

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
"Казанский (Приволжский) федеральный университет"
Факультет математики и естественных наук



УТВЕРЖДАЮ

Проректор по образовательной деятельности КФУ

Проф. Д.А. Таюрский

ДЕПАРТАМЕНТ
ОБРАЗОВАНИЯ
(ДО КФУ)

» _____ 20__ г.

подписано электронно-цифровой подписью

Программа дисциплины

Метрология и электрические измерения Б1.В.ДВ.6

Направление подготовки: 44.03.04 - Профессиональное обучение (по отраслям)

Профиль подготовки: Энергетика

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Автор(ы):

Шурыгин В.Ю.

Рецензент(ы):

Сабирова Ф.М.

СОГЛАСОВАНО:

Заведующий(ая) кафедрой: Сабирова Ф. М.

Протокол заседания кафедры No ___ от "___" _____ 201__ г

Учебно-методическая комиссия Елабужского института КФУ (Факультет математики и естественных наук):

Протокол заседания УМК No ___ от "___" _____ 201__ г

Регистрационный No 1016721118

Казань
2018

Содержание

1. Цели освоения дисциплины
2. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы
3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины /модуля
4. Структура и содержание дисциплины/ модуля
5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения
6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов
7. Литература
8. Интернет-ресурсы
9. Материально-техническое обеспечение дисциплины/модуля согласно утвержденному учебному плану

Программу дисциплины разработал(а)(и) доцент, к.н. (доцент) Шурыгин В.Ю. Кафедра физики Факультет математики и естественных наук, VJShurygin@kpfu.ru

1. Цели освоения дисциплины

Цель данного курса - изучение основных понятий, методов метрологии и их применений в электрических измерениях.

2. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы высшего профессионального образования

Данная учебная дисциплина включена в раздел " Б1.В.ДВ.6 Дисциплины (модули)" основной образовательной программы 44.03.04 Профессиональное обучение (по отраслям) и относится к дисциплинам по выбору. Осваивается на 2 курсе, 3 семестр.

Дисциплина 'Метрология и электрические измерения' относится к дисциплинам вариативной части математического и естественнонаучного (общенаучного) цикла. Для освоения дисциплины используются знания, умения и виды деятельности, сформированные в процессе изучения предметов 'Физика' и 'Математика', на предыдущем уровне образования, а также студентами в ходе изучения дисциплин: 'Математика' (дифференциальное и интегральное исчисление, элементы теории вероятностей).

Освоение данной дисциплины является необходимой основой для изучения курса 'Теоретические основы электротехники', а также ряда дисциплин профессионального цикла таких как 'Общая энергетика', 'Электроснабжение потребителей', 'Эксплуатация электрических сетей', 'Основы электроники' и др.

3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины /модуля

В результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ПК-14 (профессиональные компетенции)	готовностью к применению технологий формирования креативных способностей при подготовке рабочих, служащих и специалистов среднего звена
ПК-9 (профессиональные компетенции)	готовностью к формированию у обучающихся способности к профессиональному самовоспитанию

В результате освоения дисциплины студент:

1. должен знать:

- основные метрологические понятия и термины;
- принципы расчета точностных характеристик приборов, определения случайной и систематической погрешностей;
- методы статистической обработки результатов измерений;
- принципы действия и метрологические характеристики электромеханических, электронно-лучевых, аналоговых электронных и цифровых измерительных приборов;
- методы измерения основных электрических величин (ток, напряжение, мощность, энергия, частота, фаза, сопротивление, емкость, индуктивность) и неэлектрических величин;
- методы изменения пределов измерения приборов;
- принципы построения информационно-измерительных систем, с использованием микропроцессорной техники и компьютеров; интерфейсы компьютерных приборов;

- физические величины, технологические параметры, методы и средства их контроля, в том числе с использованием компьютерной техники.

2. должен уметь:

- выбирать необходимые для измерения электрических величин приборы с учетом диапазона измеряемых величин, условий измерений и требуемой точности измерений;
 - выбирать методы, разрабатывать схемы и методики измерений электрических и неэлектрических величин; оценивать точность измерений, определять случайную и систематическую погрешности измерений.

