

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова»

УТВЕРЖДАЮ:

Директор института

энергетики и автоматизированных систем

С.И. Лукьянов

« 20 » сентября 2017 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**МЕТРОЛОГИЯ**

Направление подготовки

13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника

Направленность (профиль программы)

Энергообеспечение предприятий

Уровень высшего образования – бакалавриат

Программа подготовки – академический бакалавриат

Форма обучения

очная

Институт  
Кафедра  
Курс  
Семестр

Энергетики и автоматизированных систем  
Автоматизированных систем управления  
2  
4

Магнитогорск  
2017 г.

Рабочая программа составлена на основе ФГОС ВО по направлению подготовки 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника, утвержденного приказом МОиН РФ от 01.10.2015 № 1081.

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры автоматизированных систем управления

6 сентября 2017 г., протокол № 1.

Зав. кафедрой  / С.М. Андреев/

Рабочая программа одобрена методической комиссией института энергетики и автоматизированных систем

20 сентября 2017 г., протокол № 1.

Председатель  / С.И. Лукьянов/

Согласовано:

Зав. кафедрой теплотехнических и энергетических систем

 /Е.Б. Агапитов /

Рабочая программа составлена:

старший преподаватель кафедры АСУ

 / И.Г. Самарина/

Рецензент:

к.т.н., зам. директора ЗАО «КонсОМ СКС»

 / Ю.Н. Волзуков /





## 1 Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины «Метрология» являются: формирование знаний и умений, необходимых для организации метрологического обеспечения технологических процессов при использовании типовых методов контроля режимов работы технологического оборудования; поиска, хранения, обработки и анализа информации из различных источников и баз данных, представлять ее в требуемом формате с использованием информационных, компьютерных и сетевых технологий; изучение основ метрологического обеспечения современной науки и техники; обладание знаниями в стандартизации, стандартах и успешном их использовании в практической деятельности.

Для достижения поставленной цели в дисциплине «Метрология» решаются следующие задачи:

- изучить принципы действия, устройство типовых измерительных приборов;
- сформировать навыки проведения измерений, обработки результатов и оценки погрешностей измерений;
- изучить правовые основы стандартизации.

## 2 Место дисциплины в структуре образовательной программы подготовки бакалавра

Дисциплина Б1.В.15 «Метрология» входит в вариативную часть блока 1 образовательной программы.

Для изучения дисциплины необходимы знания (умения, владения), сформированные в результате изучения дисциплин:

- Б1.Б.09 «Математика»;
- Б1.Б.10 «Физика»;
- Б1.Б.13 «Информатика»;
- Б1.В.ДВ.01.01 «Введение в направление».

Перед началом изучения дисциплины студент должен обладать следующими знаниями, умениями и навыками:

*знать:*

- основные понятия из математики: производная, дифференциал, неопределённый интеграл, дифференциальные уравнения, ряды: общие сведения, ряды Фурье, разложение функций в ряд Фурье;
- основные положения из физики: физические величины и закономерности их взаимодействия, электрические явления, магнитные явления, электрические явления в твердом теле, термоэлектрические явления, полупроводники;
- типы промышленных объектов и их главные параметры;
- основные законы электротехники, основные определения, методы расчета электрических цепей;

*уметь:*

- выполнять эксперименты на действующих объектах по заданным методикам и обрабатывать результаты с применением современных информационных технологий и технических средств;
- пользоваться измерительными приборами;
- оформлять результаты расчетов и экспериментов;

*владеть:*

- основами теории вероятности;
- основами анализа электрических цепей;
- основами математической статистики;
- методологией анализа веществ;

- основными приемами обработки и представления экспериментальных данных;
- навыками самостоятельной работы с литературой и библиотечными каталогами;
- приемами постановки простых экспериментов;
- навыками включения и отключения электрических приборов и потребителей, измерения электрических параметров, построения графиков, зависимостей.

Знания (умения, навыки), полученные при изучении данной дисциплины будут необходимы для изучения следующих дисциплин:

- Б1. Б.20 «Технические измерения, сертификация и автоматизация тепловых процессов»;
- Б1.В.05 «Источники и системы теплоснабжения»;
- Б1.В.07 «Тепломассообменное оборудование предприятий»;
- Б1.В.ДВ.05.01 «Высокотемпературные процессы и установки».

### **3 Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины и планируемые результаты обучения**

В результате освоения дисциплины «Метрология» обучающийся должен обладать следующими компетенциями:

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения
<b>ОПК-1 Способностью осуществлять поиск, хранение, обработку и анализ информации из различных источников и баз данных, представлять ее в требуемом формате с использованием информационных, компьютерных и сетевых технологий</b>	
Знать	<ul style="list-style-type: none"> <li>- основные методики поиска и источники научной информации, способы представления информации в требуемом формате с использованием информационных и компьютерных технологий;</li> <li>- методики поиска и обработки информации из различных источников и представления ее в требуемом формате с использованием информационных и компьютерных технологий;</li> <li>- методики поиска и анализа информации из различных источников, и различные способы ее представления с использованием информационных, компьютерных и сетевых технологий.</li> </ul>
Уметь	<ul style="list-style-type: none"> <li>– использовать литературные источники для подготовки обзоров и отчетов, оформлять научно-технические отчеты в соответствии с требованиями;</li> <li>– обобщать информацию из различных литературных источников для подготовки обзоров по заданной тематике, оформлять научно-технические отчеты с использованием готовых шаблонов и макетов;</li> <li>– анализировать и обобщать информацию из различных литературных источников для подготовки обзоров по заданной тематике, определять структуру и оформлять научно-технические отчеты.</li> </ul>
Владеть	<ul style="list-style-type: none"> <li>– навыками работы в пакетах прикладных программ для оформления текстовой информации;</li> <li>– навыками работы с современными программными средствами для оформления текстовой информации;</li> <li>– методами и средствами представления текстовой информации с использованием современных технологий.</li> </ul>
<b>ПК-1 Способностью участвовать в сборе и анализе исходных данных для проектирования энергообъектов и их элементов в соответствии с нормативной документацией</b>	

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения
Знать	<ul style="list-style-type: none"> <li>– перечень государственных и отраслевых стандартов для разработки проекта по АСУ энергообъектами;</li> <li>– необходимый объем технологических измерений и средств автоматического регулирования на отдельных участках проектируемых энергообъектов в соответствии с нормативной документацией;</li> <li>– необходимый объем технологических измерений на проектируемых энергообъектах в соответствии с нормативной документацией.</li> </ul>
Уметь	<ul style="list-style-type: none"> <li>– производить сбор исходных данных, необходимых для выбора технических средств автоматизации проектируемого энергообъекта;</li> <li>– выбирать способ сбора и первичный анализ исходных данных для выбора технических средств автоматизации проектируемого энергообъекта;</li> <li>– комбинировать различные способы сбора и анализа исходных данных для выбора технических средств автоматизации проектируемого энергообъекта.</li> </ul>
Владеть	<ul style="list-style-type: none"> <li>– навыками формирования порядка действий для организации сбора и первичной обработки исходных данных;</li> <li>– навыками использования нескольких способов сбора и анализа исходных данных для проектирования систем автоматизации и управления энергообъектами с использованием типовых проектных решений;</li> <li>– навыками комбинации нескольких способов сбора и анализа исходных данных для эффективного решения задач по проектированию систем автоматизации и управления энергообъектами.</li> </ul>
<b>ПК-8 Готовностью к участию в организации метрологического обеспечения технологических процессов при использовании типовых методов контроля режимов работы технологического оборудования</b>	
Знать	<ul style="list-style-type: none"> <li>- виды и методы измерений, классификацию погрешностей измерений; основные средства измерения теплофизических параметров;</li> <li>- теоретические основы метрологии, обеспечения единства измерений и достижения требуемой точности; методы и средства измерения теплофизических параметров;</li> <li>- организационные, научные и методические основы метрологического обеспечения технологических процессов; принцип действия и устройство стандартных средств измерения теплофизических параметров.</li> </ul>
Уметь	<ul style="list-style-type: none"> <li>– выполнять измерения по заданной методике с помощью типовых измерительных приборов, рассчитывать погрешности измерений;</li> <li>– применять методики выполнения измерений с помощью типовых измерительных приборов, оценивать погрешности измерений;</li> <li>– выбирать и применять методики выполнения измерений с помощью типовых измерительных приборов, оценивать погрешности измерений.</li> </ul>
Владеть	<ul style="list-style-type: none"> <li>– основными методами прямых измерений;</li> <li>– методами обработки результатов и расчета погрешностей измерений;</li> <li>– методами измерений, обработки результатов многократных измерений, оценки погрешностей и точности средств измерений.</li> </ul>

#### 4 Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетные единицы, 108 академических часов, в том числе:

- контактная работа – 54,15 академических часов;
- аудиторная – 51 академических часов;
- внеаудиторная – 3,15 академических часов;
- самостоятельная работа – 18,15 академических часов;
- подготовка к экзамену – 35,7 академических часов.

