



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
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

« 26 » сентября 2018 г.



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**МЕТРОЛОГИЯ И СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ**

Направление подготовки

27.03.04 Управление в технических системах

Направленность (профиль программы)

Системы и средства автоматизации технологических процессов

Уровень высшего образования – бакалавриат

Программа подготовки – академический бакалавриат

Форма обучения

заочная

Институт  
Кафедра  
Курс

Энергетики и автоматизированных систем  
Автоматизированных систем управления  
3

Магнитогорск  
2018 г.

Рабочая программа составлена на основе ФГОС ВО по направлению подготовки 27.03.04 Управление в технических системах, утвержденного приказом МОиН РФ от 20.10.2015 № 1171.

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры автоматизированных систем управления

5 сентября 2018 г., протокол № 1.

Зав. кафедрой  / С.М. Андреев/

Рабочая программа одобрена методической комиссией института энергетики и автоматизированных систем

26 сентября 2018 г., протокол № 1.

Председатель  / С.И. Лукьянов/

Рабочая программа составлена:

доцент кафедры АСУ, к.т.н.

 / Е.С. Рябчикова/

Рецензент:

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

  / Ю.Н. Волзуков /



## 1 Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины «Метрология и средства измерений» являются: формирование знаний и умений, необходимых для выбора, создания, внедрения и эксплуатации автоматизированных средств технологических измерений, информационное и метрологическое обеспечение систем автоматизации; изучение основ метрологического обеспечения современной науки и техники; обладание знаниями в стандартизации, стандартах и успешном их использовании в практической деятельности; получение теоретических знаний в области сертификации.

## 2 Место дисциплины в структуре образовательной программы подготовки бакалавра

Дисциплина Б1.Б.14 «Метрология и средства измерений» входит в базовую часть блока 1 образовательной программы.

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

- Б1.Б.9 «Математика»;
- Б1.Б.10 «Физика»;
- Б1.Б.11 «Химия»;
- Б1.В.03 «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;
- основы метрологии, электрических и технологических измерений;
- 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;
- оценивать погрешности измерений;
- определять статические и динамические параметры простых технологических объектов; оформлять результаты расчетов и экспериментов;
- оценивать результаты измерения

### **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;
- элементарными оценками погрешности измерений;
- 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. В.07 «Электроника в управляющих устройствах»;
- Б1.В.08 «Технические средства автоматизации и управления»;
- Б1.В.06 «Технические измерения и приборы».

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

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

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения
<b>ОПК-5 Способностью использовать основные приемы обработки и представления экспериментальных данных</b>	
Знать	– классификацию физических величин, методов, видов и средств измерения, погрешностей для получения экспериментальных данных; – положения теории погрешностей, методы определения и нормирования метрологических характеристик средств измерений; – принцип работы средств измерения электрических, магнитных и неэлектрических величин для получения экспериментальных данных.
Уметь	– использовать технические средства для измерения различных физических величин; – рассчитывать погрешности измерения и средств измерения; – обрабатывать результаты измерения
Владеть	– навыками работы с различными средствами измерения; – навыками выбора средств измерения по заданным техническим характеристикам; – навыками составлять структурные схемы средств измерения
<b>ДПК-1 Способностью организовать метрологическое обеспечение производства систем и средств автоматизации и управления</b>	
Знать	– теоретические основы метрологии, стандартизации и сертификации; – классификации стандарт по видам и назначению; – практическую базу метрологии и способы обеспечения единства измерений;
Уметь	– использовать стандарты в практической деятельности; – выполнять задания в области сертификации технических средств, систем; – выполнять задания в области сертификации процессов, оборудования и материалов
Владеть	– навыками выбора необходимых схем и методов сертификации; – навыками самостоятельно разбираться в новых вопросах сертификации, технического нормирования, стандартизации и метрологического обеспечения; – навыками выбора метрологического оборудования, обеспечивающего необходимые диапазоны и точность измерения

#### 4 Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетные единицы, 144 академических часа, в том числе:

- контактная работа – 10,7 академических часов;
- аудиторная – 10 академических часов;
- внеаудиторная – 0,7 академических часов
- самостоятельная работа – 129,4 академических часов;
- контроль – 3,9 академических часа.