3. должен владеть:

- электромеханическими, цифровыми, электронно-лучевыми приборами;
 - операциями по обеспечению ввода-вывода информации приборов и генераторов сигналов в составе информационно-измерительных комплексов;
 - построением измерительных и поверочных схем;
 - методами расчета.

4. должен демонстрировать способность и готовность:

применять результаты освоения дисциплины в профессиональной деятельности

4. Структура и содержание дисциплины/ модуля

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных(ые) единиц(ы) 108 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины зачет в 3 семестре.

Суммарно по дисциплине можно получить 100 баллов, из них текущая работа оценивается в 50 баллов, итоговая форма контроля - в 50 баллов. Минимальное количество для допуска к зачету 28 баллов.

86 баллов и более - "отлично" (отл.);

71-85 баллов - "хорошо" (хор.);

55-70 баллов - "удовлетворительно" (удов.);

54 балла и менее - "неудовлетворительно" (неуд.).

4.1 Структура и содержание аудиторной работы по дисциплине/ модулю

Тематический план дисциплины/модуля

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
1.	Тема 1. Общие сведения о метрологии и измерениях	3		2	0	0	Тестирование

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
2.	Тема 2. Систематические и случайные погрешности и обработка результатов измерений	3		6	0	4	Лабораторные работы Тестирование
3.	Тема 3. Общие вопросы электрических измерений	3		4	0	0	Тестирование
4.	Тема 4. Измерение электрических величин электромеханическими приборами	3		8	0	4	Лабораторные работы Тестирование
5.	Тема 5. Измерение параметров электрических цепей	3		6	0	4	Лабораторные работы
6.	Тема 6. Измерение параметров электрических сигналов электронными аналоговыми и цифровыми приборами	3		6	0	2	Лабораторные работы
7.	Тема 7. Измерения магнитных и неэлектрических величин	3		4	0	4	Тестирование
	Тема . Итоговая форма контроля	3		0	0	0	Зачет
	Итого			36	0	18	

4.2 Содержание дисциплины

Тема 1. Общие сведения о метрологии и измерениях

лекционное занятие (2 часа(ов)):

Краткий исторический обзор развития метрологии и отечественной электроизмерительной техники. Роль измерений в науке, технике и народном хозяйстве страны. Значение дисциплины "Метрология и измерения" в подготовке энергетиков. Основные термины и определения: метрология, физические величины и их единицы; измерения и их вид: принципы и методы измерений, погрешности измерений и их разновидности, средства измерений и их общая классификация. Основные положения метрологического обеспечения.

Государственная система обеспечения единства измерений. Метрологическая служба РФ, ее структура и основные задачи. Международные метрологические организации. Эталоны и образцовые средства измерений. Передача параметров единиц от эталонов образцовым средствам измерений. Поверочные схемы.

Тема 2. Систематические и случайные погрешности и обработка результатов измерений

лекционное занятие (6 часа(ов)):

Классификация систематических погрешностей. Способы обнаружения и оценки систематических погрешностей. Суммирование неисключенных систематических погрешностей. Математическое описание случайных погрешностей и их вероятностные характеристики. Точная и интервальная оценки случайных погрешностей прямых равнооточных и неравнооточных измерений. Критерий грубых погрешностей. Оценка случайных погрешностей косвенных измерений. Критерий ничтожных погрешностей. Обработка результатов многократных наблюдений при прямых и косвенных измерениях. Оценки суммарной погрешности результата измерения. Оценка погрешностей измерений с однократными наблюдениями. Показатели точности и формы представления результатов измерений.

лабораторная работа (4 часа(ов)):

Математическое описание случайных погрешностей измерений и их вероятностные характеристики. Обработка результатов многократных наблюдений при прямых и косвенных измерениях

Тема 3. Общие вопросы электрических измерений

лекционное занятие (4 часа(ов)):

Классификация средств измерений (СИ) электрических величин и принятая система их обозначений. Технические и метрологические характеристики СИ электрических величин. Нормирование метрологических характеристик, классы точности. Общие требования к СИ электрических величин. Организация измерительного эксперимента. Основные свойства СИ электрических величин. Общие структурные схемы измерительных приборов прямого преобразования и сравнения, их особенности и краткая характеристика.

