



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова»



УТВЕРЖДАЮ
Директор ИЭиАС
С.И. Лукьянов
27.09.2017 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

МЕТРОЛОГИЯ

Направление подготовки (специальность)
15.03.06 МЕХАТРОНИКА И РОБОТОТЕХНИКА

Направленность (профиль/специализация) программы
Мехатронные системы в автоматизированном производстве

Уровень высшего образования – бакалавриат
Программа подготовки – академический бакалавриат

Форма обучения
очная

Институт/ факультет	Институт энергетики и автоматизированных систем
Кафедра	Электроснабжения промышленных предприятий
Курс	3
Семестр	5

Магнитогорск
2017 год

Рабочая программа составлена на основе ФГОС ВО по направлению подготовки 15.03.06 Мехатроника и робототехника, утвержденного приказом Минобрнауки РФ от 12 марта 2015 г. № 206.

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры электроснабжения промышленных предприятий «5» сентября 2017 г., протокол №1.

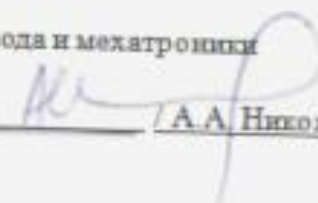
Зав. кафедрой  / Г.П.Корнилов /

Рабочая программа одобрена методической комиссией института энергетики и автоматизированных систем «27» сентября 2017 г., протокол № 1.

Председатель  / С.И.Лувьников /

Согласовано:

Зав. кафедрой автоматизированного электропривода и мехатроники

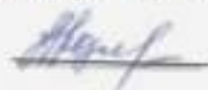
 / А.А.Николаев /

Рабочая программа составлена:
доцент каф. ЭИП, канд. техн. наук

 / К.З.Одинцов /

Рецензент:

начальник отд. Электропривода ЦЭТЛ ПАО «ММК», канд. техн. наук

 / А.Ю.Юдин /

1. Цели освоения дисциплины

Целью изучения дисциплины «Метрология» является формирование у обучающихся комплекса знаний в области измерения физических величин: основных параметров и характеристик средств измерения, видов погрешностей, методов обработки результатов измерений, методов измерения в электрических цепях и основных технических средств для реализации этих методов.

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы подготовки бакалавра

Дисциплина «Метрология» входит в вариативную часть (дисциплины по выбору) блока 1 образовательной программы.

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

Математика: линейная алгебра, теория функций комплексного переменного, дифференциальные уравнения, преобразование Фурье, вероятность и статистика.

Физика: механика (вращательное движение), электричество и магнетизм.

Информатика: навыки работы с персональным компьютером и в сети Интернет, умение использовать прикладное программное обеспечение, в частности: пакеты универсальных математических программ, текстовый процессор и редактор формул.

Электротехника и электроника: электрические цепи постоянного и переменного тока, трехфазные электрические цепи, взаимдукция, несинусоидальный ток, магнитные цепи.

Минимальные требования к «входным» знаниям, необходимым для успешного усвоения данной дисциплины: удовлетворительное усвоение программ по указанным выше разделам математики, физики и информатики, теоретических основ электротехники, владение персональным компьютером на уровне уверенного пользователя.

Знания (умения, владения), полученные при изучении данной дисциплины, будут необходимы при изучении следующих дисциплин: «Электрические машины», «Силовая электроника», «Электрические и электронные аппараты».