Раздел/ тема дисциплины	Курс	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>3</b>							ОПК-5 - зув ДПК-1 - зв
<i>1.1 Основные понятия. Правовые основы. Метрологическое обеспечение. Единство измерений. Метрологические службы</i>		1			5	Самостоятельное изучение учебной литературы, конспекта лекции	Устный опрос	
<i>1.2 Измеряемые величины. Виды, методы измерений. Основные положения теории погрешностей.</i>		1	2/2И <sup>1</sup>		39,4	Самостоятельное изучение учебной литературы, подготовка к лабораторным занятиям, выполнение контрольной работы	Устный опрос Контрольная работа	
<i>1.3 Средства измерения. Структурные схемы СИ. Выбор СИ</i>			2		10		Устный опрос Лабораторные работы	
<i>1.4 Измерение электрических величин</i>		1			5		Устный опрос Лабораторные работы	
<i>1.5 Измерение магнитных величин</i>					5		Устный опрос Лабораторные работы	
<i>1.6 Измерение неэлектрических величин</i>		1	2		10		Устный опрос Лабораторные работы	
<i>1.7 Измерительные информационные системы</i>					5	Самостоятельное изучение учебной литературы	Устный опрос	

Раздел/ тема дисциплины	Курс	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				
<b>Итого по разделу</b>		<b>4</b>	<b>6/2И<sup>1</sup></b>		<b>79,4</b>			
<b>Раздел 2 Основы стандартизации</b>	<b>3</b>							ДПК-1 - зув
<i>2.1 Основные понятия. Цели стандартизации. История развития</i>					10	Самостоятельное изучение учебной литературы	Устный опрос	
<i>2.2 Задачи, органы и службы стандартизации. Виды стандартов. Нормативные документы</i>					10	Самостоятельное изучение учебной литературы	Устный опрос	
<i>2.3 Методические основы стандартизации. Принципы и методы</i>					10	Самостоятельное изучение учебной литературы	Устный опрос	
<b>Итого по разделу</b>					<b>30</b>			
<b>Раздел 3 Основы сертификации</b>	<b>3</b>							ДПК-1 - зув
<i>3.1 Основные понятия, цели и объекты сертификации. История развития. Правовое обеспечение</i>					10	Самостоятельное изучение учебной литературы	Устный опрос	
<i>3.2 Обязательная и добровольная сертификация. Схемы сертификации. Органы сертификации</i>					10	Самостоятельное изучение учебной литературы	Устный опрос	
<b>Итого по разделу</b>					<b>20</b>			
<b>Итого по дисциплине:</b>		<b>4</b>	<b>6/2И<sup>1</sup></b>		<b>129,4</b>		<b>Зачет с оценкой, контрольная работа</b>	

1 – Занятия проводятся в интерактивной форме

## 5 Образовательные технологии

Для реализации предусмотренных видов учебной работы в качестве образовательных технологий в преподавании дисциплины «Метрология и средства измерений» 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;

– встречи с представителями проектных и обслуживающих предприятий: ООО «ОСК», ООО «Информсервис ММК», ООО «КонсОМ»; предполагаемые темы встреч: «Инновации в области контрольно-измерительной техники», «Интеллектуальные мехатронные системы», «Диагностика и поверка средств измерений».

– 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 и средства измерений» предусмотрена аудиторная и внеаудиторная самостоятельная работа обучающихся, которая предполагает выполнение и защиту лабораторных работ, решение контрольных задач.

