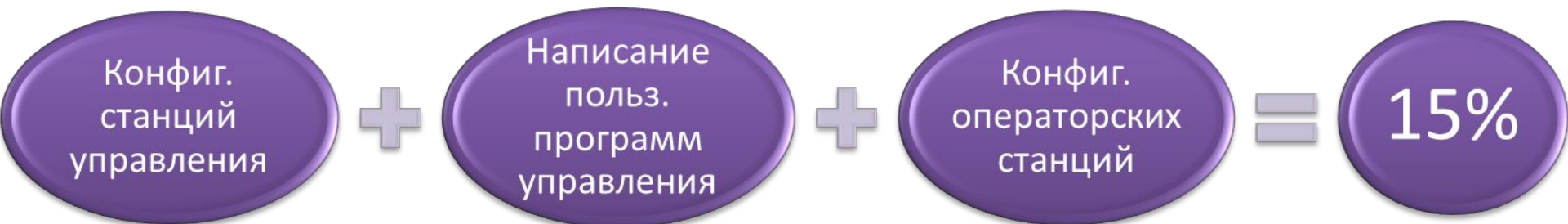
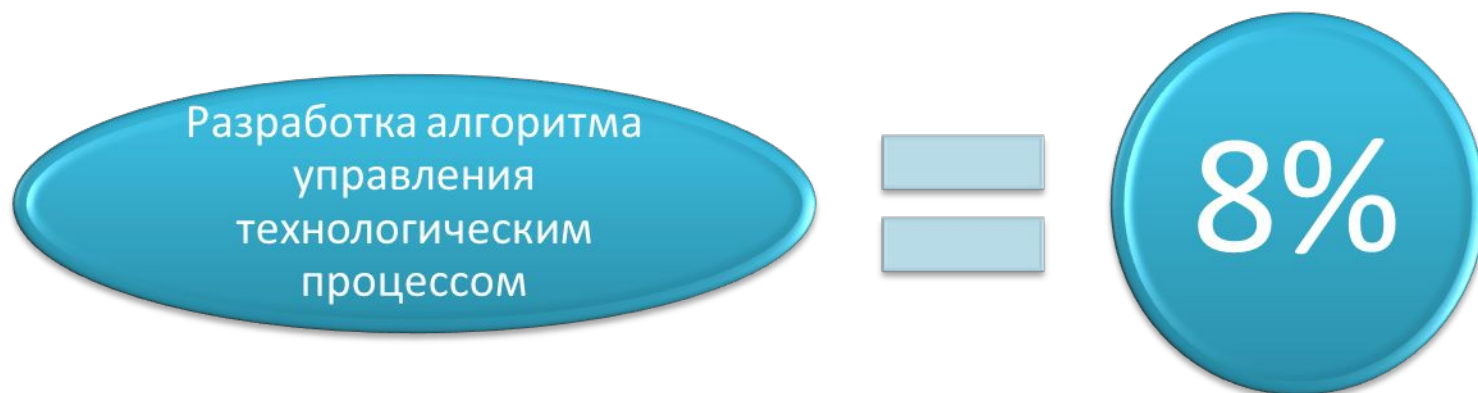


# **Пояснения к содержанию дипломного проекта**

## Рассматриваемые вопросы

1. Разработка структурной схемы технических средств АСУТП (3.1)
2. Выбор технических элементов обработки сигналов (3.3)
3. Разработка алгоритма управления технологическим процессом (4.1)
4. Разработка проекта в SCADA на примере Trace Mode
  - 4.1. Конфигурирование станций управления (4.2)
  - 4.2. Написание пользовательских программ управления (4.3)
  - 4.3. Конфигурирование операторских станций (4.4)

## Определение процента готовности



## **Разработка структурной схемы технических средств АСУТП (3.1)**

**В АСУТП необходимо различать следующие виды структурных схем по ГОСТ 24.302-80:**

- схема организационной структуры (СО);
- схема функциональной структуры (С2);
- схема структурная комплекса технических средств (С1).

Каждый вид структурных схем отражает графически и текстом соответствующий вид обеспечения АСУТП:

- организационное обеспечение;
- функциональное обеспечение;
- техническое обеспечение.

### **Требования к выполнению схемы структурной комплекса технических средств (по ГОСТ 24.302-80)**

2.6.1. Элементами схемы могут быть условные обозначения отдельных технических средств или их групп, объединенных по каким-либо логическим признакам (например, совместному выполнению отдельных или нескольких функций, одинаковому назначению и т. д.).

2.6.2. На схеме отражают информационные (сигнальные) связи между элементами.

2.6.3. В поясняющих надписях могут быть отражены данные сопряжения (ранг сопряжения, вид носителя, код устройства и т. д.).