Раздел/ тема дисциплины	Семестр	Аудиторная контактная работа (в академических часах)			Самостоятельная работа (в академических часах)	Вид самостоятельной работы	Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Код и структурный элемент компетенции
		лекции	лаборат. занятия	практич. занятия				
<b>Раздел 1. Основы метрологии</b>	<b>4</b>							ОПК-1 ПК-1 -зув ПК-8 - зув
<i>1.1 Основные понятия. Правовые основы. Метрологическое обеспечение. Единство измерений. Метрологические службы</i>		2	6/6	-	2	Самостоятельное изучение учебной литературы, конспекта лекции	Устный опрос Проверка инд. заданий	
<i>1.2 Измеряемые величины. Виды, методы измерений. Основные положения теории погрешностей.</i>		2	4/2	-	2	Самостоятельное изучение учебной литературы, подготовка к лабораторным занятиям	Устный опрос Проверка инд. заданий Контрольная работа	
<i>1.3 Средства измерения. Структурные схемы СИ. Выбор СИ</i>		2	4/2	-	2		Устный опрос Проверка инд. заданий	
<b>Итого по разделу</b>		<b>6</b>	<b>14/10</b>	<b>-</b>	<b>6</b>			
<b>Раздел 2. Измерение физических величин</b>	<b>4</b>							ОПК-1 - зув ПК-1 - зув, ПК-8 - зув
<i>2.1 Измерение электрических величин</i>		1	2	-	2	Самостоятельное изучение учебной литературы	Устный опрос	

Раздел/ тема дисциплины	Семестр	Аудиторная контактная работа (в акад. часах)			Самостоятельная работа (в акад. часах)	Вид самостоятельной работы	Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Код и структурный элемент компетенции
		лекции	лаборат. занятия	практич. занятия				
<i>2.2 Измерение магнитных величин</i>		1	2	-	2	Самостоятельное изучение учебной литературы	Устный опрос	
<i>2.3 Измерение неэлектрических величин</i>		4	12	-	1	Самостоятельное изучение учебной литературы; подготовка к лабораторным работам	Устный опрос Лабораторные работы Тестирование	
<i>2.4 Измерительные информационные системы</i>		1	4/4	-	1,15	Самостоятельное изучение учебной литературы	Устный опрос	
<b>Итого по разделу</b>		<b>7</b>	<b>20/4</b>	<b>-</b>	<b>6,15</b>			
<b>Раздел 3. Основы стандартизации</b>	<b>4</b>							ОПК-1 - зу ПК-1 - зу
<i>3.1 Основные понятия. Цели стандартизации. История развития</i>		1	-	-	2	Самостоятельное изучение учебной литературы	Устный опрос	
<i>3.2 Задачи, органы и службы стандартизации. Виды стандартов. Нормативные документы</i>		2	-	-	2	Самостоятельное изучение учебной литературы	Устный опрос Проверка инд. Заданий Тестирование	
<i>3.3 Методические основы стандартизации. Принципы и методы</i>		1	-	-	2	Самостоятельное изучение учебной литературы	Устный опрос	
<b>Итого по разделу</b>		<b>4</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>6</b>			
<b>Итого по дисциплине:</b>		<b>17</b>	<b>34/14</b>	<b>-</b>	<b>18,15</b>		<b>Экзамен</b>	

## 5 Образовательные технологии

Для реализации предусмотренных видов учебной работы в качестве образовательных технологий в преподавании дисциплины «Метрология» используются:

*Традиционные образовательные технологии* – информационная лекция (вводную лекцию, где дает первое представление о предмете и знакомство студентов с назначением и задачами курса); лекции – консультации, изложение нового материала сопровождается постановкой вопросов и дискуссией в поисках ответов на эти вопросы; лабораторные работы.

*Технологии проблемного обучения* – проблемные лекции является результатом усвоения полученной информации посредством постановки проблемного вопроса и поиска путей его решения; лабораторные работы с использованием проблемного обучение, которое заключается в стимулировании студентов к самостоятельной «добыче» знаний, необходимых для решения конкретной проблемы.

*Информационно-коммуникационные образовательные технологии* – в ходе проведения лекционных занятий предусматривается использование электронного демонстрационного материала (лекции-визуализации), использование Интернет ресурсов для промежуточных аттестаций и проверки остаточных знаний

Лекционный материал закрепляется в ходе лабораторных работ, на которых выполняются групповые или индивидуальные задания по пройденной теме.

Самостоятельная работа стимулирует студентов к самостоятельной проработке в процессе выполнения контрольных работ, а также в процессе подготовки к устному опросу, тестированию и итоговой аттестации.

В ходе проведения лекционных занятий предусматривается:

- использование электронного демонстрационного материала по современной измерительной технике;
- использование электронных учебников по отдельным темам занятий;
- активные и интерактивные формы обучения: вариативный опрос, дискуссии, устный опрос, контрольная работа, тестовый опрос, индивидуальная «защита» лабораторных работ и т.д.

## 6 Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

По дисциплине «Метрология» предусмотрена аудиторная и внеаудиторная самостоятельная работа обучающихся.

Аудиторная самостоятельная работа студентов предполагает выполнение и защиту лабораторных работ, решение контрольных задач.

Лабораторные работы направлены на получение практических навыков по теме «Измерение физических величин».

Перечень лабораторных работ	Вопросы к защите
Поверка термопар	<ol style="list-style-type: none"><li>1. На каких явлениях основано действие термоэлектрических термометров?</li><li>2. Почему при подсоединении термопары к измерительному прибору, пользуются компенсационными проводами?</li><li>3. Как вводится поправка на температуру свободных концов термопары в автоматических и переносных потенциометрах, милливольтметрах?</li><li>4. Для каких термопар невозможно применение компенсационных проводов для введения поправки?</li><li>5. Пределы измерений стандартных термоэлектрических термометров?</li><li>6. При измерении температуры в печи с помощью хромель-алюмелевой термопары (тип К) вольтметр показал <math>7,418 мВ</math>. Температура холодного спая была стабилизирована на уровне <math>30^{\circ}C</math>. Пользуясь градуировочной таблицей для данной термопары, определить температуру <math>T_x</math> в печи</li></ol>
Испытание и поверка вторичных приборов	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Каковы особенности методики проведения вторичного прибора Диск-250М?</li></ol>

Перечень лабораторных работ	Вопросы к защите
<p>работающих в комплекте с термоэлектрическим преобразователем</p>	<p>2. Что такое основная и дополнительная погрешность прибора?  3. Какие погрешности необходимо рассчитать для того, чтобы сделать вывод о результатах поверки?  4. Для чего выполняют поверку прибора и что понимают под классом точности прибора?  5. Какие существуют виды поверок?  6. Перечислить метрологические характеристики средств измерений.  7. Что относится к неметрологическим характеристикам СИ?  8. Отчет по шкале прибора с пределами измерений 0 – 10 А и равномерной шкалой составил 2,5 А. Оценить пределы допустимой абсолютной погрешности этого отсчета при использовании различных СИ с КТ: 0,02/0,01; <math>\textcircled{0,5}</math> и 0,5</p>
<p>Термометры сопротивления</p>	<p>1. Какой принцип действия у термометров сопротивления?  2. От чего зависит электрическое сопротивление проводника?  3. Влияет ли на электрическое сопротивление проводника электрический ток, проходящий по проводнику?  4. Что является термометрическим параметром в термометре сопротивления?  5. Почему термопреобразователи изготавливают, как правило, из металлов, а не из сплавов?  6. Какие преимущества у медного и у платинового термопреобразователей сопротивления?  7. Какое значение при измерении температуры имеет показатель тепловой инерции?  8. Каким параметром характеризуется чистота материала, идущего на изготовление термометра сопротивления?  9. Что такое трёхпроводная схема включения термопреобразователя сопротивления?</p>
<p>Испытание и поверка вторичных приборов работающих в комплекте с термометрами сопротивления</p>	<p>1. Какие существуют методы измерения температуры?  2. На чём основано действие термометров сопротивления?  3. Какие материалы используют для изготовления термометров сопротивления?  4. Какие приборы применяют в комплекте с термометрами сопротивления?  5. Схемы подключения термометров сопротивления ко вторичному прибору  6. Достоинства и недостатки неуравновешенных мостов.  7. Как работает уравновешенный мост?  8. В чём заключается условие равновесия мостов?  9. Принцип действия работы логометрических схем  10. Какие виды погрешностей вы знаете?  11. Для чего выполняют поверку прибора и что понимают под классом точности прибора?</p>
<p>Пирометры</p>	<p>1. Какая температура называется яркостной температурой?  2. Как определить действительную температуру тела, зная яркостную температуру?  3. Устройство пирометров частичного излучения  4. Что такое цветовая температура?  5. Как смещается максимум кривой распределения спектральной</p>