Перечень лабораторных работ	Вопросы к защите
Поверка термопар	1. На каких явлениях основано действие термоэлектрических термометров? 2. Почему при подсоединении термопары к измерительному прибору, пользуются компенсационными проводами? 3. Как вводится поправка на температуру свободных концов термопары в автоматических и переносных потенциометрах, милливольтметрах? 4. Для каких термопар невозможно применение компенсационных проводов для введения поправки? 5. Пределы измерений стандартных термоэлектрических термометров? 6. При измерении температуры в печи с помощью хромель-алюмелевой термопары (тип К) вольтметр показал 7,418 мВ. Температура холодного спая была стабилизирована на уровне 30°C. Пользуясь градуировочной таблицей для данной термопары, определить температуру $T_x$ в печи

Перечень лабораторных работ	Вопросы к защите
Испытание и поверка вторичных приборов работающих в комплекте с термоэлектрическим преобразователем	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Каковы особенности методики проведения вторичного прибора Диск-250М?</li> <li>2. Что такое основная и дополнительная погрешность прибора?</li> <li>3. Какие погрешности необходимо рассчитать для того, чтобы сделать вывод о результатах поверки?</li> <li>4. Для чего выполняют поверку прибора и что понимают под классом точности прибора?</li> <li>5. Какие существуют виды поверок?</li> <li>6. Перечислить метрологические характеристики средств измерений.</li> <li>7. Что относится к неметрологическим характеристикам СИ?</li> <li>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</li> </ol>
Термометры сопротивления	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Какой принцип действия у термометров сопротивления?</li> <li>2. От чего зависит электрическое сопротивление проводника?</li> <li>3. Влияет ли на электрическое сопротивление проводника электрический ток, проходящий по проводнику?</li> <li>4. Что является термометрическим параметром в термометре сопротивления?</li> <li>5. Почему термопреобразователи изготавливают, как правило, из металлов, а не из сплавов?</li> <li>6. Какие преимущества у медного и у платинового термопреобразователей сопротивления?</li> <li>7. Какое значение при измерении температуры имеет показатель тепловой инерции?</li> <li>8. Каким параметром характеризуется чистота материала, идущего на изготовление термометра сопротивления?</li> <li>9. Что такое трёхпроводная схема включения термопреобразователя сопротивления?</li> </ol>
Испытание и поверка вторичных приборов работающих в комплекте с термометрами сопротивления	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Какие существуют методы измерения температуры?</li> <li>2. На чём основано действие термометров сопротивления?</li> <li>3. Какие материалы используют для изготовления термометров сопротивления?</li> <li>4. Какие приборы применяют в комплекте с термометрами сопротивления?</li> <li>5. Схемы подключения термометров сопротивления ко вторичному прибору</li> <li>6. Достоинства и недостатки неуравновешенных мостов.</li> <li>7. Как работает уравновешенный мост?</li> <li>8. В чём заключается условие равновесия мостов?</li> <li>9. Принцип действия работы логометрических схем</li> <li>10. Какие виды погрешностей вы знаете?</li> <li>11. Для чего выполняют поверку прибора и что понимают под классом точности прибора?</li> </ol>
Пирометры	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Какая температура называется яркостной температурой?</li> <li>2. Как определить действительную температуру тела, зная яркостную температуру?</li> <li>3. Устройство пирометров частичного излучения</li> </ol>

Перечень лабораторных работ	Вопросы к защите
	<p>4. Что такое цветовая температура?</p> <p>5. Как смещается максимум кривой распределения спектральной 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>

### Варианты задач для контрольной работы

#### В-1

1. 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.
2. При поверке омметра с пределом измерения 1000 Ом в точках 200,400,600,800,1000 Ом получили соответственно следующие показания образцового прибора: 199,5; 400,7; 601,8; 800,6; 999,93. Определить класс точности поверяемого омметра.

#### В-2

1. Имеются следующие результаты измерений:  $(0,47 \pm 0,05)$  мм;  $(53,6 \pm 0,5)$  мм и  $(2538,44 \pm 0,27)$  мм. Сравните эти результаты по точности. Какой из них самый точный? Во сколько раз точность лучшего результата больше точности самого грубого?
2. В наличии имеются четыре омметра для измерения сопротивления. Первый омметр класса точности 0,5 с пределом измерения 200 Ом; второй – класса точности 1,0 с пределом измерения 1000 Ом; третий – класса точности 2,0 с пределом измерения 400 Ом; четвертый – класса точности 0,6/0,4 с поддиапазонами измерения 50, 500, 1000 Ом. Указать омметр, который покажет наибольшую точность измерения сопротивления 150 Ом.

