



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

26.02.2020 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

***МЕТРОЛОГИЯ***

Направление подготовки (специальность)  
13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

Направленность (профиль/специализация) программы  
Электропривод и автоматика

Уровень высшего образования - бакалавриат

Форма обучения  
очная

|                     |   |
|---------------------|---|
| Институт/ факультет | Институт энергетики и автоматизированных систем |
| Кафедра             | Электроснабжения промышленных предприятий       |
| Курс                | 2   |
| Семестр             | 4   |

Магнитогорск  
2019 год

Рабочая программа составлена на основе ФГОС ВО по направлению подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника (уровень бакалавриата) (приказ Минобрнауки России от 28.02.2018 г. № 144)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры Электроснабжения промышленных предприятий  
17.02.2020, протокол № 7

Зав. кафедрой  Г.П. Корнилов

Рабочая программа одобрена методической комиссией ИЭиАС  
26.02.2020 г. протокол № 5

Председатель  С.И. Лукьянов

Согласовано:

Зав. кафедрой Автоматизированного электропривода и мехатроники


 А.А. Николаев

Рабочая программа составлена:

доцент кафедры ЭПП, канд. техн. наук  Т.Р.Храмшин

Рецензент:

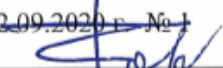
начальник отделения электропривода ЦЭТЛ ПАО ММК , канд. техн. наук

 А.Ю.Юдин

**Лист актуализации рабочей программы**

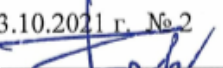
---

Программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2020 - 2021 учебном году на заседании кафедры Электроснабжения промышленных предприятий

Протокол от ~~02.09.2020~~ г. № ~~1~~  
Зав. кафедрой  Г.П. Корнилов

---

Программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2021 - 2022 учебном году на заседании кафедры Электроснабжения промышленных предприятий

Протокол от 13.10.2021 г. № 2  
Зав. кафедрой  Г.П. Корнилов

---

Программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2022 - 2023 учебном году на заседании кафедры Электроснабжения промышленных предприятий

Протокол от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ Г.П. Корнилов

---

### **1 Цели освоения дисциплины (модуля)**

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 (модуля) в структуре образовательной программы**

Дисциплина Метрология входит в обязательную часть учебного плана образовательной программы.

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

Математика

Информатика

Физика

Теоретические основы электротехники

Знания (умения, владения), полученные при изучении данной дисциплины будут необходимы для изучения дисциплин/практик:

Электрические машины

Электрические и электронные аппараты

Программируемые промышленные контроллеры

Автоматизированный электропривод

Автоматизированный электропривод в современных технологиях (в металлургии)

Производственная-преддипломная практика

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

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

| Код индикатора | Индикатор достижения компетенции  |
|----------------|---|
| ОПК-6          | Способен проводить измерения электрических и неэлектрических величин применительно к объектам профессиональной деятельности |
| ОПК-6.1        | Определяет способы, необходимый объем и осуществляет измерения физических величин на объектах электроэнергетики             |

#### 4. Структура, объём и содержание дисциплины (модуля)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных единиц 108 акад. часов, в том числе:

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

Форма аттестации - экзамен

| Раздел/ тема дисциплины   | Семестр | Аудиторная контактная работа (в акад. часах) |           |             | Самостоятельная работа студента | Вид самостоятельной работы  | Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации   | Код компетенции |
|---|---------|--|-----------|-------------|---------------------------------|---|---|-----------------|
|   |         | Лек.   | лаб. зан. | практ. зан. |                                 |   |   |                 |
| 1.  |         |  |           |             |                                 |   |   |                 |
| 1.1 Введение. Содержание и структура дисциплины. Методика и организация процесса обучения.  | 4       | 1  | 4/2И      |             | 1,15                            | Изучение лабораторных стендов. Изучение техники безопасности и порядка выполнения лабораторного практикума.   | Устный опрос.   | ОПК-6.1         |
| 1.2 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. |         | 1  | 4/2И      |             | 1                               | 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. | ОПК-6.1         |

