

Литература

ИНФОРМАЦИОННО – МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Основная литература

- Преображенский В.П. Теплотехнические измерения и приборы М.: Энергия, 1978.
- Туричин А.М. и др. электрические измерения неэлектрических величин. М.: Энергия, 1975.
- Кулаков М.В Технологические измерения и приборы для химических производств. М.: Машиностроение, 1983.
- Левшина Е.С, Новицкий П.В. Измерительные преобразователи. Л.: Энергоиздат, 1983.
- Прохоров В.А. Основа автоматизации аналитического контроля химических производств. – М.: Химия, 1984.
- Кулаков М.В., Казаков А.В., Шелястин М.В. Технологические измерения и аналитические приборы в химической промышленности – М.: Машиностроение, 1978.
- Арутюнов С.С., Цейлих Б.М. Датчики состава и свойств вещества – М.: Энергия 1969.
- Промышленные приборы и средства автоматизации: Справочник под общ. ред. В.В.Черенкова. Л.: Машиностроение, 1987.
- Голубятников В.А., Шувалов В.В. Автоматизация производственных процессов в химической промышленности.- М.: Химия,1985.-352с.

Целью преподавания дисциплины является обучение студентов принципам построения и особенностям работы первичных и промежуточных преобразователей и вторичных приборов для автоматизированных измерений регуляторов и исполнительных устройств в технологических процессах отрасли.

Задачи курса

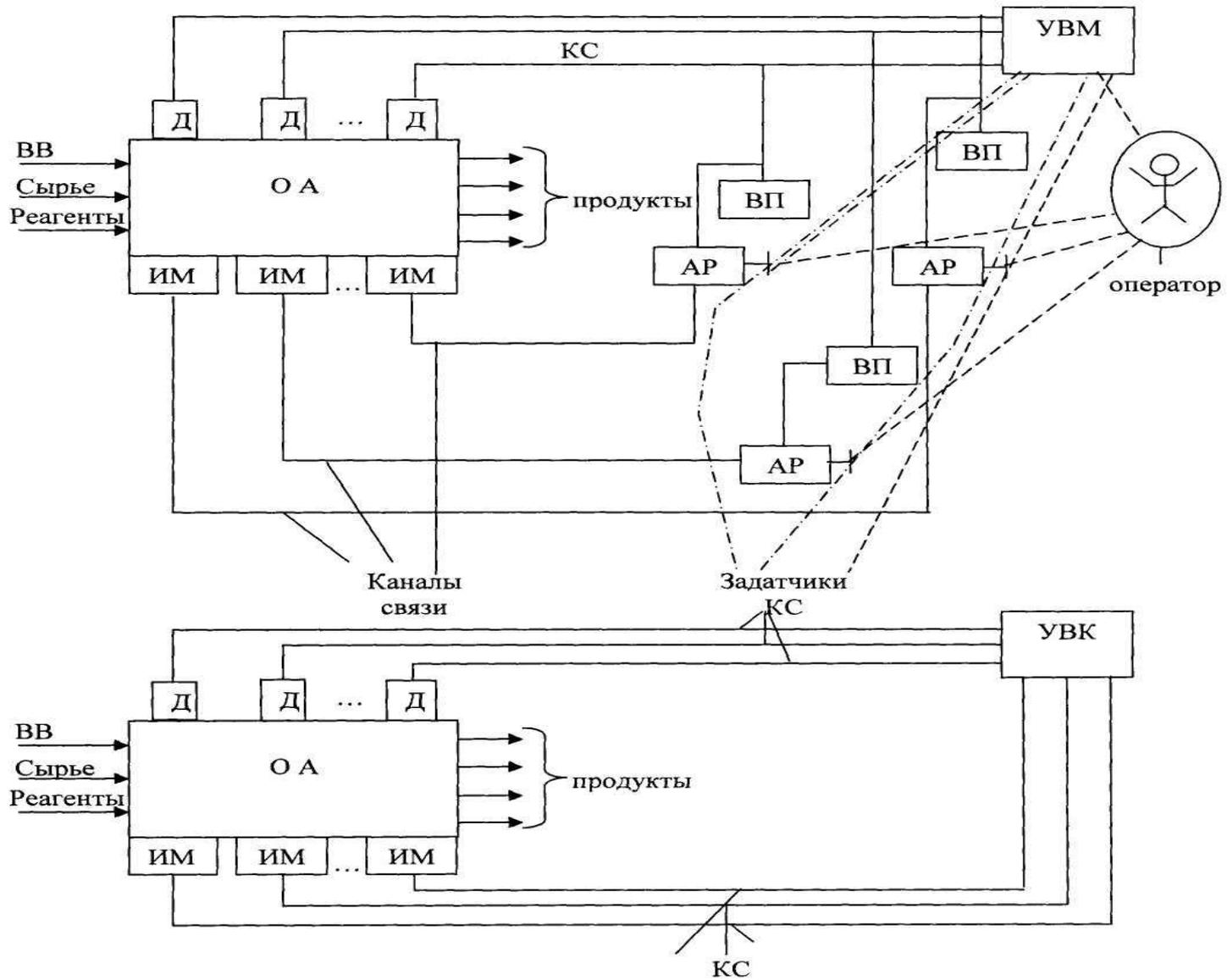
В результате изучения данной дисциплины студент должен знать:

- а) основы метрологии и организации метрологической службы;**
- б) методы измерения различных координат технологических процессов;**

