длина шкалы и ширина поля записи диаграммы 100 мм.

Станция ФК 0071 обеспечивает непрерывную запись регулируемого параметра фломастером в течение 100 суток.

Производитель: АОЗТ «Тизприбор», Россия, г. Москва [1].

7. ВЫБОР ПРОГРАММИРУЕМОГО КОНТРОЛЛЕРА

7.1. Характеристики контроллеров

Программно-технический комплекс включает в себя программируемый контроллер (ПК) и пульт управления (ПУ).

Функции контроллеров

Контроллеры предназначены для решения следующих типовых задач автоматизации:

- сбор, контроль, регистрация и архивация информации с датчиков различных видов;
- защита технологического оборудования;
- логическое, программно-логическое управление технологическими агрегатами, автоматический пуск и останов технологического оборудования;
- всережимное регулирование прямых и косвенных параметров по различным законам;
- расчет технико-экономических показателей технологического процесса;
- математическая обработка информации по различным алгоритмам;
- обмен данными с другими контроллерами в рамках контроллерной управляющей сети реального времени;
- обслуживание технолога-оператора дистанционно (станция оператора на базе компьютера и SCADA-системы) и/или по месту (панель оператора на шкафе управления);
- обслуживание технического персонала при наладке, программировании, ремонте, проверке технического состояния контроллера дистанционно (инженерная станция на базе компьютера и IDE-системы) и/или по месту (портативный пульт настройки);
- самоконтроль и диагностика всех устройств контроллера в непрерывном и периодическом режимах, вывод информации о техническом состоянии контроллера обслуживающему персоналу.

Контроллеры могут выполнять свои функции как в приборном, так и в календарном времени, как в приборных, так и физических единицах технологических параметров.

Типовая структура системы управления с ПК оборудованием или технологическим процессом представлена на рис.1.

Все контроллеры соответствуют стандартам и технологиям открытых систем, что обеспечивает системную и программную совместимость контроллеров друг с другом, а также с изделиями других фирм, поддерживающих данные стандарты, в рамках одной АСУ ТП.

Выбор контроллеров для системы автоматизации зависит от множества факторов.

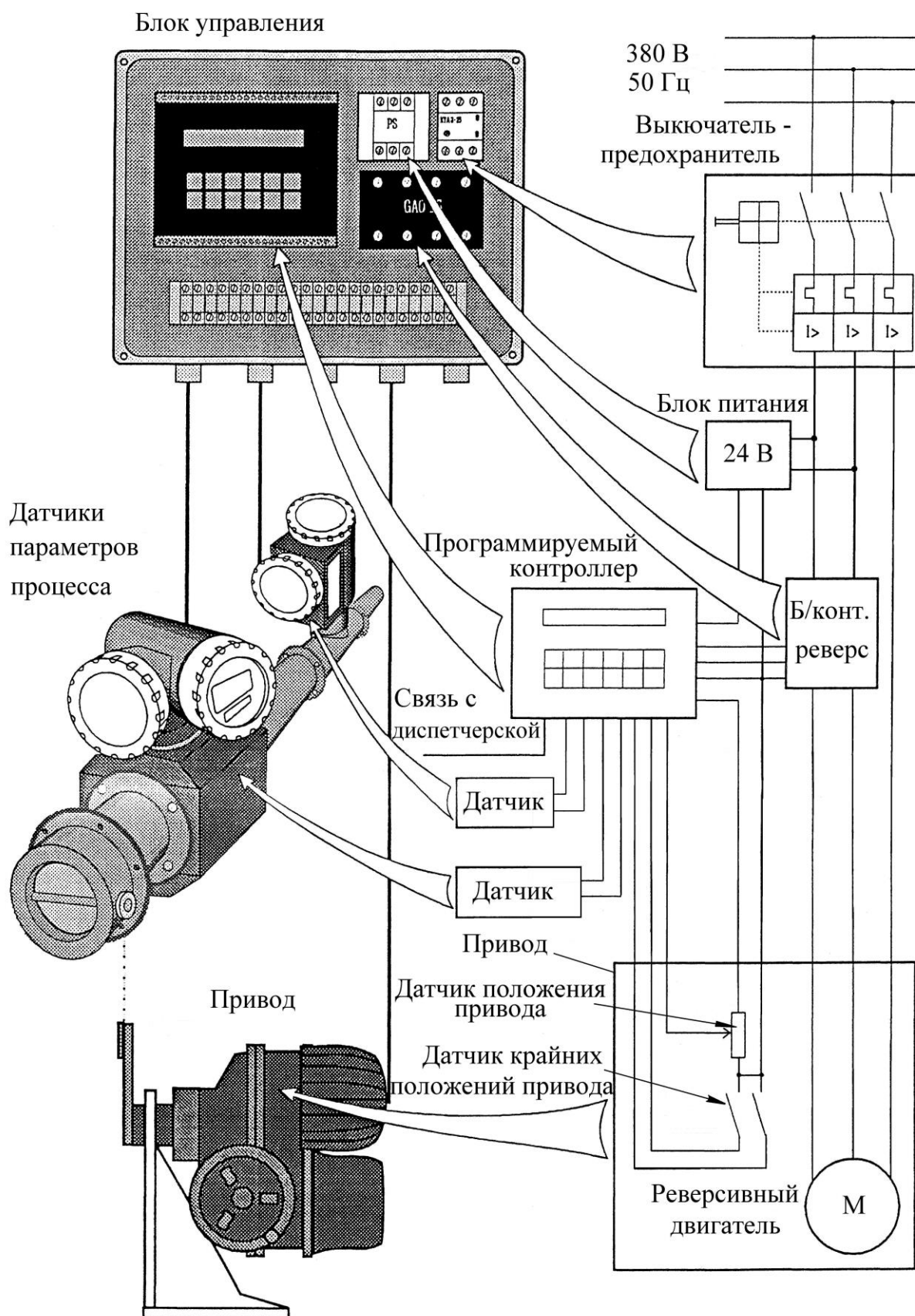


Рис.1. Типовая структура системы управления с ПК оборудованием или технологическим процесс

Однако, основной задачей, которую должен решать контроллер, является наиболее полное удовлетворение технических требований на разработку системы автоматизации. Это требования к информационным, управляющим и вспомогательным функциям, а также к техническому, программному, метрологическому и организационному обеспечению, к диагностике и техническому обслуживанию системы. Среди требований к техническому обеспечению целесообразно выделить следующие.

Технические характеристики контроллера, соответствующие требованиям проекта.

К наиболее важным характеристикам относятся параметры процессорного модуля (тип и быстродействие процессора, объем памяти), наличие сопроцессора, время выполнения логической команды, наличие сторожевого таймера, часов реального времени, число встроенных и наращиваемых входов-выходов, наличие в контроллере необходимого числа модулей (ввода-вывода, специальных, коммуникационных), среда программирования контроллера.

Также важным показателем контроллера является возможность резервирования модулей и плат, диагностика состояния контроллера и другие факторы: светодиодная индикация каналов и режимов работы, наличие панели визуализации и клавиатуры, гальваническая изоляция по входам и выходам, степень защиты контроллера и др.

Модульность структуры контроллера.

Существуют три вида контроллеров - моноблочный, модульный, PC- base контроллер.

Моноблочный контроллер представляет собой микропроцессорное устройство, в едином конструктиве которого располагаются источник питания, центральный процессор (сoproцессоры), память, встроенный порт для выхода в сеть, фиксированное число каналов аналогового и дискретного ввода/вывода, встроенный ПИД –регулятор с автонастройкой, устройство расширения для подключения дополнительных модулей, жидко-кристаллический (ЖК) дисплей, индикаторы состояния контроллера.

Это такие контроллеры, как FPO («Matsushita», Япония), Direct logic («Koyo Electronics», Япония), Decont-182 («ДЭП», Россия), Sysmac CPM 1A/2A («Omron», Япония), Simatic S7-200, Simatic S7-300C, Simatic C7-620 («Siemens», Германия), Modicon TSX Zelio, Modicon TSX Twido («Schneider Electric», Франция) и другие.

Модульные контроллеры состоят из функциональных модулей, установленных в каркасе (корзине, шасси, крейте). К этим модулям относятся микропроцессорный модуль, модуль питания, коммуникационные модули и модули ввода-вывода, а также специальные модули. Наибольшее распространение имеют следующие модульные контроллеры: FP2 («Matsushita», Япония), Modicon TSX 37 Micro, Modicon TSX 57 Premium, Modicon TSX Quantum, Modicon TSX Momentum («Schneider Electric», Франция), GE Fanuc

Series 90-30, GE Fanuc Series 90-70 («General Electric Fanuc», США-Япония), Simatic S7-300, Simatic S7-400 («Siemens», Германия), P-130 (ПО «Промприбор», Россия), КОНТРАСТ (ЗАО «ВОЛМАГ», Россия), MELSEC QnA («Mitsubishi Electric», Япония) и другие.

При выборе модульного контроллера обеспечивается большее число каналов ввода-вывода, повышается функциональная надежность контроллера за счет функций самодиагностики, упрощается обслуживание контроллера, допускающее в ряде случаев «горячую» замену модулей (без выключения питания) и ряд других.

PC-base или PC- совместимые контроллеры характеризуются наличием встроенной операционной системы, использованием стандартных системных шин, возможностью использования стандартного программного обеспечения (ISA GRAF, Си, Турбо Си, Паскаль, Assembler, SCADA-систем Trace Mode и др.), коммуникационных стандартов, наличием OPC- сервера (узла связи) и др. PC – совместимых функций.

Наиболее распространены следующие PC-base контроллеры: МФК и ТКМ 52 (АО «Текон», Россия), КРОСС (ОАО «ЗЭиМ», Россия), Ломиконт ТМ (ОАО «Электроприбор», Россия), Direct Logic 470 («Koyo Electronics», Япония), i-7188,i-8000 («ICP DAS», Тайвань), ADAM 4500, ADAM 5510/5511, ADAM-6500 («Advantech», Тайвань) и другие.

При выборе PC-base контроллера значительно повышается за счет возможностей программного обеспечения (ПО) многофункциональность контроллера, удобство программирования, снижается его стоимость. Однако при этом снижается надежность системы и её способность к дальнейшему расширению.

Соответствие международным стандартам. Имеется ввиду выбор контроллера, соответствующего Международному стандарту качества ISO 9001, стандартам шинной архитектуры контроллера (VME, PCI, MicroPC, PC/104 и др.), стандартным протоколам связи промышленных сетей (Profibus, Modbus, Interbus и др.), стандартам связи с полевыми приборами (HART- протокол, AS-интерфейс, Fieldbus Foundation, RS-485 и др.) стандартам на программное обеспечение контроллеров и др

Связь контроллера с верхним уровнем системы управления по интерфейсу Ethernet.

Интерфейс Ethernet- это интерфейс связи средств автоматизации от нижнего до верхнего уровней системы управления.

Этот интерфейс обеспечивает высокую скорость передачи данных, низкую стоимость. Через сеть Ethernet серверы и операторские станции верхнего уровня управления предприятием получают непосредственный доступ к данным параметров технологического оборудования. При наличии SCADA –системы (Supervisory Control And Data Acquisition) – система сбора данных и оперативно-диспетчерского управления), установленной на операторской станции, используется клиент- серверная архитектура

связи, при которой SCADA – клиент получает прямой доступ к данным процесса с помощью OPC (стандарт взаимодействия программных компонентов SCADA-системы)- сервера.

PC –base контроллеры со встроенной SCADA- системой. Наличие у PC –base контроллера встроенной SCADA – системы (в настоящее время это Trace Mode и Master SCADA) позволяет значительно ускорить процесс настройки проекта и повысить эффективность представления информации, снизить затраты на приобретение дорогостоящей SCADA-системы и коммуникационных интерфейсов. К таким контроллерам относятся P130 TM, Ломиконт TM, Теконик и другие. Однако применение PC-base контроллеров оправдано лишь при решении небольших задач, при отсутствии жестких требований к надежности системы, либо при ограниченных финансовых возможностях.

Наличие у контроллера режима автонастройки параметров регулятора.

Для ускорения процессов ввода в эксплуатацию систем регулирования, особенно в случае автоматизации малоизученных объектов управления, крайне важно в структуре ПО (программного обеспечения) контроллера наличие режима автонастройки параметров ПИД- регулятора- коэффициента усиления, постоянной времени интегрирования T_i и постоянной времени дифференцирования T_d ($T_d = T_i/4,5$).

Надежностные и экономические показатели.

