

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования  
«РОССИЙСКИЙ БИОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ (РОСБИОТЕХ)»

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПО МДК.04.01

«Методы обслуживания контрольно-измерительных приборов»

Уровень образования:	Среднее профессиональное образование
Специальность	15.02.10 Мехатроника и робототехника (по отраслям)
Квалификация	специалист по мехатронике и робототехнике
Форма обучения	Очная
Срок освоения образовательной программы в соответствии с ФГОС (очная форма)	2 г. 10 м. (на базе среднего общего образования)
Год начала подготовки	2026 г.
Период освоения дисциплины	1 семестр
Форма контроля	Экзамен

## 1. Область применения.

Фонд оценочных средств (ФОС) является неотъемлемой частью программы дисциплины при реализации программы подготовки специалистов среднего звена (ППСЗ) среднего профессионального образования (СПО) по специальности:

### 15.02.10 МЕХАТРОНИКА И РОБОТОТЕХНИКА (ПО ОТРАСЛЯМ)

Оценочные фонды разрабатываются для проведения оценки степени соответствия фактических результатов обучения при изучении дисциплины запланированным результатам обучения, соотнесенных с установленными в программе индикаторами достижения компетенций, а также сформированности компетенций, установленных программой подготовки специалистов среднего звена.

Таблица 1  
Паспорт фонда оценочных средств

Компетенции	Знать:	Уметь:	Владеть навыками (иметь практический опыт):
ПК 1.1. Выполнять сборку различных узлов мехатронных устройств и систем	- Требования, предъявляемые к рабочему месту для производства работ по ремонту, регулировке,	- Читать чертежи простых контрольно-измерительных приборов	- Изучение конструкторской и технологической документации на простые контрольно-измерительные приборы
ПК 1.2. Выполнять снятие и установку датчиков мехатронных устройств и систем	испытанию и сдаче простых контрольно-измерительных приборов - Виды, конструкция, назначение, возможности и правила использования инструментов и приспособлений для производства работ по ремонту, регулировке, испытанию и сдаче простых контрольно-измерительных приборов	- Подготавливать рабочее место для рационального и безопасного выполнения работ по ремонту, регулировке, испытанию и сдаче простых контрольно-измерительных приборов	- Подготовка рабочего места для демонтажа, монтажа, сборки и разборки простых контрольно-измерительных приборов
ПК 1.3. Производить наладку и регулировку различных узлов и агрегатов мехатронных устройств и систем	- Виды, конструкция, назначение, возможности и правила использования инструментов и приспособлений для производства работ по ремонту, регулировке, испытанию и сдаче простых контрольно-измерительных приборов	- Выбирать инструменты для производства работ по ремонту, регулировке, испытанию и сдаче простых контрольно-измерительных приборов	- Выбор слесарно-монтажных инструментов и приспособлений для ремонта, регулировки, испытания и сдачи простых контрольно-измерительных приборов
ПК 1.4. Проводить настройку комплексов следящих приводов в составе мехатронных устройств и систем	- Устройство, назначение и принцип действия приборов для измерения температуры - Устройство, назначение и принцип действия манометров	- Исползовать персональную вычислительную технику для просмотра чертежей простых контрольно-измерительных приборов	- Демонтаж и монтаж простых контрольно-измерительных приборов - Разборка и сборка простых контрольно-измерительных приборов
ПК 1.5. Выполнять установку программного обеспечения электронных и	- Устройство, назначение и принцип действия расходомеров - Устройство, назначение и принцип	- Печатать чертежи простых контрольно-измерительных приборов с	- Дефектация простых контрольно-измерительных приборов

<p>компьютерных модулей и узлов мехатронных устройств и систем</p> <p>ПК 1.6. Проводить конфигурирование и настройку программного обеспечения мехатронных устройств и систем</p> <p>ПК 1.7. Проводить конфигурирование и настройку программного обеспечения клиент-серверных систем сбора и анализа данных (промышленного интернета вещей)</p> <p>ПК 1.8. Проводить конфигурирование и настройку параметров информационной вычислительной сети мехатронной системы</p> <p>ПК 1.9. Проводить комплексную настройку мехатронных устройств и систем с использованием программного обеспечения контроллеров и управляющих электронно-вычислительных машин, их устройств управления</p>	<p>действия весов</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Типичные неисправности простых контрольно-измерительных приборов</li> <li>- Порядок демонтажа и монтажа простых контрольно-измерительных приборов</li> <li>- Последовательность разборки и сборки простых контрольно-измерительных приборов</li> <li>- Способы разборки разъемных соединений</li> <li>- Виды защитных смазок</li> <li>- Порядок выполнения защитной смазки деталей</li> <li>- Периодичность и порядок технического обслуживания простых контрольно-измерительных приборов</li> <li>- Порядок заполнения актов дефектации простых контрольно-измерительных приборов</li> <li>- Виды, назначение и порядок применения устройств вывода графической и текстовой информации</li> <li>- Виды и правила применения средств индивидуальной и коллективной защиты при выполнении работ по ремонту, регулировке, испытанию и сдаче простых</li> </ul>	<p>использованием устройств вывода графической и текстовой информации</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Обеспечивать герметичность контролируемого оборудования после демонтажа простых контрольно-измерительных приборов</li> <li>- Производить защитную смазку деталей</li> <li>- Монтировать простые контрольно-измерительные приборы в правильной технологической последовательности</li> <li>- Разбирать простые контрольно-измерительные приборы в правильной технологической последовательности</li> <li>- Собирать простые контрольно-измерительные приборы в правильной технологической последовательности</li> <li>- Контролировать взаимное расположение узлов и деталей простых контрольно-измерительных приборов после сборки</li> <li>- Выполнять дефектацию деталей и узлов простых контрольно-измерительных приборов</li> <li>- Заполнять акты дефектации простых контрольно-измерительных приборов</li> <li>- Принимать решение о</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Оформление актов дефектации простых контрольно-измерительных приборов</li> <li>- Защитная смазка деталей</li> <li>- Ремонт и замена деталей и узлов простых контрольно-измерительных приборов</li> <li>- Регулировка простых контрольно-измерительных приборов</li> </ul>
--	---	--	--

	<p>контрольно-измерительных приборов</p> <p>- Требования охраны труда, пожарной, промышленной, экологической безопасности и электробезопасности при ремонте, регулировке, испытании и сдаче простых контрольно-измерительных приборов</p>	<p>замене или ремонте неисправных узлов и деталей простых контрольно-измерительных приборов</p> <p>- Проверять и корректировать "ноль" контрольно-измерительных приборов</p> <p>- Проверять качество показаний регистрирующих приборов</p> <p>- Производить зачистку электрических контактов контрольно-измерительных приборов</p> <p>- Производить чистку и замену защитных смотровых стекол контрольно-измерительных приборов</p> <p>- Производить подтяжку разъемных механических соединений контрольно-измерительных приборов.</p>	
--	---	--	--

### **Цели и задачи фонда оценочных средств.**

Целью ФОС является установление соответствия уровня подготовки обучающихся требованиям федерального государственного образовательного стандарта ФГОС СПО по ОПОП.

ФОС предназначен для решения задач контроля достижения целей реализации ОПОП СПО и обеспечения соответствия результатов обучения области, сфере, объектам профессиональной деятельности, области знаний и типам задач профессиональной деятельности.

