



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)**

**СТАНДАРТИЗАЦИЯ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ИЗМЕРЕНИЯ**

Направление подготовки (специальность)  
15.03.06 МЕХАТРОНИКА И РОБОТОТЕХНИКА

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

Уровень высшего образования - бакалавриат  
Программа подготовки - академический бакалавриат

Форма обучения  
заочная

Институт/ факультет	Институт энергетики и автоматизированных систем
Кафедра	Электроснабжения промышленных предприятий
Курс	4

Магнитогорск  
2019 год

Рабочая программа составлена на основе ФГОС ВО по направлению подготовки 15.03.06 МЕХАТРОНИКА И РОБОТОТЕХНИКА (уровень бакалавриата) (приказ Минобрнауки России от 12.03.2015 г. № 206)

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

Зав. кафедрой Г.П. Корнилов Г.П. Корнилов

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

Председатель С.И. Лукьянов С.И. Лукьянов

Согласовано:

Зав. кафедрой Автоматизированного электропривода и мехатроники

А.А. Николаев А.А. Николаев

Рабочая программа составлена:

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

Рецензент:

начальник отделения электропривода ЦЭТЛ ПАО ММК, канд. техн. наук  
А.Ю. Юдин А.Ю. Юдин

**Лист актуализации рабочей программы**

---

Рабочая 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

---

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

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

---

Рабочая 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

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2023 - 2024 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 «Стандартизация и технические 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 Стандартизация и технические измерения входит в вариативную часть учебного плана образовательной программы.

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

Математика

Информатика

Физика

Электротехника и электроника

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

Электрические и электронные аппараты

Метрология

Системы управления электроприводов

Автоматизация типовых технологических процессов (в металлургии)

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

В результате освоения дисциплины (модуля) «Стандартизация и технические измерения» обучающийся должен обладать следующими компетенциями:

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения
ПК-13 готовностью участвовать в проведении предварительных испытаний составных частей опытного образца мехатронной или робототехнической системы по заданным программам и методикам и вести соответствующие журналы испытаний	
Знать	<ul style="list-style-type: none"><li>- основные методы измерения электрических и неэлектрических величин;</li><li>- принципы действия технических средств измерений, основы теории погрешности измерений, правила обработки результатов измерений и оценивания погрешностей;</li><li>- важнейшие свойства и характеристики средств измерений, назначение и область применения основных измерительных приборов;</li><li>- основные методы измерения электрических и неэлектрических величин;</li><li>- методы диагностирования электротехнического оборудования и принципы, заложенные в каждом из них;</li><li>- требуемые метрологические характеристики измерительных приборов, используемых при проведении испытаний.</li></ul>

Уметь	<ul style="list-style-type: none"> <li>- определять погрешности измерений;</li> <li>- выбирать средства измерений, эффективные методы и приборы согласно метрологическому назначению и технической документации, организовывать измерительный эксперимент, обрабатывать и представлять результаты измерений в соответствии с принципами метрологии;</li> <li>- экспериментальным способом определять характеристики электрического оборудования;</li> <li>- применять устройства для расширения пределов измерения по току, напряжению, мощности на постоянном и переменном токе.</li> </ul>
Владеть	<ul style="list-style-type: none"> <li>- методами выбора электротехнических, электронных, электроизмерительных устройств и навыками использования приборов для измерения электрических величин;</li> <li>- приемами проведения экспериментальных исследований электрических цепей и электротехнических устройств;</li> <li>- владеть методикой обработки полученных результатов измерений с соответствию с нормативной документацией;</li> <li>- практическими навыками измерения электрических величин, с использованием нескольких способов измерения, владеть методикой оценки точности полученных результатов;</li> <li>- навыками самостоятельного пользования стандартами Государственной системы обеспечения единства измерений и другими обязательными к применению нормативно-техническими документами.</li> </ul>
ПК-14 способностью планировать проведение испытаний отдельных модулей и подсистем мехатронных и робототехнических систем, участвовать в работах по организации и проведению экспериментов на действующих объектах и экспериментальных макетах, а также в обработке результатов экспериментальных исследований	
Знать	<ul style="list-style-type: none"> <li>- основные методы измерения электрических и неэлектрических величин;</li> <li>- принципы действия технических средств измерений, правила обработки результатов измерений и оценивания погрешностей;</li> <li>- важнейшие свойства и характеристики средств измерений, назначение и область применения основных измерительных приборов;</li> <li>- основные методы измерения электрических и неэлектрических величин;</li> <li>- методы диагностирования электротехнического оборудования и принципы, заложенные в каждом из них;</li> <li>- требуемые метрологические характеристики измерительных приборов, используемых при проведении испытаний.</li> </ul>