2.6.4. Структура комплекса технических средств АСУ может быть представлена несколькими схемами, первой из которых является укрупненная схема в целом.

# Разработка структурной схемы технических средств АСУТП (3.1)

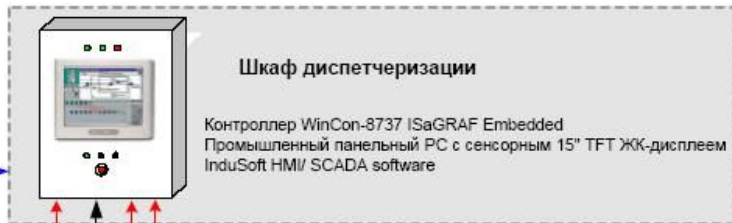
Верхний уровень

АРМ оператора



- Microsoft Windows XP
- "Инструментальная система" ISaGRAF
- InduSoft HMI/ SCADA software

ПТК котельного отделения



Шкаф диспетчеризации  
Контроллер WinCon-8737 ISaGRAF Embedded  
Промышленный панельный PC с сенсорным 15" TFT ЖК-дисплеем  
InduSoft HMI/ SCADA software

Существующая сеть

Ethernet 10Base

LonWork - MODBUS

RS-232/485

RS-232/485

- температура наружного воздуха;
- состояние котлов;
- наработки котлов;
- температура обратки.

- работа (включен/выключен);
- режим (ручной/автомат.);
- авария.

Аварийный останов

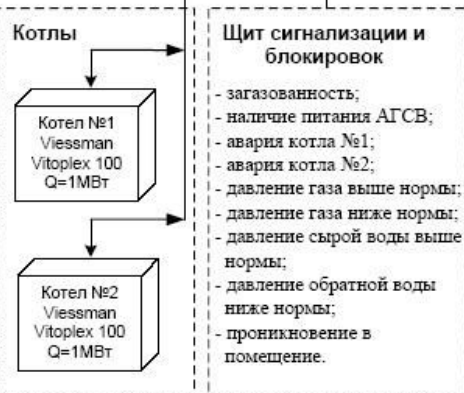
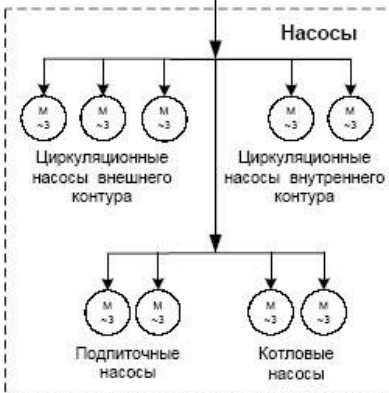


Щит управления насосами



Контроллер Vitatronic 333

Полевое оборудование



- Общекотельные параметры**
- давление прямой сетевой воды;
  - давление обратной сетевой воды;
  - давление внутреннего контура;
  - температура прямой сетевой воды;
  - температура обратной сетевой воды;
  - температура внутреннего контура перед теплообменником;
  - температура внутреннего контура после теплообменника.