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
Код и содержание компетенции ПК-13 - готовность участвовать в проведении предварительных испытаний составных частей опытного образца мехатронной или робототехнической системы по заданным программам и методикам и вести соответствующие журналы испытаний	
Знать	<ul style="list-style-type: none">- основные методы измерения электрических и неэлектрических величин;- принципы действия технических средств измерений, основы теории погрешности измерений, правила обработки результатов измерений и оценивания погрешностей;- важнейшие свойства и характеристики средств измерений, назначение и область применения основных измерительных приборов;- основные методы измерения электрических и неэлектрических величин;- методы диагностирования электротехнического оборудования и прин-

	<p>ципы, заложенные в каждом из них;</p> <ul style="list-style-type: none"> - требуемые метрологические характеристики измерительных приборов, используемых при проведении испытаний.
Уметь	<ul style="list-style-type: none"> - определять погрешности измерений; - выбирать средства измерений, эффективные методы и приборы согласно метрологическому назначению и технической документации, организовывать измерительный эксперимент, обрабатывать и представлять результаты измерений в соответствии с принципами метрологии; - экспериментальным способом определять характеристики электрического оборудования; - применять устройства для расширения пределов измерения по току, напряжению, мощности на постоянном и переменном токе.
Владеть	<ul style="list-style-type: none"> - методами выбора электротехнических, электронных, электроизмерительных устройств и навыками использования приборов для измерения электрических величин; - приемами проведения экспериментальных исследований электрических цепей и электротехнических устройств; - владеть методикой обработки полученных результатов измерений с ответственности с нормативной документацией; - практическими навыками измерения электрических величин, с использованием нескольких способов измерения, владеть методикой оценки точности полученных результатов; - навыками самостоятельного пользования стандартами Государственной системы обеспечения единства измерений и другими обязательными к применению нормативно-техническими документами.

4. Структура и содержание дисциплины «Метрология» для очной формы обучения

Общая трудоемкость дисциплины составляет: единиц – 3; часов – 108

- контактная работа – 37 академических часов, в том числе:
 - аудиторная работа – 36 академических часов;
 - внеаудиторная работа – 1 академический час;
- самостоятельная работа – 71 академический час.
- Форма аттестации – зачет

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	лабораторные занятия	практические занятия				
1. Введение. Содержание и структура дисциплины. Методика и организация процесса обучения.	5	1	2	-	2	Изучение лабораторных стендов. Изучение техники безопасности и порядка выполнения лабораторного практикума.	Устный опрос.	ПК-13 зу
2. Основные понятия, связанные с объектами и средствами измерений. Погрешности измерений (абсолютная, относительная, приведенная). Класс точности. Понятие многократного измерения и метрологического обеспечения. Электрический сигнал и формы его представления.	5	1	2/И	-	6	Подготовка к выполнению лабораторной работы № 1 «Погрешности измерений». Оформление конспекта лабораторной работы. Подготовка к коллоквиуму по лабораторной работе № 1.	Выполнение лабораторной работы №1. Коллоквиум по лабораторной работе №1. Проверка конспекта по данной теме.	ПК-13 ув
3. Классификация средств измерений: эталоны, меры, измерительные преобразователи, электромеханические и электронные из-	5	1			7	Конспектирование материала, выданного на самостоятельную проработку.	Устный опрос. Проверка конспекта по данной теме.	ПК-13 зв

Раздел/ тема дисциплины	Семестр	Аудиторная контактная работа (в акад. часах)			Самостоятельная работа (в акад. час.)	Вид самостоятельной работы	Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Код и структурный элемент компетенции
		лекции	лабораторные занятия	практические занятия				
мерительные приборы, цифровые измерительные приборы, применение вычислительной техники при измерениях. Информационно–измерительные системы и измерительно–вычислительные комплексы. Основные параметры средств измерения.						Подготовка к контрольному опросу.		
4. Методы и средства измерения напряжений и токов на постоянном токе. Магнитоэлектрический измерительный механизм. Шунты и добавочные сопротивления – как способы расширения пределов измерения на постоянном токе.	5	2	2/1И	-	7	Подготовка к выполнению лабораторной работы № 2 «Измерения в цепях постоянного тока». Оформление конспекта лабораторной работы. Подготовка к коллоквиуму по лабораторной работе.	Выполнение лабораторной работы № 2. Коллоквиум по лабораторной работе № 2. Проверка конспекта по данной теме.	ПК-13 зв
5. Классификация методов измерения: прямые, косвенные, совмещенные, дифференциальные, компенсационные. Электромагнитный измерительный механизм. Электродинамический и ферродинамический измерительные механизмы. Методы и средства измерения напряжений и токов на переменном токе.	5	2	2/1И	-	7	Подготовка к выполнению лабораторной работы № 3 «Измерения в цепях переменного тока». Оформление конспекта лабораторной работы. Подготовка к коллоквиуму по лабораторной работе № 3.	Выполнение лабораторной работы № 3. Коллоквиум по лабораторной работе № 3. Проверка конспекта по данной теме.	ПК-13 ув
6. Измерительные трансформаторы тока и напряжения – устройство и принцип дейст-	5	2	2/1И	-	7	Конспектирование материала, выданного на самостоятельную про-	Коллоквиум по данной теме.	ПК-13 зу