Перечень лабораторных работ	Вопросы к защите
	<p>энергетической яркости с увеличением температуры абсолютно чёрного тела?</p> <p>6. Почему цветовая температура наиболее близка к действительной температуре?</p> <p>7. Устройство пирометров спектрального отношения</p> <p>8. Оцените систематическую погрешность измерения температуры радиационным методом. Радиационная температура <math>t_p = 1527</math> °С, коэффициент теплового излучения <math>\varepsilon_T = 0,38</math>.</p> <p>9. Пирометр полного излучения (радиационный) имеет показатель визирования <math>n = 1/7</math>, диаметр калильной трубки, на которую визируется пирометр, 30 мм.</p> <p>10. Можно ли пирометром полного излучения измерить температуру слитка в нагревательном колодце, если сторона слитка имеет размеры 1800x400 мм, расстояние от слитка до пирометра 1400 мм, показатель визирования <math>n = 1/7</math>?</p> <p>11. Каким образом в пирометрическом преобразователе ППТ-142 исключается влияние температуры корпуса телескопа?</p> <p>12. Какие существуют способы исключения влияния температуры корпуса телескопа на результат измерения?</p>

### Примеры задач по теме «Выбор средств измерений»

**Пример 1.** Определить верхний предел измерения и основную приведенную погрешность датчика для измерения тяги газотурбинного двигателя (ГТД)  $P = (1,6 \pm 0,1)$  кН.

**Решение:** Наибольшая и наименьшая предельные тяги  $P_{\max} = 1,6 + 0,1 = 1,7$  кН;  $P_{\min} = 1,6 - 0,1 = 1,5$  кН; допуск  $T = 1,7 - 1,5 = 0,2$  кН; основная допустимая абсолютная погрешность датчика (допуск на измерение)  $\Delta = 0,33 \cdot T = 0,33 \cdot 0,2 = 0,066$  кН; нижний предел рабочей части шкалы  $H < 1,5 - 0,066 = 1,434$  кН; верхний предел рабочей части шкалы  $B > 1,7 + 0,066 = 1,766$  кН. Выбираем датчик усилий с верхним пределом измерения  $B = 2$  кН. Нормирующее значение для определения основной приведенной погрешности датчика  $X_N = 2,0$  кН. Определяем предел допускаемой основной приведенной погрешности датчика  $\gamma = 0,066/2 \cdot 100 = \pm 3,3\%$ . Ближайшим меньшим значением этой погрешности по отношению к найденному является  $\gamma = 2\%$ .

**Пример 2.** Определить пределы измерения и класс точности вольтметра для измерения напряжения питания бортовой сети самолета  $V = 27 \pm 2,7$  В.

**Решение:** Наибольшее предельное напряжение  $V_{\max} = 27 + 2,7 = 29,7$  В; наименьшее  $V_{\min} = 27 - 2,7 = 24,3$  В; допуск  $T = 29,7 - 24,3 = 5,4$  В; основная допустимая абсолютная погрешность вольтметра (допуск на измерение)  $\Delta = 0,33T = 0,33 \cdot 5,4 = 1,78$  В; нижний предел рабочей части шкалы  $H < 24,3 - 1,78 = 22,52$  В; верхний предел  $B > 29,7 + 1,78 = 31,48$  В. В соответствии с данными по  $H$  и  $B$  выбираем вольтметр с верхним пределом измерений 40 В. Основная приведенная погрешность этого прибора  $\gamma = 1,78/40 \cdot 100 = 4,45\%$ . Найденному значению  $\gamma$  соответствует класс точности 5.

**Пример 3.** Определить основную приведенную погрешность и пределы измерения виброакселерометра для измерения виброускорения  $a = 50 \pm 2$  м/с<sup>2</sup>.

**Решение:** Наибольшее предельное значение виброускорения  $a_{\max} = 50 + 2 = 52$  м/с<sup>2</sup>; наименьшее его значение  $a_{\min} = 50 - 2 = 48$  м/с<sup>2</sup>; допуск  $T = 52 - 48 = 4$  м/с<sup>2</sup>; основная допустимая абсолютная погрешность виброакселерометра (допуск на измерение)  $\Delta = 0,33T = 0,33 \cdot 4 = 1,32$  м/с<sup>2</sup>; нижний предел рабочей части шкалы  $H < 48 - 1,32 = 46,68$  м/с<sup>2</sup>; верхний  $B > 52 + 1,32 = 53,32$  м/с<sup>2</sup>. В соответствии с данными по  $H$  и  $B$  выбираем виброакселерометр с верхним пределом измерения 100 м/с<sup>2</sup>. Можно 60 м/с<sup>2</sup>

Основная приведенная погрешность этого прибора  $\gamma = 1,32 \cdot 100/100 = 1,32\%$

### Примеры задач по теме «Основные положения теории погрешностей»

**Пример 1.** Манометр с диапазоном измерений от 0 до 6,3 МПа поверяли с помощью эталонного СИ в четырех поверяемых точках:

Поверяемая точка, МПа:	0	2	4	6
Значение эталонного манометра, МПа:	0,1	2,07	3,99	6,05

Необходимо рассчитать абсолютную, относительную и приведенную погрешности для каждой поверяемой точки термометра и определить его класс точности.

**Решение.** Погрешность измерения (абсолютная погрешность)  $\Delta$  определяется по формуле:

$$\Delta = X_{\text{ИЗМ}} - X_{\text{Д}}, \quad (1)$$

где  $X_{\text{ИЗМ}}$  – измеренное значение величины  $X$ ;  $X_{\text{Д}}$  – действительное значение измеряемой величины  $X$ .

Относительная погрешность измерения  $\delta$  рассчитывается по формуле (2), приведенная погрешность  $\gamma$  рассчитывается по формуле (3), обе они выражены в процентах:

$$\delta = \frac{|\Delta|}{X_{\text{Д}}} \cdot 100 [\%], \quad (2)$$

$$\gamma = \frac{|\Delta|}{X_{\text{Н}}} \cdot 100 [\%], \quad (3)$$

где  $X_{\text{Н}}$  – нормирующее значение СИ, как правило, это диапазон показаний СИ или его верхний предел измерений.

Таблица - Результаты расчетов

Поверяемая точка, МПа	Значение эталонного термометра, МПа	Абсолютная погрешность $\Delta$ , МПа	Относительная погрешность измерения $\delta$ , %	Приведенная погрешность измерения $\gamma$ , %
0	0,1	-0,1	—	1,6
2	2,07	-0,07	3,5	1,1
4	3,99	0,01	0,2	0,2
6	6,05	-0,05	0,8	0,8

Класс точности СИ выбираем из ряда  $1 \cdot 10^n, 1,5 \cdot 10^n, 2 \cdot 10^n, 2,5 \cdot 10^n, 4 \cdot 10^n, 5 \cdot 10^n, 6 \cdot 10^n$ , где  $n = 1, 0, -1, -2$  и т.д. Значения  $1,6 \cdot 10^n$  и  $3 \cdot 10^n$  не устанавливаются для вновь разрабатываемых СИ.

У пригодного СИ максимальная приведенная погрешность должна быть меньше к.т. Так как максимальная приведенная погрешность манометра  $1,6\% < 2$ , то к.т. = 2.

**Ответ:** к.т. манометра 2.

**Пример 2.** Класс точности расходомера 0,2, диапазон показаний от 0 до 800 м<sup>3</sup>/ч. Определить допустимую погрешность СИ в единицах измерения.

**Решение.** Класс точности – это обобщенная метрологическая характеристика СИ, определяемая пределами допускаемых основной и дополнительной погрешностей, а также другими свойствами СИ, влияющими на их точность, значения которых устанавливаются в стандартах на отдельные виды СИ. Как правило, класс точности нормируется по приведенной погрешности к.т.  $> \gamma$ , поэтому выразим из формулы (3) абсолютную погрешность измерения  $\Delta$ :

$$\Delta = \frac{\gamma \cdot X_{\text{Н}}}{100} = \frac{0,2 \cdot 800}{100} = 1,6 \text{ [м}^3/\text{ч]}$$

**Ответ:** допустимая погрешность расходомера  $\Delta_{\text{доп}} < 1,6 \text{ м}^3/\text{ч}$ .

**Пример 3.** Измерение давления производилось манометром с пределами измерения 0 – 6,3 МПа и токовым выходным сигналом 0 – 5 мА, к.т. 0,5. Характеристика преобразователя давления линейная. При измерении давления выходной сигнал составил 3,72 мА. Необходимо определить величину измеряемого давления и чувствительность средства измерения.