### 3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Распределение часов дисциплины  
по семестрам

Семестр(<Курс>.<Семестр на курсе>)	1(1.1)		Итого	
Вид занятий	УП	РП	УП	РП
Лекции	40	40	40	40
Лабораторные	40	40	40	40
Итого ауд.	80	80	80	80
Контактная работа	80	80	80	80
Сам. работа	8	8	8	8
Итого	90	90	90	90

### Задания для промежуточной аттестации с ключами ответов

№ вопроса	Формулировка тестовых заданий	Варианты ответов	Правильный ответ
1.	Что такое поверка средств измерений?	а) Ремонт прибора б) Установление пригодности средства измерений к применению в) Настройка прибора на конкретный технологический процесс г) Калибровка прибора без оформления документов	б) Установление пригодности средства измерений к применению
2.	Чем отличается калибровка от поверки в РФ?	а) Калибровка проводится только для импортных приборов б) Калибровка — добровольная процедура, поверка — обязательная для средств измерений, используемых в сфере госрегулирования в) Калибровка требует более точного оборудования г) Калибровка проводится государственными метрологическими службами	б) Калибровка — добровольная процедура, поверка — обязательная для средств измерений, используемых в сфере госрегулирования
3.	Какой документ оформляется по результатам поверки, подтверждающий пригодность прибора?	а) Дефектная ведомость б) Сертификат соответствия в) Свидетельство о поверке или отметка в паспорте прибора г) Акт ввода в эксплуатацию	в) Свидетельство о поверке или отметка в паспорте прибора
4.	Какой метод проверки используется для манометров с классом точности 2,5?	а) Проверка по образцовому прибору более высокого класса точности б) Визуальный осмотр в) Проверка по контрольной точке г) Сравнение с данными технологического процесса	а) Проверка по образцовому прибору более высокого класса точности
5.	Что из перечисленного НЕ относится к обязательным этапам периодического обслуживания КИП?	а) Внешний осмотр б) Чистка контактов и чувствительных элементов в) Полная разборка прибора	в) Полная разборка прибора

		г) Проверка нуля и диапазона измерений	
6.	Для чего выполняется юстировка измерительного прибора?	а) Для его утилизации б) Для устранения погрешности и приведения метрологических характеристик в соответствие с требованиями в) Для изменения его заводского номера г) Для подключения к компьютеру	б) Для устранения погрешности и приведения метрологических характеристик в соответствие с требованиями
7.	Какой инструмент используется для проверки контактных соединений в цепях КИП?	а) Мегаомметр б) Осциллограф в) Мультиметр в режиме «прозвонки» г) Толщиномер	в) Мультиметр в режиме «прозвонки»
8.	Что такое образцовое средство измерений?	а) Прибор, используемый только для обучения б) Средство измерений, применяемое для поверки других средств измерений и имеющее более высокий класс точности в) Первый экземпляр прибора, выпущенный с завода г) Любой прибор, внесенный в госреестр	б) Средство измерений, применяемое для поверки других средств измерений и имеющее более высокий класс точности
9.	Что проверяют при «обрыве» и «коротком замыкании» вторичных цепей датчика температуры сопротивления (ТС)?	а) Целостность и изоляцию соединительных линий б) Мощность нагревателя в) Наличие электромагнитных помех г) Скорость отклика датчика	а) Целостность и изоляцию соединительных линий
10.	Что означает аббревиатура МХ прибора?	а) Механическая характеристика б) Метрологическая характеристика в) Максимальная характеристика г) Монтажная характеристика	б) Метрологическая характеристика
11.	Основная причина появления «плавающей» погрешности у стрелочного прибора?	а) Загрязнение шкалы б) Износ или загрязнение опор подвижной части (осей, подшипников) в) Слишком яркое освещение г) Высокая влажность в помещении	б) Износ или загрязнение опор подвижной части (осей, подшипников)
12.	Для чего применяют токовые клещи при обслуживании КИП?	а) Для измерения тока в цепи без ее разрыва б) Для обжима контактов в) Для затяжки клеммных соединений г) Для измерения диаметра провода	а) Для измерения тока в цепи без ее разрыва
13.	Какая процедура выполняется после ремонта или замены основного элемента датчика давления?	а) Только покраска корпуса б) Обязательная поверка или калибровка в) Запись в вахтенный журнал г) Установка на прежнее место без проверок	б) Обязательная поверка или калибровка
14.	Что такое «санация» в контексте обслуживания КИП?	а) Восстановление работоспособности прибора после длительного хранения б) Специальная очистка прибора для использования в пищевой или фармацевтической промышленности	б) Специальная очистка прибора для использования в пищевой или фармацевтической промышленности

		в) Утилизация прибора г) Передача прибора в другой цех	
15.	Какой фактор НЕ является типичной причиной нестабильных показаний электронного датчика уровня?	а) Колебания температуры окружающей среды б) Загрязнение чувствительного элемента в) Нестабильность напряжения питания г) Использование образцового прибора для проверки	г) Использование образцового прибора для проверки
16.	Установите соответствие между видом погрешности и ее описанием.	1. Виды: 2. Абсолютная погрешность 3. Относительная погрешность 4. Приведенная погрешность 5. Основная погрешность 6. Дополнительная погрешность Описания: А) Погрешность, выраженная в процентах от диапазона измерений прибора. Б) Разность между показанием прибора и истинным значением измеряемой величины. В) Погрешность, возникающая из-за отклонения внешних условий от нормальных. Г) Погрешность, выраженная в процентах от текущего значения измеряемой величины. Д) Погрешность прибора в нормальных условиях эксплуатации.	1-Б, 2-Г, 3-А, 4-Д, 5-В
17.	Установите соответствие между типом прибора и типовым методом/средством его проверки.	1. Приборы: 2. Манометр технический 3. Термопара 4. Счетчик электроэнергии индукционный 5. Весы электронные 6. Датчик уровня емкостной Методы/Средства: А) Поверка с помощью образцовых гирь. Б) Поверка на образцовой установке с генератором тока/напряжения и фазометром. В) Проверка по образцовому манометру или калибратору давления. Г) Имитация температуры с помощью калибратора термоЭДС и проверка выходного сигнала. Д) Проверка настройки пустого/полного резервуара и калибровка по образцовому уровнемеру.	1-В, 2-Г, 3-Б, 4-А, 5-Д

18.	Установите соответствие между неисправностью КИП и вероятной причиной.	<p>1. Неисправности:</p> <p>2. Прибор показывает «ноль» при наличии измеряемого воздействия.</p> <p>3. Показания прибора не изменяются (залипание).</p> <p>4. Показания хаотично меняются (дребезг).</p> <p>5. Прибор показывает завышенные значения.</p> <p>6. Прибор не включается.</p> <p>Причины:</p> <p>А) Обрыв цепи датчика или измерительной схемы.</p> <p>Б) Слабое или окисленное контактное соединение.</p> <p>В) Загрязнение или механический износ подвижных частей (стрелки, пера).</p> <p>Г) Сбита калибровка или неверный коэффициент преобразования.</p> <p>Д) Отсутствие напряжения питания или неисправность блока питания.</p>	1-А, 2-В, 3-Б, 4-Г, 5-Д
19.	Установите соответствие между документом и его назначением. Документы:	<p>1. Паспорт средства измерений</p> <p>2. График периодической поверки</p> <p>3. Журнал учета технического обслуживания</p> <p>4. Дефектная ведомость</p> <p>5. Методика поверки</p> <p>Назначение:</p> <p>А) Документ, регламентирующий порядок и условия проведения поверки для данного типа СИ.</p> <p>Б) Фиксирует даты, виды и результаты выполненных работ по ТО и ремонту.</p> <p>В) Содержит основные технические и метрологические характеристики прибора.</p> <p>Г) Фиксирует выявленные неисправности и предложения по их устранению.</p> <p>Д) План проведения обязательных метрологических процедур.</p>	1-В, 2-Д, 3-Б, 4-Г, 5-А
20.	Установите соответствие между термином и его определением	<p>Термины:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Верификация</li> <li>2. Калибровка</li> <li>3. Аттестация методик измерений</li> <li>4. Градуировка</li> <li>5. Регулировка</li> </ol> <p>Определения:</p> <p>А) Комплекс операций, устанавливающих соотношение между значениями величины на входе и выходе средства измерений.</p>	1-В, 2-А, 3-Б, 4-Г, 5-Д



