

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

« 28 » сентября 2016 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

МЕТРОЛОГИЯ И СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

Направление подготовки

27.03.04 Управление в технических системах

Профиль программы

Системы и средства автоматизации технологических процессов

Уровень высшего образования – бакалавриат

Программа подготовки – академический бакалавриат





Форма обучения
заочная

ститут
федра
рс

Энергетики и автоматизированных систем
Автоматизированных систем управления
2

Магнитогорск
2016 г.

Лист регистрации изменений и дополнений

№ п/п	Раздел программы	Краткое содержание изменения/дополнения	Дата. № протокола заседания кафедры	Подпись зав. кафедрой
1	8	Актуализация учебно-методического и информационного обеспечения	06.09.2017 г., протокол №1	
2	8	Актуализация учебно-методического и информационного обеспечения	05.09.2018 г., протокол №1	
3	8	Актуализация учебно-методического и информационного обеспечения	06.09.2019 г., протокол №1	
4	8	Актуализация учебно-методического и информационного обеспечения	02.09.2020 г., протокол №1	

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
ОПК-5 Способностью использовать основные приемы обработки и представления экспериментальных данных	
Знать	<ul style="list-style-type: none"> - 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	<ul style="list-style-type: none"> - использовать технические средства для измерения различных физических величин; - рассчитывать погрешности измерения и средств измерения; - обрабатывать результаты измерения
Владеть	<ul style="list-style-type: none"> - навыками работы с различными средствами измерения; - навыками выбора средств измерения по заданным техническим характеристикам; - навыками составлять структурные схемы средств измерения
ДПК-1 Способностью организовать метрологическое обеспечение производства систем и средств автоматизации и управления	
Знать	<ul style="list-style-type: none"> - теоретические основы метрологии, стандартизации и сертификации; - классификации стандарт по видам и назначению; - практическую базу метрологии и способы обеспечения единства измерений;
Уметь	<ul style="list-style-type: none"> - использовать стандарты в практической деятельности; - выполнять задания в области сертификации технических средств, систем; - выполнять задания в области сертификации процессов, оборудования и материалов
Владеть	<ul style="list-style-type: none"> - 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 – 19,3 академических часов;
- аудиторная – 18 академических часов;
- внеаудиторная – 1,3 академических часов
- самостоятельная работа – 120,8 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				
Раздел 1. Основы метрологии	2							ОПК-5 - зув ДПК-1 - зв
<i>1.1 Основные понятия. Правовые основы. Метрологическое обеспечение. Единство измерений. Метрологические службы</i>		2			5	Самостоятельное изучение учебной литературы, конспекта лекции	Устный опрос	
<i>1.2 Измеряемые величины. Виды, методы измерений. Основные положения теории погрешностей.</i>		2	4/4И ¹		30,8	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>		1	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>		1			5		Устный опрос Лабораторные работы	
<i>1.6 Измерение неэлектрических величин</i>		1	4		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				
Итого по разделу		8	10/4И¹		70,8			
Раздел 2 Основы стандартизации	2							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	
Итого по разделу					30			
Раздел 3 Основы сертификации	2							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	
Итого по разделу					20			
Итого по дисциплине:		8	10/4И¹		120,8		Зачет с оценкой, контрольная работа	

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 термомпар	<ol style="list-style-type: none">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

Перечень лабораторных работ	Вопросы к защите
	холодного спая была стабилизирована на уровне 30°С. Пользуясь градуировочной таблицей для данной термопары, определить температуру T_x в печи
Испытание и поверка вторичных приборов работающих в комплекте с термоэлектрическим преобразователем	<ol style="list-style-type: none"> 1. Каковы особенности методики проведения вторичного прибора Диск-250М? 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; $\textcircled{0,5}$ и 0,5
Термометры сопротивления	<ol style="list-style-type: none"> 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?
Испытание и поверка вторичных приборов работающих в комплекте с термометрами сопротивления	<ol style="list-style-type: none"> 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?
Пирометры	<ol style="list-style-type: none"> 1. Какая температура называется яркостной температурой? 2. Как определить действительную температуру тела, зная яркостную

Перечень лабораторных работ	Вопросы к защите
	<p>температуру?</p> <p>3. Устройство пирометров частичного излучения</p> <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 $t_p = 1527 \text{ }^\circ\text{C}$, коэффициент теплового излучения $\epsilon_\tau = 0,38$.</p> <p>9. Пирометр полного излучения (радиационный) имеет показатель визирования $n = 1/7$, 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 $n = 1/7$?</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 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-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 δ 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
ОПК-5 Способностью использовать основные приемы обработки и представления экспериментальных данных		
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>Перечень теоретических вопросов к зачету:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Метрология. Основные понятия и определения 2. Государственная система приборов (ГСП) 3. Единство измерений 4. Измеряемые величины. Виды измерений 5. Методы измерений. Методика выполнения измерений 6. Основные положения теории погрешностей. Классификация погрешностей 7. Вероятностные оценки погрешностей измерения 8. Средства измерения, виды. Сигналя измерительной информации 9. Метрологические характеристики. Неметрологические характеристики 10. Структурные схемы и свойства средств измерения 11. Обработка результатов измерения 12. Измерение магнитных величин. Параметры, характеристик, схемы измерения 13. Измерение неэлектрических величин. Классификация 14. Измерение температуры термометрами сопротивления (пределы измерения, градуировки). Требования, предъявляемые к материалу 15. Преобразователи неэлектрических величин. Металлические термометры сопротивления 16. Преобразователи неэлектрических величин. Полупроводниковые термометры сопротивления 17. Преобразователи неэлектрических величин. Эффекты Томсона, Зеебека и Пельтье 18. Преобразователи неэлектрических величин. Термоэлектрические преобразователи 19. Стандартные термоэлектрические преобразователи (пределы измерения, градуировки, материал электродов) 20. Способы исключения влияния температуры свободных концов термопар. Требования, предъявляемые к материалам, термопар 21. Преобразователи неэлектрических величин. Законы излучения