Раздел/ тема дисциплины	Семестр	Аудиторная контактная работа (в акад. часах)			Самостоятельная работа (в акад. час.)	Вид самостоятельной работы	Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Код и структурный элемент компетенции
		лекции	лабораторные занятия	практические занятия				
вия. Схемы включения измерительных трансформаторов в однофазную и трехфазную цепь.						работку. Подготовка к коллоквиуму.	Проверка конспекта по данной теме.	
7. Измерение параметров электрических цепей. Аналоговый омметр. Мост постоянного тока для измерения активных сопротивлений. Мегаомметр. Мосты переменного тока для измерения емкостей и индуктивностей.	5	2	2/1И	-	7	Подготовка к выполнению лабораторной работы № 4 «Измерение параметров электрических цепей». Оформление конспекта лабораторной работы. Подготовка к коллоквиуму по лабораторной работе.	Выполнение лабораторной работы № 4. Коллоквиум по лабораторной работе № 4. Проверка конспекта по данной теме.	ПК-13 зу
8. Устройство и принцип действия ваттметра. Угловая погрешность ваттметра. Измерение активной мощности в трехфазных симметричных цепях (метод одного ваттметра). Схема для измерения мощности с искусственной нейтральной точкой.	5	2	2/1И	-	7	Подготовка к выполнению лабораторной работы № 5 «Измерения в симметричных трехфазных цепях». Оформление конспекта лабораторной работы. Подготовка к коллоквиуму по лабораторной работе № 5.	Выполнение лабораторной работы № 5. Коллоквиум по лабораторной работе № 5. Проверка конспекта по данной теме.	ПК-13 ув
9. Измерение мощности в трехфазных несимметричных цепях (методы двух и трех ваттметров). Измерение реактивной мощности.	5	2	2	-	7	Подготовка к выполнению лабораторной работы № 6 «Измерения в несимметричных трехфазных цепях». Оформление конспекта лабораторной работы. Подготовка к коллоквиуму по ла-	Выполнение лабораторной работы № 6. Коллоквиум по лабораторной работе № 6. Проверка конспекта по данной теме.	ПК-13 ув

Раздел/ тема дисциплины	Семестр	Аудиторная контактная работа (в акад. часах)			Самостоятельная работа (в акад. час.)	Вид самостоятельной работы	Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Код и структурный элемент компетенции
		лекции	лабораторные занятия	практические занятия				
						бораторной работе № 6.		
10. Электронно-лучевой осциллограф. Структура, режимы работы, двухканальный режим работы однолучевого осциллографа.	5	1	2	-	7	Подготовка к выполнению лабораторной работы № 7 «Измерения с помощью электронного осциллографа». Оформление конспекта лабораторной работы. Подготовка к коллоквиуму по лабораторной работе № 7.	Выполнение лабораторной работы №7. Коллоквиум по лабораторной работе № 7. Проверка конспекта по данной теме.	ПК-13 зуб
11. Цифровые измерительные приборы. Методы квантования: квантование по уровню и дискретизация, классификация цифровых измерительных приборов. Структура основных типов цифровых приборов. Цифровой вольтметр с время-импульсным преобразованием. Цифровые вольтметры с однократным и двухтактным интегрированием. Погрешности при цифровом измерении напряжения. Цифровой осциллограф.	5	2	-	-	7	Конспектирование материала, выданного на самостоятельную проработку. Подготовка к коллоквиуму.	Коллоквиум по данной теме. Проверка конспекта по данной теме.	ПК-13 зв
Итого за семестр		18	18/ 6И	-	71		Зачёт	
Итого по дисциплине		18	18/ 6И	-	71		Зачёт	