#### В-3

1. Для измерения напряжения  $U = 3300$  В вольтметр типа Д566/8 с конечными значениями шкалы  $U_k$ , равными 75 и 150 В, включен через измерительный трансформатор напряжения типа И510. Шкала вольтметра имеет 150 делений. Определите цену деления вольтметра  $C_v$  на всех пределах измерения, если коэффициент трансформации  $K = 6000/100$ .
2. Вольтметр имеет диапазон измерения от 0 до 250 В. Определить, какой он должен иметь класс точности при измерении напряжения 220 В с гарантированной погрешностью, не превышающей  $\pm 2\%$ .

#### В-4

1. Сопротивление магнитоэлектрического амперметра без шунта  $R_0 = 1$  Ом. Прибор имеет 100 делений, цена деления 0,001 А/дел. Определите предел измерения прибора при подключении шунта с сопротивлением  $R = 52,6 \cdot 10^{-3}$  Ом и цену деления.
2. При измерении электрического тока амперметром класса точности 1,5 с диапазоном измерения от 0 до 10 А температура окружающего воздуха составляла 10°C. Определить предельную допускаемую абсолютную погрешность.

#### В-5

1. Определите абсолютную погрешность измерения постоянного тока амперметром, если он в цепи с образцовым сопротивлением 5 Ом показал ток 5 А, а при замене прибора образцовым амперметром для получения тех же показаний пришлось уменьшить напряжение на 1 В.
2. При поверке вольтметра с пределом измерения 500 В в точках 100,200,300,400,500 В получили соответственно следующие показания образцового прибора: 99,4; 200,7; 301,5; 400,8; 499,95. Определить класс точности поверяемого вольтметра.

#### В-6

1. Сравните погрешности измерений давления в 100 кПа пружинными манометрами классов точности 0,2 и 1,0 с пределами измерений на 600 и 100 кПа, соответственно.
2. Для измерения тока используются четыре амперметра. Первый амперметр класса точности 0,1 с пределом измерения 15 мА; второй – класса точности 0,1 с пределом измерения 100 мА; третий – класса точности 0,5 с пределом измерения 15 мА; четвертый – класса точности 0,5 с пределом измерения 30 мА. Указать амперметр, который покажет наибольшую точность измерения тока 10 мА.

#### В-7

1. Вольтметр класса точности 0,5 имеет верхний предел измерения 10 В и внутреннее сопротивление  $R_v = 1500$  Ом. Этот вольтметр включили в цепь с сопротивлением  $R = 200$  Ом для измерения ЭДС  $E$ . Определите относительную методическую погрешность измерения ЭДС.
2. Амперметр имеет предел измерения 10 А. Определить, какой он должен иметь класс точности при измерении силы тока 7 А с погрешностью не более 1,2%.

#### В-8

1. Прибор класса точности 1,5 имеет шкалу 200 делений. Необходимо для этого прибора определить относительную погрешность измерения в начале шкалы (для 125 делений). Насколько эта погрешность больше погрешности на последнем – 200 делении шкалы прибора?
2. Электрическое напряжение измеряется вольтметром класса точности 1,5 с диапазоном измерения от 0 до 100 В. Определить, как должен быть записан результат измерения, если показание прибора равно 75 В, а погрешность градуировки шкалы составляет +2 В.

#### В-9

1. Выполнено однократное измерение напряжения на участке электрической цепи сопротивлением  $R=(10\pm 0.1)$  Ом с помощью вольтметра класса 0,5 по ГОСТ 8711-77 (верхний предел диапазона 1,5 В, приведенная погрешность 0,5%). Показания вольтметра 0,975 В. Измерение выполнено при температуре 25°C при возможном магнитном поле, имеющем напряженность до 300 А/м. Рассчитать погрешности.
2. Проведены 11 равноточных измерений мощности. Результаты следующие: 130,2; 130,3; 130,2; 130,3; 130,2; 129,6; 129,8; 129,9; 130,1; 129,9; 129,3 Вт. Результаты распределены нормально, дисперсия неизвестна. Оценить доверительный интервал истинного значения для вероятности 0,99 ( $t_p=3,169$ ).