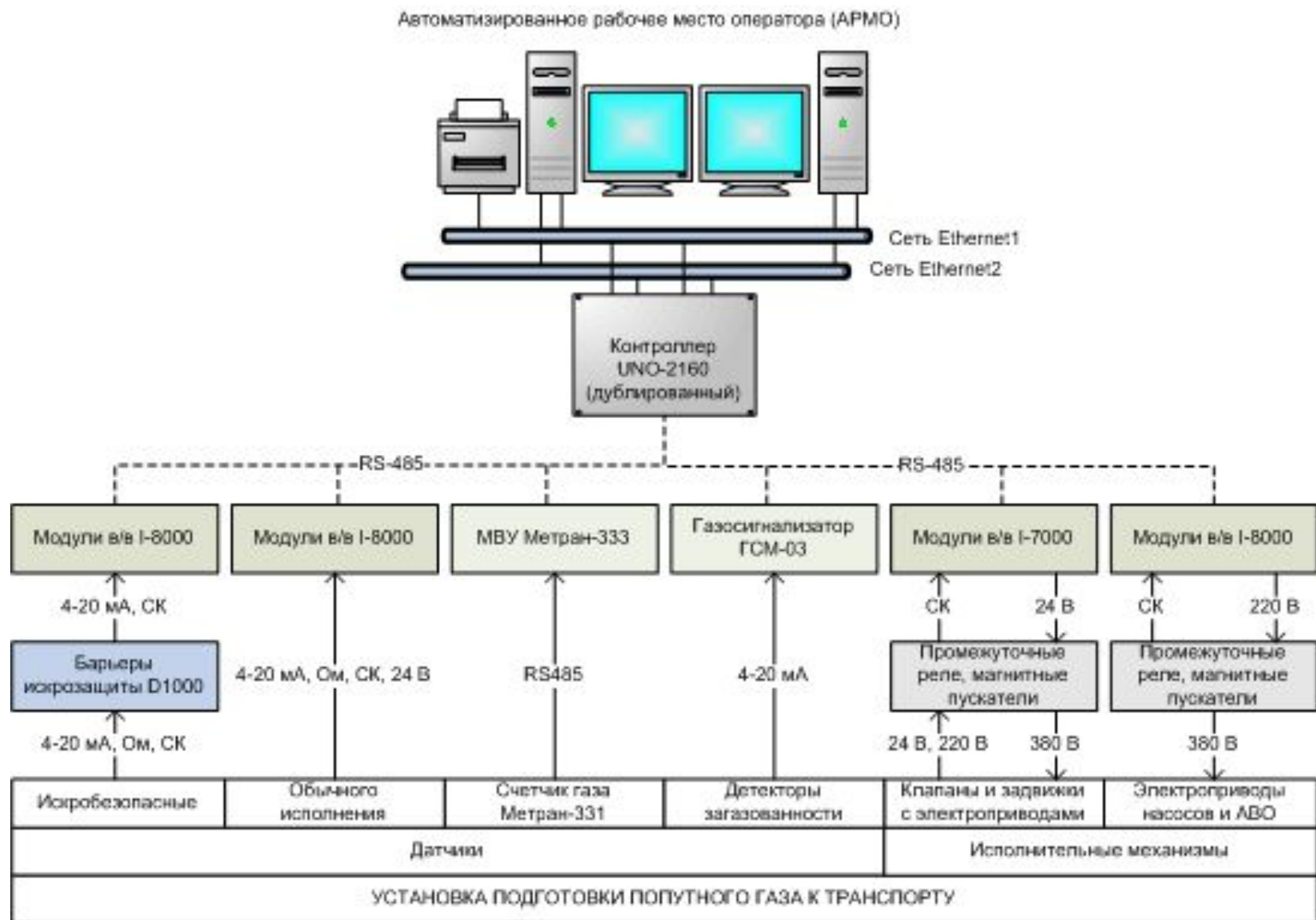
- Вычислитель количества газа**
- 
- расход газа;
  - температура газа;
  - давление газа;
  - средние расходы газа;
  - перепад на счетчике.

- Теплосчетчик**
- 
- расход прямой сетевой воды;
  - расход обратной сетевой воды;
  - средние расходы тепла.

----- - новое оборудование

				001-03-2008-АТХ-00-000-000				
				ООО «Регион-Сервис лтд» Комплекс апартаментов «Катерина-Альпик», г. Сочи, п. Красная Поляна. Котельное отделение.				
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Автоматизированная система управления и диспетчеризации котельного отделения. (АСУД КО).	Стадия	Лист	Листов
Гл. спец.	Бугров			04.08		П	1	
Разраб.	Давыдова			04.08				
Пров.	Посредников			04.08				
Н.контр.	Дроздова			04.08				
Утв.	Абакумов			04.08				
Схема структурная комплекса технических средств						ООО "НПП "ИТИАТП"		

# Разработка структурной схемы технических средств АСУТП (3.1)



Принятые сокращения:

в/в – ввод/вывод;

МВУ – микровычислительное устройство;