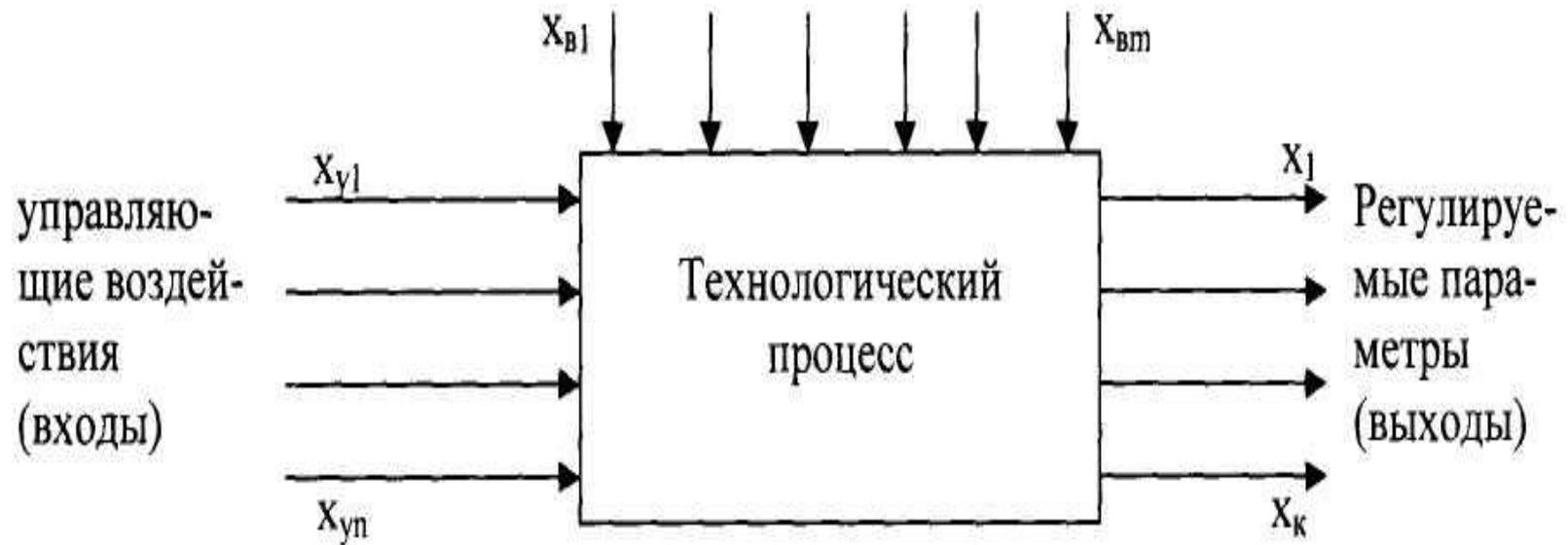
Продолжение

- в) основные типы стандартных первичных и нормирующих преобразователей и вторичных приборов для автоматизированных измерений в технологических процессах отраслей;**
- г) методику работ над функциональными схемами автоматизации производств;**
- д) методику расчета метрологических характеристик систем измерения**

Вид сигнала	Физическая величина	Параметры сигнала
Электрический	Постоянный ток	0÷5; 0-20; -5÷0+5; 4-20 mA
- « -	Постоянное напряжение	0-10; 0-20; -10-0+10 mV
- « -	Переменное напряжение	0-2; -1÷0÷+1 В
	частота	2-8; 2-4 кГц
Пневматический	Давление	0,2 -1 кг/см ² (0,02-0,1 МПа)
Гидравлический	давление	0,1 – 6,4 МПа



Возмущающие воздействия



Используемые стандартные градуировки

Термо ЭП	град	диапазон	пред
Хромель-капель (ТХК)	ХК	- 50 ÷ 600	1800 ⁰ С
Хромель-Алюмель (ТХА)	ХА	- 50 ÷ 1000	1300
Платинородий- Платина (ТПП)	ПП	0 ÷ 1300	1600
Платинородий- Платинородий (ТПР)	ПР	300 ÷ 1600	1800
Вольфрамрений (ТВР)	ВР	0 ÷ 2200	2500

Обозначение	Наименование
E P G	Род энергии сигнала: электрический пневматический гидравлический
A D	Виды форм сигнала: аналоговый дискретный
Σ k \times $:$ f^n $\sqrt[n]{}$ \lg dx/dt \int $x(-1)$ \max \min	Операции, выполняемые вычислительным устройством: суммирование умножение сигнала на постоянный коэффициент k перемножение двух и более сигналов друг на друга деление сигналов друг на друга возведение величины сигнала f в степень n извлечение из величины сигнала корня степени n логарифмирование дифференцирование интегрирование изменение знака сигнала ограничение верхнего значения сигнала ограничение нижнего значения сигнала
B_i B_o	Связь с вычислительным комплексом: передача сигнала на ЭВМ вывод информации с ЭВМ

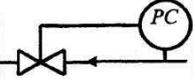
Буквенные символы измеряемых величин и функциональные признаки приборов следует знать наизусть. Понимание происхождения символов облегчает задачу их запоминания. С целью унификации с международным стандартом ANSI ISA-S5.1-1984(R 1992) [4] буква символа, как правило, первая буква английского слова, обозначающего параметр или соответствующую функцию:

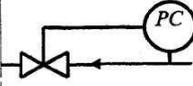
- A (Alarm) Тревога - символ сигнализации.
- C (Choice) Выбор, отбор - функциональный признак автоматического регулирования, управления.
- D (Density) Плотность, удельный вес, символ плотности.
- D (Differential) Дифференциал, разность - дополнительное обозначение после измеряемой величины разности, перепада.
- E (Electric) Электрический - символ любой электрической величины.

E (Electric)	Электрический – символ любой электрической величины.
E (Elementary)	Первичный – функциональный признак первичного преобразователя, сенсора.
F (Flow)	Течение, поток, струя – символ расхода.
F (Fraction)	Дробь – дополнительное обозначение после измеряемой величины соотношения, доли.
G (Gabarit)	Габарит, размер – символ измерения размера, положения, перемещения.
H (Hand)	Рука – символ ручного воздействия.
H (High)	Высокий, верхний – функциональный признак верхнего предела измеряемой величины.
I (Indicate)	Индикация, указание – функциональный признак показывающего прибора.
K (Control)	Контроль (времени) – символ времени, временной программы.
K (Control station)	Станция контроля – функциональный признак наличия переключателя для выбора вида управления (ручное, автоматическое) и устройства для дистанционного управления.
L (Level)	Уровень – символ уровня.
L (Low)	Низкий – функциональный признак нижнего предела измеряемой величины.

M (Moist)	Влажный – символ влажности.
P (Pressure)	Давление – символ давления, вакуума.
P (Pneumatic)	Пневматический, воздушный – обозначение пневматического сигнала.
Q (Quality)	Качество – символ качества (состав, концентрация и т.п.).
Q (Quantity)	Количество, сумма – дополнительный символ интегрирования, суммирования по времени.
R (Radiation)	Радиация – символ радиоактивности.
R (Record)	Записывать, регистрировать – функциональный признак регистрации информации.
S (Speed)	Скорость – символ скорости, частоты.
S (Switch)	Включение – функциональный признак формирования сигнала включения, отключения, переключения, блокировки.
T (Temperature)	Температура – символ температуры.
T (Transmit)	Передавать – функциональный признак дистанционной передачи сигнала; символ преобразователя сигнала.
U (Universal)	Универсальный – символ измерения нескольких разнородных величин.
V (Viscosity)	Вязкость – символ вязкости.
W (Weight)	Вес, груз – символ массы.

Обозначение	Наименование
1	2
	<p>Первичный измерительный преобразователь (чувствительный элемент) для измерения температуры, установленный по месту. Например: преобразователь термоэлектрический (термопара), термопреобразователь сопротивления, термобаллон манометрического термометра, датчик пирометра и т.п.</p>

1	2
	<p>Байпасная панель дистанционного управления, установленная на щите</p>
	<p>Переключатель электрических цепей измерения (управления), переключатель для газовых (воздушных) линий, установленный на щите</p>
	<p>Прибор для измерения давления (разрежения) показывающий, установленный по месту. Например: любой показывающий манометр, дифманометр, тягомер, напоромер, вакуумметр и т. п.</p>
	<p>Прибор для измерения перепада давления показывающий, установленный по месту. Например: дифманометр показывающий</p>
	<p>Прибор для измерения давления (разрежения) бесшкальный с дистанционной передачей показаний, установленный по месту. Например: манометр (дифманометр) бесшкальный с пневмо- или электропередачей</p>
	<p>Прибор для измерения давления (разрежения) регистрирующий, установленный на щите. Например: самопишущий манометр или любой вторичный прибор для регистрации давления.</p>
	<p>Прибор для измерения давления с контактным устройством, установленный по месту. Например: реле давления</p>
	<p>Прибор для измерения давления (разрежения) показывающий с контактным устройством, установленный по месту. Например: электроконтактный манометр, вакуумметр и т. п.</p>
	<p>Регулятор давления, работающий без использования постороннего источника энергии (регулятор давления прямого действия) «до себя»</p>

