



Лист регистрации изменений и дополнений

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| №  п/п | Раздел  РПД  (модуля) | Краткое содержание  изменения/дополнения | Дата, №  протокола  заседания  кафедры | Подпись  зав.  кафедрой |
| 1. | 3,6,7 | Выполнена корректировка разделов | 5.09.2018  протокол № 2 | Корнилов Г.П |
| 2. | 8,9 | Выполнена корректировка разделов | 9.10.2019  протокол № 2 | Корнилов Г.П |
| 3. | 6,7,8 | Выполнена корректировка разделов | 2.09.2020  протокол № 1 | Корнилов Г.П  Рисунок (3) |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |

* + - 1. **Цели освоении дисциплины**

Целью изучения дисциплины «Метрология» является формирование у обучающих ся 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.

* + - 1. Место дисциплины в структуре образовательной программы подготовки бакалавра

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

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

Математика: линейная алгебра, теория функций комплексного переменного, диффе ренциальные 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 универ сальных математических программ, текстовый процессор и редактор формул.

Электротехника и электроника: электрические цепи постоянного и переменного то ка, трехфазные электрические цепи, взаимоиндукция, несинусоидальный ток, магнитные цепи.

Минимальные требования к «входным» знаниям, необходимым для успешного ус воении данной дисциплины: удовлетворительное усвоение программ по указанных выше разделам математики, физики и информатики, теоретических основ электротехники, вла дение 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».

* + - 1. 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 про- граммам и методикам и вести соответствующие журналы испытаний | |
| **Знать** | * основные методы измерения электрических и неэлектрических вели- чин; * принципы действия технических средств измерений, основы теории по- грешности измерений, правила обработки результатов измерений и оце- нивания 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- |

|  |  |
| --- | --- |
|  | ципы, заложенные в каждом из них;  - требуемые метрологические характеристики измерительных приборов, используемых при проведении испытаний. |
| **Уметь** | * определять погрешности измерений; * выбирать средства измерений, эффективные методы и приборы согласно метрологическому назначению и технической документации, организо- вывать измерительный эксперимент, обрабатывать и представлять ре- зультаты измерений в соответствии с принципами метрологии; * экспериментальным способом определять характеристики электриче- ского оборудования; * применять устройства для расширения пределов измерения по току, на- пряжению, мощности на постоянном и переменном токе. |
| **Владеть** | * методами выбора электротехнических, электронных, электроизмери- тельных устройств и навыками использования приборов для измерения электрических величин; * приемами проведения экспериментальных исследований электриче- ских цепей и электротехнических устройств; * владеть методикой обработки полученных результатов измерений с со- ответствии с нормативной документацией; * практическими навыками измерения электрических величин, с исполь- зованием 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. |

* + - 1. Структура и содержание дисциплины «Метрология» для очной формы обучения

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

* контактная работа – 37 акад. часов, в том числе:
  + аудиторная работа –36 акад. час;
  + внеаудиторная работа –1 акад. час;
* самостоятельная работа – 71 акад. час.
* Форма аттестации – зачет