5. Образовательные технологии

Для реализации предусмотренных видов учебной работы в качестве образовательных технологий в преподавании дисциплины «Метрология» используются традиционная технология и технология проблемного обучения. Передача необходимых теоретических знаний и формирование основных представлений может происходить с использованием мультимедийного оборудования.

Лекции проходят в традиционной форме, в форме лекций-консультаций и проблемных лекций. Теоретический материал на проблемных лекциях является результатом усвоения полученной информации посредством постановки проблемного вопроса и поиска путей его решения. На лекциях – консультациях изложение нового материала сопровождается постановкой вопросов и дискуссией в поисках ответов на эти вопросы.

При проведении лабораторных занятий используются работа в команде и методы информационных технологий.

6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов

Примерные вопросы коллоквиумов по темам

Коллоквиум №1. Тема: «Погрешности измерений»

1. Какие критерии приняты для классификации погрешностей?
2. Что такое погрешность?
3. Какие есть способы выражения погрешностей?
4. Что такое поправка?
5. Чем отличается динамическая погрешность от статической?
6. Что такое нормирующее значение средства измерения?
7. Что такое класс точности средства измерения. Как он выражается?
8. В чём особенность нахождения погрешности косвенных измерений?

Коллоквиум №2. Тема: «Измерения в цепях постоянного тока»

1. На базе каких измерительных механизмов можно выполнить амперметры постоянного тока?
2. Как рассчитать шунт для расширения предела измерения амперметра в n раз?
3. Как влияют шунты на температурную стабильность?
4. Как из амперметра сделать вольтметр?
5. Какие требования предъявляются к измерительным механизмам для построения вольтметров?
6. В чём сущность методической погрешности косвенного метода измерения мощности?

Коллоквиум №3. Тема: «Измерения в цепях переменного тока»

1. Какие измерительные механизмы используются для построения приборов для цепей переменного тока?
2. Перечислите основные формы переменных электрических сигналов и их основные характеристики.
3. В чём особенность использования магнитоэлектрического измерительного механизма в цепях переменного тока?
4. Как расширить предел измерения амперметра в цепях переменного тока?
5. Какие отличительные особенности имеют ваттметры переменного тока от ваттметров постоянного тока?
6. Как строятся вольтметры переменного тока.

Коллоквиум № 4. Тема: «Измерение параметров электрических цепей»

1. Перечислите параметры электрических цепей и их компонентов.
2. Как устроены магнитоэлектрические омметры?
3. Как с помощью измерительного моста определить активное сопротивление?
4. Какие достоинства и недостатки у метода измерения активного сопротивления «амперметр-вольтметр»?
5. Какие есть способы и методы измерения индуктивности катушки?
6. Какие есть способы и методы измерения ёмкости конденсатора?