**Решение.** Построим линейную градуировочную (статическую) характеристику преобразователя давления по двум точкам. Первая точка характеристики: при давлении 0 МПа – выходной сигнал манометра 0 мА; вторая точка характеристики: при давлении 6,3 МПа – выходной сигнал манометра 5 мА, рис. 1.

Чувствительность датчика (коэффициент преобразования)  $S$  показывает на сколько единиц изменится выходной сигнал, если входной сигнал датчика, т.е. ИФВ, изменится на единицу.

$$S = \frac{\Delta Y}{\Delta X}. \quad (4)$$

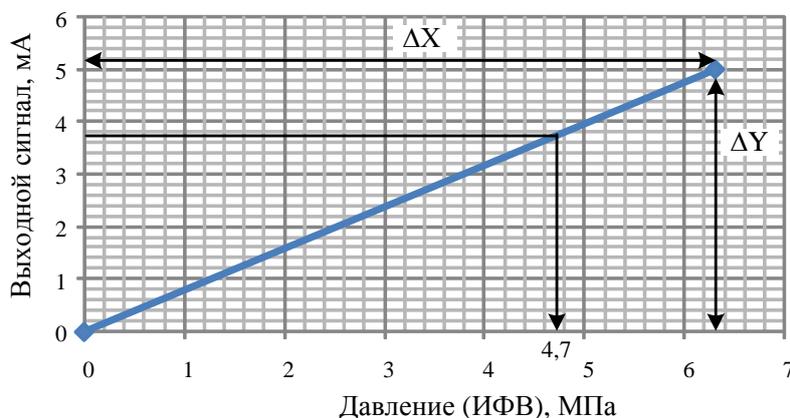


Рис. 1. Градуировочная характеристика датчика

Подставив исходные данные в формулу (4) получим:

$$S = \frac{5 - 0}{6,3 - 0} = 0,794 \approx 0,79 \left[ \frac{\text{мА}}{\text{МПа}} \right].$$

Для линейной статической характеристики чувствительность  $S$  постоянна на всем диапазоне ИФВ. Уравнение линейной характеристики датчика в общем виде:

$$Y(X) = Y(0) + S \cdot X, \quad (5)$$

где  $X$  – входной измеряемый сигнал датчика, давление, МПа;  $Y$  – выходной сигнал датчика, сигнал постоянного тока, мА;  $Y(0)$  – значение выходного сигнала при  $X = 0$ .

По формуле (5) и рис. 1 определим уравнение характеристики датчика:  $Y(X) = 0 + 0,79X$ . Подставим известное значение выходного сигнала  $Y = 3,72$  мА в полученное уравнение и определим  $X$ :

$$3,72 = 0 + 0,79X; \quad X = \frac{Y(X) - 0}{0,794} = \frac{3,72}{0,79} = 4,7 \text{ МПа}.$$

Значение ИФВ можно определить менее точно по графику градуировочной характеристики датчика, см. рис. 1.

**Ответ:** измеряемое давление равно 4,7 МПа; чувствительность преобразователя  $S = 0,79$  мА/МПа.

### Пример варианта контрольной работы №1

1. Оцените относительную погрешность простых бытовых часов с суточным ходом в 20 с (суточный ход – поправка к показаниям часов за 1 сутки).

2. При измерении температуры термометр показал 20°C, СКП 0,3°C. Систематическая погрешность  $\pm 0,5$  °C. Указать доверительные границы истинного значения температуры с  $P_{\text{дов}} = 0,9973$ .

3. Измерение силы тока дало следующие результаты: 10,07; 10,08; 10,10; 10,12; 10,13; 10,15; 10,16; 10,17; 10,2; 10,4 А. Необходимо проверить, не является ли промахом значение 10,4 А

4. Энергия определяется уравнением  $E = m \cdot c^2$ , где  $m$  – масса,  $c$  – скорость света. Определить размерность энергии в системе ЛМТ.

### Пример варианта контрольной работы №2

1. Введите поправку в показания термопары и определите температуру рабочего конца, если термо-ЭДС термометра  $S$  равна 3,75 мВ, а температура свободных концов 32 °C.

2. Одинаковы ли значения коэффициентов преобразования у медных термометров сопротивления градуировки 50М и 100М в интервале 0 – 150 °C?

3. Температура измеряется пирометром частичного излучения. Вторичный прибор показывает температуру 1100 °C. Определить действительную температуру и систематическую погрешность ( $T_{\text{а.ч.т.}} - T_{\text{д}}$ ), если коэффициент теплового излучения 0,75 и длина волны 0,65 мкм.

4. Что означает аббревиатура ПП, ХК?

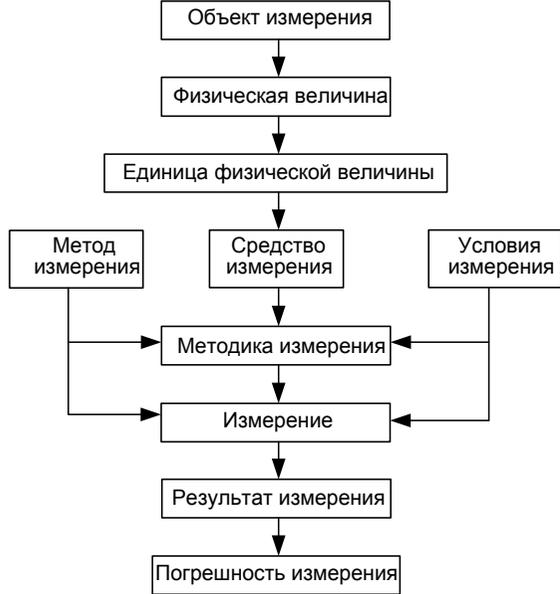
5. Есть возможность измерить температуру термопарой и пирометром. Чему отдадите предпочтение и почему?