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Раздел/ тема дисциплины** | **Семестр** | **Аудиторная контактная работа**  **(в акад. ча- сах)** | | | **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** |
| 1. Введение. Содержание и структура дис- циплины. Методика и организация процесса обучения. | 5 | 1 | 2 | - | 2 | Изучение лабораторных стендов. Изучение техники безопасности и порядка выполнения лабораторно-  го практикума. | Устный опрос. | ПК-13 зу |
| 2. Основные понятия, связанные с объекта- ми и средствами измерений. Погрешности измерений (абсолютная, относительная, при- веденная). Класс точности. Понятие много- кратного измерения и метрологического  обеспечения. Электрический сигнал и фор- мы его представления. | 5 | 1 | 2/1И | - | 6 | Подготовка к выполнению лабо- раторной работы № 1 «Погрешно- сти измерений». Оформление кон- спекта лабораторной работы.  Подготовка к коллоквиуму по ла- бораторной работе № 1. | Выполнение лаборатор- ной работы №1.  Коллоквиум по лабора- торной работе №1.  Проверка конспекта по данной теме. | ПК-13 ув |
| 3. Классификация средств измерений: эта-  лоны, меры, измерительные преобразовате- ли, электромеханические и электронные из- | 5 | 1 |  |  | 7 | Конспектирование материала, вы-  данного на самостоятельную про- работку. | Устный опрос.  Проверка конспекта по данной теме. | ПК-13 зв |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Раздел/ тема дисциплины** | **Семестр** | **Аудиторная контактная работа**  **(в акад. ча- сах)** | | | **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 из- мерительные приборы, применение вычис- лительной техники при измерениях. Инфор- мационно–измерительные системы и изме- рительно–вычислительные комплексы. Ос-  новные параметры средств измерения. |  |  |  |  |  | Подготовка к контрольному опро- су. |  |  |
| 4. Методы и средства измерения напряже- ний и токов на постоянном токе. Магнито- электрический измерительный механизм. Шунты и добавочные сопротивления – как способы расширения пределов измерения на  постоянном токе. | 5 | 2 | 2/1И | - | 7 | Подготовка к выполнению лабо- раторной работы № 2 «Измерения в цепях постоянного тока».  Оформление конспекта лабора- торной работы. Подготовка к кол- локвиуму по лабораторной работе. | Выполнение лаборатор- ной работы № 2.  Коллоквиум по лабора- торной работе № 2.  Проверка конспекта по данной теме. | ПК-13 зв |
| 5. Классификация методов измерения: пря- мые, косвенные, совмещенные, дифферен- циальные, компенсационные. Электромаг- нитный измерительный механизм. Электро- динамический и ферродинамический изме- рительные механизмы. Методы и средства измерения напряжений и токов на перемен-  ном токе. | 5 | 2 | 2/1И | - | 7 | Подготовка к выполнению лабо- раторной работы № 3«Измерения в цепях переменного тока».  Оформление конспекта лабора- торной работы.  Подготовка к коллоквиуму по ла- бораторной работе № 3. | Выполнение лаборатор- ной работы № 3.  Коллоквиум по лабора- торной 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, вы-  данного на самостоятельную про- | Коллоквиум по данной  теме. | ПК-13 зу |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Раздел/ тема дисциплины** | **Семестр** | **Аудиторная контактная работа**  **(в акад. ча- сах)** | | | **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 трехфаз-  ную цепь. |  |  |  |  |  | работку.  Подготовка к коллоквиуму. | Проверка конспекта по данной теме. |  |
| 7. Измерение параметров электрических це- пей. Аналоговый омметр. Мост постоянного тока для измерения активных сопротивле- ний. Мегаомметр. Мосты переменного тока для измерения емкостей и индуктивностей. | 5 | 2 | 2/1И | - | 7 | Подготовка к выполнению лабо- раторной работы № 4 «Измерение параметров электрических цепей». Оформление конспекта лабора- торной работы. Подготовка к кол-  локвиуму по лабораторной работе. | Выполнение лаборатор- ной работы № 4.  Коллоквиум по лабора- торной работе № 4.  Проверка конспекта по данной теме. | ПК-13 зу |
| 8. Устройство и принцип действия ваттмет- ра. Угловая погрешность ваттметра. Изме- рение активной мощности в трехфазных симметричных цепях (метод одного ватт- метра). Схема для измерения мощности с искуственной нейтральной точкой. | 5 | 2 | 2/1И | - | 7 | Подготовка к выполнению лабо- раторной работы № 5«Измерения в симметричных трехфазных це- пях». Оформление конспекта ла- бораторной работы.  Подготовка к коллоквиуму по ла- бораторной работе № 5. | Выполнение лаборатор- ной работы № 5.  Коллоквиум по лабора- торной работе № 5.  Проверка конспекта по данной теме. | ПК-13 ув |
| 9. Измерение мощности в трехфазных не- симметричных цепях (методы двух и трех ваттметров). Измерение реактивной мощно- сти. | 5 | 2 | 2 | - | 7 | Подготовка к выполнению лабо- раторной работы № 6 «Измерения в несимметричных трехфазных цепях». Оформление конспекта лабораторной работы.  Подготовка к коллоквиуму по ла- | Выполнение лаборатор- ной работы № 6.  Коллоквиум по лабора- торной работе № 6.  Проверка конспекта по данной теме. | ПК-13 ув |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Раздел/ тема дисциплины** | **Семестр** | **Аудиторная контактная работа**  **(в акад. ча- сах)** | | | **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 лабо- раторной работы № 7«Измерения с помощью электронного осцилло- графа». Оформление конспекта лабораторной работы.  Подготовка к коллоквиуму по ла- бораторной работе № 7. | Выполнение лаборатор- ной работы №7.  Коллоквиум по лабора- торной работе № 7.  Проверка конспекта по данной теме. | ПК-13 зув |
| 11. Цифровые измерительные приборы. Ме- тоды квантования: квантование по уровню и дискретизация, классификация цифровых измерительных приборов. Структура основ- ных типов цифровых приборов. Цифровой вольтметр с время-импульсным преобразо- ванием. Цифровые вольтметры с однотакт- ным и двухтактным интегрированием. По-  грешности при цифровом измерении напря- жения. Цифровой осциллограф. | 5 | 2 | - | - | 7 | Конспектирование материала, вы- данного на самостоятельную про- работку.  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 |  |