Коллоквиум № 5. Тема: «Измерения в симметричных трехфазных цепях»

1. Как связаны между собой линейные и фазные параметры в трехфазной системе?
2. В каких цепях применим метод одного ваттметра для измерения активной и реактивной мощностей?
3. Привести схему включения приборов для измерения тока, напряжения, активной и реактивной мощности в симметричной трехфазной системе соединения «звезда» с доступной нейтральной точкой.
4. Привести схему включения приборов для измерения тока, напряжения, активной и реактивной мощности в симметричной трехфазной системе соединения «звезда» с недоступной нейтральной точкой.
5. Привести схему включения приборов для измерения тока, напряжения, активной и реактивной мощности в симметричной трехфазной системе соединения «звезда» с недоступной нейтральной точкой.
6. Привести схему включения приборов для измерения тока, напряжения, активной и реактивной мощности в симметричной трехфазной системе соединения «треугольник».

Коллоквиум № 6. Тема: «Измерения в несимметричных трехфазных цепях»

1. При каких условиях трехфазная цепь является несимметричной?
2. Перечислите виды несимметрии в трехфазных цепях.
3. Приведите варианты схем включения двух ваттметров для измерения активной мощности.
4. При каких условиях показания одного из ваттметров, включенных по схеме двух ваттметров, будут отрицательными?
5. При каких условиях показания обоих ваттметров, включенных по схеме двух ваттметров, будут одинаковыми?
6. Приведите варианты схем включения двух ваттметров для измерения реактивной мощности.

Коллоквиум № 7. Тема: «Измерения с помощью электронного осциллографа»

1. Как осуществляется перемещение электронного луча осциллографа в вертикальном и горизонтальном направлениях?
2. Чем отличаются режимы внутренней и внешней синхронизации?
3. Перечислить основные технические и метрологические параметры осциллографа.
4. Чем обусловлена нелинейность развертки осциллографа?
5. Как измерить с помощью осциллографа ток, напряжение, фазовый угол сдвига?
6. Перечислить основные режимы работы осциллографа.

7. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
<p>ПК-13 - готовность участвовать в проведении предварительных испытаний составных частей опытного образца мехатронной или робототехнической системы по заданным программам и методикам и вести соответствующие журналы испытаний</p>		
<p>Знать</p>	<ul style="list-style-type: none"> - основные методы измерения электрических и неэлектрических величин; - принципы действия технических средств измерений, основы теории погрешности измерений, правила обработки результатов измерений и оценивания погрешностей; - важнейшие свойства и характеристики средств измерений, назначение и область применения основных измерительных приборов; - основные методы измерения электрических и неэлектрических величин; - методы диагностирования электротехнического оборудования и принципы, заложенные в каждом из них; - требуемые метрологические характеристики измерительных приборов, используемых при проведении испытаний. 	<p><u>Перечень теоретических вопросов:</u></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Основные понятия и определения: метрология, физическая величина, значение физической величины, единица физической величины, измерение, истинное и действительное значения физической величины, погрешность измерения, точность измерения. 2. Электрические сигналы - классификация (детерминированные и случайные, периодические и непериодические, синусоидальные и несинусоидальные). Средневыпрямленное и среднеквадратичные значения сигнала, коэффициенты амплитуды и формы. 3. Случайные сигналы: выборочная функция, среднее значение, корреляционная функция, стационарные и нестационарные сигналы, эргодический сигнал, математическое ожидание и дисперсия. 4. Классификация измерений: прямые и косвенные, непосредственной оценки и метод сравнения с мерой. 5. Классификация средств измерений: меры, измерительные преобразователи, измерительные приборы, измерительные установки. Эталон, образцовое и рабочее средства измерения. Поверка прибора. 6. 6 Классификация измерительных приборов по обобщенным признакам: электромеханические и электронные приборы, аналоговые и цифровые приборы, показывающие и регистрирующие приборы. 7. Метрологические характеристики средств измерений: функция преобразования измерительного прибора, чувствительность, цена деления, порог чувствительности, диапазон измерений. 8. Погрешности измерений: абсолютная, относительная и приведенная, инструментальная и методическая, основная и дополнительная, динамическая.