#### В-10

1. В последней камере компрессора двумя пружинными манометрами на 800 кПа измерено давление воздуха. Один манометр имеет погрешность 2% от верхнего предела измерений, другой 6%. Первый показал 800 кПа, второй 790 кПа. Назовите действительное значение давления в камере, оцените возможное истинное значение давления, а также погрешность измерения давления вторым манометром.

2. При многократном измерении длины  $L$  получены значения в мм: 30,2; 30,0; 30,4; 29,7; 30,3; 29,9; 30,2. Укажите доверительные границы истинного значения длины с вероятностью  $P=0,98$  ( $t_p=3,143$ )

#### **В-11**

1. Сопротивление магнитоэлектрического амперметра без шунта  $R_0 = 1$  Ом. Прибор имеет 100 делений, цена деления 0,001 А/дел. Определите предел измерения прибора при подключении шунта с сопротивлением  $R = 52,6 \cdot 10^{-3}$  Ом и цену деления.
2. Омметр имеет предел измерения 1000 Ом. Определить, какой он должен иметь класс точности при измерении сопротивления 500 Ом с погрешностью не более 5%.

#### **В-12**

1. Микроамперметр на 100 мкА имеет шкалу в 200 делений. Определите цену деления и возможную погрешность в делениях шкалы, если на шкале прибора имеется обозначение класса точности 1,0.
2. При многократном измерении температуры  $T$  в производственном помещении получены значения в градусах Цельсия: 20,4; 20,2; 20,0; 20,5; 19,7; 20,3; 20,4; 20,1. Укажите доверительные границы истинного значения температуры в помещении с вероятностью  $P=0,95$  ( $t_p=2,365$ ).

#### **В-13**

1. Определите сопротивление шунта к магнитоэлектрическому милливольтметру, имеющему сопротивление  $R_0 = 2,78$  Ом и ток полного отклонения  $I_0 = 26$  мА, для получения амперметра на 25 А.
2. Приведены 11 равноточных результатов измерения напряжения. Результаты следующие: 130,2; 130,3; 130,2; 130,3; 130,2; 129,6; 129,8; 129,9; 130,1; 129,9; 129,3 В. Результаты распределены нормально, дисперсия неизвестна. Оценить доверительный интервал истинного значения для вероятности 0,95 ( $t_p=2,228$ ).

#### **В-14**

1. В наличии имеется два амперметра с различными характеристиками: один имеет класс точности 1 и верхний предел измерения 40 А; другой амперметр имеет класс точности 2,5 с верхним пределом измерения 15 А. Необходимо определить, у какого прибора меньше предел допускаемой основной относительной погрешности и какой прибор лучше использовать для измерения тока  $I = 4$  А.
2. При многократном измерении влажности воздуха получены значения: 65, 64, 66, 65, 63, 64, 66, 67. Укажите доверительные границы для истинного значения влажности в % с вероятностью  $P = 0,928$  ( $t_p=2,16$ ).

#### **В-15**

1. Потенциометр постоянного тока в диапазоне 0 – 50 мВ имеет основную погрешность  $\delta = \pm [0,05 + (2,5 / A)]$ , где  $A$  – показания потенциометра, мВ. Определите предел допускаемой погрешности в конце и середине диапазона измерений ( $A_k = 50$  мВ). Сравните их и класс точности 0,05 потенциометра.
2. При многократном взвешивании массы  $m$  получены значения в кг: 102; 97; 105; 100; 98; 102; 97; 99. Укажите доверительные границы истинного значения массы с вероятностью  $P=0,98$  ( $t_p=2,998$ )

#### **В-16**

1. Верхний предел измерения микроамперметра 100 мкА, внутреннее сопротивление 15 Ом. Чему должно быть равно сопротивление шунта, чтобы верхний предел измерения увеличился в 10 раз?
2. Вольтметр показывает 230 В. Среднее квадратическое отклонение показаний  $U=2$  В. Погрешность от подключения вольтметра в цепь (изменение напряжения) равна -1 В. Определить истинное значение напряжения с вероятностью  $P=0,9544$  ( $t_p=2$ ).

