

Федеральное агентство по образованию  
Государственное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
«Казанский государственный технологический университет»

ОСНОВЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ СИСТЕМ АВТОМАТИЗАЦИИ  
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ И АППАРАТОВ

Учебное пособие

Казань  
КГТУ  
2007

УДК 681.5:66

**Фафурин, А.В., Дюдина, И.А., Ившин, В.П.**

Основы проектирования систем автоматизации технологических процессов и аппаратов: учебное пособие / А.В. Фафурин, И.А. Дюдина, В.П. Ившин. – Казань: Изд-во Казан. гос. технол. ун-та, 2007. – 174 с.

ИРАМ867,4,6771,/ 335,7

Соответствует действующим программам по дисциплине ОПД Ф.07, ОПД Ф.09 «Системы управления химико-технологическими процессами», разделу «Элементы проектирования систем автоматизации технологических процессов».

Первая часть содержит нормативные требования к выполнению функциональных схем автоматизации. Особое внимание уделено самостоятельной работе по практическому освоению навыков проектирования при последовательном выполнении практических заданий возрастающей сложности.

Вторая часть содержит вопросы и тесты, которые регламентируют самостоятельную работу студентов. Акцентируют внимание на фундаментальных вопросах курса, вариантах технического исполнения средств автоматизации, формируют навыки выбора средств автоматизации в соответствии с требованиями технологического процесса и знакомят с условными изображениями этих средств.

Предназначено для студентов всех форм обучения специальностей технологического, нефтяного, полимерного, пищевого, механического и других направлений.

Подготовлено на кафедре автоматизированные системы сбора и обработки информации.

Печатаются по решению методической комиссии по циклу общепрофессиональных дисциплин Казанского государственного технологического университета.

Рецензенты: д-р техн. наук, проф. каф. автоматизации тепловых производственных процессов КГЭУ К.Х. Гильфанов, д-р техн. наук, засл. деятель науки и техники РТ, проф. каф. переработки полимеров и композиционных материалов КГТУ Р.Я. Дебердеев.

© А.В. Фафурин, И.А. Дюдина,  
В.П. Ившин., 2007

© Казанский государственный  
технологический университет, 2007

## **Часть 1. Основы проектирования систем автоматизации технологических процессов и аппаратов**

### **Раздел 1. Условные обозначения приборов и средств автоматизации в схемах. Правила выполнения функциональных схем**

#### 1.1. Введение

В соответствии с законом Российской Федерации «О техническом регулировании» 2002 г. все отношения при разработке, принятии, применении и исполнении обязательных требований к продукции, процессам производства, эксплуатации, хранению, перевозке, реализации и утилизации регулируются техническим регламентом. В качестве основы для разработки технических регламентов могут использоваться полностью или частично международные стандарты и (или) национальные стандарты. В соответствии с МС ИСО 9001-94 «Системы качества. Модель обеспечения качества при проектировании, разработке, производстве, монтаже и обслуживании» создаются стандарты предприятий. Например, в ОАО «Нижнекамскнефтехим» разработан стандарт предприятия СТП 7.3-03-2002 «Порядок проектирования, разработки, внедрения, сопровождения и эксплуатации автоматизированных систем управления технологическими процессами» [1], устанавливающий порядок проектирования, стадии и этапы создания АСУТП (автоматизированных систем управления технологическим процессом). При создании стандартов предприятий рекомендуется соблюдать требования стандартов России и международных стандартов.

Инженерам всех специальностей полезно знать о существовании ниже следующих стандартов и нормативных документов:

1. ГОСТ 24.104-85 «Информационная технология. Автоматизированные системы управления. Общие требования».
2. ГОСТ 34.003-90 «Информационная технология. Автоматизированные системы. Термины и определения».
3. ГОСТ 34.201-89 «Информационная технология. Виды, комплектность и обозначение документов при создании автоматизированных систем (АС)».
4. ГОСТ 34.601-90 ЕСС АСУ. «Автоматизированные системы. Стадии создания».
5. ГОСТ 34.602-89 «Информационная технология. Комплекс стандартов на автоматизированные системы. Техническое задание на создание автоматизированной системы».
6. ГОСТ 34.603-92 «Информационная технология. Виды испытаний автоматизированных систем».
7. ГОСТ 24.701-86 ЕСС АСУ. «Надежность автоматизированных систем управления. Основные положения».

8. ГОСТ 24.702-85. ЕСС АСУ. «Эффективность автоматизированных систем управления. Основные положения».
9. СНиП 3.05.07-85 «Системы автоматизации».
10. РД 50-34.698-90 «Методические указания. Информационная технология. Автоматизированные системы. Требования к содержанию документов».

Знание этих документов поможет правильно поставить и решить задачу проектирования (модернизации) системы управления предприятием, на котором будет осуществляться Ваша инженерная деятельность.

Более близкую задачу – разработку функциональной схемы автоматизации дипломного проекта поможет решить самостоятельная работа над пособием.

## 1.2. Обозначения условные приборов и средств автоматизации в схемах

Изображение приборов и средств автоматизации на схемах технологических процессов производится в соответствии с ГОСТ 21.404-85 «Система проектной документации для строительства. Автоматизация технологических процессов. Обозначения условные приборов и средств автоматизации в схемах.» [2]

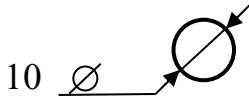
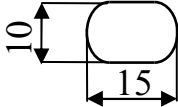
Цель раздела – изучение условных графических обозначений стандарта, а также обозначений измеряемых величин и функциональных признаков приборов.

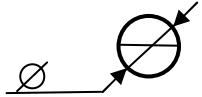
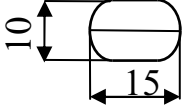
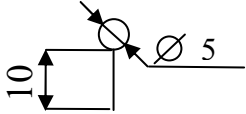
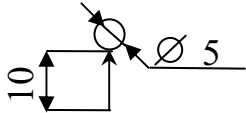
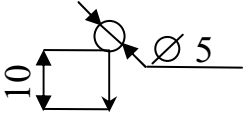
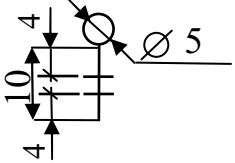
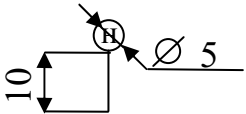
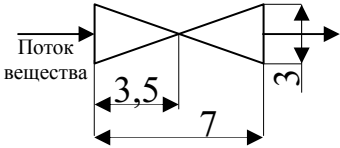
### 1.2.1. Графические обозначения

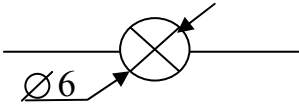
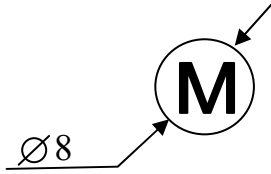
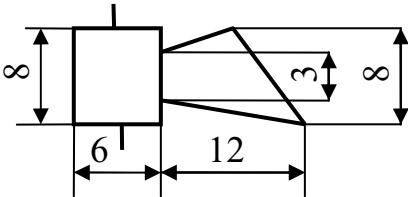
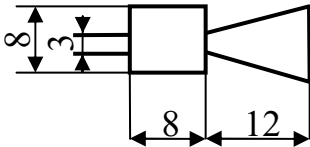



Графические обозначения приборов, средств автоматизации и линий связи должны соответствовать приведенным в табл. 1.

Таблица 1

Графические обозначения приборов, средств автоматизации и линий связи

Наименование	Обозначение. Размер
1	2
1. Прибор, устанавливаемый вне щита (по месту):	
а) основное обозначение	
б) допускаемое обозначение	

1	2
<p>2. Прибор, устанавливаемый на щите, пульте:</p> <p>а) основное обозначение</p> <p>б) допускаемое обозначение</p>	<p>10 </p> <p></p>
<p>3. Исполнительный механизм. Общее обозначение</p>	<p></p>
<p>4. Исполнительный механизм, который при прекращении подачи энергии или управляющего сигнала:</p> <p>а) открывает регулирующий орган</p> <p>б) закрывает регулирующий орган</p> <p>в) оставляет регулирующий орган в неизменном положении</p>	<p></p> <p></p> <p></p>
<p>5. Исполнительный механизм с дополнительным ручным приводом Примечание. Обозначение может применяться с любым из дополнительных знаков, характеризующих положение регулирующего органа при прекращении подачи энергии или управляющего сигнала</p> <p>6. Запорный орган; регулирующий орган (клапан и др.)</p>	<p></p> <p></p>

1	2
7. Лампа сигнальная	
8. Двигатель электрический	
9. Гудок	
10. Ревун	
11. Линия связи. Общее обозначение	
12. Пересечение линий связи без соединения друг с другом	
13. Пересечение линий связи с соединением между собой	

Отборное устройство для всех постоянно подключенных приборов изображают сплошной тонкой линией, соединяющей технологический трубопровод или аппарат с прибором (рис. 1). При необходимости указания конкретного места расположения

отборного устройства (внутри контура технологического аппарата) его обозначают кружком диаметром 2мм (рис.2).

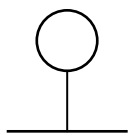


Рис. 1

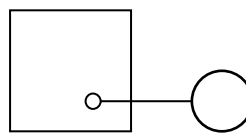


Рис. 2

Толщина линий, используемых в графических условных обозначениях на схемах, составляет:

приборы и средства автоматизации	.....0,5-0,6мм.
горизонтальная разделительная черта внутри обозначения, а также линии связи	..... 0,2-0,3мм.
контуры технологического оборудования и трубопроводные коммуникации	.....0,6-1,5мм.

### 1.2.2. Буквенные обозначения

Таблица 2

Основные буквенные обозначения измеряемых величин и функциональных признаков приборов

Обозначение	Измеряемая величина		Функциональный признак прибора		
	Основное обозначение измеряемой величины	Дополнительное обозначение, уточняющее измеряемую величину	Отображение информации	Формирование выходного сигнала	Дополнительное значение
1	2	3	4	5	6
A	+	—	Сигнализация	—	—
B	+	—	—	—	—
C	+	—	—	Автоматическое регулирование, управление	—
D	Плотность	Разность, перепад	—	—	—

Продолжение таблицы 2

1	2	3	4	5	6
E	Электрическая величина	—	+	—	—
F	Расход	Соотношение, доля, дробь	—	—	—
G	Размер, положение, перемещение	—	+	—	—
H	Ручное воздействие	—	—	—	Верхний предел измеряемой величины
I	+	—	Показание	—	—
J	+	Автоматическое переключение, обегание	—	—	—
K	Время, временная программа	—	—	+	—
L	Уровень	—	—	—	Нижний предел измеряемой величины
M	Влажность	—	—	—	—
N	+	—	—	—	—
O	+	—	—	—	—
P	Давление, вакуум	—	—	—	—
Q	Величина, характеризующая качество: состав, концентрация и т.п.	Интегрирование, суммирование по времени	—	—	+
R	Радиоактивность	—	Регистрация	—	—
S	Скорость, частота	—	—	Включение, отключение, переключение, блокировка	—
T	Температура	—	—	+	—



Продолжение таблицы 2

1	2	3	4	5	6
U	Несколько разнородных измеряемых величин	—	—	—	—
V	Вязкость	—	+	—	—
W	Масса	—	—	—	—
X	Не рекомендуемая резервная буква	—	—	—	—
Y	+	—	—	+	—
Z	+	—	—	+	—

Буквенные обозначения, отмеченные знаком «+», являются резервными, а отмеченные знаком «-» – не используются.

Таблица 3

Дополнительные буквенные обозначения функциональных признаков приборов

Обозначение	Наименование	Назначение
<i>E</i>	Чувствительный элемент	Устройства, выполняющие первичное преобразование: преобразователи термоэлектрические, термопреобразователи сопротивления, датчики пирометров, сужающие устройства расходомеров и т. п.
<i>T</i>	Дистанционная передача	Приборы бесшкальный с дистанционной передачей сигнала: манометры, дифманометр, манометрические термометры.
<i>K</i>	Станция управления	Приборы, имеющие переключатель для выбора вида управления и устройство для дистанционного управления.
<i>Y</i>	Преобразование, вычислительные функции	Для построения обозначений преобразователей сигналов и вычислительных устройств.

Дополнительные буквенные обозначения для построения преобразователей сигналов, вычислительных устройств

Обозначение	Наименование
$E$ $P$ $G$	Род энергии сигнала: электрический пневматический гидравлический
$A$ $D$	Виды форм сигнала: аналоговый дискретный
$\Sigma$ $k$ $\times$ $:$ $f^n$ $\sqrt[n]{\phantom{x}}$ $\lg$ $dx/dt$ $\int$ $x(-1)$ $\max$ $\min$	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 таблиц 2, 3, 4 следует знать наизусть. Понимание происхождения символов облегчает задачу их запоминания. С целью унификации с международным стандартом ANSI ISA-S5.1-1984(R1992) [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 (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.

### 1.2.3. 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.

Построение условного обозначения прибора приведено на рис.3.

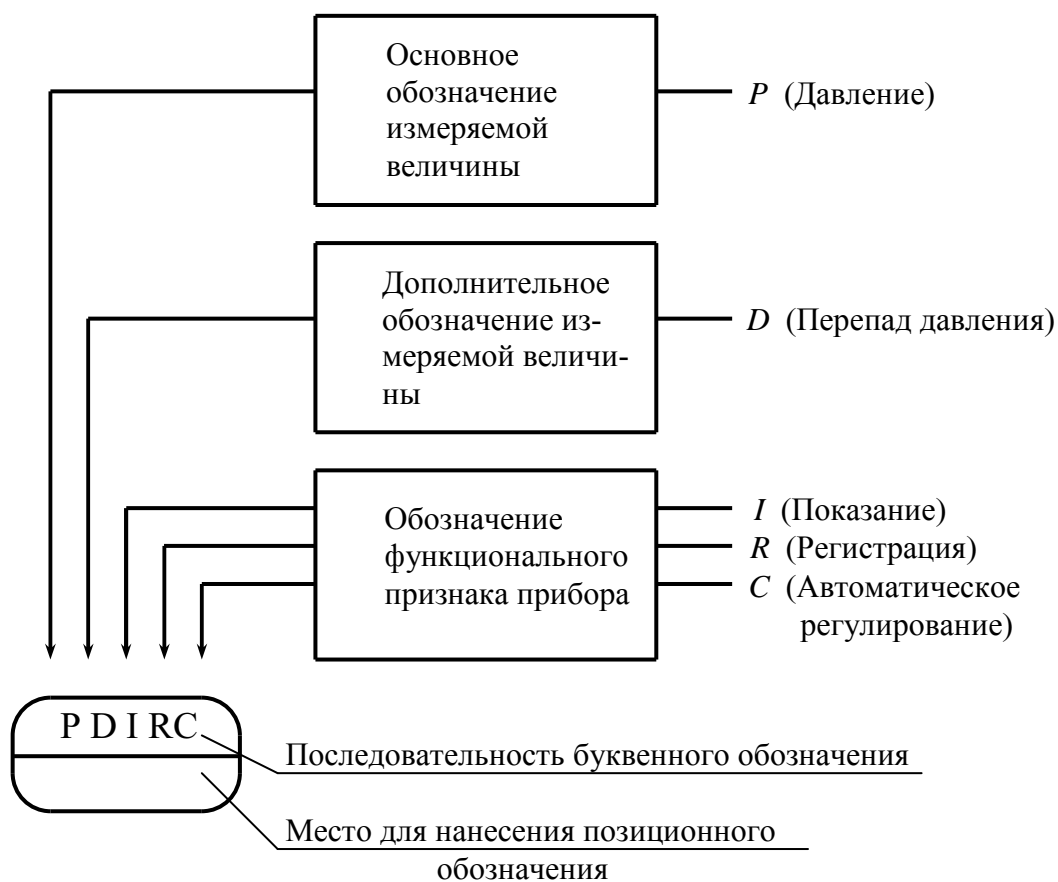


Рис.3. Принцип построения условного обозначения прибора

Порядок расположения букв в буквенном обозначении принимают следующим:

- основное обозначение измеряемой величины;
- дополнительное обозначение измеряемой величины (при необходимости);
- обозначение функционального признака прибора.

При построении обозначений комплектов средств автоматизации первая буква в обозначении каждого входящего в комплект прибора или устройства (кроме уст-

ройств ручного управления) является наименованием измеряемой комплектом величины.

Буквенные обозначения устройств, выполненных в виде отдельных блоков и предназначенных для ручных операций, независимо от того, в состав какого комплекта они входят, должны начинаться с буквы *H*.

Порядок расположения буквенных обозначений функциональных признаков прибора принимают с соблюдением последовательности обозначений: *I, R, C, S, A*.

При построении буквенных обозначений указывают не все функциональные признаки прибора, а лишь те, которые используют в данной схеме.

Букву *A* применяют для обозначения функции «сигнализация» независимо от того, вынесена ли сигнальная аппаратура на какой-либо щит или для сигнализации используются лампы, встроенные в сам прибор.

Букву *S* применяют для обозначения контактного устройства прибора, используемого только для включения, отключения, переключения, блокировки.

При применении контактного устройства прибора для включения, отключения и одновременно для сигнализации в обозначении прибора используют обе буквы: *S* и *A*.

Предельные значения измеряемых величин, по которым осуществляется, например, включение, отключение, блокировка, сигнализация, допускается конкретизировать добавлением букв *H* и *L*. Эти буквы наносят справа от графического обозначения.


При необходимости конкретизации измеряемой величины справа от графического обозначения прибора допускается указывать наименование или символ этой величины.

Для обозначения величин, не предусмотренных данным стандартом, допускается использовать резервные буквы. Применение резервных букв должно быть расшифровано на схеме.

Подвод линий связи к прибору изображают в любой точке графического обозначения (сверху, снизу, сбоку). При необходимости указания направления передачи сигнала на линиях связи наносят стрелки.









Таблица 5

Примеры построения условных обозначений приборов и средств автоматизации


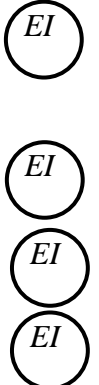
Обозначение	Наименование
1	2
	<p>Первичный измерительный преобразователь (чувствительный элемент) для измерения температуры, установленный по месту.</p> <p>Например: преобразователь термоэлектрический (термопара), термопреобразователь сопротивления, термобаллон манометрического термометра, датчик пирометра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

1	2
	<p>Прибор для измерения температуры показывающий, установленный по месту.  Например: термометр ртутный, термометр манометрический и т. п.</p>
	<p>Прибор для измерения температуры показывающий, установленный на щите.  Например: милливольтметр, логометр, потенциометр, мост автоматический и т. п.</p>
	<p>Прибор для измерения температуры бесшкальный с дистанционной передачей показаний, установленный по месту.  Например: термометр манометрический (или любой другой датчик температуры) бесшкальный с пневмо – или электропередачей.</p>
	<p>Прибор для измерения температуры одноточечный, регистрирующий, установленный на щите.  Например: самопишущий милливольтметр, логометр, потенциометр, мост автоматический и т. п.</p>
	<p>Прибор для измерения температуры с автоматическим обегаяющим устройством, регистрирующий, установленный на щите.  Например: многоточечный самопишущий потенциометр, мост автоматический и т. п.</p>
	<p>Прибор для измерения температуры регистрирующий, регулирующий, установленный на щите.  Например: любой самопишущий регулятор температуры (термометр манометрический, милливольтметр, логометр, потенциометр, мост автоматический и т. п.).</p>
	<p>Регулятор температуры бесшкальный, установленный по месту.  Например: дилатометрический регулятор температуры.</p>
	<p>Комплект для измерения температуры регистрирующий, регулирующий, снабженный станцией управления, установленный на щите.  Например: вторичный прибор и регулирующий блок системы «Старт».</p>
	<p>Прибор для измерения температуры бесшкальный с контактным устройством, установленный по месту.  Например: реле температурное.</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, напорометр, 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>

\* Надписи, расшифровывающие конкретную измеряемую электрическую величину, располагаются либо рядом с прибором, либо в виде таблицы на поле чертежа.

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 рН-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 <math>\alpha</math>- и <math>\beta</math>-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 бесшкальный, 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>

#### 1.2.4. Правила выполнения рабочей документации автоматизации технологических процессов

Стандарты [2,3] устанавливают два метода построения условных обозначений:

- а) развернутый;
- б) упрощенный.

При развернутом методе построения каждый прибор или блок, входящий в единый измерительный, регулирующий или управляющий комплект средств автоматизации, указывают отдельным условным обозначением

При упрощенном методе построения приборы и средства автоматизации, осуществляющие сложные функции, например, контроль, регулирование, сигнализацию и выполненные в виде отдельных блоков изображают одним условным обозначением. При этом первичные измерительные преобразователи и всю вспомогательную аппаратуру не изображают.

##### 1.2.4.1. Развернутый метод выполнения схем автоматизации

Технологическое оборудование изображают в верхней части схемы.

Приборы, встраиваемые в технологические коммуникации, показывают в разрыве линии изображения коммуникаций в соответствии с рис. 4, устанавливаемые на технологическом оборудовании (с помощью закладных устройств) показывают рядом – в соответствии с рис.5.



Рис. 4. Диафрагма расходомера переменного перепада

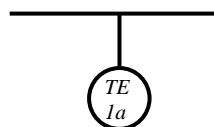


Рис. 5. Термометр сопротивления

Остальные технические средства автоматизации показывают условными графическими обозначениями в прямоугольниках, расположенных в нижней части схемы. Каждому прямоугольнику присваивают заголовки, соответствующие показанным в них техническим средствам.

Первым располагают прямоугольник, в котором показаны внешние приборы, конструктивно не связанные с технологическим оборудованием, с заголовком «Приборы местные», ниже – прямоугольники, в которых показаны щиты и пульты, а также комплексы технических средств (при необходимости).

На схеме автоматизации буквенно-цифровые обозначения приборов указывают в нижней части окружности (овала) или с правой стороны от него, обозначения электроаппаратов – справа от их условного графического обозначения.

При этом обозначения технических средств присваивают по спецификации оборудования и составляют из цифрового обозначения соответствующего контура и буквенного обозначения (прописными буквами русского алфавита) каждого элемента, входящего в контур (в зависимости от последовательности прохождения сигнала). Пример выполнения обозначений показан на рис.6.

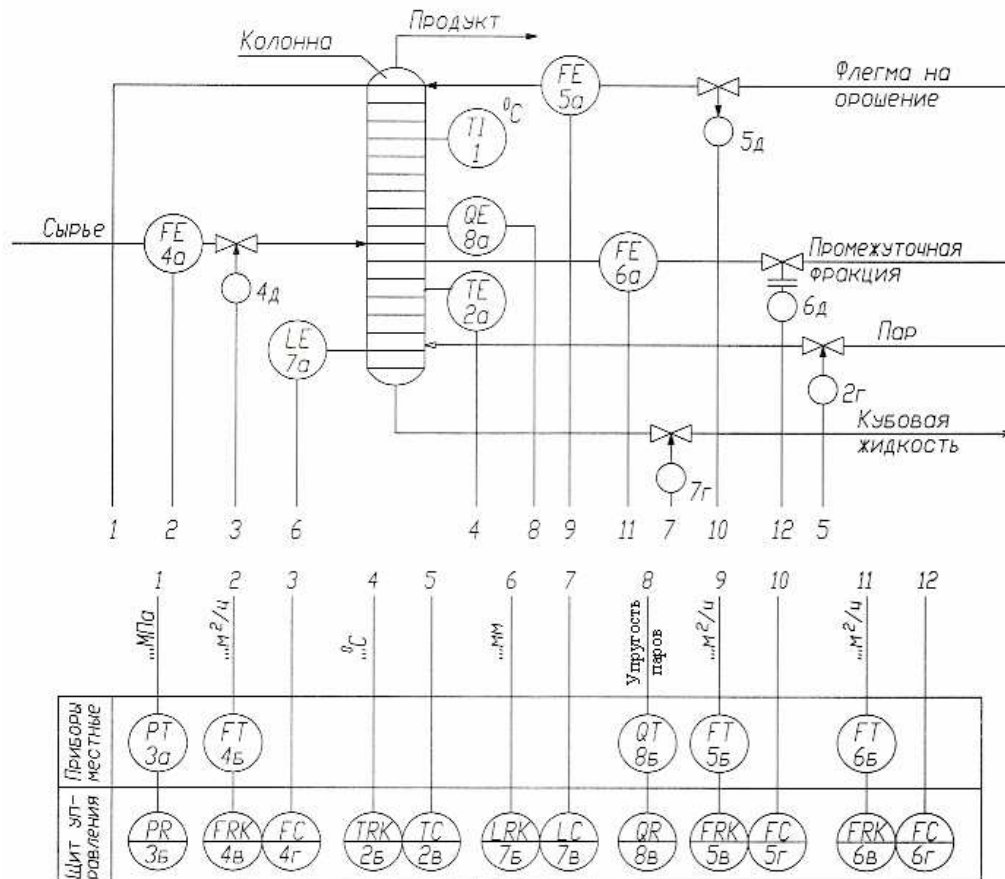


Рис.6. Пример выполнения схемы автоматизации развернутым способом

На рис. 6 контур 1 состоит из одного прибора, контур 2 – из четырех элементов (2а, 2б, 2в, 2г), контур 4 – из пяти (4а, 4б, 4в, 4г, 4д).

Электроаппараты, входящие в систему автоматизации (звонки, сирены, сигнальные лампы, табло, электродвигатели и др.) показывают на схеме графическими условными обозначениями по ГОСТ 2.722, ГОСТ 2.732, ГОСТ 2.741 и присваивают им буквенно-цифровые обозначения по ГОСТ 2.710.

Линии связи допускается изображать с разрывом при большой протяженности и/или при сложном их расположении. Места разрывов линий связи нумеруют арабскими цифрами в порядке их расположения.

Допускается пересечение линий связи с изображениями технологического оборудования. Пересечение линий связи с обозначениями приборов не допускается.

На линиях связи указывают предельные (максимальные или минимальные) рабочие значения измеряемых (регулируемых) величин по ГОСТ 8.417 или в единицах шкалы выбираемого прибора. Для обозначения разрежения (вакуума) ставят «минус». Для приборов, встраиваемых непосредственно в технологическое оборудование и не имеющих линий связи с другими приборами, предельные значения величин указывают рядом с обозначением приборов (смотрите позицию 1 на рис.6).

Изучите и расшифруйте все символы рис.6 «Пример выполнения схемы автоматизации развернутым способом».

#### 1.2.4.2. Упрощенный метод выполнения схем автоматизации

При упрощенном методе выполнения схем автоматизации контуры контроля и управления, а также одиночные приборы наносят рядом с изображением технологического оборудования и коммуникаций (или в их разрыве) по рисункам 4 и 5.

В нижней части схемы рекомендуется приводить таблицу контуров в соответствии с рис.7.

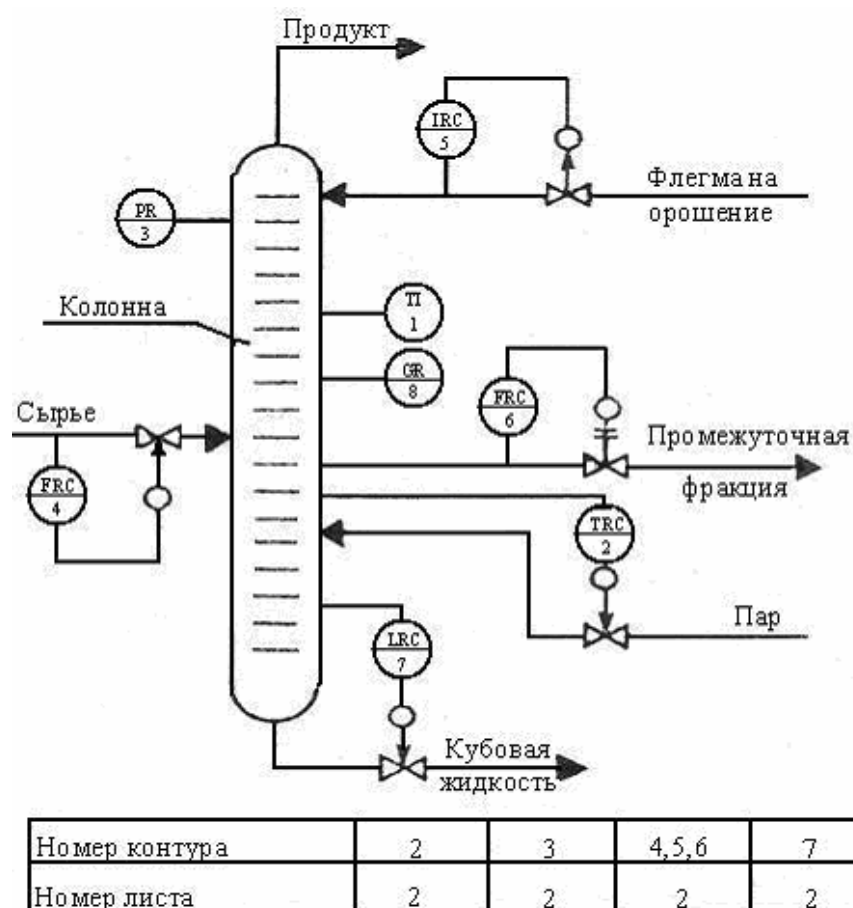


Рис.7. Пример выполнения схемы автоматизации упрощенным методом

В таблице контуров указывают номера контуров и номер листа основного комплекта (пояснительной записки курсового, дипломного проекта), на котором приведен состав каждого контура.

Контур (независимо от количества входящих в него элементов) изображают в виде окружности (овала), разделенного горизонтальной чертой. В верхнюю часть окружности записывают буквенное обозначение, определяющее измеряемый (регулируемый) параметр и функции, выполняемые данным контуром, в нижнюю – номер контура. Для контуров систем автоматического регулирования, кроме того, на схеме изображают исполнительные механизмы, регулирующие органы и линии связи, соединяющие контуры с исполнительными механизмами.

Предельные рабочие значения измеряемых (регулируемых) величин указывают рядом с графическими обозначениями контуров или в дополнительной графе таблицы контуров.

Состав каждого контура должен быть приведен на принципиальной (электрической, пневматической) схеме контроля, регулирования и управления.

Когда на схемах автоматизации сложно привести полный состав элементов контура, разрабатывают структурную схему контура, пример выполнения которой приведен на рис. 8.

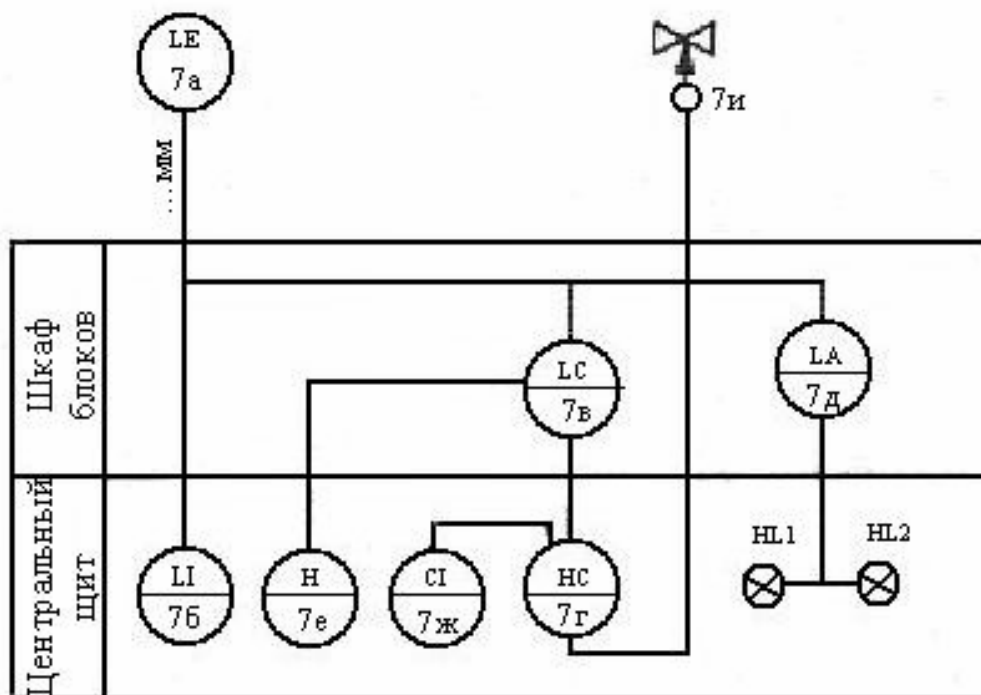


Рис.8. Пример структурной схемы контура

Сравните рисунки 6 и 7. Обратите внимание, за счет сокращения каких элементов в каждом контуре возможно применение упрощенного метода выполнения схемы.

Для приобретения практических навыков чтения и расшифровки условных изображений приборов и средств автоматизации на технологических схемах процессов составлены задания раздела 2.

Подготовиться к выполнению требований дипломного проектирования помогут задания разделов 3, 4, цель которых научить изображать на технологических схемах функциональные схемы контроля и управления параметрами процесса в соответствии со стандартами России.

Самостоятельная работа над методическим пособием подтверждается письменным выполнением индивидуальных заданий разделов 2, 3, 4.

## **Раздел 2. Чтение функциональных схем автоматизации**

### **2.1. Методические указания**

Для выполнения заданий этого раздела Вам потребуется усвоение материала раздела 1 и приложение 1 «Функциональные схемы контуров систем автоматического управления. Рабочая тетрадь».

Работу над заданиями раздела начните с расшифровки каждого графического и буквенного символа указанного в Вашем задании контура «Рабочей тетради». Внимательно вникнув в смысл символов, опишите задачу, которую решает контур. Для облегчения понимания сути все контуры раздела 2 выполнены развернутым способом. Опишите, какими из известных Вам устройств контроля и управления может быть реализована изображенная схема.

Пример описания контура 7 приложения 1 «Рабочая тетрадь».

На схеме изображено регулирование в аппарате температуры  $310^{\circ}\text{C}$  изменением подачи теплоносителя клапаном нормально-закрытым, открывающим клапан при подаче сигнала. Температура измеряется термоэлектрическим преобразователем (поз. 7а), термопарой хромель-копелевой. Далее сигнал поступает на местный щит к измерительному преобразователю (7б) для преобразования сигнала термопары в выходной стандартный сигнал (0-5 мА). Сигнал с преобразователя поступает к электрическому регулятору с задатчиком (7в). Эту задачу может решить устройство регулирующее для формирования П-, ПИ- законов регулирования РП4-У-М1 (ОАО «Завод электроники и механики» г. Чебоксары). С регулятора выходной дискретный сигнал через магнитный пускатель (7е) поступает к исполнительному электрическому механизму, с клапаном запорно-регулирующим (7ж), с блоком сигнализации крайних положений и концевыми выключателями (7з). Для управления температурой в случае аварийного выхода регулятора (7в) из строя предусмотрен на щите оператора блок ручного управления типа БРУ-32 (7г) того же предприятия. Для за-



писи и показания температуры на щите установлен потенциометр (7д) типа А 100 («Метран» г. Челябинск).

Выбрать конкретные промышленные устройства контроля и управления, которыми может быть реализована каждая позиция контура задания, Вы сможете, изучив современную номенклатуру приборов и средств автоматизации по каталогам заводов-изготовителей, адреса которых в сети «Интернет» приводятся ниже:

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

## 2.2.Задания

Задание 1. Опишите работу контура 4, состоящего из устройств 4а, 4б, 4в, 4г, 4д рис.6 на стр21. Укажите способ измерения расхода. Объясните, как будет осуществляться регулирование в случае аварийного выхода регулятора из строя.

Задание 2. Опишите работу контура 7, состоящего из устройств 7а, 7б, 7в, 7г, рис.6 на стр.21. Укажите способ измерения уровня. Объясните, как будет осуществляться регулирование в случае аварийного выхода регулятора из строя.

Задание 3. Объясните, каким методом измеряется температура в контуре 1 (Приложение 1. «Рабочая тетрадь»). Опишите назначение позиций контура 1а, 1б, 1в, HL1,HL2 и задачу, выполняемую контуром.

Задание 4. Возможно ли реализовать схему контура 2 (Приложение 1. «Рабочая тетрадь») манометрическим термометром с пневматическим регулирующим устройством? Опишите назначение каждой позиции контура 2а, 2б, 2в и их совместную работу.

Задание 5. На каком принципе измеряется температура в контуре 3 (Приложение 1. «Рабочая тетрадь») и почему два условных изображения обозначены одной и той же позицией 3а? Опишите назначение и совместную работу позиций контура 3а, 3б, 3в, 3г.

Задание 6. что можно подразумевать под позицией 4а контура 4 (Приложение 1. «Рабочая тетрадь»), состоящего из позиций 4а, 4б, HL1, HA1? Укажите конкретные типы измерительных приборов, которые рационально применить в контуре. Опишите работу контура.

Задание 7. Соответствует ли изображение измерительного преобразователя и регулятора в контуре 5 (Приложение 1. «Рабочая тетрадь») термопреобразователю сопротивления медному гр. 50М и прибору ДИСК-250 с ПИ-регулятором гр. 50М (выпускается ПГ «Метран»)? Опишите назначение и совместную работу позиций 5а, 5б, 5в. Как будет регулироваться температура в случае аварийного выхода регулятора из строя? Изменится ли изображение контура, если в качестве измерительного преобразователя применить термоэлектрический преобразователь ТХК(L) Метран-202? Возможно ли применение ДИСК-250 с ТХК(L)?

Задание 8. Микропроцессорный регулятор модификации «Минитерм 300.31» Московского завода тепловой автоматики (ОАО МЗТА) выполняет ПИД-, ПИ-, ПД-, П-законы регулирования. Предусмотрена возможность формирования программного задания в функции времени, логическое управление программным задатчиком (стоп, пуск, сброс). Выходной сигнал регулятора – импульсный. Для записи параметра предусмотрен дополнительный аналоговый сигнал 4-20мА. В комплект регулятора входит устройство, обеспечивающее компенсацию термоэлектродвижущей силы (ТЭДС) холодных спаев.

Дополнительные функции регулятора: указание регулируемой величины на цифровом табло; установка и изменение задания; сигнализация верхнего и нижнего предельных отклонений регулируемого параметра от заданного значения (лампы

встроены в регулятор). Какой позицией обозначен в контуре 6 (Приложение 1. «Рабочая тетрадь») «Минитерм»? Назовите, что следует понимать под позицией 6а; укажите конкретное устройство, соответствующее указанной температуре. Какой сигнал подается к позиции 6в? Укажите назначение и тип устройства. Возможно ли применение клапана с пневмоприводом в контуре? Опишите совместную работу позиций 6а, 6б, 6в, 6г, 6д.

Задание 9. Опишите работу контура 8 (Приложение 1. «Рабочая тетрадь»), состоящего из позиций 8а (3шт.) и 8б. Что можно конкретно подразумевать под этими условными обозначениями? На каком принципе работают названные Вами устройства? Выбор конкретных устройств обоснуйте.

Задание 10. Назовите устройства контура 9 (Приложение 1. «Рабочая тетрадь»), состоящего из позиций 9а, 9б, 9в. Укажите функции каждой позиции в контуре регулирования. Объясните, как будет осуществляться регулирование автоматически и вручную.

Задание 11. Контур 10 (Приложение 1. «Рабочая тетрадь») составлен для применения регулятора приборного типа с пневматическим ПИ-регулирующим устройством Казанского завода «Теплоконтроль». Контур состоит из позиций 10а, 10б, 10в. Опишите, что следует понимать под каждой позицией, функции позиции в контуре. Опишите работу контура. Что предусмотрено для поддержания параметра вручную в аварийной ситуации выхода ПИ-регулятора из строя?

Задание 12. В контуре 11 (Приложение 1. «Рабочая тетрадь») применен регулятор РП4-У-М1 Чебоксарского ОАО «Завод электроники и механики» ПО «Промприбор». Устройство формирует П-, ПИ- законы регулирования. Входные сигналы 0-5 мА аналоговые; аналоговый выход задатчика 0-5 мА. Выходной сигнал – дискретный. Какой конкретный прибор следует понимать под позицией 11а (укажите его пределы измерения, выходной сигнал)? Возможно ли применение в качестве регулирующего органа клапана с пневмоприводом? Опишите назначение каждой позиции в контуре 11а, 11б, 11в, 11г, 11д, 11е и их совместную работу. Как управлять контуром в случае аварийного выхода регулятора из строя? Выполнить задание поможет пример с описанием контура 7 (см. раздел 2.1.).