		<p>Б) Подтверждение соответствия методик измерений установленным метрологическим требованиям.</p> <p>В) Подтверждение соответствия характеристик оборудования установленным требованиям (часто внутренняя процедура).</p> <p>Г) Определение значений шкалы прибора по образцовым мерам.</p> <p>Д) Операция по приведению метрологических характеристик прибора в соответствие с требованиями.</p>	
21.	Опишите последовательность действий специалиста при проведении планового периодического обслуживания (ТО) вторичного электронного прибора (например, самописца или цифрового индикатора). Что обязательно нужно проверить и в каком порядке?		<p>Последовательность:</p> <p>1) Внешний осмотр.</p> <p>2) Проверка питания и заземления.</p> <p>3) Очистка от пыли.</p> <p>4) Проверка индикации и кнопок управления.</p> <p>5) Контрольный замер известного сигнала с калибратора на входе, сравнение с показаниями.</p> <p>6) Проверка работы выходных сигналов (если есть).</p> <p>7) Запись результатов в журнал.</p>
22.	В чем принципиальная разница между методами обслуживания электромеханических (стрелочных) и современных цифровых (микропроцессорных) контрольно-измерительных приборов? Назовите не менее трех ключевых отличий в подходах.		<p>Отличия: 1) Для электромеханических — упор на чистку, смазку, регулировку механических узлов; для цифровых — проверка ПО, настройка через интерфейс.</p> <p>2) Диагностика: у первых — визуальная и прозвонка, у вторых — анализ кодов ошибок и диагностических меню.</p> <p>3) Калибровка: у первых — физическая регулировка, у вторых — ввод поправочных коэффициентов в память.</p>
23.	Составьте алгоритм поиска неисправности в цепи измерения		<p>Алгоритм: 1) Проверить показания</p>

	<p>температуры с использованием термопреобразователя сопротивления (ТСП), если на щите оператора отображается значение, резко отличающееся от ожидаемого.</p>		<p>на месте установки (локальный индикатор). 2) Прозвонить линии сопротивления ТСП для выявления обрыва/КЗ. 3) Измерить реальное сопротивление датчика, сравнить с таблицей для текущей температуры. 4) Проверить напряжение на клеммах вторичного прибора. 5) Проверить настройки диапазона и типа датчика во вторичном приборе.</p>
24	<p>Объясните, почему после любого ремонта, связанного с вмешательством в измерительный тракт или заменой ключевых компонентов, прибор должен подвергаться поверке или калибровке. Какие риски возникают при несоблюдении этого правила?</p>		<p>Любое вмешательство меняет метрологические характеристики прибора (чувствительность, смещение нуля). Риски: Выдача некорректных данных, нарушение технологического процесса, выпуск бракованной продукции, аварии, финансовые потери, несоблюдение требований законодательства</p>
25.	<p>Каковы основные правила и требования техники безопасности при проведении работ по обслуживанию КИП, установленных на действующем технологическом оборудовании (например, на трубопроводе под давлением или в электроустановке)?</p>		<p>1) Соблюдение наряда-допуска для работ в электроустановках. 2) Обесточивание цепи (при возможности) и вывешивание предупреждающих знаков. 3) Сброс давления в трубопроводе перед вскрытием датчика. 4) Использование СИЗ (диэлектрические перчатки, защитные очки). 5) Работа в паре или с наблюдающим в опасных зонах. 6)</p>

			Знание и применение схем блокировок и отключений.
--	--	--	---

### Примерные контрольные вопросы для зачёта и экзамена:

1. Дайте определение понятия «средство измерений (СИ)». Приведите классификацию СИ по видам.
2. Что такое метрологическая характеристика (МХ) прибора? Перечислите основные МХ.
3. Дайте определения: абсолютная, относительная и приведённая погрешность измерений. Приведите формулы.
4. Что такое класс точности прибора? Как он обозначается и как используется при выборе СИ?
5. Объясните разницу между государственной и ведомственной поверкой СИ.
6. Каков порядок внесения СИ в Государственный реестр средств измерений (ГРСИ) и его значение?
7. Что такое «межповерочный интервал (МПИ)»? От чего зависит его установление?
8. Объясните разницу между поверкой и калибровкой средств измерений в РФ. В каких случаях применяется каждая процедура?
9. Раскройте содержание и цели системы планово-предупредительного ремонта (ППР) для парка КИП.
10. Какие виды технического обслуживания (ТО) применяются для КИП? Опишите содержание ежедневного (ежедневного) и периодического ТО.
11. Что включает в себя «внешний осмотр» прибора в рамках ТО? На какие дефекты обращают внимание?
12. Опишите последовательность проведения периодического контроля работоспособности вторичного электронного прибора.
13. Что такое «регламентные работы» применительно к КИП? Приведите пример регламента для манометра.
14. Какие организационные документы необходимы для планирования работ по обслуживанию КИП (графики, журналы, ведомости)?
15. Что такое «образцовое средство измерений»? Каковы требования к его классу точности?
16. Опишите методы поверки: непосредственное сличение, метод противопоставления, нулевой метод. Где они применяются?
17. Опишите пошаговый алгоритм поверки технического манометра методом непосредственного сличения с образцовым.
18. Как проводится поверка термопары? Какое оборудование для этого используется?
19. Что такое «градуировочная характеристика» датчика? Как она проверяется?
20. В чём суть процедуры юстировки прибора? Чем она отличается от регулировки?
21. Какие инструменты и приборы (минимум 5) входят в стандартный набор слесаря КИП для проведения ТО и простейшей диагностики?
22. Классифицируйте типовые неисправности КИП по группам: механические, электрические, параметрические.
23. Опишите внешние признаки и возможные причины неисправности «стрелка манометра не возвращается к нулю».
24. Опишите алгоритм поиска неисправности в цепи измерения температуры с термопарой, если показания занижены.
25. Что такое «дрейф нуля» у электронного прибора? Каковы его основные причины?
26. Какие операции относятся к текущему ремонту КИП? Приведите пример замены типового элемента (например, сенсора давления).
27. Что такое «санация» прибора и когда она требуется? Опишите основные этапы.
28. Какие меры безопасности необходимо соблюдать при ремонте КИП, работающих под давлением или в химически агрессивных средах?
29. Особенности обслуживания электромеханических стрелочных приборов (амперметров, вольтметров).
30. Особенности обслуживания и диагностики микропроцессорных (интеллектуальных) приборов.
31. Методы проверки и калибровки приборов для измерения расхода (расходомеров).
32. Специфика обслуживания приборов для анализа состава веществ (газоанализаторов, рН-метров).
33. Особенности обслуживания систем телеизмерения и телемеханики (удалённые датчики, SCADA-системы).

34. Перечислите и охарактеризуйте основные виды технической документации на КИП (паспорт, руководство по эксплуатации, методика поверки).
35. Какие сведения заносятся в журнал учёта технического обслуживания?
36. Как правильно оформить дефектную ведомость на прибор, подлежащий ремонту?
37. Какие документы подтверждают пригодность прибора к эксплуатации после поверки, калибровки или ремонта?
38. Как технологии «Индустрии 4.0» (ИИТ, предиктивная аналитика) меняют подходы к обслуживанию КИП?
39. Что такое метрологическая надежность и как она обеспечивается в процессе эксплуатации?
40. Роль специалиста по обслуживанию КИП в обеспечении экологической и промышленной безопасности предприятия.

### **Критерии и шкалы оценивания.**

#### **Текущий контроль по дисциплине Экзамен**

Оценивание обучающегося на занятиях осуществляется в соответствии с локальным актом университета (положением), регламентирующим проведение текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся и организации учебного процесса с применением балльно-рейтинговой системы оценки качества обучения.

