



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  
В.Р. Храмшин

10.02.2023 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

***ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ИЗМЕРЕНИЯ***

Направление подготовки (специальность)  
13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

Направленность (профиль/специализация) программы  
Электроснабжение

Уровень высшего образования - бакалавриат

Форма обучения  
заочная

Институт/ факультет	Институт энергетики и автоматизированных систем
Кафедра	Электроснабжения промышленных предприятий
Курс	2

Магнитогорск  
2023 год

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


Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры Электроснабжения промышленных предприятий  
23.01.2023 г., протокол № 4

Зав. кафедрой  А.В. Варганова

Рабочая программа одобрена методической комиссией ИЭиАС  
10.02.2023 г., протокол № 7

Председатель  В.Р. Храмшин

Рабочая программа составлена:  
доцент кафедры ЭПП, канд. техн. наук

 К.Э. Одинцов

Рецензент:  
начальник ЦЭСиП ПАО «ММК», канд. техн. наук



Н.А. Николаев

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

Целью изучения дисциплины «Электрические измерения» 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

Переходные процессы в электроэнергетических системах

Электрические аппараты

Электропривод оборудования электрических станций и подстанций

Электротехнологические установки

Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем

Техника высоких напряжений

### **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 – 10,9 акад. часов;
- аудиторная – 8 акад. часов;
- внеаудиторная – 2,9 акад. часов
- самостоятельная работа – 88,4 акад. часов;
- подготовка к экзамену – 8,7 акад. часа

Форма аттестации - экзамен

Раздел/ тема дисциплины	Курс	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.		0,1			0,4	Изучение лабораторных стендов. Изучение техники безопасности и порядка выполнения лабораторного практикума.		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.	2	0,4	0,5/0,5И		9	Подготовка к выполнению лабораторной работы № 1 «Погрешности измерений». Оформление конспекта лабораторной работы.	Выполнение лабораторной работы №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 измерения.</p>		0,3			9	<p>Конспектирование материала, выданного на самостоятельную проработку. Подготовка к контрольному опросу.</p>	<p>Устный опрос. Проверка конспекта по данной теме.</p> <p>ОПК-6.1</p>
<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>		0,4	0,5/0,5И		9	<p>Подготовка к выполнению лабораторной работы № 2 «Измерения в цепях постоянного тока». Оформление конспекта лабораторной работы.</p>	<p>Выполнение лабораторной работы № 2. Проверка конспекта по данной теме.</p> <p>ОПК-6.1</p>
<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>		0,4	1/ИИ		9	<p>Подготовка к выполнению лабораторной работы № 3 «Измерения в цепях переменного тока». Оформление конспекта лабораторной работы.</p>	<p>Выполнение лабораторной работы № 3. Проверка конспекта по данной теме.</p> <p>ОПК-6.1</p>
<p>1.6 Измерительные трансформаторы тока и напряжения – устройство и принцип действия. Схемы включения измерительных трансформаторов в однофазную и трехфазную цепь.</p>		0,4			9	<p>Конспектирование материала, выданного на самостоятельную проработку.</p>	<p>Проверка конспекта по данной теме.</p> <p>ОПК-6.1</p>
<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>		0,4	1/ИИ		9	<p>Подготовка к выполнению лабораторной работы № 4 «Измерение параметров электрических цепей». Оформление конспекта лабораторной работы.</p>	<p>Выполнение лабораторной работы № 4. Проверка конспекта по данной теме.</p> <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.	0,4			9	Конспектирование материала, выданного на самостоятельную проработку.	Проверка конспекта по данной теме.	ОПК-6.1
1.9 Измерение мощности в трехфазных несимметричных цепях (методы двух и трех ваттметров). Измерение реактивной мощности.	0,4	1/ИИ		9	Подготовка к выполнению лабораторной работы № 6 «Измерения в несимметричных трехфазных цепях». Оформление конспекта лабораторной работы.	Выполнение лабораторной работы № 6. Проверка конспекта по данной теме.	ОПК-6.1
1.10 Электронно-лучевой осциллограф. Структура, режимы работы, двухканальный режим работы осциллографа.	0,4			9	Конспектирование материала, выданного на самостоятельную проработку	Проверка конспекта по данной теме.	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 однократным и двукратным интегрированием. Погрешности при цифровом измерении	0,4			7	Конспектирование материала, выданного на самостоятельную проработку.	Проверка конспекта по данной теме.	ОПК-6.1
1.12 Экзамен							ОПК-6.1
Итого по разделу	4	4/4И		88,4			
Итого за семестр	4	4/4И		88,4		экзамен	
Итого по дисциплине	4	4/4И		88,4		экзамен	