Задание 13. Во взрывоопасном помещении давление измеряется преобразователем избыточного давления 13ДИЗО Казанского завода «Теплоконтроль» с выходным сигналом 0,02-0,1МПа при давлении питания 0,14МПа, что соответствует позиции 12а контура 12 (Приложение 1. «Рабочая тетрадь»). Опишите назначение позиций 12б, 12в, 12г, их функции и совместную работу в контуре 12. Возможно ли поддерживать давление вручную в аварийной ситуации?

Задание 14. Давление во взрывоопасном помещении измеряется микропроцессорным датчиком Метран-43 Ех с индикаторным устройством и выходным сигналом 4-20мА, выпускаемым ПГ «Метран» г. Челябинск. Искробезопасность электрических цепей датчика в системах контроля и управления обеспечивает барьер искрозащиты датчиков РИФ-А1, а искробезопасность цепей электропневмопозиционера на пневматическом исполнительном механизме – барьер РИФ-А4. Барьеры выпускаются ПГ «Метран».

Опишите работу контура 13 (Приложение 1.«Рабочая тетрадь»). Что следует понимать под позициями 13а, 13б, 13в? Какие функции выполняет микропроцессорный контроллер? Возможно ли применение в контуре клапана с мембранным пневмоприводом и электропневмопозиционером (ЭПП)?

Задание 15. Расход газа в трубопроводе измеряется расходомером Метран-350-М (позиция 14а приложения 1 «Рабочая тетрадь»), выпускаемым ПГ «Метран» г. Челябинск. Для вычисления объёмного расхода и суммарного объёма газа, приведённого к нормальным условиям, предусмотрено измерение статического давления (избыточного или абсолютного) и температуры среды термопреобразователем сопротивления типа Pt100. Выходной сигнал 4-20мА. Датчик имеет жидкокристаллический индикатор.

Опишите работу и назначение контура 14, состоящего из позиций 14а и 14б. Возможно ли подключение позиции 14а к программируемому контроллеру?

Задание 16. Внимательно прочтите описание работы контура 7, приведенного в примере раздела 2.1. Опишите назначение позиций 15а, 15б, 15в, 15г, 15д, 15е, 15ж контура 15 (Приложение 1.«Рабочая тетрадь»). Каким методом измеряется расход вещества в трубопроводе? Как работает контур? Назовите, какими конкретными устройствами можно реализовать позиции 15а, 15б.

Задание 17. В контуре 16 (Приложение 1.«Рабочая тетрадь») для регулирования параметра применен прибор КСД-250 ПГ «Метран» г. Челябинск. Входные сигналы прибора -10...0...10 мГн. Выходной 4-20 мА. Модификация прибора позволяет осуществлять ПИ-пневматическое регулирование.

Каким методом измеряется расход в контуре? Что собой представляет позиция 16а? Опишите совместную работу позиций 16а, 16б, 16в.

Задание 18. Расход газа в трубопроводе измеряется расходомером Метран-350-М (позиция 17а приложения 1 «Рабочая тетрадь»), выпускаемым ПГ «Метран» г. Челябинск. Характеристику расходомера прочтите в условиях задания 15. Условия работы взрывоопасные, требуются барьеры искрозащиты (описаны в задании 14). Объясните назначение позиций 17а, 17б, 17в, 17г контура, их совместную работу и функции контроллера.

Задание 19. Опишите функции контура 18 (Приложение 1.«Рабочая тетрадь»). На каком принципе работает устройство позиции 18а, если известно, что это расходомер кориолисовый Метран-360 ПГ «Метран» г. Челябинск? Взрывоопасны или взрывобезопасны условия, в которых работает контур 18? Для чего предназначена позиция 18б?

Задание 20. Датчик – реле уровня РОС-102 (АООТ «Теплоприбор» г.Рязань) предназначен для контроля двух независимых предельных уровней электропроводных и неэлектропроводных жидкостей, твердых (кускообразных) сред, зерна и продуктов его размола, сжиженных газов, а также раздела сред: вода – светлые нефтепродукты; сжиженные углеводородные газы – вода и другие жидкости с резкоотличающимися диэлектрическими проницаемостями. Комплект РОС-102 состоит из двух первичных преобразователей (ПП) и передающего преобразователя (ППР), обеспеченного световой индикацией. Выходной сигнал релейный. Возможно ли реализовать контур 19 (Приложение 1. «Рабочая тетрадь») РОС-102?

Опишите функции каждого элемента контура 19, их назначение, принцип работы устройства. Объясните, какую задачу решает контур.

Задание 21. В контуре 20 (Приложение 1. «Рабочая тетрадь») преобразователем является датчик гидростатического давления Метран-100-ДГ, код модели МП, с выходным сигналом 0-5 мА. Измерительный преобразователь работает в комплекте с уравнительным сосудом СУ (ПГ «Метран» г. Челябинск). Регулятор электрический типа РП4-У-М. Прочтите описание работы контура 7 примера раздела 2.1, объясните принцип измерения уровня и работу контура 20 в целом, указав предварительно назначение и роль всех элементов в контуре.

Задание 22. Опишите назначение всех элементов контура 21 (Приложение 1. «Рабочая тетрадь») и задачу, выполняемую контуром. Для работы в каких условиях предназначен контур (см. задание 14)? Возможно ли применение в контуре буйкового измерительного преобразователя уровня САПФИР-22ДУ-Ех ОАО «Теплоприбор» г. Рязань с выходным сигналом 4-20мА?

Задание 23. Для измерения вязкости широкого класса жидкостей АООТ «Автоматика» г. Воронеж выпускает автоматический, непрерывно действующий, стационарный, одноточечный, показывающий вискозиметр типа ВВН-8 с выходным электрическим сигналом 0-5 мА. Вискозиметр состоит из измерительного преобразователя ПИ-72, устанавливаемого на байпасной линии технологического трубопровода, и электронного блока БЭ-63, устанавливаемого на щите в операторной.

Опишите назначения всех элементов контура 22 (Приложение 1.«Рабочая тетрадь») и задачу, выполняемую контуром.

Задание 24. Содержание одного из компонентов газовой смеси определяется промышленным хроматографом GCX фирмы «Emerson». Выходной сигнал хромато-

графа 4-20мА. Опишите принцип работы позиций 23а, 23б (Приложение 1.«Рабочая тетрадь») и назначение контура 23. Представляют ли опасность условия работы контура?

Задание 25. Анализатор рН модели 1054Р фирмы «Emerson» имеет цифровой дисплей, двухуровневую сигнализацию, контроль температуры. Выходной сигнал 4-20мА. Опишите назначение всех элементов контура 24 (Приложение 1. «Рабочая тетрадь») поз.24а, 24б, 24в, 24г, принцип работы комплекта рН-анализатора и функции контура 24 в целом, укажите условия работы контура. Может ли задача контура быть реализованной анализатором рН модели 1054Р?

Задание 26. Опишите назначение позиций 25а, 25б, 25в, 25г контура 25 (Приложение 1. «Рабочая тетрадь»). Какими конкретными устройствами может быть реализована функциональная схема 25? Объясните принцип работы поз.25а. Какой выходной сигнал у устройства поз.25а и в каких пределах он изменяется?

Задание 27. Плотность жидкости в контуре 26 (Приложение 1. «Рабочая тетрадь») измеряется плотномером ПАЖ-303 (АООТ «Автоматика» г. Воронеж). Выходной сигнал плотномера 0,02-0,1МПа. Объясните назначение позиций 26а, 26б, 26в, 26г контура и функции, которые он выполняет. Как управлять плотностью при аварийном выходе регулятора из строя?

Задание 28. Для автоматизации процессов горения ОАО «Московский завод тепловой автоматики» (МЗТА) выпускает микропроцессорный регулятор соотношения «топливо-воздух» модели МИНИТЕРМ 400.00.03. Входные сигналы регулятора 4-20мА. Выходной сигнал импульсный. Зная тип регулятора в контуре 27, опишите назначение позиций 27а, 27б, 27в, 27г, 27д, 27е, 27ж функциональной схемы (Приложение 1. «Рабочая тетрадь»).

Какую задачу решает контур? На каком принципе работают позиции 27а, 27б, 27в, 27г? Какими серийными устройствами может быть реализован контур?

Задание 29. Рассмотрите позиции контура 21 (Приложение 1. «Рабочая тетрадь»), уясните назначение и функции контура. Возможно ли применение в схеме в качестве поз.21а радарного (радиолокационного) датчика фирмы VEGA типа VEGA PULS серии 40? Среда жидкая, способ измерения бесконтактный, датчик взрывозащищенный, выходной сигнал датчика 4-20мА. Ответ обоснуйте.

Задание 30. Внимательно прочтите пример описания работы контура 7 (Приложение 1. «Рабочая тетрадь»). Если для измерения температуры применить интеллектуальный преобразователь температуры Метран-281 с выходным сигналом 4-20мА (ПП «Метран» г.Челябинск) и программируемый контроллер, какие позиции контура будут исключены и почему?

## Раздел 3. Составление локальных контуров функциональных схем автоматизации

### 3.1. Методические указания

Освоив материал двух предыдущих разделов, Вы сможете считать себя подготовленным к выполнению более сложных задач – составлению схем автоматизации.

Задания раздела базируются на конкретных серийно выпускаемых средствах автоматизации и учат составлению функциональных схем локальных контуров различных параметров технологического процесса: температуры, уровня, расхода, качества и т.д.

Усвойте требования к выполнению функциональных схем автоматизации двумя способами:

- развернутым;
- упрощенным, который может быть рекомендован для студентов всех технологических специальностей.

Приступая к выполнению заданий раздела, определите какой параметр и какими средствами Вы будете измерять и регулировать, о чем и как следует сигнализировать. Обратите внимание на функциональные признаки устройств комплекта, отберите те из них, которые используются в данном контуре. Продумайте вопрос пожаро- и взрывозащиты средств контроля и автоматического регулирования, если технология процесса потенциально опасна. Уясните места расположения устройств комплекта. Проследите передачу сигналов по контуру от измерительного преобразователя (сенсора, датчика) до привода регулирующего органа; убедитесь в том, что все входные и выходные сигналы элементов контура согласованы между собой и являются стандартными.

Работу начните с изображения условной технологической схемы задания. Внизу схемы предусмотрите поля для размещения приборов и средств автоматизации (см. приложение 1 «Рабочая тетрадь»).

Выполнение схемы в развернутом варианте позволит Вам продумать все особенности контура (см. рис.6).

Работа над заданием должна закончиться выполнением функциональной схемы в упрощенном варианте (см. рис.7).

### 3.2. Задания

Задание 1. Температура на выходе теплообменника типа «труба в трубе» +70°C контролируется термобаллоном манометрического термометра и регулируется изменением подачи греющего агента клапаном с пневмоприводом.

Для регулирования температуры выбран самопишущий манометрический термометр с пневматическим регулирующим устройством типа ТГ-711РМ ПО «Теплоконтроль» (Казань) с техническими характеристиками:

пределы измерения 0-100°C,  
длина соединительного капилляра 16м,  
длина погружения термобаллона 160мм,  
класс точности 1,  
рабочий диапазон выходных пневматических сигналов 0,02-0,1МПа,  
пределы допускаемой основной погрешности регулирующего устройства ±1%,  
расстояние передачи пневматических сигналов не более 300м,  
зона пропорциональности регулирующего устройства 5-250%,  
время изодрома от 3 до 6 · 10<sup>3</sup>с.

Условия работы теплообменника безопасны. В аварийной ситуации клапан должен быть закрыт.

Изобразите схему автоматизации поддержания постоянства температуры в теплообменнике в двух вариантах:

- а) развернутым способом;
- б) упрощенным способом.

Задание 2. Температура на выходе теплообменника типа «труба в трубе» +85°C контролируется термоэлектрическим преобразователем ТХК Метран-202(НСХ-L) Челябинской группы предприятий «Метран» с длиной погружной (монтажной) части 80 мм с одним чувствительным элементом. Термоэлектрический преобразователь подключен к показывающему прибору ДИСК-250 («Метран»), установленному на щите оператора. Технические характеристики ДИСК-250:

пределы измерения 0-150°C;  
основная погрешность в % от нормирующего значения, не более:  
±0,5 по показаниям и преобразованию,  
±1,0 по регистрации, регулированию и сигнализации;  
пропорционально-интегральное (ПИ-) регулирующее устройство с выходным пневматическим сигналом 0,02-0,1МПа;  
два двухпозиционных устройства сигнализации с релейным выходом для включения и выключения сигнальных ламп. Параметры сигнализации можно устанавливать от 0 до 100% шкалы.

Температура регулируется изменением подачи греющего пара клапаном с пневмоприводом. В аварийной ситуации клапан должен быть закрыт.

Сигнальные лампы оповещают о снижении температуры до 70°C (зеленая) и увеличении свыше 100°C (красная).

Изобразите схему автоматизации поддержания постоянства температуры в теплообменнике в двух вариантах:

- а) развернутым способом;
- б) упрощенным способом.



Задание 3. Управление процессом в реакторе «с рубашкой» осуществляется устройством программного управления TREI-5B (контроллером). Функции контроллера:

воспринимает электрические аналоговые, дискретные и частотно-импульсные сигналы первичных преобразователей;  
измеряет и нормирует принятые сигналы;  
выполняет программную обработку сигналов с первичных преобразователей и формирует аналоговые и дискретные управляющие сигналы;  
отображает информацию на экране монитора.

Температура в реакторе измеряется интеллектуальным термопреобразователем сопротивления типа Метран-286 и поддерживается на значении 127°C клапаном с пневмоприводом, установленным на подаче пара в рубашку.

В аварийной ситуации клапан должен быть закрыт.

Сигнал первичного преобразователя температуры преобразуется в унифицированный выходной сигнал постоянного тока 4-20мА. Термопреобразователь Метран-286 обеспечивает детектирование обрыва или короткого замыкания первичного преобразователя. Сигнал с контроллера на клапан подается через позиционер электропневматический ЭПП Саранского приборостроительного завода. Позиционер не имеет самостоятельного применения, является комплектующим изделием для исполнительных механизмов и предназначается для повышения быстродействия мембранного привода. Диапазон изменения входного сигнала позиционера 4-20мА. Давление воздуха питания 400кПа.

Изобразите схему управления постоянством поддержания температуры в реакторе в двух вариантах:

- а) развернутым способом;
- б) упрощенным способом.

Задание 4. Давление пара легколетучего растворителя в реакторе 0,6МПа регулируется сбросом пара через клапан с мембранным пневмоприводом. В аварийной ситуации клапан должен быть открыт. Для измерения давления применен малогабаритный датчик избыточного давления взрывозащищенный типа Метран 55-Ех-ДИ с техническими характеристиками:

пределы измерения 0-1,0МПа,  
пределы допускаемой основной погрешности  $\pm 0,25\%$ ,  
выходной сигнал 4-20мА.

Через барьер искрозащиты РИФ-А1 датчик давления подключен к устройству программного управления TREI-5B (контроллеру).

Барьер РИФ обеспечивает искробезопасность электрических цепей датчика давления, используемого во взрыво- и пожароопасном технологическом процессе. Функции контроллера:

воспринимает электрические аналоговые, дискретные и частотно-импульсные сигналы первичных преобразователей;

измеряет и нормирует принятые сигналы;

выполняет программную обработку сигналов с первичных преобразователей и формирует аналоговые и дискретные управляющие сигналы; отображает информацию на экране монитора.

Сигнал с контроллера на клапан подается через барьер искрозащиты РИФ-А4, предназначенный для обеспечения искробезопасности цепей электропневмопозиционера ЭПП-Ех (Саранского приборостроительного завода) во взрывозащищенном исполнении.

Позиционер не имеет самостоятельного применения, является комплектующим изделием для исполнительных механизмов, предназначается для повышения быстродействия мембранного привода клапана. Диапазон изменения входного сигнала позиционера 4-20мА; давление воздуха питания 400кПа.

Изобразите схему управления постоянством поддержания давления в реакторе в двух вариантах:

- а) развернутым способом;
- б) упрощенным способом.

Задание 5. В трубопроводе необходимо редуцировать давление азота с 1,0МПа до 0,8МПа.

Давление измеряется интеллектуальным датчиком избыточного давления Метран-100-ДИ с техническими характеристиками:

- пределы измерения 0-1,6МПа,
- основная погрешность измерения  $\pm 0,1\%$  от диапазона,
- выходной сигнал 4-20мА.

Сигнал с выхода датчика поступает на показывающий и регистрирующий прибор ДИСК-250 модификации, обеспечивающей пропорционально-интегральное пневматическое регулирование с выходным сигналом 0,02-0,1МПа. Прибор установлен на щите в операторной.

Регулирующий клапан с мембранным пневмоприводом находится на трубопроводе азота и при аварийных условиях должен быть закрыт.

Изобразите схему управления давлением азота в трубопроводе в двух вариантах:

- а) развернутым способом;
- б) упрощенным способом.

Задание 6. Разрежение в аппарате должно находиться в пределах от 0,04МПа до 0,02МПа. При увеличении разрежения свыше указанного предела включается сигнальная лампа зеленого цвета и отключается вакуум-насос, при уменьшении разрежения – включается сигнальная лампа красного цвета и вакуум-насос включается. Разрежение измеряется малогабаритным датчиком давления Метран-55-ДВ с техническими характеристиками:

пределы измерения 0-0,06МПа,

пределы допускаемой основной погрешности  $\pm 0,5\%$ ,  
выходной сигнал 4-20мА.

Выходной сигнал датчика давления передается на щит оператора к прибору А100 промышленной группы «Метран». Прибор А100 обеспечивает измерение, регистрацию и сигнализацию заданных значений разрежения.

Изобразите схему сигнализации разрежения в аппарате и управление включением вакуум-насоса в двух вариантах:

- а) развернутым способом;
- б) упрощенным способом.

Задание 7. Уровень в открытой емкости измеряется интеллектуальным датчиком гидростатического давления (уровня) Метран-100-ДГ с техническими характеристиками:

пределы измерения 0-40кПа,  
пределы допускаемой основной погрешности  $\pm 0,5\%$ ,  
выходной сигнал 4-20мА.

Выходной сигнал датчика давления передается на щит оператора.

На дисплее цифрового индикатора, встроенного в корпус, текущее значение уровня измеряется в % от установленного диапазона измерения.

Сигнал с выхода датчика поступает на показывающий и регистрирующий прибор ДИСК-250 модификации, обеспечивающей пропорционально-интегральное пневматическое регулирование с выходным сигналом 0,02-0,1МПа.

Прибор установлен на щите операторной.

Регулирующий клапан с мембранным пневмоприводом находится на трубопроводе слива жидкости из емкости и при аварийных условиях должен быть открыт.

Изобразите схему управления уровнем в емкости в двух вариантах:

- а) развернутым способом;
- б) упрощенным способом.

Задание 8. Уровень жидкости в закрытом резервуаре измеряется интеллектуальным датчиком разности давлений Метран-100-ДД, «плюсовая» камера которого соединена с сосудом уравнительным СУ, установленном на максимальном значении уровня в аппарате. «Минусовая» камера датчика подсоединена непосредственно к емкости на высоте минимального уровня. Технические характеристики датчика давления:

пределы измерения 0-16кПа,  
пределы допускаемой основной погрешности  $\pm 0,5\%$ ,  
выходной сигнал 4-20мА.

На дисплее цифрового индикатора, встроенного в корпус, текущее значение уровня измеряется в % от установленного диапазона измерений, сигнал с выхода датчика подключен к устройству программного управления TREI-5B (кон-

троллеру). Функции контроллера:

- воспринимает электрические аналоговые, дискретные и частотно-импульсные сигналы первичных преобразователей;
- измеряет и нормирует принятые сигналы;
- выполняет программную обработку сигналов с первичных преобразователей и формирует аналоговые и дискретные управляющие сигналы;
- отображает информацию на экране монитора.

Сигнал с контроллера направляется к электропневмопозиционеру ЭПП Саранского приборостроительного завода. Позиционер не имеет самостоятельного применения, является комплектующим изделием для исполнительных механизмов и предназначается для повышения быстродействия мембранного привода клапана, установленного на трубопроводе подачи жидкости в емкость. Диапазон изменения входного сигнала позиционера 4-20мА. Давление воздуха питания 400кПа.

В аварийной ситуации клапан должен быть закрыт.

Изобразите схему управления постоянством поддержания уровня в емкости в двух вариантах:

- а) развернутым способом;
- б) упрощенным способом.

Задание 9. Расход пара в трубопроводе измеряется расходомером переменного перепада давления, состоящим из диафрагмы камерной (сужающего устройства) ДКС, установленной во фланцах трубопровода и датчика разности давлений Метран-100-ДД, который при помощи скобы и кронштейна смонтирован в обогреваемом шкафу (по месту). Давление «до» и «после» диафрагмы передается через конденсационные сосуды СК к датчику по импульсным трубкам. Цифровое значение сигнала датчика выводится на цифровой индикатор в %. Выходной сигнал изменяется по закону квадратного корня в пределах 4-20мА.

Сигнал с выхода датчика поступает на показывающий и регистрирующий прибор ДИСК-250 модификации, обеспечивающей пропорционально-интегральное пневматическое регулирование с выходным сигналом 0,02-0,1МПа. Прибор ДИСК-250 установлен на щите в операторной.

Регулирующий клапан с мембранным пневмоприводом находится на трубопроводе пара и при аварийных условиях должен быть закрыт.

Изобразите схему управления расходом пара в трубопроводе в двух вариантах:

- а) развернутым способом;
- б) упрощенным способом.

Задание 10. Коммерческий учет расхода воды на отделение контролируется преобразователем расхода вихреакустическим типа Метран-300ПР. Номинальный расход воды 60 м<sup>3</sup>/ч.

Преобразователь смонтирован между двумя фланцами трубопровода с Ду=80мм. Выходной сигнал преобразователя 4-20мА; ЖК-индикатор преобразователя отображает значение расхода, накопленный объем, время наработки. Приведенная погрешность измерения расхода по аналоговому сигналу  $\pm 1,5\%$ . Сигнал с преобразователя Метран-300ПР передается на устройство программного управления TREI-5B (контроллер).

Функции контроллера:

воспринимает электрические аналоговые, дискретные и частотно-импульсные сигналы первичных преобразователей;  
измеряет и нормирует принятые сигналы;  
выполняет программную обработку сигналов с первичных преобразователей и формирует аналоговые и дискретные управляющие сигналы;  
отображает информацию на экране монитора.

Сигнал с контроллера направляется к электропневмопозиционеру ЭПП Саранского приборостроительного завода. Позиционер не имеет самостоятельного применения, является комплектующим изделием для исполнительных механизмов и предназначается для повышения быстродействия мембранного привода клапана, установленного для регулирования расхода воды на трубопроводе подачи ее в отделение. Клапан нормально-открытого типа. Диапазон изменения входного сигнала позиционера 4-20мА. Давление воздуха питания 400кПа.

При снижении расхода воды ниже  $15\text{м}^3/\text{ч}$  контроллер обеспечивает включение звукового и светового сигнала.

Изобразите схему управления постоянством поддержания расхода воды на отделение и сигнализацию резкого падения этого расхода. Схему представьте в двух вариантах:

- а) развернутым способом;
- б) упрощенным способом.

Задание 11. Расход мазута измеряется расходомером кориолисовы Метран-360. Минимальный расход через трубопровод Ду=50мм составляет  $2500\text{ кг/ч}$ , максимальный  $43000\text{ кг/ч}$ . Температура измеряемой среды  $60^\circ\text{C}$ . Измерительный преобразователь и датчик расхода (сенсор) смонтированы на трубопроводе. Пределы основной относительной погрешности измерения массового расхода  $\pm 0,5\%$ . На жидкокристаллический индикатор измерительного преобразователя выводится:

текущее значение массового расхода,  
суммарная масса,  
плотность,  
размерность технических единиц.

Выходной сигнал – аналоговый 4-20мА.

Оптимальное значение расхода мазута  $35000\text{ кг/ч}$  поддерживается клапаном с мембранным пневмоприводом, установленным на трубопроводе мазута, в ава-

рийной ситуации подача мазута прекращается. Выходной сигнал с расходомера подается к показывающему и регистрирующему прибору ДИСК-250 модификации, имеющей пропорционально – интегральное пневматическое регулирующее устройство с выходом 0,02-0,1МПа. Прибор ДИСК-250 установлен на щите в помещении оператора, выходной сигнал с него поступает к клапану с мембранным приводом.

Изобразите схему автоматизации поддержания постоянства расхода мазута в двух вариантах:

- а) развернутым способом;
- б) упрощенным способом.

Задание 12. Подача раствора катализатора в реактор поддерживается постоянной и равной  $0,012\text{ м}^3/\text{ч}$  с погрешностью не более  $\pm 0,0006\text{ м}^3/\text{ч}$ . Для измерения расхода на трубопроводе с  $D_u=10$  мм установлен ротаметр электрический взрывозащищенный РЭВ-0,025ЖУЗ, выпускаемый ОАО «Арзамасский приборостроительный завод». Технические характеристики ротаметра:

- верхний предел измерения  $0,025\text{ м}^3/\text{ч}$ ,
- нижний предел – не более 20% от верхнего предела,
- погрешность измерения  $\pm 2,5\%$ ,
- выходной сигнал (-10)-0-(+10)мГн.

При увеличении расхода свыше  $0,014\text{ м}^3/\text{ч}$  и уменьшении до  $0,010\text{ м}^3/\text{ч}$  должна срабатывать световая сигнализация.

Выходной сигнал ротаметра подается на установленный в помещении оператора вторичный показывающий и регистрирующий прибор с двумя двухпозиционными устройствами сигнализации с релейным выходом. Тип прибора КСД-250, выпускает ПГ «Метран». Модификация прибора обеспечивает пропорционально - интегральное пневматическое регулирование. Выходной сигнал 0,02-0,1МПа воздействует на регулирующей клапан с мембранным пневмоприводом типа ПОУ-8М (производитель ПНФ «ЛГ автоматика» г. Москва), установленный на трубопроводе подачи катализатора в реактор.

Изобразите схему автоматизации поддержания постоянства расхода катализатора в реакторе в двух вариантах:

- а) развернутым способом;
- б) упрощенным способом.

Задание 13. Работа центрифуги контролируется по числу оборотов электропривода тахометром электронным типа ТЭ-Д (ОАО «Саранский приборостроительный завод»). Тахометр непрерывно дистанционно измеряет частоту вращения и представляет результат на пятиразрядном цифровом индикаторе.

Тахометр состоит из первичного преобразователя и показывающего прибора. Первичный преобразователь монтируется на электроприводе, показывающий прибор – на пульте оператора.

Длина линии связи между первичным преобразователем и показывающим прибором не более 100м. Технические характеристики тахометра:  
верхний предел измерения 10000 об/мин,  
класс точности 0,5,  
дискретность измерения 1 об/мин.

Комплект поставки:

преобразователь первичный ППЭ-Д1;  
прибор показывающий ТЭ-Д.

Центрифуга работает нормально при 1700 об/мин.

Изобразите схему автоматического контроля числа оборотов в двух вариантах:

- а) развернутым способом;
- б) упрощенным способом.

Задание 14. Вязкость в реакторе  $14\text{Па}\cdot\text{с}\cdot\text{кг}/\text{м}^3$  контролируется вискозиметром вибрационным низкочастотным ВВН-8-011 (АООТ «Автоматика» г. Воронеж).

Автоматический непрерывно действующий, стационарный, одноточечный, показывающий вискозиметр имеет взрывозащищенное исполнение.

Измерительный преобразователь вискозиметра установлен на байпасной линии слива готового продукта из реактора. Электронный блок, входящий в комплект вискозиметра, связан с измерительным преобразователем экранированным кабелем и установлен вне взрывоопасных помещений (местный щит).

Технические характеристики вискозиметра:

пределы измерения  $1-20\text{Па}\cdot\text{с}\cdot\text{кг}/\text{м}^3$ ,  
предел основной приведенной погрешности не более  $\pm 2,5\%$ ,  
выходной сигнал 0-5мА.

Сигнал с вискозиметра подключен к устройству программного управления TREI-5B (контролеру). Функции контроллера:

воспринимает электрические аналоговые, дискретные и частотно-импульсные сигналы первичных преобразователей;  
измеряет и нормирует принятые сигналы;  
выполняет программную обработку сигналов с первичных преобразователей и формирует аналоговые и дискретные управляющие сигналы;  
отображает информацию на экране монитора.

Сигнал с контроллера на клапан подается через барьер искрозащиты РИФ-А4 (АОЗТ «Метран»), предназначенный для обеспечения искробезопасности цепей электропневмопозиционера ЭПП-Ех (Саранского приборостроительного завода) во взрывозащищенном исполнении. Позиционер не имеет самостоятельного применения, является комплектующим изделием для исполнительных механизмов и предназначается для повышения быстродействия мембранного привода клапана. Диапазон изменения входного сигнала позиционера 4-20мА. Давление воздуха питания 400кПа.

Клапан с мембранным приводом установлен на трубопроводе подачи жидкого

растворителя в реактор, в аварийной ситуации должен быть закрыт.

Изобразите схему управления постоянством поддержания вязкости продукта в реакторе в двух вариантах:

- а) развернутым способом;
- б) упрощенным способом.

Задание 15. В смесителе готовится нитрующая смесь, плотность которой  $1265 \text{ кг/м}^3$  регулируется клапаном с мембранным пневмоприводом, установленным на трубопроводе подачи в смеситель серной кислоты. Для контроля плотности смеси кислот на байпасной линии трубопровода слива готового продукта из аппарата установлен промышленный поплавковый плотномер жидкости ПАЖ-303 (АООТ «Автоматика» г. Воронеж).

Технические характеристики плотномера бесшкального с температурной компенсацией:

пределы измерения плотности  $\rho$ ,  $\text{кг/м}^3$ : от 1260 до  $1270 \text{ кг/м}^3$ ,  
основная погрешность 0,2% от верхнего предела измерения,  
выходной пневматический сигнал 0,02-1,0 МПа,  
температура контролируемой жидкости  $(80 \pm 5)^\circ\text{C}$ .

Выходной сигнал плотномера поступает одновременно к станции управления пневматической ФК0071 и пропорционально-интегральному пневматическому регулятору ФР0091 (устройства выпускает АОЗТ «Тизприбор» г. Москва).

Технические характеристики ФК0071:

шкала 0-100% равномерная,  
класс точности 1,  
давление питания  $(0,140 \pm 0,014) \text{ МПа}$ ,  
выходной сигнал  $(0,02-0,1) \text{ МПа}$ .

Функции станции ФК0071:

производит запись и показание параметра;  
имеет задатчик и показывает величину задания;  
показывает давление на мембранном приводе клапана;  
позволяет переключаться на ручное дистанционное управление со щита оператора в случае аварийного выхода регулятора ФР0091 из строя. Монтируется на щите оператора.

Технические характеристики регулятора ФР0091:

пределы пропорциональности 2-3000%,  
время издрорма от 3с до 100мин,  
давление питания  $(0,140 \pm 0,014) \text{ МПа}$ ,  
давление входных и выходных сигналов  $(0,02-0,1) \text{ МПа}$ .

Изобразите схему автоматического регулирования плотности нитрующей смеси в двух вариантах:

- а) развернутым способом;
- б) упрощенным способом.



Задание 16. В сушильной камере необходимо регулировать относительную влажность воздуха 40% при температуре 70°C.

Измерительный преобразователь температуры и влажности ИПТВ-056 (ЗАО «Метран») смонтирован на стене сушильной камеры.

Технические характеристики ИПТВ-056:

диапазон измерений и преобразований температуры от 0 до 100°C,

диапазон измерений и преобразований относительной влажности от 5 до 98%,

погрешность измерений температуры  $\pm 0,4^\circ\text{C}$ ,

погрешность измерений относительной влажности  $\pm 3\%$ ,

выходной сигнал 4-20мА.

Измерительный преобразователь подключен к микропроцессорному регулятору «Минитерм 400» ОАО МЗТА, предназначенному для автоматизации сушильных камер и печей.

Технические характеристики регулятора:

два цифро-символьных дисплея;

программный задатчик (до десяти участков программы);

регулирование по ПИД-, ПИ-, ПД-, П- законам;

входной сигнал 4-20мА;

выходной сигнал – импульсный.

На цифровом табло «Минитерм 400» есть указатель регулируемой величины. Дополнительные устройства позволяют:

осуществлять изменение задания;

переходить на ручное управление;

сигнализировать верхнее и нижнее предельные отклонения регулируемого параметра от заданного значения.

На трубопроводе горячего воздуха в сушилку установлен исполнительный электрический механизм МЭОК 25/100, сигнал к которому от регулятора «Минитерм 400», установленного в помещении оператора, подается через магнитный пускатель. Магнитный пускатель установлен по месту.

Изобразите схему управления относительной влажностью в сушилке в двух вариантах:

а) развернутым способом;

б) упрощенным способом.

Задание 17. Уровень границы раздела жидких фаз в аппарате регулируется клапаном с электропневматическим позиционером с мембранным пневмоприводом, установленным на трубопроводе слива тяжелой фракции из аппарата. Позиционер ЭПП Саранского приборостроительного завода является комплектующим изделием для исполнительного механизма и предназначен для повышения быстроты действия мембранного привода клапана. Диапазон изменения входного сигнала

ла позиционера 4-20мА, давление воздуха питания 400кПа. В аварийной ситуации клапан закрывается.

Уровень раздела фаз измеряется преобразователем уровня буйковым типа Сапфир-22ДУ-Ех во взрывозащищенном исполнении. Преобразователь установлен непосредственно на верху емкости. Разность плотностей жидкостей верхнего и нижнего уровня 70кг/м<sup>3</sup>, плотность нижней фазы жидкости 1000кг/м<sup>3</sup>.

Технические характеристики уровнемера:  
пределы измерений 0-600мм,  
пределы допускаемой основной погрешности ±1%,  
выходной сигнал 4-20мА.

Сигнал с выхода Сапфира-22ДУ-Ех подается к малоканальному микропроцессорному регулирующему контроллеру Р-130 (ОАО «Завод электроники и механики» г. Чебоксары).

Контроллер позволяет:  
оперативно управлять процессом;  
автоматически регулировать процесс;  
осуществлять автоматическое логико-программное управление, защиту и блокировку, сигнализацию и регистрацию событий.

Входной сигнал контроллера 4-20мА, выходной сигнал 4-20мА поступает к позиционеру через барьер искрозащиты РИФ-4 (ЗАО «Метран»).

Контроллер установлен в помещении оператора. На лицевой панели контроллера указываются аналоговые сигналы.

Изобразите схему управления уровнем раздела фаз в аппаратах в двух вариантах:

- а) развернутым способом;
- б) упрощенным способом.

Задание 18. При приготовлении детского питания уровень овощного пюре в аппарате контролируется через стеклянное отверстие в крышке радарным датчиком уровня фирмы VEGA (Германия) типа VEGAPULS 40.

Технические характеристики радарного датчика:  
пределы измерения 0-4м,  
пределы допускаемой основной погрешности ±0,05%,  
выходной сигнал 4-20мА.

Измерение уровня бесконтактное, результат не зависит от температуры, давления или вакуума в аппарате, так как рупорная антенна датчика смонтирована на специальном креплении над стеклянным отверстием аппарата.

В комплект входит индикаторный прибор VEGADIS 50, установленный на расстоянии 20 м непосредственно у оператора. В VEGADIS 50 вставлен шестиклавишный модуль с дисплеем Minicom для настройки параметров измерения.

Выходной сигнал уровнемера подключен к микропроцессорному контрол-

леру Р-130 (ОАО «Завод электроники и механики» г. Чебоксары).

Контроллер позволяет:

оперативно управлять процессом;

автоматически регулировать процесс;

осуществлять автоматическое логико-программное управление, защиту и блокировку, сигнализацию и регистрацию событий.

Входной сигнал контроллера 4-20мА, выходной сигнал 4-20мА.

Задача контроллера – отключить электропривод мешалки аппарата при уменьшении уровня до 0,3м.

Изобразите схему контроля уровня в емкости и отключения электропривода мешалки в двух вариантах:

а) развернутым способом;

б) упрощенным способом.

Задание 19. Сточные воды производства должны иметь  $pH=7$ . При повышении кислотности в воду добавляется щелочной раствор через клапан с мембранным приводом, установленный на трубопроводе отбора щелочного раствора. Система измерения  $pH$  раствора типа РН 202 фирмы YOKOGAWA (Япония) измеряет  $pH$  в пределах  $-2 \div 15$ ; пределы перенастройки шкалы 0-14 $pH$  с шагом 1 $pH$ . Система состоит из сенсора и преобразователя. Сенсор представляет собой помещенные в один корпус измерительный электрод, электрод сравнения и температурный сенсор Pt 100. Прочный корпус обеспечивает работу в среде измерения  $pH$ .

Выходной сигнал  $pH$ -сенсора и температурного сенсора Pt 100 подключены к входам преобразователя РН 202, имеющего жидкокристаллический индикатор и аналоговый выходной сигнал 4-20мА.

Преобразователь установлен по месту.

Выходной сигнал РН 202 подключен к микропроцессорному контроллеру Р-130 (ОАО «Завод электроники и механики» г. Чебоксары).

Контроллер позволяет:

оперативно управлять процессом;

автоматически регулировать процесс;

осуществлять автоматическое логико-программное управление, защиту и блокировку, сигнализацию и регистрацию событий.

Входной сигнал контроллера 4-20мА.

Контроллер через электропневмопозиционер ЭПП воздействует на клапан; минимальное значение  $pH=4$  и максимальное значение  $pH=10$  сигнализируются светом.

Изобразите схему регулирования  $pH$  сточных вод и сигнализацию значений  $pH$  в двух вариантах:

а) развернутым способом;

б) упрощенным способом.

Задание 20. Концентрация целевого продукта в реакторе контролируется по измерению электропроводимости раствора системой измерения проводимости концентрации растворов ISC 200/402 фирмы YOKOGAWA (Япония). Чувствительный проточный первичный элемент (сенсор) ISC40 установлен на трубопроводе слива продукта. Датчик установлен по месту. На жидкокристаллический дисплей датчика выводится одновременно измеренное значение проводимости и по выбору пользователя температура или концентрация.

Технические характеристики датчика электропроводимости растворов:  
пределы измерения 0-2000 мСм/см,

пределы допускаемой основной погрешности  $\pm 0,5\%$ ,

пределы перенастройки шкалы от 100мкСм/см, до 1999мСм/см,

выходной сигнал 4-20мА,

параметры измеряемой среды – температура от -10 до +130°C, максимальное давление 2МПа.

Выходной сигнал датчика подается к устройству программного управления TREI-5B (контроллеру).

Функции контролера:

воспринимает электрические аналоговые, дискретные и частотно-импульсные сигналы первичных преобразователей;

измеряет и нормирует принятые сигналы;

выполняет программную обработку сигналов с первичных преобразователей и формирует аналоговые и дискретные управляющие сигналы;

отображает информацию на экране монитора.

Сигнал с контроллера поступает к электропневмопозиционеру ЭПП Саранского приборостроительного завода, установленному на мембранном приводе пневмоклапана. Диапазон изменения входного сигнала позиционера 4-20мА; давление воздуха питания 400кПа.

Клапан меняет подачу одного из жидких реагентов в реактор, обеспечивая заданную электропроводимость (концентрацию) на уровне 1420мСм/см. При значениях 1480мСм/см и 1360мСм/см должна срабатывать световая сигнализация. В аварийной ситуации клапан должен быть закрыт.

Изобразите схему управления концентрацией продукта в реакторе в двух вариантах:

а) развернутым способом;

б) упрощенным способом.

Задание 21. Состав газовой смеси на выходе из печи крекинга нефти контролируется газовым вибрационным плотномером EXA GD фирмы YOKOGAWA (Япония), состоящим из детектора GD 40 и преобразователя GD 402. Детектор установлен в потоке на байпасной линии выхода газовой смеси из печи, имеет встроенный температурный сенсор и датчик давления для осуществления компенса-

онных вычислений.

Преобразователь монтируется на местном щите, ключевые параметры выводятся на жидкокристаллический дисплей.