#### **Промежуточная аттестация по дисциплине**

##### **Форма промежуточной аттестации – .**

Оценка «*отлично*» выставляется обучающемуся, если дан полный, развернутый ответ на поставленный вопрос, системно показана совокупность освоенных знаний об объекте, проявляющаяся в свободном оперировании понятиями, умении выделить существенные и несущественные его признаки, причинно-следственные связи. Ответ формулируется при помощи научного категориально-понятийного аппарата, изложен последовательно, логично, доказательно, демонстрирует авторскую позицию студента.

Оценка «*хорошо*» выставляется обучающемуся, если дан полный, развернутый ответ на поставленный вопрос, показана совокупность осознанных знаний об объекте, доказательно раскрыты основные положения темы; в ответе прослеживается четкая структура, логическая последовательность, отражающая сущность раскрываемых понятий, теорий, явлений. Ответ изложен последовательно, логично и доказательно, однако допущены недочеты в определении понятий, исправленные студентом самостоятельно в процессе ответа.

Оценка «*удовлетворительно*» выставляется обучающемуся, если дан полный, но недостаточно последовательный ответ на поставленный вопрос, но при этом показано умение выделить существенные и несущественные признаки и причинно-следственные связи. Ответ логичен и изложен научным языком. Могут быть допущены две-три ошибки в определении основных понятий, которые студент затрудняется исправить самостоятельно.

Оценка «*неудовлетворительно*» выставляется обучающемуся, если дан неполный ответ, представляющий собой разрозненные знания по теме вопроса с существенными ошибками в определениях. Присутствуют фрагментарность, нелогичность изложения. Студент не осознает связи между понятиями, концептуальные пересечения, структурные закономерности между различными объектами дисциплины. Отсутствуют выводы, конкретизация и доказательность изложения. Речь неграмотная. Дополнительные и уточняющие вопросы преподавателя не приводят к коррекции ответа студента не только на поставленный вопрос, но и на другие вопросы дисциплины.

Результат обучения по дисциплине считается достигнутым при получении обучающимся оценки «зачтено», «удовлетворительно», «хорошо», «отлично» по каждому из контрольных мероприятий, относящихся к данному результату обучения.

### **Критерии оценки образовательных результатов обучающихся на зачете по дисциплине**

Качество освоения ОПОП рейтинговые баллы	Оценка зачета, зачета с оценкой (нормативная) в 5-балльной шкале	Уровень достижений компетенций	Критерии оценки образовательных результатов
---	--	-----------------------------------	--

85-100	Зачтено, отлично	5,Высокий (продвинутый)	<p>ЗАЧТЕНО, ОТЛИЧНО заслуживает обучающийся, обнаруживший всестороннее, систематическое и глубокое знание учебно-программного материала на занятиях и самостоятельной работе. При этом, рейтинговая оценка (средний балл) его текущей аттестации по дисциплине входит в диапазон 85-100.</p> <p>При этом, на занятиях, обучающийся исчерпывающе, последовательно, чётко и логически стройно излагал учебно-программный материал, умел тесно увязывать теорию с практикой, свободно справлялся с задачами, вопросами и другими видами применения знаний, предусмотренные программой. Причем обучающийся не затруднялся с ответом при видоизменении предложенных ему заданий, правильно обосновывал принятое решение, демонстрировал высокий уровень усвоения основной литературы и хорошо знакомство с дополнительной литературой, рекомендованной программой дисциплины.</p> <p>Как правило, оценку «отлично» выставляют обучающемуся, усвоившему взаимосвязь основных понятий дисциплины в их значение для приобретаемой профессии, проявившему творческие способности в понимании, изложении и использовании учебно-программного материала. Рейтинговые баллы назначаются обучающемуся с учётом баллов текущей (на занятиях) и (или) рубежной аттестации (контроле).</p>
--------	---------------------	----------------------------	--

70-84	Зачтено, хорошо	4, Хороший (базовый)	<p>ЗАЧТЕНО, ХОРОШО заслуживает обучающийся, обнаруживший осознанное (твердое) знание учебно-программного материала на занятиях и самостоятельной работе. При этом, рейтинговая оценка (средний балл) его текущей аттестации по дисциплине входит в диапазон 70-84.</p> <p>На занятиях обучающийся грамотно и по существу излагал учебно-программный материал, не допускал существенных неточностей в ответе на вопрос, правильно применял теоретические положения при решении практических вопросов и задач, владел необходимыми навыками и приёмами их выполнения, уверенно демонстрировал хороший уровень усвоения основной литературы и достаточное знакомство с дополнительной литературой, рекомендованной программой дисциплины.</p> <p>Как правило, оценку «хорошо» выставляют обучающемуся, показавшему систематический характер знаний по дисциплине и способным к их самостоятельному пополнению и обновлению в ходе дальнейшей учебной работы и профессиональной деятельности.</p> <p>Рейтинговые баллы назначаются обучающемуся с учётом баллов текущей (на занятиях) и (или) рубежной аттестации (контроле).</p>
-------	--------------------	-------------------------	---

60-69	Зачтено, удовлетворитель но	3, Достаточный (минимальный)	<p><b>ЗАЧТЕНО, УДОВЛЕТВОРИТЕЛЬНО</b></p> <p>заслуживает обучающийся, обнаруживший минимальные (достаточные) знания учебно-программного материала на занятиях и самостоятельной работе. При этом, рейтинговая оценка (средний балл) его текущей аттестации по дисциплине входит в диапазон 60-69.</p> <p>На занятиях обучающийся демонстрирует знания только основного материала в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей профессиональной работы, слабое усвоение деталей, допускает неточности, в том числе в формулировках, нарушает логическую последовательность в изложении программного материала, испытывает затруднения при выполнении практических заданий и работ, знакомый с основной литературой, слабо (недостаточно) знаком с дополнительной литературой, рекомендованной программой.</p> <p>Как правило, оценку «удовлетворительно» выставляют обучающемуся, допускавшему погрешности в ответах на занятиях и при выполнении заданий, но обладающим необходимыми знаниями для их устранения под руководством преподавателя.</p> <p>Рейтинговые баллы назначаются обучающемуся с учётом баллов текущей (на занятиях) и (или) рубежной аттестации (контроле).</p>
-------	-----------------------------------	---------------------------------	--



Менее 60	Не зачтено, 2, неудовлетворительно	Недостаточный (ниже минимального)	НЕ ЗАЧТЕНО, НЕУДОВЛЕТВОРИТЕЛЬНО выставляется обучающемуся, который не знает большей части учебно-программного материала, допускает существенные ошибки, неуверенно, с большими затруднениями выполняет практические работы на занятиях и самостоятельной работе. Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится обучающемуся продемонстрировавшего отсутствие целостного представления по дисциплине, предмете, его взаимосвязях и иных компонентов. При этом, обучающийся не может продолжить обучение или приступить к профессиональной деятельности по окончании вуза без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине. Компетенции, закреплённые за дисциплиной, сформированы на недостаточном уровне или не сформированы. Рейтинговые баллы назначаются обучающемуся с учётом баллов текущей (на занятиях) и (или) рубежной аттестации (контроле).
----------	------------------------------------	-----------------------------------	--

Промежуточная аттестация может проводиться в форме компьютерного тестирования. Обучающемуся отводится для подготовки ответа на один вопрос открытого и закрытого типа не менее 5 минут.

Итоговая оценка при проведении зачёта и экзамена выставляется с использованием следующей шкалы.

Оценка	Правильно решенные тестовые задания (%)
«отлично»	90-100
«хорошо»	66-89
«удовлетворительно»	50-65
«неудовлетворительно»	0-49

#### Примеры лабораторных работ

## Лабораторная работа №1

**Цель:** научиться применять на практике полученные ранее знания по принципу работы датчиков измеряющих температуру, научиться подключать датчики температуры к цифровым измерительным приборам, настраивать приборы, юстировать приборы.