К надежностным показателям относятся время наработки на отказ (≥ 100 тысяч часов), срок службы (≥ 10 лет), ремонтпригодность (возможность легкой замены модулей, блоков) и другие. Повышение надежности и точности достигается за счет средств диагностики, прогнозирования отказов, режимов безударного переключения, «горячего» резервирования, гальванической развязки, дублирования аппаратных средств и другими методами.

Экономические показатели, прежде всего снижения стоимости контроллера, достигается за счет снижения затрат на кабельную продукцию (особенно в случае беспроводной связи с контроллером), исключения в ряде случаев барьеров искробезопасности, использования интеллектуальных датчиков (с цифровым выходным сигналом) и блоков ввода/вывода [1].

7.2. Контроллеры ОАО «ЗЭиМ»

В контроллерах применяются следующие стандартные средства:

- PC-совместимые центральные процессоры;
- операционная многозадачная система реального времени RTOS-32, соответствующая стандарту POSIX;
- технологические и процедурные языки программирования (шесть технологических языков системы ISaGRAF, расширенных библиотекой алгоритмов контроллера P-130);

- контроллерные промышленные сети (Ethernet, ModBus);
 - интерфейсы RS-232, RS-485;
 - полевые сети (ModBus);
 - механизмы обмена со SCADA-системами (OPC-сервер), протестированные со SCADA-системами Citect (CiTechnologies), In Touch (Wonderware), Trace Mode (AdAstra), Каскад (ОАО «Элара»), Master SCADA (InSAT Company) и др.

Контроллер КРОСС-500

Контроллер КРОСС-500 имеет функционально-децентрализованную архитектуру, построенную на центральном процессоре, интеллектуальных моделях ввода-вывода, программируемых модулях автономного управления (микроконтроллерах) и четырех последовательных высокоскоростных внутренних шинах, объединяющих модули [12].

Все элементы контроллера работают параллельно и автономно: каналы ввода-вывода в модулях; сами модули, управляющие процедурами ввода-вывода и первичной обработки данных (фильтрация, линеаризация, калибровка); четыре внутренние шины, осуществляющие обмен данными модулей с центральным процессором; центральный процессор, выполняющий технологическую программу контроллера.

Блок центрального процессора БЦП управляет работой контроллера, имеет резидентное программное обеспечение (РПО), предназначен для ввода и выполнения технологической программы пользователя (ТПП).

БЦП выполнен на базе микропроцесса i486DX4-100 и содержит:

- flash-память для хранения резидентного программного обеспечения, технологических программ пользователя (ТПП) и коэффициентов;
- оперативную энергонезависимую память для хранения базы данных технологической программы;
- динамическую память для исполнения программ;
- сторожевой таймер и таймер-календарь;
- системный канал для подключения к сетям Ethernet;
- два канала с интерфейсом RS-232 для подключения инженерной станции и местной панели технолога-оператора;
- канал с интерфейсом RS-232 для организации резервирования процессоров и контроллеров;
- до четырех мезонинных ячеек с интерфейсом SPI или RS-485 для подключения к процессору модулей ввода-вывода контроллера или полевых приборов ТРАССА-500 соответственно;
- резидентное программное обеспечение, включающее операционную систему реального времени RTOS-32 и исполнительную систему ISaGRAF Target

Микроконтроллер МК1

Программируемый микроконтроллер МК1 может выполнять функции управления, регулирования и защиты автономно от центрального процессора или

параллельно с ним. Микроконтроллер МК1 выполнен на базе проектно-компонуемого модуля ADIO1 и отличается от него схемой платы процессора и резидентным программным обеспечением, позволяющим выполнить собственную технологическую программу пользователя.

МК1 обеспечивает управление объектом, снижая избыточность и стоимость систем.

Проектно-компонуемые модули ввода-вывода (МВВ)

Модуль ADIO1 – имеет до 8 ячеек с аналоговыми каналами ввода-вывода: 8 дискретный входов; 8 дискретных выходов.

Модуль AIO2 – имеет до 8 ячеек с аналоговыми каналами ввода-вывода.

Параметры ячеек приведены в таблице 31.

Цепи модулей ADIO1, AIO2 и микроконтроллера имеют гальваническое разделение между ячейками: между цифровой шиной и входами-выходами.

Таблица 31

Ячейки проектно-компонуемых модулей ADIO1, AIO2
и микроконтроллера МК1

Обозначение ячейки	Параметры ячейки
AI1	1 канал ввода сигналов: (0-10), $\pm(0-10)$ В, (0-5), $\pm(0-5)$, (0-20), $\pm(0-20)$, (4-20) мА.
AI2	1 канал ввода сигналов: (0-10) В; (0-5), (0-20), (4-20) мА.
AI3	4 канала ввода сигналов: $\pm(0-5)$, $\pm(0-20)$, (4-20) мА.
AO1	1 канал вывода сигналов: (0-5), (0-20), (4-20) мА
AO2	2 канала вывода сигналов: (0-5), (0-20), (4-20) мА
TC1	1 канал ввода - сигналов напряжения: $\pm(0-35)$, $\pm(0-70)$, $\pm(0-140)$, $\pm(0-280)$, $\pm(0-560)$, $\pm(0-1120)$, $\pm(0-2240)$ мВ - сигналов от термопар: $\pm(0-35)$, $\pm(0-70)$ мВ
TR1	1 канал ввода: - сигнала сопротивления (0-50), (0-100), (0-200), (0-400) Ом; - сигналов от термопреобразователей сопротивления (0-100), (0-200), (0-400) Ом Трехпроводная схема включения
TR2	1 канал ввода: - сигналов сопротивления (0-50), (0-100), (0-200), (0-400) Ом - сигналов от термопреобразователей сопротивления (0-100), (0-200), (0-400) Ом Четырехпроводная схема включения
TR3	2 канала ввода: - сигналов сопротивления (0-50), (0-100), (0-200), (0-400) Ом - сигналов от термопреобразователей сопротивления (0-100), (0-200), (0-400) Ом Четырехпроводная схема включения

Модули ввода-вывода постоянного состава (табл.32)

Модули в зависимости от вида сигналов подразделяются на 2 группы:

- модули ввода-вывода аналоговых сигналов с групповой или индивидуальной гальванической развязкой между каналами;
- модули ввода-вывода дискретных сигналов с групповой гальванической развязкой.

Таблица 32

Модули ввода-вывода постоянного состава

Наименование модулей	Параметры модулей
AI1	8 каналов ввода аналоговых сигналов: (0-10) В; (0-5), (0-20), (4-20) мА.
AI01-8/0	8 каналов ввода аналоговых сигналов: (0-10) В; (0-5), (0-20), (4-20) мА.
AI01-8/4	8 каналов ввода аналоговых сигналов: (0-10) В; (0-5), (0-20), (4-20) мА. 4 канала вывода аналоговых сигналов: (0-5), (0-20), (4-20) мА.
AI01-0/4	4 канала вывода аналоговых сигналов: (0-5), (0-20), (4-20) мА.
TC1-7	7 каналов ввода сигналов (от минут 5 до 65) мВ от термопар; 1 канал ввода сигналов (39-100) Ом от термопреобразователей сопротивления.
TR1-8	8 каналов ввода сигналов: (50-100), (100-200) Ом от термопреобразователей сопротивления
DI1-16	16 каналов ввода дискретных сигналов
DI01-8/8	8 каналов ввода и 8 каналов вывода дискретных сигналов
DO1-16	16 каналов вывода дискретных сигналов

Терминальные блоки

Для подсоединения внешних цепей к МВВ и микроконтроллеру МК1 через клеммные колодки, а также для преобразования уровней, гальванического разделения и усиления дискретных сигналов используются терминальные блоки, подключаемые к модулям при помощи гибких соединений С1-А, С2-А, С1-Д, С2-Д-8/8.

Аналоговые терминальные блоки, имеющие клеммные колодки с винтовыми зажимами: Т1-АI, Т1-АIО, Т1-ТR, Т2-А.

Дискретные терминальные блоки, имеющие клеммные колодки с пружинными зажимами: Т1-ДI, Т1-ДIО, Т1-ДI-8, Т1-ДO, Т1-ДO-8.

Дискретные терминальные блоки, имеющие дополнительные схемы преобразования входного-выходного сигнала и гальванического разделения между вхо-

дами и выходами: T1-DI-8/24, T1-DI-8/220, T2-DI-8/110, T2-DI-8/220, TI-DO-8S, T1-DO-8R, T1-OO-8P/24, T1-DO-8P/110, T1-DO-8P/220.

Блоки и модули питания

Блок питания – для питания входов-выходов через терминальные блоки, питания модуля питания DC24/5. Выполняет преобразование напряжения – $220/24V$.

Модули питания AC220/5-15, AC220/5-25 – для питания модулей ввода-вывода через соединитель SPI и питания блока центрального процессора через разъем «+5V». Выполняют преобразование напряжения сети – $220/5V$.

Модули питания DC24/5-15, DC24/5-25 – для питания модулей ввода-вывода через соединитель SPI и питания блока центрального процессора через разъем «+5V». Выполняют преобразования напряжения постоянного тока – $24/5V$.

Модули питания AC220/5R-15, AC220/5R-25, DC24/5R-15, DC24/5R-25 – для организации резервированного питания.

Блок переключения БПР-10

Выполняет контактное переключение до 8 аналоговых или дискретных сигналов, применяется в схемах резервирования.

Пульт настройки PN1

Предназначен для наладки, настройки и конфигурирования модулей, а также контроля и изменения параметров (коэффициентов) блока центрального процессора БЦП и микроконтроллеров в автономном режиме.

Пример архитектуры связи объекта управления с ПК «КРОСС-500» представлен на рис.2.

Контроллер Ремиконт Р-130ISa

Контроллер по сравнению с контроллером Р-130 имеет расширенные функциональные возможности, более высокую производительность обработки и передачи данных, а также развитую систему программирования.

Состав контроллера

В состав контроллера входим PC-совместимый процессор на базе микропроцессора i386SX40, содержащий:

- flash-память для хранения резидентного программного обеспечения и технологических программ пользователя;
- оперативную энергонезависимую память для хранения базы данных технологической программы;

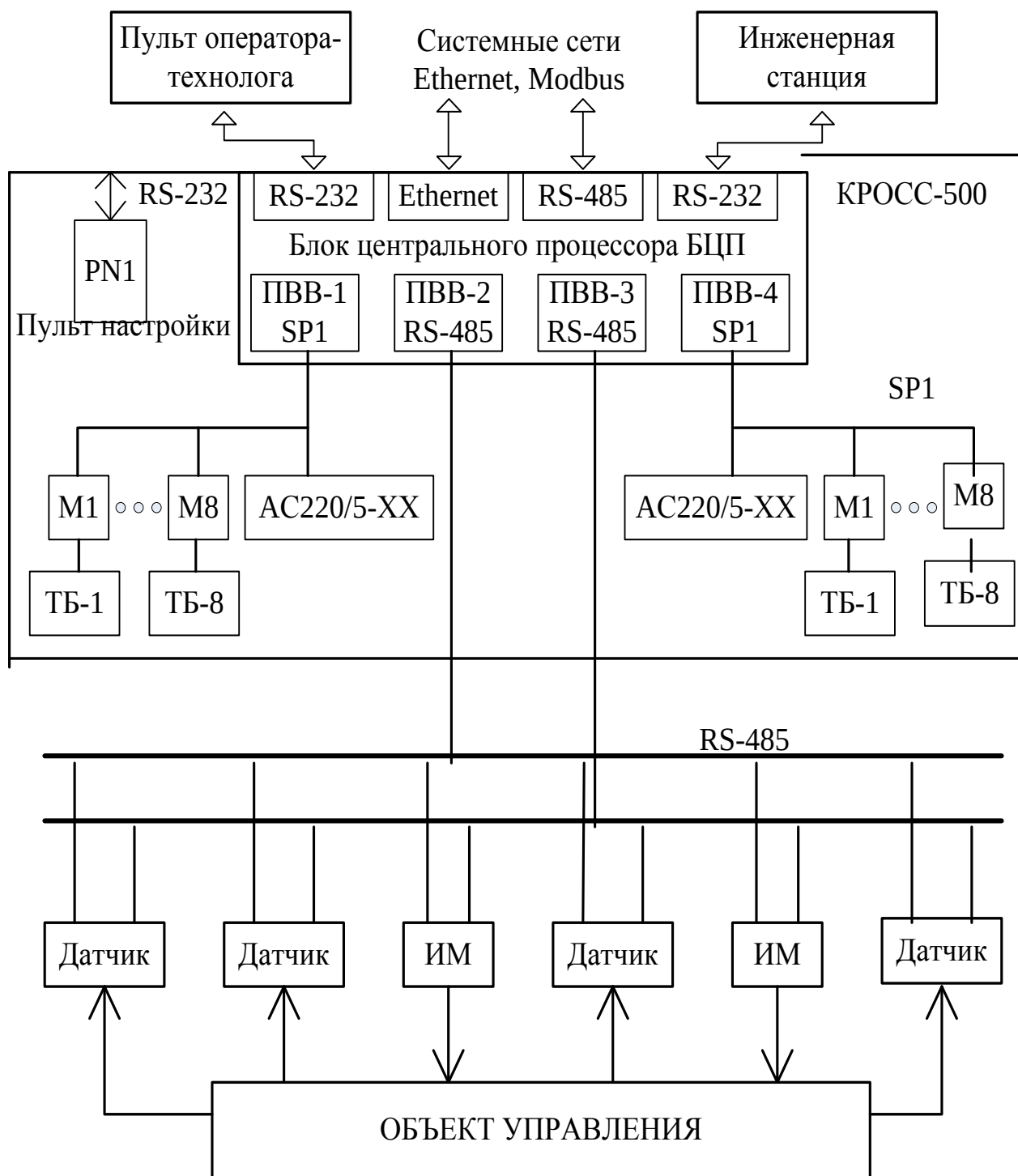


Рис. 2. Архитектура связи объекта управления с ПК «Кросс-500» :
 SPI-внутренняя шина контроллера; RS-232 – связь с верхним уровнем;
 RS-485 – внешняя полевая шина контроллера; М-модули MBV или МК1;
 AC220/5XX – модуль питания; ПВВ – платы ввода/вывода;
 ТБ – терминальные блок