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		<p>9. Класс точности, нормирующее значение.</p> <p>10. Аналоговые электромеханические измерительные приборы: устройство и принцип работы.</p> <p>11. Условные обозначения систем электроизмерительных приборов и значение знаков, наносимых на их шкалы.</p> <p>12. Магнитоэлектрический измерительный механизм.</p> <p>13. Электромагнитный измерительный механизм.</p> <p>14. Электродинамический и ферродинамический измерительные механизмы.</p> <p>15. Индукционный измерительный механизм.</p> <p>16. Масштабные измерители напряжения: шунты, делители напряжения, трансформаторы тока и напряжения.</p> <p>17. Измерения напряжения и тока в цепях постоянного тока: типы используемых измерительных механизмов, расширение пределов измерений по току и напряжению.</p> <p>18. Погрешности измерения тока и напряжения, вносимые включением амперметра и вольтметра.</p> <p>19. Косвенное измерение токов.</p> <p>20. Измерение переменных токов и напряжений: без преобразователей рода тока и с преобразователями рода тока, типы используемых измерительных механизмов и области их использования, расширение пределов измерения по току и напряжению, одно- и двухполупериодные схемы выпрямления.</p> <p>21. Электронные вольтметры.</p> <p>22. Измерение мощности. Устройство ваттметра, особенности его использования на постоянном и переменном токе, угловая погрешность. Косвенное измерение мощности.</p> <p>23. Ваттметр с преобразователем Холла. Электрический счетчик электроэнергии на основе индукционного измерительного механизма, на основе широтно-импульсной модуляции (ШИМ).</p> <p>24. Измерение активной мощности в трехфазных цепях: методы одного, двух и трех ваттметров, метод одного ваттметра с искусст-</p>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		<p>венной нулевой точкой.</p> <p>25. Измерение реактивной мощности в трехфазных цепях при симметричной и несимметричной нагрузках.</p> <p>26. Электронный частотомер на приборе конденсаторного типа. Фазометр на основе преобразования угла сдвига фаз во временной интервал.</p> <p>27. Измерение сопротивлений омметром: последовательная и параллельные схемы включения измерительного механизма.</p> <p>28. Измерение сопротивлений с помощью моста постоянного тока.</p> <p>29. Мегомметр. Устройство, принцип действия, методика измерений.</p> <p>30. Метод амперметра-вольтметра при измерении сопротивлений.</p> <p>31. Измерение емкостей и индуктивностей. Косвенные и прямые методы.</p> <p>32. Мосты переменного тока для измерений емкостей и индуктивностей.</p> <p>33. Электронный осциллограф: назначение, устройство электронно-лучевой трубки, блочная схема электронной части: схема синхронизации, генератор развертки, двухканальный режим однолучевого осциллографа.</p> <p>34. Цифровые измерительные приборы: дискретизация, квантование, цифровое кодирование. Классификация цифровых приборов по способу преобразования непрерывной величины в дискретную: кодоимпульсное, время- и частотно-импульсное.</p> <p>35. Цифровой вольтметр с времяимпульсным преобразованием.</p>
Уметь	<ul style="list-style-type: none"> - определять погрешности измерений; - выбирать средства измерений, эффективные методы и приборы согласно метрологическому назначению и технической документации, организовывать измерительный эксперимент, обрабатывать и представлять результаты измерений в соответствии с 	<p><u>Примерные практические задания:</u></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. По условному обозначению на лицевой панели прибора определить название, тип прибора, тип измерительного механизма, класс точности, рабочее положение. 2. Предел измерения амперметра $I_{ном}=1A$, сопротивление измерительной обмотки $0,02 \text{ Ом}$, включен с шунтом. Рассчитать сопротивление шунта $R_{ш}$, если при токе нагрузки 5 А прибор показывал ток 1 А. 3. Вольтметр с диапазоном измерений 200 В