### Краткие теоретические сведения

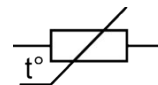


Термосопротивление ТСМ-50м: медные термометры сопротивления типа ТСМ-50М и ТСМ-100М применяются для измерения температуры исследуемой среды в пределах от -200 до +180 0С. Эти приборы разработаны для использования в различных производственных процессах. Например, медные термосопротивления широко распространены в пищевой и перерабатывающей промышленности.

ТСМ-50М и ТСМ-100М имеют несколько модификаций, имеющих разные характеристики по нескольким признакам. Так, медные термометры

сопротивления обладают тремя типами присоединения: для этого используются 2-, 3- или 4-проводные схемы.

На приборах датный тип датчика обозначается значком:



Следующий не менее распространенный датчик температуры термопара. Термоэлектрические преобразователи (теропары), изготавливаемые из термопарного кабеля.

Диапазон	измеряемых	температур	по	ГОСТ	6616-94:
КТХА - термопара ХА (хромель-алюмель)					от -40 до 1200°С (кратковременно до 1300)
КТНН - термопара НН (нихросил-нисил)					от -40 до 1200°С (кратковременно до 1300)
КТЖК - термопара ЖК (железо-константан)					от -40 до 750°С (кратковременно до 800)

Однако, рабочий диапазон температур термопреобразователей (термопар) также определяется жаростойкими и жаропрочными свойствами, коррозионной стойкостью

материала оболочки термопарного кабеля или защитного чехла.



На схеме данный тип датчика обозначается -

Напомним что каждый из датчиков работает по своему принципу исходя из своего устройства. Термометры сопротивления меняют свое сопротивление в зависимости от температуры. А термопара под действием температур вырабатывает термо-ЭДС, поэтому при проверке целостности датчиков и юстировке приборов обязательно обратите на это внимание. Ниже в таблицах приведены некоторые параметры датчиков.

тип ТП	Т <sub>р</sub> , °С	Т <sub>н</sub> , °С	материал защитной оболочки	диаметр защитной оболочки, d, мм
КТНН	от -40 до 800	600	С <sub>321</sub> - сталь AISI 321	1,5; 2; 3; 4,5; 6
	от -40 до 900	700	С <sub>316</sub> - сталь AISI 316	1,5; 2; 3; 4,5; 6
	от -40 до 900	800	Т <sub>310</sub> - сталь AISI 310, Т <sub>600</sub> - сплав Inconel 600	1,5; 2
	от -40 до 1000	900		3
	от -40 до 1100	1000		4,5; 6
	от -40 до 1150	1000	Т <sub>740</sub> - сплав Alloy 740	3
	от -40 до 1250	1100		4,5; 6
КТХА	от -40 до 700	-	С <sub>321</sub> - сталь AISI 321, С <sub>316</sub> - сталь AISI 316, Т <sub>600</sub> - сплав Inconel 600	0,5; 1
	от -40 до 800	600	С <sub>321</sub> - сталь AISI 321	1,5; 2; 3; 4,5; 6
	от -40 до 900	700	С <sub>316</sub> - сталь AISI 316	1,5; 2; 3; 4,5; 6
	от -40 до 900	700	Т <sub>310</sub> - сталь AISI 310, Т <sub>600</sub> - сплав Inconel 600, Т <sub>446</sub> - сталь AISI 446	1,5; 2
	от -40 до 1000	800		3
	от -40 до 1100	900		4,5; 6

КТЖК	от -40 до 450	350	С <sub>321</sub> - сталь AISI 321, С <sub>316</sub> - сталь AISI 316	2
	от -40 до 550	450		3
	от -40 до 650	550		4,5
	от -40 до 750	650		6
КТХК	от -40 до 600	450	С <sub>10</sub> - сталь 12Х18Н10Т	1,5; 3; 4; 5

Условное обозначение НСХ	Материал	R <sub>0</sub> , Ом	W <sub>100</sub>	Допустимый диапазон температур, °С
100М	Медь	100	1,428	-200...180
50М	Медь	50	1,428	-200...180
100П	Платина	100	1,391	-200...750
50П	Платина	50	1,391	-200...750
Pt100	Платина	100	1,385	-200...750

Градуировочные таблицы:

ГОСТ Р 8.585-2001 - Преобразователь типа ТХА (К), характеристика преобразования ХА (К) (- 200...+1300 °С)

Температура раб. конца, °С	Термо-ЭДС, мВ
-200	-5,891
-150	-4,913
-100	-3,554
-50	-1,889
0	0,000
50	2,023
100	4,096
150	6,138
200	8,138
250	10,153
300	12,209
350	14,293
400	16,397
450	18,516
500	20,644
520	21,497
540	22,350
560	23,203
580	24,055
600	24,905

Термопреобразователь ТСМ 50М	
Температура раб. конца, °С	Сопротивление, Ом
-100	28,265
-90	30,505
-80	32,695
-70	34,875
-60	37,055
-50	39,225
-40	41,39
-30	43,55
-20	45,705
-10	47,855
0	50
10	52,14
20	54,28
30	56,415
40	58,555
50	60,695
60	62,835
70	64,97
80	67,11
90	69,25
100	71,39

### Краткое описание вторичных приборов для подключения датчиков температуры.

В качестве приборов взяты измерители, измерители регуляторы и ПИД регуляторы фирмы ОВЕН, но с данным типом датчика могут работать и другие приборы широко представленные на рынке фирмами Siemens, Элемер, Дженерал Электрик и др.

Основные функции измерителя двухканального ОВЕН 2ТРМ0

- Два универсальных входа для подключения широкого спектра датчиков температуры, давления, влажности, расхода, уровня и т. п.;
- Цифровая фильтрация и коррекция входного сигнала, масштабирование шкалы для аналогового входа;
- Вычисление и индикация квадратного корня из измеряемой величины (например, для регулирования мгновенного расхода);



- Вычисление разности двух измеряемых величин ( $\Delta T = T1 - T2$ );

- Индикация текущих значений измеренных величин T1, T2 или их разности на встроенном 4-х разрядном

светодиодном цифровом индикаторе;

- Импульсный источник питания 90...245 В 47...63 Гц;
- Встроенный источник питания 24 В для активных датчиков во всех

модификациях прибора;

- Программирование кнопками на лицевой панели прибора;
- Сохранение настроек при отключении питания;
- Защита настроек от несанкционированных изменений;

- 
- Назначение измерителя 2ТРМО
  - Измеритель 2ТРМО предназначен для измерения температуры теплоносителей и различных сред в холодильной технике, сушильных шкафах, печах различного назначения и другом технологическом оборудовании, а также для измерения других физических параметров (веса, давления, влажности и т. п.).
  - Класс точности 0,5 (термопары)/0,25 (другие типы сигналов). Регулятор выпускается в корпусах 5 типов: настенном Н, монтаж на Дин-рейку Д и щитовых Щ1, Щ11, Щ2.

УКТ38-В измеритель температуры 8-канальный с аварийной сигнализацией и встроенным барьером искрозащиты



Устройство контроля температуры восьмиканальное с аварийной сигнализацией и встроенным барьером искрозащиты ОВЕН УКТ38-В предназначено для контроля температуры в нескольких зонах одновременно (до 8-ми) и аварийной сигнализации о выходе любого из контролируемых параметров за заданные пределы, а также для их регистрации на ПК.