1	2
	<p>Байпасная панель дистанционного управления, установленная на щите</p>
	<p>Переключатель электрических цепей измерения (управления), переключатель для газовых (воздушных) линий, установленный на щите</p>
	<p>Прибор для измерения давления (разрежения) показывающий, установленный по месту. Например: лобой показывающий манометр, дифманометр, тягомер, напоромер, вакуумметр и т. п.</p>
	<p>Прибор для измерения перепада давления показывающий, установленный по месту. Например: дифманометр показывающий</p>
	<p>Прибор для измерения давления (разрежения) бесшкальный с дистанционной передачей показаний, установленный по месту. Например: манометр (дифманометр) бесшкальный с пневмо- или электропередачей</p>
	<p>Прибор для измерения давления (разрежения) регистрирующий, установленный на щите. Например: самопишущий манометр или любой вторичный прибор для регистрации давления.</p>
	<p>Прибор для измерения давления с контактным устройством, установленный по месту. Например: реле давления</p>
	<p>Прибор для измерения давления (разрежения) показывающий с контактным устройством, установленный по месту. Например: электроконтактный манометр, вакуумметр и т. п.</p>
	<p>Регулятор давления, работающий без использования постороннего источника энергии (регулятор давления прямого действия) «до себя»</p>

1	2
	<p>Первичный измерительный преобразователь (чувствительный элемент) для измерения расхода, установленный по месту. Например: диафрагма, сопло, труба Вентури, датчик индукционного расходомера и т. п.</p>
	<p>Прибор для измерения расхода бесшкальный с дистанционной передачей показаний, установленный по месту. Например: дифманометр (ротаметр), бесшкальный с пневмо- или электропередачей</p>
	<p>Прибор для измерения соотношения расходов регистрирующий, установленный на щите. Например: любой вторичный прибор для регистрации соотношения расходов</p>
	<p>Прибор для измерения расхода показывающий, установленный по месту. Например: дифманометр (ротаметр), показывающий</p>
	<p>Прибор для измерения расхода интегрирующий, установленный по месту. Например: любой бесшкальный счетчик-расходомер с интегратором</p>
	<p>Прибор для измерения расхода показывающий, интегрирующий, установленный по месту. Например: показывающий дифманометр с интегратором</p>
	<p>Прибор для измерения расхода интегрирующий, с устройством для выдачи сигнала после прохождения заданного количества вещества, установленный по месту. Например: счетчик-дозатор</p>
	<p>Первичный измерительный преобразователь (чувствительный элемент) для измерения уровня, установленный по месту. Например: датчик электрического или емкостного уровнемера</p>
	<p>Прибор для измерения уровня показывающий, установленный по месту. Например: манометр (дифманометр), используемый для измерения уровня</p>

1	2
	<p>Прибор для измерения уровня с контактным устройством, установленный по месту. Например: реле уровня, используемое для блокировки и сигнализации верхнего уровня</p>
	<p>Прибор для измерения уровня бесшкальный, с дистанционной передачей показаний, установленный по месту. Например: уровнемер бесшкальный с пневмо- или электропередачей</p>
	<p>Прибор для измерения уровня бесшкальный, регулирующий, с контактным устройством, установленный по месту. Например: электрический регулятор-сигнализатор уровня. Буква <i>H</i> в данном примере означает блокировку по верхнему уровню</p>
	<p>Прибор для измерения уровня показывающий, с контактным устройством, установленный на щите. Например: вторичный показывающий прибор с сигнальным устройством. Буквы <i>H</i> и <i>L</i> означают сигнализацию верхнего и нижнего уровней</p>
	<p>Прибор для измерения плотности раствора бесшкальный, с дистанционной передачей показаний, установленный по месту. Например: датчик плотномера с пневмо- или электропередачей</p>
	<p>Прибор для измерения размеров показывающий, установленный по месту. Например: показывающий прибор для измерения толщины стальной ленты</p>
   	<p>Прибор для измерения любой электрической величины показывающий, установленный по месту. Например:</p> <p>Напряжение*</p> <p>Сила тока*</p> <p>Мощность*</p>

1	2
	<p>Прибор для управления процессом по временной программе, установленный на щите. Например: командный электропневматический прибор (КЭП), многоцепное реле времени</p>
	<p>Прибор для измерения влажности регистрирующий, установленный на щите. Например: вторичный прибор влагомера</p>
	<p>Первичный измерительный преобразователь (чувствительный элемент) для измерения качества продукта, установленный по месту. Например: датчик pH-метра</p>
	<p>Прибор для измерения качества продукта показывающий, установленный по месту. Например: газоанализатор показывающий для контроля содержания кислорода в дымовых газах</p>
	<p>Прибор для измерения качества продукта регистрирующий, регулирующий, установленный на щите. Например: вторичный самопишущий прибор регулятора концентрации серной кислоты в растворе</p>
	<p>Прибор для измерения радиоактивности показывающий, с контактным устройством, установленный по месту. Например: прибор для показания и сигнализации предельно допустимых концентраций α- и β-лучей</p>
	<p>Прибор для измерения скорости вращения привода регистрирующий, установленный на щите. Например: вторичный прибор тахогенератора</p>
	<p>Прибор для измерения нескольких разнородных величин регистрирующий, установленный по месту. Например: самопишущий дифманометр-расходомер с дополнительной записью давления. Надпись, расшифровывающая измеряемые величины, наносится справа от прибора</p>
	<p>Прибор для измерения вязкости раствора показывающий, установленный по месту. Например: вискозиметр показывающий</p>

1	2
	<p>Прибор для измерения массы продукта показывающий, с контактным устройством, установленный по месту. Например: устройство электронно-тензометрическое, сигнализирующее</p>
	<p>Прибор для контроля погасания факела в печи беспшкальный, с контактным устройством, установленный на щите. Например: вторичный прибор запально-защитного устройства. Применение резервной буквы <i>B</i> должно быть оговорено на поле схемы</p>
	<p>Преобразователь сигнала, установленный на щите. Входной сигнал электрический, выходной сигнал тоже электрический. Например: преобразователь измерительный, служащий для преобразования т.э.д.с. термометра термоэлектрического в сигнал постоянного тока</p>
	<p>Преобразователь сигнала, установленный по месту. Входной сигнал пневматический, выходной – электрический</p>
	<p>Вычислительное устройство, выполняющее функцию умножения. Например: множитель на постоянный коэффициент <i>K</i></p>
	<p>Пусковая аппаратура для управления электродвигателем (включение, выключение насоса; открытие, закрытие задвижки и т. д.). Например: магнитный пускатель, контактор и т. п. Применение резервной буквы <i>N</i> должно быть оговорено на поле схемы</p>
	<p>Аппаратура, предназначенная для ручного дистанционного управления (включение, выключение двигателя; открытие, закрытие запорного органа, изменение задания регулятору), установленная на щите. Например: кнопка, ключ управления, задатчик</p>
	<p>Аппаратура, предназначенная для ручного дистанционного управления, снабжения устройством для сигнализации, установленная на щите. Например: кнопка со встроенной лампочкой, ключ управления с подвеской и т. п.</p>

Правила построения условных обозначений

Условные обозначения приборов и средств автоматизации, применяемые в схемах, включают графические, буквенные и цифровые обозначения.

В верхней части графического обозначения наносят буквенные обозначения измеряемой величины и функционального признака прибора, определяющего его назначение.