## 7 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

### а) Планируемые результаты обучения и оценочные средства для проведения промежуточной аттестации:

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
<b>ОПК-1 Способностью осуществлять поиск, хранение, обработку и анализ информации из различных источников и баз данных, представлять ее в требуемом формате с использованием информационных, компьютерных и сетевых технологий</b>		
Знать	<p>– основные методики поиска и источники научной информации, способы представления информации в требуемом формате с использованием информационных и компьютерных технологий;</p> <p>– методики поиска и обработки информации из различных источников и представления ее в требуемом формате с использованием информационных и компьютерных технологий;</p> <p>– методики поиска и анализа информации из различных источников, и различные способы ее представления с использованием информационных, компьютерных и сетевых технологий.</p>	<p><i>Перечень теоретических вопросов к экзамену:</i></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Измерительные информационные системы</li> <li>2. Способы представления информации</li> <li>3. Компьютерные технологии, используемые при поиске информации</li> <li>4. Информационные технологии, используемые при поиске информации</li> <li>5. Методики поиска и обработки информации из различных источников</li> <li>6. Представление информации в требуемом формате</li> <li>7. Анализ информации из различных источников</li> <li>8. Сетевые технологии при сборе информации</li> </ol>
Уметь	<p>– использовать литературные источники для подготовки обзоров и отчетов, оформлять научно-технические отчеты в соответствии с требованиями;</p> <p>– обобщать информацию из различных литературных источников для подготовки обзоров по заданной тематике, оформлять научно-технические отчеты с использованием готовых шаблонов и макетов;</p>	<p><i>Примеры практических заданий:</i></p> <p><b>Задание 1.</b> Используя различные литературные источники дать определение каждому термину из следующей схемы.</p>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
	<p>– анализировать и обобщать информацию из различных литературных источников для подготовки обзоров по заданной тематике, определять структуру и оформлять научно-технические отчеты.</p>	<div style="text-align: center;"> </div> <p><b>Задание 2.</b> Используя различные интернет источники дать определение каждому термину из следующей схемы.</p>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		 <pre> graph TD     A[Объект измерения] --&gt; B[Физическая величина]     B --&gt; C[Единица физической величины]     C --&gt; D[Метод измерения]     C --&gt; E[Средство измерения]     C --&gt; F[Условия измерения]     D --&gt; G[Методика измерения]     E --&gt; G     F --&gt; G     G --&gt; H[Измерение]     H --&gt; I[Результат измерения]     I --&gt; J[Погрешность измерения] </pre>
Владеть	<p>–навыками работы в пакетах прикладных программ для оформления текстовой информации;</p> <p>–навыками работы с современными программными средствами для оформления текстовой информации;</p> <p>–методами и средствами представления текстовой информации с использованием современных технологий.</p>	<p><b>Примеры практических заданий:</b></p> <p><b>Задание 1.</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Открыть текстовый документ Word и визуально ознакомиться с видом, в том числе с включением режима отображения всех знаков</li> <li>2. Пошагово задать следующие параметры документа:  Параметры страницы: <i>Поля: Верхнее</i> — 1,5 см, <i>Правое</i> — 2 см, <i>Нижнее</i> — 1,5 см, <i>Левое</i> — 3 см; <i>Ориентация</i> — Книжная; <i>Нумерация страниц</i> — Снизу по центру.  Параметры текста: <i>Шрифт</i> — Times New Roman, <i>Размер</i> — 14, <i>Первая строка</i> — отступ — 1 см, <i>Выравнивание</i> — по ширине, <i>Междустрочный</i> — 1,5 строки, без интервалов до и после абзаца.</li> <li>3. Привести в порядок содержание документа по структуре:  –Введение  –Основная часть</li> </ol>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		<p>–Выводы</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>4. Первый лист сделать титульным и оформить его с использованием картинки.</li> <li>5. Второй лист освободить под содержание (оглавление) и проделать работу для его автоматического создания.</li> <li>6. Вставить новую нумерацию страниц с параметрами: Внизу страницы, посередине, без номера на титульном листе</li> <li>7. Сохранить документ под новым названием.</li> </ol> <p><b>Задание 2.</b> В рамках задания изучить материал статьи «PDF в WORD (DOCX): 10 способов конвертирования!».  <a href="https://ocomp.info/pdf-v-word-10-sposobov-konvert.html">https://ocomp.info/pdf-v-word-10-sposobov-konvert.html</a></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Выбрать и установить на ПК одну из программ для конвертирования файла.</li> <li>2. Конвертировать любой выбранный вами файл <i>***.pdf</i> в формат <i>***.doc</i> (<i>docx</i>) и самостоятельно привести его в соответствие со следующими требованиями: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Параметры страницы: <i>Поля: Верхнее</i> — 1,5 см, <i>Правое</i> — 2 см, <i>Нижнее</i> — 1,5 см, <i>Левое</i> — 3 см, <i>Ориентация</i> — Книжная. Параметры текста: <i>Шрифт</i> — TimesNewRoman, <i>Размер</i> — 14, <i>Первая строка</i> — отступ 1,25 см, <i>Выравнивание</i> — по ширине, <i>Междустрочный</i> — 1 строки, без интервалов до и после абзаца.</li> <li>• Отследите и удалите лишние пробелы, знаки табуляции и абзаца!</li> </ul> </li> </ol> <p><b>Задание 3.</b> Создать документ Microsoft Excel. Массив экспериментальных данных внести в электронную таблицу. Вычислить сумму по каждому параметру. Вычислить среднее значение каждого параметра. Построить диаграмму и график зависимости этих данных. Легенду расположить под осью абсцисс.</p>
<b>ПК-1 Способностью участвовать в сборе и анализе исходных данных для проектирования энергообъектов и их элементов в соответствии с нормативной документацией</b>		
Знать	<p>–перечень государственных и отраслевых стандартов для разработки проекта по АСУ энергообъектами;</p> <p>–необходимый объем технологических измерений и средств автоматического регулирования на отдельных участках</p>	<p><b>Перечень теоретических вопросов к экзамену:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Основные понятия стандартизации</li> <li>2. Цели стандартизации</li> <li>3. Задачи стандартизации</li> <li>4. Органы и службы стандартизации</li> <li>5. Виды стандартов.</li> </ol>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
	<p>проектируемых энергообъектов в соответствии с нормативной документацией;</p> <p>– необходимый объем технологических измерений на проектируемых энергообъектах в соответствии с нормативной документацией.</p>	<p>6. Нормативные документы</p> <p>7. Методические основы стандартизации.</p> <p>8. Принципы и методы стандартизации</p>
Уметь	<p>– производить сбор исходных данных, необходимых для выбора технических средств автоматизации проектируемого энергообъекта;</p> <p>– выбирать способ сбора и первичный анализ исходных данных для выбора технических средств автоматизации проектируемого энергообъекта;</p> <p>– комбинировать различные способы сбора и анализа исходных данных для выбора технических средств автоматизации проектируемого энергообъекта.</p>	<p><b>Примеры практических заданий:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Заполнить сертификат соответствия на заданный продукт</li> <li>2. Определение подлинности товара по штрих-коду</li> <li>3. Использование нормативных документов для составления схем приборов, технологических процессов</li> <li>4. Использование контрольных карт по количественным признакам для контроля качества технологического процесса</li> <li>5. Использование контрольных карт по качественным признакам для контроля качества технологического процесса</li> <li>6. Использование диаграммы разброса для контроля качества технологического процесса</li> </ol>
Владеть	<p>– навыками формирования порядка действий для организации сбора и первичной обработки исходных данных;</p> <p>– навыками использования нескольких способов сбора и анализа исходных данных для проектирования систем автоматизации и управления энергообъектами с использованием типовых проектных решений;</p> <p>– навыками комбинации нескольких способов сбора и анализа исходных</p>	<p><b>Примеры практических задач:</b></p> <p><b>Задача 1.</b> Рассчитать недостающую температуру пользуясь таблицами статических характеристик термодатчиков в соответствии с ГОСТ Р 8.585–2001 "Термодатчики. Номинальные статические характеристики преобразования". Решение пояснить.</p> <p>Требуется:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>а) указать международный и российский шифр термодатчика;</li> <li>б) полное наименование термодатчика и химический состав электродов;</li> <li>в) пределы измерения температур для которых в ГОСТ Р 8.585–2001 приведены номинальные значения термоЭДС;</li> <li>г) рассчитать недостающую температуру.</li> </ol> <p style="text-align: right;">Значения температур по вариантам</p>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства										
	данных для эффективного решения задач по проектированию систем автоматизации и управления энергообъектами.	Вариант	Температура свободного спая, °С	Температура рабочего спая (измеряемого объекта), °С	Измеренная температура, °С	Обозначение термопары						
		1	35	705	$T_{И} = ?$	К						
		2	125	1525	$T_{И} = ?$	S						
		3	45	1204	$T_{И} = ?$	R						
		4	20	-155	$T_{И} = ?$	M						
		5	48	$T_{Д} = ?$	450	L						
		<p><b>Задача 2.</b> Диапазон показаний прибора от 0 до 1000 °С. По вариантам представлены значения измеренные эталонным средством измерения (СИ) для одиннадцати поверяемых точек. Требуется:</p> <p>а) рассчитать абсолютную, относительную и приведенную погрешности для каждой поверяемой точки прибора;</p> <p>б) определить класс точности СИ.</p> <p><b>Задача 3.</b> Определите доверительный интервал действительного значения измеряемой физической величины с доверительной вероятностью <math>P_{дов}</math>, если измерения были многократные и равноточные. Требуется:</p> <p>а) из РМГ29-99 "ГСОЕИ. Метрология. Основные термины и определения" выписать определения понятий: многократное измерение, равноточные измерения, размах результатов измерений, доверительные границы погрешности измерения;</p> <p>б) определить размах результатов измерений <math>R_n</math>;</p> <p>в) определить доверительный интервал ИФВ.</p> <p style="text-align: center;"><b>Задание по вариантам</b></p>										
		Номер измерения и значение величины $X_{ИЗМi}$										
		Вар.	$P_{дов}$	1	2	3	4	5	6	7	8	9
		1	0,95	84,15	84,06	83,8	83,9	84,1	84	84,02	84,03	–
		2	0,99	53	52	52,5	51	48,5	50,2	50,3	49,2	–
		3	0,98	7,05	6,9	6,85	7,2	6,74	7,25	6,7	6,6	–
		4	0,9	4,3	4,2	4,25	4,1	3,85	4,02	4,03	4,12	–
		5	0,95	890,3	890,2	890,3	890,1	889,9	890	890,2	890,6	–