Функциональные возможности прибора

- Контроль температуры в нескольких зонах одновременно (до 8-ми)
- Восемь входов\* для измерения температуры с помощью датчиков:
  - термопреобразователей сопротивления типа ТСМ 50М или ТСП 50П;
  - термопреобразователей сопротивления типа ТСМ 100М или ТСП 100П, Pt 100;
  - термопар ТХК(L), ТХА(K).
- Аварийная сигнализация или отключение установки при:

- выходе любой из контролируемых величин за заданные пределы;
- выходе датчиков из строя.
- Барьер искрозащиты для линий связи прибора с датчиками (маркировка взрывозащиты [Ex ib Gb] IIB)
- Индикация измеренных величин и заданных для них уставок на двух встроенных индикаторах
- Программирование кнопками на лицевой панели прибора
- Сохранение заданных параметров при отключении питания
- Регистрация контролируемых параметров на ЭВМ через адаптер сети

---

### ОВЕН AC2 по интерфейсу RS-232

ТРМ1 измеритель-регулятор одноканальный

Основные функции измерителя-регулятора ОВЕН ТРМ 1



- Универсальный вход для подключения широкого спектра датчиков температуры, давления, влажности, расхода, уровня и т. п.
- Регулирование входной величины:
  - двухпозиционное регулирование.
  - аналоговое П-регулирование.
- Цифровая фильтрация и коррекция входного сигнала, масштабирование шкалы для аналогового входа
- Вычисление и индикация квадратного корня из измеряемой величины (например, для регулирования мгновенного расхода)
- Выходной сигнал тока 4...20 мА для регистрации измеренной величины (модификация по типу выхода И)

Возможность управления трехфазной нагрузкой (модификация по типу выхода

- 
- Универсальный источник питания. Позволяет запитывать прибор как от источника переменного напряжения 90...264В (номинал 220В), так и от источника постоянного напряжения 20...375В (номинал 24В).
  - Встроенный источник питания 24 В для активных датчиков, выходных аналоговых устройств (ЦАП) и др.
  - Программирование кнопками на лицевой панели прибора
  - Сохранение настроек при отключении питания
  - Защита настроек от несанкционированных изменений

- 
- Назначение терморегулятора ОВЕН ТРМ 1
  - Терморегулятор ОВЕН ТРМ 1 предназначен для измерения, регистрации или регулирования температуры теплоносителей и различных сред в холодильной технике, сушильных шкафах, печах различного назначения и другом технологическом оборудовании, а также для измерения

других физических параметров (веса, давления, влажности и т. п.).

## ТРМ10 ПИД-регулятор одноканальный



Терморегулятор ОВЕН ТРМ10 предназначен для измерения температуры или другой физической величины (веса, давления, влажности и т. п.), импульсного или аналогового управления нагрузкой по пропорционально-интегрально-дифференциальному (ПИД) закону, а также для формирования дополнительного сигнала, который может быть использован для сигнализации о выходе параметра за установленные границы или для

двухпозиционного регулирования.

Прибор ОВЕН ТРМ10 рекомендуется применять для управления объектами, обладающими повышенной инерционностью, где обычное двухпозиционное регулирование не обеспечивает необходимую точность. При использовании в качестве терморегулятора ОВЕН ТРМ10 может управлять как

процессом нагрева, так и процессом охлаждения объекта.

Главные преимущества нового ПИД-регулятор ТРМ10

Улучшенная помехоустойчивость	новый ПИД-регулятор ТРМ10 полностью соответствует требованиям ГОСТ Р 51522 (МЭК 61326-1) по электромагнитной совместимости для оборудования класса А (для промышленных зон) с критерием качества функционирования А
Повышенная надежность	наработка на отказ составляет 100 000 часов
Повышенная точность измерений	погрешность измерений не превышает 0,15 % (при классе точности 0,25/0,5)
Увеличенный межповерочный интервал	межповерочный интервал – 3 года
Увеличенный срок гарантии	гарантийный срок обслуживания нового ТРМ10 составляет 5 лет
Улучшенные показатели климатического исполнения	допустимый диапазон рабочих температур от –20 до +50 °С
Универсальный вход	прибор поддерживает все наиболее распространенные типы



Все возможные типы выходных устройств	датчиков Р — э/м реле К — транзисторная оптопара С — симисторная оптопара СЗ — три симисторные оптопары И — ЦАП «параметр — ток 4...20 мА» У — ЦАП «параметр — напряжение 0...10 В» Т — выход для управления твердотельным реле
Расширенный диапазон напряжений питания	90...245 В частотой 47...63 Гц
Встроенный источник питания 24 В во всех модификациях нового ПИД-регулятора ТРМ10	для питания активных датчиков, выходных аналоговых устройств (ЦАП) или других низковольтных цепей АСУ
Усовершенствованная математическая модель ПИД-регулятора	новый ПИД-алгоритм регулирования
Современный алгоритм автонастройки ПИД-регулятора	высокая эффективность автонастройки

---

### Основные функции ПИД-регулятора ОВЕН ТРМ10

- Универсальный вход для подключения широкого спектра датчиков температуры, давления, влажности, расхода, уровня и т. п.
- ПИД-регулирование измеренной величины с использованием «нагревателя» или «холодильника»
- Автонастройка ПИД-регулятора по современному эффективному алгоритму
- Дополнительный выход для сигнализации о выходе регулируемой величины за установленные границы (или для двухпозиционного регулирования)
- Регулирование мощности (например, для управления инфракрасной лампой) в модификации с аналоговым выходом 4...20 мА, совместно с прибором ОВЕН БУСТ
- Возможность управления трехфазной нагрузкой
- Выходной сигнал тока 4...20 мА для регистрации измеренной величины (модиф. по типу выхода И)
- Возможность управления трехфазной нагрузкой (модиф. по типу выхода СЗ)
- Импульсный источник питания 90...245 В 47...63 Гц
- Встроенный источник питания 24 В для активных датчиков, выходных аналоговых устройств (ЦАП) и др.
- Программирование кнопками на лицевой панели прибора
- Сохранение настроек при отключении питания
- Защита настроек от несанкционированных изменений

### Подключение датчиков, приборов, настройка приборов.

Для настройки каждого из приборов, учащемуся выдается инструкция по эксплуатации именно того прибора который он настраивает и подключает, наличие необходимого инструмента, монтажные провода. Ознакомиться с инструкцией по эксплуатации прибора, наличием входного и выходного каскада. Определиться с каким/какими датчиками работает данный прибор, его возможности и для чего он предназначен.

Соединение прибора с источником питания (сетью) и датчиком производится по соответствующим схемам, приведенным в Приложении Б, с соблюдением изложенной ниже последовательности действий:

1. Подключить прибор к источнику питания;
2. Подать питание, выставить код типа датчика и режим работы устройства сравнения, а также необходимые уставки регулирования (см. Приложение В), затем снять питание;
3. Подключить линию связи «прибор – датчик» к первичному преобразователю и входу прибора;
4. Подключить линии связи «прибор – нагрузка» к исполнительным механизмам и выходу прибора;

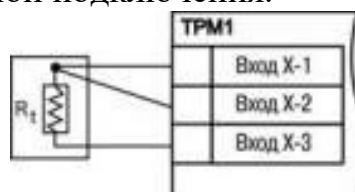
Внимание! Для защиты входных цепей прибора от возможного пробоя зарядами статического электричества, накопленного на линиях связи «прибор – датчик» перед

подключением к клеммнику прибора, их жилы следует на 1...2 сек соединить с винтом заземления щита. 45 После подключения всех необходимых связей подать на прибор питание, после чего прибор перейдет в режим РАБОТА. При исправности датчика и линии связи на цифровом индикаторе отобразится текущее значение измеряемой величины. Если показания прибора не соответствуют реальному значению измеряемой величины, необходимо проверить исправность датчика и целостность линии связи, а также правильность их подключения.

Параметры настройки приборов ( входные параметры для компараторов, и выходные параметры ) выдаются отдельно преподавателем и являются индивидуальным для каждого из учащихся.