## **5 Образовательные технологии**

Для реализации предусмотренных видов учебной работы в качестве образовательных технологий в преподавании дисциплины «Электрические измерения» 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. Ким, К. К. 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: 15.05.2023). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

2. Попов, Н. М. 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: 15.05.2023). — 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> (дата обращения: 15.05.2023). – Режим доступа: по подписке.

2. 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> (дата обращения: 15.05.2023).

3. Герасимова В.Г., Электротехнический справочник: В 4 т. Т.1: Общие вопросы. Электротехнические материалы / Герасимова В.Г. - М. : Издательский дом МЭИ, 2017. - ISBN 978-5-383-01206-2 - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383012062.html> (дата обращения: 15.05.2023). - Режим доступа : по подписке.

**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. Храм-шин; ; 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
FAR Manager	свободно распространяемое ПО	бессрочно



Calculate Linux Desktop Xfce	свободно распространяемое ПО	бессрочно
Linux Calculate	свободно распространяемое	бессрочно
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	К-89-14 от 08.12.2014	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>
Электронные ресурсы библиотеки МГТУ им. Г.И. Носова	<a href="https://www.rsl.ru/ru/4readers/catalogues/">https://www.rsl.ru/ru/4readers/catalogues/</a>
Российская Государственная библиотека. Каталоги	<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:

Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа ауд.365  
Мультимедийные средства хранения, передачи и представления информации

Учебная лаборатория для проведения лабораторных работ: лаборатория электрических измерений (№ 354) 1. Универсальный лабораторный стенд 7 шт.

2. Переносные цифровые мультиметры -10 шт.

3. Переносные аналоговые мультиметры – 4 шт.

4. Измерительный мост – 2 шт.

5. Электронно-лучевой осциллограф – 7 шт.

6. Наглядные учебные пособия – плакаты: 8 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

## ПРИЛОЖЕНИЕ 1

(обязательное)

### Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов

#### *Примерные вопросы коллоквиумов по темам*

##### **Тема 1 для устных опросов и конспекта: «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?

##### **Тема 2 для устных опросов и конспекта: «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 вольтметров?
6. В чём сущность методической погрешности косвенного метода измерения мощности?

##### **Тема 3 для устных опросов и конспекта: «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.

##### **Тема 4 для устных опросов и конспекта: «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?

**Тема 5 для устных опросов и конспекта: «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 доступной 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».

**Тема 6 для устных опросов и конспекта: «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.

**Тема 7 для устных опросов и конспекта: «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.

## ПРИЛОЖЕНИЕ 2

(обязательное)

**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>	<p>Определяет способы, необходимый объем и осуществляет измерения физических величин на объектах электроэнергетики</p>	<p><b><i>Перечень вопросов для промежуточной аттестации</i></b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>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.</li> <li>2. Электрические сигналы - классификация (детерминированные и случайные, периодические и непериодические, синусоидальные и несинусоидальные). Средневыпрямленное и среднеквадратичные значения сигнала, коэффициенты амплитуды и формы.</li> <li>3. Случайные сигналы: выборочная функция, среднее значение, корреляционная функция, стационарные и нестационарные сигналы, эргодический сигнал, математическое ожидание и дисперсия.</li> <li>4. Классификация измерений: прямые и косвенные, непосредственной оценки и метод сравнения с мерой.</li> <li>5. Классификация средств измерений: меры, измерительные преобразователи, измерительные приборы, измерительные установки. Эталон, образцовое и рабочее средства измерения. Поверка прибора.</li> <li>6. Классификация измерительных приборов по обобщенным признакам: электромеханические и электронные приборы, аналоговые и цифровые приборы, показывающие и регистрирующие приборы.</li> <li>7. Метрологические характеристики средств измерений: функция преобразования измерительного прибора, чувствительность, цена деления, порог чувствительности, диапазон измерений.</li> <li>8. Погрешности измерений: абсолютная, относительная и приведенная, инструментальная и методическая, основная и дополнительная, динамическая.</li> <li>9. Класс точности, нормирующее значение.</li> <li>10. Аналоговые электромеханические измерительные приборы: устройство и принцип работы.</li> <li>11. Условные обозначения систем электроизмерительных приборов и значение знаков, наносимых на их шкалы.</li> <li>12. Магнитоэлектрический измерительный механизм.</li> <li>13. Электромагнитный измерительный механизм.</li> <li>14. Электродинамический и ферродинамический измерительные механизмы.</li> <li>15. Индукционный измерительный механизм.</li> </ol> <p>15. Масштабные измерители напряжения: шунты, делители напряжения, трансформаторы тока и напряжения.</p>