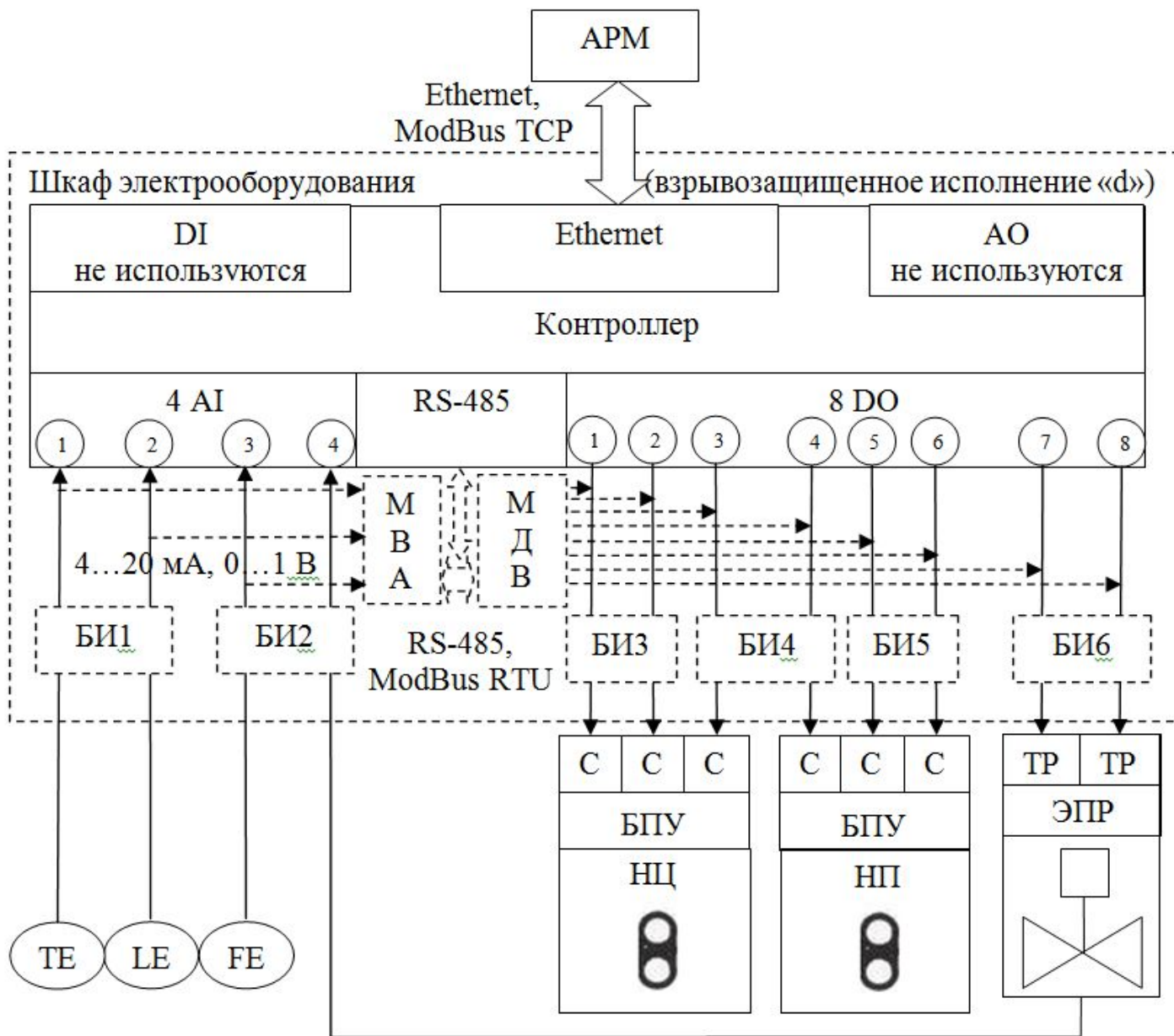
АВО – аппарат воздушного охлаждения

## **Разработка структурной схемы технических средств АСУТП (3.1)**

### **Требования к выполнению структурной схема КТС в дипломном проекте:**

- Распределение по уровням автоматизации (0 – уровень КИП и актуаторов, 1 – уровень модулей ввода-вывода (для систем с распределённой архитектурой контроллеров), 2 – уровень устройств управления (ПЛК, технологические промышленные компьютеры), 3 – диспетчерский уровень (АРМ операторов)
- Элементы отображаются в виде прямоугольников с указанием названия - клапан регулирующий с электроприводом, преобразователь абсолютного давления, модуль ввода аналоговых сигналов восьмиканальный, клапан предохранительный электромагнитный, барьер искрозащиты шунт-диодный двухканальный и т.д.
- Указание каналов обмена данными в виде стрелок с названием сети и протокола (Ethernet TCP/IP, RS-485 ModBus RTU). Для отдельных сигналов указывается диапазон изменения: для аналоговых входных и выходных сигналов (4...20 мА, минус 10...10 В и т.д. по ГОСТ 26.011-80), для дискретных входных сигналов указывается напряжение логических уровней (0..2 В, 12...24В); для релейных выходов указываются напряжения и максимальные токи коммутации (24В, 220В; 1,5А).
- Допускается группировка оборудования (шкафы, терминальные стойки) с указанием группировки в виде рамки
- При наличии особых зон (с повышенной опасностью взрыва, пожара) указывается класс зоны по ГОСТ Р 51330.9 или гл. 7.3 ПУЭ (не рекомендуется)

# Разработка структурной схемы технических средств АСУТП (3.1)





## Выбор технических элементов обработки сигналов (3.3)

### Требования к выбору устройств управления и контроля:

- Представить описание не менее трех вариантов контроллеров: ключевые особенности, рисунок. Одновременно выбирать вспомогательное оборудование: блок питания (при отсутствии его у шасси), модули ввода-вывода (для ПЛК распределенной и модульной архитектуры).
- Свести данные по всем контроллерам (ПЧ) в единую таблицу и на основании ее данных произвести выбор с обоснованием под конкретные условия (п. 1.6).
- Руководствоваться таблицами рекомендуемых параметров выбора
- Выбор преобразователей частоты, клапанов и их приводов производить по аналогичному алгоритму.