## Практическая часть:

1. Изучить описание измерительных приборов.
2. Подключить питание прибора в соответствии с инструкцией по эксплуатации.
3. Произвести настройку прибора на работу с данным типом датчика, указав в соответствующих настройках прибора необходимые параметры и тип датчика.
4. Обратите внимание, что некоторые приборы работают ТОЛЬКО с определенным типом датчиков.
5. Подключить датчик температуры в соответствии с выбранным типом и схемой подключения.



Включите прибор и сравните показания прибора с эталонным прибором, выясните ли разница в показаниях. Если таковые имеются, но необходимо произвести поверку вторичных приборов и произвести корректировку показания прибора при помощи сдвига характеристик показания прибора. Если тип датчика термометр сопротивления, то для поверки используйте эталонное сопротивление с классом точности 0,05% номиналом 50 Ом подключив его вместо датчика температуры. Внесите корректировку в показания прибора. Подключите датчик снова и сверьте показания с эталонным прибором. Если необходимо повторите повторно поверку по эталонному сопротивлению.

### Содержание отчёта

В результате выполнения работы в рабочей тетради должно быть выполнено задание и оформлен вывод.

### Контрольные вопросы

Может ли влиять на показание приборов длина провода соединяющая датчик и вторичный прибор ? если да то как ?

## Лабораторная работа №2

**Цель:** освоение техники чтения функциональных схем автоматизации, получение практических навыков составления функциональных схем систем автоматического измерения, контроля, регулирования и управления.

### Краткие теоретические сведения

Функциональная схема автоматизации является основным техническим документом, определяющим функциональную структуру и объем автоматизации технологических установок, отдельных машин, механизмов и агрегатов, выполняющих технологический процесс.

Функциональная схема автоматизации представляет собой чертеж, на котором схематически, условными обозначениями изображены: технологическое оборудование, коммуникации, органы управления и средства автоматизации (приборы, регуляторы, вычислительные устройства, элементы телемеханики) с указанием связей между технологическим оборудованием и элементами автоматики, а также связей между отдельными элементами автоматизации. Вспомогательные устройства, такие как редукторы и фильтры для воздуха, источники питания, автоматические выключатели и предохранители в цепях питания, соединительные коробки и другие устройства и монтажные элементы, на функциональных схемах автоматизации не показываются.

Для сложных технологических процессов с большим объемом автоматизации схемы могут быть выполнены раздельно по видам технологического контроля и управления, т.е. отдельно выполняют схемы автоматического управления, контроля и сигнализации. Для объектов с несложными технологическими процессами и простыми системами контроля управления функциональные схемы автоматизации могут не составляться. Их заменяют перечнями систем контроля, регулирования, управления и сигнализации.

Прочитать функциональную схему автоматизации означает определить из нее:

- 1) параметры технологического процесса, которые подлежат автоматическому контролю и регулированию;
- 2) наличие защиты и аварийной сигнализации;
- 3) принятую блокировку механизмов;

- 4) организацию пунктов контроля и управления;
- 5) функциональную структуру каждого узла контроля, сигнализации, автоматического регулирования и управления;
- 6) технические средства, с помощью которых решается тот или иной функциональный узел контроля, сигнализации, автоматического регулирования и управления.

Чтобы прочитать функциональную схему автоматизации, необходимо знать принципы построения систем технологического контроля и управления и условные

изображения технологического оборудования, трубопроводов, приборов и средств автоматизации, функциональных связей между отдельными приборами и средствами автоматизации, а также иметь представление о характере технологического процесса и взаимодействии отдельных установок и агрегатов технологического оборудования [1-3].

## Примеры построения условных обозначений приборов и средств автоматизации на функциональных схемах

Приборы, средства автоматизации, электрические устройства и элементы вычислительной техники на функциональных схемах автоматизации показывают в соответствии с действующим ГОСТ 21.404-85.

В отдельных случаях при отсутствии в стандартах необходимых изображений могут быть использованы нестандартные изображения, которые, выполняя на основе характерных признаков изображаемых устройств.

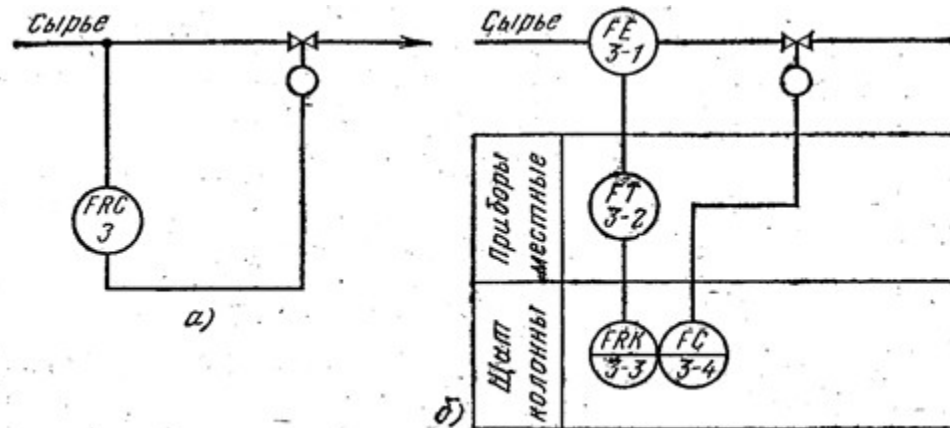
В ГОСТ 21.404-85 принята система обозначений по функциональному признаку, выполняемому данным прибором или средством автоматизации.

Первичные измерительные преобразователи, отборные и приемные устройства, встраиваемые в технологические аппараты и трубопроводы (бобышки, карманы, расширители и т.п.), на функциональных схемах автоматизации не показывают.

Ряд приемных устройств по своей конструкции и принципу действия не требуют непосредственного контактирования с измеряемой средой (радиоактивные устройства — коллиматоры, видеоприемные устройства и

т.п.). Их устанавливают и соответственно изображают на функциональных схемах в непосредственной близости от объекта измерения.

Регуляторы прямого действия изображают как совокупность отборного устройства (или первичного преобразователя), линии связи и регулирующего



органа (рис.3.1, а).

Рисунок 3.1 – Примеры изображения условных обозначений приборов и средств автоматизации упрощенным (а) и развернутым (б) способами

Изображение комплектов приборов и средств автоматизации на функциональных схемах может быть выполнено упрощенным или развернутым способом.

Упрощенный способ применяют в основном для изображения приборов и средств автоматизации на технологических схемах. При упрощенном способе на схемах не показывают первичные измерительные преобразователи и всю вспомогательную аппаратуру. Приборы и средства автоматизации, осуществляющие сложные функции (контроль, регулирование, сигнализацию и т.п.) и выполненные в виде отдельных блоков, изображают одним условным графическим обозначением.

Развернутый способ применяют для выполнения функциональных схем автоматизации, когда каждый прибор или блок, входящий в единый измерительный, регулирующий или управляющий комплект, показывают отдельным условным графическим изображением.

**Пример 3.1.** На рис.3.1,а изображен участок технологического трубопровода, на котором упрощенным способом показан функциональный узел автоматического регулирования расхода технологического сырья. Первичный

измерительный преобразователь (диафрагма или сопло) в данном случае не показан. Место установки первичного преобразователя обозначено пересечением линий технологического трубопровода с линией, связывающей этот преобразователь с условным обозначением прибора, осуществляющего сложные функции. На рис.3.1,б изображен тот же узел, что и на рис.3.1,а, но только развернутым способом.

В системах технологического контроля и управления часто применяют комбинированные и комплексные устройства, например комбинированные измерительные и регулирующие приборы, машины централизованного контроля, по- лукомплекты телемеханики, устройства телевидения и т. п. Такие устройства обозначают прямоугольником произвольных размеров с указанием внутри прямоугольника типа устройства по документации завода- изготовителя.