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
		<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 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>Примерные задания на контрольную работу:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. По условному обозначению на лицевой панели прибора определить название, тип прибора, тип измерительного механизма, класс точности, рабочее положение.</li> <li>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>.</li> <li>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>.</li> <li>4. Ваттмерт 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 – <math>50</math>. Прибор включён с добавочным сопротивлением <math>R_d=15 \text{ кОм}</math>. Определить цену деления.</li> <li>5.Нагрузка с номинальным сопротивлением <math>125 \text{ Ом}</math> подключена к источнику постоянного напряжения <math>50 \text{ В}</math> с внутренсопротивлением <math>1,2 \text{ Ом}</math>. Рассчитать относительную погрешность, вносимую вольтметром с номинальным напряжением <math>20 \text{ В}</math> и током измерительного механизма <math>50 \text{ мА}</math>.</li> </ol>

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
		<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}=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 A</math> прибор показывал ток <math>1 A</math>.</p> <p>8. Вольтметр с диапазоном измерений <math>200 V</math> имеет класс точности <math>1,0</math>. Какова максимальная возможная абсолютная погрешность при показаниях прибора <math>105 V</math>.</p> <p>9. Ваттметр имеет номинальные данные <math>U_{ном}=250 V</math>, <math>I_{ном}=1A</math>, <math>R_w=5 \text{ кОм}</math> количество делений на шкале – <math>50</math>. Прибор включён с добавочным сопротивлением <math>R_d=15 \text{ кОм}</math>. Определить цену деления.</p> <p>10. Нагрузка с номинальным сопротивлением <math>125 \text{ Ом}</math> подключена к источнику постоянного напряжения <math>50 V</math> с внутренним сопротивлением <math>1,2 \text{ Ом}</math>. Рассчитать относительную погрешность, вносимую вольтметром с номинальным напряжением <math>200 V</math> и током измерительного механизма <math>50 \text{ mA}</math>.</p> <p>11. Какой ток можно измерить амперметром, сопротивление которого <math>R_A=0,3 \text{ Ом}</math>, <math>p_{ном}=150 \text{ дел.}</math>, <math>C_A=0,001 A/\text{дел.}</math>, если включить его с шунтом, сопротивление которого <math>R_{ш}=0,01 \text{ Ом}</math>?</p> <p>12.. Определить цену деления вольтметра, имеющего номинальные данные: <math>U_{ном}=50 V</math>, <math>p_{ном}=100 \text{ дел.}</math>, <math>R_V=1000 \text{ Ом}</math>, включенного с добавочным сопротивлением <math>R_D=3000 \text{ Ом}</math>.</p> <p><b>Перечень лабораторных работ</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Правила техники безопасности в лаборатории. Правила выполнения, оформления и сдачи лабораторных работ.</li> <li>2. Погрешности измерений.</li> <li>3. Измерения в цепях постоянного тока</li> <li>4. Измерения в цепях переменного тока</li> <li>5. Измерение параметров электрических цепей .</li> <li>6. Измерения в симметричных трехфазных цепях</li> <li>7. Измерения в несимметричных трехфазных цепях .</li> </ol>

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

Промежуточная аттестация по дисциплине «Электрические измерения» 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.