Технические характеристики вибрационного плотномера:

пределы измерения по плотности от 0-0,1 до 0-6кг/м<sup>3</sup>,

пределы измерения по молекулярной массе от 0-4 до 0-100,

пределы измерений по концентрации от 0 до 100%,

пределы допускаемой основной погрешности подсчитываются по выражению ( $1 \cdot 10^{-3}$  кг/м<sup>3</sup> + 1% верхнего предела установленной шкалы).

Параметры измеряемой среды:

входное давление не более 500кПа,

перепад давления на входе и выходе плотномера не более 0,5кПа,

расход газа от 0,1 до 1л/мин,

температура окружающей среды от -10°С до +55°С.

Изобразите схему измерения плотности газовой смеси в двух вариантах:

а) развернутым способом;

б) упрощенным способом.

Задание 22. Для контроля аварийного снижения скорости вращения мешалки в реакторе установлено устройство контроля скорости УКС 210И («Контакт-1» г. Рязань).

Состав устройства:

датчик емкостный ЕТ 77АИ;

преобразователь вторичный УКС 210И.

Датчик установлен так, что он срабатывает на прохождение бобышки на валу мешалки. Принцип действия устройства основан на контроле значения текущей частоты импульсов, поступающих от датчика. Датчик может устанавливаться во взрывоопасных помещениях. Вторичный преобразователь обыкновенного исполнения устанавливается в помещении оператора на расстоянии до 500м от датчика.

Датчик бесшкальный, имеет два реле: «Авария» – к световой (звуковой) сигнализации; «Выход» – к установленному по месту магнитному пускателю, включающему электропривод МЭПК отсечного клеточно-плунжерного клапана типа КМО-Э (фирма «ЛГавтоматика» г. Москва).

Отсечной клапан прекращает подачу реагента в реактор при снижении скорости вращения мешалки.

Изобразите схему сигнализации снижения числа оборотов мешалки и аварийное отключение подачи реагента в двух вариантах:

а) развернутым способом;

б) упрощенным способом.

Задание 23. Для эффективного контроля улавливания концентрации пыли

порошкового материала в трубопроводе отработанного газа установлен датчик запыленности ДТ 400G (YOKOGAWA Япония), работающий на принципе электростатического измерения. Объектом измерения датчика запыленности являются твердые частицы в газах размером от 0,3мкм и более. Состав частиц не лимитирован.

Технические характеристики ДТ 400G:  
диапазон измерений от 0,1мг/м<sup>3</sup> до 1кг/м<sup>3</sup>,  
выходной сигнал 4-20мА.

Параметры измеряемой среды:  
давление не более 200кПа,  
температура не более 200°С,  
влажность не более 40% объемных,  
скорость газа от 4м/с до 30м/с.

Контактный выход датчика для сигнализации повышения запыленности газа подключен к лампе красного цвета на щите оператора

Выходной сигнал для расчета потерь продукта подключен к управляющему процессом устройству программного управления TREI-5B (контроллеру).

Функции контроллера:

воспринимает электрические аналоговые, дискретные и частотно-импульсные сигналы первичных преобразователей;  
измеряет и нормирует принятые сигналы;  
выполняет программную обработку сигналов с первичных преобразователей и формировать аналоговые и дискретные управляющие сигналы;  
отображает информацию на экране монитора.

Изобразите схему контроля и сигнализации концентрации твердых частиц в трубопроводе в двух вариантах:

- а) развернутым способом;
- б) упрощенным способом.

Задание 24. Поступающий к потребителю по трубопроводу природный газ анализируется газовым хроматографом GC 1000 MARKII (YOKOGAWA, Япония). Хроматограф в едином корпусе установлен под трубопроводом в производственном помещении.

Хроматограф имеет жидкокристаллический дисплей.

Технические характеристики хроматографа:

измеряемая среда – газ (или жидкость),  
пределы измерения 1ppm-100%,  
максимальное количество измеряемых компонентов – 255,  
воспроизводимость ±1% шкалы,  
газ носитель – H<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>, He, Ar,  
выход аналоговый 4-20мА (36 точек).

Выходные сигналы хроматографа подключены к устройству программного

управления TREI-5B (контроллеру).

Функции контролера:

воспринимает электрические аналоговые, дискретные и частотно-импульсные сигналы первичных преобразователей;

измеряет и нормирует принятые сигналы;

выполняет программную обработку сигналов с первичных преобразователей и формирует аналоговые и дискретные управляющие сигналы;

отображает информацию на экране монитора.

Изобразите схему контроля и передачи данных хроматографом к контроллеру в двух вариантах:

а) развернутым способом;

б) упрощенным способом.

Задание 25. Вода для приготовления детского питания анализируется прибором EXA 100 (YOKOGAWA Япония), смонтированным на панели оператора. Анализируется электропроводимость воды – сенсором SC100; измеряется pH-сенсором PH100 и окислительно-восстановительный потенциал воды сенсором OR100. Все три сенсора погружены непосредственно в емкость для приготовления воды. Выходной сигнал сенсора 4-20мА пропорционален pH.

Анализатор качества воды серии EXA100 имеет 4-х разрядный жидкокристаллический дисплей и один аналоговый выход 4-20мА, который подключен к показывающему и регистрирующему прибору ДИСК 250 модификации, имеющей пропорционально–интегральное пневматическое регулирующее устройство с выходом 0,02-0,1МПа («Метран» г. Челябинск).

Прибор ДИСК-250 установлен на щите в помещении оператора, выходной сигнал с него поступает к клапану с мембранным приводом, установленному на подаче раствора пищевой соды в емкость.

Изобразите схему контроля и автоматического регулирования качества воды в двух вариантах:

а) развернутым способом;

б) упрощенным способом.

Задание 26. Контроль процесса ферментации осуществляется по измерению концентрации кислорода в газовой среде анализатором кислорода OX100 (YOKOGAWA Япония). Зонд анализатора (циркониевый чувствительный элемент) находится в газовой среде ферментатора и связан кабелем с преобразователем, установленным на расстоянии 5м от аппарата. Преобразователь имеет жидкокристаллический дисплей.

Технические характеристики анализатора:

диапазон индикации 0-1000ppm,

аналоговый выход 4-20мА,

переключение диапазонов ручное и автоматическое,

сигнализация по верхнему пределу.

Выходной сигнал преобразователя передается к микропроцессорному контроллеру. Превышение концентрации кислорода сигнализируется.

Изобразите схему контроля и сигнализации концентрации кислорода в ферментаторе в двух вариантах:

а) развернутым способом;

б) упрощенным способом.

Задание 27. Масса и температура молока в шести емкостях (танках) оперативно и непрерывно контролируется информационной системой «Массомер» («Аналитприбор» г. Смоленск)

Принцип работы датчиков информационной системы основан на измерении давления массы молока в емкостях.

По калибровочным характеристикам емкостей (танков) давление автоматически пересчитывается в массу молока и показывается на цифровом табло. Обработка информации осуществляется микропроцессором. Количество датчиков температуры и давления, устанавливаемых непосредственно на емкостях – 16 штук, способ опроса датчиков – обегаящий, датчики бесшкальные.

Технические характеристики системы:

пределы измерения массы молока от 0-2000 кг до 0-1000кг,

пределы измерений температуры от 0 до +100°С,

предел допускаемой основной погрешности измерений массы не более ±0,4%,

пределы допускаемой основной погрешности измерения температуры ±1°С.

Изобразите схему контроля массы молочных продуктов в емкостях (танках) в двух вариантах:

а) развернутым способом;

б) упрощенным способом.

Задание 28. Для контроля содержания окиси азота NO в газовых выбросах производства применен непрерывный автоматический газоанализатор ГИАМ-15 М («Аналитприбор», г. Смоленск). Принцип работы – опико-абсорбционный. Прибор установлен на щите оператора, пробоотборное устройство – на трубопроводе.

Технические характеристики газоанализатора:

диапазоны измерения: 0-1 и 0-2г/м<sup>3</sup> NO,

погрешность ±10%,

выходной сигнал 4-20мА.

Сигнал газоанализатора поступает к устройству программного управления TREI-5B (контроллеру).

Функции контроллера:



воспринимает электрические аналоговые, дискретные и частотно-импульсные сигналы первичных преобразователей;  
измеряет и нормирует принятые сигналы;  
выполняет программную обработку сигналов с первичных преобразователей и формирует аналоговые и дискретные управляющие сигналы;  
отображает информацию на экране монитора.

Если концентрация NO в газовых выбросах превышает ПДК, клапан на трубопроводе сброса газа в атмосферу закрывается, а на линии подачи газа на дополнительную очистку открывается. Одновременно срабатывает световая сигнализация.

Клапаны воспринимают выходные сигналы с контроллера 4-20мА через магнитные пускатели, включающие электропривод МЭПК отсечного клеточно-плунжерного клапана типа КМОЭ (фирма «ЛГавтоматика» г. Москва).

Изобразите схему сигнализации и управления сбросом газа с содержанием NO в атмосферу в двух вариантах:

- а) развернутым способом;
- б) упрощенным способом.

Задание 29. Для контроля микроконцентраций кислорода в этилене применен газоанализатор ГЛ-5108 («Аналитприбор» г. Смоленск). Прибор осуществляет непрерывное автоматическое измерение и запись микроконцентраций кислорода.

Пробоотборное устройство установлено на трубопроводе этилена.

Газоанализатор по принципу работы электрохимический, стационарно установлен в операторной.

Технические характеристики прибора:

диапазон измерений кислорода в % объемных 0-0,0005, 0-0,001, 0-0,005, 0-0,01, 0-0,05;

пределы допускаемой основной погрешности  $\pm 10\%$ .

Изобразите схему контроля микроконцентраций кислорода в этилене в двух вариантах:

- а) развернутым способом;
- б) упрощенным способом.

Задание 30. Для коммерческого учета количества тепловой энергии и массы теплоносителя, контроля параметров теплоносителя потребитель тепловой энергии установил счетчик тепла Метран-400А (ПГ «Метран» г. Челябинск).

В комплект прибора входит:

преобразователь расхода вихреакустический Метран-300ПР (устанавливается на трубопроводе подачи теплоносителя);

термопреобразователи сопротивления для контроля разности температур в подающем и обратном трубопроводе;

датчик избыточного давления Метран-43-ДИ для контроля давления теплоносителя на трубопроводе;

вычислитель – теплоэнергоконтроллер ТЭЖОН – 17.

Счетчик выводит на табло результат измерений и вычислений. Автоматически регистрируются среднечасовые, среднесуточные значения параметров, ведутся часовые и суточные архивы значений тепловой энергии и массы теплоносителя.

Изобразите схему учета количества тепла в двух вариантах:

а) развернутым способом;

б) упрощенным способом.

## **Раздел 4. Составление функциональных схем автоматизации типовых технологических процессов и аппаратов**

### **4.1. Методические указания**

Интегральные задания раздела обобщают опыт, приобретенный Вами при изучении разделов 1, 2, 3.

Тщательно изучите технологический процесс Вашего задания, уясните цель его автоматизации (обеспечение безопасности труда, увеличение экономической эффективности и др.). Обоснуйте оптимальный уровень автоматизации. Познакомьтесь с типовыми функциональными схемами автоматизации по литературе [5;6]. По номенклатурным каталогам приборостроительных фирм [с.25] обоснованно подберите реальные средства автоматизации, которыми Вы собираетесь реализовать требования задания. Будьте особенно внимательны к техническим характеристикам устройств и их функциональным признакам. Определитесь, какое устройство Вы собираетесь применить в качестве регулятора (микропроцессорный контроллер, регулятор приборного типа, регулирующий блок). Выбор регулятора определит вид энергии и пределы изменения входных и выходных устройств каждого элемента контура, следите за их совместимостью.

Работу над заданием начните с составления схемы автоматизации процесса развернутым способом (см. рис.6). Составить на ее базе упрощенную схему (см. рис.7) не трудно. Продумайте, какие элементы развернутой схемы в упрощенном варианте Вы исключите и почему, какие функциональные признаки контуров считаете обязательным указать на условных графических изображениях.

В пояснительной записке опишите работу схемы автоматизации Вашего задания и укажите реальные промышленные средства контроля и автоматизации, соответствующие условным изображениям схемы.

Схемы автоматизации представьте в любом удобном формате, (не более формата А2). Пояснительная записка не должна превышать 5 стр. текста.

Познакомьтесь с профессиональными функциональными схемами автоматизации по приложению 2.

## 4.2. Задания

Задание 1. Исходная смесь поступает в ректификационную колонну 1 предварительно подогретой в теплообменнике исходной смеси 4 до температуры  $t$  (рис.9). В колонне смесь разделяется на компоненты. Низкокипящие компоненты в виде паров уходят сверху из колонны, попадают в дефлегматор 2, где частично конденсируются.

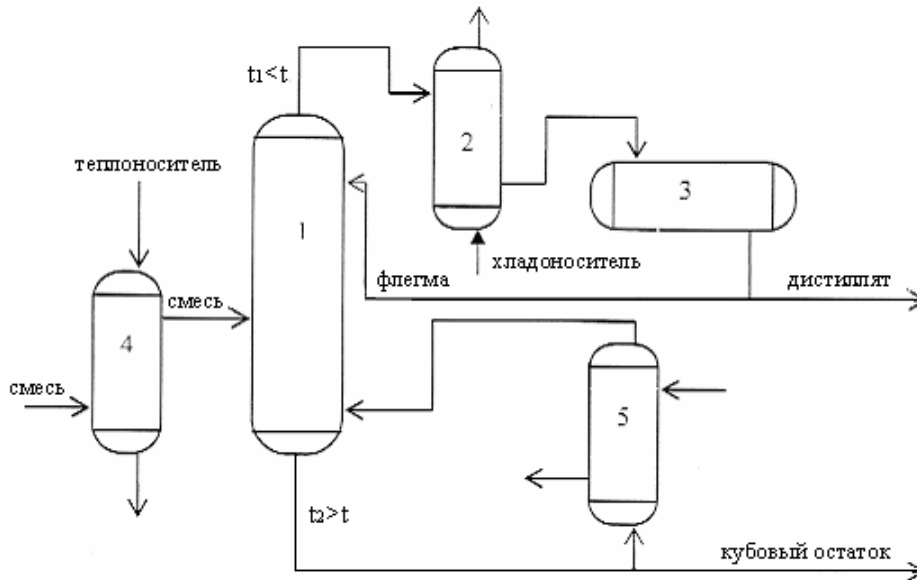


Рис.9. Принципиальная схема процесса ректификации:

1 – ректификационная колонна, 2 – дефлегматор, 3 – флегмовая ёмкость,  
4 – теплообменник, 5 – кипятыльник

Часть дистиллята постоянно подается на орошение в колонну в виде флегмы, остаток дистиллята удаляется с установки. В куб колонны непрерывно возвращается некоторое количество кубового остатка, проходящего через кипятыльник, другая часть отводится.

1. Предусмотреть автоматический контроль следующих параметров:

- расхода дистиллята с установки  $G=100\text{кг/ч}$ ;
- качества дистиллята (использовать хроматограф);
- температуры куба колонны  $t_2=120^\circ\text{C}$ ;
- температуры верха колонны  $t_1=80^\circ\text{C}$ ;
- давления куба колонны  $P=0,3\text{МПа}$ .

2. Предусмотреть автоматическую стабилизацию следующих параметров:

- расхода исходной смеси  $G=1500\text{кг/ч}$ ;
- температуры исходной смеси после теплообменника  $t=98^\circ\text{C}$ ;
- давления верха колонны  $P=0,5\text{МПа}$ ,
- уровня куба колонны  $L=1,2\text{м}$ .

Разработать схему сигнализации давления верха колонны. Указать, чем следует дополнить схему для улучшения качества дистиллята.

Функциональную схему автоматизации процесса ректификации разработать в двух вариантах:

- а) развернутым способом на базе микропроцессорного контроллера;
- б) упрощенным способом.

Составить пояснительную записку.

Задание 2. В выпарном аппарате (рис.10) осуществляется непрерывное концентрирование 2т/ч раствора NaOH. Начальная концентрация раствора 14,1%, конечная 24,1% масс. Раствор поступает на выпарку с начальной температурой, равной температуре 113°C, температура греющего пара 150°C. Расход сухого насыщенного пара 2970кг/ч.

Давление греющего пара 0,49МПа (абсолютное). Уровень упаренного раствора в аппарате 1400мм. Давление в аппарате атмосферное.

1. Предусмотреть автоматический контроль следующих параметров:

- а) расхода раствора NaOH на упаривание 2т/ч;
- б) расхода упаренного раствора 1170кг/ч;
- в) расхода паров растворителя 829кг/ч;
- г) расхода греющего пара 2970кг/г;
- д) температуры свежего раствора 113°C;
- е) температуры упаренного раствора 127°C;
- ж) уровня упаренного раствора 150мм.

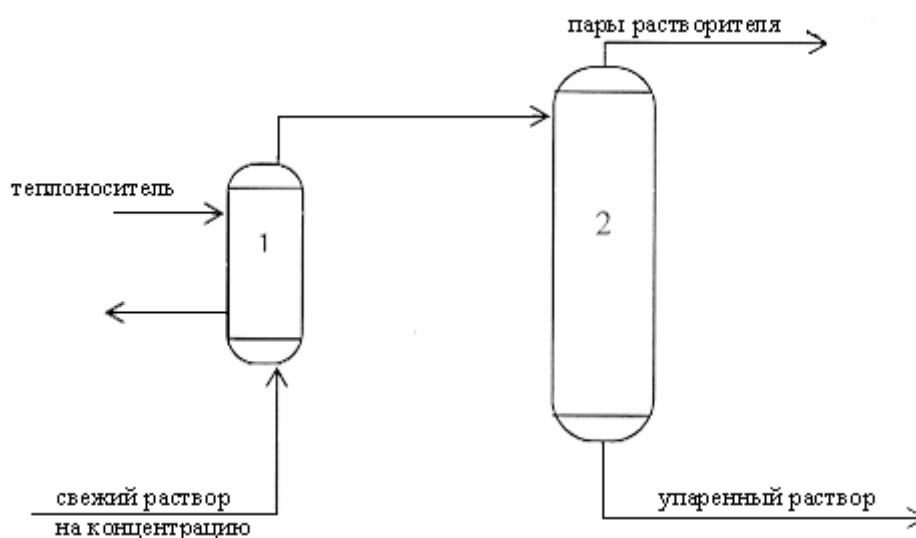


Рис.10. Принципиальная схема процесса выпаривания:

1 – кипятильник, 2 – выпарной аппарат

2. Предусмотреть автоматическую стабилизацию следующих параметров:

- а) концентрации упаренного раствора 24,1% масс;
- б) давления в выпарном аппарате;
- в) расхода свежего раствора на концентрацию 2т/ч;

г) уровня раствора в аппарате 150мм.

Указать, чем следует дополнить схему для улучшения процесса, его технико-экономических показателей.

Функциональную схему автоматизации процесса выпаривания разработать в двух вариантах:

- а) развернутым способом на базе микропроцессорного контроллера;
- б) упрощенным способом.

Составить пояснительную записку.

Задание 3. Исходная газовая смесь (рис.11) подается в нижнюю часть абсорбционной колонны 2, предварительно охлаждаясь в холодильнике 1 до нужной температуры. В верхнюю часть колонны поступает абсорбент. В абсорбционной колонне происходит процесс поглощения компонента газовой смеси абсорбентом. Насыщенный абсорбент самотеком отводится с установки.

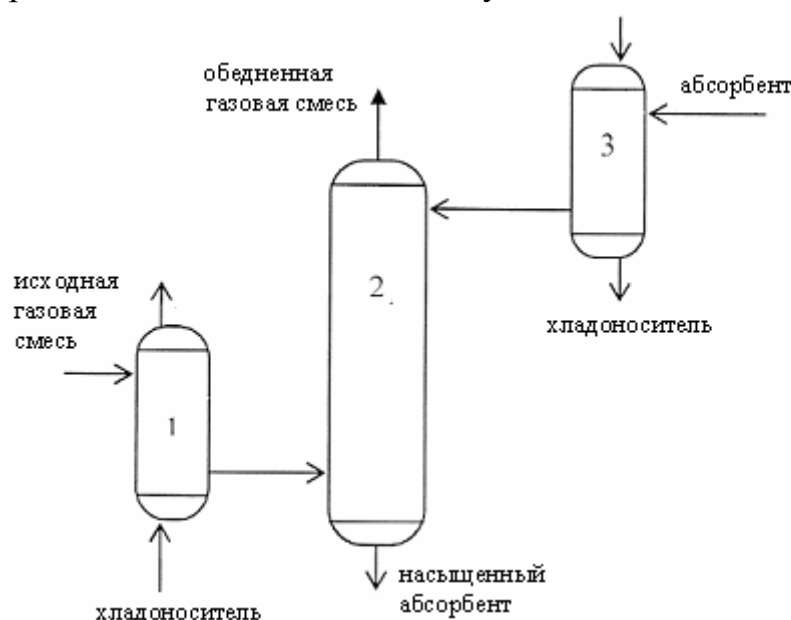


Рис.11. принципиальная схема процесса абсорбции:

1 – холодильник, 2 – абсорбционная колонна, 3 – теплообменник

1. Предусмотреть автоматический контроль следующих параметров:

- а) расхода исходного абсорбента  $G_1=200\text{кг/ч}$ ;
- б) расхода хладоносителя в холодильнике 1  $G_2=1500\text{кг/ч}$ ;
- в) температуры верха колонны  $t_1=90^\circ\text{C}$ ;
- г) температуры середины колонны  $t_2=100^\circ\text{C}$ ;
- д) температуры низа колонны  $t_3=120^\circ\text{C}$ ;
- е) температуры абсорбента  $t_4=160^\circ\text{C}$ .

2. Предусмотреть автоматическую стабилизацию следующих параметров:

- а) давления верха колонны (регулировать и сигнализировать)  $P=0,2\text{МПа}$ ;

- б) расхода исходной газовой смеси  $G_3=300\text{м}^3/\text{ч}$ ;
- в) концентрации извлекаемого компонента  $\text{CO } 0,1\%$  об. в обедненной смеси;
- г) температуры исходной смеси  $t_5=130^\circ\text{C}$ ;
- д) уровня низа колонны  $L=2\text{м}$ .

Достаточно ли параметров контроля и автоматического регулирования для эффективного управления процессом абсорбции?

Функциональную схему автоматизации процесса абсорбции разработать в двух вариантах:

- а) развернутым способом на базе микропроцессорного контроллера;
- б) упрощенным способом.

Составить пояснительную записку.

Задание 4. В теплообменнике кожухотрубчатого типа (рис.12) необходимо охладить  $1240 \text{ м}^3/\text{ч}$  азота, находящегося под давлением  $0,15\text{МПа}$ , от  $76^\circ\text{C}$  до  $31^\circ\text{C}$ . Охлаждающая вода имеет температуру входа  $16^\circ\text{C}$  и нагревается в теплообменнике до  $26^\circ\text{C}$ . Расход воды  $1740\text{кг}/\text{ч}$ .

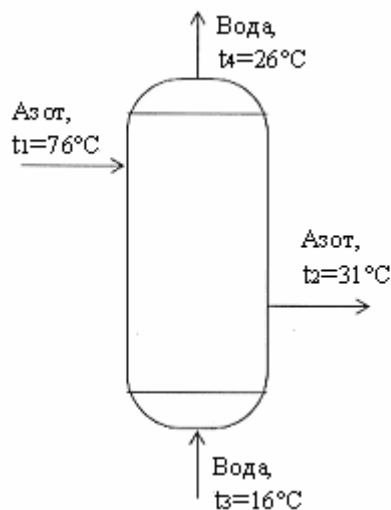


Рис.12. Кожухотрубчатый теплообменник

1. Предусмотреть автоматический контроль следующих параметров:
  - а) расхода азота  $1240\text{м}^3/\text{ч}$ ;
  - б) количества охлаждающей воды;
  - в) температуры азота на входе  $t_1=76^\circ\text{C}$  и выходе из теплообменника  $t_2=31^\circ\text{C}$ ;
  - г) давления азота  $0,15\text{МПа}$ ;
  - д) температуры охлаждающей воды на входе  $t_3=16^\circ\text{C}$  и выходе из теплообменника  $t_4= 26^\circ\text{C}$ ;
  - е) расхода охлаждающей воды  $1740\text{кг}/\text{ч}$ .
2. Предусмотреть автоматическую стабилизацию температуры азота на выходе теплообменника.
3. Обеспечить сигнализацию прекращения подачи охлаждающей воды.

Функциональную схему автоматизации процесса в кожухотрубчатом теплообменнике разработать в двух вариантах:

- а) развернутым способом на базе микропроцессорного контроллера;
- б) упрощенным способом.

Составить пояснительную записку.

Задание 5. Исходная смесь (рис.13) поступает в ректификационную колонну 1 предварительно подогретой в теплообменнике исходной смеси 4 до температуры  $t$ . В колонне смесь разделяется на компоненты. Низкокипящие компоненты в виде паров уходят сверху из колонны, попадают в дефлегматор 2, где частично конденсируются.

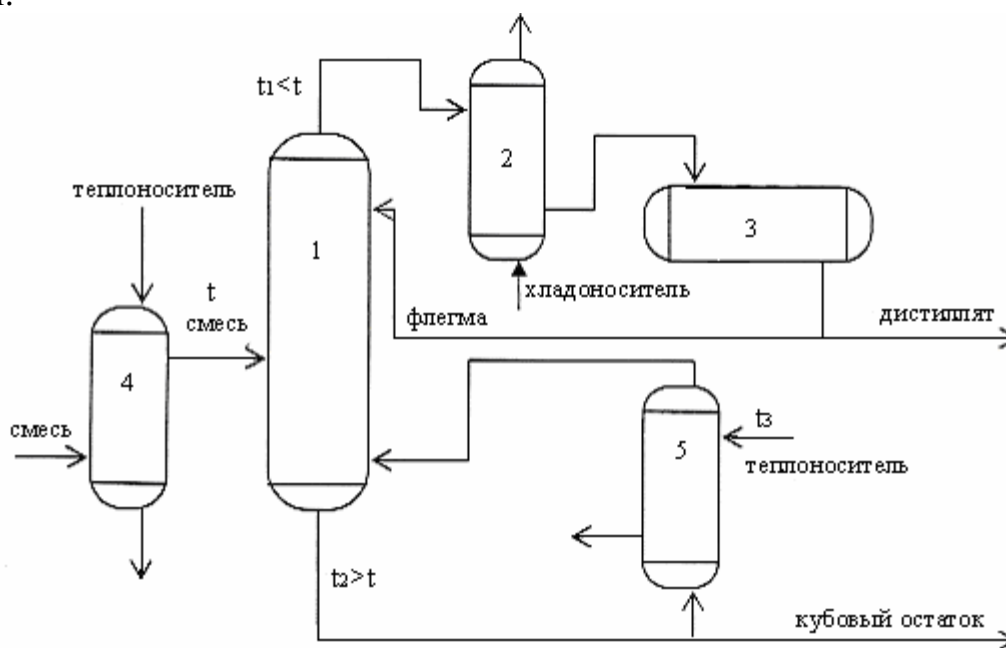


Рис.13. Принципиальная схема процесса ректификации:

- 1 – ректификационная колонна, 2 – дефлегматор, 3 – флегмовая емкость.  
4 – теплообменник, 5 – кипяtilьник

Часть дистиллята постоянно подается на орошение в колонну в виде флегмы, остаток дистиллята удаляется с установки. В куб колонны непрерывно возвращается некоторое количество кубового остатка, проходящего через кипяtilьник, другая часть отводится.

1. Предусмотреть автоматический контроль следующих параметров:

- а) расхода хладоносителя в дефлегматор  $G=300\text{кг/ч}$ ;
- б) температуры теплоносителя в кипяtilьнике  $t_3=200^\circ\text{C}$ ;
- в) уровня флегмовой емкости  $L=1,5\text{м}$ ;
- г) качества дистиллята;
- д) перепада давления в колонне  $\Delta p=0,2\text{МПа}$ .

2. Предусмотреть автоматическую стабилизацию следующих параметров:

- а) подачи смеси на установку  $G=1000\text{кг/ч}$ ;
- б) температуры верха колонны  $t_1=160^\circ\text{C}$ ;
- в) давления в верхней части колонны  $P=0,3\text{МПа}$ ;
- г) уровня куба колонны  $L=0,6\text{м}$ .

3. В случае прекращения подачи хладоносителя в дефлегматор предусмотреть сигнализацию. Указать, чем следует дополнить схему для улучшения качества дистиллята.

Функциональную схему автоматизации процесса ректификации разработать в двух вариантах:

- а) развернутым способом на базе микропроцессорного контроллера;
- б) упрощенным способом.

Составить пояснительную записку.

Задание 6. В емкость 1 непрерывно подаются кислые сточные воды производства с целью их нейтрализации до величины  $\text{pH}=7$  и дальнейшего сброса в канализацию (рис.14). Нейтрализация осуществляется щелочным раствором постоянной концентрации. Подача сточных вод и их кислотность переменны, поэтому рационально использовать для управления смешением регулятор соотношения расходов сточных вод и щелочного раствора с коррекцией этого соотношения по кислотности сточных вод.

Для оперативного управления процессом смешения и подсчета технико-экономических показателей следует контролировать кислотность сточных вод и их количество, концентрацию щелочного раствора и его расход, уровень жидкости в смесителе и затраты энергии на работу привода мешалки.

Отклонение кислотности сточных вод от  $\text{pH}=7$  следует сигнализировать, одновременно прекращая сброс сточных вод и направляя их в аварийную емкость для дополнительной обработки. Сигнализации подлежит и превышение верхнего уровня в смесителе.



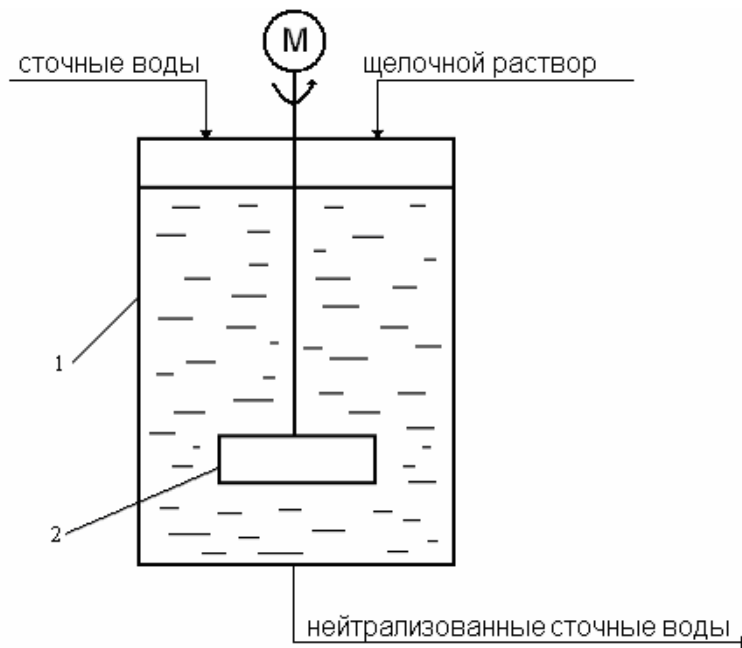


Рис.14. Схема процесса смешения жидкостей:  
1 – емкость, 2 – мешалка

Функциональную схему автоматизации процесса смешения жидкостей разработать в двух вариантах:

- а) развернутым способом на базе микропроцессорного контроллера;
- б) упрощенным способом.

Составить пояснительную записку.

Задание 7. В кожухотрубчатый теплообменник (рис.15) для охлаждения поступает пирогаз состава:  $\text{H}_2$  – 23,3;  $\text{CH}_4$  – 42,9;  $\text{C}_2\text{H}_4$  – 25,5;  $\text{C}_3\text{H}_6$  – 8,3% об. Расход пирогаза на охлаждение  $350\text{ м}^3/\text{ч}$ ,  $t_{\text{нач}} = 30^\circ\text{C}$ ,  $t_{\text{конечн}} = 0^\circ\text{C}$ . Давление пирогаза  $0,6\text{ МПа}$ . Хладоагентом является тот же газ, под тем же давлением, но с температурой, изменяющейся от  $-30^\circ\text{C}$  до  $+20^\circ\text{C}$ . Расход хладоагента не контролируется.

1. Предусмотреть автоматический контроль следующих параметров:

- а) расхода пирогаза  $350\text{ м}^3/\text{ч}$ ;
- б) состава пирогаза;
- в) температуры пирогаза, поступающего на охлаждение  $t_{\text{нач}} = 30^\circ\text{C}$ ; на выходе из теплообменника  $t_{\text{конечн}} = 0^\circ\text{C}$ ;
- г) давления пирогаза  $0,6\text{ МПа}$ ;
- д) температуры хладоагента на входе  $t = -30^\circ\text{C}$  и на выходе из теплообменника  $t = +20^\circ\text{C}$ ;

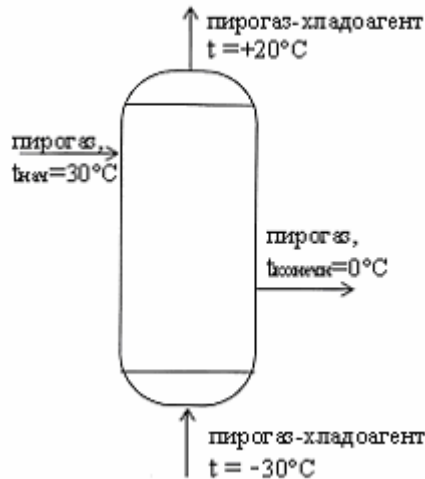


Рис.15. Кожухотрубчатый теплообменник

2. Предусмотреть автоматическую стабилизацию следующих параметров:

- а) температуры пирогаза на выходе из теплообменника  $t_{\text{конечн}}=0^{\circ}\text{C}$ ;
- б) расхода пирогаза на охлаждении  $350\text{м}^3/\text{ч}$ .

3. Обеспечить звуковую сигнализацию прекращения подачи пирогаза на охлаждение.

Функциональную схему автоматизации процесса в кожухотрубчатом теплообменнике разработать в двух вариантах:

- а) развернутым способом на базе микропроцессорного контроллера;
- б) упрощенным способом.

Составить пояснительную записку.

Задание 8. В выпарном аппарате (рис.16) осуществляется непрерывное концентрирование  $2,5\text{т}/\text{ч}$  раствора  $\text{NaOH}$ . Начальная концентрация раствора  $14,1\%$  масс, конечная  $24,1\%$  масс. Раствор поступает на выпарку с начальной температурой  $20^{\circ}\text{C}$ . Расход паров растворителя (воды)  $829\text{кг}/\text{ч}$ , температура кипения упаренного раствора  $113^{\circ}\text{C}$ , температура греющего пара  $150^{\circ}\text{C}$ . Расход сухого насыщенного пара  $3300\text{кг}/\text{ч}$ .

Давление греющего пара  $0,49\text{МПа}$  (абсолютное). Уровень упаренного раствора в аппарате  $700\text{мм}$ . Давление в аппарате  $0,08\text{МПа}$ .

1. Предусмотреть автоматический контроль следующих параметров:

- а) расхода раствора на упаривание  $2\text{т}/\text{ч}$ ;
- б) расхода упаренного раствора  $1600\text{кг}/\text{ч}$ ;
- в) расхода паров растворителя  $829\text{кг}/\text{ч}$ ;
- г) расхода греющего пара  $3300\text{кг}/\text{ч}$ ;
- д) температуры свежего раствора  $20^{\circ}\text{C}$ ;
- е) температуры упаренного раствора  $113^{\circ}\text{C}$ ;
- ж) температуры теплоносителя  $150^{\circ}\text{C}$ ;
- з) давления греющего пара  $0,49\text{МПа}$ .

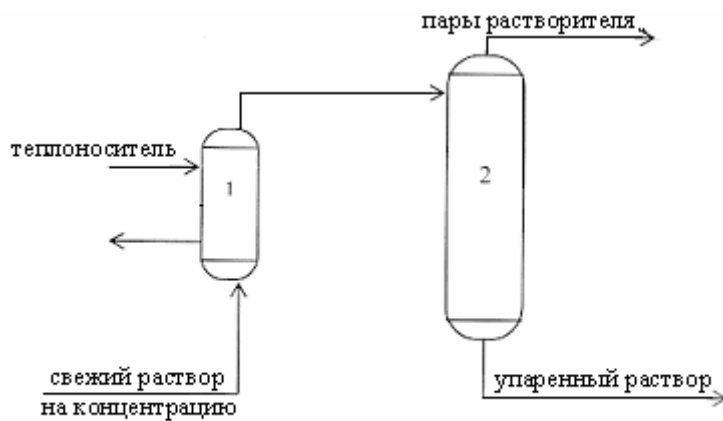


Рис.16. Принципиальная схема процесса выпаривания:  
1 – кипяtilьник, 2 – выпарной аппарат

2. Предусмотреть автоматическую стабилизацию следующих параметров:

- а) концентрации упаренного раствора 24,1% масс;
- б) давления в выпарном аппарате 0,08МПа;
- в) расхода теплоносителя 3300кг/ч;
- г) уровня раствора в аппарате 0,8м.

Укажите, чем следует дополнить схему для улучшения процесса, его технико-экономических показателей.

Функциональную схему автоматизации процесса выпаривания разработать в двух вариантах:

- а) развернутым способом на базе микропроцессорного контроллера;
- б) упрощенным способом.

Составить пояснительную записку.

Задание 9. Исходная смесь поступает в ректификационную колонну 1 (рис.17), предварительно подогретой в теплообменнике исходной смеси 4 до температуры  $t$ . В колонне смесь разделяется на компоненты. Низкокипящие компоненты в виде паров уходят сверху из колонны, попадают в дефлегматор 2, где частично конденсируются.

Часть дистиллята постоянно подается на орошение в колонну в виде флегмы, остаток дистиллята удаляется с установки. В куб колонны непрерывно возвращается некоторое количество кубового остатка, проходящего через кипяtilьник, другая часть отводится.

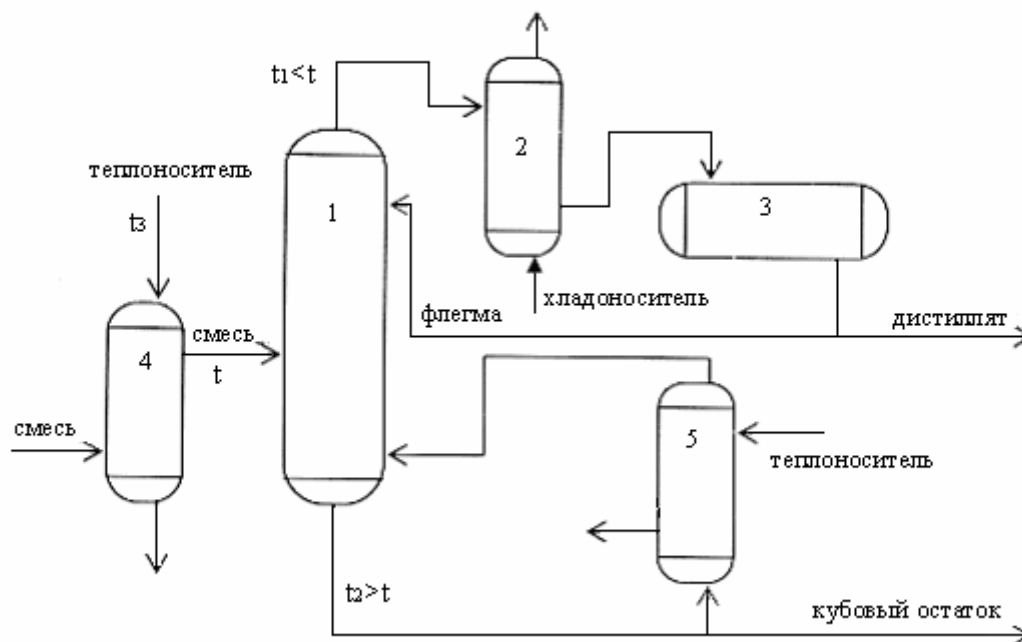


Рис.17. Принципиальная схема процесса ректификации:

1 – ректификационная колонна, 2 – дефлегматор, 3 – флегмовая емкость,  
4 – теплообменник, 5 – кипятильник

1. Предусмотреть автоматический контроль следующих параметров:

- а) расхода исходной смеси на установку  $G=1000\text{кг/ч}$ ;
- б) температуры теплоносителя в теплообменник  $t_3=100^\circ\text{C}$ ;
- в) температуры верха колонны  $t_1=60^\circ\text{C}$ ;
- г) уровня куба колонны  $L=1,5\text{ м}$ ;
- д) качества кубового остатка (целевой продукт).