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
	<p>принципами метрологии;</p> <ul style="list-style-type: none"> - экспериментальным способом определять характеристики электрического оборудования; - применять устройства для расширения пределов измерения по току, напряжению, мощности на постоянном и переменном токе. 	<p>имеет класс точности 1,0. Какова максимальная возможная абсолютная погрешность при показаниях прибора 105 В.</p> <p>4. Ваттметр имеет номинальные данные $U_{ном}=250\text{ В}$, $I_{ном}=1\text{ А}$, $R_w=5\text{ кОм}$ количество делений на шкале – 50. Прибор включён с добавочным сопротивлением $R_d=15\text{ кОм}$. Определить цену деления.</p> <p>5. Нагрузка с номинальным сопротивлением 125 Ом подключена к источнику постоянного напряжения 50 В с внутренним сопротивлением 1,2 Ом. Рассчитать относительную погрешность, вносимую вольтметром с номинальным напряжением 200 В и током измерительного механизма 50 мА.</p>
Владеть	<ul style="list-style-type: none"> - методами выбора электротехнических, электронных, электроизмерительных устройств и навыками использования приборов для измерения электрических величин; - приемами проведения экспериментальных исследований электрических цепей и электротехнических устройств; - владеть методикой обработки полученных результатов измерений с соответствии с нормативной документацией; - практическими навыками измерения электрических величин, с использованием нескольких способов измерения, владеть методикой оценки точности полученных результатов; - навыками самостоятельного пользования стандартами Государственной системы обеспечения единства измерений и другими обязательными к применению нормативно-техническими документами. 	<p><u>Перечень лабораторных работ:</u></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Правила техники безопасности в лаборатории. Правила выполнения, оформления и сдачи лабораторных работ. 2. Погрешности измерений 3. Измерения в цепях постоянного тока 4. Измерения в цепях переменного тока 5. Измерение параметров электрических цепей 6. Измерения в симметричных трехфазных цепях 7. Измерения в несимметричных трехфазных цепях 8. Измерения с помощью электронного осциллографа

Порядок проведения промежуточной аттестации, показатели и критерии оценивания (в соответствии с формируемыми компетенциями и планируемыми результатами обучения):

Для получения зачета по дисциплине «Метрология» обучающийся показывает знания на уровне воспроизведения и объяснения информации, навыки решения простых задач в области метрологии и электрических измерений, умеет пользоваться современными измерительными приборами, владеет практическими навыками работы со средствами измерений.

8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины «Метрология»

а) Основная литература:

1. Средства электрических измерений и их поверка : учебное пособие / К. К. Ким, Г. Н. Анисимов, А. И. Чураков ; под редакцией К. К. Кима. — Санкт-Петербург : Лань, 2018. — 316 с. — ISBN 978-5-8114-3031-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/107287> (дата обращения: 24.09.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
2. Измерения в электрических сетях 0,4...10 кВ : учебное пособие / Н. М. Попов. — Санкт-Петербург : Лань, 2019. — 228 с. — ISBN 978-5-8114-3598-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/118629> (дата обращения: 24.09.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

б) Дополнительная литература:

1. Контроль и метрологическое обеспечение средств и систем автоматизации. Основы метрологии и автоматизации : учебное пособие / Ю. А. Смирнов. — Санкт-Петербург : Лань, 2020. — 240 с. — ISBN 978-5-8114-3934-8. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/126912> — Режим доступа: для авториз. пользователей.
2. 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/product/988250> – Режим доступа: по подписке.
3. Шишмарёв, В. Ю. Электрорадиоизмерения : учебник для вузов / В. Ю. Шишмарёв, В. И. Шанин. — 3-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 345 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-11645-8. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/453875> – Режим доступа: по подписке