Тема 4. Измерение электрических величин электромеханическими приборами

лекционное занятие (8 часа(ов)):

Общие сведения об электромеханических приборах и их классификация по способу преобразования электромагнитной энергии в механическую. Теоретическое обоснование принципа действия. Общие узлы и детали электромеханических приборов. Магнитоэлектрические приборы постоянного тока и область их применения: амперметры, вольтметры, гальванометры, омметры. Метрологические и эксплуатационные характеристики приборов. Магнитоэлектрические приборы с преобразователями рода тока: термоэлектрические и выпрямительные приборы. Принцип действия и область применения. Электродинамические приборы и область их применения: амперметры, вольтметры, ваттметры и фазометры. Метрологические и эксплуатационные характеристики. Электромагнитные и электростатические приборы, область их применения и характеристики. Расширение пределов измерений электромеханических приборов с помощью масштабных преобразователей. Характерные примеры масштабных преобразователей для измерительных цепей постоянного и переменного токов: шунты, добавочные резисторы, делители напряжения, измерительные преобразователи тока и напряжения, измерительные трансформаторы.

лабораторная работа (4 часа(ов)):

Магнитоэлектрические приборы постоянного тока. Электродинамические приборы. Электромагнитные и электростатические приборы. Счетчики электрической энергии. Расширение пределов измерений электромеханических приборов.

Тема 5. Измерение параметров электрических цепей

лекционное занятие (6 часа(ов)):

Общие сведения и классификация приборов для измерения параметров электрических цепей. Электронные омметры. Принцип действия, область применения и метрологические характеристики. Мостовые измерители параметров двухполюсников. Основные теории и классификация измерительных мостов. Одинарные и двойные мосты постоянного тока. Мосты переменного тока для измерения емкости, тангенса угла потерь и индуктивности, добротности. Трансформаторные мосты. Автоматизация измерений с помощью мостов. Метрологические и эксплуатационные характеристики измерительных мостов. Резонансные измерители параметров двухполюсников. Принцип действия, область применения и основные характеристики.

лабораторная работа (4 часа(ов)):

Измерительные мосты

Тема 6. Измерение параметров электрических сигналов электронными аналоговыми и цифровыми приборами

лекционное занятие (6 часа(ов)):

Электронные аналоговые вольтметры прямого преобразования постоянного и переменного тока. Типовые структурные схемы и основные функциональные узлы аналоговых вольтметров. Зависимость показаний вольтметров от формы кривой измеряемого напряжения. Электронные аналоговые вольтметры сравнения. Измерительные компенсаторы (потенциометры) постоянного и переменного тока. Принцип действия, метрологические и эксплуатационные характеристики, область применения. Электронные аналоговые частотомеры, фазометры и измерители нелинейных искажений: принцип действия и метрологические характеристики. Общие сведения и понятия в области цифровых измерительных приборов (ЦИП). Основные методы аналого-цифрового преобразования измеряемых величин. Аналого-цифровые преобразователи (АЦП) как основные элементы ЦИП. Системы счисления и коды, применяемые в ЦИП. Классификация ЦИП в зависимости от метода аналого-цифрового преобразования и типа АЦП. Обобщенная структурная схема и основные функциональные узлы ЦИП. Основные примеры ЦИП: частотомеры, измерители интервалов времени, фазометры, вольтметры постоянного и переменного тока.

лабораторная работа (2 часа(ов)):

Электронные аналоговые вольтметры. Электронные аналоговые частотомеры и фазометры. Измерение параметров электрических сигналов электронными цифровыми приборами. Светолучевые и электронные осциллографы. Электронные омметры.

Тема 7. Измерения магнитных и неэлектрических величин

лекционное занятие (4 часа(ов)):

Общие сведения о магнитных измерениях. Основные магнитные величины. Основные характеристики магнитных материалов: статические и динамические. Физические основы измерения магнитных величин. Методы и средства измерений магнитных величин, их классификация. Магнитные измерительные преобразователи. Метрологические характеристики. Измерение магнитной индукции, магнитного потока и напряженности магнитного поля. Измерение характеристик магнитных материалов. Магнитные цепи, используемые при измерениях. Измерение статических и динамических характеристик магнитных материалов, метрологические характеристики. Особенности измерения неэлектрических величин электрическими средствами измерения. Методы и приборы электрических измерений неэлектрических величин. Структурные схемы и основные функциональные узлы приборов для измерения неэлектрических величин: измерительные преобразователи, измерительные цепи. Основные метрологические и эксплуатационные характеристики. Классификация измерительных преобразователей. Параметрические преобразователи неэлектрических величин в электрические. Их классификация и основные характеристики. Основы теории и расчета параметрических преобразователей. Измерительные цепи, используемые с параметрическими измерительными преобразователями. Применение параметрических измерительных преобразователей в средствах измерений неэлектрических величин. Основные метрологические и эксплуатационные характеристики средств измерений.