В нижней части графического обозначения наносят цифровое (позиционное) обозначение прибора или комплекта средств автоматизации.



Рис.3. Принцип построения условного обозначения прибора

Развернутый метод выполнения схем автоматизации



Рис. 4. Диафрагма расходомера переменного перепада

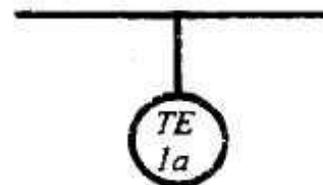


Рис. 5. Термометр сопротивления

Пример выполнения обозначений

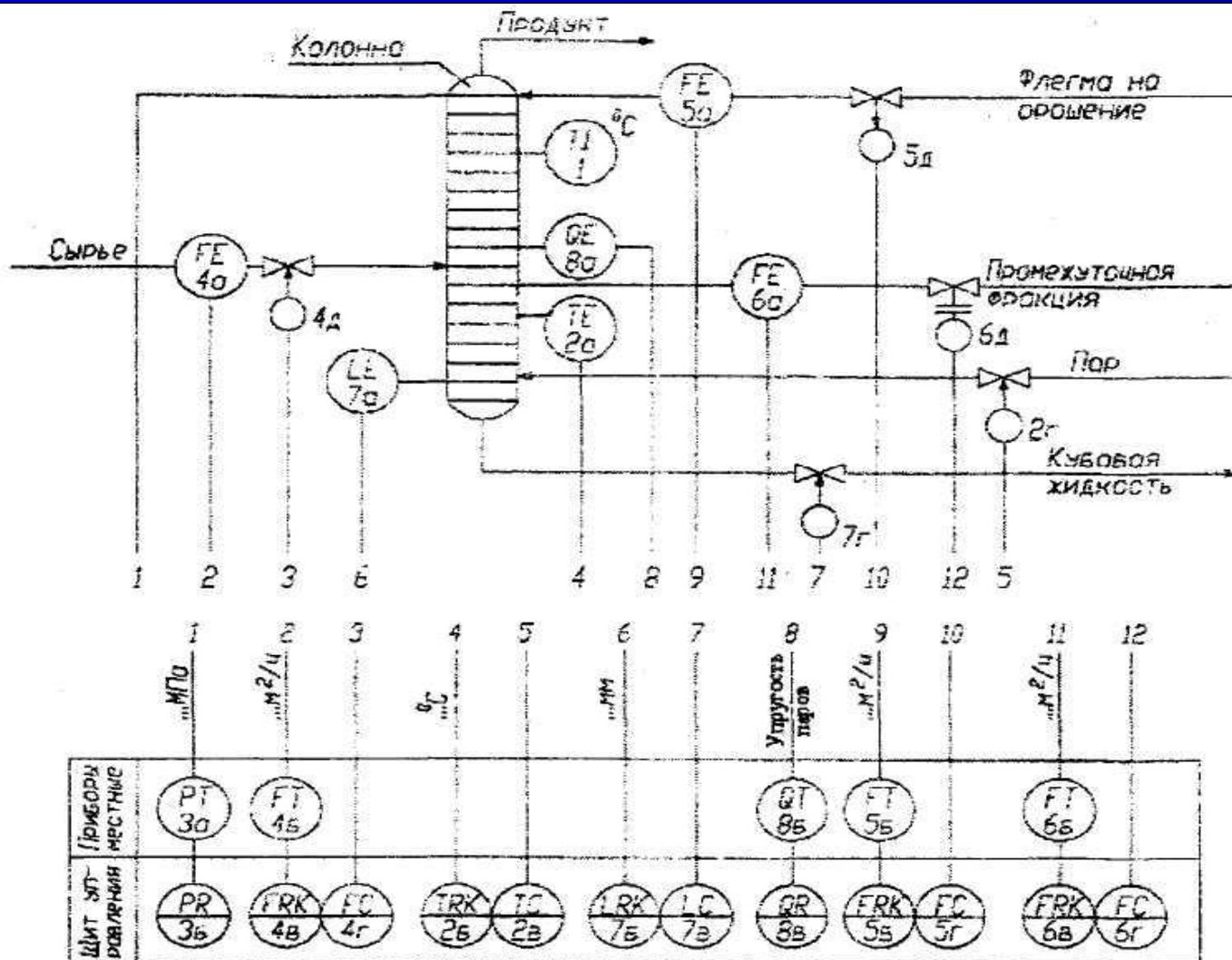
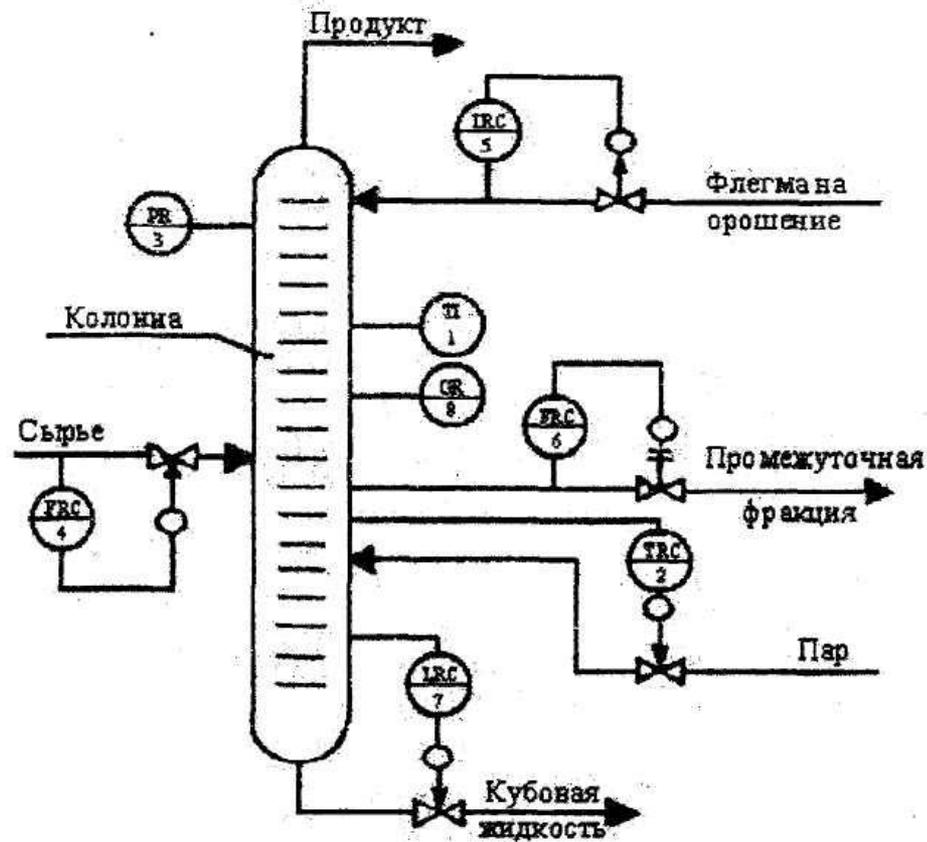