|  |   |      |  |   |   |  |         |
|--|---|------|--|---|---|--|---------|
| <p>1.3 Классификация средств измерений: эталоны, меры, измерительные преобразователи, электромеханические и электронные измерительные приборы, цифровые измерительные приборы, применение вычислительной техники при измерениях. Информационно-измерительные системы и измерительно-вычислительные комплексы. Основные параметры средств</p> | 1 |      |  | 1 | <p>Конспектирование материала, выданного на самостоятельную проработку. Подготовка к контрольному опросу.</p>   | <p>Устный опрос. Проверка конспекта по данной теме.</p>  | ОПК-6.1 |
| <p>1.4 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.</p>  | 2 | 4/2И |  | 1 | <p>Подготовка к выполнению лабораторной работы № 2 «Измерения в цепях постоянного тока». Оформление конспекта лабораторной работы. Подготовка к коллоквиуму по лабораторной работе.</p>     | <p>Выполнение лабораторной работы № 2. Коллоквиум по лабораторной работе № 2. Проверка конспекта по данной теме.</p> | ОПК-6.1 |
| <p>1.5 Классификация методов измерения: прямые, косвенные, совмещенные, дифференциальные, компенсационные. Электромагнитный измерительный механизм. Электро-динамический и ферродинамический измерительные механизмы. Методы и средства измерения напряжений и токов на переменном токе.</p>   | 2 | 4/2И |  | 2 | <p>Подготовка к выполнению лабораторной работы № 3 «Измерения в цепях переменного тока». Оформление конспекта лабораторной работы. Подготовка к коллоквиуму по лабораторной работе № 3.</p> | <p>Выполнение лабораторной работы № 3. Коллоквиум по лабораторной работе № 3. Проверка конспекта по данной теме.</p> | ОПК-6.1 |
| <p>1.6 Измерительные трансформаторы тока и напряжения – устройство и принцип действия. Схемы включения измерительных трансформаторов в однофазную и трехфазную цепь.</p>   | 2 | 4/2И |  | 2 | <p>Конспектирование материала, выданного на самостоятельную проработку. Подготовка к коллоквиуму.</p>   | <p>Коллоквиум по данной теме. Проверка конспекта по данной теме.</p>   | ОПК-6.1 |

|   |  |   |      |  |   |  |  |         |
|---|--|---|------|--|---|--|--|---------|
| <p>1.7 Измерение параметров электрических цепей. Аналоговый омметр. Мост постоянного тока для измерения активных сопротивлений. Мегаомметр. Мосты переменного тока для измерения емкостей и индуктивностей.</p>                           |  | 2 | 4/2И |  | 2 | <p>Подготовка к выполнению лабораторной работы № 4 «Измерение параметров электрических цепей». Оформление конспекта лабораторной работы. Подготовка к коллоквиуму по лабораторной работе.</p>          | <p>Выполнение лабораторной работы № 4. Коллоквиум по лабораторной работе № 4. Проверка конспекта по данной теме.</p> | ОПК-6.1 |
| <p>1.8 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.</p> |  | 2 | 4/2И |  | 2 | <p>Подготовка к выполнению лабораторной работы № 5 «Измерения в симметричных трехфазных цепях». Оформление конспекта лабораторной работы. Подготовка к коллоквиуму по лабораторной работе № 5.</p>     | <p>Выполнение лабораторной работы № 5. Коллоквиум по лабораторной работе № 5. Проверка конспекта по данной теме.</p> | ОПК-6.1 |
| <p>1.9 Измерение мощности в трехфазных несимметричных цепях (методы двух и трех ваттметров). Измерение реактивной мощности.</p>   |  | 2 | 4    |  | 2 | <p>Подготовка к выполнению лабораторной работы № 6 «Измерения в несимметричных трехфазных цепях». Оформление конспекта лабораторной работы. Подготовка к коллоквиуму по лабораторной работе № 6.</p>   | <p>Выполнение лабораторной работы № 6. Коллоквиум по лабораторной работе № 6. Проверка конспекта по данной теме.</p> | ОПК-6.1 |
| <p>1.10 Электронно-лучевой осциллограф. Структура, режимы работы, двухканальный режим работы осциллографа.</p>  |  |   | 2    |  | 2 | <p>Подготовка к выполнению лабораторной работы № 7 «Измерения с помощью электронного осциллографа». Оформление конспекта лабораторной работы. Подготовка к коллоквиуму по лабораторной работе № 7.</p> | <p>Выполнение лабораторной работы № 7. Коллоквиум по лабораторной работе № 7. Проверка конспекта по данной теме.</p> | ОПК-6.1 |

|                     |   |    |        |  |       |  |   |         |
|---------------------|---|----|--------|--|-------|--|---|---------|
| 1.11                | 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 одноктактным и двухтактным интегрированием. Погрешности при цифровом измерении |    |        |  |       | Конспектирование материала, выданного на самостоятельную работу. Подготовка к коллоквиуму. | Коллоквиум по данной теме. Проверка конспекта по данной теме. | ОПК-6.1 |
| 1.12                | Экзамен   |    |        |  |       |  |   | ОПК-6.1 |
| Итого по разделу    |   | 17 | 34/14И |  | 18,15 |  |   |         |
| Итого за семестр    |   | 17 | 34/14И |  | 18,15 |  | экзамен   |         |
| Итого по дисциплине |   | 17 | 34/14И |  | 18,15 |  | экзамен   |         |



## **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 обучающихся**

Представлено в приложении 1.