- динамическую память для исполнения программ;
- сторожевой таймер и таймер-календарь;
- два системных канала для подключения к сетям Ethernet и Modbus;
- канал с интерфейсом RS-232 для организации резервирования контроллеров;
- резидентное программное обеспечение – оперативную систему реального времени RTOS-32 и исполнительную систему ISaGRAF Target.

Также в состав контроллера Р-130 входят 7 типов модулей устройств связи с объектом- УСО (МАС, МДА, МСД), блоки усилителей сигналов термопар БУТ-10, усилителей сигналов термометров сопротивления БУС-10, блоки усилителей мощности БУМ-10, блоки питания БП-1, БП-4.

Основной микропроцессорный блок контроллера Р-130ISa выполнен в приборном конструктиве контроллера Р-130, в который устанавливаются модуль процессора, 1-2 модуля ввода-вывода, лицевая панель и преобразователь 24V DC/5V DC.

Габаритные размеры конструктива – 80х160х365 мм.

Производитель6 ОАО «ЗЭиМ», Россия, г.Чебоксары [12].

7.3. Контроллер «Direct Logic» моделей DL205 и DL405

Семейство DL205 является универсальной серией максимально компактных устройств, которые обеспечивают широкий набор функций. Процессоры, небольшие по размеру, включают много команд, обычно присущих только большим, более дорогостоящим системам.

Блок центрального процессора: DL-250, DL-240, DL-230 – процессоры под Windows CE с пакетом Entivity runtime. Все процессоры имеют встроенные коммуникационные порты, предполагается большой объем памяти для хранения программ, существенный набор команд и улучшенная диагностика. DL205 отличается возможностью программирования с помощью барабанного командоаппарата и математикой с плавающей точкой. Доступны четыре размера каркасов: на 3 слота, на 4 слота, на 6 слотов и на 9 слотов. Один слот предназначен для процессора или для ведомого модуля удаленного ввода/вывода, остальные слоты используются для модулей ввода/вывода. Все каркасы имеют встроенный источник питания. Конфигурация ввода/вывода для процессора DL205 может поддерживать до 256 точек ввода/вывода. DL205 имеет набор наиболее эффективных в промышленности модулей ввода/вывода. Предполагается полный диапазон дискретных модулей, которые поддерживают 24 В постоянного тока, 110/220 В переменного тока и до 4 А на выходных реле. Аналоговые модули обеспечивают 12-битовое разрешение и несколько вариантов выбора диапазонов входных и выходных сигналов (включая биполярные). Имеется также чрезвычайно гибкий модуль счетчика. Он обеспечивает высокую скорость ввода импульсов, генерацию импульсных выходных сигналов, возможность фиксации импульсов и др.

DL205 можно программировать с помощью одного из самых современных в промышленности пакетов – DirectSOFT. DirectSOFT является программным пакетом на базе Windows, он поддерживает многие хорошо известные функции. Процессор DL205 имеет встроенный порт для программирования с использованием ручного программатора (D2-HPP). Ручной программатор можно применять для создания, изменения и отладки прикладной программы.

Процессорный модуль

Процессор DL-250 имеет максимум 14,8 К памяти для программ, включающий 7,6К программной памяти и 7,2 V-памяти (регистры данных). Поддерживает максимум 128 локальных точек ввода/вывода и 2048 точек для удаленного ввода/вывода. Этот процессор включает дополнительный внутренний RISK-микропроцессор для повышения вычислительной мощности. DL-250 имеет 170 команд. Барабанные таймеры включают 41 команду в дополнение к набору, функцию печати, математику с плавающей точкой и управление 4 контурами.

Программы хранятся в электронно-перепрограммируемом ПЗУ (ЭППЗУ), которое установлено в заводских условиях. Кроме ЭППЗУ-памяти в процессоре имеется также оперативная память (RAM), в которой могут храниться параметры системы, V-память и другие данные, не относящиеся к прикладной программе.

DL-250 имеет для коммуникационных порта. Верхний порт RS232C для присоединения ручного программатора или персонального компьютера без какой-либо дополнительной аппаратуры. Нижним портом является 15-контактный RS232C/RS422 порт. Он сопрягается с DirectSOFT и интерфейсами операторов, а также поддерживает DirectNET и Ведущее/Ведомое устройство для соединений MODBUS RTU.

Модуль ввода аналоговых сигналов F2-X-AD-1 (4,8-канальный вход).

Модуль вывода аналоговых сигналов F2-X-DA-1 (2-канальный выход, 4-канальный вход/2-канальный выход).

Модуль вывода дискретных сигналов D2-X-TD1-2.

Локальные точки дискретных вводов/выводов-128.

Локальные точки аналоговых вводов/выводов-32/16.

Плотность ячеек модуля ввода/вывода 4/8/12/16.

Релейный выход 5-30 В постоянного тока, 5-240 В переменного тока (4, 8, 16 точек).

Вход постоянного тока 12-24 В(8 и 16 точек).

Вход переменного тока 110 В(8 и 16 точек).

Выход постоянного тока 12-24 В (4, 8, 16 точек).

Выход переменного тока 18-110 В, 18-220 В, 110 В (8 точек).

Специальные модули: модули счетчиков, ведущий модуль удаленного ввода/вывода, ведомый модуль удаленного ввода/вывода, модуль коммуникации данных, модуль ввода с термопар.

Блок-схема КТС системы автоматизации объекта на базе контроллера «Direct Logic» модели DL205 представлена на рис.3.

В целлюлозно-бумажном производстве для целей управления может применяться *контроллер DL405 с процессором 450*.

Процессор 450 имеет модульную конструкцию. Модели процессора обеспечивают обширную внутреннюю диагностику, которая может контролироваться из прикладной программы. Процессор имеет два встроенных коммуникационных порта. Первый из них имеет интерфейс RS232C, второй – RS232C/RS422. Это позволяет иметь для первого порта двухточечные (прямые) соединения, а для второго порта – варианты либо многоточечных сетевых соединений (например, DirectNET), либо прямых соединений. Процессор имеет максимум 30,8 Кб программной памяти, включающей 15,5 Кб памяти пользовательских программ и 15,3 Кб V-памяти (регистры данных). Он поддерживает максимум 2048 точек ввода/вывода в локальном каркасе и в блоке

расширения, а также 1536 точек удаленного ввода/вывода. Он имеет дополнительный RISC-микропроцессор для повышения вычислительной мощности. Он предлагает 210 команд на языке релейной логики (RLL) и команды стадийного программирования. Помимо поддержки стандартных команд булевой алгебры, процессор включает команды математики с плавающей запятой, тригонометрических функций, функцию печати, управление 16 стандартными контурами ПИД-регулирования.

Контроллер комплектуется следующим набором модулей:

- модуль аналогового ввода 4-20 мА 16 канальный F4-16-AD-1 – 2 шт.;
- модуль дискретного ввода 64 канальный D4-64TD1 – 1 шт.;
- модуль аналогового вывода 4-20 мА 16 канальный F4-16-DA-1 – 1 шт.

Помимо этого в состав контроллера также входит коммуникационный модуль H4ECOM, который позволяет включать контроллер в сеть стандарта Ethernet.

В качестве системной шины применяется сеть стандарта Ethernet. Она включает в себя сетевые концентраторы (Hub, Switch) и соединительный кабель (кабель с 4 витыми парами). Сеть обеспечивает обмен данными между устройствами системы до 100 Мбит/с.

Производитель: «Kooyo Electronics», Япония [13,16].

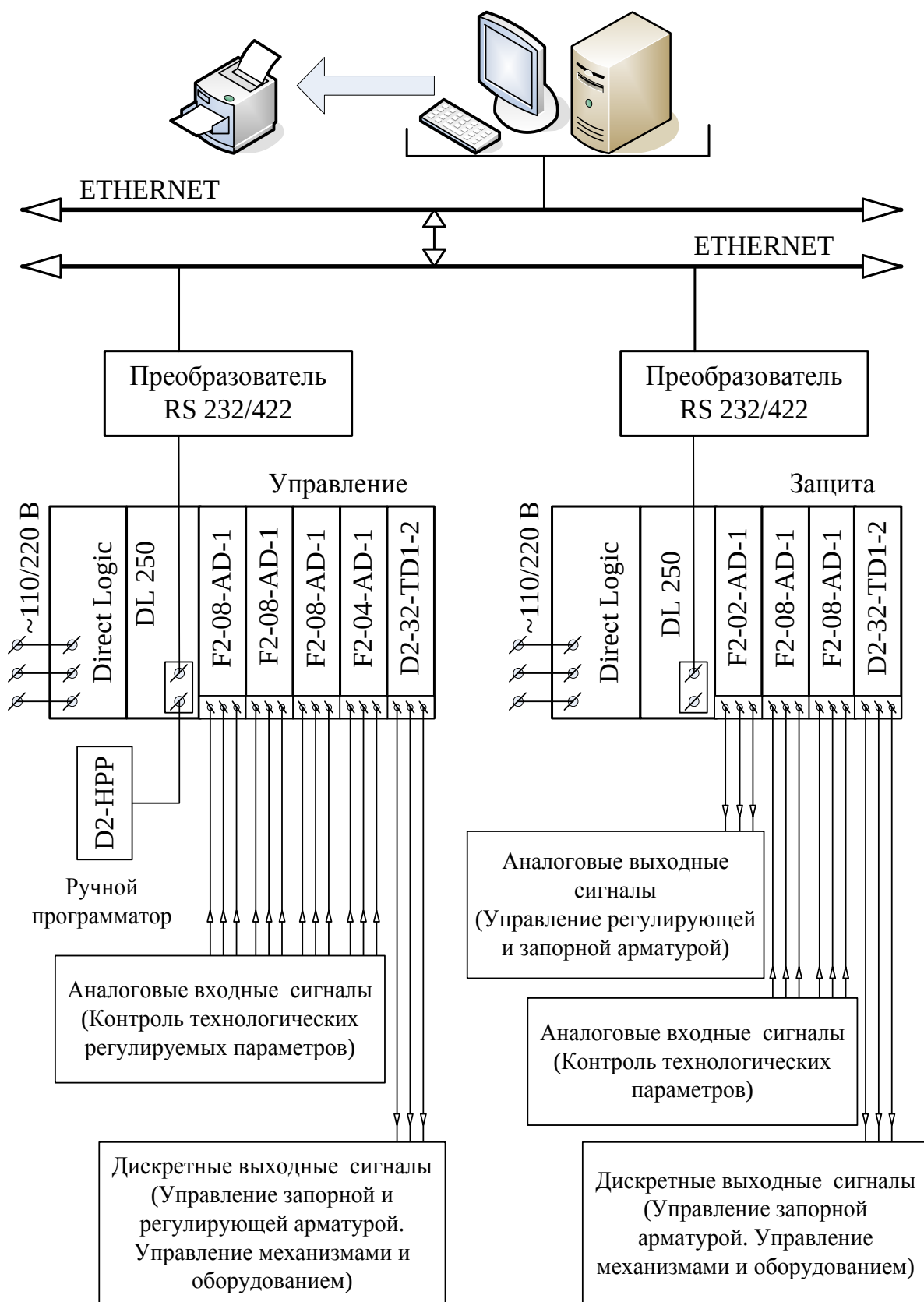


Рис. 3. Блок-схема КТС системы автоматизации объекта на базе контроллера «Direct Logic» модели DL 205

7.4. ПТК Metso

7.4.1. Компактная встраиваемая система управления Metso DNA на основе Metso ACN C20(ACN C65)

Пульт оператора имеет офисное или полевое исполнение, включает панель оператора или рабочую станцию, может иметь от одного до трех мониторов.