2. Предусмотреть автоматическую стабилизацию следующих параметров:

- а) температуры на контрольной тарелке колонны  $t=80^\circ\text{C}$ ;
- б) давления в верху колонны  $P=0,3\text{МПа}$ ;
- в) уровня флегмовой емкости  $L=1,5$ ;
- г) расхода теплоносителя в кипятильник  $G=1600\text{кг/ч}$ .

3. Обеспечить звуковую и световую сигнализацию падения температуры верха ректификационной колонны ниже  $55^\circ\text{C}$ . Укажите, чем следует дополнить схему для улучшения качества целевого продукта.

Функциональную схему автоматизации процесса ректификации разработать в двух вариантах:

- а) развернутым способом на базе микропроцессорного контроллера;
- б) упрощенным способом.

Составить пояснительную записку.

Задание 10. В барабанную сушилку (рис.18) подается сыпучий ультрамарин с начальной влажностью 28%. Конечная влажность ультрамарина 0,5% масс. В качестве топлива используется природный газ, расход топлива 2760м<sup>3</sup>/ч, коэффициент избытка воздуха в топке равен 4,82 (средняя температура в сушилке – 300°С), температура газов на входе в барабан 500°С, на выходе из барабана 100°С. Абсолютное давление в смесительной камере 93,3кПа.

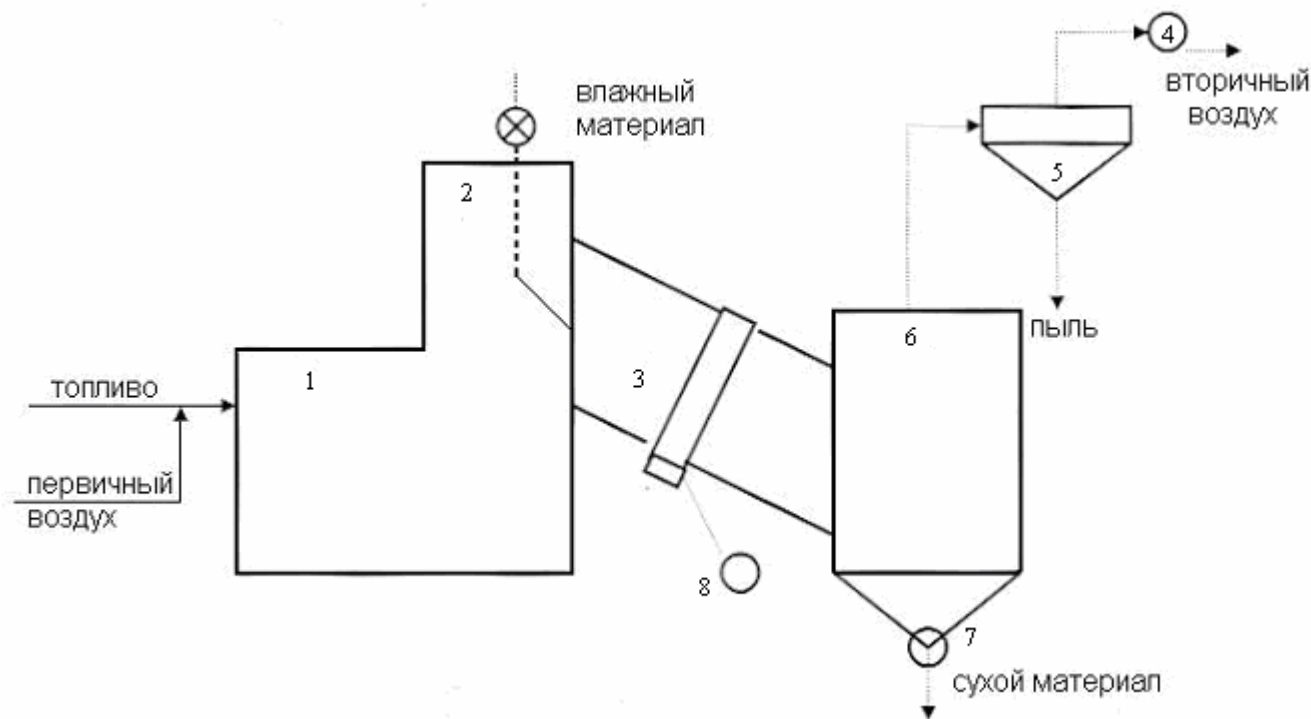


Рис.18. Принципиальная схема процесса сушки:

1 – топка, 2 – смесительная камера, 3 – барабан, 4 – вентилятор,  
5 – циклон, 6 – бункер, 7 – дозатор, 8 – электродвигатель барабана

1. Предусмотреть автоматический контроль следующих параметров:
  - а) расхода топлива 2760м<sup>3</sup>/ч;
  - б) расхода первичного воздуха;
  - в) влажности первичного воздуха;
  - г) влажности вторичного воздуха;
  - д) температуры сушильного агента на входе 500°С и на выходе из барабанной сушилки 100°С;
  - е) температуры в сушилке 300°С;
  - ж) разрежения в смесительной камере 93,3кПа.
2. Предусмотреть автоматическую стабилизацию следующих параметров:
  - а) соотношения расхода первичного воздуха к расходу топлива равного 4,82;
  - б) температуры сушильного агента 500°С на входе в сушилку;

в) разрежения в сушилке 93,3кПа.

Функциональную схему автоматизации процесса сушки разработать в двух вариантах:

- а) развернутым способом на базе микропроцессорного контроллера;
- б) упрощенным способом.

Составить пояснительную записку.

Задание 11. В ленточную сушилку (рис.19) непрерывно подается селикагель с начальной влажностью 42% масс. Конечная влажность материала 11% масс. Температура материала, поступающего на сушку, 18°C, выходящего из сушилки 47°C. Сушка производится воздухом. Температура воздуха до калорифера 15°C, на выходе из калорифера 138°C, после сушилки 45°C. Расход воздуха на сушку 4030м<sup>3</sup>/ч. Давление греющего пара в калорифере 0,47МПа, расход пара 2600кг/ч, температура греющего пара 148°C.

1. Предусмотреть автоматический контроль всех параметров технологического процесса.
2. Стабилизировать влажность селикагеля на выходе из сушилки.

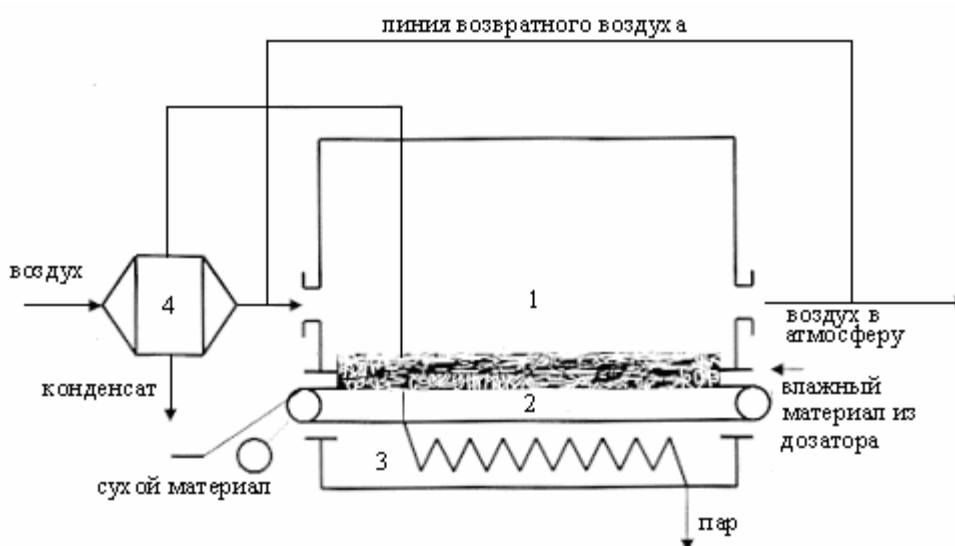


Рис.19. Принципиальная схема процесса сушки:

- 1 – сушилка, 2 – транспортер, 3 – дополнительный подогреватель,  
4 – калорифер

Функциональную схему автоматизации процесса сушки разработать в двух вариантах:

- а) развернутым способом на базе микропроцессорного контроллера;
- б) упрощенным способом.

Составить пояснительную записку.

Задание 12. В кипящем слое (рис.20) производится сушка частиц гранулированного селикагеля от начальной влажности 30% масс до конечной 5% масс. Сушильный агент – воздух, температура воздуха на выходе из топки 150°C. В топке происходит сгорание природного газообразного топлива, расход топлива 550м<sup>3</sup>/ч. Коэффициент избытка воздуха в топке 4. Температура взвешенного слоя 98°C; высота слоя 445мм, сопротивления слоя  $\Delta p=2,6\text{кПа}$ . Давление в верхней части сушилки 0,38МПа.

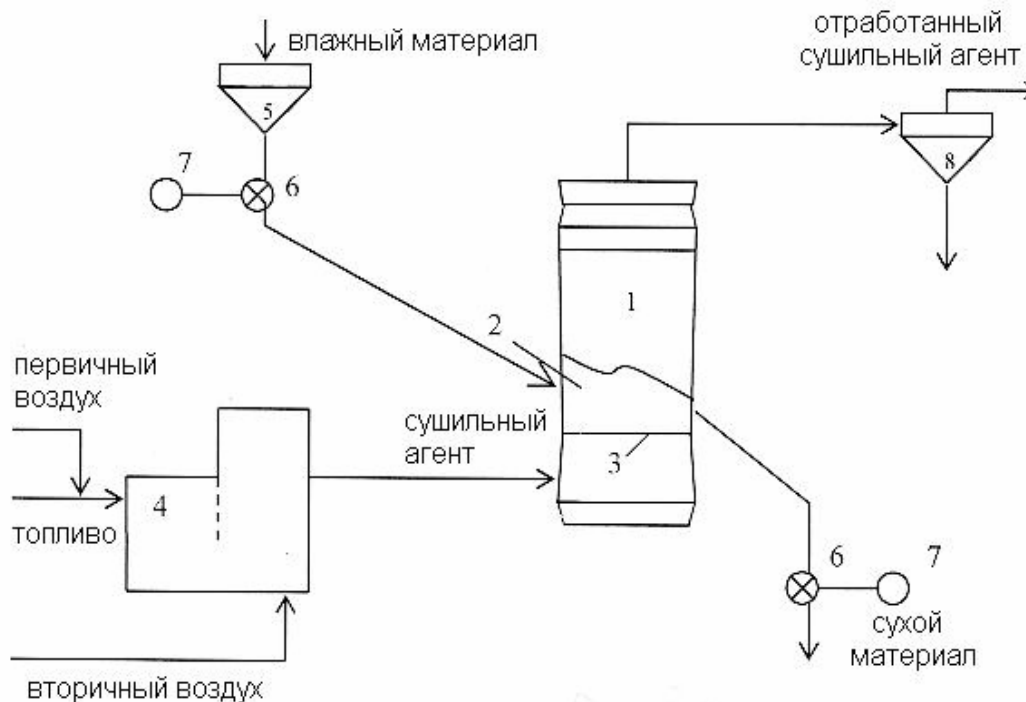


Рис.20. Принципиальная схема процесса сушки:

1 – сушилка, 2 – кипящий слой, 3 – решетка, 4 – топка, 5 – промежуточный бункер, 6 – питатели, 7 – электродвигатели, 8 – циклон

1. Предусмотреть автоматический контроль всех параметров технологического процесса.

2. Стабилизировать влажность селикагеля на выходе из сушилки.

Функциональную схему автоматизации процесса сушки разработать в двух вариантах:

а) развернутым способом на базе микропроцессорного контроллера;

б) упрощенным способом.

Составить пояснительную записку.

Задание 13. В отстойник подается суспензия для извлечения твердой фазы из жидкости. Показатель эффективности процесса – концентрация твердой фазы в осветленной жидкости (мутность раствора). Цель управления – максимальное извлечение твердой фазы. Уровень в отстойнике необходимо поддерживать постоянным,

во избежание перелива из аппарата. В отстойнике контролируется уровень раздела фаз.

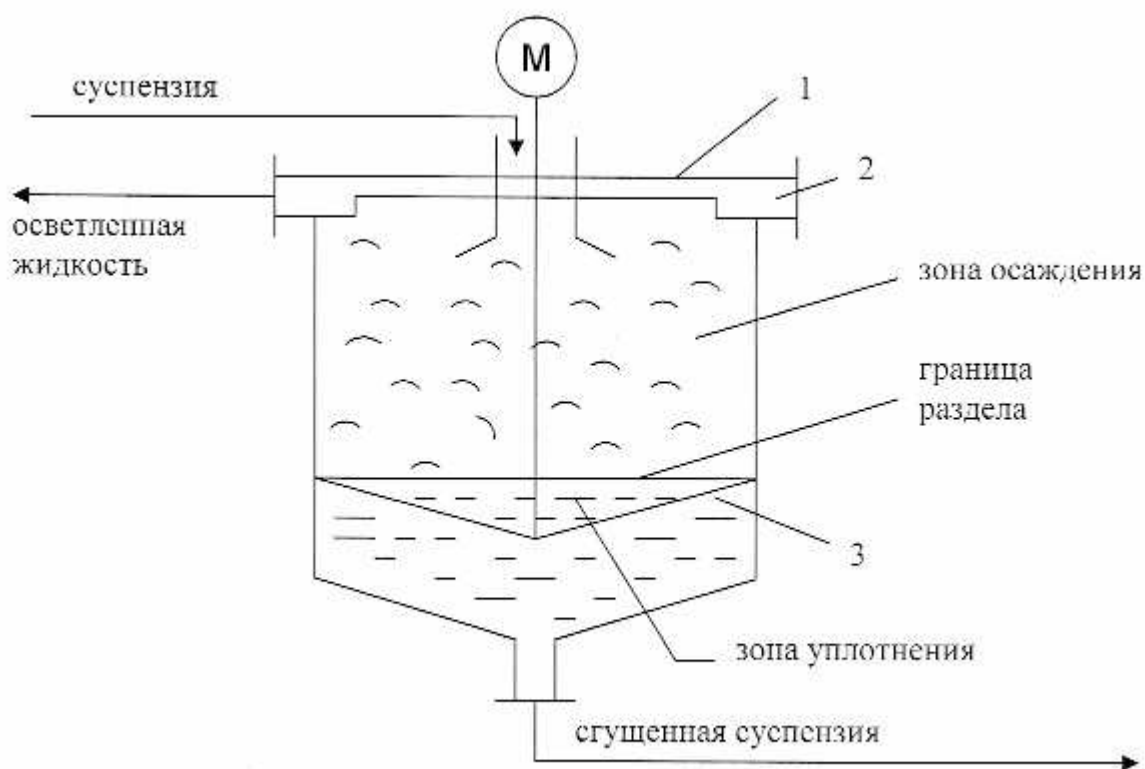


Рис.21. Принципиальная схема процесса отстаивания:

1 – отстойник, 2 – переливное устройство, 3 – мешалка

1. Предусмотреть автоматический контроль следующих параметров:

- расхода исходной суспензии;
- расхода осветленной жидкости;
- мутности осветленной жидкости;
- уровня раздела фаз.

2. Предусмотреть автоматическую стабилизацию следующих параметров:

- расхода исходной суспензии;
- границы раздела фаз.

Функциональную схему автоматизации процесса отстаивания разработать в двух вариантах:

- развернутым способом на базе микропроцессорного контроллера;
- упрощенным способом.

Составить пояснительную записку.

Задание 14. В кристаллизатор непрерывного действия (рис.22) поступает 5000кг/ч водного раствора NaOH при температуре 90°C с начальной концентрацией 57,6%масс. Раствор в кристаллизаторе охлаждается до  $t=40^{\circ}\text{C}$ , концентрация при этом снижается до 51,1%масс. Расход маточного раствора 822кг/ч; температура в



кристаллизаторе  $65^{\circ}\text{C}$ , кристаллизатор охлаждается водой с температурой входа –  $15^{\circ}\text{C}$ , выхода  $-20^{\circ}\text{C}$ . Расход воды 22 т/ч, число оборотов мешалки 160об/мин, содержание примесей в растворе NaOH считать постоянным.

1. Предусмотреть автоматический контроль следующих параметров:

а) температуры водного раствора NaOH  $90^{\circ}\text{C}$ ;

б) температуры маточного раствора  $40^{\circ}\text{C}$ ;

в) температуры хладоносителя на входе кристаллизатора  $15^{\circ}\text{C}$ , на выходе  $20^{\circ}\text{C}$ ;

г) расхода раствора на кристаллизацию 5000кг/ч;

д) расхода маточного раствора 822кг/ч;

е) количества хладоносителя;

ж) расхода хладоносителя 22т/ч;

з) уровня раствора в кристаллизаторе 2,4 м;

и) числа оборотов мешалки 160об/мин.

2. Предусмотреть автоматическую стабилизацию следующих параметров:

а) температуры в аппарате  $65^{\circ}\text{C}$ ;

б) расхода раствора на кристаллизацию 5000кг/ч;

в) уровня раствора  $L=2,4\text{м}$ .

3. Предусмотреть сигнализацию отклонения температуры в кристаллизаторе от заданной. Обосновать зависимость показателя эффективности кристаллизации от технологических параметров установки.

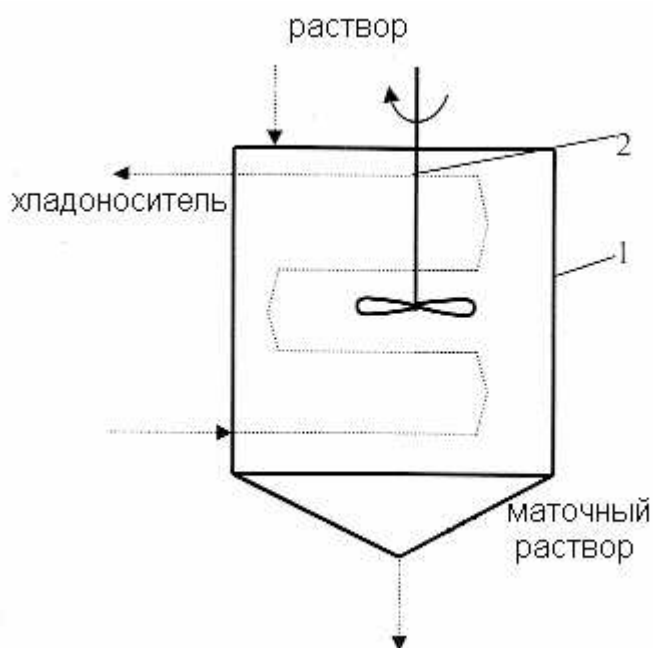


Рис.22. Принципиальная схема процесса кристаллизации:

1 – кристаллизатор, 2 – мешалка

Функциональную схему автоматизации процесса кристаллизации разработать в двух вариантах:

а) развернутым способом на базе микропроцессорного контроллера;

б) упрощенным способом.  
Составить пояснительную записку.

Задание 15. Загрязненный газ поступает в рукавные фильтры (рис.23) и очищается от вредных веществ. Твердые вещества оседают на фильтрах и создают перепад давлений  $\Delta P$ . При достижении максимального перепада давления регуляторы выдают сигналы на клапаны, установленные на магистралях сжатого воздуха. Клапаны открываются, импульсы сжатого воздуха через сопла поступают в рукава и деформируют ткань, сбивая при этом пыль. Регенерация ткани происходит до достижения минимального перепада давления.

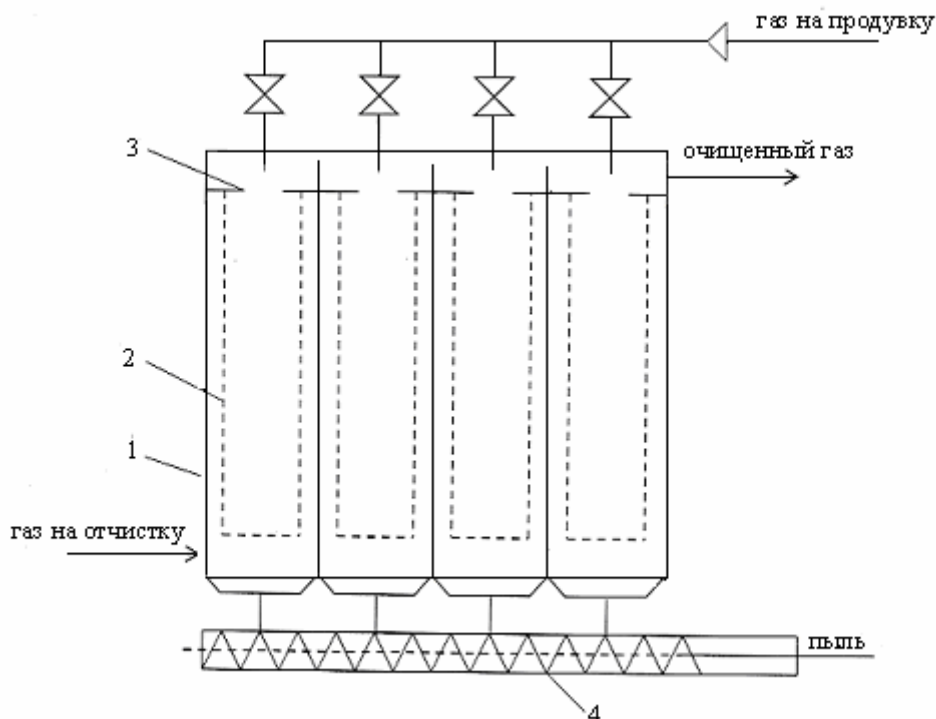


Рис.23. Схема процесса фильтрации газовых систем:

1 – корпус фильтра, 2 – рукава, 3 – сопла импульсной продувки, 4 – шнек

1. Предусмотреть автоматический контроль следующих параметров:
  - а) температуры загрязненного газа;
  - б) расхода загрязненного газа;
  - в) давления загрязненного газа.
2. Предусмотреть автоматическую стабилизацию:
  - а) перепада давления  $\Delta P$  на фильтре;
  - б) давления сжатого воздуха для продувки.
3. Обеспечить сигнализацию превышения заданной величины перепада давления на фильтре  $\Delta P$ .

Функциональную схему автоматизации процесса фильтрации газовых систем разработать в двух вариантах:

- а) развернутым способом на базе микропроцессорного контроллера;
- б) упрощенным способом.

Составить пояснительную записку.

### Библиографический список

1. СТП 7.3-03-2002. Порядок проектирования, разработки, внедрения, сопровождения и эксплуатации автоматизированных систем управления технологическими процессами; Нижнекамскнефтехим, – Нижнекамск, 2002.-255с.
2. ГОСТ 21.404-85. Система проектной документации для строительства. Автоматизация технологических процессов. Обозначения условные приборов и средств автоматизации в схемах. – М. : Изд-во стандартов, 1985.-16с.
3. ГОСТ 21.408-93. Межгосударственный стандарт. «Правила выполнения рабочей документации автоматизации технологических процессов». – М. : Изд-во стандартов, 1993.-39с.
4. ANSI ISA-S 5.1-1984.  
Instrumentation Symbols Identification-1984-p.12. Стандарт США.
5. Голубятников В.А., Шувалов В.В.  
Автоматизация производственных процессов в химической промышленности: учебн. для техникумов; 2е изд., перераб. и доп.– М. : Химия, 1985.-352с.
6. Шувалов В.В., Огаджанов Г.А., Голубятников В.А.  
Автоматизация производственных процессов в химической промышленности.– М. : Химия, 1991.-480с.

## **Часть 2 Системы управления химико-технологическими процессами. Контрольные вопросы и тесты**

### **Раздел 5. Системы управления химико-технологическими процессами. Контрольные вопросы и тесты**

#### 5.1. Литература, для изучения фундаментальных вопросов курса:

1. Кулаков, М.В. Технологические измерения и приборы для химических производств / М.В.Кулаков.– М. : Машиностроение, 1983. – 424 с.
2. Фарзани, Н.Г. Технологические измерения и приборы / Н.Г. Фарзани, Л.В. Илясов, А.Ю. Азим-Заде. – М. : Высш. школа, 1989. – 456 с.
3. Лапшенков, Г.К. Автоматизация производственных процессов в химической промышленности / Г.К. Лапшенков, Л.М. Полоцкий. – М. : Химия, 1988. – 288 с.
4. Полоцкий. Л.М. Автоматизация химических производств / Л.М. Полоцкий, Г.И. Лапшенков. – М. : Химия, 1982. – 288 с.
5. Полоцкий, Л.М. Автоматизация производственных процессов в химической промышленности. Технические средства и лабораторные работы / Л.М. Полоцкий, Г.И. Лапшенков – М. : Химия, 1988. – 288 с.
6. Основы автоматики и автоматизации химических процессов / А.А. Казаков, М.В. Кулаков, М.В. Мелюшов. – М. : 1970. – 367 с.
7. Обновленский, П.А. Основы автоматики химических производств / П.А. Обновленский, А.Я. Гуревич – М. :Химия, 1975. – 370 с.
8. Каталог продукции группы предприятий «Метран» Челябинск, Комсомольский пр., 29, а/я 11608. Электронная версия 2006.

Датчики давления.

Датчики температуры.

Расходомеры. Счетчики.

Вторичные приборы. Функциональная аппаратура.

Измерение уровня.

#### 5.2. Рекомендации по темам курса:

Тема 1. Метрология. Измерение давления.

[1] с. 113-142; [2] с. 95-129; [3] с. 24-30.

Тема 2. Термоэлектрические преобразователи. Вторичные приборы.

[1] с. 47-68; [2] с. 156-178; [3] с. 14-24.

Тема 3. Термопреобразователи сопротивления. Вторичные приборы.

[1] с. 68-84; [2] с. 178-190; [3] с. 14-24.

Тема 4. Измерение расхода. Счетчики.

[1] с. 146-180; [2] с. 205-241; [3] с. 33-44.

Тема 5. Измерение уровня.

[1] с. 193-206; [2] с. 142-258; [3] с. 30-33.

Тема 6. Свойства объектов регулирования.

[4] с. 48-81; [6] с. 188-208.

Тема 7. Законы регулирования.

[4] с. 111-127; [6] с. 235-248.

Системы двухпозиционного регулирования.

[4] с. 197-205; [5] с. 96-97; [6] с. 236-237.

Тема 8. Регулирующие органы.

[4] с. 127-135.

### 5.3 Как готовиться к тестированию?

Следует конспектировать литературу, рекомендованную к теме, т.к. многие вопросы лабораторного практикума дополняют лекционный курс.

После изучения литературы просмотрите электронный каталог производственного объединения «Метран». Каталог поможет Вам увидеть, как реализуются принципы измерения в реальных конструкциях приборов и средств автоматизации. Обратите внимание на разнообразие модификаций средств автоматизации, продиктованное реальными условиями их применения.

Для того, чтобы в процессе изучения курса постепенно готовиться к чтению функциональных технологических схем автоматизации, просмотрите методическое пособие [8]; самостоятельно попытайтесь изобразить условными знаками те средства, которые Вы изучили по теме. Обращайтесь за помощью к Вашему педагогу.

Контроль знаний кафедрой АССиОИ проводится еженедельно по предыдущей теме занятий в течение первых 15 минут путем письменного ответа на вопрос теста. Результаты контроля влияют на итоговую экзаменационную оценку.

## **Раздел 6. Вопросы и примеры тестов для самостоятельной работы по теме «Основные понятия метрологии. Измерение давления»**

1. Что такое основная погрешность? Что такое дополнительная погрешность? Приведите примеры по результатам лабораторной работы.

2. Что такое абсолютная, относительная и приведенная погрешность? Объясните на примере проделанной работы.

3. Объясните понятия «цена деления манометра», «чувствительность», «вариация» на примере проделанной Вами работы.

4. Что характеризует класс точности прибора и как он условно изображается?

5. С одинаковой ли погрешностью измеряют давление 4кгс/см<sup>2</sup> нижеуказанные манометры:

а) шкала 0-10кгс/см<sup>2</sup>, класс точности 1;

б) шкала 0-6кгс/см<sup>2</sup>, класс точности 1?

6. С одинаковой ли погрешностью измеряют давление  $4\text{кгс/см}^2$  манометры:

- а) шкала  $0\text{--}6\text{кгс/см}^2$ , класс точности 1;
- б) шкала  $0\text{--}6\text{кгс/см}^2$ , класс точности 0,5?

У какого из приборов меньше вариация?

7. Приведите известные Вам классификации погрешностей.

8. Для чего нужна поверка манометра, по каким основным критериям она проводится, чем удостоверяется?

9. Основная приведенная погрешность датчика 3051СД  $\pm 0,1\%$ . Дополнительная погрешность от изменения температуры на каждые  $10^\circ\text{C}$  от нормальных условий в  $\% \pm (0,0223 + 0,0045 P_{\text{max}}/P_i)$ . Определите погрешность датчика в  $\%$ , если температура окружающей среды  $50^\circ\text{C}$ ,  $P_{\text{max}} = 206,8\text{кПа}$ , измеренное значение  $P_i = 103,4\text{кПа}$ .

10. Основная приведенная погрешность датчика 3051ГА  $\pm 0,075\%$ . Дополнительная погрешность от изменения температуры на каждые  $10^\circ\text{C}$  от нормальных условий в  $\% : \pm (0,0892 + 0,0357 P_{\text{max}}/P_i)$ . Определите погрешность датчика в  $\%$ , если температура окружающей среды  $-40^\circ\text{C}$ ,  $P_{\text{max}} = 1034\text{кПа}$ , измеренное значение  $517\text{кПа}$ .

11. Пределы измерения Метран-100 модели 1153 от 0 до  $1,0\text{МПа}$ , предел допустимой основной погрешности  $\pm 0,5\%$ , показание прибора  $0,5\text{МПа}$ . Чему равен выходной сигнал, если электронный преобразователь датчика с линейно-возрастающим аналоговым выходом  $4\text{--}20\text{мА}$ ? С какой погрешностью указал цифровой индикатор измеренное значение в нормальных условиях работы?

12. Что характеризует предел допускаемой основной погрешности датчика  $\pm \gamma\%$  по аналоговому и цифровому сигналу, если нижний предел  $-0$ , верхний  $-10\text{МПа}$ , показание цифрового индикатора  $-5\text{МПа}$ , а  $\gamma = \pm 0,5\%$ , выходной сигнал  $4\text{--}20\text{мА}$ ? Ответ подтвердите расчетом погрешности измерения давления  $5\text{МПа}$  по обоим сигналам.

13. Шкала пружинного технического манометра  $100\text{кгс/см}^2$ , класс точности 1. С какой погрешностью показывает манометр давление  $50\text{кгс/см}^2$ ?

14. Единицы измерения давления в системе СИ. Внесистемные единицы. Соотношения между единицами.

15. Классификация манометров по принципу действия.

16. Приведите классификацию манометров по назначению, объясните разницу между манометрами.

17. Принцип работы емкостных манометров.

18. Манометр сопротивления. Принцип работы, измерительная схема.

19. В какие сигналы превращается давление в известных Вам деформационных манометрах?

20. В какой сигнал превращается давление в сенсорном модуле датчика серии Метран-100? На каком принципе основана работа модуля?

21. Объясните принцип работы датчика с пьезорезистивным поликремниевым сенсором серии 3051Т ПГ «Метран» для измерений избыточного и абсолютного давлений от  $2,07$  до  $68948\text{кПа}$ . Какой стандартный выходной сигнал у датчика?

22. Объясните принцип действия интеллектуальных датчиков давления серии Метран-100 (ПГ «Метран» г. Челябинск). Какие интеллектуальные функции характерны для датчиков? На какие особенности технической характеристики датчиков следует обратить внимание если:

- а) технологический процесс взрыво- и пожароопасен;
- б) измеряемая среда – кислород?

23. Измеряемая среда агрессивна, с высоким содержанием сероводорода, технологический процесс взрывоопасен. Управление процессом осуществляется дистанционно, с пульта оператора. Удовлетворяют ли условиям измерения коррозионностойкие датчики давления Метран-49? Объясните принцип действия датчиков.

24. Какой чувствительный элемент используется в реле давления РД ПГ «Метран». Объясните устройство, принцип действия, назначение реле давления. Для каких целей целесообразно применение реле давления? Чем определяется погрешность срабатывания реле? Как изображается на схемах автоматизации реле давления (РД)?

25. Реле давления РД-1600кПа. Предел допускаемой основной погрешности срабатывания реле  $\pm 1\%$  от верхнего предела диапазона уставки. Уставка реле произведена на значение 1000кПа. Какова допустимая погрешность срабатывания реле?

26. Датчики разности давления Метран-100-ДД и датчики гидростатического давления Метран-100-ДГ находят применение при измерении уровня в открытых и закрытых резервуарах. Объясните принцип работы и обоснуйте их возможность применения для измерения уровня. Поясните схемами установку датчиков в открытых и закрытых резервуарах, укажите на схемах минимальный ( $L_{min}$ ) и максимальный ( $L_{max}$ ) измеряемый уровень.

27. Объясните функцию уравнительного сосуда в схемах установки датчиков.

28. Объясните из каких основных функциональных блоков состоит электронный микропроцессорный преобразователь (МП, МП1 ÷ МП3) датчиков давления ПГ «Метран»? Назначение блоков, функции и их взаимосвязь.

29. Объясните разницу между датчиками избыточного давления Метран-100-ДИ и датчиками абсолютного давления Метран-100-ДА. Принцип действия датчиков.

30. Как в схемах автоматизации технологических процессов изображается датчик разности давлений с индикаторным устройством и стандартным электрическим сигналом? Если Вы предполагаете, что давление в аппарате составляет 1МПа, а измерить его следует с погрешностью не более 0,01МПа, с какими пределами измерения и какой основной приведенной погрешностью Вы выберете манометр?

31. Как изображается манометр, показывающий с одновитковой трубчатой пружиной в схемах автоматизации?

32. Как изображается бесшкальный дифференциальный манометр с электрическим выходным сигналом в схемах автоматизации?

33. Как изобразится на схемах автоматизации датчик разряжения с ЖК-дисплеем и стандартным электрическим выходным сигналом?

34. Что такое HART-протокол?

35. Как изобразится датчик давления серии 3051С в схемах автоматизации технологических процессов?

36. Как изображается датчик давления Метран-100 в схемах автоматизации технологических процессов?

37. Как изобразятся датчики Метран-49 и Метран-ДГ в схемах автоматизации технологических процессов?

38. Объясните принцип работы датчика с ёмкостной ячейкой для измерений перепада давления, избыточного, абсолютного давлений в диапазоне от 0,012 до 27580кПа серии 3051с ПГ «Метран». Какой стандартный выходной сигнал у датчика?

39. Датчик давления – разряжения Метран-100-ДИВ с пределами измерения от –100 до +60 кПа с пределом допускаемой основной погрешности  $\pm 0,5\%$  показывает +50 кПа. В каких пределах может находиться действительное значение давления в аппарате?

40. Реле избыточного давления РД-1600 имеет диапазон уставок 400-1600кПа. Предел допускаемой основной погрешности срабатывания реле  $\pm 1\%$  от верхнего предела диапазона уставки. Уставка реле произведена на значение 1000кПа. Какова допустимая погрешность срабатывания реле?

Работа № \_\_. Билет №\_\_.

1. Единицы измерения давления в системе СИ. Внесистемные единицы. Соотношения между единицами.
2. Классификация манометров по принципу действия.
3. Шкала пружинного технического манометра 1-100кгс/см<sup>2</sup>, класс точности 1. С какой погрешностью показывает манометр давление 50 кгс/см<sup>2</sup>? Как изобразится технический показывающий манометр на схемах автоматизации технологических процессов?

Максимальный балл:

Ваш балл:



Работа № \_\_. Билет №\_\_.

1. Приведите классификацию манометров по назначению, объясните разницу между манометрами.
2. Что такое основная погрешность? Что такое дополнительная погрешность? Приведите примеры по результатам лабораторной работы.
3. Как изображается манометр показывающий с одновитковой трубчатой пружиной в схемах автоматизации?

Максимальный балл:

Ваш балл:

Работа № \_\_. Билет №\_\_.

1. Что такое абсолютная, относительная и приведенная погрешность? Объясните на примере проделанной лабораторной работы.
2. Принцип работы емкостных манометров.
3. Как изображается бесшкальный дифференциальный манометр с электрическим выходным сигналом в схемах автоматизации?

Максимальный балл:

Ваш балл:

Работа № \_\_. Билет №\_\_.

1. Объясните понятия «цена деления» манометра, «чувствительность», «вариация» на примере проделанной Вами лабораторной работы.
2. Манометр сопротивления. Принцип работы, измерительная схема.
3. Как изображается на схеме автоматизации бесшкальный манометр с электрическим выходным сигналом?

Максимальный балл:

Ваш балл:

Работа № \_\_. Билет №\_\_.

1. Что характеризует класс точности прибора и как он условно изображается?
2. Если Вы предполагаете, что давление в аппарате составляет 1МПа, а измерить его следует с погрешностью не более 0,01МПа, с какими пределами измерения и какой основной приведенной погрешностью Вы выберете манометр?
3. Как изображается в схемах автоматизации бесшкальный дифференциальный манометр с электрическим выходным сигналом?

Максимальный балл:

Ваш балл:

Работа № \_\_. Билет №\_\_.

1. С одинаковой ли погрешностью измеряют давление  $4\text{кгс/см}^2$  ниже-указанные манометры:
  - а) Шкала  $0-10\text{кгс/см}^2$ , класс точности 1;
  - б) Шкала  $0-6\text{кгс/см}^2$ , класс точности 1?
2. В какой сигнал превращается давление в сенсорном модуле датчика серии Метран-100? На каком принципе основана работа модуля? Как изображается на схемах автоматизации реле давления (РД)?

Максимальный балл:

Ваш балл:

:

Работа № \_\_. Билет №\_\_.

1. С одинаковой ли погрешностью измеряют давление  $4\text{кгс/см}^2$  манометры:
  - а) Шкала  $0-6\text{кгс/см}^2$ , класс точности 1;
  - б) Шкала  $0-6\text{кгс/см}^2$ , класс точности 0,5?У какого из приборов меньше вариация?
2. В какие сигналы превращается давление в известных Вам деформационных манометрах?
3. Как изобразится на схемах автоматизации датчик разряжения с ЖК-дисплеем и стандартным электрическим выходным сигналом?

Максимальный балл:

Ваш балл:

Работа № \_\_. Билет №\_\_.

1. Приведите известные Вам классификации погрешностей.
2. Для чего нужна поверка манометра, по каким основным критериям она проводится, чем удостоверяется?
3. Как изобразится на схемах автоматизации датчик разряжения с ЖК-дисплеем и стандартным электрическим выходным сигналом?

Максимальный балл:

Ваш балл:

Работа № \_\_. Билет №\_\_.

1. Объясните принцип работы датчика с ёмкостной ячейкой для измерений перепада давлений, избыточного, абсолютного давлений в диапазоне от 0,012 до 27580кПа серии 3051с ПГ «Метран». Какой стандартный выходной сигнал у датчика?
2. Основная приведенная погрешность датчика 3051СД  $\pm 0,1\%$ . Дополнительная погрешность от изменения температуры на каждые  $10^\circ\text{C}$  от нормальных условий в %,  $\pm(0,0223+0,0045 P_{\text{max}}/P_i)$ . Определите погрешность датчика в % если температура окружающей среды  $50^\circ\text{C}$ ,  $P_{\text{max}} = 206,8\text{кПа}$ , измеренное значение  $P_i = 103,4\text{кПа}$ .
3. Как изобразится датчик давления серии 3051С в схемах автоматизации технологических процессов?

Максимальный балл:

Ваш балл:

Работа № \_\_. Билет №\_\_.