# Выбор технических элементов обработки сигналов (3.3): ПЛК

## Техническая характеристика

Напряжение питания

Степень защиты по ГОСТ 14254-96

Температурный режим эксплуатации, °С

Центральный процессор (частота, архитектура)

Объем оперативной памяти

Объем энергонезависимой памяти хранения ядра сред, ОС, программ и архивов (Flash)

Объем энергонезависимой памяти (Retain)

Операционная система

Количество дискретных входов, шт.

Электрическая прочность изоляции дискретных входов (групповая или индивидуальная), кВ

Количество дискретных выходов и тип выходного элемента (э/м реле, симистор, тиристор – указать токи и напряжения коммутации)

Электрическая прочность изоляции дискретных выходов (групповая или индивидуальная), кВ

Количество аналоговых входов, шт.

Тип входного сигнала

Предел основной приведенной погрешности измерения аналоговыми входами

Гальваническая изоляция аналоговых входов, кВ

Разрядность АЦП

Время опроса одного аналогового входа

Количество аналоговых выходов, шт.

Тип выходного сигнала

Разрядность ЦАП

Электрическая прочность изоляции аналоговых выходов (групповая), кВ

# Выбор технических элементов обработки сигналов (3.3): ПЛК

Техническая характеристика	ОВЕН ПЛК150-220.А-М с МДВВ-ТТСССССС и МВА8	ADAM-5000L/TCP с модулями ADAM-5017 и ADAM-5056S	ТЕКОН ТКМ410
Напряжение питания от однофазной сети	90... 264 В AC (ном. напр. 220 В) частотой 47... 63 Гц	10... 30 В DC (ном. напр. 24 В)	187... 242 В AC (ном. напр. 220В), 47...52 Гц
Степень пыле- влагозащиты	IP20	IP20	IP20
Температурный режим эксплуатации, °С	-10...55	-10...70	-40...55
Центральный процессор	32-х разрядный RISC процессор 200 МГц ARM9	32-х разрядный RISC процессор	32-х разрядный RISC процессор 33 МГц ARM7
Объем оперативной памяти	8 МБ	4 МБ	2 МБ
Объем энергонезависимой памяти ядра, сред, ОС, программ и архивов (Flash)	4 МБ	512 кБ	4 МБ
Объем энергонезависимой памяти переменных	4 кБ	отсутствует	512 Кб
Операционная система	отсутствует	Real-time OS	eCos
Количество дискретных входов, шт.	ПЛК150: 6, МДВВ: 12	отсутствуют	36
Количество дискретных выходов и тип выходного элемента	ПЛК150: 4 (э/м реле) МДВВ-ТТСССССС: 8 (2 транзисторных ключа для ТР, 6 симисторных оптопар)	модуль ADAM-5056S: 16 транзисторных ключей (открытый коллектор)	24 (12 э/м реле, 12 симисторов)
Количество аналоговых входов, шт.	ПЛК150: 4, МВА8: 8	модуль ADAM-5017: 8	16
Тип входного сигнала	0...1 В, 0...10 В, -50...+50 мВ 0...5 мА, 0(4)...20 мА Термосопротивления, термопары	±150, ±500 мВ, ±1, ±5, ±10 В; 0...20 мА	(8 каналов ТСМ или ТСП) (8 каналов измерения тока: 0...20 мА, 4...20 мА, 0...5 мА)
Предел основ. прив. погрешности измерения	±0,5 %	нет данных	±0,25 %
Разрядность АЦП	16 бит	16 бит	16 бит
Время опроса одного аналогового входа	1,5 с	0,8 с	31 мс
Количество аналоговых выходов, шт.	2	отсутствуют	2
Тип выходного сигнала	Ток 4...20 мА или напряжение 0...10 В	отсутствуют	Ток 0...20 мА, 4...20 мА, 0...5 мА
Разрядность ЦАП	10 бит	отсутствуют	12 бит
Поддерживаемые интерфейсы	Ethernet 100 Base T – 1 шт., RS-485 – 1 шт., RS-232 – 1 шт. (только для прогр.)	Ethernet 100 Base T – 1 шт., RS-485 – 2 шт., RS-232 – 1 шт. (только для программирования)	Ethernet 10 Base T – 1 шт., RS-485 – 1 шт., RS-232 – 3 шт., RS-485/RS-232 – 1 шт.
Поддерживаемые протоколы передачи данных	ОВЕН, ModBus RTU (ASCII), DCON, ModBus TCP	ModBus RTU, ModBus TCP	ModBus RTU, ModBus TCP, TCP/IP