Модуль Metso ACN C20, C65

Питание 24В постоянного тока.

3 порта Ethernet.

2 гнезда PCI, PROFIBUS, последовательные командные платы.

2 последовательных порта.

Процессор промышленной серии (677MHz VIA Eden или выше).

RAM 128-512 MB.

Сменная компактная Flash-память 16-256 MB.

Операционная система реального времени.

Рабочая температура 0-55 °C.

Исполнение IP65.

Платы встраиваемого ввода/вывода (В/В)

Содержат от 100 до 400 В/В, блок питания, концентратор промышленного исполнения Hirschmann, соединительный модуль.

Сервер проектирования EAS позволяет обновлять программные модули без перезагрузки всей системы.

Интерфейс оператора предоставляет все возможности распределенной системы управления на уровне компактной Metso DNA.

Структура компактной системы управления на основе Metso ACN C20 (ACN C65) представлена на рис.4.

Производитель: «Metso Automation», Финляндия [14].

7.4.2. Система управления Metso DNA

Система «Metso DNA» – это распределенная информационно-автоматизированная система (рис.5).

Функции системы «Metso DNA» распределены по различным станциям, которые соединены одна с другой посредством шинного интерфейса. Станции способны функционировать независимо от остальной части системы. Так как конструкция системного оборудования построена по модульному принципу, его легко можно модернизировать и расширять для последующего использования.

Станции:

- OPS – Станция оператора
- PCS – Станция технологического управления
- ALM – Станция аварийных сообщений

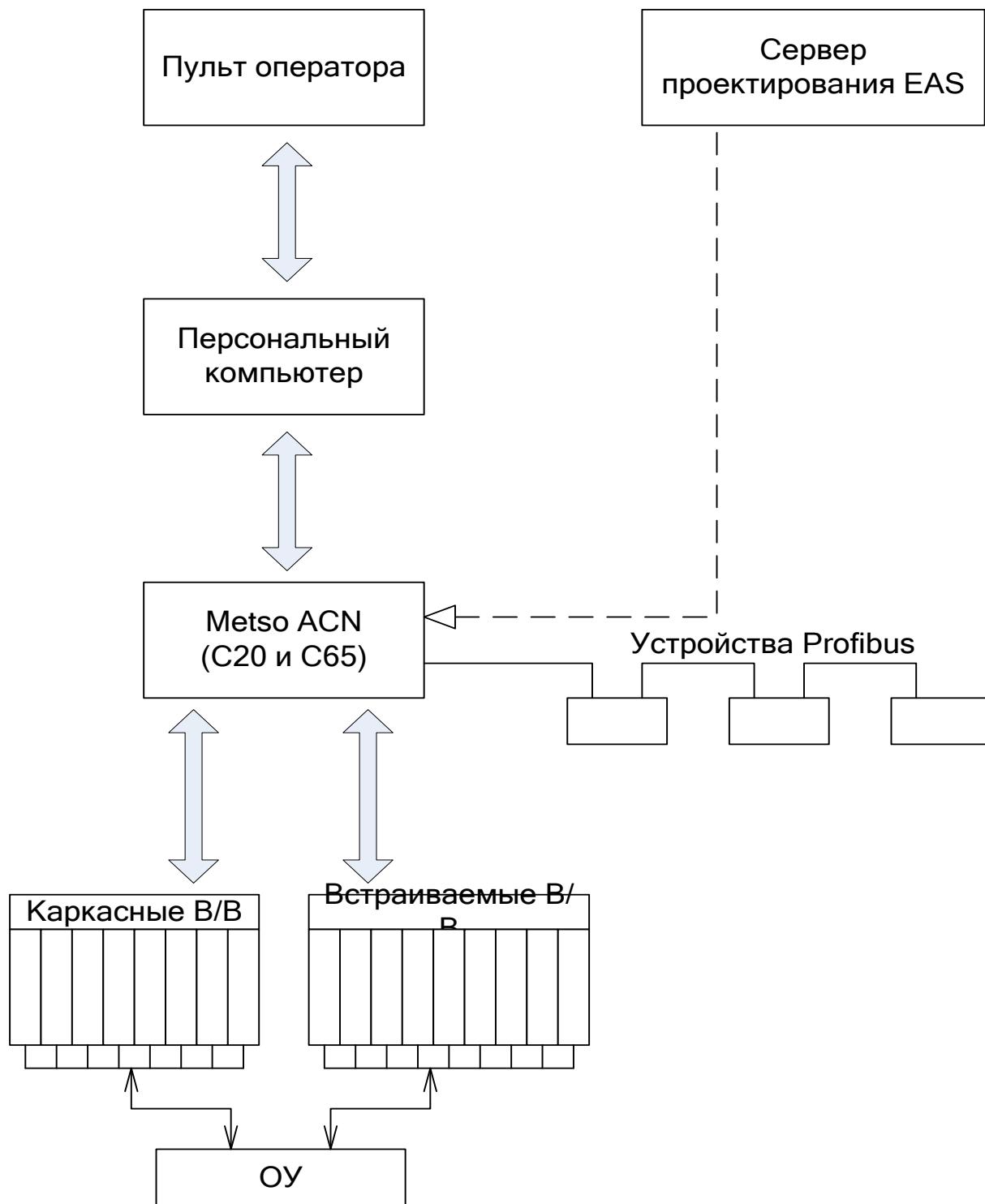


Рис. 4. Структура компактной системы управления на основе metsoACN C20 (ACN C65)

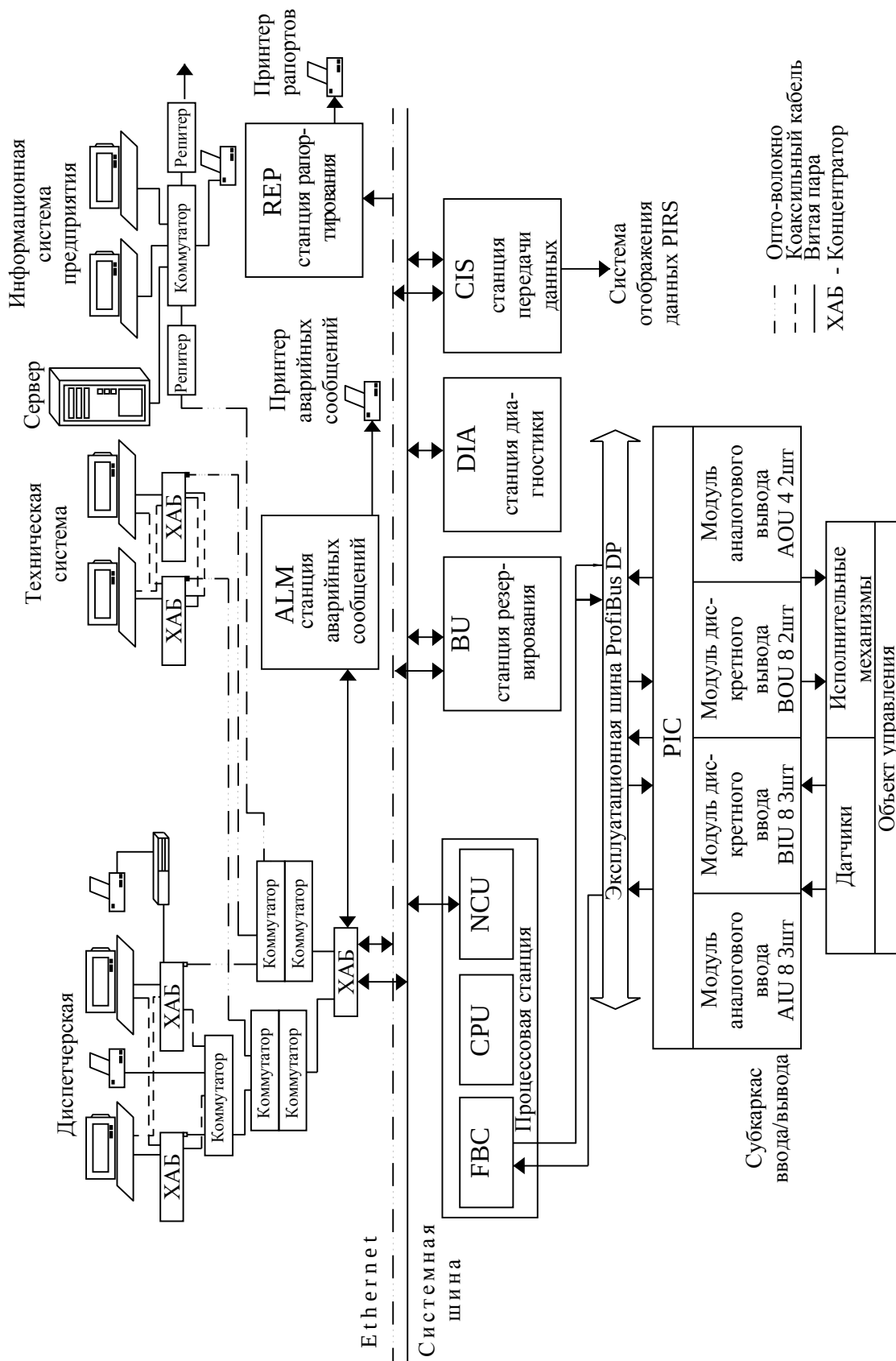


Рис. 5. Архитектура связи ПТК «MetsoDNA» с объектом управления

- DIA – Станция диагностики
- REP – Станция рапортирования
- RTS – Станция маршрутизатор
- RPS – Станция ретранслятор
- XIS – Станция информационного менеджмента
- EAS – Инжиниринговая станция
- BU - Резервная станция.

Системные платы:

Станции автоматической системы «Metso DNA» состоят из съемных блоков размером 3Е, расположенных в базовом модуле.

Один базовый модель имеет пять свободных гнезд для установки плат, таким образом в нем можно разместить несколько станций.

- NCU – модуль связи с системной шиной (network connection unit) соединяет станцию с системной шиной и через нее с остальными станциями.
- VPU – модуль блока питания (VME power unit). VME получает 220 VAC (110 VAC) или 18-32 VDC. Модуль преобразует входное напряжение в напряжение постоянного тока, необходимое для остальных модулей станции и вентилятора. Кроме того, VPU постоянно подзаряжает модуль резервного источника питания Standby Power Unit (SPU). В состав VPU входят переключатели, позволяющие снять AC или DC питания, что требуется при замене модулей станции.
- CPU – модуль центрального процессора. CPU является базовым модулем системы Damatic, его интерфейсы VME, VMX и VMV дают возможность гибкой обработки прикладных программ на технологической станции посредством устройств связи NCU и FBC. Дополнительная мощность обеспечивается использованием нескольких модулей CPU, доступный объем запоминающего устройства может быть расширен применением модулей DMU.
- DMU – модуль запоминающего устройства (ЗУ). DMU является дополнительным модулем ЗУ центрального процессора CPU.
- FBC – контроллер эксплуатационной шины. FBC является контроллером эксплуатационной шины, соединяющей технологическую станцию с субкаркасами ввода-вывода. ESW – модуль жестких дисков ETHERNET SCSI. ESW являются интегрированными модулями, используемыми в прикладных программах резервной станции BACKUP.
- RSU6 – модуль последовательной связи. RSU6 обеспечивает асинхронный последовательный интерфейс терминалов, принтеров, измерительных приборов или компьютеров технологического управления.

- RPT – ретранслятор. Модуль RPT предназначен для коррекции амплитудных и временных искажений в протяженных (более 2 км) кабельных шинах.
- GDC – модуль-контроллер графического дисплея.
- GDU – модуль графического дисплея.
- ESU – модуль EtherNet – SCSI.

Станция технологического управления (PCS)

Станция технологического управления представляет собой независимо функционирующую станцию управления. С функциональной точки зрения эта станция наиболее важна для системы, так как она осуществляет связь автоматической системы с управляемым технологическим процессом.