лабораторная работа (4 часа(ов)):

Генераторные преобразователи неэлектрических величин в электрические, их классификация и основные характеристики. Измерительные цепи, используемые с генераторными измерительными преобразователями. Применение генераторных преобразователей для измерения различных неэлектрических величин (механических перемещений, усилий, деформаций, давления, температуры и т.д.). Измерительные приборы на их основе, их основные метрологические и эксплуатационные характеристики.

4.3 Структура и содержание самостоятельной работы дисциплины (модуля)

N	Раздел Дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
1.	Тема 1. Общие сведения о метрологии и измерениях	3		подготовка к тестированию	6	Тестирование
2.	Тема 2. Систематические и случайные погрешности и обработка результатов измерений	3		Подготовка к лабораторным работам. Обработка и оформление результатов.	4	Лабораторные работы
				Подготовка к тестированию	4	Тестирование
3.	Тема 3. Общие вопросы электрических измерений	3		Подготовка к тестированию	6	Тестирование
4.	Тема 4. Измерение электрических величин электромеханическими приборами	3		Подготовка к лабораторным работам. Обработка и оформление результатов.	6	Лабораторные работы
				Подготовка к тестированию	4	Тестирование
5.	Тема 5. Измерение параметров электрических цепей	3		Подготовка к лабораторным работам. Обработка и оформление результатов.	8	Лабораторные работы
6.	Тема 6. Измерение параметров электрических сигналов электронными аналоговыми и цифровыми приборами	3		Подготовка к лабораторным работам. Обработка и оформление результатов.	8	Лабораторные работы
7.	Тема 7. Измерения магнитных и неэлектрических величин	3		Подготовка к тестированию	8	Тестирование
	Итого				54	

5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения

В процессе освоения дисциплины 'Метрология и электрические измерения' используются следующие формы:

- лекции;
- лабораторный практикум;
- самостоятельная работа;

- тестирование по отдельным темам дисциплины, по модулям программы;
- НИРС, включающая занятия студентов в студенческом научном обществе, участие в конференциях;
- консультирование студентов по вопросам учебного материала, написания тезисов, статей, докладов на конференции.

При использовании всех видов аудиторных занятий (лекций, лабораторных работ) в сочетании с систематической самостоятельной работой по каждому модулю курса будет достигнут уровень знаний и умений, необходимый студенту для получения профессионального образования. Студенты осуществляют самостоятельную внеаудиторную работу путем чтения основной и дополнительной литературы при подготовке к получению допуска и защиты лабораторных работ и семестровому зачёту; получение информации справочного характера через Интернет, литературу справочного характера. Все виды работы студентов оцениваются по рейтинг-системе.

Лекционные занятия проводятся с использованием интерактивных технологий и предполагают активное участие студентов. Для подготовки к занятиям рекомендуется выделять в материале проблемные вопросы, затрагиваемые преподавателем в лекции, и группировать информацию вокруг них. Желательно выделять в используемой литературе постановки вопросов, на которые разными авторами могут быть даны различные ответы. На основании постановки таких вопросов следует собирать аргументы в пользу различных вариантов решения поставленных проблем.

Лабораторные занятия - это одна из разновидностей практического занятия, являющаяся эффективной формой учебных занятий в организации высшего образования. Лабораторные занятия имеют выраженную специфику в зависимости от учебной дисциплины, углубляют и закрепляют теоретические знания. На этих занятиях студенты осваивают конкретные методы изучения дисциплины, обучаются экспериментальным способам анализа, умению работать с приборами и современным оборудованием. Лабораторные занятия дают наглядное представление об изучаемых явлениях и процессах, студенты осваивают постановку и ведение эксперимента, учатся умению наблюдать, оценивать полученные результаты, делать выводы и обобщения.