* + - 1. Образовательные технологии

Для реализации предусмотренных видов учебной работы в качестве образователь- ных 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 про- блемных лекций. Теоретический материал на проблемных лекциях является результатом усвоения полученной информации посредством постановки проблемного вопроса и поис- ка путей его решения. На лекциях – консультациях изложение нового материала сопрово- ждается постановкой вопросов и дискуссией в поисках ответов на эти вопросы.

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

* + - 1. 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 m раз?
3. Как влияют шунты на температурную стабильность?
4. Как из амперметра сделать вольтметр?
5. Какие требования предъявляются к измерительным механизмам для построения вольт- метров?
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 ха- рактеристики.
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 «ампер- метр-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 ре- активной мощности в симметричной трехфазной системе соединении «звезда» с дос- тупной нейтральной точкой.
4. Привести схему включения приборов для измерения тока, напряжения, активной и ре- активной мощности в симметричной трехфазной системе соединении «звезда» с дос- тупной нейтральной точкой.
5. Привести схему включения приборов для измерения тока, напряжения, активной и ре- активной мощности в симметричной трехфазной системе соединении «звезда» с недос- тупной нейтральной точкой.
6. Привести схему включения приборов для измерения тока, напряжения, активной и ре- активной мощности в симметричной трехфазной системе соединении «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 ля измерения активной мощно- сти.
4. При каких условиях показания одного из ваттметров, включенных по схеме двух ватт- метров, будут отрицательными?
5. При каких условиях показания обоих ваттметров, включенных по схеме двух ваттмет- ров, будут одинаковыми?
6. Приведите варианты схем включения двух ваттметров ля измерения реактивной мощ- ности.