Рис. 6. Пример выполнения схемы автоматизации развернутым способом

Упрощенный метод выполнения схем автоматизации



Номер контура	2	3	4,5,6	7	8
Номер листа	2	2	2	2	2

Рис. 7. Пример выполнения схемы автоматизации упрощенным методом

Пример структурной схемы

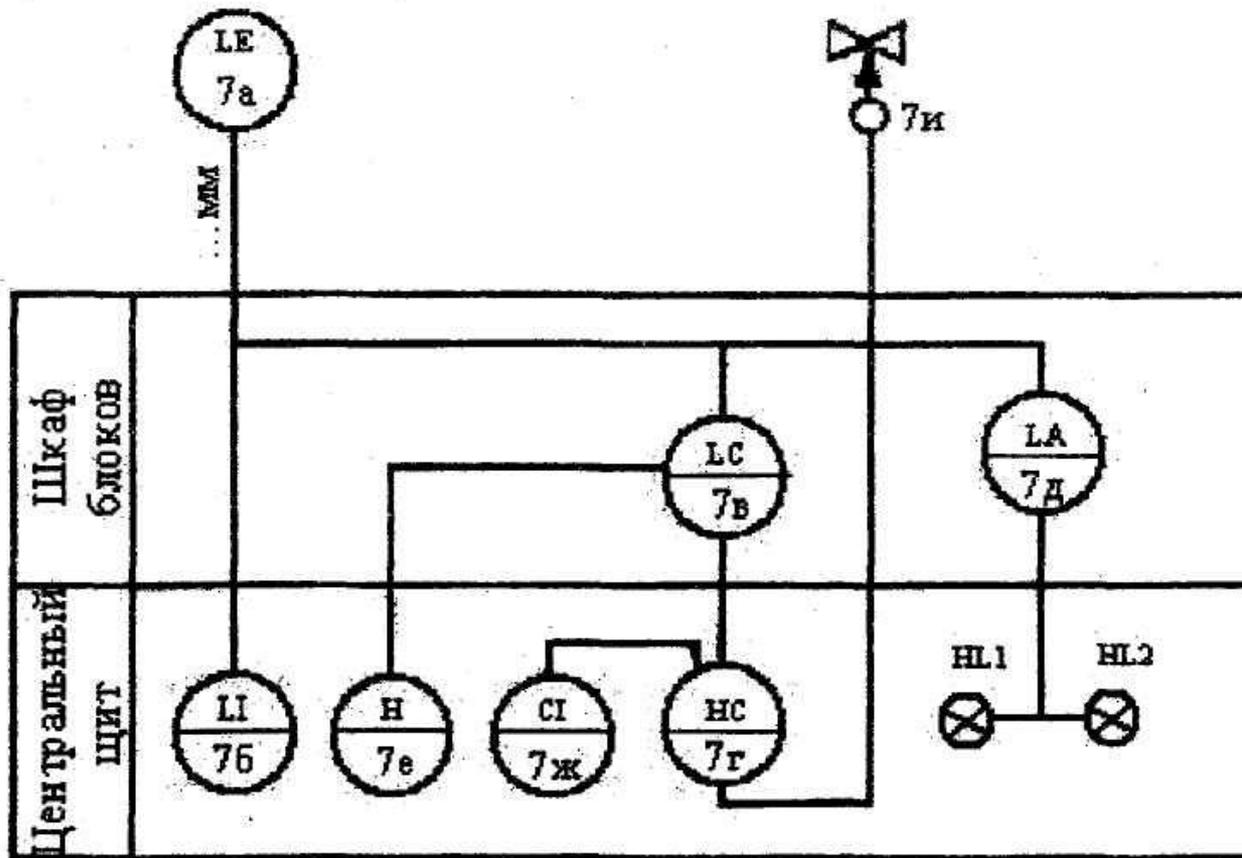
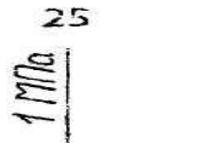
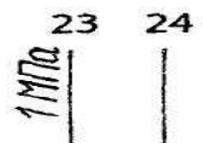
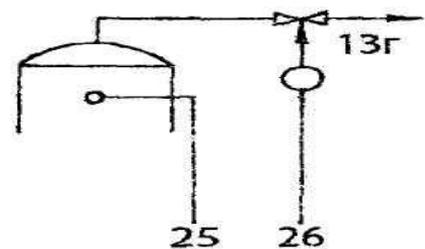
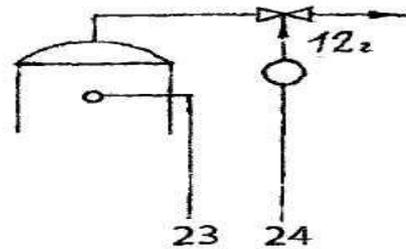


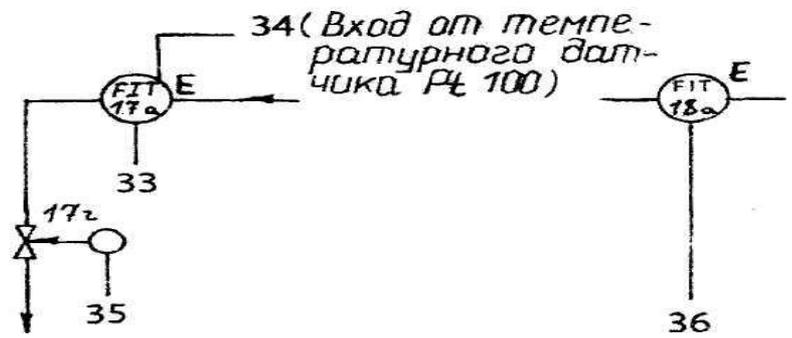
Рис. 8. Пример структурной схемы контура