в) Методические указания и учебные пособия

1. Храмшин, Т.Р. Погрешности измерений: Методические указания к лабораторной работе № 1 по дисциплине «Метрология» / Т.Р. Храмшин, К.Э. Одинцов, Р.Р. Храмшин; ; Магнитогорский гос. технический ун-т им.Г.И.Носова. Магнитогорск : МГТУ им. Г.И.Носова, 2014.-16 с. : ил.,граф., схемы, таб. -Текст: непосредственный.
2. Храмшин, Т.Р. Измерения в цепях переменного тока: Методические указания к лабораторной работе № 3 по дисциплине «Метрология» / Т.Р. Храмшин, К.Э. Одинцов, Г.В. Шурыгина ; Магнитогорский гос. технический ун-т им.Г.И.Носова. Магнитогорск : МГТУ им. Г.И.Носова, 2015.-10 с. :ил.,граф., схемы, таб. -Текст: непосредственный.
3. Храмшин, Т.Р. Измерение параметров электрических цепей: Методические указания к лабораторной работе № 4 по дисциплине «Метрология» / Т.Р. Храмшин, К.Э. Одинцов, Г.В. Шурыгина; Магнитогорский гос. технический ун-т им.Г.И.Носова. Магнитогорск : МГТУ им. Г.И.Носова, 2015.-8 с. :ил.,граф., схемы, таб. -Текст: непосредственный.
4. Храмшин, Т.Р. Измерения в симметричных трехфазных цепях: Методические указания к лабораторной работе № 5 по дисциплине «Метрология» / Т.Р. Храмшин, К.Э. Одинцов, В.Р. Храмшин, О.И. Петухова; Магнитогорский гос. технический ун-т

им.Г.И.Носова. Магнитогорск : МГТУ им. Г.И.Носова, 2013.-8 с. :ил.,граф., схемы, таб. - Текст: непосредственный.

5. Храмшин, Т.Р. Измерения в несимметричных трехфазных цепях: Методические указания к лабораторной работе № 6 по дисциплине «Метрология» / Т.Р. Храмшин, К.Э. Одинцов, В.Р. Храмшин, О.И. Петухова; Магнитогорский гос. технический ун-т им.Г.И.Носова. Магнитогорск : МГТУ им. Г.И.Носова, 2013.-8 с. :ил.,граф., схемы, таб. - Текст: непосредственный.

6. Храмшин, Р.Р. Электрические приборы и измерения : Методические указания к лабораторной работе № 8 по дисциплине «Электротехника и основы электроники» / Р.Р. Храмшин, Г.В. Шохина, Т.П. Ларина, Т.Р. Храмшин; Магнитогорский гос. технический ун-т им.Г.И.Носова. Магнитогорск : МГТУ им. Г.И.Носова, 2014.-24 с. : ил.,граф., схемы, таб. - Текст: непосредственный.

г) Программное обеспечение и Интернет-ресурсы: Программное обеспечение

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
MathWorks MathLab v.2014 Classroom License	К-89-14 от 08.12.2014	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»	https://dlib.eastview.com/
Национальная информационно-аналитическая система – Российский индекс научного цитирования (РИНЦ)	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/
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

9. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Тип и название аудитории	Оснащение аудитории
Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа - ауд.365	Мультимедийные средства хранения, передачи и представления информации
Учебные лаборатории для проведения лабораторных работ: лаборатория электрических цепей ауд. 358	Универсальный лабораторный стенд по электрическим цепям, электрическим измерениям -9 шт. Наглядные пособия-плакаты-12 шт.
Учебные лаборатории для проведения лабораторных работ: лаборатория электрических цепей ауд. 354	Универсальный лабораторный стенд по электрическим цепям, электрическим измерениям -8 шт. Наглядные пособия-плакаты-11 шт.
Учебная аудитория для проведения практических занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации ауд. 357, 354, 358, 361	Доска, мультимедийный проектор, экран
Помещение для самостоятельной работы обучающихся ауд. 343	Персональные компьютеры с пакетом MS Office, выходом в Интернет и доступом в электронную информационно-образовательную среду университета
Помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования ауд. 356	Стеллажи, сейфы для хранения учебного оборудования. Инструменты для ремонта лабораторного оборудования