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 |
| **ПК-13** - готовность участвовать в проведении предварительных испытаний составных частей опытного образца мехатронной или робототехнической системы по заданным про- граммам и методикам и вести соответствующие журналы испытаний | | |
| Знать | * основные методы измерения электрических и неэлектриче- ских величин; * принципы действия техниче- ских средств измерений, ос- новы теории погрешности из- мерений, правила обработки результатов измерений и оце- нивания погрешностей; * важнейшие свойства и харак- теристики средств измерений, назначение и область приме- нения основных измеритель- ных приборов; * основные методы измерения электрических и неэлектриче- ских величин; * методы диагностирования электротехнического обору- дования и принципы, зало- женные в каждом из них; * требуемые метрологические характеристики измеритель- ных приборов, используемых при проведении испытаний. | ***Перечень теоретических вопросов:***   1. Основные понятия и определения: метро- логия, физическая величина, значение физи- ческой величины, единица физической вели- чины, измерение, истинное и действительное значения физической величины, погрешность измерения, точность измерения. 2. Электрические сигналы - классификация (детерминированные и случайные, периоди- ческие и непериодические, синусоидальные и несинусоидальные). Средневыпрямленное и среднеквадратичные значения сигнала, коэф- фициенты амплитуды и формы. 3. Случайные сигналы: выборочная функция, среднее значение, корреляционная функция, стационарные и нестационарные сигналы, эр- годический сигнал, математическое ожидание и дисперсия. 4. Классификация измерений: прямые и кос- венные, непосредственной оценки и метод сравнения с мерой. 5. Классификация средств измерений: меры, измерительные преобразователи, измеритель- ные приборы, измерительные установки. Эта- лон, образцовое и рабочее средства измере- ния. Поверка прибора. 6. 6 Классификация измерительных прибо- ров по обобщенным признакам: электромеха- нические и электронные приборы, аналоговые и цифровые приборы, показывающие и реги- стрирующие приборы. 7. Метрологические характеристики средств измерений: функция преобразования измери- тельного прибора, чувствительность, цена де- ления, порог чувствительности, диапазон из- мерений. 8. Погрешности измерений: абсолютная, от- носительная и приведенная, инструменталь-   ная и методическая, основная и дополнитель- ная, динамическая. |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Структурный элемент компетенции | Планируемые результаты обучения | Оценочные средства |
|  |  | 1. Класс точности, нормирующее значение. 2. Аналоговые электромеханические измери- тельные приборы: устройство и принцип ра- боты. 3. Условные обозначения систем электроиз- мерительных приборов и значение знаков, наносимых на их шкалы. 4. Магнитоэлектрический измерительный механизм. 5. Электромагнитный измерительный меха- низм. 6. Электродинамический и ферродинамиче- ский измерительные механизмы. 7. Индукционный измерительный механизм. 8. Масштабные измерители напряжения: шунты, делители напряжения, трансформато- ры тока и напряжения. 9. Измерения напряжения и тока в цепях по- стоянного тока: типы используемых измери- тельных механизмов, расширение пределов измерений по току и напряжению. 10. Погрешности измерения тока и напряже- ния, вносимые включением амперметра и вольтметра. 11. Косвенное измерение токов. 12. Измерение переменных токов и напряже- ний: без преобразователей рода тока и с пре- образователями рода тока, типы используе- мых измерительных механизмов и области их использования, расширение пределов измере- ния по току и напряжению, одно- и двухполу- периодные схемы выпрямления. 13. Электронные вольтметры. 14. Измерение мощности. Устройство ватт- метра, особенности его использования на по- стоянном и переменном токе, угловая по- грешность. Косвенное измерение мощности. 15. Ваттметр с преобразователем Холла. Электрический счетчик электроэнергии на основе индукционного измерительного меха- низма, на основе широтно-импульсной моду- ляции (ШИМ). 16. Измерение активной мощности в трехфаз- ных цепях: методы одного, двух и трех ватт- метров, метод одного ваттметра с искусст- |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Структурный элемент компетенции | Планируемые результаты обучения | Оценочные средства |
|  |  | венной нулевой точкой.   1. Измерение реактивной мощности в трех- фазных цепях при симметричной и несиммет- ричной нагрузках. 2. Электронный частотомер на приборе кон- денсаторного типа. Фазометр на основе пре- образования угла сдвига фаз во временной интервал. 3. Измерение сопротивлений омметром: по- следовательная и параллельные схемы вклю- чения измерительного механизма. 4. Измерение сопротивлений с помощью моста постоянного тока. 5. Мегомметр. Устройство, принцип дейст- вия, методика измерений. 6. Метод амперметра-вольтметра при изме- рении сопротивлений. 7. Измерение емкостей и индуктивностей. Косвенные и прямые методы. 8. Мосты переменного тока для измерений емкостей и индуктивностей. 9. Электронный осциллограф: назначение, устройство электронно-лучевой трубки, блочная схема электронной части: схема син- хронизации, генератор развертки, двухка- нальный режим однолучевого осциллографа. 10. Цифровые измерительные приборы: дис- кретизация, квантование, цифровое кодиро- вание. Классификация цифровых приборов по способу преобразования непрерывной вели- чины в дискретную: кодоимпульсное, время- и частотно-импульсное. 11. Цифровой вольтметр с времяимпульсным преобразованием. |
| Уметь | * определять погрешности из- мерений; * выбирать средства измерений, эффективные методы и при- боры согласно метрологиче- скому назначению и техниче- ской документации, органи- зовывать измерительный экс- перимент, обрабатывать и представлять результаты из- мерений в соответствии с | ***Примерные практические задания:***   1. По условному обозначению на лицевой панели прибора определить название, тип прибора, тип измерительного механизма, класс точности, рабочее положение. 2. Предел измерения амперметра Iном=1А, сопротивление измерительной обмотки 0,02 Ом, включен с шунтом. Рассчитать сопротив- ление шунта Rш, 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 |
|  | принципами метрологии;   * экспериментальным способом определять характеристики электрического оборудова- ния; * применять устройства для расширения пределов измере- ния по току, напряжению, мощности на постоянном и переменном токе. | имеет класс точности 1,0. Какова максималь- ная возможная абсолютная погрешность при показаниях прибора 105 В.   1. Ваттмерт имеет номинальные данные Uном=250 В, Iном=1А, Rw=5 кОм количество делений на шкале – 50. Прибор включён с до- бавочным сопротивлением Rд=15 кОм. Опре- делить цену деления. 2. Нагрузка с номинальным сопротивлением 125 Ом подключена к источнику постоянного напряжения 50 В с внутренним сопротивле- нием 1,2 Ом. Рассчитать относительную по- грешность, вносимую вольтметром с номи-   нальным напряжением 200 В и током измери- тельного механизма 50 мА. |
| Владеть | * методами выбора электротех- нических, электронных, элек- троизмерительных устройств и навыками использования приборов для измерения элек- трических величин; * приемами проведения экспе- риментальных исследований электрических цепей и элек- тротехнических устройств; * владеть методикой обработки полученных результатов из- мерений с соответствии с нормативной документацией; * практическими навыками из- мерения электрических вели- чин, с использованием не- скольких способов измерения, владеть методикой оценки точности полученных резуль- татов; * навыками самостоятельного пользования стандартами Го- сударственной системы обес- печения единства измерений и другими обязательными к применению нормативно- техническими документами. | ***Перечень лабораторных работ:***   1. Правила техники безопасности в лабора- тории. 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 це- пей 6. Измерения в симметричных трехфазных цепях 7. Измерения в несимметричных трехфазных цепях 8. Измерения с помощью электронного ос- циллографа |