## **7 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации**

Представлены в приложении 2.

## **8 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)**

### **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. 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.

2. Кравцов, А. В. Электрические измерения : учеб. пособие / А.В. Кравцов, А.В. Пузарин. - Москва : РИОР : ИНФРА-М, 2018. - 148 с. - (Высшее образование: Бакалавриат). — DOI: <https://doi.org/10.12737/1736-4>. - ISBN 978-5-369-01736-4. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/939363> (дата обращения: 25.10.2020). – Режим доступа: по подписке.

МЭИ В.Г. Герасимова и др. (гл. ред. И.Н. Орлов) - 10-е изд., стер. - М.: Издательский дом МЭИ, 2007. - <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383000823.html>

**в) Методические указания:**

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 постоянного тока [Текст]: ]: Методические указания к лабораторной работе № 2 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.-13 с. : ил.,граф., схемы, таб. -Текст: непосредственный.

3. 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.

4. 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.

5. 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.

6. 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.

7. 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              |

|  |                        |           |
|--|------------------------|-----------|
| NI MultiSim Education                              | К-68-08 от 29.05.2008  | бессрочно |
| MathWorks MathLab v.2014 Classroom License         | К-89-14 от 08.12.2014  | бессрочно |
| Электронные плакаты по дисциплине "Электротехника" | К-278-11 от 15.07.2011 | бессрочно |

### Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

| Название курса   | Ссылка  |
|--|---|
| Электронная база периодических изданий East View Information Services, ООО «ИВИС»                | <a href="https://dlib.eastview.com/">https://dlib.eastview.com/</a>                                 |
| Национальная информационно-аналитическая система – Российский индекс научного цитирования (РИНЦ) | URL: <a href="https://elibrary.ru/project_risc.asp">https://elibrary.ru/project_risc.asp</a>        |
| Поисковая система Академия Google (Google Scholar)   | URL: <a href="https://scholar.google.ru/">https://scholar.google.ru/</a>                            |
| Информационная система - Единое окно доступа к информационным ресурсам                           | URL: <a href="http://window.edu.ru/">http://window.edu.ru/</a>                                      |
| Российская Государственная библиотека. Каталоги  | <a href="https://www.rsl.ru/ru/4readers/catalogues/">https://www.rsl.ru/ru/4readers/catalogues/</a> |
| Электронные ресурсы библиотеки МГТУ им. Г.И. Носова  | <a href="http://magtu.ru:8085/marcweb2/Default.asp">http://magtu.ru:8085/marcweb2/Default.asp</a>   |

### 9 Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает:

| Тип и название аудитории   | Оснащение аудитории  |
|--|--|
| Лекционная аудитория   | Мультимедийные средства хранения, передачи и представления информации  |
| Компьютерный класс   | Персональные компьютеры с пакетом MS Office, выходом в Интернет и с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета  |
| Аудитории для самостоятельной работы: компьютерные классы; читальные залы библиотеки | Персональные компьютеры с пакетом MS Office, выходом в Интернет и с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета  |
| Учебная лаборатория для проведения лабораторных работ:                               | 1. Универсальный лабораторный стенд 7 шт.<br>2. Переносные цифровые мультиметры -10 шт.<br>3. Переносные аналоговые мультиметры – 4 шт.<br>4. Измерительный мост – 2 шт.<br>5. Электронно-лучевой осциллограф – 7 шт.<br>6. Наглядные учебные пособия – плакаты: 8 шт. |

## Приложение 1

### 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. Перечислите основные технические и метрологические параметры осциллографа.
4. Чем обусловлена нелинейность развертки осциллографа?
5. Как измерить с помощью осциллографа ток, напряжение, фазовый угол сдвига?
6. Перечислите основные режимы работы осциллографа.