Функции станции технологического управления:

- сбор и обработка данных измерений;
- контроль и управление технологическим процессом;
- управление одиночными электродвигателями и магнитными клапанами, групповое управление электродвигателями и магнитными клапанами, а также обеспечение соответствующей взаимной блокировки и функциональной логики;
- управление клапанами;
- генерирование и обработка аварийной сигнализации;
- выполнение арифметических операций в форме выражений;
- последовательное управление и управление рецептурой;
- сбор архивных данных тенденций параметров;
- графическое управление освещением;
- управление самописцами;
- диагностика собственных модулей станции и модулей эксплуатационного ввода/вывода.

Базовые органы и функции технологического управления

Базовые средства управления реализованы в автоматизированной системе «Metso-DNA» с помощью функциональных блоков станции технологического управления.

Передача технологических данных между системой автоматизации и системой информации «Metso-DNA» выполняется посредством маршрутизатора данных Ethernet (EDR). Общая емкость чтения/записи равна 7000 двоичных или аналоговых переменных или точек данных профиля. Скорость передачи 500 переменных/с.

Данные от технологического процесса вначале попадают на блоки ввода/вывода. Необходимое преобразование данных выполняется в этих блоках, затем данные передаются по шине блоков ввода/вывода к контроллеру интерфейса технологического процесса (PIC). По запросу контроллер PIC передает данные по эксплуатационной шине к контроллеру эксплуатационной шины (FBC) станции технологического

управления, который осуществляет фильтрацию и линеаризацию принятых сигналов. FBC также передает данные центральному процессору CPU.

Процессор CPU выполняет фактическую обработку данных и передает необходимые данные блоку сетевой связи (NCU), который осуществляет связь с другими станциями посредством системной шины.

Станция оператора (OPS)

Общее описание

Диспетчерская управления системы «Metso-DNA» спроектирована для обеспечения и выполнения пользователем различных задач.

Основные системные характеристики диспетчерской:

- многофункциональный интерфейс пользователя – имеются одинаковые интерфейсные средства для выполнения различных задач;
- мощные пользовательские служебные программы, например, программы формирования отчетов, программы воспроизведения и имитации технологического процесса, средства сбора архивных данных, программы анализа и системы помощи.

Пользовательский интерфейс рабочей станции «Metso-DNA» имеет следующее применение:

- обеспечивает режим супервизора из офиса;
- обеспечивает режим управления технологическим процессом из диспетчерской или с эксплуатационного терминала.

Конструкция станции

Оборудование диспетчерской, соединенной со станцией оператора (XOPS), содержит видеомониторы, рабочие терминалы (консоли), принтер событий, а при необходимости и устройство документирования.

Станция аварийной сигнализации (ALP)

Станция аварийной сигнализации регистрирует и формирует выходную информацию о событиях технологического процесса и системных или функциональных событиях для обеспечения работы пользователя. Станция аварийной сигнализации преобразует события технологического процесса и системные события в сообщения или аварийные сигнализации. События одновременно отображаются на видеомониторе и выводятся на принтеры.

Станция формирования отчетов (REP)

Станция формирования отчетов (REP) позволяет создавать для оператора результирующие отчеты и отчеты по окончании рабочих смен, а также ежесуточные и ежемесячные отчеты для административного персонала комбината, принимающего решения.

Техническая система «Metso DNA»

Техническая система DES содержит сервер технических рабочих станций (EWS-сервер) или техническую рабочую станцию на основе X(XEWS), дополнительные сетевые рабочие станции (NWS) и сеть, которая связывает все эти станции вместе (DESNet). Сервер EWS выполняет сохранение технических данных, компилирует модули автоматизации и передает их в режиме реального времени. Станция XEWS – это компьютерная рабочая станция, в которой используется операционная система X Window. Сетевая рабочая станция NWS основана на компьютере Pentium PC с операционной системой MS Windows (технические программы CAD). Для удаленного технического обеспечения используют модем.

Резервная станция (BU)

Резервная станция содержит резервную копию конфигураций всех станций. Данные переменных станции технологического управления сохраняют в памяти жесткого диска резервной станции для того, чтобы избежать потери данных в случае временного отключения электропитания.

Станция диагностики (DIA)

Она предназначена для поиска и устранения неисправностей и ошибок, а также для технического обслуживания.

Устройство ввода/вывода

Станции технологического управления (PCS) соединены с субкаркасами ввода/вывода с помощью эксплуатационной шины. На каждой эксплуатационной шине может быть установлено до 16 субкаркасов ввода/вывода. Максимальная длина эксплуатационной шины 400 м...4 км в зависимости от типа используемого кабеля.

Каркасы ввода/вывода

Один недублированный каркас ввода/вывода может быть укомплектован 16 модулями ввода/вывода.

- IPU (I/O power unit) – модуль блока питания каркасов ввода/вывода. Получает 28-32 VDC от модуля источника питания (FPLJ или FPUS), расположенного в нижней части шкафа.

- PIC (Process interface controller) – модуль-контроллер связи с процессом соединяет модуль-контроллер полевой шины FBC с модулями ввода/вывода. Сам PIC не занимается обработкой данных. Вместо этого он передает данные через полевую шину на FBC процессовой станции, и от FBC – к модулям ввода/вывода.

- AIU – модуль аналоговых входов. Может содержать до 8 входных каналов, на которые поступают аналоговые сигналы тока или напряжения от технологического процесса.

- AOU – модуль аналоговых выходов. Может содержать до 4 выходных каналов, с которых выдается аналоговый сигнал тока или напряжения на исполнительные устройства и аналоговые контроллеры.

- BIU8 – восьмиканальный модуль двоичных цифровых входов.

- BIU8N – модуль Namur двоичного ввода, 8 каналов.

- BOU8 – восьмиканальный модуль двоичных цифровых выходов.

- EIU – модуль ввода в искробезопасном исполнении.

- FIU1 – входной модуль частотомера.

- TIU6 – шестиканальный модуль измерения температуры (Pt 100).

- TCU4 – входной модуль термопары.

- TCU41 – модуль ввода с термопар, тип J, K, 4 канала + измерение эталонной температуры.

- TCU42 – модуль ввода с термопар, тип S, 4 канала + измерение эталонной температуры.

- PLU – модуль программируемой логики. Используется, когда требуется быстрая реакция от двоичных цифровых входов на двоичные выходы или когда необходимы независимые логические функции ввода-вывода (например в защитах).

- ACU – блок аналогового контроллера.

Модуль ввода используется для преобразования данных типа Вкл/Выкл, получаемых от процесса, в пригодные для модулей ввода BIU8 (+28VDC). Вход и выход электрически развязаны с помощью реле. Модули выпускаются в следующих модификациях 220 VAC 50/60 Hz, 110 VAC 50/60 Hz и 110 VDC.

Модуль вывода используется для связи с нагрузкой переменного и постоянного тока (например контакторы или магнитные клапаны). Модуль вывода обеспечивает также электрическую развязку между процессом и системой автоматизации. Модуль управляется через модули вывода BOU8 (+28 VDC). Максимальное коммутируемое напряжение составляет 260 В, при этом предельно допустимый ток составляет 4А. Максимальная мощность, коммутируемая модулем 100 Вт постоянного тока и 1000 Вт переменного тока.

Токовые модули устанавливаются на панелях GMB вместе с IM и OM. Токовые модули используют для преобразования переменного тока в стандартный выходной сигнал постоянного тока.

Программное обеспечение системы «Metso DNA»

Пакеты прикладных программ на основе XIS.

Типичная информационная система XIS построена на основе широкого спектра различных пакетов прикладных программ и пользовательских приложений. Пакеты прикладных программ, которые также называют пользовательскими служебными программами, представляют собой конфигурируемые программные продукты для различных зон применения. Эти пользовательские программы и

конфигурируемые пользователем приложения часто содержат средства формирования отчетов производительности и затрат, быстродействующие средства отслеживания качества, программы анализа технологического процесса и бухгалтерские программы вычисления балансов.

Проектирование осуществляется в программах-приложениях AutoCAD.

Базовое программное обеспечение (XIS-BASE)

Пакет программ XIS-BASE является ядром рабочей операционной среды информационной системы. Базовое программное обеспечение содержит необходимые модули для операционной рабочей среды приложений:

- Базовый пользовательский интерфейс
- Рабочий супервизор
- База данных реального времени
- Вычисления технологического процесса и архива
- Программы плавного соединения со станциями технологического управления Metso DNA
- Диспетчер данных интерфейса
- Базовая программа конфигурирования
- Язык FUN

Сеть

Система «Metso DNA» представляет собой объединение нескольких сетей с различными протоколами доступа и передачи данных. В технической структуре системы можно выделить четыре уровня иерархии:

- офисная сеть;
- сеть диспетчерской;
- сеть управления технологическим процессом;
- сеть полевых устройств и устройств ввода/вывода.

Все сети могут быть дублированы.

Открытость системы достигается использованием в сетях верхнего и нижнего уровня стандартных протоколов доступа и передачи данных.

В основе офисной и диспетчерской сети лежит стандартная технология Ethernet. Для структурирования сети используется сетевое оборудование: концентраторы, коммутаторы, репитеры и маршрутизаторы Ethernet. Физическая среда на разных участках сети – витая пара, тонкий коаксиальный кабель Ethernet, для удаленных станций волоконно-оптический кабель или беспроводная связь. Скорость передачи данных 10 или 100 Мбит/с.

К сети Ethernet подключены станции, выполняющие функции управления информационными ресурсами предприятия, станции оператора (OPS), станции аварийных сообщений (Alarm), станции резервирования (BU), станции архивирования, станции автоматизации проектирования (EWS – engineering work stations).

Процессовая или технологическая шина предназначена для подключения станций управления технологическим процессом (PCS). Физически шина реали-

зована на оборудовании сети Ethernet, но с детерминированным протоколом доступа «token bus», отличающимся от стандартных протоколов.

На нижнем уровне системы, наряду с собственной полевой шиной, унаследованной от системы Damatic XDi, скорость передачи данных по шине составляет 2 Мбит/с. Доступ к физической среде передачи данных осуществляется процедурой эстафетного опроса в соответствии с протоколом «token passing», разработанным фирмой и отличающимся от стандартных протоколов подобного типа (IEEE 802.4, IEEE 802.5). Способ доступа станции к системной шине определяет логическую топологию системной шины – логическое кольцо. Также предусмотрено использование полевых шин, поддерживающих открытые международные стандарты, Foundation fieldbus, Profibus DP, Ethernet [18].

7.5 Контроллер «SIMATIC S7-400»

SIMATIC S7-400 – это модульный программируемый контроллер, предназначенный для построения систем автоматизации средней и высокой степени сложности.

Модульная конструкция, работа с естественным охлаждением, возможности применения структур локального и распределенного ввода-вывода, широкие коммуникационные возможности, множество функций, поддерживаемых на уровне операционной системы, удобство эксплуатации и обслуживания обеспечивают возможность получения рентабельных решений для построения систем автоматического управления в различных областях промышленного производства.

Эффективному применению контроллеров способствует возможность использования нескольких типов центральных процессоров различной производительности, наличие широкой гаммы модулей ввода-вывода дискретных и аналоговых сигналов, функциональных модулей и коммуникационных процессоров.

SIMATIC S7-400 является универсальным контроллером. Он отвечает самым жестким требованиям промышленных стандартов, обладает высокой степенью электромагнитной совместимости, высокой стойкостью к ударным и вибрационным нагрузкам. Установка и замена модулей контроллера может производиться без отключения питания («горячая замена»).

Конструкция S7-400 существенно повышает его эксплуатационные характеристики.

Преимущества ПК «SIMATIC S7-400»

- Простота установки модулей. Модули устанавливаются в свободные разъемы монтажных строек в произвольном порядке и фиксируются в рабочих положениях винтами. Фиксированные места занимают только блоки питания, первый центральный процессор и некоторые интерфейсные модули.

- Внутренняя шина, встроенная в монтажные стойки. Во все монтажные стойки встроена параллельная шина (P-шина) для скоростного обмена данными с сигнальными и функциональными модулями. Все стойки, за исключением

ER1 и ER2 имеют последовательную коммуникационную шину (К-шину) для скоростного обмена большими объемами данных с функциональными модулями и коммуникационными процессорами.

Благодаря своей высокой надежности SIMATIC S7-400 может использоваться:

- в системах с высокими затратами на перезапуск производства в случае отказа контроллера;
- в системах с высокой стоимостью простоя;
- в процессах обработки дорогостоящих материалов;
- в системах без постоянного контроля со стороны обслуживающего персонала;
- в системах с небольшим количеством обслуживающего персонала.