## Выбор технических элементов обработки сигналов (3.3): ПЧ

Характеристика	Значение
Питающая сеть	3 фазы, 380...480 В, 50...60 Гц
Выходная мощность, кВт	2*1,5
Выходной ток, А	2*3,6
Выходная частота для режима U/F, Гц	0...400
Диапазон выходного напряжения (U,V,W), %	0...100
Каналы ввода вывода, шт., не менее	
- аналоговые входы (токовые, 4...20 мА)	1
- аналоговые выходы (токовые, 4...20 мА)	1
- релейные выходы	1
Поддерживаемые интерфейсы и протоколы	RS-485, ModBus RTU
Диапазон рабочих температур, °С	0...40
Перегрузочная способность, %	150% в теч. 60 с
Наличие тормозного резистора	+
Класс защиты корпуса	IP20

Скалярное управление группой из двух двигателей

# Выбор технических элементов обработки сигналов (3.3): клапан регулирующийся с электроприводом

## Характеристика клапана

Рабочая среда

Диаметр условного прохода Ду, мм

Давление рабочей среды, МПа

Пропускная характеристика клапана

Максимальная пропускная способность  $Kv_{max}$  (при рабочих условиях), м<sup>3</sup>/ч

Ход шпинделя (штока), мм

Тип управления электроприводом (трехпозиционное или аналоговое)

Номинальный крутящий момент электропривода, Нм

Время полного хода штока, с

Тип датчика сигнализации положения

Материал корпуса клапана

Температура рабочей среды, °С

Вид климатического исполнения клапана по ГОСТ 15150-69

Вид климатического исполнения электропривода по ГОСТ 15150-69

Степень защиты клапана по ГОСТ 14254-96

Степень защиты электропривода по ГОСТ 14254-96

Питание электропривода

Взрывозащита электропривода по ГОСТ Р 51330.0

# Выбор технических элементов обработки сигналов (3.3): клапан регулирующий с электроприводом

Характеристика клапана	АТЭК-80-РГ-НЖ-16-ЭВ	КМР-Э ЛГ 101 НЖ 80 1,6Р УХЛ(1)-АН(Ex)	РУСТ520-2УХЛ(1)-Ex
Рабочая среда	природный газ, попутный нефтяной газ, пар, вода, нефтепродукты	природный газ, попутный нефтяной газ, пар, вода, нефтепродукты	природный газ, попутный нефтяной газ, пар, вода, нефтепродукты
Диаметр условного прохода Ду, мм	80	80	80
Давление рабочей среды, МПа	1,6	1,6	1,6
Пропускная характеристика клапана	линейная	линейная	линейная
Максимальная пропускная способность $Kv_{max}$ (при рабочих условиях), м <sup>3</sup> /ч	72	125	112
Ход шпинделя, мм	50	50	50
Тип управления электроприводом	трехпозиционное	трехпозиционное	аналоговое
Номинальный крутящий момент электропривода, Нм	100	100	100
Время полного открытия/закрытия клапана,	63	45	64
Тип датчика сигнализации положения	токовый, 4...20 мА	токовый, 4...20 мА	токовый, 4...20 мА
Материал корпуса клапана	Сталь 20, 09Г2С, 12Х18Н9ТЛ	Сталь 20, 12Х18Н10Т, 10Х17Н13М3Т	Сталь 20, 12Х18Н10Т, 10Х17Н13М3Т
Температура рабочей среды (газ), °С, не более	100	220	650
Вид климатического исполнения клапана по ГОСТ 15150-69	У2	УХЛ.1	УХЛ.1
Вид климатического исполнения электропривода по ГОСТ 15150-69	У2 ( $T_B = -40...50^{\circ}C$ )	УХЛ.1 ( $T_B = -60...50^{\circ}C$ )	УХЛ.1 ( $T_B = -60...50^{\circ}C$ )
Степень защиты клапана по ГОСТ 14254-96	IP65	IP65	IP54
Степень защиты электропривода по ГОСТ 14254-96	IP54	IP67	IP67
Питание электропривода	переменный ток, 380В 50Гц (3ф.) или 220В 50 Гц (1ф.)	переменный ток, 380В 50Гц (3ф.) или 220В 50 Гц (1ф.)	переменный ток, 380В 50Гц (3ф.) или 220В 50 Гц (1ф.)
Взрывозащита электропривода по ГОСТ Р 51330.0	1ExdIIBT4	1ExdeICT4	1ExdeICT4