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

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

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

- контактная работа – 6,4 акад. часов;
- аудиторная – 6 акад. часов;
- внеаудиторная – 0,4 акад. часов
- самостоятельная работа – 97,7 акад. часов;

– подготовка к зачёту – 3,9 акад. часа

Форма аттестации - зачет

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.	4				4	Изучение лабораторных стендов. Изучение техники безопасности и порядка выполнения лабораторного практикума.		ПК-13 з , ПК-14 з
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.		0,2	1		10,7	Подготовка к выполнению лабораторной работы № 1 «Погрешности измерений». Оформление конспекта лабораторной работы.	Выполнение лабораторной работы №1. Проверка конспекта по данной теме.	ПК-13 з , ПК-14 з

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	0,2			10	Конспектирование материала, выданного на самостоятельную проработку. Подготовка к контрольному опросу.	Устный опрос. Проверка конспекта по данной теме.	ПК-13 зу , ПК-14 з
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.	0,2	0,5/0,5И		10	Подготовка к выполнению лабораторной работы № 2 «Измерения в цепях постоянного тока». Оформление конспекта лабораторной работы.	Выполнение лабораторной работы № 2. Проверка конспекта по данной теме.	ПК-13 з , ПК-14 зу
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.	0,2	0,5/0,5И		9	Подготовка к выполнению лабораторной работы № 3 «Измерения в цепях переменного тока». Оформление конспекта лабораторной работы.	Выполнение лабораторной работы № 3. Проверка конспекта по данной теме.	ПК-13 зу , ПК-14 з
1.6 Измерительные трансформаторы тока и напряжения – устройство и принцип действия. Схемы включения измерительных трансформаторов в однофазную и трехфазную цепь.	0,2			9	Конспектирование материала, выданного на самостоятельную проработку.	Проверка конспекта по данной теме.	ПК-13 зув , ПК-14 зв
1.7 Измерение параметров электрических цепей. Аналоговый омметр. Мост постоянного тока для измерения активных сопротивлений. Мегаомметр. Мосты переменного тока для измерения емкостей и индуктивностей.	0,2	1/ИИ		9	Подготовка к выполнению лабораторной работы № 4 «Измерение параметров электрических цепей». Оформление конспекта лабораторной работы.	Выполнение лабораторной работы № 4. Проверка конспекта по данной теме.	ПК-13 зу , ПК-14 з



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.	0,2			9	Конспектирование материала, выданного на самостоятельную проработку.	Проверка конспекта по данной теме.	ПК-13 зув , ПК-14 ув
1.9 Измерение мощности в трехфазных несимметричных цепях (методы двух и трех ваттметров). Измерение реактивной мощности.	0,2	1		10	Подготовка к выполнению лабораторной работы № 6 «Измерения в несимметричных трехфазных цепях». Оформление конспекта лабораторной работы.	Выполнение лабораторной работы № 6. Проверка конспекта по данной теме.	ПК-13 зув , ПК-14 зв
1.10 Электронно-лучевой осциллограф. Структура, режимы работы, двухканальный режим работы осциллографа.	0,2			10	Конспектирование материала, выданного на самостоятельную проработку	Проверка конспекта по данной теме.	ПК-13 зув , ПК-14 ув
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	0,2			7	Конспектирование материала, выданного на самостоятельную проработку.	Проверка конспекта по данной теме.	ПК-13 зув , ПК-14 зв
1.12 Зачет							ПК-13 зув, ПК-14 зув
Итого по разделу	2	4/2И		97,7			
Итого за курс	2	4/2И		97,7		зачёт	
Итого по дисциплине	2	4/2И		97,7		зачет	ПК-13,ПК-14

## **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. Контроль и метрологическое обеспечение средств и систем автоматизации. Основы метрологии и автоматизации : учебное пособие / Ю. А. Смирнов. — Санкт-Петербург : Лань, 2020. — 240 с. — ISBN 978-5-8114-3934-8. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/126912> — Режим доступа: для авториз. пользователей.