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 28. Измерительные информационные системы
Уметь	<ul style="list-style-type: none"> - использовать технические средства для измерения различных физических величин; - рассчитывать погрешности измерения и средств измерения; - обрабатывать результаты измерения 	Примеры практических заданий для зачета: 1. Медный термометр сопротивления имеет сопротивление $R_{20} = 1,75 \text{ Ом}$. Определить его сопротивление при 100 и 150 °С ($\alpha = 4,26 \cdot 10^{-3} \text{ К}^{-1}$) 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 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 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
Владеть	<ul style="list-style-type: none"> - навыками работы с различными средствами измерения; - навыками выбора средств измерения по заданным техническим характеристикам; - навыками составлять структурные схемы средств измерения 	Перечень лабораторных работ: 1. Поверка термопар 2. Испытание и поверка ВП, работающих в комплекте с термопарами 3. Термометры сопротивления 4. Испытание и поверка ВП, работающих в комплекте с термометрами сопротивления 5. Пирометры
ДПК-1 Способностью организовать метрологическое обеспечение производства систем и средств автоматизации и управления		
Знать	<ul style="list-style-type: none"> - теоретические основы метрологии, стандартизации и сертификации; - классификации стандарт по видам и 	Перечень теоретических вопросов к зачету: 1. Основные понятия. Цели стандартизации 2. Задачи, органы и службы стандартизации

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
	<p>назначению;</p> <p>- практическую базу метрологии и способы обеспечения единства измерений;</p>	<p>3. Виды стандартов. Нормативные документы</p> <p>4. Методические основы стандартизации. Принципы и методы</p> <p>5. Основные понятия, цели и объекты сертификации</p> <p>6. Схемы сертификации</p> <p>7. Правила и порядок проведения сертификации</p> <p>8. Методы сертификации</p>
<p>Уметь</p>	<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>Примеры практических заданий для зачета:</p> <p>1. Заполнить сертификат соответствия на заданный продукт</p> <p>2. Определение подлинности товара по штрих-коду</p> <p>3. Выбор и обоснование схемы сертификации услуги</p> <p>4. Изучение порядка проведения сертификации услуг</p> <p>5. Использование ГОСТов для составления схем приборов, технологических процессов</p>
<p>Владеть</p>	<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>Примеры практических заданий для зачета:</p> <p>1. Использование контрольных карт по количественным признакам для контроля качества технологического процесса</p> <p>2. Использование контрольных карт по качественным признакам для контроля качества технологического процесса</p> <p>3. Использование диаграммы разброса для контроля качества технологического процесса</p>

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.informsistema.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:

Наименование ПО	№ договора	Срок действия лицензии
MS Windows XP Professional(для классов)	Д-1227-18 от 08.10.2018	11.10.2021
MS Office 2003 Professional	№ 135 от 17.09.2007	бессрочно
7Zip	свободно распространяемое ПО	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	https://dlib.eastview.com/
Национальная информационно-аналитическая система – Российский индекс	URL: https://elibrary.ru/project_risc.asp
Поисковая система Академия Google (Google Scholar)	URL: https://scholar.google.ru/
Информационная система - Единое окно доступа к информационным ресурсам	URL: http://window.edu.ru/
Федеральное государственное бюджетное учреждение «Федеральный институт	URL: http://www1.fips.ru/
Российская Государственная библиотека. Каталоги	https://www.rsl.ru/ru/4readers/catalogues/
Электронные ресурсы библиотеки МГТУ им. Г.И. Носова	http://magtu.ru:8085/marcweb2/Default.asp

Федеральный образовательный портал – Экономика. Социология. Менеджмент	http://ecsocman.hse.ru/
Университетская информационная система РОССИЯ	https://uisrussia.msu.ru
Международная наукометрическая реферативная и полнотекстовая база данных	http://webofscience.com
Международная реферативная и полнотекстовая справочная база данных	http://scopus.com
Международная база полнотекстовых журналов Springer Journals	http://link.springer.com/
Международная коллекция научных протоколов по различным отраслям знаний	http://www.springerprotocols.com/
Международная база научных материалов в области физических наук и инжиниринга	http://materials.springer.com/
Международная база справочных изданий по всем отраслям знаний SpringerReference	http://www.springer.com/references
Международная реферативная база данных по чистой и прикладной математике	http://zbmath.org/
Международная реферативная и полнотекстовая справочная база данных	https://www.nature.com/siteindex
Архив научных журналов «Национальный электронно-информационный конкорциум»	https://archive.neicon.ru/xmlui/

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-методический документации
Учебная аудитория для проведения лабораторных работ: лаборатория метрологии и технологических измерений	Лабораторные установки для выполнения лабораторных работ: <ul style="list-style-type: none"> - лабораторный стенд «Измерение расхода газа»; - лабораторный стенд «Поверка термопар»; - лабораторный стенд «Поверка прибора Диск-250, логометра Ш-4540/1 и прибора А-566»; - лабораторный стенд «Испытание и поверка КСП-3, вольтметра Ш-4540, прибора Диск-250»; - лабораторный стенд «Измерение уровня жидкостей»; - лабораторный стенд «Измерение уровня сыпучих материалов»; - лабораторный стенд «Преобразователи

	<p>давления Метран»;</p> <ul style="list-style-type: none">- лабораторный стенд «Статические и динамические характеристики объекта управления» <p>Электронные плакаты по курсу "Основы метрологии и технические измерения" (136), ключ на 2 ПК.</p>
--	---