1. Объясните принцип работы датчика с пьезорезистивным поликремниевым сенсором серии 3051Т ПГ «Метран» для измерений избыточного и абсолютного давлений от 2,07 до 68948кПа. Какой стандартный выходной сигнал у датчика?
2. Основная приведенная погрешность датчика 3051ТА  $\pm 0,075\%$ . Дополнительная погрешность от изменения температуры на каждые  $10^{\circ}\text{C}$  от нормальных условий в %:  $\pm (0,0892 + 0,0357 P_{\text{max}}/P_i)$ . Определите погрешность датчика в %, если температура окружающей среды  $-40^{\circ}\text{C}$ ,  $P_{\text{max}}=1034\text{кПа}$ , измеренное значение 517кПа.
3. Как изображается датчик давления 3051С в схемах автоматизации технологических процессов?

Максимальный балл:

Ваш балл:

Работа № \_\_. Билет №\_\_.

1. Объясните принцип действия интеллектуальных датчиков давления серии Метран-100 (ПГ «Метран» г.Челябинск). Какие интеллектуальные функции характерны для датчиков? На какие особенности технической характеристики датчиков следует обратить внимание если:
  - а) технологический процесс взрыво- и пожароопасен;
  - б) измеряемая среда – кислород?
2. Пределы измерения Метран-100 модели 1153 от 0 до 1,0МПа, предел допустимой основной погрешности  $\pm 0,5\%$ , показание прибора 0,5МПа. Чему равен выходной сигнал, если электронный преобразователь датчика с линейно-возрастающим аналоговым выходом 4-20мА? С какой погрешностью указал в нормальных условиях работы цифровой индикатор измеренное значение?
3. Как изображается датчик давления Метран-100 в схемах автоматизации технологических процессов?

Максимальный балл:

Ваш балл:

Работа № \_\_. Билет №\_\_.

1. Измеряемая среда агрессивна, с высоким содержанием сероводорода; технологический процесс взрывоопасен. Управление процессом осуществляется дистанционно, с пульта оператора. Удовлетворяют ли условиям измерения коррозионностойкие датчики давления Метран-49? Объясните принцип действия датчиков.
2. Что характеризует предел допускаемой основной погрешности датчика  $\pm\gamma\%$  по аналоговому и цифровому сигналу, если нижний предел  $-0$ , верхний  $-10$ МПа, показание цифрового индикатора  $-5$ МПа, а  $\gamma=\pm 0,5\%$ ; выходной сигнал  $4-20$ мА? Ответ подтвердите расчетом погрешность измерения давления  $5$ МПа по обоим сигналам.
3. Как изобразится датчик Метран-49 в схемах автоматизации технологических процессов?

Максимальный балл:

Ваш балл:

Работа № \_\_. Билет №\_\_.

1. Какой чувствительный элемент используется в реле давления РД ПГ «Метран». Объясните устройство, принцип действия, назначение реле давления. Для каких целей целесообразно применение реле давления? Чем определяется погрешность срабатывания реле?
2. Реле избыточного давления РД-1600 имеет диапазон уставок  $400-1600$ кПа. Предел допускаемой основной погрешности срабатывания реле  $\pm 1\%$  от верхнего предела диапазона уставки. Уставка реле произведена на значение  $1000$ кПа. Какова допустимая погрешность срабатывания реле?
3. Как изображается манометр показывающий с одновитковой трубчатой пружиной в схемах автоматизации?

Максимальный балл:

Ваш балл:

Работа № \_\_. Билет №\_\_.

1. Датчики разности давления Метран-100-ДД и датчики гидростатического давления Метран-100-ДГ находят применение при измерении уровня в открытых и закрытых резервуарах. Объясните принцип работы датчиков и обоснуйте их возможность применения для измерения уровня. Поясните схемами установку датчиков в открытых и закрытых резервуарах, укажите на схемах минимальный ( $L_{min}$ ), максимальный ( $L_{max}$ ) измеряемый уровни.
2. Объясните функцию уравнительного сосуда в схемах установки датчиков.
3. Как изобразится датчик Метран-ДГ в схеме автоматизации технологического процесса?

Максимальный балл:

Ваш балл:

Работа № \_\_. Билет №\_\_.

1. Объясните, из каких основных функциональных блоков состоит электронный микропроцессорный преобразователь (МП, МП1 ÷ МП3) датчиков давления ПГ «Метран». Назначение блоков, функции и их взаимосвязь.
2. Что такое HART-протокол?
3. Как в схемах автоматизации технологических процессов изображается датчик давления с ЖК-индикатором и стандартным выходным электрическим сигналом?

Максимальный балл:

Ваш балл:

Работа № \_\_. Билет №\_\_.

1. Объясните разницу между датчиками избыточного давления Метран-100-ДИ и датчиками абсолютного давления Метран-100-ДА. Принцип действия датчиков.
2. Датчик давления – разряжения Метран-100-ДИВ с пределами измерения от  $-100$  до  $+60$ кПа с пределом допускаемой основной погрешности  $\pm 0,5\%$  показывает  $+50$ кПа. В каких пределах может находиться действительное значение давления в аппарате?
3. Как в схемах автоматизации технологических процессов изображается датчик разности давлений с индикаторным устройством и стандартным электрическим сигналом?

Максимальный балл:

Ваш балл:

### **Раздел 7. Вопросы и примеры тестов для самостоятельной работы по теме: «Измерение температуры термопреобразователями сопротивления»**

1. Приведите и объясните зависимость между температурой и сопротивлением у медных и платиновых термопреобразователей сопротивления? Какой из термометров чувствительнее при прочих равных условиях в диапазоне температур от  $-50$  до  $+100^{\circ}\text{C}$ ? Ответ обоснуйте.

Условные обозначения номинальной статической характеристики (НСХ) термопреобразователей сопротивления по ГОСТ 6651:

ТСП (50 П)	ТСМ (50 М)	ТСП (Pt 100)	} –зарубежные
ТСП (100 П)	ТСМ (100 М)	ТСП (Pt 500)	
		ТСП (Pt 1000)	

Что зашифровано в условных обозначениях? Чем разнятся между собой приведенные термопреобразователи сопротивления? При одинаковом диапазоне измеряемых температур, длине и конструкции монтажной части какой из термопреобразователей чувствительней?

2. Чем различаются термопреобразователи ТСП с номинальной статической характеристикой (НСХ) 50П, 100П, 500П, 1000П? Объясните принцип работы термопреобразователей. Почему при выборе термопреобразователя для конкретных условий измерения указывается длина монтажной части  $L$  в миллиметрах?



3. Медные термопреобразователи сопротивления. Принцип работы. Их назначение. Область применения. Номинальные статические характеристики (НСХ), и что они обозначают? Объясните принцип работы термопреобразователей сопротивления ТСМ с номинальной статической характеристикой 50М, 100М. Сравните их с термопреобразователями с НСХ 50П, 100П. Укажите достоинства, недостатки.

4. Какие конструктивные модификации термопреобразователей сопротивления Вам известны, их назначение? Чем определяется длина монтажной части преобразователей?

5. Какое влияние оказывает сопротивление соединительных проводов при подключении термопреобразователя сопротивления к измерительной схеме? Какие схемы подключения Вам известны?

6. Перечислите известные Вам мостовые схемы. Их достоинства и недостатки. Что такое «вершина моста», «диагональ моста», «плечо»? Изобразите принципиальную схему уравновешенного моста. Обозначьте вершины, укажите диагонали, укажите, из чего состоят плечи.

7. Принцип работы неуравновешенного моста. Применяется ли неуравновешенный мост для измерения температуры? Ответ обоснуйте.

8. Когда подключают термопреобразователь сопротивления к измерительной схеме двумя проводами? Тремя? Четырьмя?

9. Полупроводниковые термопреобразователи сопротивления. Принцип работы. Устройство. Область их применения, сравнение с проводниковыми (достоинства, недостатки).

10. Изобразите принципиальную схему трехпроводного уравновешенного моста. Объясните условие равновесия моста, его достоинства, область применения. Обозначьте вершины, плечи, диагонали.

11. Принцип действия и работа логометра. Чем определяется угол поворота рамки логометра? Влияет ли на работу логометра колебание напряжения в пределах  $\pm 10\%$ ? Ответ обоснуйте.

12. Принцип работы неуравновешенного моста. Достоинства, недостатки. Применяется ли неуравновешенный мост для измерения температуры? Ответ поясните принципиальной схемой.

13. Какие из известных Вам промышленных вторичных показывающих и регистрирующих приборов можно подключить к термопреобразователю сопротивления с номинальной статической характеристикой НСХ 100П, 50М? Укажите их особенности. На что следует обратить внимание при подключении?

14. Температура измеряется термопреобразователем сопротивления ТСМ с номинальной статической характеристикой (НСХ) 50М. Что подключают к преобразователю для визуализации температуры? Дайте характеристику указанным Вами устройствам.

15. Термопреобразователи сопротивления имеют следующие классы допуска:

Класс допуска	Пределы допускаемых отклонений от НСХ, °С	
	ТСП	ТСМ
А	$\pm[0,15+0,002t]$	
В	$\pm[0,3+0,002t]$	$\pm[0,25+0,0035t]$
С		$\pm[0,5+0,0065t]$

t – значение измеряемой температуры.

Какой из двух термопреобразователей с одинаковой длиной монтажной части ТСП-0395 с НСХ 50П кл. допуска В или ТСМ-0196 с НСХ 50М кл. допуска В Вы выберете для измерения температуры 100°С, если диапазон измерения обоих термометров одинаков: от –50 до +150°С ? Ответ обоснуйте.

16. Термопреобразователь сопротивления с унифицированным выходным сигналом 4-20мА с НСХ 100П типа ТСПУ-055/2 имеет диапазон преобразуемых температур от 0 до 100°С, предел допускаемой основной погрешности  $\pm 0,5\%$  при длине погружной части 100мм. С какой погрешностью термопреобразователь измеряет температуру +50°С? В какой точке по длине преобразователя измеряется температура? Чему равно значение выходного сигнала при +50°С ?

17. Термопреобразователь сопротивления для измерения температуры в аппарате смонтирован в защитной арматуре. Какую температуру измеряет термопреобразователь (на конце термопреобразователя, в местах подсоединения проводов либо какую-то другую)? Ответ поясните рисунком.

18. Термопреобразователь сопротивления с унифицированным сигналом 4-20мА с НСХ 100М типа ТСМУ-055/2 имеет диапазон преобразуемых температур от –50 до +50°С, предел допускаемой основной погрешности  $\pm 1\%$ . С какой погрешностью термопреобразователь измеряет температуру 0°С? В какой точке реактора 0°С, если длина погружной части термопреобразователя 100мм? Чему равно значение выходного сигнала при 0°С?

19. Термопреобразователь сопротивления с унифицированным выходным сигналом 4-20мА с НСХ 100П типа ТСПУ-055/2 имеет диапазон преобразуемых температур от 0 до 100°С, предел допускаемой основной погрешности  $\pm 0,5\%$  при длине погружной части 100 мм. С какой погрешностью термопреобразователь измеряет температуру +50 °С? В какой точке по длине преобразователя измеряется температура? Чему равно значение выходного сигнала при +50°С?

20. Как изображают термопреобразователи сопротивления с номинальной статической характеристикой (НСХ) 50М в схемах автоматизации?

21. Влияет ли на изображение на схемах автоматизации технологических процессов номинальная статическая характеристика термопреобразователя сопротивления? Поясните рисунком.

22. Есть ли отличия в изображении на схеме автоматизации между термопреобразователем сопротивления и интеллектуальным термоэлектрическим преобразователем? Ответ поясните рисунком.

23. Зависит ли изображение на схемах автоматизации технологических процессов измерительных преобразователей сопротивления от их технических характеристик? Поясните рисунком.

24. Как изобразится в схемах автоматизации комплект, состоящий из термопреобразователя сопротивления и показывающего логометра?

25. Термопреобразователь сопротивления ТСПУ-205 имеет выходной унифицированный сигнал 4-20мА. Как он изобразится на схеме автоматизации технологических процессов? Нарисуйте и объясните.

26. Как в схемах автоматизации изобразится ТСПУ-055/2?

27. Как изображают термопреобразователи сопротивления ТСМ-0196 на схемах автоматизации технологических процессов? Нарисуйте и поясните.

28. Как изображают термопреобразователь ТСП-0395 на схемах автоматизации технологических процессов? Нарисуйте и поясните.

29. Термопреобразователь сопротивления ТСПУ-205 имеет выходной унифицированный сигнал 4-20мА. Как он изобразится на схеме автоматизации технологических процессов? Нарисуйте и объясните.

30. Как в схеме автоматизации технологических процессов изобразится ТСМУ-055/2 и ТСПУ-055/2?

31. Как в схемах автоматизации изобразится комплект, состоящий из термопреобразователя сопротивления с НСХ 100П и вторичного показывающего и регистрирующего прибора?

32. Как решается технологическая проблема измерения температуры  $-10^{\circ}\text{C}$  термопреобразователем сопротивления, если процесс взрывоопасен? Укажите, на какие технические данные Вы обратите внимание при выборе устройства.

Работа № \_\_. Билет № \_\_.

1. Условные обозначения номинальной статической характеристики (НСХ) термопреобразователей сопротивления по ГОСТ 6651:

ТСП (50 П) ТСМ (50 М) ТСП (Pt 100)  
ТСП (100 П) ТСМ (100 М) ТСП (Pt 500)  
ТСП (Pt 1000) } – зарубежные

Что зашифровано в условных обозначениях? Чем разнятся между собой приведенные термоэлектрические преобразователи?

2. Термопреобразователи сопротивления имеют следующие классы допуска:

Класс допуска	Пределы допускаемых отклонений от НСХ, °С	
	ТСП	ТСМ
А	$\pm[0,15+0,002t]$	
В	$\pm[0,3+0,002t]$	$\pm[0,25+0,0035t]$
С		$\pm[0,5+0,0065t]$

t – значение измеряемой температуры.

Какой из двух термопреобразователей с одинаковой длиной монтажной части ТСП-0395 с НСХ 50П кл. допуска В или ТСМ-0196 с НСХ 50М кл. допуска В Вы выберете для измерения температуры 100°С, если диапазон измерения обоих термометров: одинаков от –50 до +150°С ? Ответ обоснуйте.

3. Как изображают термопреобразователи сопротивления ТСМ-0196 на схемах автоматизации технологических процессов? Нарисуйте и поясните.

Максимальный балл:

Ваш балл:

Работа № \_\_. Билет № \_\_.

1. Условные обозначения номинальной статической характеристики (НСХ) термопреобразователей по ГОСТ 6651:

ТСП (50 П)  
ТСП (100 П)

Что зашифровано в условных обозначениях?

В чем отличие между термопреобразователями?

2. Схема соединения термопреобразователя сопротивления с измерительным устройством по ГОСТ 6651 может быть двухпроводной, трехпроводной и четырехпроводной. Объясните, когда следует применять эти схемы, в чем их достоинства и недостатки.
3. Как изображают термопреобразователь ТСП-0395 на схемах автоматизации технологических процессов. Нарисуйте и поясните.

Максимальный балл:

Ваш балл:

Работа № \_\_. Билет №\_\_.

1. Условные обозначения номинальной статической характеристики (НСХ) термопреобразователей сопротивления по ГОСТ 6651  
ТСМ (50 М)  
ТСМ (100 М)  
Что зашифровано в условных обозначениях. Чем разнятся между собой приведенные термоэлектрические преобразователи? При одинаковом диапазоне измеряемых температур, длине и конструкции монтажной части какой из термопреобразователей чувствительней?
2. Термопреобразователь сопротивления для измерения температуры в аппарате смонтирован в защитной арматуре. Какую температуру измеряет термопреобразователь (на конце термопреобразователя, в местах подсоединения проводов либо какую-то другую)? Ответ поясните рисунком.
3. Термопреобразователь сопротивления ТСПУ-205 имеет выходной унифицированный сигнал 4-20мА. Как он изобразится на схеме автоматизации технологических процессов? Нарисуйте и объясните.

Максимальный балл:

Ваш балл:

Работа № \_\_. Билет №\_\_.

1. Чем различаются термопреобразователи ТСП с номинальной статической характеристикой (НСХ) 50П, 100П, 500П, 1000П? Объясните принцип работы термопреобразователей. Почему при выборе термопреобразователя для конкретных условий измерений указывается длина монтажной части  $L$  в миллиметрах?
2. Термопреобразователь сопротивления с унифицированным сигналом 4-20 мА с НСХ 100М типа ТСМУ-055/2 имеет диапазон преобразуемых температур от  $-50$  до  $+50^{\circ}\text{C}$ , предел допускаемой основной погрешности  $\pm 1\%$ . С какой погрешностью термопреобразователь измеряет температуру  $0^{\circ}\text{C}$ ? В какой точке реактора  $0^{\circ}\text{C}$ , если длина погружной части термопреобразователя 100мм? Чему равно значение выходного сигнала при  $0^{\circ}\text{C}$ ?
3. Как в схеме автоматизации технологических процессов изобразится ТСМУ-055/2?

Максимальный балл:

Ваш балл:

Работа № \_\_. Билет №\_\_.

1. Объясните принцип работы термопреобразователей сопротивления ТСМ с номинальной статической характеристикой 50М, 100М. Сравните их с термопреобразователями с НСХ 50П, 100П. Укажите достоинства, недостатки.
2. Термопреобразователь сопротивления с унифицированным выходным сигналом 4-20мА с НСХ 100П типа ТСПУ-055/2 имеет диапазон преобразуемых температур от 0 до 100°С, предел допускаемой основной погрешности  $\pm 0,5\%$  при длине погружной части 100мм. С какой погрешностью термопреобразователь измеряет температуру +50°С? В какой точке по длине преобразователя измеряется температура? Чему равно значение выходного сигнала при +50°С ?
3. Как в схемах автоматизации изобразится ТСПУ-055/2?

Максимальный балл:

Ваш балл:

Работа № \_\_. Билет №\_\_.

1. Какие конструктивные модификации термопреобразователей сопротивления Вам известны, их назначение? Чем определяется длина монтажной части преобразователей?
2. Как решается технологическая проблема измерения температуры – 10°С термопреобразователем сопротивления, если процесс взрывоопасен? Укажите, на какие технические данные Вы обратите внимание при выборе устройства.
3. Как в схемах автоматизации изобразится комплект, состоящий из термопреобразователя сопротивления и логометра?

Максимальный балл:

Ваш балл:

Работа № \_\_. Билет №\_\_.

1. Приведите и объясните зависимость между температурой и сопротивлением у медных и Pt платиновых термометров сопротивления? Какой из термометров чувствительнее при прочих равных условиях в диапазоне температур от  $-50$  до  $+100^{\circ}\text{C}$ ? Ответ обоснуйте.
2. Какие из известных Вам промышленных вторичных показывающих и регистрирующих приборов можно подключить к термопреобразователю сопротивления с номинальной статической характеристикой НСХ 100П? Укажите их особенности. На что следует обратить внимание при подключении?
3. Как в схемах автоматизации изобразится комплект, состоящий из термопреобразователя сопротивления с НСХ 100П и вторичного показывающего регистрирующего прибора?

Максимальный балл:

Ваш балл:

Работа № \_\_. Билет №\_\_.

1. Какое влияние оказывает сопротивление соединительных проводов при подключении термопреобразователя сопротивления к измерительной схеме. Какие схемы подключения Вам известны?
2. Какие из известных Вам промышленных вторичных показывающих и регистрирующих приборов можно подключить к термопреобразователю сопротивления с номинальной статической характеристикой НСХ 50М? Укажите их особенности. На что следует обратить внимание при подключении?
3. Как в схемах автоматизации изобразится комплект, состоящий из термопреобразователя сопротивления с НСХ 50М и вторичного показывающего регистрирующего прибора?

Максимальный балл:

Ваш балл:

Работа № \_\_. Билет №\_\_.

1. Принцип работы термопреобразователя сопротивления. Известные Вам термопреобразователи сопротивления, их назначение.
2. Перечислите известные Вам мостовые схемы. Их достоинства и недостатки.
3. Как изображают термопреобразователи сопротивления с номинальной статической характеристикой (НСХ) 50М в схемах автоматизации?

Максимальный балл:

Ваш балл:

Работа № \_\_. Билет №\_\_.

1. Принцип работы неуровновешенного моста. Применяется ли неуровновешенный мост для измерения температуры? Ответ обоснуйте.
2. Платиновые термопреобразователи сопротивления. Принцип действия. Область применения. Что характеризует номинальная статическая характеристика (НСХ) 50П? 100П?
3. Как изобразится на технологической схеме термопреобразователь сопротивления с НСХ 50П?

Максимальный балл:

Ваш балл:



Работа № \_\_. Билет №\_\_.

1. Медные термопреобразователи сопротивления. Принцип работы. Область применения. Номинальные статические характеристики (НСХ) и что они обозначают?
2. Когда подключают термопреобразователь сопротивления к измерительной схеме двумя проводами? Тремя? Четырьмя?
3. Влияет ли на изображение на схемах автоматизации технологических процессов номинальная статическая характеристика термопреобразователя сопротивления? Поясните рисунком.

Максимальный балл:

Ваш балл:

Работа № \_\_. Билет №\_\_.

1. Полупроводниковые термопреобразователи сопротивления. Принцип работы. Устройство. Область их применения, сравнение с проводниковыми (достоинства, недостатки).
2. Что такое «вершина моста», «диагональ моста», «плечо». Изобразите принципиальную схему уравновешенного моста. Обозначьте вершины, укажите диагонали, укажите, из чего состоят плечи.
3. Есть ли отличия в изображении на схеме автоматизации между термопреобразователем сопротивления и интеллектуальным термоэлектрическим преобразователем? Ответ поясните рисунком.

Максимальный балл:

Ваш балл:

Работа № \_\_. Билет №\_\_.

1. Изобразите принципиальную схему трехпроводного уравновешенного моста. Объясните: условие равновесия моста; его достоинства; область применения; обозначьте вершины, плечи, диагонали.
2. Температура измеряется термопреобразователем сопротивления ТСМ с номинальной статической характеристикой (НСХ) 50М. Что подключают к преобразователю для визуализации температуры? Дайте характеристику указанным Вами устройствам.
3. Зависит ли изображение на схемах автоматизации технологических процессов измерительных преобразователей сопротивления от их технических характеристик? Поясните рисунком.

Максимальный балл:

Ваш балл:

Работа № \_\_. Билет №\_\_.

1. Принцип действия и работа логометра. Чем определяется угол поворота рамок логометра? Влияет ли на работу логометра колебание напряжения в пределах  $\pm 10\%$ ? Ответ обоснуйте.
2. Термопреобразователи сопротивления имеют следующие классы допуска:

Класс допуска	Пределы допускаемых отклонений от НСХ, °С	
	ТСП	ТСМ
А	$\pm[0,15+0,002t]$	
В	$\pm[0,3+0,002t]$	$\pm[0,25+0,0035t]$
С		$\pm[0,5+0,0065t]$

t – значение измеряемой температуры.

Какой из двух термопреобразователей с одинаковой длиной монтажной части ТСП-0395 с НСХ 50П кл. допуска В или ТСМ-0196 с НСХ 50М кл. допуска В Вы выберете для измерения температуры 100°С, если диапазон измерения обоих термометров одинаков: от –50 до +150°С? Ответ обоснуйте.

3. Как изобразится в схемах автоматизации комплект, состоящий из термопреобразователя сопротивления и показывающего логометра?

Максимальный балл:

Ваш балл:

Работа № \_\_. Билет №\_\_.

1. Условные обозначения номинальной статической характеристики (НСХ) термопреобразователей сопротивления по ГОСТ 6651:  
ТСП (50 П) ТСМ (50 М) ТСП (Pt 100)  
ТСП (100 П) ТСМ (100 М) ТСП (Pt 500)  
ТСП (Pt 1000) } – зарубежные
2. Что зашифровано в условных обозначениях? Чем разнятся между собой приведенные термоэлектрические преобразователи?
3. Термопреобразователь сопротивления с унифицированным сигналом 4-20мА с НСХ 100М типа ТСМУ-055/2 имеет диапазон преобразуемых температур от –50 до +50°С, предел допускаемой основной погрешности  $\pm 1\%$ . С какой погрешностью термопреобразователь измеряет температуру 0°С? В какой точке реактора 0°С, если длина погружной части термопреобразователя 100мм? Чему равно значение выходного сигнала при 0°С?
4. Термопреобразователь сопротивления ТСПУ-205 имеет выходной унифицированный сигнал 4-20мА. Как он изобразится на схеме автоматизации технологических процессов? Нарисуйте и объясните.

Максимальный балл:

Ваш балл:

Работа № \_\_. Билет №\_\_.

1. Принцип работы неуравновешенного моста. Достоинства, недостатки. Применяется ли уравновешенный мост для измерения температуры? Ответ поясните принципиальной схемой.
2. Термопреобразователь сопротивления с унифицированным выходным сигналом 4-20мА с НСХ 100П типа ТСПУ-055/2 имеет диапазон преобразуемых температур от 0 до 100°С, предел допускаемой основной погрешности  $\pm 0,5\%$  при длине погружной части 100мм. С какой погрешностью термопреобразователь измеряет температуру +50°С? В какой точке по длине преобразователя измеряется температура? Чему равно значение выходного сигнала при +50°С ?
3. Как в схемах автоматизации изобразится ТСПУ-055/2?

Максимальный балл:

Ваш балл:

## **Раздел 8. Вопросы и примеры тестов для самостоятельной работы по темам: «Термоэлектрические преобразователи температуры», «Вторичные приборы, дополнительные устройства»**

1. Принцип работы термоэлектрического преобразователя. Объясните, какие физические явления ведут к возникновению термо-Э.Д.С.

2. Нарисуйте термоэлектрический преобразователь. Укажите места и направление движения микротермо-Э.Д.С. в ней. Объясните физические явления, приводящие к возникновению микротермо-Э.Д.С. Какие промышленные термоэлектрические преобразователи Вам известны? Их назначение.

3. Объясните, как влияет на термо-Э.Д.С термоэлектрического преобразователя увеличение температуры свободных концов. Объясните, как повлияет на термо-Э.Д.С. термоэлектрического преобразователя снижение температуры свободных концов.

4. Как вводится поправка на колебание температуры свободных концов в лабораторных условиях?

5. Какой из известных Вам по работе термоэлектрических преобразователей имеет большую чувствительность? Выбор обоснуйте расчетом (смотрите результаты лабораторной работы).

6. Условные обозначения номинальной статической характеристики (НСХ) преобразователей термоэлектрических по ГОСТ Р8.585 (в скобках указаны международные обозначения):

ТХА (К); ТПП (R,S);

ТХК (L); ТПР (В).

Что зашифровано в условных обозначениях? Чем разнятся между собой приведенные термоэлектрические преобразователи?

7. Какие вторичные приборы работают с термоэлектрическим преобразователем и что они измеряют?

8. Принцип работы милливольтметра.

9. Что Вам потребуется для измерения температуры в аппарате в промышленных условиях кроме термоэлектрического преобразователя?

10. Как в лабораторных условиях компенсировать влияние колебания температуры свободных концов? Нарисуйте и объясните схему измерения температуры термоэлектрическим преобразователем в лабораторных условиях.

11. Какие конструктивные типы термоэлектрических преобразователей Вам известны, особенности их применения.

12. Компенсационный мост. Назначение, применение.

13. Назначение удлинительных термоэлектродных проводов. Требования к ним.

14. Объясните особенности применения термоэлектрических преобразователей во взрыво- и пожароопасных процессах. Что такое барьеры искрозащиты РИФ ПГ «Метран»? Объясните разницу в применении активных и пассивных барьеров?

Где устанавливают барьеры? Как изобразить термоэлектрический преобразователь и барьер искрозащиты на схеме автоматизации технологического процесса?

15. В системе контроля и управления технологическим процессом термоэлектрический преобразователь ТХК (L) подключен к нормирующему одноканальному преобразователю НП-03 промышленной группы «Метран» г. Челябинск с пределами измерения выходного сигнала 4-20мА. Объясните, какими проводами проведено подключение.

16. Укажите величину выходного сигнала НП-03, если диапазон преобразования температуры от  $-50^{\circ}\text{C}$  до  $150^{\circ}\text{C}$ , а действительное значение измеряемой температуры  $+50^{\circ}\text{C}$ .

17. В системе контроля и управления технологическим процессом термоэлектрический преобразователь ТХА (К) подключен к преобразователю измерительному нормирующему серии Ш 9322 промышленной группы «Метран» г. Челябинск с пределами изменения выходного сигнала 4-20мА. Объясните, какими проводами проведено подключение?

18. Укажите величину выходного сигнала Ш 9322, если диапазон преобразования температуры от  $200^{\circ}\text{C}$  до  $1200^{\circ}\text{C}$ , а действительное значение измеряемой температуры  $+700^{\circ}$ .

19. С какой номинальной статической характеристикой (НСХ) Вы выберете из нижеприведенной таблицы преобразователь для измерения температуры  $+40^{\circ}\text{C}$  и какого класса допуска? Ответ обоснуйте.

Тип преобразователя	НСХ	Класс допуска	Рабочий диапазон температур, $^{\circ}\text{C}$	Пределы допускаемых Отклонений от НСХ, $\pm^{\circ}\text{C}$
ТХА	К	1	$-40$ до $375$	1,5
		2	$-40$ до $333$	2,5
ТХК	L	2	$-40$ до $360$	2,5

20. С какой номинальной статической характеристикой (НСХ) Вы выберете из нижеприведенной таблицы преобразователь для измерения температуры  $1000^{\circ}\text{C}$  и какого класса допуска? Ответ обоснуйте.

Тип преобразователя	НСХ	Класс допуска	Рабочий диапазон температур, $^{\circ}\text{C}$	Пределы допускаемых отклонений от НСХ, $\pm^{\circ}\text{C}$
ТПП	R, S	1	от $0$ до $1100^{\circ}\text{C}$	1,0
		2	от $600$ до $1300^{\circ}\text{C}$	0,0025(t)
ТПР	B	2	от $600$ до $1600^{\circ}\text{C}$	0,0025(t)
		3	от $800$ до $1600^{\circ}\text{C}$	0,005(t)

21. С какой номинальной статической характеристикой (НСХ) Вы выберете из нижеприведенной таблицы преобразователь для измерения температуры 400°C и какого класса допуска? Ответ обоснуйте.

Тип преобразователя	НСХ	Класс допуска	Рабочий диапазон температур, °С	Пределы допускаемых отклонений от НСХ, ±°С
ТХА	К	1	св. 375 до 1100	0,004·(t)
		2	св. 333 до 1100	0,0075·(t)
ТХК	L	2	от 360 до 600	0,7+0,005·(t)

22. Какие из приведенных в таблице термоэлектрических преобразователей не требуют введения поправки на изменение температуры свободных концов? Укажите их номера. Ответ обоснуйте.

Тип преобразователя	НСХ	Класс допуска	№	Рабочий диапазон температур, °С	Пределы допускаемых отклонений от НСХ, ±°С
ТПП	R, S	1	1	от 0 до 1100	1
			2	св. 1100 до 1300	1+0,003([t]-1100)
		2	3	от 0 до 600	1,5
			4	св. 600 до 1300	0,0025·[t]
ТПР	В	2	5	св. 600 до 1600	0,0025·[t]
			3	6	от 600 до 800
		7		св. 800 до 1600	0,005·[t]

23. Для измерения температуры в реакторах установок каталитического реформинга в нескольких различных точках по глубине разработаны специальные термоэлектрические преобразователи ТХА Метран-261 и ТХА Метран-262 с количеством зон измерения от 3 до 10. В каждой зоне находится один чувствительный элемент. Объясните, какая температура измеряется в каждой зоне – средняя по длине термоэлектрического преобразователя, или какая-то другая? Ответ обоснуйте принципом работы термоэлектрического преобразователя.

24. Как изображаются термоэлектрические преобразователи на схемах автоматизации технологических процессов? Нарисуйте и поясните. Как изображится микропроцессорный преобразователь на схемах автоматизации технологических процессов? Нарисуйте и поясните. Какая разница в изображении на схемах автоматизации технологических процессов между термоэлектрическим преобразователем и интеллектуальным преобразователем температуры? Ответ поясните рисунками.

25. Как в схемах автоматизации технологических процессов изображится комплект, состоящий из термоэлектрического преобразователя и показывающего и регистрирующего вторичного прибора А543 ПГ «Метран». Нарисуйте и поясните.

26. Как изобразится на схеме автоматизации технологического процесса термоэлектрический преобразователь в комплекте с показывающим прибором КП1Т ПГ «Метран»?

27. Как изобразится на схеме автоматизации технологического процесса термоэлектрический преобразователь в комплекте с показывающим и регистрирующим прибором А100 ПГ «Метран»? Нарисуйте и поясните.

28. Как изобразится на схеме автоматизации технологического процесса термоэлектрический преобразователь в комплекте с показывающим и регистрирующим прибором ДИСК-250 ПГ «Метран»? Нарисуйте и поясните.

29. Как изобразить термоэлектрический преобразователь и нормирующий преобразователь в схеме автоматизации технологического процесса?

Работа № \_\_. Билет №\_\_.

1. Условные обозначения номинальной статической характеристики (НСХ) преобразователей термоэлектрических по ГОСТ Р8.585 (в скобках указаны международные обозначения):

ТХА (К); ТПП (R,S);

ТХК (L); ТПР (B).

Что зашифровано в условных обозначениях? Чем разнятся между собой приведенные термоэлектрические преобразователи?

2. С какой номинальной статической характеристикой (НСХ) Вы выберете из нижеприведенной таблицы преобразователь для измерения температуры +40°C и какого класса допуска? Ответ обоснуйте.

Тип преобразователя	НСХ	Класс допуска	Рабочий диапазон температур, °С	Пределы допускаемых отклонений от НСХ, ±°С
ТХА	К	1	-40 до 375	1,5
		2	-40 до 333	2,5
ТХК	L	2	-40 до 360	2,5

3. Как изображаются термоэлектрические преобразователи на схемах автоматизации технологических процессов? Нарисуйте и поясните.

Максимальный балл:

Ваш балл:

Работа № \_\_. Билет №\_\_.

1. Условные обозначения номинальной статической характеристики (НСХ) преобразователей термоэлектрических по ГОСТ Р8.585 (в скобках указаны международные обозначения):

ТХА (К); ТПП (R,S);

ТХК (L); ТПР (В).

Что зашифровано в условных обозначениях? Чем разнятся между собой приведенные термоэлектрические преобразователи?

2. С какой номинальной статической характеристикой (НСХ) Вы выберете из нижеприведенной таблицы преобразователь для измерения температуры 1000°C и какого класса допуска? Ответ обоснуйте.

Тип преобразователя	НСХ	Класс допуска	Рабочий диапазон температур, °С	Пределы допускаемых отклонений от НСХ, ±°С
ТПП	R, S	1	от 0 до 1100°C	1,0
		2	от 600 до 1300°C	0,0025(t)
ТПР	В	2	от 600 до 1600°C	0,0025(t)
		3	от 800 до 1600°C	0,005(t)

3. Как изображаются термоэлектрические преобразователи на схемах автоматизации технологических процессов? Нарисуйте и поясните.

Максимальный балл:

Ваш балл:

Работа № \_\_. Билет №\_\_.

1. Условные обозначения номинальной статической характеристики (НСХ) преобразователей термоэлектрических по ГОСТ Р8.585 (в скобках указаны международные обозначения):

ТХА (К); ТПП (R,S);

ТХК (L); ТПР (В).

Что зашифровано в условных обозначениях? Чем разнятся между собой приведенные термоэлектрические преобразователи?

2. С какой номинальной статической характеристикой (НСХ) Вы выберете из нижеприведенной таблицы преобразователь для измерения температуры 400°C и какого класса допуска? Ответ обоснуйте.

Тип преобразователя	НСХ	Класс допуска	Рабочий диапазон температур, °С	Пределы допускаемых отклонений от НСХ, ±°С
ТХА	К	1	св. 375 до 1100	0,004·(t)
		2	св. 333 до 1100	0,0075·(t)
ТХК	L	2	от 360 до 600	0,7+0,005·(t)

3. Как изображаются термоэлектрические преобразователи на схемах автоматизации технологических процессов? Нарисуйте и поясните.

Максимальный балл:

Ваш балл:



Работа № \_\_. Билет № \_\_.

1. Условные обозначения номинальной статической характеристики (НСХ) преобразователей термоэлектрических по ГОСТ Р8.585 (в скобках указаны международные обозначения):ТХА (К); ТПП (R,S); ТХК (L); ТПР (В).

Что зашифровано в условных обозначениях? Чем разнятся между собой приведенные термоэлектрические преобразователи?

2. Какие из приведенных в таблице термоэлектрических преобразователей не требуют введения поправки на изменение температуры свободных концов? Укажите их номера. Ответ обоснуйте.

Тип преобразователя	НСХ	Класс допуска	№	Рабочий диапазон температур, °С	Пределы допускаемых отклонений от НСХ, ±°С
ТПП	R, S	1	1	от 0 до 1100	1
			2	св. 1100 до 1300	1+0,003([t]-1100)
		2	3	от 0 до 600	1.5
			4	св. 600 до 1300	0,0025·[t]
ТПР	В	2	5	св. 600 до 1600	0,0025·[t]
			6	от 600 до 800	4
		3	св. 800 до 1600	0,005·[t]	

3. Как изображаются термоэлектрические преобразователи на схемах автоматизации технологических процессов? Нарисуйте и поясните.

Максимальный балл:

Ваш балл:

Работа № \_\_. Билет № \_\_.

1. Условные обозначения номинальной статической характеристики (НСХ) преобразователей термоэлектрических по ГОСТ Р8.585 (в скобках указаны международные обозначения):

ТХА (К); ТПП (R,S);

ТХК (L); ТПР (В).

Что зашифровано в условных обозначениях? Чем разнятся между собой приведенные термоэлектрические преобразователи?

2. Для измерения температуры в реакторах установок каталитического реформинга в нескольких различных точках по глубине разработаны специальные термоэлектрические преобразователи ТХА Метран-261 и ТХА Метран-262 с количеством зон измерения от 3 до 10. В каждой зоне находится один чувствительный элемент. Объясните, какая температура измеряется в каждой зоне – средняя по длине термоэлектрического преобразователя, или какая-то другая? Ответ обоснуйте принципом работы термоэлектрического преобразователя.

3. Как изображаются термоэлектрические преобразователи на схемах автоматизации технологических процессов? Нарисуйте и поясните.

Максимальный балл:

Ваш балл:

Работа № \_\_. Билет №\_\_.

1. Условные обозначения номинальной статической характеристики (НСХ) преобразователей термоэлектрических по ГОСТ Р8.585 (в скобках указаны международные обозначения):

ТХА (К); ТПП (R,S);

ТХК (L); ТПР (В).

Что зашифровано в условных обозначениях? Чем разнятся между собой приведенные термоэлектрические преобразователи?

2. В современных автоматических системах управления технологическими процессами (АСУТП) применяют термопреобразователи микропроцессорные (типа ТХАУ Метран-271 МП) и интеллектуальные преобразователи температуры Метран-281 (НСХ К). Опишите их функциональные возможности и особенности. Какой выходной сигнал будет у этого типа преобразователей, если диапазон преобразуемых температур от 0 до 800°C, значение измеренной температуры 400°C? Ответ обоснуйте.

3. Как изобразится микропроцессорный преобразователь на схемах автоматизации технологических процессов? Нарисуйте и поясните.

Максимальный балл:

Ваш балл:

Работа № \_\_. Билет №\_\_.

1. Нарисуйте термоэлектрический преобразователь. Укажите места и направление движения микротермо-Э.Д.С. в нем. Объясните физические явления, приводящие к возникновению микротермо-Э.Д.С.

2. Какие вторичные приборы работают с термоэлектрическим преобразователем и что они измеряют?

3. Какая разница в изображении на схемах автоматизации технологических процессов между термоэлектрическим преобразователем и интеллектуальным преобразователем температуры? Ответ поясните рисунками.

Максимальный балл:

Ваш балл:

Работа № \_\_. Билет №\_\_.

1. Укажите, как влияет на термо-Э.Д.С термоэлектрического преобразователя увеличение температуры свободных концов.
2. Принцип работы милливольтметра.
3. Как в схемах автоматизации технологических процессов изобразится комплект, состоящий из термоэлектрического преобразователя и показывающего и регистрирующего вторичного прибора А543 ПГ «Метран». Нарисуйте и поясните.

Максимальный балл:

Ваш балл:

Работа № \_\_. Билет №\_\_.

1. Как вводится поправка на колебание температуры свободных концов термоэлектрического преобразователя в лабораторных условиях?
2. Какой из известных Вам по работе термоэлектрических преобразователей имеет большую чувствительность? Выбор обоснуйте расчетом (смотрите результаты лабораторной работы).
3. Как изобразится на схеме автоматизации технологического процесса термоэлектрический преобразователь в комплекте с показывающим прибором КП1Т ПГ «Метран»?

Максимальный балл:

Ваш балл:

Работа № \_\_. Билет №\_\_.

1. Принцип работы термоэлектрического преобразователя. Объясните, какие физические явления ведут к возникновению термо-Э.Д.С.
2. Что Вам потребуется для измерения температуры в аппарате в промышленных условиях кроме термоэлектрического преобразователя?
3. Как изобразится термоэлектрический преобразователь температуры на схемах автоматизации технологических процессов? Нарисуйте и поясните.

Максимальный балл:

Ваш балл:

Работа № \_\_. Билет №\_\_.

1. Как в лабораторных условиях компенсировать влияние колебания температуры свободных концов? Нарисуйте и объясните схему измерения температуры термоэлектрическим преобразователем в лабораторных условиях.
2. Какие промышленные термоэлектрические преобразователи Вам известны? Их назначение.
3. Как изобразится на схеме автоматизации технологического процесса термоэлектрический преобразователь в комплекте с показывающим и регистрирующим прибором А100 ПГ «Метран»? Нарисуйте и поясните.

Максимальный балл:

Ваш балл:

Работа № \_\_. Билет №\_\_.

1. Какие конструктивные типы термоэлектрических преобразователей Вам известны, особенности их применения.
2. Компенсационный мост. Назначение, применение.
3. Как изобразится на схеме автоматизации технологического процесса термоэлектрический преобразователь в комплекте с показывающим и регистрирующим прибором ДИСК-250 ПГ «Метран»? Нарисуйте и поясните.

Максимальный балл:

Ваш балл:

Работа № \_\_. Билет №\_\_.

1. Укажите, как повлияет на термо-Э.Д.С. термоэлектрического преобразователя снижение температуры свободных концов.
2. Назначение удлинительных термоэлектродных проводов. Требования к ним.
3. Как изобразится микропроцессорный преобразователь температуры на схемах автоматизации технологических процессов? Нарисуйте и поясните.

Максимальный балл:

Ваш балл:

Работа № \_\_. Билет №\_\_.

1. Как вводится поправка на колебание температуры свободных концов термоэлектрического преобразователя в промышленных условиях в автоматическом потенциометре?
2. Какой из известных Вам термоэлектрических преобразователей Вы выберете для измерения температуры 30°C. Выбор обоснуйте (смотрите результаты лабораторной работы).
3. Как изобразится интеллектуальный преобразователь температуры на схемах автоматизации технологических процессов. Нарисуйте и поясните.

Максимальный балл:

Ваш балл:

Работа № \_\_. Билет №\_\_.

1. В системе контроля и управления технологическим процессом термоэлектрический преобразователь ТХК (L) подключен к нормирующему одноканальному преобразователю НП-03 промышленной группы «Метран» г. Челябинск с пределами изменения выходного сигнала 4-20мА. Объясните, какими проводами проведено подключение.
2. Укажите величину выходного сигнала НП-03, если диапазон преобразования температуры от -50°C до 150°C, а действительное значение измеряемой температуры +50°C.
3. Как изобразить термоэлектрический преобразователь и нормирующий преобразователь в схеме автоматизации технологического процесса?

Максимальный балл:

Ваш балл:

Работа № \_\_. Билет №\_\_.

1. В системе контроля и управления технологическим процессом термоэлектрический преобразователь ТХА (К) подключен к преобразователю измерительному нормирующему серии Ш 9322 промышленной группы «Метран» г. Челябинск с пределами изменения выходного сигнала 4-20мА. Объясните, какими проводами проведено подключение.
2. Укажите величину выходного сигнала Ш 9322, если диапазон преобразования температуры от 200°С до 1200°С, а действительное значение измеряемой температуры +700°.
3. Как изобразить термоэлектрический преобразователь и преобразователь измерительный нормирующий с учетом его дополнительных функций в схеме автоматизации технологического процесса?

Максимальный балл:

Ваш балл:

Работа № \_\_. Билет №\_\_.

1. Объясните особенности применения термоэлектрических преобразователей во взрыво- и пожароопасных процессах. Что такое барьеры искрозащиты РИФ ПГ «Метран»? Объясните разницу в применении активных и пассивных барьеров. Где устанавливают барьеры?
2. Как изобразить термоэлектрический преобразователь и барьер искрозащиты на схеме автоматизации технологического процесса?

Максимальный балл:

Ваш балл:

## Раздел 9. Вопросы и примеры тестов для самостоятельной работы по теме «Измерение расхода»

1. Проклассифицируйте известные Вам приборы для измерения расхода по принципу действия, укажите их достоинства, недостатки, область применения.

2. Понятия: расход, мгновенный расход, номинальный расход, количество. Единицы в системе СИ. Внесистемные единицы.

3. Что понимают под объемным расходом, единицами объемного расхода? Что характеризует накопленный объем, единицы? Массовый расход. Единицы.

4. Счетчики для холодной и горячей воды ПГ «Метран». Принцип действия. Достоинства. Какие технические характеристики важны для правильного выбора счетчика?

5. Назначение счетчиков тепла, основные функциональные блоки, принцип работы, достоинства. Как изобразится счетчик воды в схемах автоматизации технологических процессов?

6. Нарисуйте схему движения потока по трубопроводу через сужающее устройство. Поясните под схемой, как при этом меняется статическое давление. Объясните, какой перепад давления пропорционален расходу, каким прибором он измеряется. Какие отклонения от теоретического уравнения расхода допускаются при практическом его применении? Укажите на схеме, что такое «необратимая потеря давления». Объясните, почему ее стараются уменьшить. Назначение диафрагмы (сужающего устройства). Конструктивные разновидности диафрагм. Какие исходные данные нужны для расчета диафрагмы? Важна ли схема прямых участков трубопровода для установки диафрагмы? С какими вторичными приборами работают диафрагмы?

7. Перечислите сужающие устройства расходомеров переменного перепада. Укажите их особенности. Как изобразится сужающее устройство в комплекте с показывающим и регистрирующим дифманометром на схеме автоматизации технологического процесса?

8. Назовите составные части расходомера переменного перепада давления, объясните их назначение? Чем дополняется комплект при измерении расхода пара; при агрессивной среде? Изобразите комплект расходомера переменного перепада давления условными обозначениями, принятыми в системах автоматизации технологических процессов. Объясните обозначения.

9. Объясните принцип работы преобразователя расхода вихреакустического типа Метран-300ПР ПГ «Метран». Ответ поясните блок-схемой, объясните назначение и взаимосвязь блоков. Как изображается преобразователь Метран-300 ПР в схемах автоматизации технологических процессов?

10. Объясните принцип работы интеллектуального вихревого расходомера модели 8800 ПГ «Метран». Почему прибор называется интеллектуальным? Ответ поясните технической характеристикой прибора. Приведите блок-схему расходомера, объясните назначение и взаимосвязь блоков. Достоинства прибора. Как изобра-



жается преобразователь расхода модели 8800 в схемах автоматизации технологических процессов?

11. Расходомер кориолисовый Метран-360 ПГ «Метран», устройство и принцип действия, назначение. Техническая характеристика. Единицы измерения. Влияет ли на работу кориолисового расходомера изменение плотности среды, расход которой измеряется? Ответ обоснуйте. Как изобразится расходомер Метран-360 в схемах автоматизации технологических процессов?

12. Автоматизированная система дозирования ПГ «Метран». Функциональная схема, общее описание дозатора. Погрешности. Как изобразится система дозирования в схемах автоматизации ПГ «Метран» технологических процессов?

13. Возможно ли применение для измерения текущего и суммарного расхода дозируемой среды массового кориолисового расходомера Micro Motion с контроллером серии 3000 ПГ «Метран»? Объясните принцип работы кориолисового расходомера.

14. Массовые кориолисовые расходомеры Micro Motion (ПГ «Метран»). Принцип работы (поясните схемой), назначение. Техническая характеристика. Что измеряют сенсоры кориолисовых расходомеров? Можно ли использовать эти приборы для измерения плотности? Ответ обоснуйте. Как изобразится кориолисовый расходомер Micro Motion в схемах автоматизации технологических процессов? Как изобразится плотномер?

15. Нарисуйте схему обтекания сенсора расходомера Метран-350 ПГ «Метран». Что является сенсором прибора? Принцип действия расходомера. Достоинства. Область применения. К чему подаются сигналы сенсора расходомера Метран-350 (название прибора, его функции, принцип действия)? Как изобразится в схемах автоматизации технологического процесса расходомер Метран-350 с выходным сигналом 4-20мА?

16. Многопараметрический датчик – массовый расходомер модели 3035 MV ПГ «Метран». Принцип работы, блок-схема. Почему датчик 3035 называется многопараметрическим? Какие параметры измеряются и для чего? На каком принципе работают сенсоры? По каким параметрам и как корректируется расход? Как изобразится в схемах автоматизации технологического процесса датчик 3035 MV с выходным сигналом 4-20мА?

17. Расход измеряется расходомером обтекания с электрической дистанционной передачей (ротаметром). Опишите принцип работы прибора. Назовите и объясните принцип работы дистанционной передачи ротаметра, градуировочную характеристику которого Вы искали в лабораторной работе. Как в схемах автоматизации технологических процессов изображается расходомер обтекания (ротаметр) с электрической дистанционной передачей? Как изобразится ротаметр и вторичный прибор лабораторной работы на схеме автоматизации технологического процесса?

18. Кориолисовые расходомеры. Принцип работы, технические модификации. Какие функции выполняют интеллектуальные датчики расхода, из каких основных блоков состоят, назначение блоков.

19. Как изобразится интеллектуальный расходомер вихреакустический с выходным сигналом 4-20мА на схеме автоматизации технологического процесса?

Работа № \_\_. Билет №\_\_.

1. Объясните принцип работы преобразователя расхода вихреакустического типа Метран-300ПР ПГ «Метран». Ответ поясните блок-схемой, объясните назначение и взаимосвязь блоков.
2. Что понимают под объемным расходом, единицами объемного расхода? Что характеризует накопленный объем, единицы? Массовый расход. Единицы.
3. Как изображается преобразователь Метран-300 ПР в схемах автоматизации технологических процессов?

Максимальный балл:

Ваш балл:

Работа № \_\_. Билет №\_\_.

1. Расходомер кориолисовый Метран-360 ПГ «Метран», устройство и принцип действия, назначение. Техническая характеристика. Единицы измерения.
2. Влияет ли на работу кориолисового расходомера изменение плотности среды, расход которой измеряется? Ответ обоснуйте.
3. Как изобразится расходомер Метран-360 в схемах автоматизации технологических процессов?

Максимальный балл:

Ваш балл:

Работа № \_\_. Билет №\_\_.

1. Автоматизированная система дозирования ПГ «Метран». Функциональная схема, общее описание дозатора. Погрешности.
2. Возможно ли применение для измерения текущего и суммарного расхода дозируемой среды массового кориолисового расходомера Micro Motion с контроллером серии 3000 ПГ «Метран»? Объясните принцип работы кориолисового расходомера.
3. Как изобразится система дозирования в схемах автоматизации технологических процессов?

Максимальный балл:

Ваш балл:

Работа № \_\_. Билет №\_\_.

1. Массовые кориолисовые расходомеры Micro Motion (ПГ «Метран»). Принцип работы (поясните схемой), назначение. Техническая характеристика.
2. Что измеряют сенсоры кориолисовых расходомеров? Можно ли использовать эти приборы для измерения плотности? Ответ обоснуйте.
3. Как изобразится кориолисовый расходомер Micro Motion в схемах автоматизации технологических процессов? Как изобразится плотномер?

Максимальный балл:

Ваш балл:

Работа № \_\_. Билет №\_\_.

1. Нарисуйте схему обтекания сенсора расходомера Метран-350 ПГ «Метран». Что является сенсором прибора? Принцип действия расходомера. Достоинства. Область применения.
2. К чему подаются сигналы сенсора расходомера Метран 350 (название прибора, его функции, принцип действия)?
3. Как изобразится в схемах автоматизации технологического процесса расходомер Метран-350 с выходным сигналом 4-20мА?

Максимальный балл:

Ваш балл:

Работа № \_\_. Билет №\_\_.

1. Многопараметрический датчик – массовый расходомер модели 3035 MV ПГ «Метран». Принцип работы, блок-схема.
2. Почему датчик 3035 называется многопараметрическим? Какие параметры измеряются и для чего? На каком принципе работают сенсоры? По каким параметрам и как корректируется расход?
3. Как изобразится в схемах автоматизации технологического процесса датчик 3035 MV с выходным сигналом 4-20мА?

Максимальный балл:

Ваш балл:

Работа № \_\_. Билет №\_\_.

1. Счетчики для холодной и горячей воды ПГ «Метран». Принцип действия. Достоинства. Какие технические характеристики важны для правильного выбора счетчика?
2. Назначение счетчиков тепла, основные функциональные блоки, принцип работы, достоинства.
3. Как изобразится счетчик воды в схемах автоматизации технологических процессов?

Максимальный балл:

Ваш балл:

Работа № \_\_. Билет №\_\_.

1. Нарисуйте схему движения потока по трубопроводу через сужающее устройство. Поясните под схемой, как при этом меняется статическое давление.
2. Объясните, какой перепад давления пропорционален расходу, каким прибором он измеряется. Какие отклонения от теоретического уравнения расхода допускаются при практическом его применении?
3. Как в схеме автоматизации технологического процесса изобразится сужающее устройство (диафрагма)?

Максимальный балл:

Ваш балл:

Работа № \_\_. Билет №\_\_.

1. Нарисуйте схему движения потока по трубопроводу через сужающее устройство. Поясните под схемой, как при этом меняется статическое давление.
2. Укажите на схеме, что такое «необратимая потеря давления». Объясните, почему ее стараются уменьшить.
3. Как в схемах автоматизации технологических процессов изображается расходомер обтекания (ротаметр) с электрической дистанционной передачей?

Максимальный балл:

Ваш балл:

Работа № \_\_. Билет №\_\_.

1. Расход измеряется расходомером обтекания с электрической дистанционной передачей (ротаметром). Опишите принцип работы прибора.
2. Назовите и объясните принцип работы дистанционной передачи ротаметра, градуировочную характеристику которого Вы искали в лабораторной работе.
3. Как изобразится ротаметр и вторичный прибор лабораторной работы на схеме автоматизации технологического процесса?

Максимальный балл:

Ваш балл:

Работа № \_\_. Билет №\_\_.

1. Проклассифицируйте известные Вам приборы для измерения расхода по принципу действия, укажите их достоинства, недостатки, область применения.
2. Понятия: расход, мгновенный расход, номинальный расход, количество. Единицы в системе СИ. Внесистемные единицы.
3. Как изобразится интеллектуальный расходомер вихреакустический с выходным сигналом 4-20мА на схеме автоматизации технологического процесса?

Максимальный балл:

Ваш балл:

Работа № \_\_. Билет №\_\_.

1. Кориолисовые расходомеры. Принцип работы, технические модификации.
2. Какие функции выполняют интеллектуальные датчики расхода, из каких основных блоков состоят, назначение блоков?
3. Как изобразится крыльчатый счетчик расхода горячей воды на схеме автоматизации технологического процесса?

Максимальный балл:

Ваш балл:

Работа № \_\_. Билет №\_\_.

1. Перечислите сужающие устройства расходомеров переменного перепада. Укажите их особенности.
2. Что такое «необратимая потеря давления»? Нарисуйте схему изменения статического давления при движении потока через сужающее устройство, укажите необратимую потерю давления.
3. Как изобразится сужающее устройство в комплекте с показывающим и регистрирующим дифманометром на схеме автоматизации технологического процесса?

Максимальный балл:

Ваш балл:



Работа № \_\_. Билет №\_\_.

1. Назовите составные части расходомера переменного перепада давления, объясните их назначение. Чем дополняется комплект при измерении расхода пара; при агрессивной среде?
2. Изобразите комплект расходомера переменного перепада давления условными обозначениями, принятыми в системах автоматизации технологических процессов. Объясните обозначения.

Максимальный балл:

Ваш балл:

### **Раздел 10. Вопросы и примеры тестов для самостоятельной работы по теме «Уровнемеры»**

1. Уровнемер. Единицы измерения. Классификация по конструктивным признакам. Достоинства и недостатки, область применения. Сигнализаторы уровня.
2. Стекланные уровнемеры. Как изобразится стекланный уровнемер на емкости технологического процесса в схеме автоматизации? Нарисуйте.
3. Поплавковые уровнемеры с поплавком постоянного и переменного погружения. Принцип работы. Конструкции. Достоинства, недостатки. Область применения. Как изобразится поплавковый уровнемер в схеме автоматизации технологического процесса? Нарисуйте.
4. Принцип действия гидростатического (пьезометрического) уровнемера. Достоинства, недостатки. Область применения. Из каких основных элементов он состоит? Нарисуйте схему, опишите её.
5. Возможно ли измерение уровня раздела фаз двух жидкостей буйковым уровнемером? Ответ обоснуйте.
6. Возможно ли измерение плотности буйковым уровнемером? Ответ обоснуйте.
7. Почему в реальных технологических процессах работа буйковых уровнемеров зачастую дублируется местными показывающими уровнемерами?

8. Опишите принцип работы, назначение, достоинства и недостатки радарного уровнемера (на примере серии 5600 ПГ «Метран»). Как изобразится в схеме автоматизации технологического процесса рекомендованный Вами в ответе на второй вопрос уровнемер?

9. Объясните принцип работы волноводного уровнемера серии 3300 (ПГ «Метран»). Достоинства. Техническая характеристика (основная погрешность, выходные сигналы). Как в схемах автоматизации технологических процессов изобразится волноводный уровнемер серии 3300?

10. Принцип работы радиоактивного уровнемера. Ограничения при применении.

11. Какие из известных Вам принципов измерения применяются в сигнализаторах уровня? Чем отличается сигнализатор уровня от уровнемера?

12. Какие принципы измерения уровня применяются в реле уровня?

13. Возможно ли применение гидростатического (пьезометрического) способа измерения уровня для агрессивных сред? Что необходимо дополнительно контролировать в процессе измерения, какими приборами? Ответ обоснуйте. Как будет выглядеть Ваш вариант на схеме автоматизации технологического процесса?

14. Нарисуйте схему применения дифманометра для измерения уровня. Объясните рисунок.

15. Опишите конструкцию, назначение, технические характеристики буйковых сенсоров серии 249 ПГ «Метран», работающих в комплекте с цифровым контроллером уровня DLC3000.

16. Необходимо измерить уровень раздела фаз в аппарате с мешалкой. Укажите, какие из известных Вам уровнемеров могут быть применены. Проведите их сравнительный анализ.

17. Опишите конструкцию погружного зонда (датчика) ПГ «Метран». Что измеряет зонд? Какой у него выходной сигнал? Погрешность измерения? Какой вторичный прибор может работать с зондом? Как изобразится погружной зонд в схемах автоматизации технологических процессов?

18. Нарисуйте схему измерения уровня датчиком разности давлений (например, Метран-100-ДД) в закрытом резервуаре под давлением. Объясните схему. Как изобразится нарисованная Вами схема на схеме автоматизации технологического процесса?

19. Нарисуйте схему измерения уровня датчиком разности давлений (например, Метран-100-ДД) в открытом резервуаре. Объясните схему. Как в схемах автоматизации технологических процессов изобразится датчик давления?

20. Нарисуйте схему измерения уровня датчиком гидростатического давления (например, Метран-1000-ДГ) в открытом резервуаре. Поясните её.

21. Объясните принцип работы высокоточного интеллектуального датчика гидростатического давления (уровня) типа 3051L (ПГ «Метран»). Что является сенсором датчика? Техническая характеристика (основная погрешность, выходные сиг-

налы). Почему датчик называется интеллектуальным? Как в схемах автоматизации технологических процессов изобразится интеллектуальный датчик давления?

22. Радарные уровнемеры типа УЛМ (ПГ «Метран»). Принцип работы. Область применения. Техническая характеристика (погрешность, выходные сигналы, диапазон измерений). Как в схемах автоматизации технологических процессов изобразится радарный уровнемер УЛМ (ПГ «Метран»)?

23. Какой из известных Вам уровнемеров Вы можете рекомендовать для измерения уровня в ёмкостях пищевого производства? Объясните Ваш выбор, принцип действия уровнемера. Как в схемах автоматизации пищевого производства изобразится указанный Вами уровнемер.

24. Какой из известных Вам уровнемеров Вы можете рекомендовать для измерения уровня сыпучего полимерного материала? Объясните Ваш выбор. Опишите принцип действия уровнемера.

25. Погружной зонд типа Метран-55-ЛМП 808 (ПГ «Метран») имеет диапазон измерения уровня от 0 до 0,6м.вод.ст. Погрешность измерения  $\pm 0,5\%$  от верхнего предела измерения, выходные сигналы 4-20мА. С какой погрешностью зонд измеряет уровень 0,3м? Какой при уровне 0,3м выходной электрический сигнал? Ответ поясните расчетами. Как в схемах автоматизации технологических процессов изобразится этот погружной зонд?

26. Принцип работы радарных уровнемеров АРЕХ (ПГ «Метран»). Конструкция антенны. Назначение. Достоинства. Выходные сигналы. Как в схемах автоматизации технологических процессов изобразится радарный уровнемер АРЕХ?

27. В технологической ёмкости с клеем высокой вязкости необходимо контролировать уровень. Какой уровнемер Вы выберете для решения задачи? Укажите принцип работы уровнемера, техническую характеристику.

28. Для коммерческого учёта уровня бензина в ёмкости Вам необходимо выбрать уровнемер. Укажите, какой уровнемер Вы выберете, принцип его работы. Объясните, как Вы решили задачу минимизацию погрешности измерения. Как в схемах автоматизации технологических процессов изобразится выбранный Вами прибор? Нарисуйте.

29. В ёмкости необходимо контролировать высокоагрессивную смесь кислот с целью технологического учёта. Какой уровнемер Вы выберете для решения задачи? Принцип его работы, технологические характеристики. Как в схемах автоматизации технологических процессов изобразится выбранный Вами уровнемер?

Работа № \_\_. Билет №\_\_.

1. Уровнемер. Единицы измерения. Классификация по конструктивным признакам. Достоинства и недостатки, область применения. Сигнализаторы уровня.
2. Нарисуйте схему применения дифманометра для измерения уровня. Объясните рисунок.
3. Как изобразится стеклянный уровнемер на емкости технологического процесса в схеме автоматизации? Нарисуйте.

Максимальный балл:

Ваш балл:

Работа № \_\_. Билет №\_\_.

1. Поплавковые уровнемеры с поплавком постоянного и переменного погружения. Принцип работы. Конструкции. Достоинства, недостатки. Область применения.
2. Опишите конструкцию, назначение, технические характеристики буйковых сенсоров серии 249 ПГ «Метран», работающих в комплекте с цифровым контролером уровня DLC3000.
3. Как изобразится указанный в пункте 2 уровнемер в схеме автоматизации технологического процесса? Нарисуйте.

Максимальный балл:

Ваш балл:

Работа № \_\_. Билет №\_\_.

1. Принцип действия гидростатического (пьезометрического) уровнемера. Достоинства, недостатки. Область применения. Из каких основных элементов он состоит? Нарисуйте схему, опишите её.
2. Опишите конструкцию погружного зонда (датчика) ПГ «Метран». Что измеряет зонд? Какой у него выходной сигнал? Погрешность измерения? Какой вторичный прибор может работать с зондом?
3. Как изобразится погружной зонд в схемах автоматизации технологических процессов?

Максимальный балл:

Ваш балл:

Работа № \_\_. Билет №\_\_.

1. Нарисуйте схему измерения уровня датчиком разности давлений (например, Метран-100-ДД) в закрытом резервуаре под давлением. Объясните схему.
2. Возможно ли измерение уровня раздела фаз двух жидкостей буйковым уровнемером? Ответ обоснуйте.
3. Как изобразится нарисованный Вами ответ на вопрос 1 на схеме автоматизации технологического процесса?

Максимальный балл:

Ваш балл:

Работа № \_\_. Билет №\_\_.

1. Нарисуйте схему измерения уровня датчиком разности давлений (например, Метран-100-ДД) в открытом резервуаре. Объясните схему.
2. Возможно ли измерение плотности буйковым уровнемером? Ответ обоснуйте
3. Изобразите схему измерения уровня гидростатического давления (вопрос 1), так как она будет выглядеть на схеме автоматизации реального технологического процесса.

Максимальный балл:

Ваш балл:

Работа № \_\_. Билет №\_\_.

1. Нарисуйте схему измерения уровня датчиком гидростатического давления (например, Метран-100-ДГ) в открытом резервуаре. Поясните её.
2. Возможно ли применение гидростатического (пьезометрического) способа измерения уровня для агрессивных, вязких и неоднородных сред? Что необходимо дополнительно контролировать в процессе измерения, какими приборами? Ответ обоснуйте.
3. Изобразите схему измерения уровня гидростатического давления (вопрос 1), так как она будет выглядеть на схеме автоматизации технологического процесса.

Максимальный балл:

Ваш балл:

Работа № \_\_. Билет №\_\_.

1. Объясните принцип работы высокоточного интеллектуального датчика гидростатического давления (уровня) типа 3051L (ПГ «Метран»). Что является сенсором датчика? Техническая характеристика (основная погрешность, выходные сигналы). Почему датчик называется интеллектуальным?
2. Почему в реальных технологических процессах работа буйковых уровнемеров зачастую дублируется местными показывающими уровнемерами?
3. Как в схемах автоматизации технологических процессов изобразится интеллектуальный датчик давления (вопрос 1)?

Максимальный балл:

Ваш балл:

Работа № \_\_. Билет №\_\_.

1. Объясните принцип работы волноводного уровнемера серии 3300 (ПГ «Метран»). Достоинства. Техническая характеристика (основная погрешность, выходные сигналы).
2. Принцип работы радиоактивного уровнемера. Ограничения при применении.
3. Как в схемах автоматизации технологических процессов изобразится волноводный уровнемер серии 3300?

Максимальный балл:

Ваш балл:

Работа № \_\_. Билет №\_\_.

1. Радарные уровнемеры типа УЛМ (ПГ «Метран»). Принцип работы. Область применения. Техническая характеристика (погрешность, выходные сигналы, диапазон измерений).
2. Какие из известных Вам принципов измерения применяются в сигнализаторах уровня? Чем отличается сигнализатор уровня от уровнемера?
3. Как в схемах автоматизации технологических процессов изобразится радарный уровнемер УЛМ (ПГ «Метран»)?

Максимальный балл:

Ваш балл:

Работа № \_\_. Билет №\_\_.

1. Какой из известных Вам уровнемеров Вы можете рекомендовать для измерения уровня в ёмкостях пищевого производства? Объясните Ваш выбор, опишите принцип действия уровнемера.
2. Какие принципы измерения уровня применяются в реле уровня?
3. Как в схемах автоматизации пищевого производства изобразится указанный Вами в ответе на первый вопрос уровнемер.

Максимальный балл:

Ваш балл:



Работа № \_\_. Билет №\_\_.

1. Какой из известных Вам уровнемеров Вы можете рекомендовать для измерения уровня сыпучего полимерного материала? Объясните Ваш выбор. Опишите принцип действия уровнемера.
2. Погружной зонд типа Метран-55-ЛМП 808 (ПГ «Метран») имеет диапазон измерения уровня от 0 до 0,6м.вод.ст. Погрешность измерения  $\pm 0,5\%$  от верхнего предела измерения, выходные сигналы 4-20мА. С какой погрешностью зонд измеряет уровень 0,3м? Какой при уровне 0,3м выходной электрический сигнал? Ответ поясните расчетами.
3. Как в схемах автоматизации технологических процессов изобразится погружной зонд, описанный в вопросе 2.

Максимальный балл:

Ваш балл:

Работа № \_\_. Билет №\_\_.

1. Принцип работы радарных уровнемеров АРЕХ (ПГ «Метран»). Конструкция антенны. Назначение. Достоинства. Выходные сигналы.
2. В технологической ёмкости с клеем высокой вязкости необходимо контролировать уровень. Какой уровнемер Вы выберете для решения задачи? Укажите принцип работы уровнемера, техническую характеристику.
3. Как в схемах автоматизации технологических процессов изобразится радарный уровнемер АРЕХ?

Максимальный балл:

Ваш балл:

Работа № \_\_. Билет №\_\_.

1. Опишите конструкцию, назначение, технические характеристики буйковых сенсоров серии 249 ПГ «Метран», работающих в комплекте с цифровым контролером уровня DLC3000.
2. Для коммерческого учёта уровня бензина в ёмкости Вам необходимо выбрать уровнемер. Укажите какой уровнемер Вы выберете, принцип его работы. Объясните, как Вы решили задачу минимизацию погрешности измерения.
3. Как в схемах автоматизации технологических процессов изобразится выбранный Вами в пункте 2 прибор? Нарисуйте.

Максимальный балл:

Ваш балл:

Работа № \_\_. Билет №\_\_.

1. Нарисуйте схему измерения уровня датчиком разности давлений (например, Метран-100-ДД) в закрытом резервуаре под давлением. Объясните схему.
2. В ёмкости необходимо контролировать высокоагрессивную смесь кислот с целью технологического учета. Какой уровнемер Вы выберете для решения задачи? Принцип его работы, технологические характеристики.
3. Как в схемах автоматизации технологических процессов изобразится выбранный Вами в п. 2 уровнемер?

Максимальный балл:

Ваш балл:

Работа № \_\_. Билет №\_\_.

1. Нарисуйте схему измерения уровня датчиком разности давлений (например, Метран-100-ДД) в открытом резервуаре. Объясните схему.
2. Возможно ли измерение плотности буйковым уровнемером? Ответ обоснуйте.
3. Как в схемах автоматизации технологических процессов изобразится интеллектуальный датчик давления (вопрос 1)?

Максимальный балл:

Ваш балл:

Работа № \_\_. Билет №\_\_.

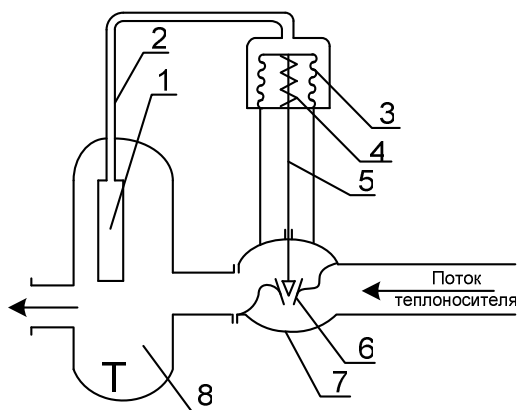
1. Опишите принцип работы, назначение, достоинства и недостатки радарного уровнемера (на примере серии 5600 ПГ «Метран»).
2. Необходимо измерить уровень раздела фаз в аппарате с мешалкой. Укажите, какие из известных Вам уровнемеров могут быть применены. Проведите их сравнительный анализ.
3. Как изобразится в схеме автоматизации технологического процесса рекомендованный Вами в ответе на второй вопрос уровнемер?

Максимальный балл:

Ваш балл:

## Раздел 11. Вопросы и примеры тестов для самостоятельной работы по теме «Введение в автоматику»

### Вопрос 1



Укажите номера позиций: объекта регулирования; первичного измерительного преобразователя; задатчика; регулирующего органа.

Какой параметр регулирует регулятор? Что является нагрузкой объекта? Какие виды возмущения, кроме изменения нагрузки, возможны в САУ?

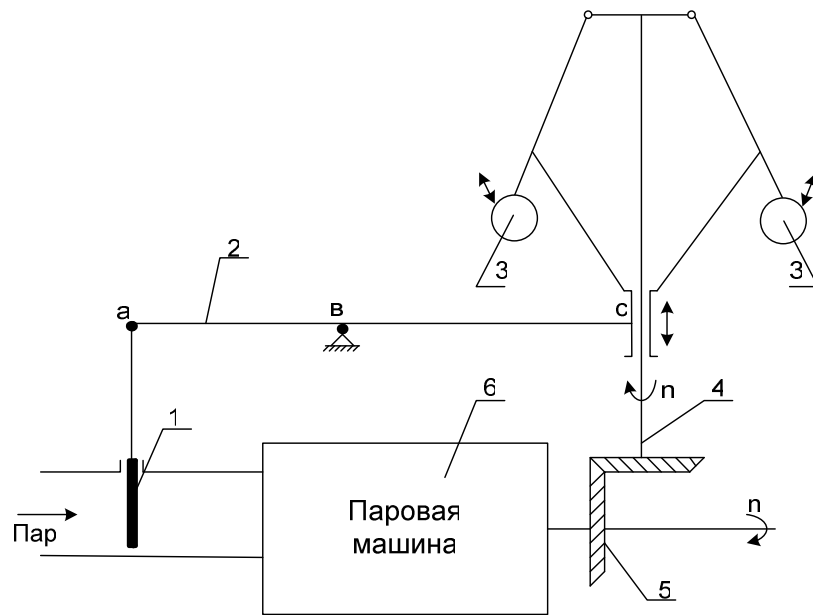
Какая САУ изображена на рисунке: стабилизирующая, программная или следящая?

Укажите, что является входной величиной объекта регулирования, выходной величиной? Что является входной величиной регулятора, выходной?

Перечислите, из каких основных элементов состоит САУ рисунка, и объясните, как они взаимосвязаны.

Какие основные принципы построения САУ Вам известны? Их достоинства и недостатки. На каком принципе работает САУ, изображённого на рисунке?

## Вопрос 2



Укажите номера позиций: объекта регулирования, первичного измерительного преобразователя, задатчика, регулирующего органа.

Какой параметр регулирует регулятор? Какие виды возмущений возможны в САУ? Что вызывает перемещение регулирующего органа регулятора?

Укажите номер позиций управляющего элемента регулятора. Ответьте, регулятор прямого или непрямого действия изображен на рисунке?

Какая система изображена на рисунке – автоматического контроля или автоматического регулирования? Ответ обоснуйте. Перечислите функциональное назначение элементов рисунка.

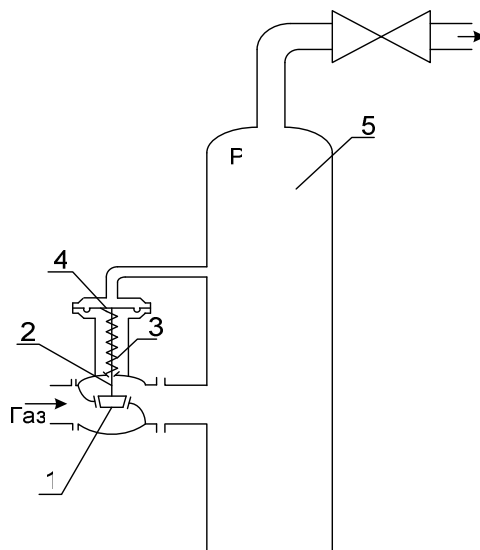
Можно ли назвать регулятор, изображенный на рисунке, электрическим, следящим, с отрицательной обратной связью? Ответ обоснуйте.

Укажите, как устанавливается задание регулятору, что является «рассогласованием», параметром регулирования, нагрузкой. По какому принципу работает регулятор?

Чем вызывается перемещение регулирующего органа регулятора? Какие виды возмущения, кроме изменения нагрузки, возможны в САУ?

Какая САУ изображена на рисунке: стабилизирующая, программная или следящая?

### Вопрос 3



Укажите номера позиций: объекта регулирования, первичного измерительного преобразователя, задатчика, регулирующего органа.

Какой параметр регулирует регулятор? Какие виды возмущений возможны в САУ? Что вызывает перемещение регулирующего органа регулятора? Что является нагрузкой в САУ?

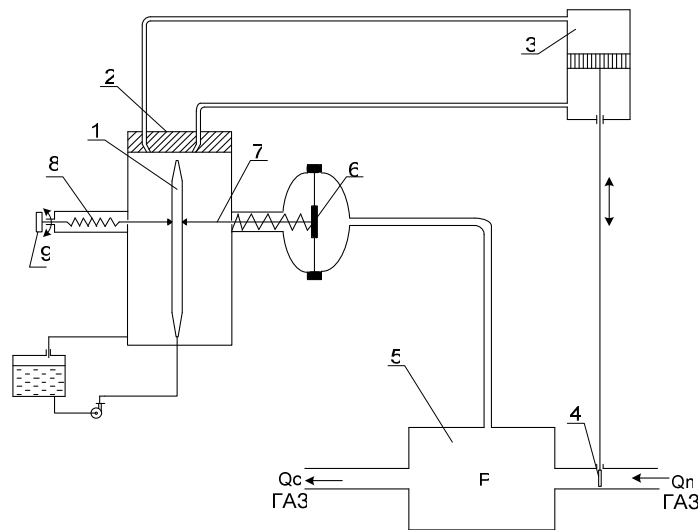
Укажите номер позиции усилителя. Какой вид САУ изображен: по отклонению или по возмущению; непрерывная или дискретная; программная или стабилизирующая?

Укажите, что является входной величиной объекта регулирования, выходной величиной? Что является входной величиной регулятора, выходной?

Назовите известные Вам виды воздействия на систему автоматического регулирования. Укажите их по рисунку.

Перечислите, из каких основных элементов состоит САУ рисунка, и объясните как они взаимосвязаны.

## Вопрос 4



Укажите номера позиций: объекта регулирования, первичного измерительного преобразователя, задатчика, регулирующего органа.

Какой параметр регулирует регулятор? Какие виды возмущений возможны в САУ? Что вызывает перемещение регулирующего органа регулятора? Что является нагрузкой в САУ?

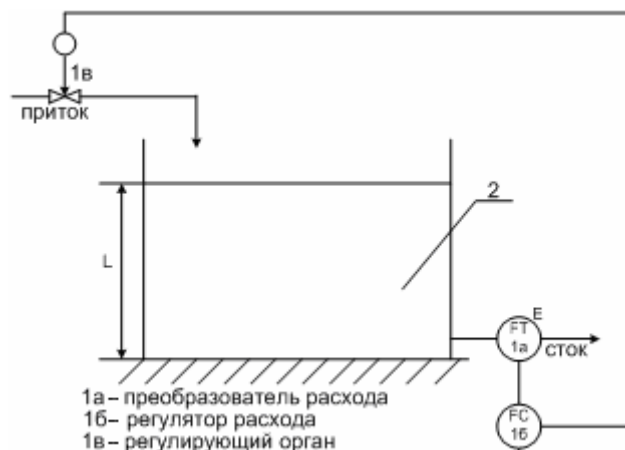
Какой регулятор изображен – прямого или непрямого действия? Ответ обоснуйте.

Укажите, что является входной величиной объекта регулирования, выходной величиной? Что является входной величиной регулятора, выходной?

Можно ли назвать регулятор пневматическим, с отрицательной обратной связью, программным, дискретным? Ответ обоснуйте.

Что называют «отрицательной обратной связью»?

## Вопрос 5



Укажите принцип, по которому работает изображенная САУ. Перечислите его достоинства, недостатки. Укажите параметр регулирования; объясните, что является

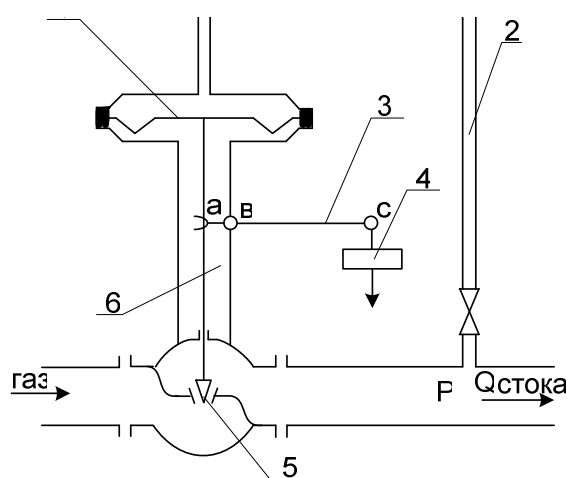
нагрузкой объекта; найдите другие возможные возмущения в САУ. Чем определяется величина нагрузки; какие возмущения возможны в САУ и от чего они зависят.

Объясните, какой регулятор называют «регулятором прямого действия» и какой – «регулятором косвенного действия». Их достоинства, недостатки, область применения. Какие элементы структурной схемы САУ отсутствуют в регуляторах прямого действия? Перечислите, какие известные Вам виды энергии используются в регуляторах косвенного действия? Стандартизованы ли у них входные и выходные сигналы? Приведите примеры.

Какие САУ называются стабилизирующими, программными, следящими?

Назначение «элемента сравнения» регулятора. Какие сигналы и откуда он воспринимает? Что такое «рассогласование»?

### Вопрос 6



Укажите позиции: первичного измерительного преобразователя, задатчика, элемента сравнения, регулирующего органа. Назовите объект регулирования, параметр регулирования. Объясните, что является «нагрузкой»; перечислите возможные возмущения. Какой параметр регулирует регулятор? Чем вызывается перемещение регулирующего органа регулятора? Какие виды возмущения, кроме изменения нагрузки, возможны в САУ?

Какие регулирующие органы Вам известны? Что понимают под «конструктивной» и «рабочей» характеристикой? Объясните разницу между клапаном отсечным, запорным, регулирующим.

Из каких основных элементов структурной схемы САУ состоит регулятор? Изобразите их в виде блоков; объясните их функции; направлением стрелок укажите функциональную связь между блоками.

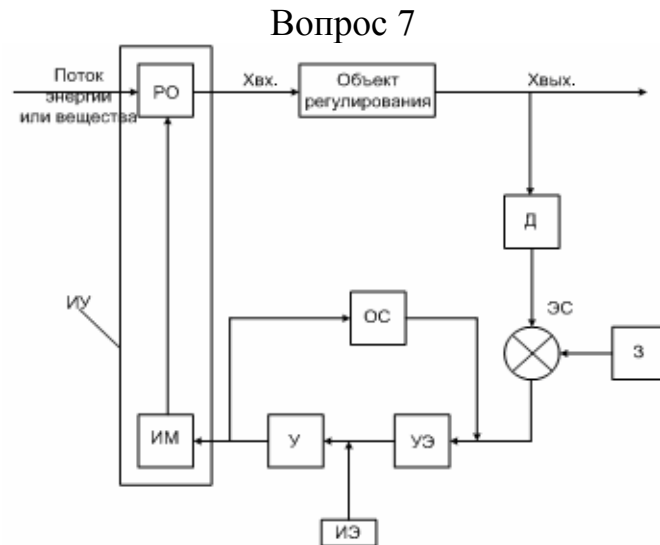
Какие САУ называются непрерывными? К какому типу Вы отнесете регулятор рисунка?

Какие исполнительные устройства САУ Вам известны? Их достоинства, недостатки?



Укажите номера позиций: объекта регулирования; первичного измерительного преобразователя; датчика, регулирующего органа.

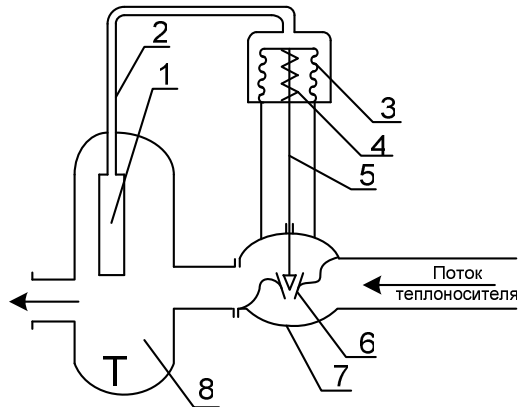
Какая САУ изображена на рисунке: стабилизирующая, программная или следящая?



Возможна ли работа функциональной (элементной) схемы САУ без следующих элементов – «УЭ», «ИЭ», «У»? Ответ обоснуйте.

Назовите основные принципы построения систем автоматического управления. На каком принципе работает блок-схема, изображенная на рисунке?

Работа № \_\_. Билет № \_\_.

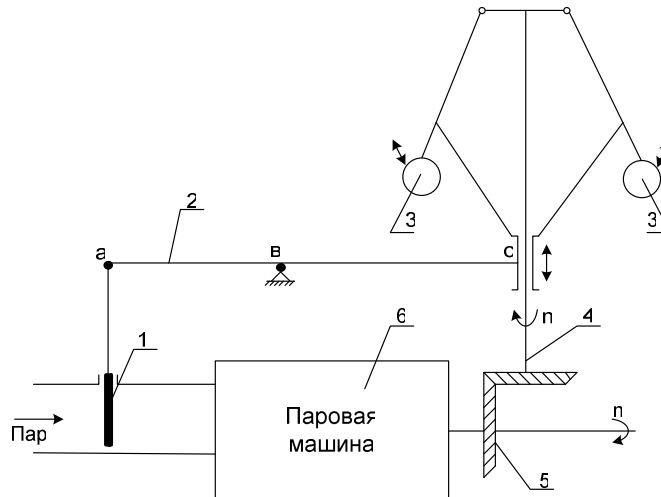


1. Укажите номера позиций: объекта регулирования; первичного измерительного преобразователя; задатчика; регулирующего органа.
2. Какой параметр регулирует регулятор? Что является нагрузкой объекта? Какие виды возмущения, кроме изменения нагрузки, возможны в САУ?
3. Какая САУ изображена на рисунке: стабилизирующая, программная или следящая?

Максимальный балл:

Ваш балл:

Работа № \_\_. Билет № \_\_.

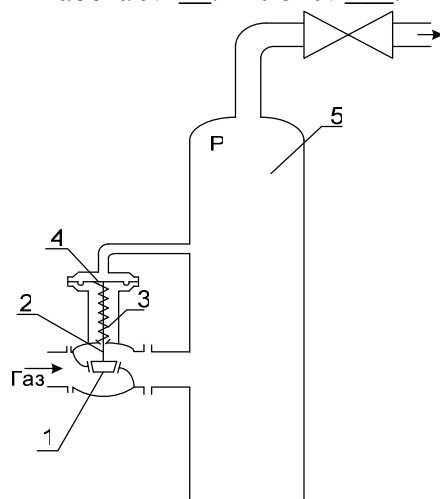


1. Укажите номера позиций: объекта регулирования, первичного измерительного преобразователя, задатчика, регулирующего органа.
2. Какой параметр регулирует регулятор? Какие виды возмущений возможны в САУ? Что вызывает перемещение регулирующего органа регулятора?
3. Укажите номер позиции управляющего элемента регулятора. Ответьте, регулятор прямого или непрямого действия изображен на рисунке.

Максимальный балл:

Ваш балл:

Работа № \_\_. Билет № \_\_.

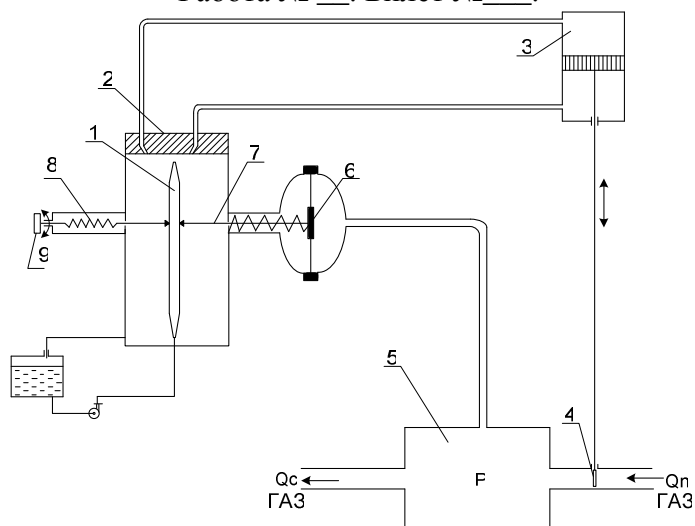


1. Укажите номера позиций: объекта регулирования, первичного измерительного преобразователя, задатчика, регулирующего органа.
2. Какой параметр регулирует регулятор? Какие виды возмущений возможны в САУ? Что вызывает перемещение регулирующего органа регулятора? Что является нагрузкой в САУ?
3. Укажите номер позиции усилителя. Какой вид САУ изображен: по отклонению или по возмущению? Непрерывная или дискретная? Программная или стабилизирующая?

Максимальный балл:

Ваш балл:

Работа № \_\_. Билет № \_\_.

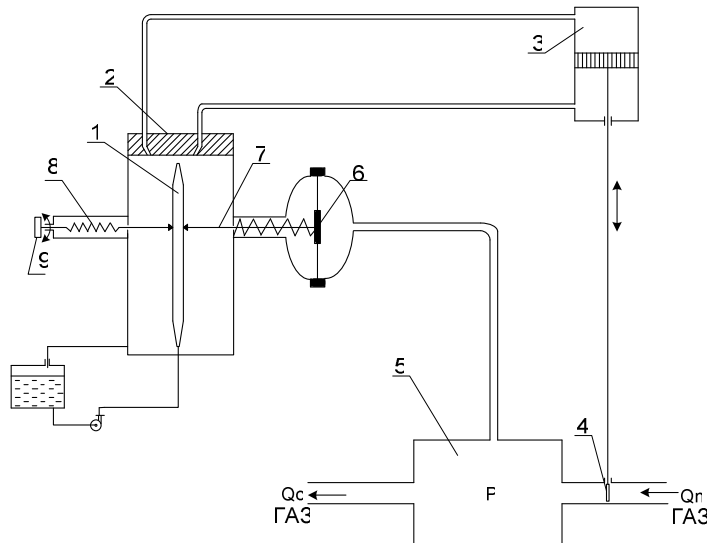


1. Укажите номера позиций: объекта регулирования, первичного измерительного преобразователя, задатчика, регулирующего органа.
2. Какой параметр регулирует регулятор? Какие виды возмущений возможны в САУ? Что вызывает перемещение регулирующего органа регулятора? Что является нагрузкой в САУ?
3. Какой регулятор изображен – прямого или непрямого действия? Ответ обоснуйте

Максимальный балл:

Ваш балл:

Работа № \_\_. Билет № \_\_.

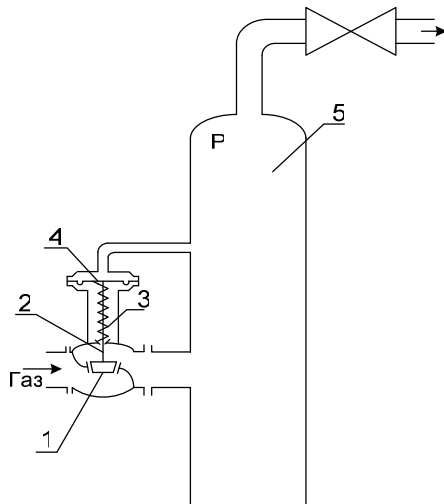


1. Укажите, что является входной величиной объекта регулирования, выходной величиной? Что является входной величиной регулятора, выходной?
2. Можно ли назвать регулятор пневматическим, с отрицательной обратной связью, программным, дискретным? Ответ обоснуйте.
3. Что называют «отрицательной обратной связью»?

Максимальный балл:

Ваш балл:

Работа № \_\_. Билет № \_\_.

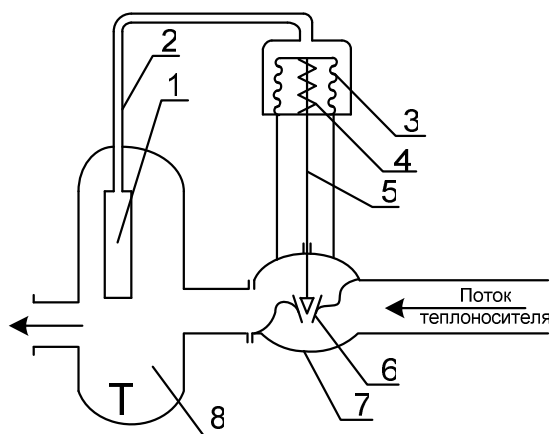


1. Укажите, что является входной величиной объекта регулирования, выходной величиной? Что является входной величиной регулятора, выходной?
2. Назовите известные Вам виды воздействия на систему автоматического регулирования. Укажите их по рисунку.
3. Перечислите, из каких основных элементов состоит САУ рисунка, и объясните, как они взаимосвязаны.

Максимальный балл:

Ваш балл:

Работа № \_\_. Билет № \_\_\_\_.

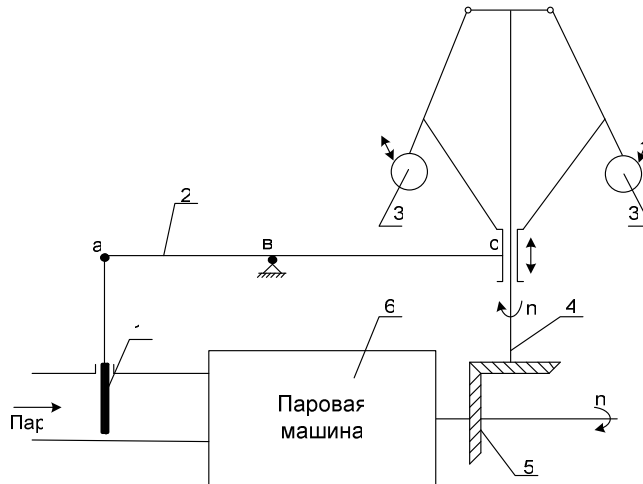


1. Укажите, что является входной величиной объекта регулирования, выходной величиной? Что является входной величиной регулятора, выходной?
2. Перечислите, из каких основных элементов состоит САУ рисунка, и объясните, как они взаимосвязаны.
3. Какие основные принципы построения САУ Вам известны? Их достоинства и недостатки. На каком принципе работает САУ, изображенная на рисунке?

Максимальный балл:

Ваш балл:

Работа № \_\_. Билет № \_\_\_\_.

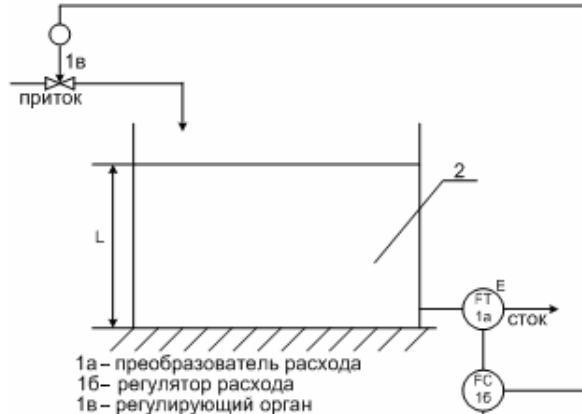


1. Какая система изображена на рисунке – автоматического контроля или автоматического регулирования? Ответ обоснуйте. Перечислите функциональное назначение элементов рисунка.
2. Можно ли назвать регулятор, изображенный на рисунке, электрическим, следящим, с отрицательной обратной связью? Ответ обоснуйте.
3. Укажите, как устанавливается задание регулятору, что является «рассогласованием» параметров регулирования, нагрузкой. На каком принципе работает регулятор?

Максимальный балл:

Ваш балл:

Работа № \_\_. Билет № \_\_.

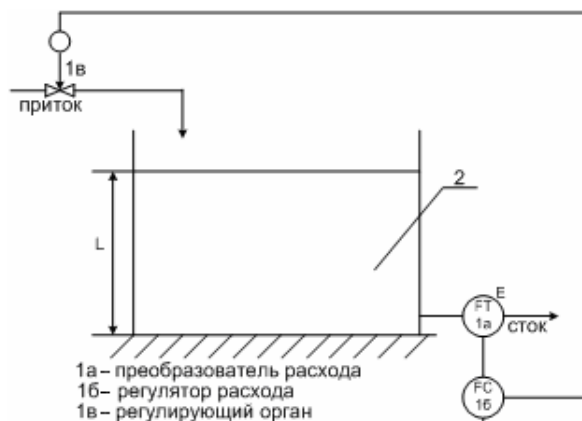


1. Укажите принцип, по которому работает изображенная САУ. Перечислите его достоинства, недостатки. Укажите параметр регулирования; объясните, что является нагрузкой объекта; найдите другие возможные возмущения в САУ.
2. Объясните, какой регулятор называют «регулятором прямого действия» и какой – «регулятором косвенного действия». Их достоинства, недостатки, область применения. Какие элементы структурной схемы САУ отсутствуют в регуляторах прямого действия?
3. Перечислите, какие известные Вам виды энергии используются в регуляторах косвенного действия? Стандартизованы ли у них входные и выходные сигналы? Приведите примеры.

Максимальный балл:

Ваш балл:

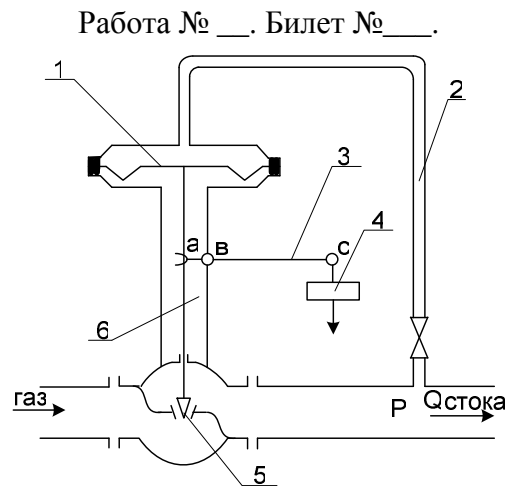
Работа № \_\_. Билет № \_\_.



1. Укажите: объект регулирования; параметр регулирования; чем определяется величина нагрузки; какие возмущения возможны в САУ и от чего они зависят. Назовите принцип регулирования, по которому построена САУ.
2. Какие САУ называются стабилизирующими, программными, следящими?
3. Назначение «элемента сравнения» регулятора. Какие сигналы и откуда он воспринимает? Что такое «рассогласование»?

Максимальный балл:

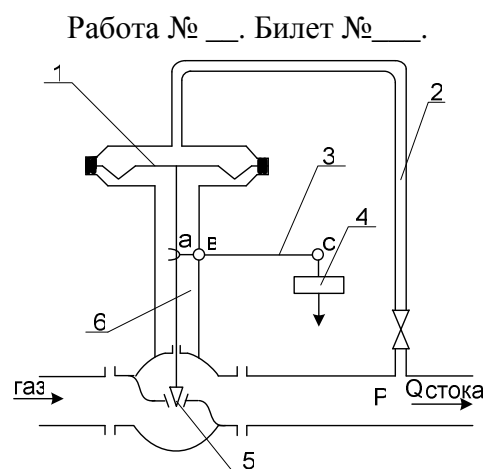
Ваш балл



1. Укажите позиции: первичного измерительного преобразователя, задатчика, элемента сравнения, регулирующего органа. Назовите объект регулирования, параметр регулирования. Объясните, что является «нагрузкой»; перечислите возможные возмущения.
2. Что называют «регулированием по возмущению»? Укажите, как работает САУ рисунка.
3. Какие регулирующие органы Вам известны? Что понимают под «конструктивной» и «рабочей» характеристиками?

Максимальный балл:

Ваш балл

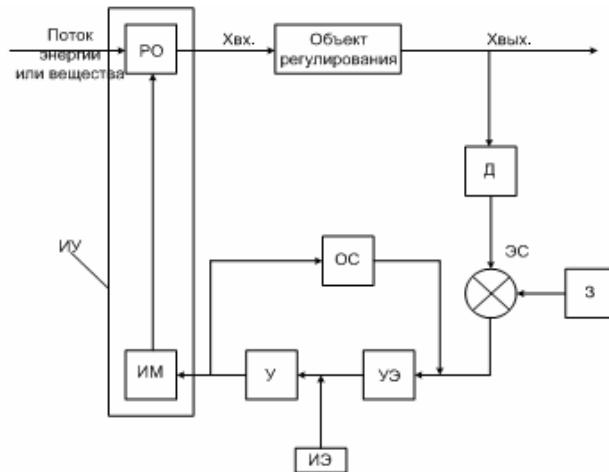


1. Из каких основных элементов структурной схемы САУ состоит регулятор? Изобразите их в виде блоков; объясните, какие конструктивные элементы выполняют их функции (укажите номера позиций); направлением стрелок укажите функциональную связь между блоками.
2. Какие САУ называются непрерывными? К какому типу Вы отнесете регулятор рисунка?
3. Какие исполнительные устройства САУ Вам известны? Их достоинства, недостатки?

Максимальный балл:

Ваш балл:

Работа № \_\_. Билет № \_\_.

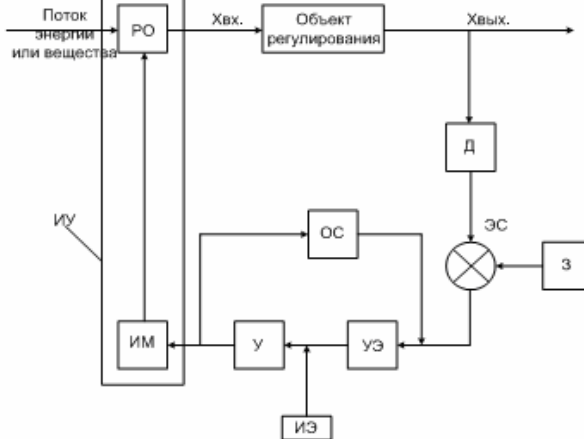


1. Возможна ли работа функциональной (элементарной) схемы САУ без следующих элементов – «УЭ», «ИЭ», «У»? Ответ обоснуйте.
2. Назовите основные принципы построения систем автоматического управления. На каком принципе работает функциональная схема рисунка?
3. Объясните разницу между клапанами отсечным, запорным, регулирующим.

Максимальный балл:

Ваш балл:

Работа № \_\_. Билет № \_\_.



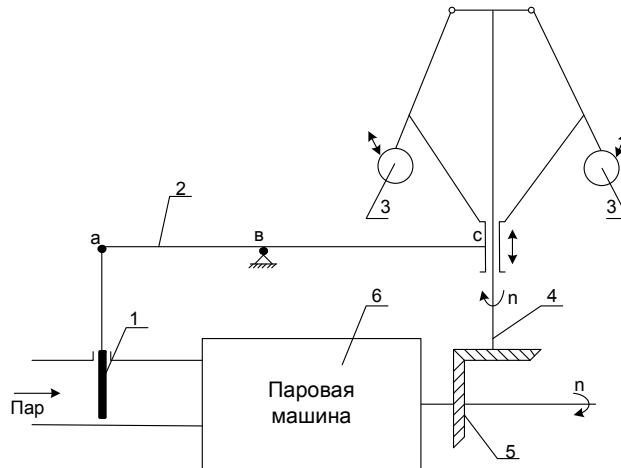
1. Укажите номера позиций: объекта регулирования; первичного измерительного преобразователя; задатчика, регулирующего органа.
2. Какой параметр регулирует регулятор? Что является нагрузкой объекта? Чем вызывается перемещение регулирующего органа регулятора? Какие виды возмущения, кроме изменения нагрузки, возможны в САУ?
3. Какая САУ изображена на рисунке: стабилизирующая, программная или следящая?

Максимальный балл:

Ваш балл:



Работа № \_\_. Билет № \_\_.

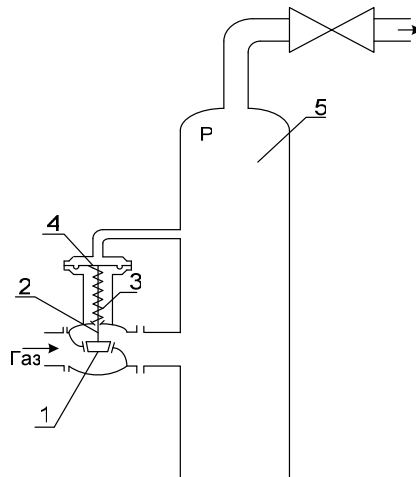


1. Укажите номера позиций: объекта регулирования; первичного измерительного преобразователя; задатчика, регулирующего органа.
2. Какой параметр регулирует регулятор? Что является нагрузкой объекта? Чем вызывается перемещение регулирующего органа регулятора? Какие виды возмущения, кроме изменения нагрузки, возможны в САУ?
3. Какая САУ изображена на рисунке: стабилизирующая, программная или следящая?

Максимальный балл:

Ваш балл:

Работа № \_\_. Билет № \_\_.



1. Укажите номера позиций: объекта регулирования; первичного измерительного преобразователя; задатчика, регулирующего органа.
2. Какой параметр регулирует регулятор? Что является нагрузкой объекта? Чем вызывается перемещение регулирующего органа регулятора? Какие виды возмущения, кроме изменения нагрузки, возможны в САУ?
3. Какая САУ изображена на рисунке: стабилизирующая, программная или следящая?

Максимальный балл:

Ваш балл:

## Раздел 12. Вопросы и примеры тестов для самостоятельной работы по теме «Свойства объектов регулирования»

1. Устойчивость объектов регулирования. Какие объекты называются астатическими, статическими, нейтральными. Вернётся ли в исходное состояние после снятия возмущения устойчивый объект? Нарисуйте пример объекта высокой устойчивости (с самовыравниванием на стороне притока и на стороне расхода вещества или энергии).

2. Нагрузка объекта, виды нагрузки (наиболее тяжёлый вид изменения нагрузки для САУ).

3. Ёмкость объекта. Понятие коэффициента ёмкости. Влияние коэффициента ёмкости на условия управления параметром.

4. Одноёмкостные и многоёмкостные объекты. Дайте определение, приведите примеры. Влияние ёмкости на качество управления параметром.

5. Самовыравнивание (определение). Нарисуйте пример объекта без самовыравнивания, поясните его работу динамической характеристикой (кривой разгона). Коэффициент самовыравнивания, его физический смысл. Коэффициент усиления объекта; физический смысл; влияние на управление параметром. Нарисуйте пример объекта с самовыравниванием и на стороне притока и на стороне расхода (вещества или энергии), поясните его работу динамической характеристикой (кривой разгона). Какие объекты с самовыравниванием или без него благоприятны для автоматического управления параметром и почему? Существует ли связь между коэффициентом самовыравнивания и коэффициентом усиления одноёмкостного объекта с самовыравниванием? Ответ обоснуйте.

6. Запаздывание, причины его возникновения. Влияние на качество управления объектом. Какой из объектов – одноёмкостный или многоёмкостный – обладает большим запаздыванием и почему?

7. Объясните, как влияет на качество регулирования запаздывание. Почему регулирующей орган максимально приближают к объекту регулирования?

8. Какие методы изучения свойств объекта Вам известны? Опишите методику математического моделирования объекта.

9. Что такое типовое динамическое звено? Напишите уравнение статического звена нулевого порядка (усилительного, пропорционального, безинерционного). Объясните смысл символов уравнения. Нарисуйте его статическую и динамическую характеристики. Каким типовым динамическим звеном можно промоделировать свойства астатического одноёмкостного объекта без запаздывания? Напишите уравнение статического звена первого порядка (инерционного, одноёмкостного, апериодического). Объясните смысл символов. Каким типовым динамическим звеном можно промоделировать одноёмкостный объект с самовыравниванием? Напишите уравнение звена, объясните смысл символов.

10. Нарисуйте пример астатического объекта (не обладающего самовыравниванием). Обоснуйте свой ответ динамическими характеристиками изменения входной и выходной величин объекта.

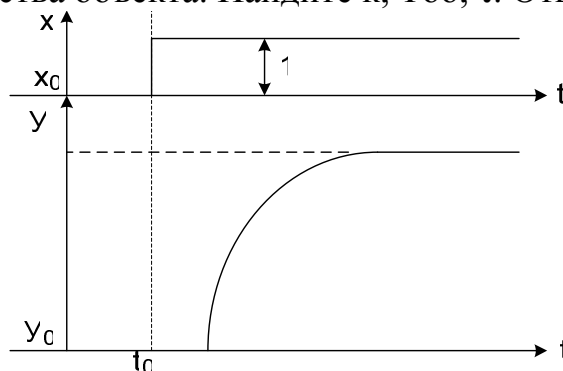
11. Нарисуйте динамическую характеристику (переходную, кривую разгона) при одиночном скачкообразном изменении входной величины для астатического одноёмкостного объекта с запаздыванием. Укажите на графике запаздывание, постоянную объекта.

12. Нарисуйте динамическую характеристику (переходную, кривую разгона) при единичном скачкообразном изменении входной величины для астатического одноёмкостного объекта без запаздывания.

13. Нарисуйте кривую разгона одноёмкостного объекта с самовыравниванием и с запаздыванием. Поясните, что и как по ней можно определить.

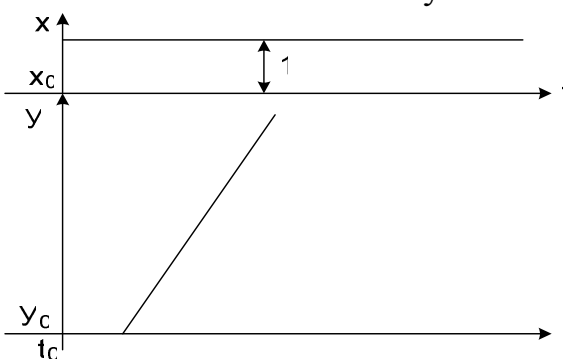
14. Нарисуйте динамическую характеристику (переходную, кривую разгона) при единичном скачкообразном изменении входной величины для многоёмкостного объекта с самовыравниванием. Какие свойства объекта можно определить по приведённой Вами характеристике и как? Ответ обоснуйте пояснениями и построениями на графике.

15. Рассмотрите динамическую характеристику (переходную, кривую разгона) рисунка. Опишите свойства объекта. Найдите  $k$ ,  $T_{об}$ ,  $\tau$ . Ответ обоснуйте.

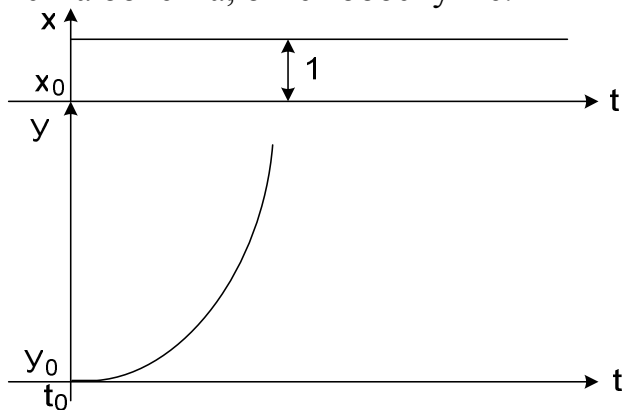


16. Объясните, что является входной величиной в объекте регулирования, выходной. Как увязать эти величины с входной и выходной величинами регулятора в САУ?

17. Рассмотрите динамическую характеристику (переходную, кривую разгона) рисунка. Опишите свойства объекта. Ответ обоснуйте.

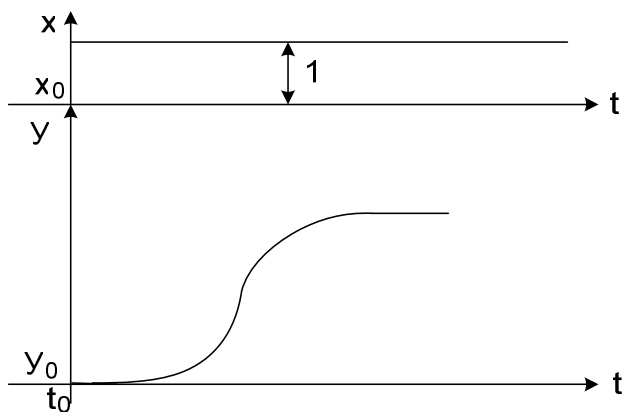


18. Рассмотрите динамическую характеристику (переходную, кривую разгона) рисунка. Опишите свойства объекта, ответ обоснуйте.



19. Поясните понятие постоянной времени на примере одноемкостного объекта с самовыравниванием. Что такое время переходного процесса? Ответы обоснуйте.

20. Рассмотрите динамическую характеристику (переходную, кривую разгона) рисунка. Опишите свойства объекта. Найдите по рисунку постоянную времени объекта, время переходного процесса, коэффициент усиления, запаздывание. Ответ обоснуйте. Напишите уравнение статического звена нулевого порядка (усилительного, пропорционального, безинерционного). Объясните смысл символов уравнения. Рассмотрите динамическую характеристику (переходную, кривую разгона) рисунка. Опишите свойства объекта. Ответ обоснуйте. Найдите по рисунку постоянную времени объекта, время переходного процесса, коэффициент усиления, запаздывание. Ответ обоснуйте. Понятие самовыравнивания. Для каких объектов оно характерно и в чём выражается? Примеры.



Работа № \_\_. Билет №\_\_.

1. Устойчивость объектов регулирования. Какие объекты называются астатическими, статическими, нейтральными?
2. Нарисуйте пример астатического объекта (не обладающего самовыравниванием). Обоснуйте свой ответ динамическими характеристиками изменения входной и выходной величин объекта.
3. Что такое типовое динамическое звено? Каким звеном можно промоделировать нарисованный Вами объект?

Максимальный балл:

Ваш балл:

Работа № \_\_. Билет №\_\_.

1. Нагрузка объекта, виды нагрузки (наиболее тяжёлый вид изменения нагрузки для САУ).
2. Какие методы изучения свойств объекта Вам известны? Опишите методику математического моделирования объекта.
3. Нарисуйте пример объекта высокой устойчивости (с самовыравниванием на стороне притока и на стороне расхода вещества или энергии).

Максимальный балл:

Ваш балл:

Работа № \_\_. Билет №\_\_.

1. Емкость объекта. Коэффициент ёмкости, его влияние на управление параметром.
2. Нарисуйте динамическую характеристику (переходную, кривую разгона) при единичном скачкообразном изменении входной величины для астатического одноёмкостного объекта с запаздыванием. Укажите на графике запаздывание, постоянную времени объекта.
3. Напишите уравнение статического звена нулевого порядка (усилительного, пропорционального, безинерционного). Объясните смысл символов уравнения.

Максимальный балл:

Ваш балл:

Работа № \_\_. Билет №\_\_.

1. Одноёмкостные и многоёмкостные объекты. Дайте определение, приведите примеры. Влияние ёмкости на качество управления параметром.
2. Нарисуйте динамическую характеристику (переходную, кривую разгона) при единичном скачкообразном изменении входной величины для астатического одноёмкостного объекта без запаздывания.
3. Каким типовым динамическим звеном можно промоделировать свойства астатического одноёмкостного объекта без запаздывания? Объясните символы уравнения.

Максимальный балл:

Ваш балл:

Работа № \_\_. Билет №\_\_.

1. Самовыравнивание (определение). Нарисуйте пример объекта без самовыравнивания, поясните его работу динамической характеристикой (кривой разгона).
2. Напишите уравнение статического звена первого порядка (инерционного, одноёмкостного, апериодического). Объясните смысл символов.
3. Какой из объектов – одноёмкостный или многоёмкостный – обладает большим запаздыванием и почему?

Максимальный балл:

Ваш балл:

Работа № \_\_. Билет №\_\_.

1. Самовыравнивание (определение). Коэффициент самовыравнивания, его физический смысл. Нарисуйте пример объекта с самовыравниванием на стороне расхода (вещества или энергии), поясните его работу динамической характеристикой (кривой разгона).
2. Каким типовым динамическим звеном можно промоделировать одноёмкостный объект с самовыравниванием? Напишите уравнение звена, объясните смысл символов.
3. На нарисованной Вами в ответе на вопрос 1 динамической характеристике (кривой разгона) поясните, как определить постоянную времени объекта, коэффициент усиления.

Максимальный балл:

Ваш балл:

Работа № \_\_. Билет №\_\_.

1. Самовыравнивание (определение). Коэффициент самовыравнивания, коэффициент усиления объекта; их физический смысл, влияние на управление параметром. Нарисуйте пример объекта с самовыравниванием на стороне притока (вещества или энергии), поясните его работу динамической характеристикой (кривой разгона).
2. Каким типовым динамическим звеном можно промоделировать одноёмкостный объект с самовыравниванием? Напишите уравнение звена, объясните смысл символов.
3. На нарисованной Вами в ответе на вопрос 1 динамической характеристике (кривой разгона) поясните, как определить постоянную времени объекта, коэффициент усиления.

Максимальный балл:

Ваш балл

Работа № \_\_. Билет №\_\_.

1. Самовыравнивание (определение). Коэффициент самовыравнивания, коэффициент усиления объекта; их физический смысл, влияние на управление параметром. Нарисуйте пример объекта с самовыравниванием и на стороне притока и на стороне расхода (вещества или энергии), поясните его работу динамической характеристикой (кривой разгона).
2. Каким типовым динамическим звеном можно промоделировать одноёмкостный объект с самовыравниванием? Напишите уравнение звена, объясните смысл символов.
3. Какие объекты – с самовыравниванием или без него – благоприятны для автоматического управления параметром и почему?

Максимальный балл:

Ваш балл



Работа № \_\_. Билет №\_\_.

1. Запаздывание и причины его возникновения. Влияние на качество управления объектом.
2. Нарисуйте кривую разгона одноёмкостного объекта с самовыравниванием и запаздыванием. Поясните, что и как по ней можно определить.
3. Объясните методику составления математических моделей объектов.

Максимальный балл:

Ваш балл:

Работа № \_\_. Билет №\_\_.

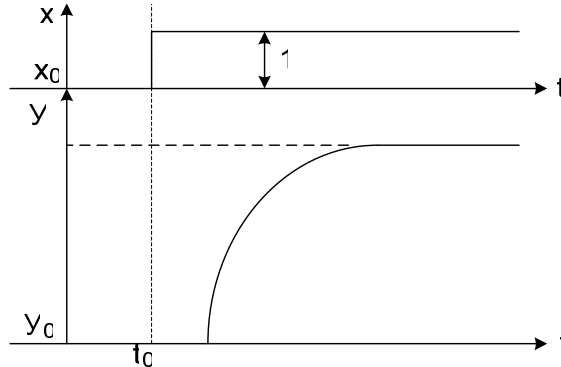
1. Нарисуйте динамическую характеристику (переходную, кривую разгона) при единичном скачкообразном изменении входной величины для многоёмкостного объекта с самовыравниванием. Какие свойства объекта можно определить по приведённой Вами характеристике и как? Ответ обоснуйте пояснениями и построениями на графике.
2. Объясните, как влияет на качество регулирования запаздывание. Почему регулирующий орган максимально приближают к объекту регулирования?
3. Понятие типового динамического звена. Назовите звено, свойства которого описываются уравнением вида  $y=kx$ , объясните смысл символов уравнения. Нарисуйте его статическую и динамическую характеристику.

Максимальный балл:

Ваш балл:

Работа № \_\_. Билет №\_\_.

1. Рассмотрите динамическую характеристику (переходную, кривую разгона) рисунка. Опишите свойства объекта. Найдите  $k$ ,  $T_{об}$ ,  $\tau$ . Ответ обоснуйте.



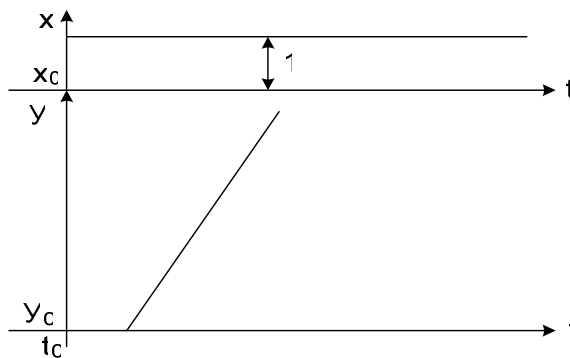
2. Понятие коэффициента ёмкости. Влияние коэффициента ёмкости на условия управления параметром.
3. Объясните, что является входной величиной в объекте регулирования, выходной. Как увязать эти величины с входной и выходной величиной регулятора в САУ?

Максимальный балл:

Ваш балл:

Работа № \_\_. Билет №\_\_.

1. Рассмотрите динамическую характеристику (переходную, кривую разгона) рисунка. Опишите свойства объекта. Ответ обоснуйте.