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 зна- ния на уровне воспроизведения и объяснения информации, навыки решения простых за- дач в области метрологии и электрических измерений, умеет пользоваться современными измерительными приборами, владеет практическими навыками работы со средствами из- мерений.

1. 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 автомати-зации. Основы метрологии и автоматизации : учебное пособие / Ю. А. Смирнов. — Санкт-Петербург : Лань, 2020. — 240 с. — ISBN 978-5-8114-3934-8. — Текст : элек-тронный // 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 образо-вание: 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. Храм-шин; ; Магнитогорский гос. техический 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. техический 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 ука-зания к лабораторной работе № 4 по дисциплине «Метрология» / Т.Р. Храмшин, К.Э. Одинцов, Г.В. Шурыгина; Магнитогорский гос. техический 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. техический 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. техический 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. техический 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 электри- ческим 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 электри- ческим цепям, электрическим измерениям -8 шт. Наглядные пособия-плакаты-11 шт. |
| Учебная аудитория для проведения практических занятий, групповых и индивидуальных консультаций, теку- щего контроля и промежуточной атте- стации ауд. 357, 354, 358, 361 | Доска, мультимедийный проектор, экран |
| Помещение для самостоятельной ра- боты обучающихся ауд. 343 | Персональные компьютеры с пакетом MS Office, выходом в Интернет и доступом в электронную информационно-образовательную среду универ- ситета |
| Помещение для хранения и профилак- тического обслуживания учебного оборудования ауд. 356 | Стеллажи, сейфы для хранения учебного обору- дования.  Инструменты для ремонта лабораторного обору- дования |