# Разработка алгоритма управления технологическим процессом

## (4.1)

### Требования к составлению алгоритмической схемы в дипломном проекте:

- Обозначения выполняются по ГОСТ 19.701-90
- Для каждой программы составляется отдельная алгоритмическая схема
- Циклы в алгоритмах для программ ПЛК **не допускаются!**
- Блоки «начало» и «конец» **присутствуют всегда!**
- **Программы ПАЗ, аварийной сигнализации и регулирования объединять нельзя!**
- Каждый алгоритм снабжается текстовым описанием, поясняющим происходящее в каждом блоке и связь параметров блока с технологическим процессом (принцип «что произошло в алгоритме – какими стали значения выходных устройств – изменения в состоянии исполнительных устройствах – изменения в процессе» или наоборот – «что произошло в процессе – показания датчиков - какими стали состояния входных устройств – что произошло в алгоритме» в зависимости от того о вводе или выводе информации идет речь).
- Рекомендуется предварительно задать и указывать в алгоритме изменения или сравнение с соответствующими переменными в памяти контроллера вместо текстовых формулировок (или в дополнение к ним).
- Абстрактные формулировки типа «регулируем», «увеличить подачу газа» и т.д. и т.п. **не допускаются!**

# Разработка алгоритма управления технологическим процессом (4.1)

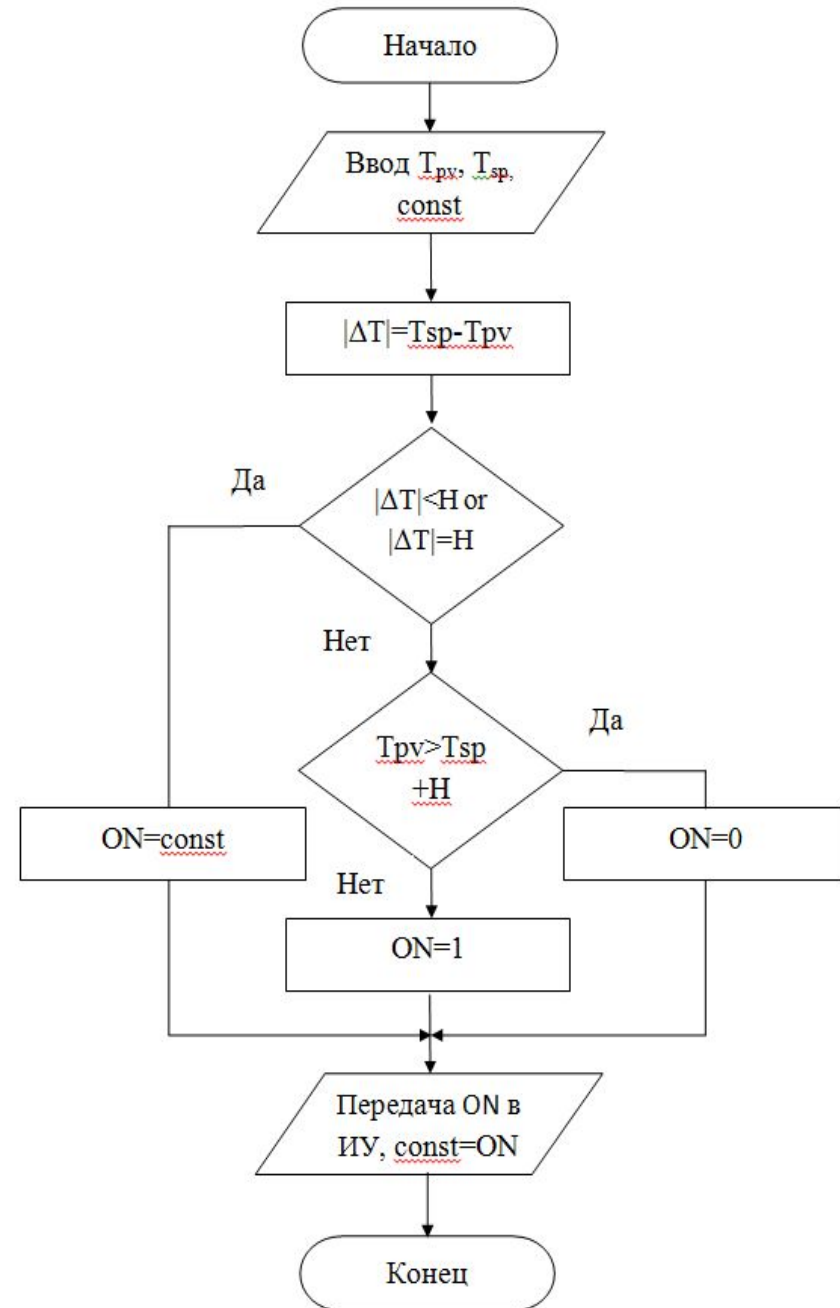
$T_{sp}$  – заданная температура (уставка)

$T_{pv}$  – измеренная температура

ON – управление реле нагревателя (ON=1 – вкл., ON=0 – выкл.)