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
<b>ПК-8 Готовностью к участию в организации метрологического обеспечения технологических процессов при использовании типовых методов контроля режимов работы технологического оборудования</b>		
Знать	<p>– виды и методы измерений, классификацию погрешностей измерений; основные средства измерения теплофизических параметров;</p> <p>– теоретические основы метрологии, обеспечения единства измерений и достижения требуемой точности; методы и средства измерения теплофизических параметров;</p> <p>– организационные, научные и методические основы метрологического обеспечения технологических процессов; принцип действия и устройство стандартных средств измерения теплофизических параметров.</p>	<p><i>Перечень теоретических вопросов к экзамену:</i></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Метрология. Основные понятия и определения</li> <li>2. Государственная система приборов (ГСП)</li> <li>3. Единство измерений</li> <li>4. Измеряемые величины. Виды измерений</li> <li>5. Методы измерений. Методика выполнения измерений</li> <li>6. Основные положения теории погрешностей. Классификация погрешностей</li> <li>7. Вероятностные оценки погрешностей измерения</li> <li>8. Средства измерения, виды. Сигналя измерительной информации</li> <li>9. Метрологические характеристики. Неметрологические характеристики</li> <li>10. Структурные схемы и свойства средств измерения</li> <li>11. Обработка результатов измерения</li> <li>12. Измерение магнитных величин. Параметры, характеристик, схемы измерения</li> <li>13. Измерение неэлектрических величин. Классификация</li> <li>14. Измерение температуры термометрами сопротивления (пределы измерения, градуировки). Требования, предъявляемые к материалу</li> <li>15. Преобразователи неэлектрических величин. Металлические термометры сопротивления</li> <li>16. Преобразователи неэлектрических величин. Полупроводниковые термометры сопротивления</li> <li>17. Преобразователи неэлектрических величин. Эффекты Томсона, Зеебека и Пельтье</li> <li>18. Преобразователи неэлектрических величин. Термоэлектрические преобразователи</li> <li>19. Стандартные термоэлектрические преобразователи (пределы измерения, градуировки, материал электродов)</li> <li>20. Способы исключения влияния температуры свободных концов термопар. Требования, предъявляемые к материалам, термопар</li> <li>21. Преобразователи неэлектрических величин. Законы излучения</li> </ol>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства				
		22. Преобразователи неэлектрических величин. Пирометры 23. Уравновешенные мосты. Достоинства, недостатки. Способы подключения термометров сопротивления 24. Неуравновешенные мосты. Достоинства, недостатки 25. Прибор 250М 26. Логометрические схемы 27. Милливольтметр. Принцип действия. Устройство. Достоинства, недостатки				
Уметь	<ul style="list-style-type: none"> <li>– выполнять измерения по заданной методике с помощью типовых измерительных приборов, рассчитывать погрешности измерений;</li> <li>– применять методики выполнения измерений с помощью типовых измерительных приборов, оценивать погрешности измерений;</li> <li>– выбирать и применять методики выполнения измерений с помощью типовых измерительных приборов, оценивать погрешности измерений.</li> </ul>	<p><b>Примеры практических заданий для экзамена:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Медный термометр сопротивления имеет сопротивление <math>R_{20} = 1,75</math> Ом. Определить его сопротивление при 100 и 150 °С (<math>\alpha = 4,26 \cdot 10^{-3} \text{ K}^{-1}</math>)</li> <li>2. Введите поправку в показания термопары и определите температуру рабочего конца, если термо-ЭДС термометра типа S = 3,75 мВ, температура свободных концов 32 °С</li> <li>3. Амперметр с пределом измерения 10 А показал при измерениях ток 5,3 А при его действительном значении 5,23 А. Определите абсолютную, относительную и относительную приведенную погрешности</li> <li>4. Имеются два амперметра: один КТ 0,5 имеет верхний предел измерения 20 А, другой КТ 1,5 имеет верхний предел измерения 5 А. Определите, у какого прибора меньше предел допускаемой основной относительной погрешности при измерении тока 3 А</li> </ol>				
Владеть	<ul style="list-style-type: none"> <li>– основными методами прямых измерений;</li> <li>– методами обработки результатов и расчета погрешностей измерений;</li> <li>– методами измерений, обработки результатов многократных измерений, оценки погрешностей и точности средств измерений.</li> </ul>	<p><b>Примеры тестовых заданий:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. В каких случаях применяются пирометры?             <table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="width: 50%; vertical-align: top;">а) при измерении высоких температур;</td> <td style="width: 50%; vertical-align: top;">в) при измерении температуры движущихся объектов;</td> </tr> <tr> <td style="vertical-align: top;">б) при измерении температур ниже 0°С;</td> <td style="vertical-align: top;">г) когда необходимо обеспечить высокую точность.</td> </tr> </table> </li> <li>2. Какой метод измерения лежит в основе работы термопары и термометра сопротивления              а) контактный; б) бесконтактный; в) косвенный.</li> <li>3. Как изменяются свойства материала термометра сопротивления при изменении</li> </ol>	а) при измерении высоких температур;	в) при измерении температуры движущихся объектов;	б) при измерении температур ниже 0°С;	г) когда необходимо обеспечить высокую точность.
а) при измерении высоких температур;	в) при измерении температуры движущихся объектов;					
б) при измерении температур ниже 0°С;	г) когда необходимо обеспечить высокую точность.					

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		<p>температуры</p> <p>а) изменяется электрическое сопротивление;</p> <p>б) изменяется плотность;</p> <p>в) изменяется длина проводника.</p> <p>4. Как изменяется сопротивление у полупроводниковых термометров сопротивления при увеличении температуры</p> <p>а) увеличивается; б) уменьшается; в) не изменяется.</p> <p>5. Основной закон, который лежит в основе работы термопары</p> <p>а) закон Планка; б) закон Томсона; в) закон Пельтье.</p> <p>6. Сколько спаев бывает у термопары</p> <p>а) 1; б) 2; в) 3; г) зависит от условий измерения.</p> <p>7. Какие спаи термопары помещаются в измерительную среду</p> <p>а) рабочие; б) холодные; в) горячие; г) свободные.</p> <p>8. Для чего вводят поправку на температуру холодных спаев, чтобы</p> <p>а) температура холодных спаев была ноль;</p> <p>б) температура холодных спаев была равна температуре горячих спаев.</p> <p>9. Какой метод измерения лежит в основе работы пирометров</p> <p>а) контактный; б) бесконтактный; в) прямой.</p>

## **б) Порядок проведения промежуточной аттестации, показатели и критерии оценивания:**

Промежуточная аттестация по дисциплине «Метрология» включает теоретические вопросы, позволяющие оценить уровень усвоения обучающимися знаний, и практические задания, выявляющие степень сформированности умений и владений, проводится в форме экзамена с оценкой.

Экзамен проводится в устной форме по теоретическим вопросам и задачам.

### **Показатели и критерии оценивания экзамена:**

– на оценку *«отлично»* (5 баллов) – обучающийся должен полно раскрыть содержание материала в объеме программы дисциплины, четко и правильно дать определения, привести доказательства на основе математических и логических выкладок, показать навыки исследовательской деятельности. Ответ должен быть самостоятельным, при ответе использованы знания, приобретенные ранее;

– на оценку *«хорошо»* (4 балла) – обучающийся должен раскрыть содержание материала в объеме программы дисциплины, в основном правильно дать основные определения и понятия предмета. При ответе допущены неточности, нарушена последовательность изложения, допущены небольшие неточности при выводах и использовании терминов, практические навыки нетвердые;

– на оценку *«удовлетворительно»* (3 балла) – обучающийся должен усвоить основное содержание материала. При ответе определения и понятия даны не четко, допущены ошибки при промежуточных математических выкладках в выводах, практические навыки слабые;

– на оценку *«неудовлетворительно»* (2 баллов) – обучающийся демонстрирует знания не более 20% теоретического материала, допускает существенные ошибки, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач. При ответе допущены грубые ошибки в определениях, доказательства теорем не проведено, не даны ответы на дополнительные вопросы преподавателя, отсутствуют навыки исследовательской деятельности;

– на оценку *«неудовлетворительно»* (1 балл) – не может показать знания на уровне воспроизведения и объяснения информации, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач, основное содержание учебного материала не раскрыто.

## **8 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины**

### **а) Основная литература:**

1. Грибанов, Д. Д. Основы метрологии, сертификации и стандартизации : учеб. пособие / Д.Д. Грибанов. — Москва : ИНФРА-М, 2019. — 127 с. — (Высшее образование: Бакалавриат). - ISBN 978-5-16-009677-3. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/read?id=330611> (дата обращения: 18.09.2020). – Режим доступа: по подписке.

2. Эрастов, В. Е. Метрология, стандартизация и сертификация: Учебное пособие / В.Е. Эрастов. - Москва : Форум, 2017. - 208 с. (Высшее образование). ISBN 978-5-91134-193-0. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/636241> (дата обращения: 18.09.2020). – Режим доступа: по подписке.

### **б) Дополнительная литература:**

1. Самарина, И. Г. Основы метрологии, стандартизации и сертификации: учебное пособие / И. Г. Самарина, Т. Г. Сухонослова ; МГТУ. - Магнитогорск: МГТУ, 2016. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). - Загл. с титул. экрана. - URL: <https://magtu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=2872.pdf&show=dcatalogues/1/1134039/2872.pdf&view=true> (дата обращения: 18.09.2020). - Макрообъект. - Текст : электронный. - Сведения доступны также на CD-ROM.