**Приложение 2**

**7. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации**

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

| Код индикатора  | Индикатор достижения компетенции | Оценочные средства |
|---|----------------------------------|--------------------|
| <b>ОПК-6: Способен проводить измерения электрических и неэлектрических величин применительно к объектам профессиональной деятельности</b> |                                  |                    |

| Код индикатора  | Индикатор достижения компетенции  | Оценочные средства  |
|-----------------|---|---|
| <b>ОПК-6.1:</b> | Определяет способы, необходимый объем и осуществляет измерения физических величин на объектах электроэнергетики | <p><b><i>Перечень теоретических вопросов к экзамену</i></b></p> <p>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.</p> <p>2. Электрические сигналы - классификация (детерминированные и случайные, периодические и непериодические, синусоидальные и несинусоидальные). Средневыпрямленное и среднеквадратичные значения сигнала, коэффициенты амплитуды и формы.</p> <p>3. Случайные сигналы: выборочная функция, среднее значение, корреляционная функция, стационарные и нестационарные сигналы, эргодический сигнал, математическое ожидание и дисперсия.</p> <p>4. Классификация измерений: прямые и косвенные, непосредственной оценки и метод сравнения с мерой.</p> <p>5. Классификация средств измерений: меры, измерительные преобразователи, измерительные приборы, измерительные установки. Эталон, образцовое и рабочее средства измерения. Поверка прибора.</p> <p>6. Классификация измерительных приборов по обобщенным признакам: электромеханические и электронные приборы, аналоговые и цифровые приборы, показывающие и регистрирующие приборы.</p> <p>6. Метрологические характеристики средств измерений: функция преобразования измерительного прибора, чувствительность, цена</p> |

| Код индикатора | Индикатор достижения компетенции | Оценочные средства  |
|----------------|----------------------------------|---|
|                |                                  | <p>деления, порог чувствительности, диапазон измерений.</p> <p>7. Погрешности измерений: абсолютная, относительная и приведенная, инструментальная и методическая, основная и дополнительная, динамическая.</p> <p>8. Класс точности, нормирующее значение.</p> <p>9. Аналоговые электромеханические измерительные приборы: устройство и принцип работы.</p> <p>10. Условные обозначения систем электроизмерительных приборов и значение знаков, наносимых на их шкалы.</p> <p>11. Магнитоэлектрический измерительный механизм.</p> <p>12. Электромагнитный измерительный механизм.</p> <p>13. Электродинамический и ферродинамический измерительные механизмы.</p> <p>14. Индукционный измерительный механизм.</p> <p>15. Масштабные измерители напряжения: шунты, делители напряжения, трансформаторы тока и напряжения.</p> <p>16. Измерения напряжения и тока в цепях постоянного тока: типы используемых измерительных механизмов, расширение пределов измерений по току и напряжению.</p> <p>17. Электронный частотомер на приборе конденсаторного типа. Фазометр на основе преобразования угла сдвига фаз во временной интервал.</p> <p>18. Измерение сопротивлений омметром: последовательная и параллельные схемы включения измерительного механизма.</p> <p>19. Измерение сопротивлений с помощью моста постоянного тока</p> <p>20. Мегомметр. Устройство, принцип действия, методика измерений.</p> <p>21. Метод амперметра-вольтметра</p> |

| Код индикатора | Индикатор достижения компетенции | Оценочные средства   |
|----------------|----------------------------------|--|
|                |                                  | <p>при измерении сопротивлений.</p> <p>22.Измерение емкостей и индуктивностей. Косвенные и прямые. методы.</p> <p>23.Мосты переменного тока для измерений емкостей и индуктивностей.</p> <p>24.Электронный осциллограф: назначение, устройство электронно-лучевой трубки, блочная схема электронной части: схема синхронизации, генератор развертки, двухканальный режим однолучевого осциллографа.</p> <p>25.Цифровые измерительные приборы: дискретизация, квантование, цифровое кодирование. Классификация цифровых приборов по способу преобразования непрерывной величины в дискретную: кодоимпульсное, время-и частотно-импульсное.</p> <p>26.Цифровой вольтметр с времяимпульсным преобразованием.</p> <p><b><i>Примерный перечень практических заданий</i></b></p> <p>1. По условному обозначению на лицевой панели прибора определить название, тип прибора, тип измерительного механизма, класс точности, рабочее положение.</p> <p>2. Предел измерения амперметра <math>I_{ном}=1A</math>, сопротивление измерительной обмотки <math>0,02 \text{ Ом}</math>, включен с шунтом. Рассчитать сопротивление шунта <math>R_{ш}</math>, если при токе нагрузки <math>5 \text{ А}</math> прибор показывал ток <math>1 \text{ А}</math>.</p> <p>3. Вольтметр с диапазоном измерений <math>200 \text{ В}</math> имеет класс точности <math>1,0</math>. Какова максимальная возможная абсолютная погрешность при показаниях прибора <math>105 \text{ В}</math>.</p> <p>4. Ваттметр имеет номинальные данные <math>U_{ном}=250 \text{ В}</math>, <math>I_{ном}=1A</math>, <math>R_w=5 \text{ кОм}</math> количество делений на шкале –</p> |