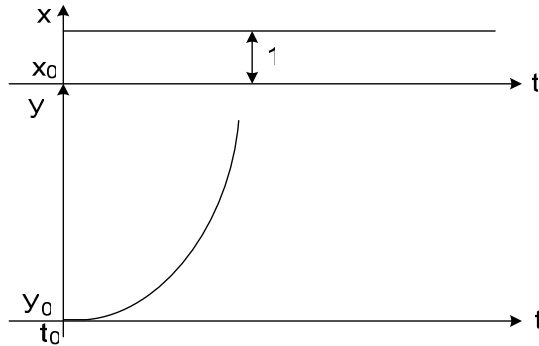
2. Каким типовым динамическим звеном можно промоделировать астатический объект, не обладающий самовыравниванием? Напишите уравнение, объясните смысл символов.
3. Что такое коэффициент самовыравнивания? Его влияние на условия управления параметром?

Максимальный балл:

Ваш балл:

Работа № \_\_. Билет №\_\_.

1. Рассмотрите динамическую характеристику (переходную, кривую разгона) рисунка. Опишите свойства объекта, ответ обоснуйте.



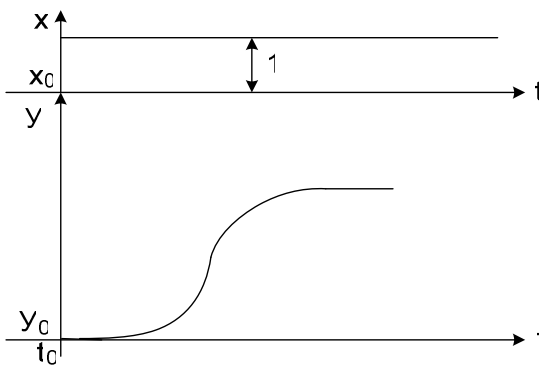
2. Поясните понятие постоянной времени на примере одноемкостного объекта с самовыравниванием. Что такое время переходного процесса? Ответы обоснуйте.
3. Вернётся ли в исходное состояние после снятия возмущения устойчивый объект?

Максимальный балл:

Ваш балл:

Работа № \_\_. Билет №\_\_.

1. Рассмотрите динамическую характеристику (переходную, кривую разгона) рисунка. Опишите свойства объекта. Ответ обоснуйте.



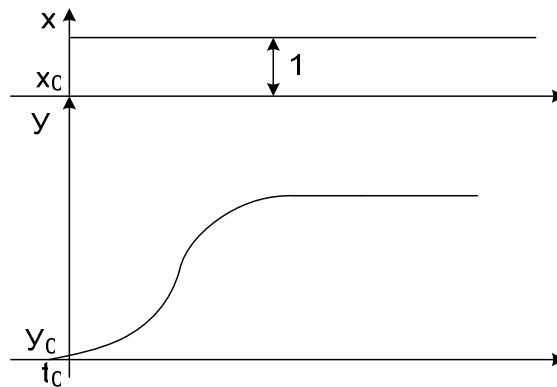
2. Найдите по рисунку постоянную времени объекта, время переходного процесса, коэффициент усиления, запаздывание. Ответ обоснуйте.
3. Напишите уравнение статического звена нулевого порядка (усилительного, пропорционального, безинерционного). Объясните смысл символов уравнения.

Максимальный балл:

Ваш балл:

Работа № \_\_. Билет №\_\_.

1. Рассмотрите динамическую характеристику (переходную, кривую разгона) рисунка. Опишите свойства объекта. Ответ обоснуйте.



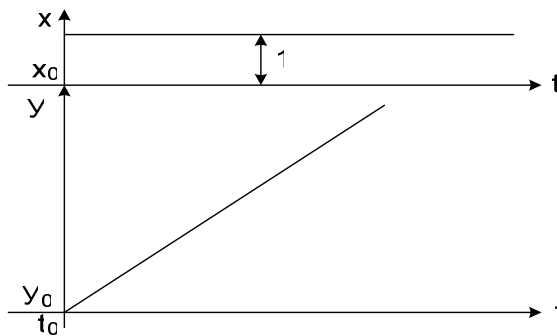
2. Найдите по рисунку постоянную времени объекта, время переходного процесса, коэффициент усиления, запаздывание. Ответ обоснуйте.
3. Понятие самовыравнивания. Для каких объектов оно характерно и в чём выражается. Примеры.

Максимальный балл:

Ваш балл:

Работа № \_\_. Билет №\_\_.

1. Рассмотрите динамическую характеристику (переходную, кривую разгона) рисунка. Опишите свойства объекта. Ответ обоснуйте.



2. Каким типовым динамическим звеном можно промоделировать астатический объект, не обладающий самовыравниванием? Напишите уравнение, объясните смысл символов.
3. Существует ли связь между коэффициентом самовыравнивания и коэффициентом усиления одноёмкостного объекта с самовыравниванием? Ответ обоснуйте.

Максимальный балл:

Ваш балл:

### Раздел 13. Вопросы и примеры тестов для самостоятельной работы по теме «Законы регулирования»

1. Напишите уравнение закона регулирования идеального пропорционально-интегрально-дифференциального регулятора. Объясните физический смысл всех символов уравнения. Назовите параметры настройки регулятора и пределы их изменения. Укажите достоинства регулятора (недостатки), область применения. Нарисуйте график переходного процесса при скачкообразном входном воздействии для ПИД-регулятора.

2. Напишите уравнение закона регулирования идеального пропорционально-интегрального регулятора. Объясните физический смысл всех символов уравнения. Назовите параметры настройки регулятора и пределы их изменения. Укажите достоинства регулятора (недостатки), область применения. Нарисуйте график переходного процесса при скачкообразном входном воздействии для ПИ-регулятора.

3. Напишите уравнение закона регулирования идеального пропорционально-дифференциального регулятора. Объясните физический смысл всех символов уравнения. Назовите параметры настройки регулятора и пределы их изменения. Укажите достоинства регулятора (недостатки), область применения. Нарисуйте график переходного процесса при скачкообразном входном воздействии для ПД-регулятора.

4. Напишите уравнение закона регулирования идеального пропорционального регулятора. Объясните физический смысл всех символов уравнения. Назовите параметры настройки регулятора и пределы их изменения. Укажите достоинства регулятора (недостатки), область применения. Нарисуйте график переходного процесса при скачкообразном входном воздействии для П-регулятора.

5. Напишите уравнение закона регулирования идеального интегрального регулятора. Объясните физический смысл всех символов уравнения. Назовите параметры настройки регулятора и пределы их изменения. Укажите достоинства регулятора (недостатки), область применения.

6. Какой из идеальных законов регулирования Вы порекомендуете для настройки регулятора, работающего на объекте с большим запаздыванием и переменной нагрузкой? Напишите закон, объясните физический смысл его символов, укажите параметры настройки.

7. Какой из идеальных законов регулирования Вы порекомендуете для работы на объекте с переменной нагрузкой и незначительным запаздыванием? Напишите закон, объясните физический смысл его символов, укажите параметры настройки.

8. Какой из идеальных законов регулирования Вы порекомендуете для работы на объекте со стационарной нагрузкой? Напишите закон, объясните физический смысл его символов, укажите параметры настройки.

9. Позиционные регуляторы. Нарисуйте статическую характеристику идеального двухпозиционного регулятора, динамическую характеристику. Укажите область применения. Что такое зона нечувствительности (зона возврата, дифференциал) позиционного регулятора? Укажите эту величину на статической характеристи-

ке. Из чего состоит один цикл работы двухпозиционного регулятора? Укажите его на динамической характеристике.

10. При скачкообразном входном воздействии получена зависимость изменения выходной величины во времени для П-регулятора. Возможно ли по данным эксперимента определить коэффициент усиления регулятора и его пределы пропорциональности? Ответ поясните графиками.

11. Нарисуйте график переходного процесса при скачкообразном входном воздействии ПИ-регулятора. Как по графику определить коэффициент усиления регулятора, пределы пропорциональности, время изодрома? Дайте определения этим понятиям. Напишите уравнение ПИ-регулятора.

12. Что является входной величиной регулятора? Выходной? В каких пределах теоретически могут меняться параметры настройки? Как изменение параметров настройки влияет на работу ПИ-регулятора?

Работа № \_\_. Билет №\_\_.

1. Напишите уравнение закона регулирования идеального пропорционально-интегрально-дифференциального регулятора. Объясните физический смысл всех символов уравнения. Назовите параметры настройки регулятора и пределы их изменения. Укажите достоинства регулятора (недостатки), область применения.

Максимальный балл:

Ваш балл:

Работа № \_\_. Билет №\_\_.

1. Напишите уравнение закона регулирования идеального пропорционально-интегрального регулятора. Объясните физический смысл всех символов уравнения. Назовите параметры настройки регулятора и пределы их изменения. Укажите достоинства регулятора (недостатки), область применения.

Максимальный балл:

Ваш балл:

Работа № \_\_. Билет №\_\_.

1. Напишите уравнение закона регулирования идеального пропорционально-дифференциального регулятора. Объясните физический смысл всех символов уравнения. Назовите параметры настройки регулятора и пределы их изменения. Укажите достоинства регулятора (недостатки), область применения.

Максимальный балл:

Ваш балл:

Работа № \_\_. Билет №\_\_.

1. Напишите уравнение закона регулирования идеального пропорционального регулятора. Объясните физический смысл всех символов уравнения. Назовите параметры настройки регулятора и пределы их изменения. Укажите достоинства регулятора (недостатки), область применения.

Максимальный балл:

Ваш балл:

Работа № \_\_. Билет №\_\_.

1. Напишите уравнение закона регулирования идеального интегрального регулятора. Объясните физический смысл всех символов уравнения. Назовите параметры настройки регулятора и пределы их изменения. Укажите достоинства регулятора (недостатки), область применения.

Максимальный балл:

Ваш балл:



Работа № \_\_. Билет №\_\_.

1. Какой из идеальных законов регулирования Вы порекомендуете для настройки регулятора, работающего на объекте с большим запаздыванием и переменной нагрузкой? Напишите закон, объясните физический смысл его символов, укажите параметры настройки.

Максимальный балл:

Ваш балл:

Работа № \_\_. Билет №\_\_.

1. Какой из идеальных законов регулирования Вы порекомендуете для работы на объекте с переменной нагрузкой и незначительным запаздыванием? Напишите закон, объясните физический смысл его символов, укажите параметры настройки.

Максимальный балл:

Ваш балл:

Работа № \_\_. Билет №\_\_.

1. Какой из идеальных законов регулирования Вы порекомендуете для работы на объекте со стационарной нагрузкой? Напишите закон, объясните физический смысл его символов, укажите параметры настройки.

Максимальный балл:

Ваш балл:

Работа № \_\_. Билет №\_\_.

1. Позиционные регуляторы. Нарисуйте статическую характеристику идеального двухпозиционного регулятора, динамическую характеристику. Область применения. Что такое зона нечувствительности (зона возврата, дифференциал) позиционного регулятора? Укажите эту величину на статической характеристике. Из чего состоит один цикл работы двухпозиционного регулятора? Укажите его на динамической характеристике.

Максимальный балл:

Ваш балл:

Работа № \_\_. Билет №\_\_.

1. Нарисуйте график переходного процесса при скачкообразном входном воздействии для П-регулятора. Напишите уравнение П-регулятора, объясните физический смысл символов уравнения. Укажите область применения П-регулятора. Чем и почему она ограничена?

Максимальный балл:

Ваш балл:

Работа № \_\_. Билет №\_\_.

1. Нарисуйте график переходного процесса при скачкообразном входном воздействии для ПД-регулятора. Напишите уравнение ПД-регулятора, объясните физический смысл символов уравнения. Укажите область применения ПД-регулятора.

Максимальный балл:

Ваш балл:

Работа № \_\_. Билет №\_\_.

1. Нарисуйте график переходного процесса при скачкообразном входном воздействии для ПИ-регулятора. Напишите уравнение ПИ-регулятора, объясните физический смысл символов уравнения. Укажите достоинства, недостатки и область применения ПИ-регулятора.

Максимальный балл:

Ваш балл:

Работа № \_\_. Билет №\_\_.

1. Нарисуйте график переходного процесса при скачкообразном входном воздействии для ПИД-регулятора. Напишите уравнение ПИД-регулятора, объясните физический смысл символов уравнения. Укажите достоинства регулятора, параметры его настройки, область применения.

Максимальный балл:

Ваш балл:

Работа № \_\_. Билет №\_\_.

1. При скачкообразном входном воздействии получена зависимость изменения выходной величины во времени для П-регулятора. Возможно ли по данным эксперимента определить коэффициент усиления регулятора и его пределы пропорциональности? Ответ поясните графиками.

Максимальный балл:

Ваш балл:

Работа № \_\_. Билет №\_\_.

1. Нарисуйте график переходного процесса при скачкообразном входном воздействии для ПИ-регулятора. Как по графику определить коэффициент усиления регулятора, пределы пропорциональности, время изодома? Дайте определения этим понятиям. Напишите уравнение ПИ-регулятора.

Максимальный балл:

Ваш балл:

Работа № \_\_. Билет №\_\_.

1. Напишите уравнение идеального ПИ-регулятора. Объясните физический смысл символов уравнения. Что является входной величиной регулятора? Выходной? Как называются параметры настройки регулятора и в каких пределах они теоретически могут меняться? Как изменение параметров настройки влияет на работу ПИ-регулятора?

Максимальный балл:

Ваш балл:

#### **Раздел 14. Вопросы и примеры тестов для самостоятельной работы по теме «Промышленный манипулятор (робот)»**

1. К какому виду относится система автоматического управления промышленным манипулятором (роботом) МП-9С? Объясните различие режимов «Ручной», «Цикл», «Автомат».
2. Система программного управления промышленным манипулятором (роботом). Способы задания программ. Какие системы управления промышленными манипуляторами (роботами) Вам известны?
3. Что такое исполнительное устройство робота? Какие исполнительные устройства (ИУ) применяются в лабораторной работе? Как они действуют?
4. Из каких элементов состоит промышленный манипулятор (робот МП-9С)?
5. Что такое циклограмма работы промышленного манипулятора (робота)? Как она составляется? Объясните на примере лабораторной работы.
6. Что такое исполнительный орган (ИО) промышленного манипулятора (робота)? Какие исполнительные органы Вам известны? Что собой представляет исполнительный орган промышленного манипулятора (робота) в лабораторной работе?
7. Что понимают под устройствами очувствления (сенсорами)? Их назначение, влияние на качество работы промышленного манипулятора (робота).

8. Из каких блоков состоит структурная схема промышленного манипулятора?  
Назначение элементов структурной схемы промышленного манипулятора (робота).

Работа № \_\_. Билет №\_\_.

1. К какому виду относится система автоматического управления промышленным манипулятором (роботом) МП-9С? Объясните различие режимов «Ручной», «Цикл», «Автомат».
2. Система программного управления роботом. Способы задания программ. Какие системы управления промышленным манипулятором (роботом) Вам известны?

Максимальный балл:

Ваш балл:

Работа № \_\_. Билет №\_\_.

1. Система программного управления промышленным манипулятором (роботом). Способы задания программ. Какие системы управления промышленными манипуляторами (роботами) Вам известны?
2. Что такое исполнительное устройство (робота)? Какие исполнительные устройства (ИУ) применяются в лабораторной работе? Как они действуют?

Максимальный балл:

Ваш балл:

Работа № \_\_. Билет №\_\_.

1. Что такое исполнительное устройство промышленного манипулятора (робота)? Какие исполнительные устройства (ИУ) применяются в лабораторной работе? Как они действуют?
2. Из каких элементов состоит промышленный манипулятор (робот) МП-9С?

Максимальный балл:

Ваш балл:



Работа № \_\_. Билет №\_\_.

1. Из каких элементов состоит промышленный манипулятор (робот) МП-9С?
2. Что такое циклограмма работы промышленного манипулятора (робота)? Как она составляется? Объясните на примере лабораторной работы.

Максимальный балл:

Ваш балл:

Работа № \_\_. Билет №\_\_.

1. Что такое циклограмма работы промышленного манипулятора (робота)? Как она составляется? Объясните на примере лабораторной работы.
2. Что такое исполнительный орган (ИО) промышленного манипулятора (робота)? Какие исполнительные органы Вам известны? Что собой представляет исполнительный орган промышленного манипулятора (робота) в лабораторной работе?

Максимальный балл:

Ваш балл:

Работа № \_\_. Билет №\_\_.

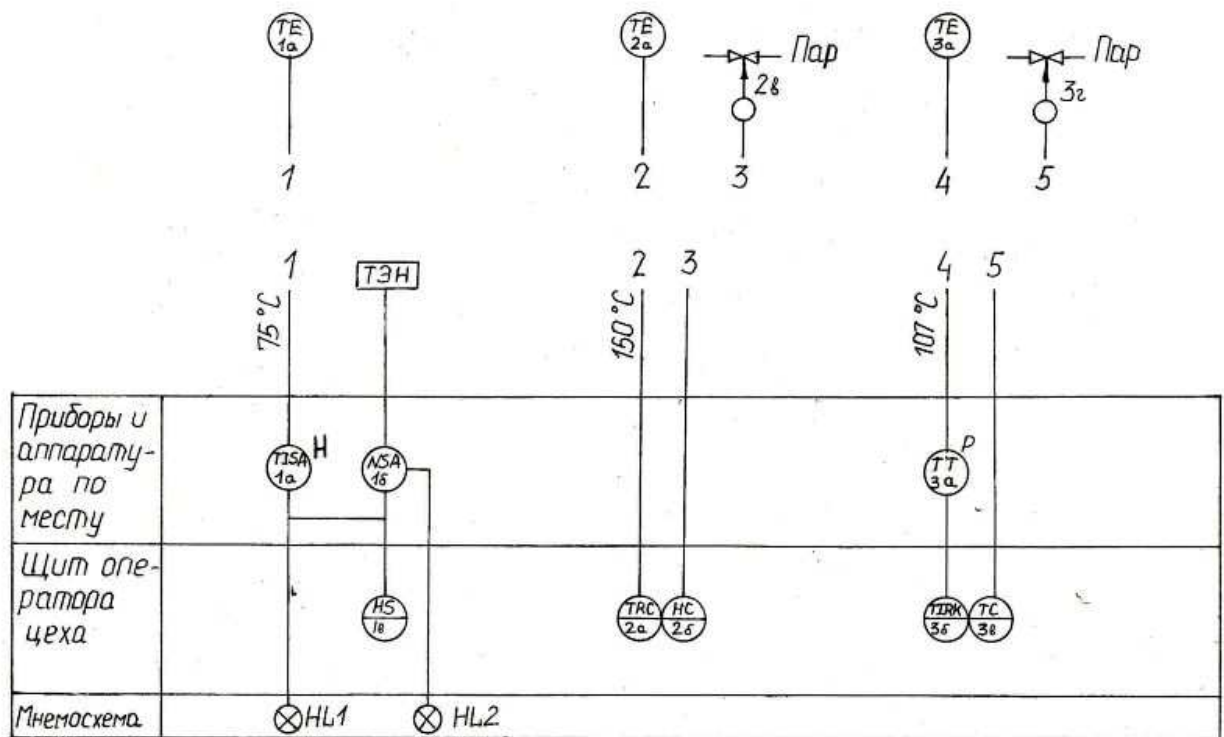
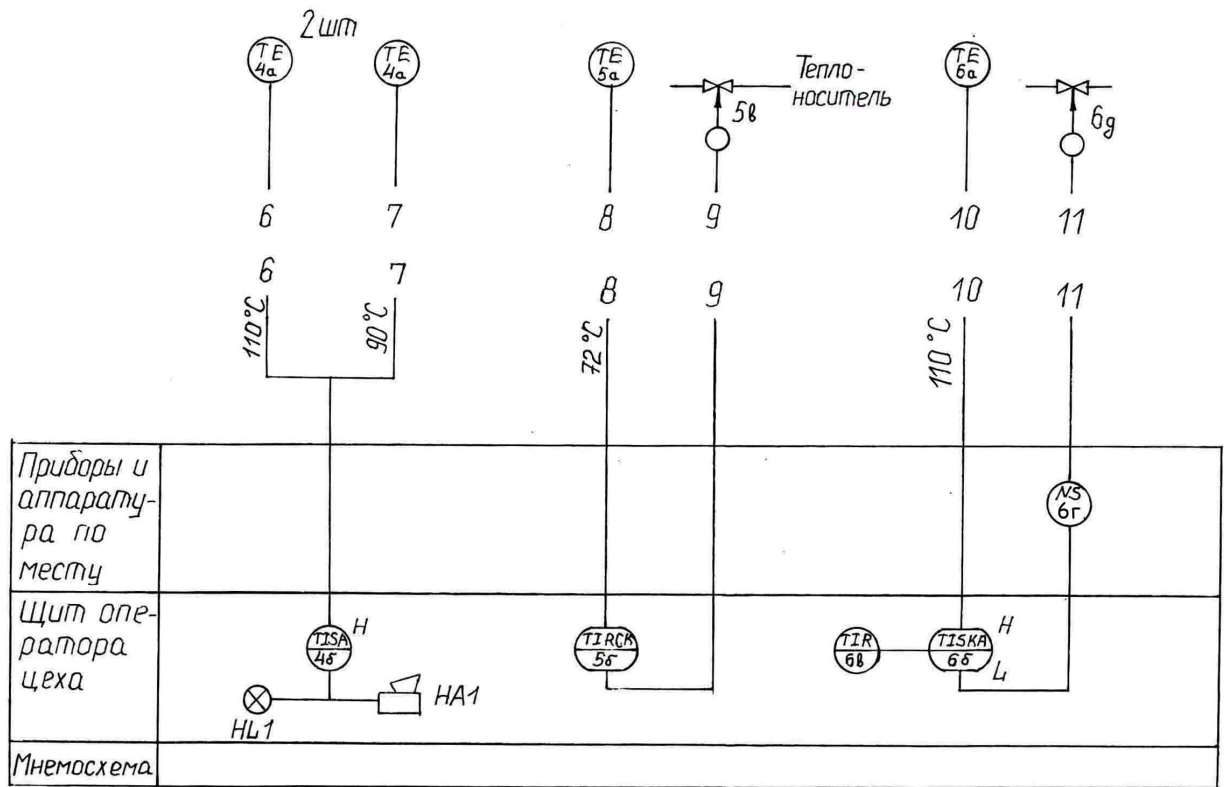
1. Что такое исполнительный орган (ИО) промышленного манипулятора (робота)? Какие исполнительные органы Вам известны? Что собой представляет исполнительный орган промышленного манипулятора (робота) в лабораторной работе?
2. Что понимают под устройствами очувствления (сенсорами)? Их назначение, влияние на качество работы промышленного манипулятора (робота).

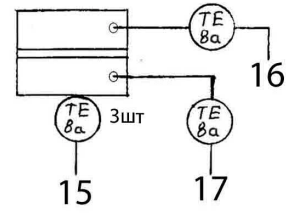
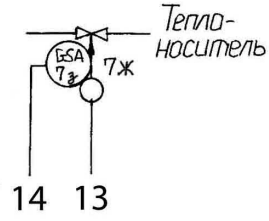
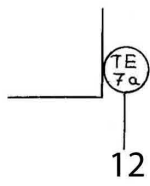
Максимальный балл:

Ваш балл:

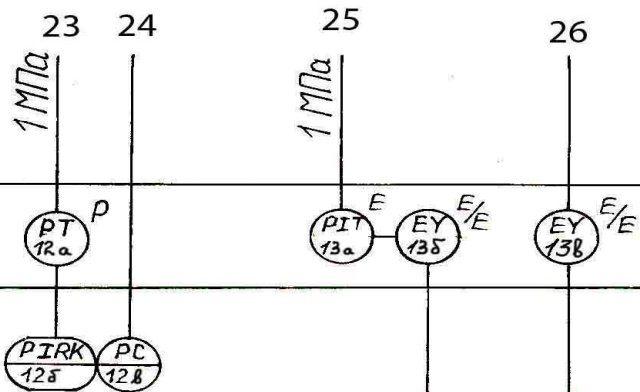
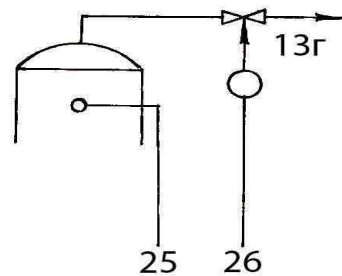
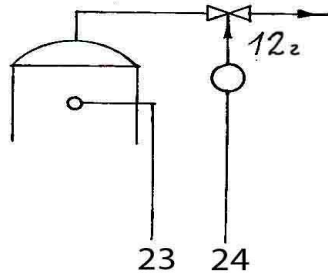
## **Приложение 1. Локальные контуры функциональных схем автоматизации.**

Рабочая тетрадь

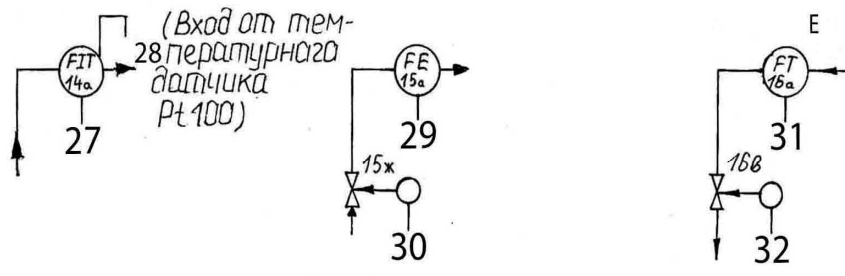




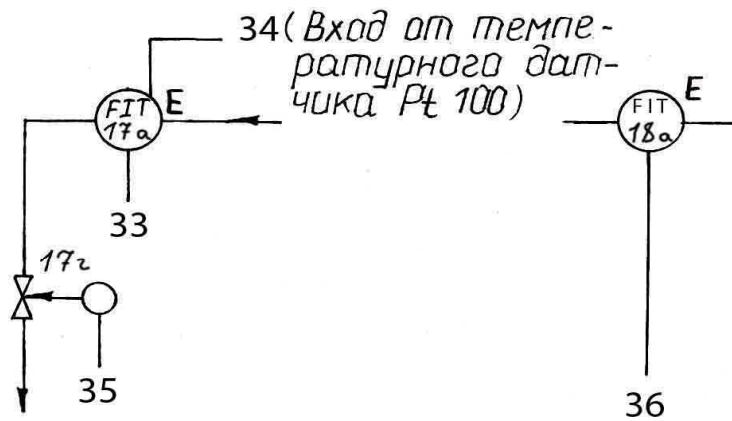
	12	13	14	15	16	17
Приборы и аппаратура по месту	310 °C TY 78 E/E TC 78 NS 7a				°C °C °C TIZ 88	
Щит оператора цеха	TIR 7a HC 7a		HL1 HL2			
Мнемосхема						



Приборы и аппаратура по месту				
Операторная контроля и управления ... (цеха 1815)	Панели аппаратуры и приборов			
	PCU контроллер "АРЯС" лер "АРЯС"	Аналоговый вход $V_i$		
		Аналоговый выход $V_o$		
		Дискретный вход $D_i$		
		Дискретный выход $D_o$		
	Система ПАЗ контроллер "ДИАЛОГ"	Аналоговый вход $V_i$		
		Аналоговый выход $V_o$		
	Дискретный вход			
	Дискретный выход			

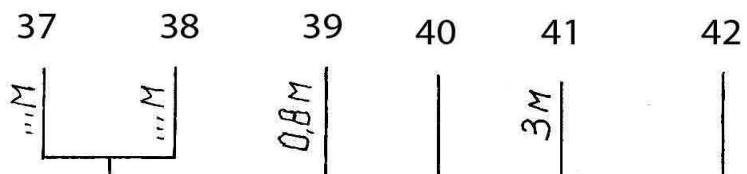
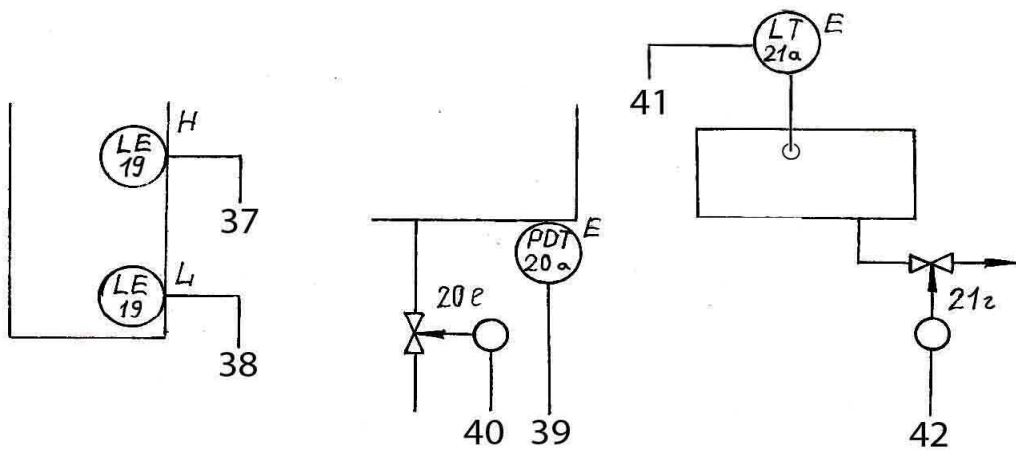


	27	29	30	31	32
Приборы и аппаратура по месту		FT 15a E	FC 15b NS 15e		
Щит оператора цеха	FIR 14a	FIR 15a HC 15r		FIRCK 16a	
Мнемосхема					

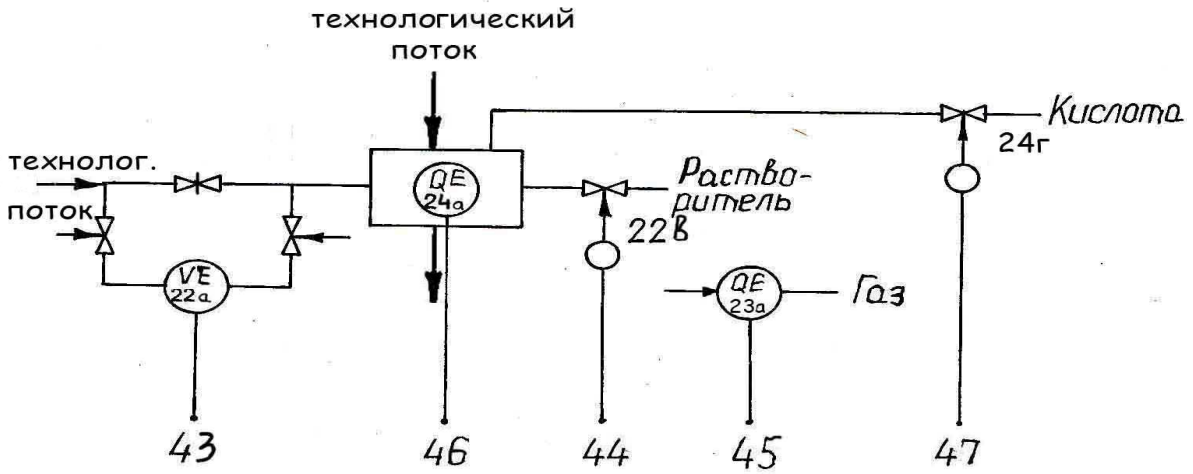


		33	35	36	
Приборы и аппаратура по месту					
Операторная контроля и управления ... (цеха 1815)	Панели аппаратуры и приборов				
	PCU контроллер "АРЯС" пер. "QUADLOG"	Аналоговый вход $V_i$	$B_{i3}$		$B_{i4}$
		Аналоговый выход $V_o$		$B_{o3}$	
		Дискретный вход $D_i$			
		Дискретный выход $D_o$			
	Система ПАЗ контроллер "QUADLOG"	Аналоговый вход $V_i$			
		Аналоговый выход $V_o$			
Дискретный вход					
Дискретный выход					

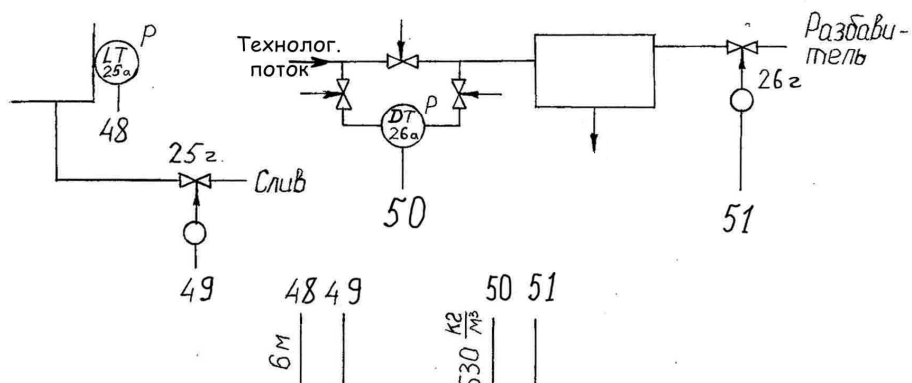




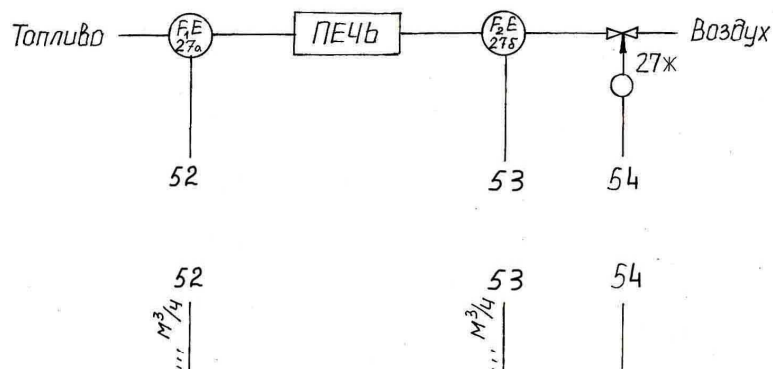
Приборы и аппаратура по месту		37	38	39	40	41	42	
Операторная контроля и управления ... (цеха 1815)	Панели аппаратуры и приборов	LSA 19	HL1	HL2	LTR 20z	HC 208	EY 218	EY 218
		LC 208	NS 20g	EY 218	EY 218			
	PCU контроль-лер "АРАС" "ДИЯДИВ"	Аналоговый вход В <sub>г</sub>					B <sub>г5</sub>	
		Аналоговый выход В <sub>о</sub>						B <sub>о5</sub>
		Дискретный вход D <sub>г</sub>						
		Дискретный выход D <sub>о</sub>						
		Аналоговый вход В <sub>г</sub>						
		Аналоговый выход В <sub>о</sub>						
Дискретный вход								
Дискретный выход								



		43	44	45	46	47
Приборы и аппаратура по месту		Па:кг/с 2,5 M <sup>3</sup>	EY 225 <sup>E/E</sup>	QT 23a <sup>E</sup>	EY 235 <sup>E/E</sup>	QITA 23a <sup>H L</sup>
Операторная контрольная и управляющая ... (цех 1815)	Панели аппаратуры и приборов	VIT 22a <sup>E</sup>				
	Аналоговый вход $V_i$	$V_{i6}$			$V_{i7}$	$V_{i8}$
	Аналоговый выход $V_o$		$V_{o6}$			$V_{o8}$
	Дискретный вход $D_i$					
	Дискретный выход $D_o$					
	Аналоговый вход $V_i$					
	Аналоговый выход $V_o$					
	Дискретный вход					
Дискретный выход						



Приборы и аппаратура по месту	
Щит оператора цеха	
Мнемосхема	



Приборы и аппаратура по месту	
Щит оператора цеха	
Мнемосхема	

## Заключение

Методическое пособие предоставило студентам алгоритм самостоятельных действий по усвоению курса «Системы управления химико-технологическими процессами» (СУХТП) в объеме действующих программ ОПД Ф.07, ОПД Ф.09. Вопросы, тесты, задачи пособия определяют глубину проработки теоретических основ курса и те практические навыки, которыми студент обязан овладеть для успешной работы над дипломным проектом по инженерным специальностям университета. Одновременно пособие решает задачу контроля преподавателем объема, качества и систематичности работы студента в процессе усвоения курса, так как к каждой теме указаны не только учебники, но и конкретные страницы, которые должны быть законспектированы в ответах на конкретные вопросы.

Так как средства автоматизации динамично совершенствуются, а в учебниках своевременно не отслеживаются изменения в отечественном и зарубежном приборостроении, авторы пособия предлагают изучать конкретные устройства по каталогам реальных отечественных зарубежных фирм, имеющих на электронных дисках компьютерной библиотеки кафедры автоматизированных систем сбора и обработки информации (АСС и ОИ) университета. Как показала практика, приближение действий студента к реальным условиям выбора средств автоматизации, повышает интерес к освоению курса и к особенностям технологии выбранной специальности.

Многочисленные задачи по составлению схем автоматизации, построенные по принципу «от простого к сложному», учат чтению реальных схем технологических процессов во время курсовой и преддипломной практики. Задачи ситуационные, т.е. не имеющие однозначного решения. Задачи развивают способность видеть несколько вариантов решения проблемы, и обоснованно выбирать наиболее целесообразный из них в конкретных условиях.

Ограниченный объем пособия не позволил охватить особенности автоматизации процессов и аппаратов в специальных отраслях промышленности, что должно быть учтено в последующих методических разработках по курсу.

Одновременно насущную необходимость приобретает вопрос написания учебника по лекционному курсу, увязывающего актуальные вопросы внедрения микропроцессорной техники в различных отраслях химической технологии, обосновывающего необходимость ускорения модернизации существующих систем автоматизации на морально устаревшей технике.

## Содержание

Часть 1. Основы проектирования систем автоматизации технологических процессов и аппаратов.....	3
Раздел 1. Обозначения условные приборов и средств автоматизации в схемах. Правила выполнения функциональных схем.....	3
1.1. Введение.....	3
1.2. Обозначения условные приборов и средств автоматизации в схемах.....	4
1.2.1. Графические обозначения.....	4
1.2.2. Буквенные обозначения.....	7
1.2.3. Правила построения условных обозначений.....	12
1.2.4. Правила выполнения рабочей документации автоматизации технологических процессов.....	20
1.2.4.1. Развернутый метод выполнения схем автоматизации.....	20
1.2.4.2. Упрощенный метод выполнения схем автоматизации.....	22
Раздел 2. Чтение функциональных схем автоматизации.....	24
2.1. Методические указания.....	24
2.2. Задания.....	25
Раздел 3. Составление локальных контуров функциональных схем автоматизации.....	31
3.1. Методические указания.....	31
3.2. Задания.....	31
Раздел 4. Составление функциональных схем автоматизации типовых технологических процессов и аппаратов.....	50
4.1. Методические указания.....	50
4.2. Задания.....	51
Часть 2 Системы управления химико-технологическими процессами. Контрольные вопросы и тесты.....	68
Раздел 5. Рекомендуемая литература.....	68
5.1. Литература для изучения фундаментальных вопросов курса .....	68
5.2. Рекомендации по темам курса.....	68
5.3. Как готовиться к тестированию.....	69
Раздел 6. Вопросы и примеры тестов для самостоятельной работы по теме «Основные понятия метрологии. Измерение давления».....	69
Раздел 7. Вопросы и примеры тестов для самостоятельной работы по теме «Измерение температуры термопреобразователями сопротивления».....	81
Раздел 8. Вопросы и примеры тестов для самостоятельной работы по теме «Термоэлектрические преобразователи температуры», «Вторичные приборы, дополнительные устройства».....	92
Раздел 9. Вопросы и примеры тестов для самостоятельной работы по теме «Измерение расхода».....	104
Раздел 10. Вопросы и примеры тестов для самостоятельной работы по теме «Уров-	

немеры».....	113
Раздел 11. Вопросы и примеры тестов для самостоятельной работы по теме «Введение в автоматику».....	124
Раздел 12. Вопросы и примеры тестов для самостоятельной работы по теме «Свойства объектов регулирования»... ..	138
Раздел 13. Вопросы и примеры тестов для самостоятельной работы по теме «Законы регулирования».....	149
Раздел 14. Вопросы и примеры тестов для самостоятельной работы по теме «Промышленный манипулятор (робот)».....	158
Приложение 1. Локальные контуры функциональных схем автоматизации. Рабочая тетрадь.....	163
Заключение.....	172