2. Метрология. Теория измерений: учебник для академического бакалавриата / под общ. редакцией Т.И. Мурашкиной. - 2-е изд., испр. и доп. - Москва: Издательство Юрайт, 2019. - 167с. – ISBN 978-5-534-07295-2. - Текст : электронный. - URL: <https://urait.ru/viewer/metrologiya-teoriya-izmereniy-434719#page/1> (дата обращения: 18.09.2020).

3. Пелевин, В. Ф. Метрология и средства измерений: учеб. пособие / В.Ф. Пелевин. — Минск: Новое знание ; Москва : ИНФРА-М, 2019. — 273 с. : ил. — (Высшее образование: Бакалавриат). - ISBN 978-5-16-006769-8. - Текст: электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/document?pid=988250> (дата обращения: 18.09.2020). – Режим доступа: по подписке

4. Корнилова, И. Г. Технические измерения и приборы : лабораторный практикум / И. Г. Корнилова, В. В. Гребенникова, А. И. Сергеев ; МГТУ, каф. ПКиСУ. - Магнитогорск, 2010. - 129 с. : ил. - URL: <https://magtu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=331.pdf&show=dcatalogues/1/1071836/331.pdf&view=true> (дата обращения: 18.09.2020). - Макрообъект. - Текст: электронный. - Имеется печатный аналог.

5. Метрология, стандартизация, сертификация: учебное пособие / А.И. Аристов, В.М. Приходько, И.Д. Сергеев, Д.С. Фатюхин. — Москва: ИНФРА-М, 2021. — 256 с. + Доп. материалы [Электронный ресурс]. — (Среднее профессиональное образование). - ISBN 978-5-16-013964-7. - Текст: электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1190667> (дата обращения: 18.09.2020). – Режим доступа: по подписке

6. Раннев, Г. Г. Интеллектуальные средства измерений : учебник / Г. Г. Раннев, А. П. Тарасенко. — Москва : КУРС : ИНФРА-М, 2020. — 280 с. - ISBN 978-5-906818-66-9. - Текст: электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1054205> (дата обращения: 18.09.2020). – Режим доступа: по подписке.

### ***в) Методические указания:***

1. Гребенникова, В. В. Технические измерения и приборы: учебное пособие / В. В. Гребенникова, М. В. Вечеркин ; МГТУ, [каф. ЭиЭС]. - Магнитогорск, 2014. - 150 с. : ил., схемы. - URL:

<https://magtu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=817.pdf&show=dcatalogues/1/1116327/817.pdf&view=true> (дата обращения: 18.09.2020). - Макрообъект. - Текст : электронный. - ISBN 978-5-9967-0543-6. - Имеется печатный аналог.

2. Мухина, Е. Ю. Автоматизация технологических процессов : практикум / Е. Ю. Мухина, А. Р. Бондарева ; МГТУ. - Магнитогорск : МГТУ, 2017. - 110 с. : ил., табл., схемы. - URL: <https://magtu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=3507.pdf&show=dcatalogues/1/1514313/3507.pdf&view=true> (дата обращения: 18.09.2020). - Макрообъект. - Текст : электронный. - Имеется печатный аналог.

3. Методические рекомендации по выполнению индивидуальных заданий. Приложение 1

### ***г) Программное обеспечение и Интернет-ресурсы:***

Наименование ПО	№ договора	Срок действия лицензии
MS Windows 7 Professional(для классов)	Д-1227-18 от 08.10.2018	11.10.2021

MS Office 2007 Professional	№ 135 от 17.09.2007	бессрочно
7Zip	свободно распространяемое ПО	бессрочно
FAR Manager	свободно распространяемое	бессрочно

### Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Название курса	Ссылка
Электронная база периодических изданий East View Information Services, ООО «ИВИС»	<a href="https://dlib.eastview.com/">https://dlib.eastview.com/</a>
Национальная информационно-аналитическая система – Российский индекс научного цитирования (РИНЦ)	URL: <a href="https://elibrary.ru/project_risc.asp">https://elibrary.ru/project_risc.asp</a>
Национальная информационно-аналитическая система – Российский индекс научного цитирования (РИНЦ)	URL: <a href="https://elibrary.ru/project_risc.asp">https://elibrary.ru/project_risc.asp</a>
Поисковая система Академия Google (Google Scholar)	URL: <a href="https://scholar.google.ru/">https://scholar.google.ru/</a>
Информационная система - Единое окно доступа к информационным ресурсам	URL: <a href="http://window.edu.ru/">http://window.edu.ru/</a>
Федеральное государственное бюджетное учреждение «Федеральный институт промышленной собственности»	URL: <a href="http://www1.fips.ru/">http://www1.fips.ru/</a>
Российская Государственная библиотека. Каталоги	<a href="https://www.rsl.ru/ru/4readers/catalogues/">https://www.rsl.ru/ru/4readers/catalogues/</a>
Электронные ресурсы библиотеки МГТУ им. Г.И. Носова	<a href="http://magtu.ru:8085/marcweb2/Default.asp">http://magtu.ru:8085/marcweb2/Default.asp</a>
Федеральный образовательный портал – Экономика. Социология. Менеджмент	<a href="http://ecsocman.hse.ru/">http://ecsocman.hse.ru/</a>
Университетская информационная система РОССИЯ	<a href="https://uisrussia.msu.ru">https://uisrussia.msu.ru</a>
Международная наукометрическая реферативная и полнотекстовая база данных научных изданий «Web of science»	<a href="http://webofscience.com">http://webofscience.com</a>
Международная реферативная и полнотекстовая справочная база данных научных изданий «Scopus»	<a href="http://scopus.com">http://scopus.com</a>

### 9 Материально-техническое обеспечение дисциплины

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает:

Тип и название аудитории	Оснащение аудитории
Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа	Мультимедийные средства хранения, передачи и представления информации
Помещения для самостоятельной работы обучающихся	Персональные компьютеры с пакетом MS Office, выходом в Интернет и с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета
Учебные аудитории для групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточных консультаций	Доска, мультимедийный проектор, экран
Помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования	Стеллажи для хранения учебно-методической документации
Учебная аудитория для проведения лабораторных работ: компьютерный класс	Персональные компьютеры с пакетом MS Office, выходом в Интернет и с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета
Учебная аудитория для проведения лабораторных работ: лаборатория метрологии и технологических измерений	<p>Лабораторные установки для выполнения лабораторных работ:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– лабораторный стенд «Измерение расхода газа»;</li> <li>– лабораторный стенд «Поверка термопар»;</li> <li>– лабораторный стенд «Поверка прибора Диск-250, логометра Ш-4540/1 и прибора А-566»;</li> <li>– лабораторный стенд «Испытание и поверка КСП-3, вольтметра Ш-4540, прибора Диск-250»;</li> <li>– лабораторный стенд «Измерение уровня жидкостей»;</li> <li>– лабораторный стенд «Измерение уровня сыпучих материалов»;</li> <li>– лабораторный стенд «Преобразователи давления Метран»;</li> <li>– лабораторный стенд «Статические и динамические характеристики объекта управления»</li> </ul> <p>Электронные плакаты по курсу "Основы метрологии и технические измерения" (136), ключ на 2 ПК.</p>

### Методические рекомендации по выполнению индивидуальных заданий

Задания выполняются обучающимся самостоятельно. При выполнении задания обучающийся должен продемонстрировать навыки работы с литературными источниками, умение извлекать информацию и анализировать ее. Отчет к заданиям оформляется в соответствии с требованиями приведенными ниже. Текст отчета выкладывается на образовательный портал.

#### Варианты заданий.

##### Задание 1.

Дать определения каждому понятию из приведенной ниже схемы.



Рисунок – Виды измерений

##### Задание 2.

Дать определения каждому понятию из приведенной ниже схемы.

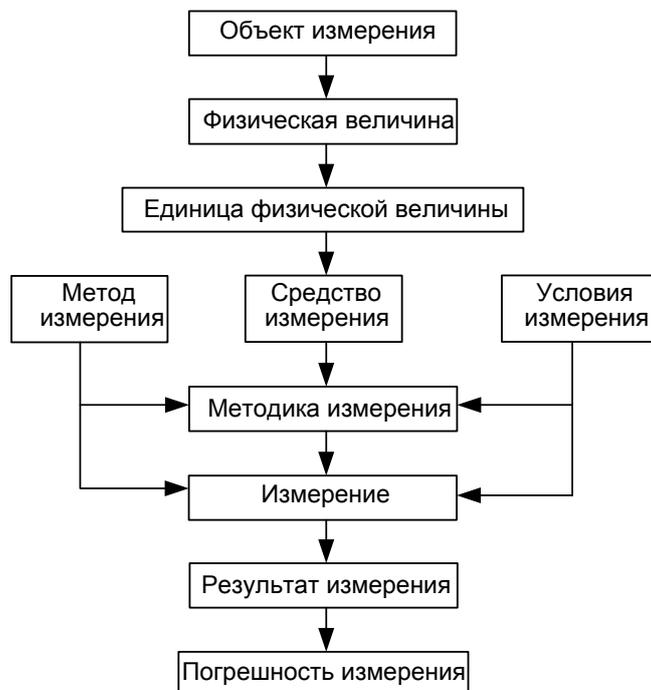


Рисунок – Операции измерения

### Задание 3.

Дать определения каждому виду погрешности из приведенной ниже схемы.