#### **В-17**

1. К вольтметру, сопротивление которого  $R_v = 30$  кОм, подключен резистор с сопротивлением  $R_d = 90$  кОм. При этом верхний предел измерения прибора составляет 600 В. Определите, какое напряжение можно измерять прибором без добавочного резистора  $R_d$ ?

2. В наличии имеются четыре омметра для измерения сопротивления. Первый омметр класса точности 0,5 с пределом измерения 200 Ом; второй – класса точности 1,0 с пределом измерения 1000 Ом; третий – класса точности 2,0 с пределом измерения 400 Ом; четвертый – класса точности 0,6/0,4 с поддиапазонами измерения 50, 500, 1000 Ом. Указать омметр, который покажет наибольшую точность измерения сопротивления 150 Ом.

#### **В-18**

1. Вольтметр, имеющий верхний предел измерения 3 В, имеет внутреннее сопротивление  $R_{\text{вн}} = 400$  Ом. Определите сопротивление добавочных резисторов, которые нужно подключить к вольтметру, чтобы расширить диапазон измерений до 15 и 75 В.
2. При многократном измерении температуры  $T$  в производственном помещении получены значения в градусах Цельсия: 20,4; 20,2; 20,0; 20,5; 19,7; 20,3; 20,4; 20,1. Укажите доверительные границы истинного значения температуры в помещении с вероятностью  $P=0,95$  ( $t_p=2,365$ ).

#### **В-19**

1. Для измерения тока  $I = 0,1 - 0,5$  мА необходимо определить класс точности магнитоэлектрического миллиамперметра с конечным значением шкалы  $I_k = 0,5$  мА, чтобы относительная погрешность измерения тока  $\delta$  не превышала 1%.
2. Приведены 11 равнозначных результатов измерения напряжения. Результаты следующие: 130,2; 130,3; 130,2; 130,3; 130,2; 129,6; 129,8; 129,9; 130,1; 129,9; 129,3 В. Результаты распределены нормально, дисперсия неизвестна. Оценить доверительный интервал истинного значения для вероятности 0,95 ( $t_p=2,228$ ).

#### **В-20**

1. Поправка к показанию прибора в середине его шкалы  $C = + 1$  ед. Определите абсолютную погрешность и возможный класс точности прибора, если его шкала имеет 100 делений = 100 ед.
2. Проведены 11 равнозначных измерений мощности. Результаты следующие: 130,2; 130,3; 130,2; 130,3; 130,2; 129,6; 129,8; 129,9; 130,1; 129,9; 129,3 Вт. Результаты распределены нормально, дисперсия неизвестна. Оценить доверительный интервал истинного значения для вероятности 0,99 ( $t_p=3,169$ ).

#### **В-21**

1. Микроамперметр на 100 мкА имеет шкалу в 200 делений. Определите цену деления и возможную погрешность в делениях шкалы, если на шкале прибора имеется обозначение класса точности 1,0.
2. Приведены 11 равнозначных результатов измерения напряжения. Результаты следующие: 130,2; 130,3; 130,2; 130,3; 130,2; 129,6; 129,8; 129,9; 130,1; 129,9; 129,3 В. Результаты распределены нормально, дисперсия неизвестна. Оценить доверительный интервал истинного значения для вероятности 0,95 ( $t_p=2,228$ ).

#### **В-22**

1. Омметр имеет предел измерения 1000 Ом. Определить, какой он должен иметь класс точности при измерении сопротивления 500 Ом с погрешностью не более 5%.
2. При многократном измерении длины  $L$  получены значения в мм: 30,2; 30,0; 30,4; 29,7; 30,3; 29,9; 30,2. Укажите доверительные границы истинного значения длины с вероятностью  $P=0,98$  ( $t_p=3,143$ ).

#### **В-23**

1. Амперметр имеет предел измерения 20 А. Определить, какой он должен иметь класс точности при измерении силы тока 17 А с погрешностью не более 1,3%.
2. При поверке вольтметра с пределом измерения 500 В в точках 100, 200, 300, 400, 500 В получили соответственно следующие показания образцового прибора: 99,4; 200,7; 301,5; 400,8; 499,95. Определить класс точности поверяемого вольтметра.