H – гистерезис

Const – присваивание переменной ее собственного значения (глобальная переменная, отсутствие модификации)





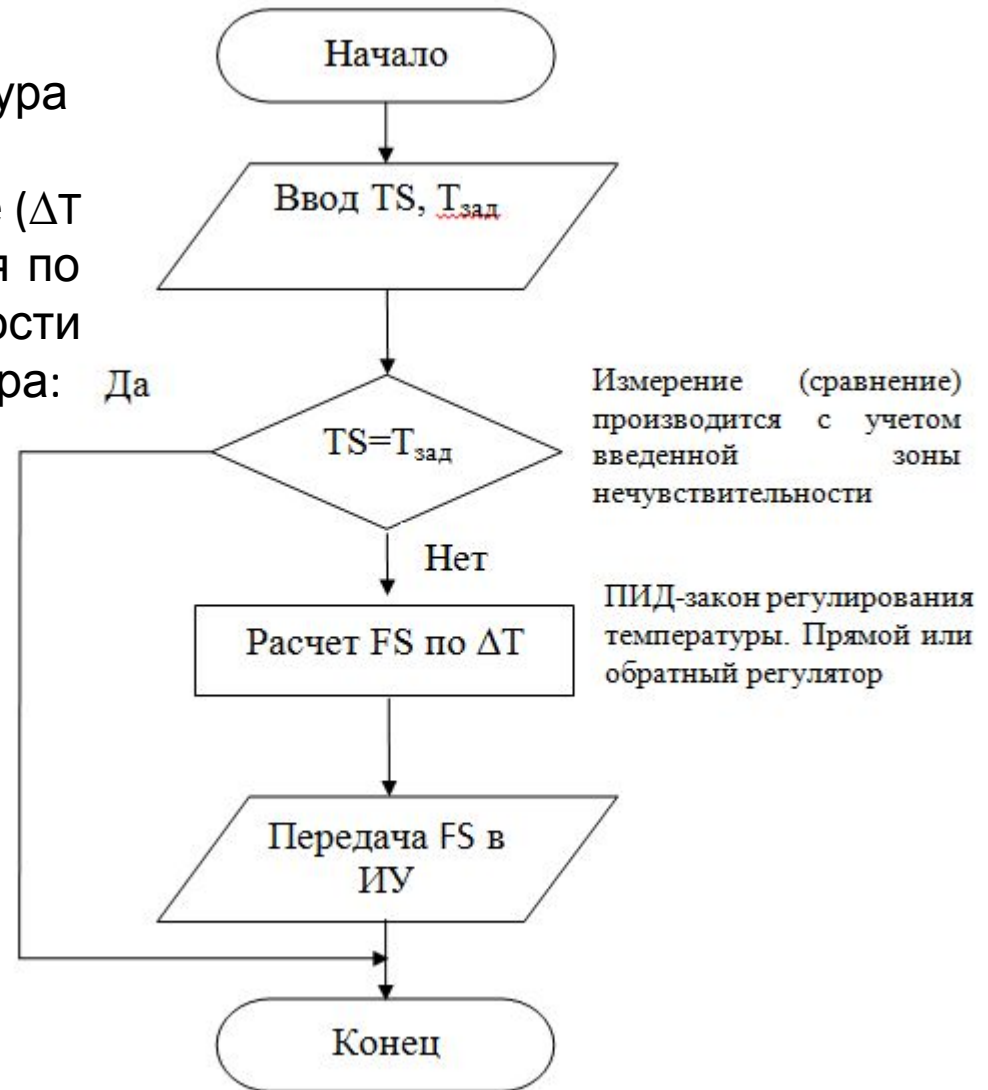
# Разработка алгоритма управления технологическим процессом (4.1)

TS – измеренная температура продукта на выходе теплообменника

Tзад – поддерживаемая температура (уставка)

$\Delta T$  – рассогласование по температуре ( $\Delta T = T_{\text{зад}} - TS$ ) или ошибка регулирования по температуре ( $\Delta T = TS - T_{\text{зад}}$ ) в зависимости от направления работы регулятора: обратный или прямой.

FS – расчетный расход воздуха



**Спасибо за внимание**