В таблице 33 для примера представлен состав ПК «SIMATIC S7-400» для БДМ или КДМ.

Таблица 33

Состав контроллера SIMATIC S7-400

№ п/п	Наименование	Кол-во
1	Процессорный модуль CPU 414-2	1
2	Модуль дискретных входов SM 421; DI16x24VDC	1
3	Модуль дискретных выходов SM 422; DO16x24VDC/2A	1
4	Модуль аналоговых входов SM 431; AI16x16bit	5
5	Модуль аналоговых выходов SM 432; AO8x13bit	10
6	Интерфейс IM 467	1
7	Монтажная стойка UR2	1
8	Блок питания PS 40710AR	2
9	Буферная батарея	2
10	Модуль памяти на 1 Мб	1
11	Операторская панель SIMATIC TP170B	1
12	Программатор Field PG	1
13	Программное обеспечение STEP 7	1
14	Шинный кабель Profibus	1
15	Компьютер Pentium IV 3,0 GHz	1
16	Принтер HP Business Inkjet 2600	1
17	Монитор LCD LG 17"	1
18	Монтажная стойка UR1	1
19	Передающий интерфейсный модуль IM460-0	1
20	Принимающий интерфейсный модуль IM461-0	1
21	Соединительный кабель IM с коммуникационной шиной 0,75 м	1

Блок-схема КТС на базе ПК «SIMATIC S7-400» для управления сушильной частью КДМ представлена на рис.6.

Программное обеспечение STEP-7

Программный пакет STEP7 предназначен для конфигурирования, задания коммуникаций, программирования, тестирования и обслуживания, документирования и архивирования созданных проектов для программируемых логических контроллеров SIMATIC S7-300/400, C7, WinAC. Данный пакет является частью стандартных инструментальных средств, он может быть дополнен инжиниринговыми пакетами, облегчающими пользователю работу над сложными проектами.

STEP7 имеет дружелюбный интерфейс для всех фаз проектирования системы автоматизации. STEP7 также решает много задач, которые до этого должны были выполняться вручную.

STEP7 является частью стандартного программного обеспечения, установленного на программаторы Field и PowerPG. Он также доступен как пакет программ для ПК (Windows98/NT/2000), при этом необходимы плата CP5611 или адаптер для PC.

Базовый пакет STEP7 предоставляет пользователю различные инструменты для воплощения его проекта.

- SIMATIC Manager – для коллективного управления с легким обзором всех инструментальных средств и данных для SIMATIC S7 и C7. Все инструменты автоматически вызываются из SIMATIC Manager.
- Symbol Editor – для определения символических обозначений, типов данных и комментариев для глобальных переменных. Символьные обозначения доступны во всех приложениях.
- Hardware Configuration – для программного конфигурирования аппаратного обеспечения системы автоматизации и для параметризации всех модулей. Все вводимые параметры проверяются на допустимость.
- Communication – для задания управляемой по времени циклической передачи данных между компонентами автоматизации через MPI или для управляемой событиями передачи данных через MPI, PROFIBUS или Industrial Ethernet.
- System diagnosis – предоставляет пользователю обзор состояния контроллера.
- Information functions – для быстрого обзора данных CPU и поведения написанной пользователем программы.
- Документирование – предоставляет пользователю функции документирования всего проекта.

Редактор программ – для создания программы пользователя.

STEP7 предлагает редактор программ, содержащий следующие языки программирования, отвечающие стандарту EN 61131-3: *Statement List (STL)*; *Ladder Diagram (LAD)*; *Function Block Diagram (FBD)*. Более того, для специальных задач могут использоваться дополнительные языки программирования высокого уровня

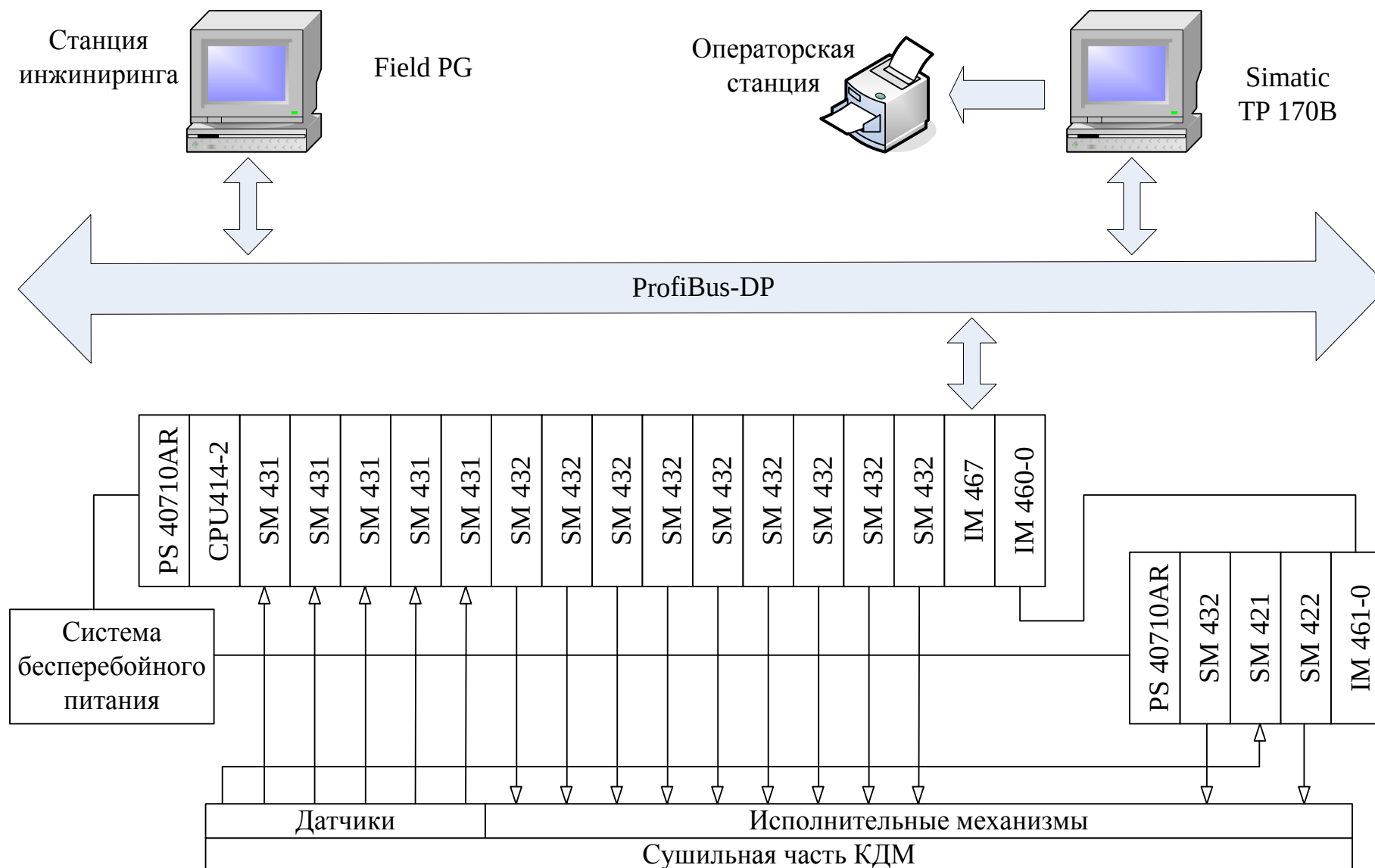


Рис. 6. Блок-схема КТС на базе ПК «SIMATIC S7-400» для управления сушильной частью КДМ

или ориентированные на технологию. STEP 7 хранит все пользовательские программы и все данные в блоках. Возможность вызова внутри одного блока других блоков, как если бы они были подпрограммами позволяет структурировать программы пользователя. Это значительно увеличивает организационную ясность, понимание и легкость сопровождения программ ПЛК. Различают следующие типы блоков: организационные блоки (OB), функциональные блоки (FB), функции (FC), блоки данных (DB). Блоки, встроенные в операционную систему CPU: функциональные блоки (SFB), системные функции (SFC), системные блоки данных (SDB).

Операторская панель SIMATIC TP170B

В качестве графического терминала применяется сенсорная панель оператора SIMATIC TP170B.

Функции

- Обслуживание каталогов с графиками, используемыми при работе под управлением ProTool.
- Поля ввода-вывода для отображения и модификации параметров (флагов, входов, выходов, таймеров, счетчиков, переменных и т.д.). Для модификации параметров используется клавиатура панели.
- Сенсорная клавиатура для управления вводом-выводом и битами данных. Биты могут устанавливаться, сбрасываться, периодически переключаться или запоминаться. Клавиши могут быть использованы для управления переходами между различными диаграммами, изменения контрастности изображения и других целей.

Графика, используемая для формирования фоновых изображений, маркировки экранной клавиатуры и других целей. Для редактирования изображений могут быть использованы любые редакторы. Поддерживающие OLE интерфейс, например, Paint-Shop, Designer, Corel-Draw и другие.

- Применение бар-графиков для отображения изменения переменных.
- 1 (в TP170A) или 3 (в TP170B) интерактивных языка, выбираемых на этапе конфигурирования панели оператора. Для выбора предлагается 20 языков. Обеспечена поддержка русского и азиатских языков.
- Загружаемое программное обеспечение.
- Регулировка контрастности изображения.
- Парольная защита доступа.
- Автоматическая настройка на прием параметров конфигурации.

Дополнительные функции TP170B:

- 9-уровневая парольная защита доступа.
- Обслуживание рецептов.
- Сохранение рецептурных данных и параметров настройки во Flash карте.
- Встроенный порт для подключения принтера.

- Поддержка сообщений помощи и информационных сообщений для переменных, диаграмм и передаваемых сообщений.
- Обслуживание оперативных и аварийных сообщений. Поддержка журнала сообщений.
 - Функции преобразования данных.
 - Функции вывода трендов.
 - Таймер.
 - Динамическое перемещение объектов.
 - Обслуживание окон компьютера.

Производитель «Siemens», Германия [15,16]

ПРИЛОЖЕНИЕ

Примеры выполнения раздела «Автоматизация» дипломного проекта

П 1. Тема раздела «Автоматизация»: Разработка системы автоматизации процесса очистки газовых выбросов в насадочном абсорбере.

Анализ объекта управления

Основными регулируемыми параметрами в насадочных абсорберах являются скорости газа и орошающей жидкости, а также уровень жидкости в абсорбере. Контролируются температура и давление газа и жидкости, а также степень очистки газа на выходе из абсорбера.

Технико-экономическое обоснование автоматизации

При одновременном движении газа и жидкости противотоком наблюдается четыре режима в зависимости от скоростей газа и жидкости [17].

Первый режим – пленочный – наблюдается при сравнительно небольших скоростях газа и жидкости. Гидравлическое сопротивление зависит только от скорости газа (оно пропорционально квадрату скорости) и не зависит от плотности орошения.

Второй режим – режим подвисания. При этом толщина пленки и количество удерживаемой жидкости увеличивается. Гидравлическое сопротивление зависит от скорости газа (пропорционально четвертой и пятой степени скорости) и расхода жидкости на орошение.

Третий режим – захлебывание и барботаж. В этом случае жидкость накапливается в насадке, а газ начинает барботировать через жидкость. Гидравлическое сопротивление резко возрастает. Режим захлебывания соответствует максимальной эффективности насадочного абсорбера, так как поверхность соприкосновения фаз определяется не поверхностью насадки, а условиями барботажа. Режим барботажа неустойчив: при небольших колебаниях расхода газа он переходит во второй или четвертый режимы, характеризующиеся меньшей интенсивностью массопередачи.

Четвертый режим – унос. Наступает при увеличении скорости газа выше скорости, соответствующей режиму захлебывания. При этом жидкость выносится из аппарата в виде брызг вместе с газом, орошение насадки ухудшается.

Следовательно, для обеспечения максимальной эффективности очистки газа необходимо регулировать скорости газа и орошающей жидкости.

Разработка и описание схемы автоматизации

Функциональная схема автоматизации насадочного абсорбера приведены на рис П 1.

Схема выполнена в соответствии с требованиями ГОСТ 21.404 – 85[20].

Основными регулируемыми параметрами является соотношение расходов газа и орошающей жидкости. Уровень жидкости в абсорбере регулируется по выходу орошающей жидкости из абсорбера. Контролируются также температура и давление газа и жидкости, а также степень очистки газа.