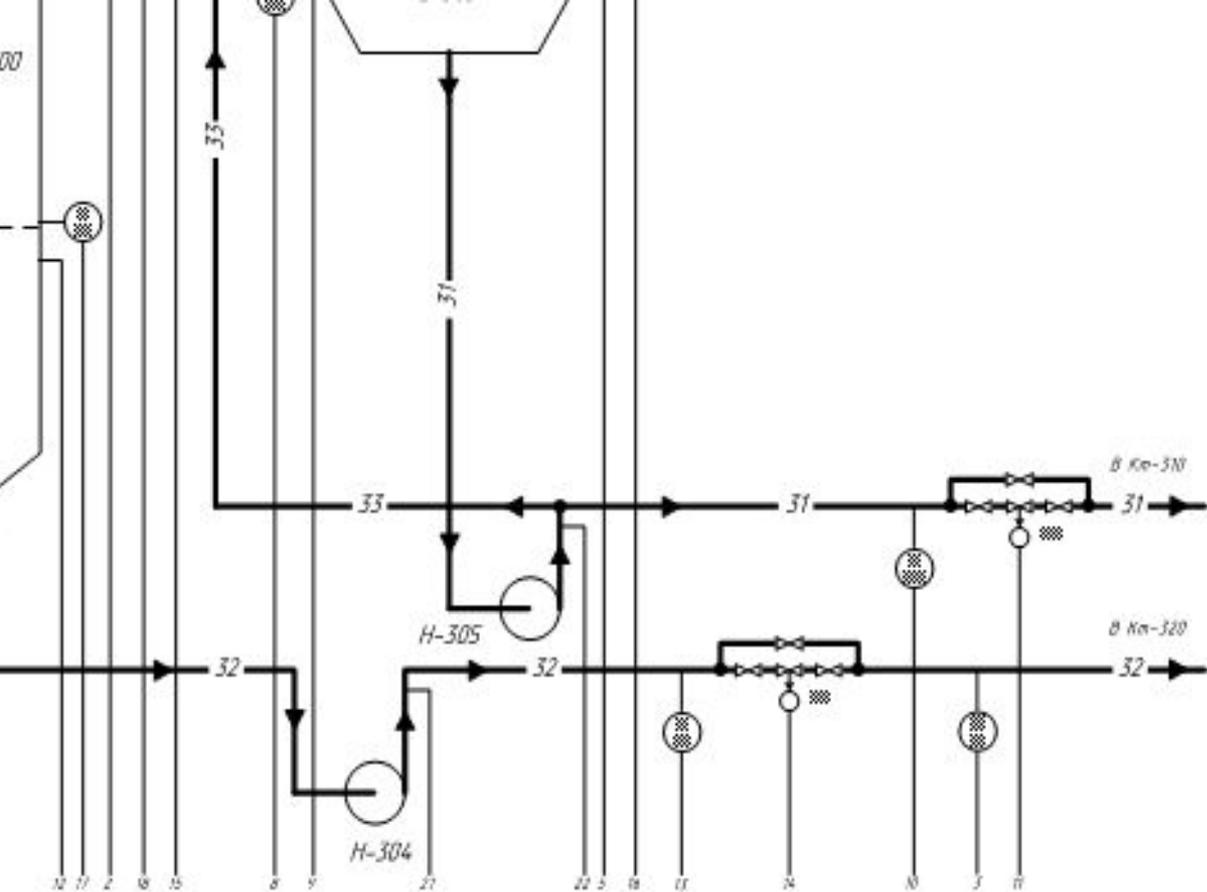
Приборы и аппаратура по месту		P	E	E/E	E/E	
Операторная контрольная и управляющая ... (цена 1815)	Панели аппаратуры и приборов					
	рсу контроллер пер "АРАС"	Аналоговый вход V_i				
		Аналоговый выход V_o				
		Дискретный вход D_i				
		Дискретный выход D_o				
	Система ПЛЗ контроллер "QUADLOG"	Аналоговый вход V_i				
		Аналоговый выход V_o				
Дискретный вход						
Дискретный выход						

V_{ii}

V_{oi}

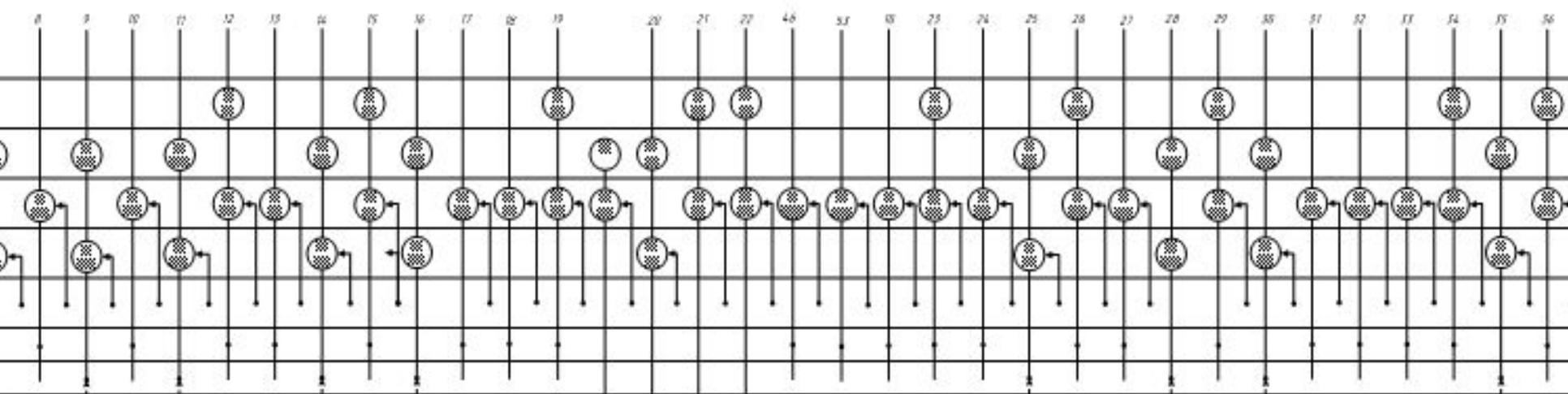


		33	35	36	
		... кг/ч		... кг/ч	
Приборы и аппаратура по месту		EY 175 E/E	EY 176 E/E	EY 185 E/E	
Операторная контрольная и управляющая ... (цех 1815)	Панели аппаратуры и приборов				
	PCU контроллер пер. "ARACS"	Аналоговый вход B_i	B_{i3}		B_{i4}
		Аналоговый выход B_o		B_{o3}	
		Дискретный вход D_i			
		Дискретный выход D_o			
Система ПАЗ контроллер "QUADLOG"	Аналоговый вход B_i				
	Аналоговый выход B_o				
	Дискретный вход				
	Дискретный выход				



Перечень технологических потоков

Обозначение	Наименование технологического потока
1a	Вода промышленная пр.
1b	Вода промышленная обр.
2	Пар 0,6 МПа
30	Олеи пропиленовые
31	Ацетальдегидная фракция
32	Фракция ацетиленовая
33	Флегма в Кс
34	Кубовая жидкость
35	Пар ацетальдегидной фракции
36	Пар ацетиленовой фракции
37	Флегма в Кс
38	Кубовая жидкость
39	Пар ацетальдегидной фракции
40	Товарный ацетилен
41	Флегма в Кс
42	Кубовая жидкость
43	Подушки азотопромысла