При разработке тестовых заданий использовались следующие формы заданий:

- задания с выбором одного из 3-4 ответов;
- задания с выбором несколько из 3-4 ответов.

Зачет по курсу проводится в виде тестирования или по билетам. При подготовке к зачету необходимо опираться на источники, которые разбирались на лекциях в течение семестра.

6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов

Тема 1. Общие сведения о метрологии и измерениях

Тестирование, примерные вопросы:

1 Единица физической величины - это 1. значение величины равное 0 2. физическая величина фиксированного размера, условно принятая для сравнения с ней однородной величин, которой присваивается числовое значение, равное 1 3. значение физической величины, которое может принимать любое значение 4. значение физической величины, указанное в ГОСТе 2 Количественная характеристика размера конкретного свойства материального объекта, измеряемая физическими единицами измерений - это 1. шкала порядка 2. единица измерения 3. числовое значение физической величины 4. свойство 3 Атлас цветов относят к шкале 1. интервалов 2. отношений 3. порядка 4. наименований 4 Какая шкала имеет естественное нулевое значение, а единица измерений устанавливается по согласованию 1. отношений 2. интервалов 3. порядка 4. наименований 5 Секунда в системе СИ является единицей 1. дополнительной 2. основной 3. дольной 4. производной

Тема 2. Систематические и случайные погрешности и обработка результатов измерений

Лабораторные работы , примерные вопросы:

Математическое описание случайных погрешностей измерений и их вероятностные характеристики. Обработка результатов многократных наблюдений при прямых и косвенных измерениях

Тестирование , примерные вопросы:

6 Угол между двумя радиусами окружности, дуга между которыми по длине равна радиусу 1. кандела 2. стерадиан 3. градус 4. радиан 7 Совокупность функционально и конструктивно объединённых средств измерений и других устройств в одном месте для рационального решения задачи измерений или контроля называют 1. измерительной установкой 2. измерительным прибором 3. информационной измерительной системой 8 Дополнительной единицей в системе СИ для измерения плоского угла принят 1. минута 2. радиан 3. градус 4. стерадиан 9 Единица скорости м/с является 1. дополнительной 2. производной 3. основной 4. дольной 10 Совокупность приёмов использования принципов и средств измерений, выбранная для решения конкретной измерительной задачи называется 1. средством измерения 2. методом измерения 3. погрешностью измерения 4. точностью измерения

Тема 3. Общие вопросы электрических измерений

Тестирование , примерные вопросы:

11 Измерения, при которых искомое значение физической величины находят непосредственно из опытных данных, называются 1. Косвенными 2. Динамическими 3. Статическими 4. Прямыми 12 По способу получения результата измерения подразделяют на 1. прямые и косвенные 2. Технические и лабораторные 3. Контактные и бесконтактные 4. Абсолютные, допусковые, относительные 13 Производимые одновременно измерения двух или нескольких неодновременных величин для нахождения зависимостей между ними называются 1. Совместные 2. Совокупные 3. Статическими 4. Лабораторными 14 По характеру зависимости измеряемой величины от времени измерения разделяются на: 1. Технические и лабораторные 2. Статические и динамические 3. Прямые и косвенные 4. Контактные и бесконтактные 15 Действительным значением величины не является значение, которое... 1. близко к истинному 2. получено экспериментальным путём 3. может быть использовано вместо истинного значения 4. имеет измеряемая величина

Тема 4. Измерение электрических величин электромеханическими приборами

Лабораторные работы , примерные вопросы:

Магнитоэлектрические приборы постоянного тока. Электродинамические приборы. Электромагнитные и электростатические приборы. Счетчики электрической энергии.