Выбор приборов и средств автоматизации

Спецификация приборов и средств автоматизации по упрощенной форме приведена в табл. П 1.1.

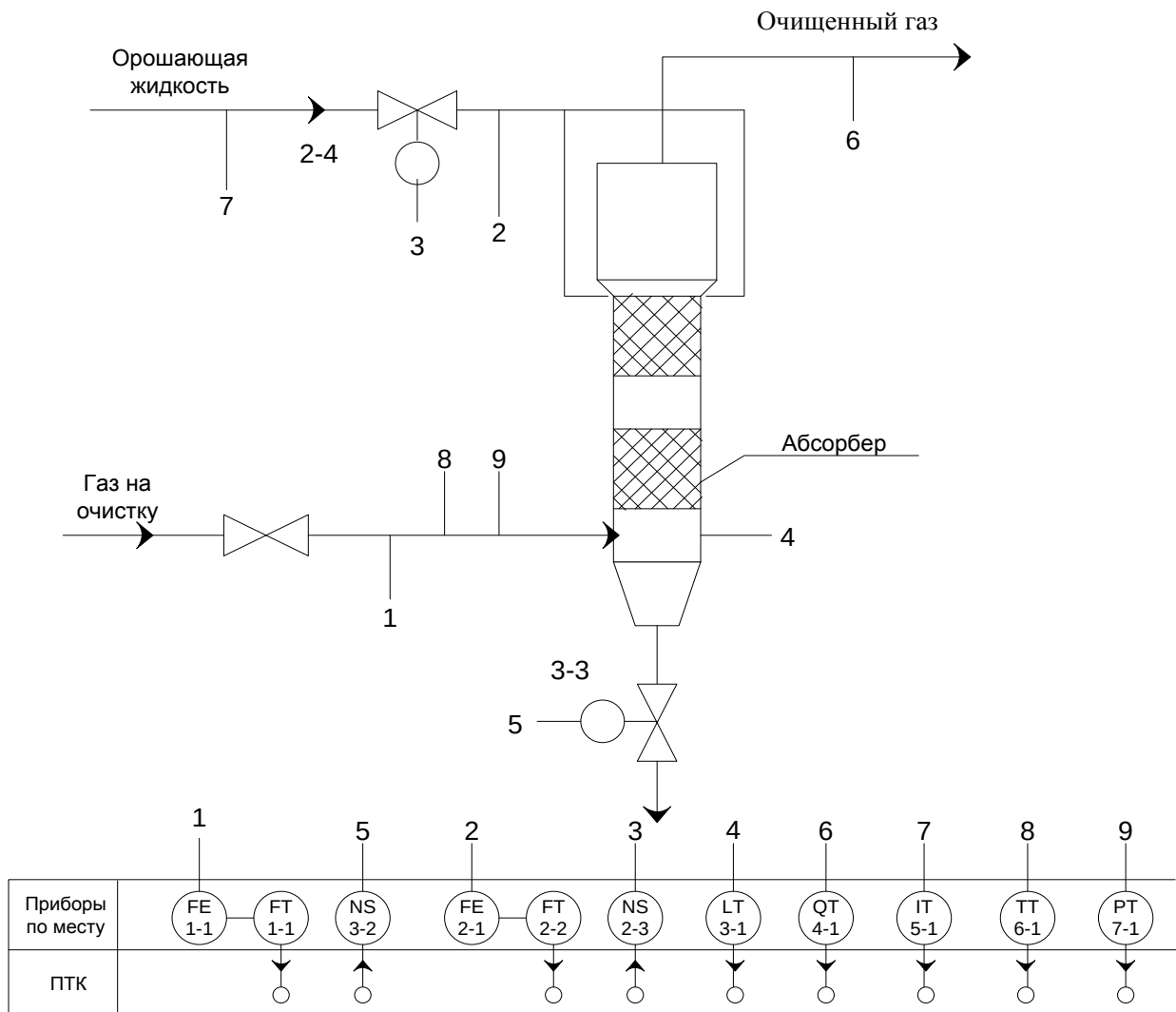
Таблица П 1.1

Спецификация приборов и средств автоматизации

Позиция	Наименование и техническая характеристика оборудования	Тип, марка оборудования	Завод- изготовитель	Количество	Примечание
1	2	3	4	5	6
Насадочный абсорбер. Расход газа в абсорбере					
1-1	Диафрагма камерная	ДКС 0,6-100	ПГ «Метран», г.Челябинск	1	-
1-2	Преобразователь измерительный разности давлений	Метран-100-ДД	ПГ «Метран», г.Челябинск	1	-
Расход орошающей жидкости в абсорбере					
2-1	Диафрагма камерная	ДКС 0,6-100	ПГ «Метран», г.Челябинск	1	-
2-2	Преобразователь измерительный разности давлений	Метран-100-ДД	ПГ «Метран», г.Челябинск	1	-
2-3	Пускатель бесконтактный реверсивный	ПБР	ЗЭ И М, Г. Челябинск	1	-
2-4	Механизм электрический однооборотный в комплекте с регулирующим клапаном	МЭО-100	ЗЭ И М, Г. Челябинск		
Уровень жидкости в абсорбере					
3-1	Преобразователь измерительный гидростатического давления	Метран-100-ДГ	ПГ «Метран», г.Челябинск	1	-
3-2	Пускатель бесконтактный реверсивный	ПБК	ЗЭ И М, Г. Челябинск	1	-
3-3	Механизм электрический однооборотный в комплекте с регулирующим клапаном	МЭО-100	ЗЭ И М, Г. Челябинск	1	-

Продолжение табл. П 1.					
1	2	3	4	5	6
Концентрация вредных газообразных компонентов в очищенном газе из абсорбера					
4-1	Газоанализатор, выходной сигнал 4-20мА	Sistem400	OPSIS AB, Швеция	1	-
Температура орошающей жидкости на входе в абсорбер					
5-1	Термопреобразователь сопротивления, выходной сигнал 4-20мА.	ТСМУ-Метран	ПГ «Метран», Россия, г.Челябинск	1	-
Температура газа на входе в абсорбер					
6-1	Термопреобразователь сопротивления, выходной сигнал 4-20мА.	ТСМУ Метран	ПГ «Метран», Россия, г.Челябинск	1	
Давление газа на входе в абсорбер					
7-1	Преобразователь измерительный избыточного давления	Метран-100ДИ	ПГ «Метран», Россия, г.Челябинск	1	-

Рис. П1.1. Функциональная схема автоматизации абсорбера



Выбор ПТК

В качестве ПТК используем программируемый контроллер SIMATIC S7-300 фирмы Siemens, Германия. SIMATIC S7-300 –это модульный программируемый контроллер универсального назначения (рис.П1.1). Он включает в свой состав широкий спектр модулей самого разнообразного назначения:

- модули центральных процессоров (CPU): для решения задач различного уровня сложности может использоваться несколько типов центральных процессоров различной производительности, а также модули со встроенным интерфейсом PROFIBUS-DP, Industrial Ethernet/Profinet, Simolink;
- сигнальные модули (SM) , используемые для ввода и вывода дискретных и аналоговых сигналов;
- коммуникационные процессоры (CP) для подключения к промышленным сетям и организации PPI соединений;
- функциональные модули (FM) для решения задач счета, позиционирования и автоматического регулирования.

При необходимости кроме перечисленных модулей могут применяться:

- модули блоков питания (PS) для питания аппаратуры SIMATIC S7-300;
- интерфейсные модули (IM) для обеспечения связи между базовым блоком и стойками расширения в многорядной конфигурации контроллера.

SIMATIC S7-300 отличается высокой степенью универсальности и пригодности для работы в промышленных условиях благодаря высокой электромагнитной совместимости, стойкости к вибрационным и ударным нагрузкам.

Если для решения конкретной задачи требуется использовать более 8 модулей, программируемый контроллер S7-300 может быть расширен.

В базовом блоке и стойках расширения контроллера может размещаться до 32 модулей: к одному базовому блоку может быть подключено до 3 стоек расширения. В базовом блоке и в каждой стойке расширения может располагаться до 8 модулей.

Центральный процессор CPU 313C-2 DP предназначен для построения относительно простых систем управления с высокими требованиями к скорости обработки информации и малым временам реакции. Наличие встроенных дискретных входов и выходов позволяет использовать CPU 313C-2 DP в качестве автономного блока управления. Встроенный интерфейс PROFIBUS-DP позволяет применять CPU 313C-2 DP в системах распределенного ввода-вывода и выполнять функции ведущего или ведомого сетевого устройства.

Модули ввода дискретных сигналов SM 321 предназначены для преобразования входных дискретных сигналов контроллера в его внутренние логические сигналы. Модули могут работать с контактными датчиками, а также бесконтактными датчиками, подключаемыми по 2- проводным схемам.

Модули вывода дискретных сигналов SM 322 выполняют преобразование внутренних логических сигналов контроллера в его выходные дискретные сигналы. Модули способны управлять задвижками, магнитными пускателями, сигнальными лампами.

Модули ввода аналоговых сигналов SM 331 выполняют аналого-цифровое преобразование входных аналоговых сигналов контроллера и формируют цифровые значения мгновенных значений аналоговых величин. Эти значения используются центральным процессором в ходе выполнения программы.

Модули вывода аналоговых сигналов SM 332 предназначены для цифро-аналогового преобразования внутренних цифровых величин контроллера S7-300 в его выходные аналоговые сигналы.

Коммуникационный процессор CP340 предназначен для организации последовательной связи через PtP интерфейс. На физическом уровне связь может быть осуществлена через последовательные интерфейсы RS 232 C(V.24), 20mA токовую петлю (TTY), RS 422/RS 485 (X.27). Для передачи данных могут использоваться протоколы ASCII, 3964(R) и протокол принтера.

Блоки питания PS 305 предназначены для формирования выходного напряжения=24В, необходимого для питания центральных процессоров и целого ряда модулей контроллера SIMATIC S7-300. Все блоки питания могут использоваться как для питания внутренних цепей контроллера, так и для питания его входных и выходных цепей. Simatic OP 170B –операторская станция на базе Windows CE. Simatic PG/PC- программатор и персональный компьютер.

Основные функции и решаемые задачи ПТК SIMATIC S7-300

1. Реализация всех систем автоматического контроля и управления, указанных в схеме автоматизации.
2. Адаптивная настройка САУ без вмешательства оператора.
3. Управление с пульта исполнительными механизмами.
4. Безударный переход систем управления из автоматического режима в ручной (дистанционный).
5. Программирование и отладка программного обеспечения с помощью программатора Field PG в режиме On-Line.