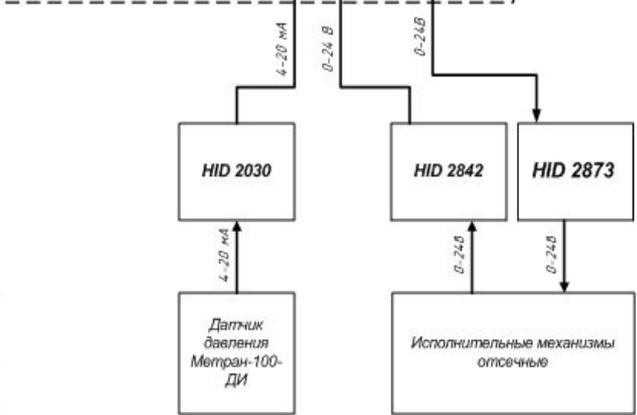
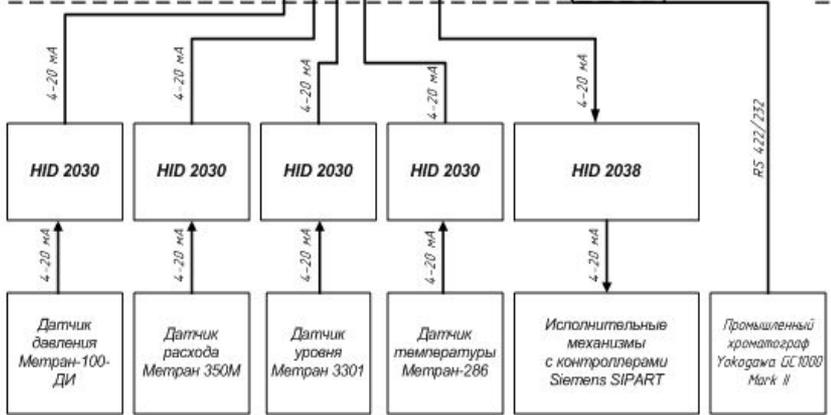
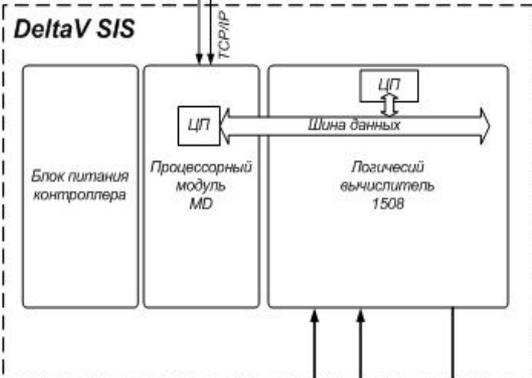
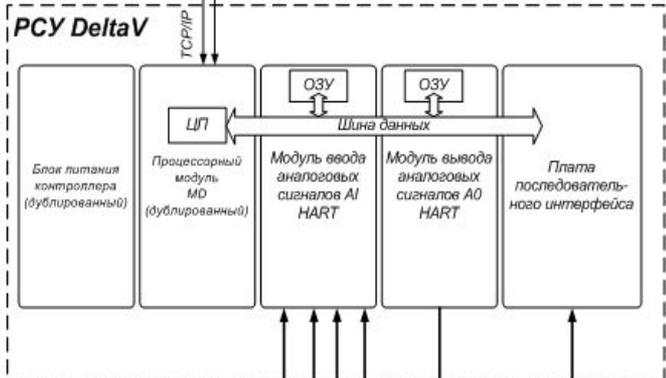
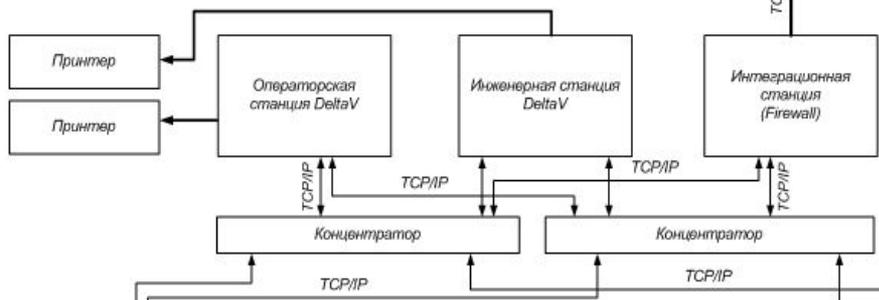


Спецификация на приборы и средства автоматизации

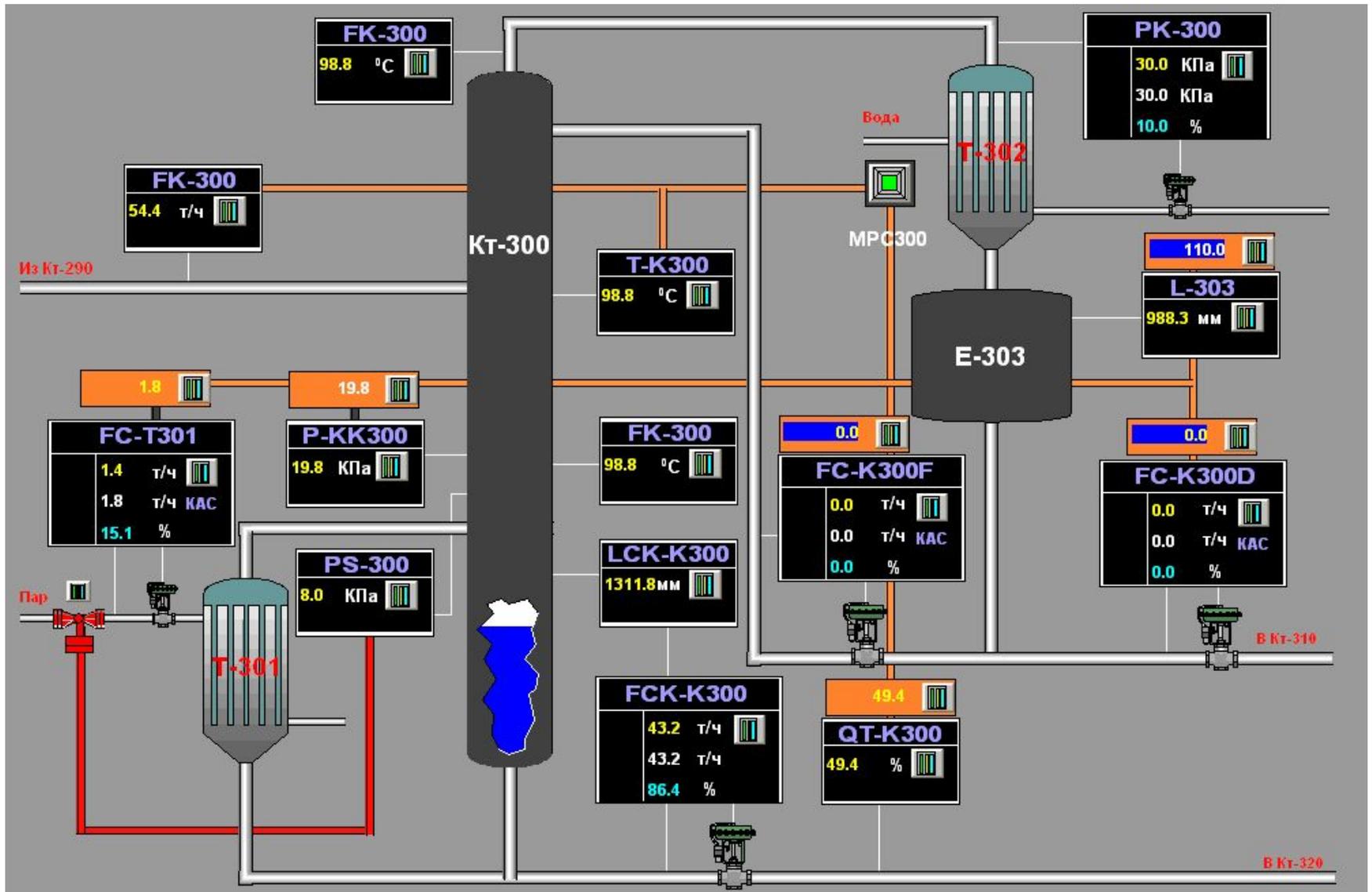
Позиционное обозначение	Наименование параметра, среда и место отбора	Предельное значение параметра	Место установки	Наименование и характеристика	Тип и модель	Количество по проекту		Изготовитель или поставщик	Примечание
						На один аппарат	На все аппараты		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1-1	Состав дистиллята Кт-420	Бензальдегид ≤ 0,12% масс.	Операторная	Измеряемая среда: газ или жидкость с температурой кипения до 450°C. Пределы измерений: от 1 ppm до 100%; температура окружающей среды: от -10 до +50°C; максимальное количество измеряемых потоков: 31; максимальное количество измеряемых компонентов: 255; воспроизводимость: 1% от диапазона измерения; выход: 4-20 мА, RS422/232. Детектор: катарометр. Газ-носитель: N ₂	GC1000 D Mark II		1	«Yokogawa Electric Works. LTD»	
1-2	Температура на 7 тарелке колонны Кт-420	148 °С	На линии	Термопреобразователь платиновый с унифицированным выходным сигналом. Материал защитной арматуры: 12Х18Н10Т. Длина погружной части L=500 мм. Взрывозащита: ExiaIICT6X. НСХ: 100П. Диапазон измеряемых температур: от 0 до 200 °С. Выходной сигнал 4-20 мА. 1 чувствительный элемент. Степень защиты от воздействия пыли и воды: IP65. Материал головки: сплав АК12. Питание: 18-42 В. Тепловая инерция: 20 с.	ТСПУ Метран-276-06-Exia-500-0,25-Н10-(0...200)°С-4-20 мА	1		ПГ «Метран», Челябинск	
1-3	-/-		На стойке	Барьер искробезопасности входной, исполнение «ExiaIICT6». Входной сигнал 4-20 мА пост. тока; выходной сигнал 4-20 мА пост. тока, изолированный от входа. Питание 24В пост. тока. Обнаружение повреждения линии.	HiD2026	1		«Pepperl+Fuchs»	