#### **В-24**

1. Микроамперметр на 100 мкА имеет шкалу в 400 делений. Определите цену деления и возможную погрешность в делениях шкалы, если на шкале прибора имеется обозначение класса точности 1,5.
2. При многократном взвешивании массы  $m$  получены значения в кг: 103; 96; 106; 102; 99; 102; 96; 100. Укажите доверительные границы истинного значения массы с вероятностью  $P=0,98$  ( $t_p=2,998$ )

### **В-25**

1. Прибор класса точности 1,5 имеет шкалу 400 делений. Необходимо для этого прибора определить относительную погрешность измерения в начале шкалы (для 150 делений). Насколько эта погрешность больше погрешности на последнем – 400 делении шкалы прибора?
2. Проведены 11 равнозначных измерений мощности. Результаты следующие: 130,2; 130,3; 130,2; 130,3; 130,2; 129,6; 129,8; 129,9; 130,1; 129,9; 129,3 Вт. Результаты распределены нормально, дисперсия неизвестна. Оценить доверительный интервал истинного значения для вероятности 0,99 ( $t_p=3,169$ ).

## 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-5 Способностью использовать основные приемы обработки и представления экспериментальных данных</b>		
Знать	<p>– классификацию физических величин, методов, видов и средств измерения, погрешностей для получения экспериментальных данных;</p> <p>– положения теории погрешностей, методы определения и нормирования метрологических характеристик средств измерений;</p> <p>– принцип работы средств измерения электрических, магнитных и неэлектрических величин для получения экспериментальных данных.</p>	<p><b>Перечень теоретических вопросов к зачету:</b></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.</li> </ol>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		<p>Требования, предъявляемые к материалам, термопар</p> <p>21. Преобразователи неэлектрических величин. Законы излучения</p> <p>22. Преобразователи неэлектрических величин. Пирометры</p> <p>23. Уравновешенные мосты. Достоинства, недостатки. Способы подключения термометров сопротивления</p> <p>24. Неуравновешенные мосты. Достоинства, недостатки</p> <p>25. Прибор 250М</p> <p>26. Логометрические схемы</p> <p>27. Милливольтметр. Принцип действия. Устройство. Достоинства, недостатки</p> <p>28. Измерительные информационные системы</p>
Уметь	<ul style="list-style-type: none"> <li>– использовать технические средства для измерения различных физических величин;</li> <li>– рассчитывать погрешности измерения и средств измерения;</li> <li>– обрабатывать результаты измерения</li> </ul>	<p><b>Примеры практических заданий для зачета:</b></p> <p>1. Медный термометр сопротивления имеет сопротивление <math>R_{20} = 1,75 \text{ Ом}</math>. Определить его сопротивление при 100 и 150 °С (<math>\alpha = 4,26 \cdot 10^{-3} \text{ К}^{-1}</math>)</p> <p>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</p> <p>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</p> <p>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</p>
Владеть	<ul style="list-style-type: none"> <li>– навыками работы с различными средствами измерения;</li> <li>– навыками выбора средств измерения по заданным техническим характеристикам;</li> <li>– навыками составлять структурные схемы средств измерения</li> </ul>	<p><b>Перечень лабораторных работ:</b></p> <p>1. Поверка термопар</p> <p>2. Испытание и поверка ВП, работающих в комплекте с термопарами</p> <p>3. Термометры сопротивления</p> <p>4. Испытание и поверка ВП, работающих в комплекте с термометрами сопротивления</p> <p>5. Пирометры</p>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
<b>ДПК-1 Способностью организовать метрологическое обеспечение производства систем и средств автоматизации и управления</b>		
Знать	<p>– теоретические основы метрологии, стандартизации и сертификации;</p> <p>– классификации стандарт по видам и назначению;</p> <p>– практическую базу метрологии и способы обеспечения единства измерений;</p>	<p><b>Перечень теоретических вопросов к зачету:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Основные понятия. Цели стандартизации</li> <li>2. Задачи, органы и службы стандартизации</li> <li>3. Виды стандартов. Нормативные документы</li> <li>4. Методические основы стандартизации. Принципы и методы</li> <li>5. Основные понятия, цели и объекты сертификации</li> <li>6. Схемы сертификации</li> <li>7. Правила и порядок проведения сертификации</li> <li>8. Методы сертификации</li> </ol>
Уметь	<p>– использовать стандарты в практической деятельности;</p> <p>– выполнять задания в области сертификации технических средств, систем;</p> <p>– выполнять задания в области сертификации процессов, оборудования и материалов</p>	<p><b>Примеры практических заданий для зачета:</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. Выбор и обоснование схемы сертификации услуги</li> <li>4. Изучение порядка проведения сертификации услуг</li> <li>5. Использование ГОСТов для составления схем приборов, технологических процессов</li> </ol>
Владеть	<p>– навыками выбора необходимых схем и методов сертификации;</p> <p>– навыками самостоятельно разбираться в новых вопросах сертификации, технического нормирования, стандартизации и метрологического обеспечения;</p> <p>– навыками выбора метрологического оборудования, обеспечивающего необходимые диапазоны и точность измерения</p>	<p><b>Примеры практических заданий для зачета:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Использование контрольных карт по количественным признакам для контроля качества технологического процесса</li> <li>2. Использование контрольных карт по качественным признакам для контроля качества технологического процесса</li> <li>3. Использование диаграммы разброса для контроля качества технологического процесса</li> </ol>