### **в) Методические указания:**

1. 1. Методические указания для студентов по подготовке к к лаборатор-ной работе № 1 / составители: 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, 2017. - 16с. : ил., табл. - Текст : непосредственный
2. Методические указания для студентов по подготовке к к лаборатор-ной работе № 2 / составители: 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, 2017. - 13с. : ил., табл. - Текст : непосредственный
3. Методические указания для студентов по подготовке к к лаборатор-ной работе № 3 / составители: 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, 2017. - 10с. : ил., табл. - Текст : непосредственный
4. Методические указания для студентов по подготовке к к лаборатор-ной работе № 4 / составители: 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, 2017. - 8с. : ил., табл. - Текст : непосредственный
5. Методические указания для студентов по подготовке к к лаборатор-ной работе № 5 / составители: 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, 2017. - 8с. : ил., табл. - Текст : непосредственный
6. Методические указания для студентов по подготовке к к лаборатор-ной работе № 6 / составители: 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, 2017. - 8с. : ил., табл. - Текст : непосредственный
7. Методические указания для студентов по подготовке к к лаборатор-ной работе № 7 / составители: 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, 2017. - 24с. : ил., табл. - 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	бессрочно
Электронные плакаты по дисциплине "Электротехника"	К-278-11 от 15.07.2011	бессрочно
Электронные плакаты по курсу "Допуски и технические измерения"	К-227-12 от 11.09.2012	бессрочно

Электронные плакаты по курсу "Технические измерения. Метрология, стандартизация и сертификация"	К-227-12 11.09.2012	от	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="http://magtu.ru:8085/marcweb2/Default.asp">http://magtu.ru:8085/marcweb2/Default.asp</a>
Российская Государственная библиотека. Каталоги	<a href="https://www.rsl.ru/ru/4readers/catalogues/">https://www.rsl.ru/ru/4readers/catalogues/</a>

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

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает:

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

<p>Помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования</p>	<p>Стеллажи, сейфы для хранения учебного оборудования.</p> <p>Инструменты для ремонта лабораторного оборудования</p>
--	--

## 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

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
<p><b>ПК-13</b> - готовность участвовать в проведении предварительных испытаний составных частей опытного образца мехатронной или робототехнической системы по заданным программам и методикам и вести соответствующие журналы испытаний</p>		
<p>Знать</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- фундаментальные понятия и положения метрологии, стандартизации и сертификации;</li> <li>- основные методы измерения электрических и неэлектрических величин;</li> <li>- важнейшие свойства и характеристики средств измерений.</li> </ul>	<p style="text-align: center;"><b><u>Перечень теоретических вопросов к зачету:</u></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> </ol>



Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		<p>6. Метрологические характеристики средств измерений: функция преобразования измерительного прибора, чувствительность, цена 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>
Уметь	<ul style="list-style-type: none"> <li>- определять погрешности измерений;</li> <li>- рассчитывать измерительные преобразователи;</li> <li>- выбирать средства измерений, эффективные методы и приборы согласно метрологическому назначению и технической документации;</li> <li>- экспериментальным способом определять характеристики электрического оборудования.</li> </ul>	<p><b><u>Примерные практические задания</u></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 – <math>50</math>. Прибор включён с добавочным сопротивлением <math>R_d=15 \text{ кОм}</math>. Определить цену деления.</p>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		5. Нагрузка с номинальным сопротивлением 125 Ом подключена к источнику постоянного напряжения 50 В с внутренним сопротивлением 1,2 Ом. Рассчитать относительную погрешность, вносимую вольтметром с номинальным напряжением 200 В и током измерительного механизма 50 мА.
Владеть	<ul style="list-style-type: none"> <li>- методами расчёта и выбора средств измерения ;</li> <li>- приемами проведения экспериментальных исследований электрических цепей и электротехнических устройств;</li> <li>- методами выбора электротехнических, электронных, электроизмерительных устройств.</li> </ul>	<p style="text-align: center;"><b><u>Перечень лабораторных работ:</u></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> </ol>
<b>ПК-14</b> - способностью планировать проведение испытаний отдельных модулей и подсистем мехатронных и робототехнических систем, участвовать в работах по организации и проведению экспериментов на действующих объектах и экспериментальных макетах, а также в обработке результатов экспериментальных исследований		
Знать	<ul style="list-style-type: none"> <li>- назначение и область применения основных измерительных приборов;</li> <li>- физические основы работы измерительных приборов;</li> <li>- классификацию и характеристику средств измерений; принципы построения средств измерений.</li> </ul>	<p style="text-align: center;"><b><u>Перечень теоретических вопросов к зачету:</u></b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Измерения напряжения и тока в цепях постоянного тока: типы используемых измерительных механизмов, расширение пределов измерений по току и напряжению.</li> <li>2. Погрешности измерения тока и напряжения, вносимые включением амперметра и вольтметра.</li> <li>3. Косвенное измерение токов.</li> <li>4. Измерение переменных токов и напряжений: без преобразователей рода тока и с преобразователями рода тока, типы используемых измерительных механизмов и области их использования,</li> </ol>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		<p>расширение пределов измерения по току и напряжению, одно- и двухполупериодные схемы выпрямления.</p> <p>5. Электронные вольтметры</p> <p>6. Измерение мощности. Устройство ваттметра, особенности его использования на постоянном и переменном токе, угловая погрешность. Косвенное измерение мощности.</p> <p>7. Ваттметр с преобразователем Холла. Электрический счетчик электроэнергии на основе индукционного измерительного механизма, на основе широтно-импульсной модуляции (ШИМ).</p> <p>8. Измерение активной мощности в трехфазных цепях: методы одного, двух и трех ваттметров, метод одного ваттметра с искусственной нулевой точкой.</p> <p>9. Измерение реактивной мощности в трехфазных цепях при симметричной и несимметричной нагрузках.</p> <p>10. Электронный частотомер на приборе конденсаторного типа. Фазометр на основе преобразования угла сдвига фаз во временной интервал.</p> <p>11. Измерение сопротивлений омметром: последовательная и параллельные схемы включения измерительного механизма.</p> <p>12. Измерение сопротивлений с помощью моста постоянного тока.</p> <p>13. Мегомметр. Устройство, принцип действия, методика измерений.</p> <p>14. Метод амперметра-вольтметра при</p>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		<p>измерении сопротивлений.</p> <p>15. Измерение емкостей и индуктивностей. Косвенные и прямые методы.</p> <p>16. Мосты переменного тока для измерений емкостей и индуктивностей.</p> <p>17. Электронный осциллограф: назначение, устройство электронно-лучевой трубки, блочная схема электронной части: схема синхронизации, генератор развертки, двухканальный режим однолучевого осциллографа.</p> <p>18. Цифровые измерительные приборы: дискретизация, квантование, цифровое кодирование. Классификация цифровых приборов по способу преобразования непрерывной величины в дискретную: кодоимпульсное, время- и частотно-импульсное.</p> <p>19. Цифровой вольтметр с времяимпульсным преобразованием.</p>
Уметь	<ul style="list-style-type: none"> <li>- выбирать измерительные трансформаторы тока и напряжения;</li> <li>- применять устройства для расширения пределов измерения по току, напряжению, мощности на постоянном и переменном токе;</li> <li>- использовать средства измерений, стандартные методы и приборы согласно метрологическому назначению и технической документации.</li> </ul>	<p><b><u>Примерные практические задания</u></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. 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 – <math>50</math>. Прибор включён с добавочным сопротивлением <math>R_d=15 \text{ кОм}</math>. Определить цену деления.</li> </ol>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		<p>5. Нагрузка с номинальным сопротивлением 125 Ом подключена к источнику постоянного напряжения 50 В с внутренним сопротивлением 1,2 Ом. Рассчитать относительную погрешность, вносимую вольтметром с номинальным напряжением 200 В и током измерительного механизма 50 мА.</p> <p>6. Два ваттметра с номинальными данными <math>I_{ном}=5</math> А, <math>U_{ном}=150</math> В со шкалой на 150 делений включены в цепь через измерительные трансформаторы тока и напряжения с коэффициентами трансформации тока <math>K_{ТТ}=50/5</math> и <math>K_{ТН}=500/100</math>.</p> <p>Определить мощность потребления энергии трехфазной цепью, если стрелка одного ваттметра отклонилась на 15 делений, а другого на 40 делений.</p> <p>7. 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>8. Приведите схему включения вольтметра с добавочным сопротивлением.</p>
Владеет	<ul style="list-style-type: none"> <li>- методами и навыками использования приборов для измерения электрических величин;</li> <li>- владеть методикой обработки полученных результатов измерений с соответствии с нормативной документацией;</li> <li>- принципами и методами поверки и калибровки. Навыками метрологической деятельности на предприятии.</li> </ul>	<p><b><u>Перечень лабораторных работ:</u></b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Измерения в цепях постоянного тока</li> <li>2. Измерения в цепях переменного тока</li> <li>3. Измерение параметров электрических цепей</li> <li>4. Измерения в симметричных трехфазных цепях</li> <li>5. Измерения в несимметричных трехфазных цепях .</li> </ol>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		6. Измерения с помощью электронного 7. осциллографа.

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

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