Тестирование , примерные вопросы:

16 Определение "средство измерений" не характеризует следующий признак: 1. имеет нормированные метрологические характеристики 2. имеет высокий уровень качества 3. это техническое средство 4. воспроизводит или хранит единицу величины 17 Совокупность функционально и конструктивно объединённых средств измерений и других устройств в одном месте для рационального решения задачи измерений или контроля называют 1. измерительной установкой 2. измерительным прибором 3. информационной измерительной системой 4. информационно-вычислительным комплексом 18 Единица измерения давления "миллиметр ртутного столба" является единицей 1. системной 2. изъятой из употребления 3. внесистемной 4. допускаемой к применению наравне с единицами SI 19 Функция преобразования измерительного преобразователя относится к группе метрологических характеристик средств измерений: 1. чувствительности СИ к влияющим величинам 2. динамическим 3. взаимодействия с объектами на входе и выходе СИ 4. для определения результатов измерений 20 Рабочие средства измерений предназначены для 1. измерений, не связанных с передачей размеров единиц физических величин 2. передачи размеров единиц физических величин другим средствам измерений 3. калибровки других рабочих средств измерений 4. при изготовлении рабочих эталонов

Тема 5. Измерение параметров электрических цепей

Лабораторные работы , примерные вопросы:

Расширение пределов измерений электромеханических приборов. Измерительные мосты. Электронные аналоговые вольтметры. Электронные аналоговые частотомеры и фазометры. Электронные омметры.

Тема 6. Измерение параметров электрических сигналов электронными аналоговыми и цифровыми приборами

Лабораторные работы , примерные вопросы:

Измерение параметров электрических сигналов электронными цифровыми приборами. Светолучевые и электронные осциллографы.

Тема 7. Измерения магнитных и неэлектрических величин

Тестирование , примерные вопросы:

16 Определение "средство измерений" не характеризует следующий признак: 1. имеет нормированные метрологические характеристики 2. имеет высокий уровень качества 3. это техническое средство 4. воспроизводит или хранит единицу величины 17 Совокупность функционально и конструктивно объединённых средств измерений и других устройств в одном месте для рационального решения задачи измерений или контроля называют 1. измерительной установкой 2. измерительным прибором 3. информационной измерительной системой 4. информационно вычислительным комплексом 18 Единица измерения давления "миллиметр ртутного столба" является единицей 1. системной 2. изъятой из употребления 3. внесистемной 4. допускаемой к применению наравне с единицами SI 19 Функция преобразования измерительного преобразователя относится к группе метрологических характеристик средств измерений: 1. чувствительности СИ к влияющим величинам 2. динамическим 3. взаимодействия с объектами на входе и выходе СИ 4. для определения результатов измерений 20 Рабочие средства измерений предназначены для 1. измерений, не связанных с передачей размеров единиц физических величин 2. передачи размеров единиц физических величин другим средствам измерений 3. калибровки других рабочих средств измерений 4. при изготовлении рабочих эталонов

Итоговая форма контроля

зачет

Примерные вопросы к зачету:

Вопросы к зачету:

1. Физические величины и их единицы; измерения и их вид: принципы и методы измерений.
2. Погрешности измерений и их разновидности, средства измерений и их общая классификация.
3. Классификация, способы обнаружения и оценки систематических погрешностей.
4. Математическое описание случайных погрешностей и их вероятностные характеристики.
5. Оценка случайных погрешностей косвенных измерений.
6. Обработка результатов многократных наблюдений при прямых и косвенных измерениях. Оценки суммарной погрешности результата измерения.
7. Оценка погрешностей измерений с однократными наблюдениями. Показатели точности и формы представления результатов измерений.
8. Основные положения метрологического обеспечения. Государственная система обеспечения единства измерений. Метрологическая служба РФ, ее структура и основные задачи.
9. Эталоны и образцовые средства измерений. Передача параметров единиц от эталонов образцовым средствам измерений. Поверочные схемы.
10. Классификация средств измерений (СИ) электрических величин и принятая система их обозначений.
11. Нормирование метрологических характеристик, классы точности. Общие требования к СИ электрических величин.
12. Общие структурные схемы измерительных приборов прямого преобразования и сравнения, их особенности и краткая характеристика.
13. Магнитоэлектрические приборы постоянного тока и область их применения: амперметры, вольтметры, гальванометры, омметры.