Функциональные схемы автоматизации разрабатывают с большей или меньшей степенью детализации. Однако объем информации, представленной на схеме, как правило, обеспечивает полное представление о принятых основных решениях по автоматизации данного технологического процесса и возможность составления на стадии проекта заявочных ведомостей приборов и средств автоматизации, трубопроводной арматуры, щитов и пультов, основных монтажных материалов и изделий, а на стадии рабочей документации — всего комплекса проектных материалов, предусмотренных в составе проекта.

Функциональные схемы автоматизации могут быть выполнены двумя способами:

- 1) с изображением щитов и пультов управления при помощи условных прямоугольников (как правило, в нижней части чертежа), в пределах которых указывают устанавливаемые на них средства автоматизации;
- 2) с изображением средств автоматизации на технологических схемах вблизи отборных и приемных устройств без построения прямоугольников, условно изображающих щиты, пульты, пункты контроля и управления.

При выполнении схемы по первому способу на ней показывают все приборы и средства автоматизации,



входящие в состав функционального блока или группы, а также место их установки. Преимуществом этого способа является большая наглядность, в значительной степени облегчающая чтение схемы и работу с проектными материалами.

Приборы и средства автоматизации, встраиваемые в технологическое оборудование и коммуникации или механически связанные с ними, изображают на чертеже в непосредственной близости от них. К таким средствам автоматизации относятся: отборные устройства, датчики, воспринимающие воздействие измеряемых и регулируемых величин (измерительные сужающие устройства, ротаметры, счетчики и т.п.), исполнительные механизмы, регулирующие и запорные органы.

Прямоугольники щитов и пультов располагают в такой последовательности, чтобы при размещении в их пределах обозначений приборов и средств автоматизации обеспечивалась наибольшая простота и ясность схемы и минимум пересечений линий связи. В прямоугольниках могут быть даны номера чертежей общих видов щитов и пультов. В каждом прямоугольнике с левой стороны указывают его наименование.

Приборы и средства автоматизации, которые расположены вне щитов и не связаны непосредственно с технологическим оборудованием и трубопроводами, условно показывают в прямоугольнике «Приборы местные».

Для облегчения понимания существа автоматизируемого объекта и возможности выбора диапазона измерения и шкал приборов, а также уставок регуляторов на участках линий связи над верхним прямоугольником («Приборы местные») указывают предельные рабочие (максимальные и минимальные) значения измеряемых или регулируемых технологических параметров при установившихся режимах работы. Эти значения дают в единицах шкалы выбираемого прибора или в международной системе единиц без буквенных обозначений.

На схемах автоматизации с правой стороны чертежа приводят необходимые пояснения, например на основании каких документов разработаны схемы автоматизации, краткую техническую характеристику автоматизируемого объекта, таблицы, диаграммы и т.п.

Над основной подписью по ее ширине сверху вниз на первом листе схем в необходимых случаях помещают таблицу условных обозначений, не предусмотренных

стандартами. В отдельных случаях таблицы нестандартизированных условных обозначений могут быть выполнены на отдельных листах формата А4.

Пояснительный текст располагают обычно над таблицей условных обозначений (или над основной надписью) или в другом свободном месте.

Контуры технологического оборудования на схемах автоматизации выполняют обычно линиями толщиной - 0,6...1,5 мм, трубопроводные коммуникации - 0,6...1,5 мм, приборы и средства автоматизации - 0,5...0,6 мм, линии связи - 0,2...0,3 мм, прямоугольники, изображающие щиты и пульты - 0,6...1,5 мм.

Пример 3.2. На рис.3.2 приведен пример схем автоматизации, выполненных по первому способу.

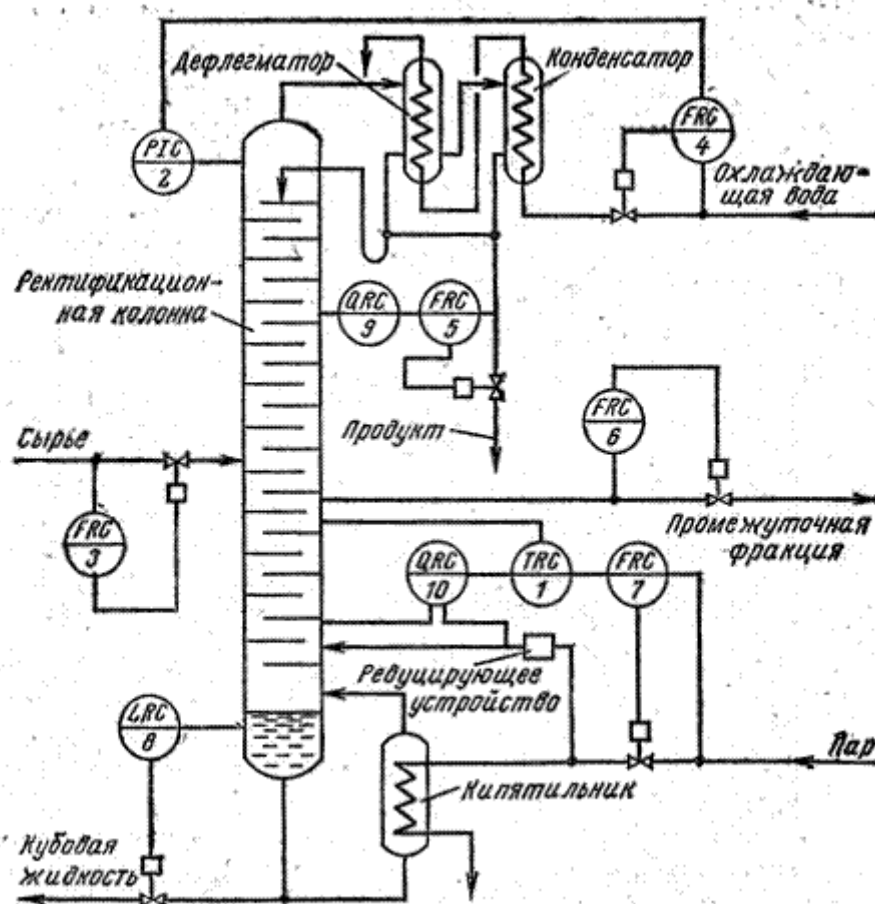
В схеме двумя прямоугольниками обозначены «Приборы местные» и «Щит колонны». Линии связи между датчиками и отборными устройствами, установленными на технологическом оборудовании, и приборами и средствами автоматизации, установленными по месту и на щите колонны, выполнены с разрывами. На линиях связи над прямоугольником «Приборы местные» указаны предельные рабочие значения измеряемых и регулируемых параметров ( $\text{м}^3/\text{ч}$ , мм, МПа, ..., мг/л).



При построении схем по второму способу, хотя он и дает только общее представление о принятых решениях по автоматизации объекта, достигается сокращение объема документации. При втором способе позиционные обозначения элементов схемы в каждом контуре регулирования выполняют арабскими цифрами, а исполнительные механизмы обозначения не имеют.

Пример 3.3. На рис.3.3 приведена схема автоматизации, выполненная по второму способу.

Рисунок 3.3 – Пример выполнения функциональной схемы автоматизации по второму способу



Регулирующие устройства изображены на схеме технологического процесса вблизи отборных устройств и датчиков и обозначены соответствующими арабскими цифрами, которые проставлены в нижней части окружности, изображающей регулирующее устройство. Исполнительные механизмы и отборные устройства обозначений не имеют.

## Практическая часть:

Проанализировать современное состояние и перспективы развития современных автоматизированных систем управления технологическими процессами.

## Содержание отчёта

В результате выполнения работы в рабочей тетради должно быть выполнено задание и оформлен вывод.

## Контрольные вопросы

Что представляет собой функциональная схема автоматизации?