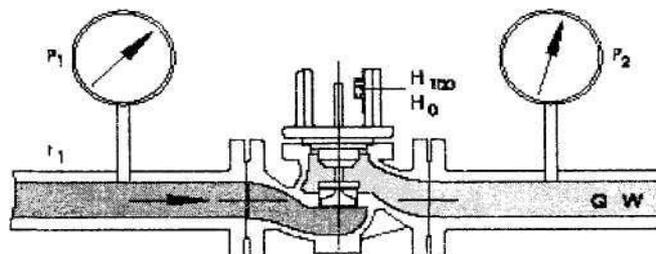
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1-4	Уровень в Е-423	2,1 м	По месту	Радарный уровнемер направленного микроволнового действия. Стержневое исполнение. Диапазон измерения: до 4 м. Напряжение питания 24В. Выходной сигнал 4 - 20 мА. Рабочая температура: -100...400 °С. Точность измерения ±3 мм. Температура окружающей среды: от -40 до +70 °С. Взрывозащита: ExiaIICT5X.	FX66.CX-C-FB-2-H-K-M-A	1		VEGA Grieshaber KG, Германия	
1-5	-//-		На стойке	Барьер искробезопасности входной, исполнение «ExiaIICT6». Входной сигнал 4-20 мА пост. тока; выходной сигнал 4-20 мА пост. тока, изолированный от входа. Питание 24В пост. тока. Обнаружение повреждения линии.	HiD2026	1		«Pepperl+Fuchs»	-//-
1-6	Расход питания в колонну Кт-420	102 т/ч	На трубопроводе	Диафрагма камерная. Условный диаметр $D_y=300$ мм; перепад давления $\Delta P=40$ кПа. Материал диска сталь 12Х18Н10Т; материал камер сталь Ст-20.	ДК 25-300	1		ПГ «Метран», Челябинск	сущ.
1-7	-//-		По месту	Преобразователь разности давлений, взрывозащищенный ExiaIICT5X. Напряжение питания 12-42 В. Выходной сигнал 4-20 мА. Шкала 0 – 40 кПа. Степень защиты от воздействия пыли и воды: IP 65.	Метран-100-ДД-1422-02-МПЗ-t10-010-40 кПа-25-42√	1		ПГ «Метран», Челябинск	
1-8	-//-		На стойке	Барьер искробезопасности входной, исполнение «ExiaIICT6». Входной сигнал 4-20 мА пост. тока; выходной сигнал 4-20 мА пост. тока, изолированный от входа. Питание 24В пост. тока. Обнаружение повреждения линии.	HiD2026	1		«Pepperl+Fuchs»	
1-9	Давление верха колонны Кт-420	29 кПа	По месту	Датчик абсолютного давления. Пределы измерения: от 0 до 40 кПа. Выходной сигнал 4-20 мА. Погрешность измерения ±0,1 %. Температура окружающей среды: от -40 до +70 °С. Искробезопасность ExiaIICT5X.	Метран-100-ДА-1030-02-МПЗ-t10-025-40 кПа-42	1		ПГ «Метран», Челябинск	

- Группа предприятий «Метран». Россия, г. Челябинск,
<http://www.metran.ru>
- АООТ «Теплоприбор». Россия, г. Рязань,
<http://www.teplopribor.ryazan.ru>
- Завод электроники и механики. Россия, г. Чебоксары,
<http://www.zeim.ru>
- Саранский приборостроительный завод. Россия, г. Саранск,
<http://pribor.moris.ru>
- ПНФ «ЛГавтоматика». Россия, г. Москва, <http://www.klapan.ru>
- ЗАО «РУСТ-95». Россия, г. Москва, Санкт-Петербург,
<http://www.roost.ru>
- Завод «ТИЗПРИБОР», Россия, г. Москва,
<http://www.tizpribor.ru>
- ОАО Арзамасский приборостроительный завод. Россия, г. Арзамас
<http://www.oaoarz.com>
- Фирма «YOKOGAWA». Япония,
<http://www.yokogawa.ru>
- Фирма «VEGA». Техника измерения уровня и давления. Германия,
<http://www.vega.com>; <http://www.vega-rus.ru>
- Фирма «EMERSON». США, Сент-Луис, Миссури,
<http://www.EmersonProcess.ru>
- Фирма «SAMSON». Германия, Франкфурт на Майне,
<http://www.samson.ru>
- ООО Фирма «ЮМО». Германия,
www.jumo.de



		Л.И.ЛО.200.20102.017 ГЧ	
		Структурная схема	
		Дипломный проект	
		НХТИ эр.3202	





$$K_v = 0,316 * F * \sqrt{\frac{\rho}{\Delta P}},$$

F – максимальный расход жидкости, м³/ч;

где $\Delta P = (P_1 - P_2)$ – перепад давления на РО при максимальном расходе, МПа;

ρ – плотность измеряемой среды, г/см³.

Далее определяют условную пропускную способность РО в соответствии с условием:

$$K_{vy} \geq \eta * K_v,$$

где η – коэффициент запаса ($\eta = 1,2$).

Затем по значениям K_{vy} , приведенным в справочниках, выбирают типоразмер дроссельного РО. Если $Re > 2000$, расчет считают окончанным.

Пропускную способность K_v РО при протекании газа определяют с учетом режима его течения через РО при максимальном расходе. При докритическом режиме, когда $\Delta P < 0,52 * P_1$, величину K_v рассчитывают по равенству:

$$K_v = \frac{F_n * \sqrt{\frac{\rho_n * T_1 * k}{\Delta P * P_2}}}{5280},$$

а при критическом режиме, когда $\Delta P \geq 0,52 * P_1$ – по уравнению:

$$K_v = \frac{F_n * \sqrt{\rho_n * T_1 * k}}{2640 * P_1},$$

где F_n – максимальный расход газа при $P = 0,1$ МПа и $t = 0^0C$, м³/ч;

P_1 и P_2 – абсолютные давления газа до и после РО, МПа;

ΔP – перепад давления на РО при максимальном расходе, МПа;

ρ_n – плотность газа при $P = 0,1$ МПа и $t = 0^0C$, кг/м³;

T_1 – абсолютная температура газа перед регулирующим клапаном, К;

k – безразмерный коэффициент, учитывающий отклонение реального газа от закона идеального газа.

Спасибо за внимание!