14. Магнитоэлектрические приборы с преобразователями рода тока: термоэлектрические и выпрямительные приборы. Принцип действия и область применения.
15. Электродинамические приборы и область их применения: амперметры, вольтметры, ваттметры и фазометры.
16. Электромагнитные и электростатические приборы, область их применения и характеристики.
17. Расширение пределов измерений электромеханических приборов с помощью масштабных преобразователей.
18. Электронные аналоговые вольтметры прямого преобразования постоянного и переменного тока.
19. Электронные аналоговые вольтметры сравнения.
20. Измерительные компенсаторы (потенциометры) постоянного и переменного тока.
21. Электронные аналоговые частотомеры, фазометры и измерители нелинейных искажений.
22. Основные методы аналого-цифрового преобразования измеряемых величин.
Аналого-цифровые преобразователи
23. Основные примеры цифровых измерительных приборов: частотомеры, измерители интервалов времени, фазометры, вольтметры постоянного и переменного тока.
24. Самопишущие приборы, их свойства, область применения.
25. Светолучевые и электронные осциллографы. Область применения различных осциллографов.
26. Классификация измерительных генераторов. Обобщенная структурная схема и основные параметры измерительных генераторов.
27. Электронные омметры. Принцип действия, область применения и метрологические характеристики.
28. Мостовые измерители параметров двухполюсников. Основные теории и классификация измерительных мостов.
29. Мосты переменного тока для измерения емкости, тангенса угла потерь и индуктивности, добротности.
30. Трансформаторные мосты
31. Методы и приборы электрических измерений неэлектрических величин.
32. Параметрические преобразователи неэлектрических величин в электрические. Их классификация и основные характеристики
33. Генераторные преобразователи неэлектрических величин в электрические, их классификация и основные характеристики.
34. Основные направления и принципы автоматизации электрических измерений. Применение микропроцессоров в электроизмерительных приборах.

7.1. Основная литература:

1. Кравцов А.В. Электрические измерения :учеб. пособие / А.В. Кравцов, А.В. Пузарин. - М.: РИОР : ИНФРА-М, 2018. - 148 с. - URL: <http://znanium.com/bookread2.php?book=939363>
2. Мишин В.М. Метрология. Стандартизация. Сертификация: Учебник для студентов вузов, обучающихся по направлениям стандартизации, сертификации и метрологии, направлениям экономики и управления / Архипов А.В., Зекунов А.Г., Курилов П.Г.; Под ред. Мишин В.М. - М.:ЮНИТИ-ДАНА, 2015. - 495 с. - URL: <http://znanium.com/bookread2.php?book=881086>
3. Аристов А.И., Приходько В.М., Сергеев И.Д., Фатюхин Д.С. Метрология, стандартизация, сертификация. - М.: ИНФРА-М, 2012. - 256 с. - URL: <http://znanium.com/bookread.php?book=239847>
4. Кошечая И. П. Метрология, стандартизация, сертификация: Учебник / И.П. Кошечая, А.А. Канке. - М.: ИД ФОРУМ: НИЦ Инфра-М, 2012. - 416 с. - URL: <http://znanium.com/bookread.php?book=356899>

5. Хромоин П. К. Электротехнические измерения: Учебное пособие / П.К. Хромоин. - 2-е изд., испр. и доп. - М.: Форум, 2011. - 288 с. - URL: <http://znanium.com/bookread.php?book=253379>

7.2. Дополнительная литература:

1. Ким К.К., Анисимов Г.Н., Чураков А.И. Поверка средств измерений электрических величин: Учебное пособие. - М.: УМЦ ЖДТ, 2014. - 140 с. - URL: <http://znanium.com/bookread2.php?book=487802>
2. Димов, Ю.В. Метрология, стандартизация и сертификация : Учебник для вузов. - 3-е изд. - СПб. : Питер, 2010. - 464 с. 10 экз.
3. Метрология. Стандартизация. Сертификация : учеб. для студ. / под ред. В.М. Мишина. - М. : ЮНИТИ-ДАНА, 2009. - 495с. 10 экз
4. Шишкин, И.Ф. Теоретическая метрология : Часть 1. Общая теория измерений. Учебник для вузов. - 4-е изд., перераб. и доп. - СПб. : Питер, 2010. - 192 с. 10 экз.
5. Контрольно-измерительные приборы и инструменты : учебник для нач. проф. образования / С.А. Зайцев и др. - 4-е изд., стер. - М. : Академия, 2009. - 464 с. 3+5=8 экз.