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

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

Зачет проводится в устной форме по теоретическим вопросам и задачам.

### **Показатели и критерии оценивания зачета с оценкой:**

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

– на оценку *«удовлетворительно»* (3 балла) – обучающийся должен усвоить основное содержание материала. При ответе определения и понятия даны не чётко, 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. 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: 14.05.2020). - Макрообъект. - Текст : электронный. - Сведения доступны также на CD-ROM.

2. 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: 14.05.2020). - Макрообъект. - Текст : электронный. - ISBN 978-5-9967-0543-6. - Имеется печатный аналог.

### **б) Дополнительная литература:**

1. 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

2. 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: 14.05.2020). - Макрообъект. - Текст: электронный. - Имеется печатный аналог.

3. 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

4. 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

5. 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. Лабораторный практикум: учеб. пособие / В.В.Гребенникова, И.Г. Самарина. – Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та, 2016. – 102 с. – Текст: непосредственный

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

##### **Программное обеспечение**

Наименование ПО	№ договора	Срок действия лицензии
MS Windows XP Professional(для	Д-1227-18 от 08.10.2018	11.10.2021
MS Office 2003 Professional	№ 135 от 17.09.2007	бессрочно
7Zip	свободно	бессрочно
FAR Manager	свободно распространяемое ПО	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	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	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	<a href="http://webofscience.com">http://webofscience.com</a>
Международная реферативная и полнотекстовая справочная база данных	<a href="http://scopus.com">http://scopus.com</a>
Международная база полнотекстовых журналов Springer Journals	<a href="http://link.springer.com/">http://link.springer.com/</a>
Международная коллекция научных протоколов по различным отраслям знаний	<a href="http://www.springerprotocols.com/">http://www.springerprotocols.com/</a>
Международная база научных материалов в области физических наук и инжиниринга	<a href="http://materials.springer.com/">http://materials.springer.com/</a>
Международная база справочных изданий по всем отраслям знаний SpringerReference	<a href="http://www.springer.com/references">http://www.springer.com/references</a>
Международная реферативная база данных по чистой и прикладной математике	<a href="http://zbmath.org/">http://zbmath.org/</a>
Международная реферативная и полнотекстовая справочная база данных	<a href="https://www.nature.com/siteindex">https://www.nature.com/siteindex</a>
Архив научных журналов «Национальный электронно-информационный концорциум»	<a href="https://archive.neicon.ru/xmlui/">https://archive.neicon.ru/xmlui/</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: лаборатория метрологии и технологических измерений	Лабораторные установки для выполнения лабораторных работ: – лабораторный стенд «Измерение расхода газа»; – лабораторный стенд «Проверка термомпар»; – лабораторный стенд «Проверка прибора Диск-

	<p>250, логометра Ш-4540/1 и прибора А-566»;</p> <ul style="list-style-type: none"> <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>
--	---