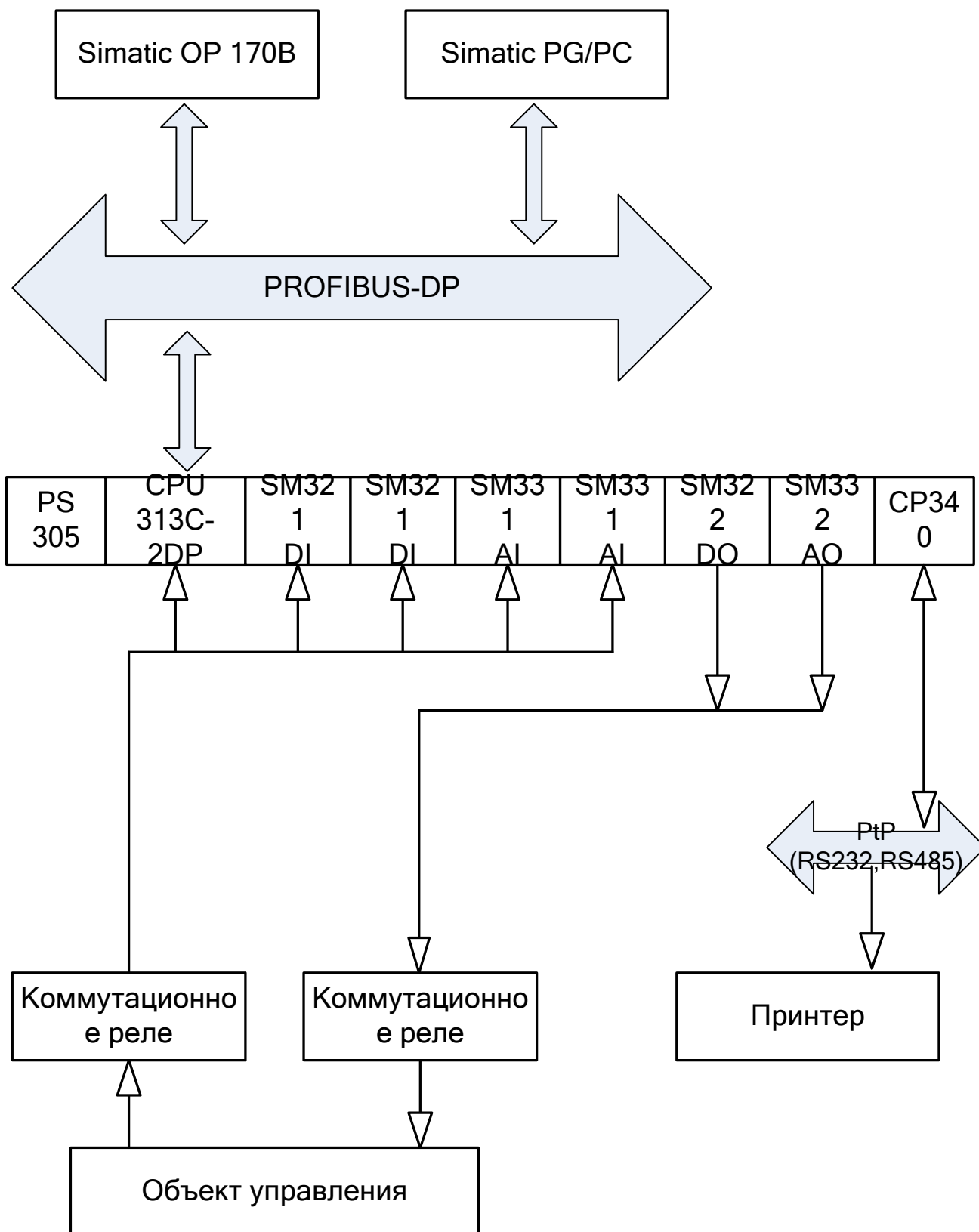


Рис. П1.1. Блок-схема связи ПТК "SIMATIC S7-300" с объектом управления

П 2. Тема раздела «Автоматизация»: Разработка АСУТП очистки сточных вод.

В качестве примера рассмотрим АСУТП очистки сточных вод, разработанную ООО «АТМ» (г. Петрозаводск) и реализованную на ОАО «Сегежский ЦБК» [21].

Схема технологического процесса

Промышленные стоки с комбината поступают на СБО (рис. П1.1), где они распределяются по первичным отстойникам. В этих отстойниках стоки разделяются на воду без осадка и сам осадок, который илоскребом стягивается к отсасывающей трубе. Вода после отстойников попадает в усреднители. Поступающие стоки имеют щелочной состав, поэтому в усреднителях в эту воду добавляют различные химические реагенты (серную кислоту, аммофос и т.д.) и флокулянт, чтобы получить нейтральный pH и обеспечить условия для жизни бактерий. Протекание химических реакций и перемешивание реагентов обеспечивается подачей кислорода от воздуходоулетателей. После этого промышленные стоки попадают в аэротенки, где происходит очистка стоков особыми бактериями, которые питаются остатками целлюлозы и другими отходами производства в промышленных стоках. Жизнедеятельность бактерий в аэротенках поддерживается непрерывным взбалтыванием стоков воздушным потоком. В течение промежутка времени, установленного технологическим процессом очистки, стоки очищаются бактериями, после чего попадают во вторичные отстойники, где опять отделяются от осадка и остатков флокулянта, которые оседают на дно отстойников. Осевший осадок соскребается со дна илоскребами к отсасывающей трубе и отводится вместе с осадком с первичных отстойников в цех обезвоживания. В этом цехе с помощью специальных сеточных барабанов производится сушка ила (осадка), который затем вывозится грузовиками в специальные карьеры. Очищенные промышленные стоки (практически экологически чистые) после вторичных отстойников сливаются в искусственный пруд-аэратор, откуда они попадают в природу и близлежащие озера, проходя дополнительную очистку при просачивании через грунт.

Функции АСУТП

При создании АСУТП ставились следующие основные задачи:

1. Заменить устаревшие контрольно-измерительные приборы на современные и более точные устройства (датчики, преобразователи, устройства связи с объектом), а также установить дополнительные устройства в местах, требующих дополнительного контроля со стороны общей системы диспетчеризации и автоматизированного управления технологическим оборудованием.
2. Заменить устаревшее оборудование сбора данных с контрольно-измерительных приборов (Ш711, «Ремиконт») на новую микропроцессорную технику.

3. Модернизировать верхний уровень системы сбора данных на базе современной SCADA, обеспечивающей удобный человеко-машинный интерфейс и возможность совместной работы нового и старого оборудования.
4. Расширить функциональные возможности системы контроля до управления технологическим процессом как в ручном, так и в автоматическом режимах.
5. Создать удобные формы отчетности по соблюдению норм технологии очистки при работе станции, совместимые с современными средствами документооборота.
6. Создать удобные и понятные формы графического представления сигналов, полученных с контрольно-измерительных приборов (архивирование и отслеживание трендов измеренных значений параметров).
7. Разработать средства сигнализации для обеспечения оперативной реакции дежурного персонала на возникновение аварийных и нештатных ситуаций.
8. Организовать ведение архива событий и действий персонала по обеспечению работы оборудования станции очистки.

Технические средства АСУТП

Выбор аппаратно-программных средств основывался на возможности интеграции оборудования в существующие информационные сети предприятия стандарта Ethernet и на соответствии его требованиям современных сетевых технологий (поддержка протокола TCP/IP) для удаленной работы и через Интернет. Требовалось, чтобы используемое оборудование позволяло создать многоуровневую систему мониторинга и управления с возможностью постоянного расширения. В качестве основного оборудования нижнего уровня были выбраны контроллеры сбора данных серии ADAM-5000 фирмы Advantech: контроллеры ADAM-5000/TCP в качестве устройств сбора данных и контроллеры ADAM-5511 и ADAM-5000/EKW с возможностью локального управления. Для интеграции контроллеров ADAM-5511 с интерфейсом RS-485 в единую информационную среду решено было применить преобразователи интерфейса ADAM-4572. Указанное оборудование позволяет создавать гибкую модульную структуру с возможностью оперативного изменения конфигурации любой точки сбора данных и быстрого реагирования на изменение пожеланий заказчика. Контроллеры, установленные на различных объектах СБО, связаны в единую информированную сеть, при этом получить данные с каждого из них можно на любом компьютере локальной сети предприятия. Удаленные объекты станции включены в сеть с помощью оборудования Wi-Fi.

Описание АСУТП

Система реализована по классической трехуровневой схеме.

Нижний уровень осуществляет сбор первичной информации и преобразования ее в унифицированные сигналы для дальнейшей передачи в систему

диспетчеризации, а также реализует местное управление агрегатами, осуществляемое приборами автоматики в локальных насосных станциях в непосредственной близости от исполнительных механизмов.

Средний уровень осуществляется централизованное управление несколькими агрегатами на удаленных объектах, входящими в один или несколько технологических участков, либо имеющими одно функциональное назначение. Этот уровень – наиболее важное звено в системе централизованного сбора и обработки данных, поскольку отвечает за локальное автоматическое управление узлами системы и служит источником информации для ее верхнего уровня.

Верхний уровень отвечает за визуализацию всей технологической информации для оператора и дает возможность управления с диспетчерского пункта всеми технологическими линиями очистных сооружений.

Система сбора данных на 1600 точек построена на базе SCADA GeniDAQ.

Эффективность АСУТП

В результате реализации АСУТП очистки сточных вод были получены следующие результаты:

1. Получен экономический эффект вследствие уменьшения штрафов от экологической инспекции (улучшились показатели качества очистки промышленных стоков) и отсутствия перерасхода химических реагентов.

2. Повышена точность в дозировании химических реагентов, что благоприятно сказывается на жизненных условиях бактерий и повышает качественные показатели их деятельности.

3. Уменьшена аварийность оборудования из-за отсутствия случайных и ошибочных включений его персоналом станции.

4. Уменьшено энергопотребление станции вследствие замены части оборудования управления и контроля на современное и более энергоэффективное, а также более рационального использования технологического оборудования в автоматических режимах.

5. Повышена точность в определении важных показателей протекания технологического процесса благодаря замене части контрольно-измерительной техники станции, тем самым созданы условия для улучшения технологии очистки и внедрения инноваций.

6. Получен экономический эффект от сокращения числа сотрудников станции и уменьшения затрат на его обучение.

7. Увеличена оперативность работы персонала вследствие внедрения системы диспетчеризации и мониторинга оборудования и технологических параметров очистки промышленных стоков.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Буйлов Г.П. Автоматика и автоматизация производственных процессов: учебно-методическое пособие. – СПб.: СПб ГТУ РП, 2005. – 82 с.
2. Современные технологии автоматизации // М.: Prosoft, 2005. № 2.
3. Новое поколение российских интеллектуальных датчиков давления МЕТРАН 150: проспект ОАО «ЗЭиМ», Россия, Челябинск, 2006.
4. Автоматизация в промышленности // М.: ООО Издательский дом «ИнфоАвтоматизация», 2005. № 9.
5. Контрольно-измерительные приборы: проспект фирмы «Siemens», Германия, 2006.
6. Каталог продукции 2007 ООО «МНПП «Электроприбор», Беларусь: Витебск, 2007.
7. Проспект фирмы «Аквар-систем», Беларусь, Минск, ООО «Аквар-систем», 2006, 2008.
8. Проспект фирмы «Metso Automation», Финляндия, 2002, 2004.
9. Современные системы контроля и управления качеством бумаги и картона: сборник трудов Международной научно-практической конференции. – СПб.: СПбГТУРП, 2007. – 91 с.
10. Проспект фирмы «ASEA», Швеция, 2006.
11. Проспект фирмы «Эталон Энергия», Россия: Москва, 2006.
12. Каталог продукции 2005 ОАО «ЗЭиМ», Россия: Чебоксары, 2005.
13. Проспект фирмы «Kooyo Electronics», Япония, 2005.
14. Компактная система управления MetsoDNA: Проспект фирмы «Metso Automation», Финляндия, 2006.
15. Контроллеры «SIMATIC» фирмы «Siemens»: проспекты/Германия, 2004.
16. Анашкин А.С., Кадыров Э.Д., Харазов В.Г. Техническое и программное обеспечение распределенных систем управления. – СПб.: Из-во «П-2», 2004. – 368 с.
17. Буйлов Г.П., Доронин В.А., Серебряков Н.П. Автоматика и автоматизация производственных процессов целлюлозно-бумажных производств: учебное пособие для вузов. – М.: Экология, 1995. – 320 с.
18. Система управления «Metso DNA»: проспект фирмы «Metso Automation», Финляндия, 2004.
19. Буйлов Г.П. Автоматизация оборудования ЦБП: Учебно-методическое пособие по дипломному проектированию. – СПб.: СПбГТУРП, 2009-167 с.
20. Серебряков Н.П. Проектирование автоматизированных систем: Учебно-методическое пособие по курсовому проектированию. – СПб.: СПбГТУРП, 2011-42 с.
21. Рудой Г.А. Автоматизированная система диспетчеризации и управления процессом очистки промышленных стоков// Современные технологии автоматизации, 2012. №1. С. 66-73.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение.....	3
1. Содержание в дипломном проекте раздела «Автоматизация» в дипломном проекте	4
2. Измерительные преобразователи общепромышленных параметров....	6
3. Измерительные преобразователи и средства автоматики для специальных параметров в целлюлозно-бумажной промышленности.....	33
4. Вторичные приборы.....	40
5. Исполнительные устройства.....	44
6. Средства локальной общепромышленной автоматики.....	58
7. Выбор программируемого контроллера.....	63
Приложение	93
Примеры выполнения раздела «Автоматизация» дипломного проекта	93
Библиографический список	104

Учебное издание

Николай Павлович Серебряков

АВТОМАТИЗАЦИЯ СИСТЕМЫ ОХРАНЫ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ПОСОБИЕ
ПО ДИПЛОМНОМУ ПРОЕКТИРОВАНИЮ
РАЗДЕЛ «АВТОМАТИЗАЦИЯ»

Редактор и техн. корректор Т.А. Смирнова
Техн. редактор Л.Я.Титова

Темплан 2013г., поз. 44

Подписано к печати

Формат 60х 84/16. Бумага тип №1. Печать офсетная. Печ. л. 6,75

Уч.-изд. л. Тираж 100 экз. Изд. №44. Цена «С». Заказ

Ризограф Санкт-Петербургского государственного технологического университета
растительных полимеров. 198095, Санкт-Петербург, ул. Ивана Черных, 4.