7.3. Интернет-ресурсы:

Библиотека учебной и научной литературы - <http://sbiblio.com/biblio>

Метрология и электрические измерения: Учебное пособие / Е.Д. Шабалдин, Г.К. Смолин, В.И. Уткин, А.П. Зарубин; под ред. Е.Д. Шабалдина. - Екатеринбург: Изд-во ГОУ ВПО "Рос. гос. проф.-пед. ун-т", 2006. - 282 с. - <http://window.edu.ru/resource/511/79511>

Российское образование - Федеральный портал - <http://www.edu.ru>

сайт, содержащий открытые учебники по естественнонаучным дисциплинам - <http://www.college.ru>

сетевая энциклопедия "Кругосвет" - <http://www.krugosvet.ru>

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины(модуля)

Освоение дисциплины "Метрология и электрические измерения" предполагает использование следующего материально-технического обеспечения:

Мультимедийная аудитория, вместимостью более 60 человек. Мультимедийная аудитория состоит из интегрированных инженерных систем с единой системой управления, оснащенная современными средствами воспроизведения и визуализации любой видео и аудио информации, получения и передачи электронных документов. Типовая комплектация мультимедийной аудитории состоит из: мультимедийного проектора, автоматизированного проекционного экрана, акустической системы, а также интерактивной трибуны преподавателя, включающей тач-скрин монитор с диагональю не менее 22 дюймов, персональный компьютер (с техническими характеристиками не ниже Intel Core i3-2100, DDR3 4096Mb, 500Gb), конференц-микрофон, беспроводной микрофон, блок управления оборудованием, интерфейсы подключения: USB, audio, HDMI. Интерактивная трибуна преподавателя является ключевым элементом управления, объединяющим все устройства в единую систему, и служит полноценным рабочим местом преподавателя. Преподаватель имеет возможность легко управлять всей системой, не отходя от трибуны, что позволяет проводить лекции, практические занятия, презентации, вебинары, конференции и другие виды аудиторной нагрузки обучающихся в удобной и доступной для них форме с применением современных интерактивных средств обучения, в том числе с использованием в процессе обучения всех корпоративных ресурсов. Мультимедийная аудитория также оснащена широкополосным доступом в сеть интернет. Компьютерное оборудование имеет соответствующее лицензионное программное обеспечение.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "ZNANIUM.COM", доступ к которой предоставлен студентам. ЭБС "ZNANIUM.COM" содержит произведения крупнейших российских учёных, руководителей государственных органов, преподавателей ведущих вузов страны, высококвалифицированных специалистов в различных сферах бизнеса. Фонд библиотеки сформирован с учетом всех изменений образовательных стандартов и включает учебники, учебные пособия, УМК, монографии, авторефераты, диссертации, энциклопедии, словари и справочники, законодательно-нормативные документы, специальные периодические издания и издания, выпускаемые издательствами вузов. В настоящее время ЭБС ZNANIUM.COM соответствует всем требованиям федеральных государственных образовательных стандартов высшего профессионального образования (ФГОС ВПО) нового поколения.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе Издательства "Лань", доступ к которой предоставлен студентам. ЭБС Издательства "Лань" включает в себя электронные версии книг издательства "Лань" и других ведущих издательств учебной литературы, а также электронные версии периодических изданий по естественным, техническим и гуманитарным наукам. ЭБС Издательства "Лань" обеспечивает доступ к научной, учебной литературе и научным периодическим изданиям по максимальному количеству профильных направлений с соблюдением всех авторских и смежных прав.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "Консультант студента", доступ к которой предоставлен студентам. Электронная библиотечная система "Консультант студента" предоставляет полнотекстовый доступ к современной учебной литературе по основным дисциплинам, изучаемым в медицинских вузах (представлены издания как чисто медицинского профиля, так и по естественным, точным и общественным наукам). ЭБС предоставляет вузу наиболее полные комплекты необходимой литературы в соответствии с требованиями государственных образовательных стандартов с соблюдением авторских и смежных прав.

Специализированная лаборатория.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВПО и учебным планом по направлению 44.03.04 "Профессиональное обучение (по отраслям)" и профилю подготовки Энергетика .

Автор(ы):

Шурыгин В.Ю. _____

"__" _____ 201__ г.

Рецензент(ы):

Сабилова Ф.М. _____

"__" _____ 201__ г.