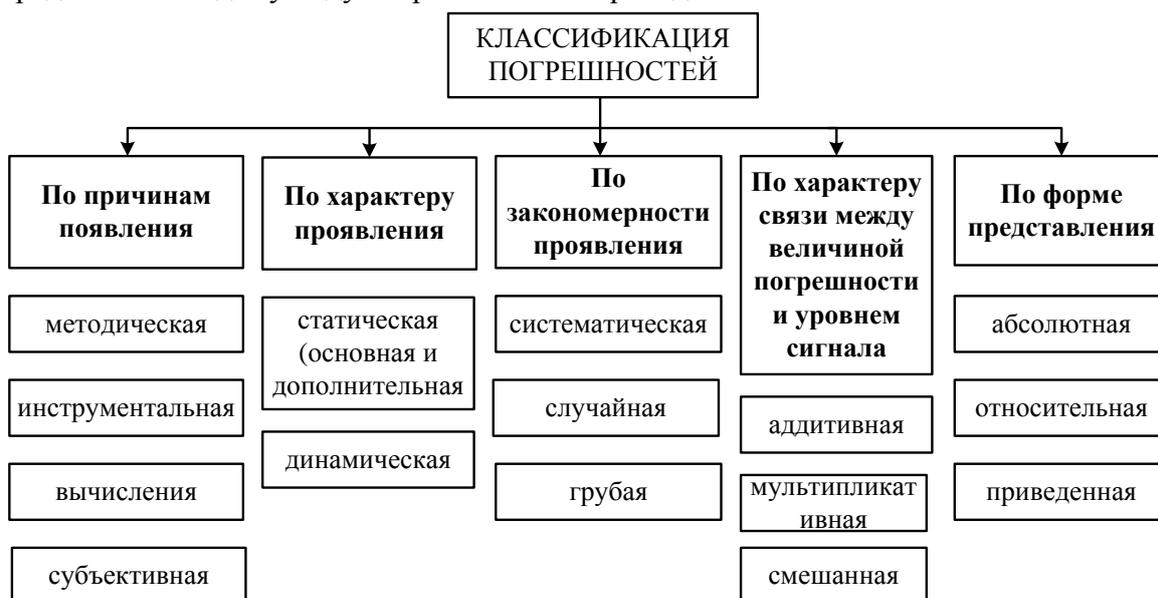


Рисунок – Классификация погрешностей

### Задание 4.

Дать определения каждому понятию из приведенной ниже схемы.

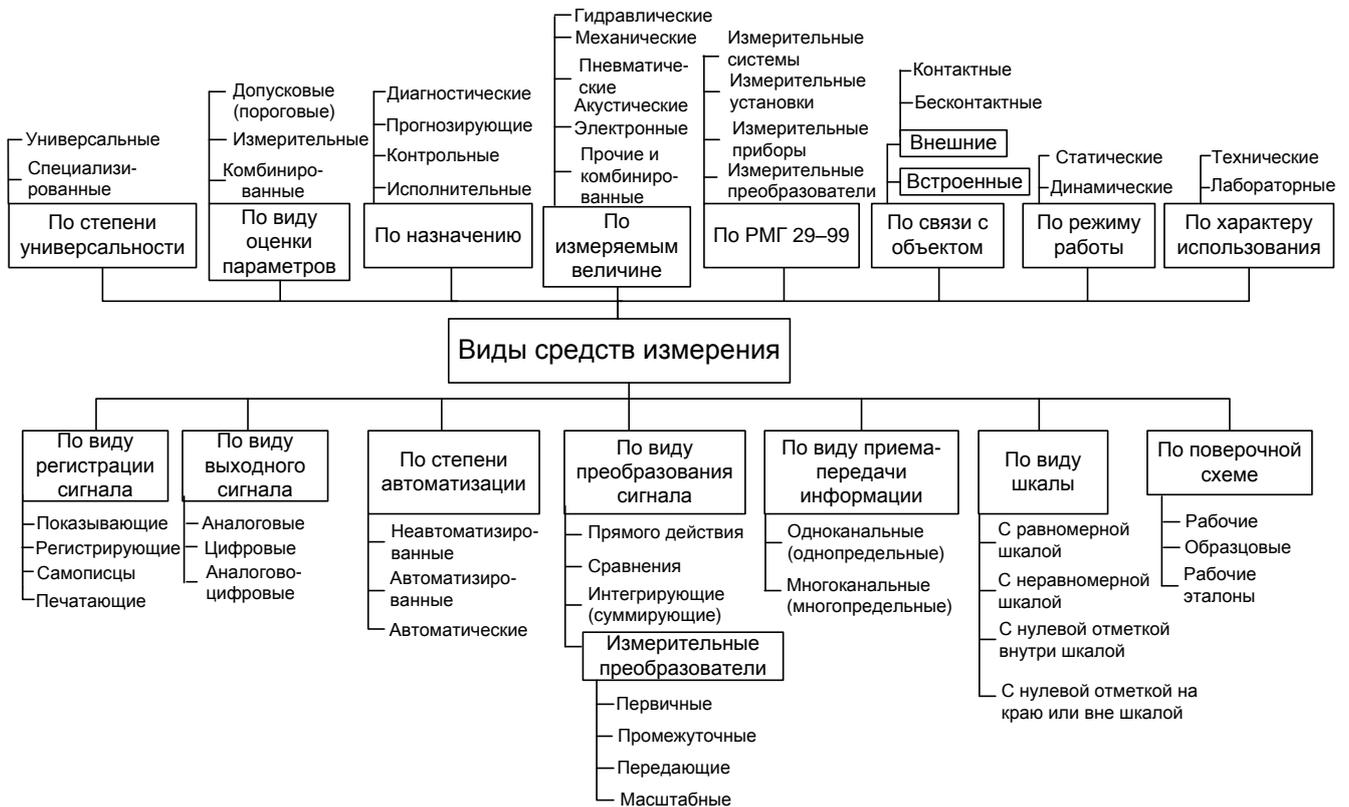


Рисунок – Классификация средств измерений

**Требования к оформлению отчета.**

Формат листа А4. Шрифт Times New Roman, размер 12, межстрочный интервал 1,5. Выравнивание текста по ширине. Абзац 1,25. Параметра страницы: слева 30 мм, справа 10 мм, сверху и снизу 20 мм. Номер страницы проставляется внизу от центра.

Каждый термин записывается с новой строки с абзацного отступа.

В тексте обязательно должны быть расставлены ссылки на использованные источники. Список использованных источников формируется в порядке ссылок по тексту реферата и оформляется в соответствии с ГОСТ 7.1-2003. Примеры оформления:

1. Сибикин, Ю.Д. Электроснабжение промышленных и гражданских зданий [Текст] : учеб. для сред. проф. образ. / Ю.Д. Сибикин. – М. : Academia, 2006. – 362 с. : ил., табл. (Среднее проф. образование: Строительство и архитектура). – ISBN 5-7695-2250-X.

2. Гельфман, М.И. Неорганическая химия [Текст] : учеб. пособие для студентов обучающихся по технолог. спец. / М.И. Гельфман, В.П. Юстратов. – 2-е изд., стер. – СПб. – [др.] : Лань, 2009. – 527 с. : ил., табл. – (Учебники для вузов. Специальная литература). – ISBN 978-58114-0730-9.

3. Костин, В.Ф. Мостовые краны общего назначения [Текст] : учеб. пособие / В.Ф. Костин, Н.Ш. Тютеряков, Н.В. Оншин; МГТУ, [каф. МОМЗ]. – Магнитогорск, 2011. – 116 с. : ил., табл.

4. Рассолов, М.М. Актуальные проблемы теории государства и права [Электронный ресурс] : учебное пособие / М.М. Рассолов, В.П. Малахов, А.А. Иванов. – 2-е изд. перераб. и доп. – М. : ЮНИТИ-ДАНА: Закон и право, 2011. – 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). – (Учебная литер. для высшего и сред. проф. образ.). – Загл. с этикетки диска. – ISBN 978-5-238-02050-1.

6. ГОСТ Р 517721–2001. Аппаратура радиоэлектронная бытовая. Входные и выходные параметры и типы соединений. Технические требования [Текст]. – Введ. 2002–01–01. – М. : Изд-во стандартов, 2001. – IV, 27 с. : ил. ; 29 см.