| Код индикатора | Индикатор достижения компетенции | Оценочные средства   |
|----------------|----------------------------------|--|
|                |                                  | <p>50. Прибор включён с добавочным сопротивлением <math>R_d=15</math> 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 20 В и током измерительного механизма 50 мА.</p> <p>6. По условному обозначению на лицевой панели прибора определить название, тип прибора, тип измерительного механизма, класс точности, рабочее положение.</p> <p>7. Предел измерения амперметра <math>I_{ном}=1</math> А, сопротивление измерительной обмотки 0,02 Ом, включен с шунтом. Рассчитать сопротивление шунта <math>R_{ш}</math>, если при токе нагрузки 5 А прибор показывал ток 1 А.</p> <p>8. Вольтметр с диапазоном измерений 200 В имеет класс точности 1,0. Какова максимальная возможная абсолютная погрешность при показаниях прибора 105 В.</p> <p>9. Ваттметр имеет номинальные данные <math>U_{ном}=250</math> В, <math>I_{ном}=1</math> А, <math>R_w=5</math> кОм количество делений на шкале – 50. Прибор включён с добавочным сопротивлением <math>R_d=15</math> кОм. Определить цену деления.</p> <p>10. Нагрузка с номинальным сопротивлением 125 Ом подключена к источнику постоянного напряжения 50 В с внутренним сопротивлением 1,2 Ом. Рассчитать относительную</p> |

| Код индикатора | Индикатор достижения компетенции | Оценочные средства  |
|----------------|----------------------------------|---|
|                |                                  | <p>погрешность, вносимую вольтметром с номинальным напряжением 200 В и током измерительного механизма 50 мА.</p> <p>11. Какой ток можно измерить амперметром, сопротивление которого <math>R_A=0,3</math> Ом, <math>p_{ном}=150</math> дел., <math>C_A=0,001</math> А/дел., если включить его с шунтом, сопротивление которого <math>R_{ш}=0,01</math> Ом?</p> <p>12.. Определить цену деления вольтметра, имеющего номинальные данные: <math>U_{ном}=50</math> В, <math>p_{ном}=100</math> дел., <math>R_V=1000</math> Ом, включенного с добавочным сопротивлением <math>R_D=3000</math> Ом.</p> <p style="text-align: center;"><b><i>Перечень лабораторных работ</i></b></p> <p>1. Правила техники безопасности в лаборатории. Правила выполнения, оформления и сдачи лабораторных работ.</p> <p>2. Погрешности измерений.</p> <p>3. Измерения в цепях постоянного тока</p> <p>4. Измерения в цепях переменного тока</p> <p>5. Измерение параметров электрических цепей .</p> <p>6. Измерения в симметричных трехфазных цепях</p> <p>7. Измерения в несимметричных трехфазных цепях .</p> |

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

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

Экзамен по данной дисциплине проводится в письменной устной форме по экзаменационным билетам, каждый из которых включает 2 практических задания и один теоретический вопрос.

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

- на оценку **«отлично»** (5 баллов) – обучающийся демонстрирует высокий уровень сформированности компетенций, всестороннее, систематическое и глубокое знание учебного материала, свободно выполняет практические задания, свободно оперирует знаниями, умениями, применяет их в ситуациях повышенной сложности.
- на оценку **«хорошо»** (4 балла) – обучающийся демонстрирует средний уровень сформированности компетенций: основные знания, умения освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.
- на оценку **«удовлетворительно»** (3 балла) – обучающийся демонстрирует пороговый уровень сформированности компетенций: в ходе контрольных мероприятий допускаются ошибки, проявляется отсутствие отдельных знаний, умений, навыков, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации.
- на оценку **«неудовлетворительно»** (2 балла) – обучающийся демонстрирует знания не более 20% теоретического материала, допускает существенные ошибки, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач.