

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Владимирский государственный университет
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»
(ВлГУ)



УТВЕРЖДАЮ
Проректор
по образовательной деятельности

А.А. Панфилов

« 20 19 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Методы и средства измерений электрических величин»

Направление подготовки: **12.04.01 Приборостроение**

Профиль/программа подготовки: **Информационно-измерительные технологии**

Уровень высшего образования: **магистратура**

Форма обучения: **очная**

Семестр	Трудоемкость зач. ед./час.	Лекции, час.	Практич. занятия, час.	Лаборат. работы, час.	СРС, час.	Форма промежуточного аттестации (экз./зачет)
1	4/144	36		18	63	Экз. (27)
Итого	4/144	36		18	63	Экз. (27)

Владимир 2019

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель освоения дисциплины «Методы и средства измерений электрических величин»: приобретение студентами необходимых знаний и навыков в области измерения электрических величин.

Задачи:

- освоить основные методы измерения параметров электрических величин;
- знакомство с методами обработки результатов измерения параметров электрических величин;
- получение навыков по работе со средствами измерений параметров электрических величин;
- частично развить компетенции ОПК-1, ПК-2, ПК-3, ПК-7, ПК-13.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Дисциплина «Методы и средства измерений электрических величин» относится к части учебных дисциплин, формируемых участниками образовательных отношений учебных дисциплин основной профессиональной образовательной программы высшего образования (далее – ОПОП ВО), предусмотренных федеральным государственным образовательным стандартом по направлению 12.04.01 Приборостроение (далее – ФГОС ВО).

Пререквизиты дисциплины: *дисциплина опирается на знания предметов основной образовательной программы бакалаврской подготовки, обеспечивающих развитие компетенций в области метрологии и теории точности.*

3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения ОПОП:

Код формируемых компетенций	Уровень освоения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине характеризующие этапы формирования компетенций (показатели освоения компетенции)
1	2	3
ОПК-1	<i>Частичный</i>	<i>Знать:</i> терминологию; основные положения теории измерений. <i>Уметь:</i> оперировать понятиями в области измерения параметров электрических величин; анализировать, толковать и грамотно исполнять метрологические нормы; вести научные дискуссии по вопросам, связанным с измерением параметров электрических величин; работать с различными источниками метрологической информации; понимать новации в области измерения параметров электрических величин и адекватно их оценивать применительно к практике; формировать и аргументировано отстаивать собственную позицию по вопросам измерения различных параметров электрических величин. <i>Владеть:</i> терминологией в области измерения параметров электрических величин.
ПК-2	<i>Частичный</i>	<i>Знать:</i> методы измерения и теоретические основы обработки результатов измерения параметров

		электрических величин. Уметь: выбирать оптимальные методы и средства измерения параметров электрических величин. <i>Владеть:</i> навыками измерения и обработки результатов измерений параметров электрических величин.
ПК-3	<i>Частичный</i>	<i>Знать:</i> особенности методов и средств измерения параметров электрических величин. <i>Уметь:</i> оптимизировать схемы включения средств измерения параметров электрических величин. <i>Владеть:</i> навыками измерения и обработки результатов измерений параметров электрических величин..
ПК-7	<i>Частичный</i>	<i>Знать:</i> особенности эксплуатации средств измерения параметров электрических величин. <i>Уметь:</i> выбирать средства измерения параметров электрических величин с учетом условий эксплуатации. <i>Владеть:</i> навыками выбора средств измерения параметров электрических величин с учетом условий эксплуатации.
ПК-13	<i>Частичный</i>	<i>Знать:</i> существующие системы автоматизированного измерения параметров электрических величин. <i>Уметь:</i> выбирать оптимальные средства измерения для систем автоматизированного измерения параметров электрических величин. <i>Владеть:</i> навыками выбора средств измерения для систем автоматизированного измерения параметров электрических величин.

4. ОБЪЕМ И СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Трудоёмкость дисциплины составляет 4 зачетных единицы, 144 часа.

№ п/п	Наименование тем и/или разделов/тем дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоёмкость (в часах)				Объем учебной работы, с применением интерактивных методов (в часах / %)	Формы текущего контроля успеваемости, форма промежуточной аттестации (по семестрам)
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	СРС		
1	Цель и задачи дисциплины	1	1	2					
2	Методы и средства электротехнических измерений	1	2-4	6		6	10	8/67	
3	Измерение энергетических электрических параметров	1	5-7	6		2	6	4/50	Рейтинг-контроль № 1

4	Измерение параметров компонентов электрических цепей	1	8-9	4		6	2/50		
5	Измерение параметров сигнала	1	10-12	6		6	8/67	Рейтинг-контроль № 2	
6	Измерение параметров четырехполюсников	1	13-14	4		2	4/67		
7	Комбинированные средства измерений	1	15-16	4		2	4/67		
8	Автоматизация измерения параметров электрических величин	1	17-18	4			2/50	Рейтинг-контроль № 3	
Всего за 1 семестр:				36		18	63	32/60	Экзамен (27)
Итого по дисциплине				36		18	63	32/60	Экзамен (27)

Содержание лекционных занятий по дисциплине

Тема 1. Цель и задачи дисциплины

Введение в дисциплину. Цель, задачи, содержание дисциплины, виды занятий, получаемые компетенции, контрольные мероприятия.

Тема 2. Методы и средства электротехнических измерений

Электромеханические приборы. Принцип работы измерительных механизмов различных систем. Многопредельные амперметры вольтметры. Измерение тока и напряжения.

Цифровые измерительные приборы. Цифровые методы и средства измерений. Методы аналого-цифрового преобразования. Структура цифрового вольтметра.

Измерительные генераторы. Принцип работы и схемы измерительных генераторов.

Электронно-лучевые и цифровые осциллографы. Устройство электронно-лучевого осциллографа. Формирование изображения на экране электронно-лучевой трубки. Осциллографические методы измерений. Принцип работы цифрового осциллографа. Особенности осциллографических измерений цифровым осциллографом.

Аналоговые регистрирующие приборы. Самопишущие приборы. Аналоговые запоминающие осциллографы.

Тема 3. Измерение энергетических электрических параметров

Методы и средства измерения силы тока и напряжения. Средства измерений токов и напряжений. Измерительные схемы электронных вольтметров постоянного и переменного тока. Зависимость показаний приборов от формы кривой тока/напряжения. Влияние входного сопротивления на показания приборов.

Методы и средства измерения мощности. Косвенные методы измерения мощности. Назначение, структурная схема и принцип действия ваттметра.

Тема 4. Измерение параметров компонентов электрических цепей

Методы измерения параметров компонентов электрических цепей. Метод вольтметра-амперметра и мостовые методы. Метод дискретного счета. Резонансный метод.

Измерение параметров компонентов. Измерение активных сопротивлений. Разновидности омметров. Измерение электрической емкости. Измерение индуктивности. Особенности измерения емкости полярных конденсаторов и индуктивности катушек со стальным сердечником.

Тема 5. Измерение параметров сигнала.

Формы представления электрических сигналов. Временная и спектральная формы представления электрических сигналов.

Методы и средства измерения временных параметров сигналов. Методы измерения частоты. Измерение периода, скважности и формы импульсов. Назначение, структурная схема и принцип действия фазометра.

Измерение фазовых сдвигов, глубины модуляции, коэффициента гармоник. Измерение фазовых сдвигов между сигналами. Измерение фазовых сдвигов между током и напряжением. Измерение глубины амплитудной и частотной модуляции. Измерение коэффициента гармоник.

Тема 6. Измерение параметров четырехполосников.

Измерение амплитудно- и фазо- частотных характеристик. Методы и средства измерения АЧХ и ФЧХ.

Измерение параметров диодов. Контроль работоспособности и измерение параметров полупроводниковых диодов.

Измерение параметров транзисторов. Контроль исправности и измерение параметров транзисторов.

Тема 7. Комбинированные средства измерений

Комбинированные средства измерений. Осциллограф-мультиметр – универсальный измерительный прибор. Измерительные преобразователи.

Тема 8. Автоматизация измерения параметров электрических величин.

Информационно-измерительные системы. Количественное определение измерительной информации. Методы преобразования и передачи измерительной информации. Общие свойства и элементы измерительных информационных систем. Основные структуры измерительных информационных систем. Телеизмерительные системы. Автоматизированные системы коммерческого учета энергоресурсов. Интеллектуальные информационно-измерительные системы. Международный стандарт измерительных систем КАМАК.

Содержание лабораторных занятий по дисциплине

Тема 2. Методы и средства электротехнических измерений

ЛР №1: Расширение пределов измерения токов и напряжений с помощью шунтов, добавочных сопротивлений и измерительных трансформаторов(2 часа).

ЛР№2: Исследование погрешностей измерения токов, напряжений и параметров компонентов цифровыми приборами от режимов работы средств измерения (2 часа).

ЛР №3: Формирование сигналов специальной формы на генераторе АКПП (2 часа).

ЛР №4: Изучение электронно-лучевого осциллографа (2 часа).

Тема 3. Измерение энергетических электрических параметров

ЛР №10 (альтернатива ЛР №2): Исследование вольтметров постоянного и переменного напряжения (2 часа)

Тема 5. Измерение параметров сигнала.

ЛР №5: Изучение электронно-счетного частотомера (2 часа)

ЛР №6: Измерение фазовых сдвигов между сигналами (2 часа)

ЛР №7: Измерение глубины амплитудной модуляции (2 часа)

Тема 6. Измерение параметров четырехполюсников.

ЛР №8: Измерение АЧХ четырехполюсников (2 часа)

ЛР №11 (альтернатива ЛР №8) Проверка исправности диодов и биполярных транзисторов (2 часа).

Тема 7. Комбинированные средства измерений

ЛР №9: Изучение осциллографа-мультиметра АКИП (2 часа)

5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

В преподавании дисциплины «Методы и средства измерений электрических величин» используются разнообразные образовательные технологии как традиционные, так и с применением активных и интерактивных методов обучения.

Активные и интерактивные методы обучения:

- Интерактивная лекция (тема № 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9);
- Ролевые игры (тема №3, 4, 6, 7, 8) при выполнении лабораторных работ.

6. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

6.1 Оценочные средства для проведения текущего контроля успеваемости студентов

1 семестр

Рейтинг-контроль № 1.

Контрольные вопросы:

- 1) Классификация электро- радиоизмерительных приборов.
- 2) Условные обозначения, наносимые на шкалы электро- радиоизмерительных приборов.
- 3) Общие характеристики и устройство измерительных механизмов электро- радиоизмерительных приборов. Уравновешенность моментов. Чувствительность.
- 4) Измерительные механизмы магнитоэлектрической системы. Их основные свойства.
- 5) Измерительные механизмы электромагнитной, электродинамической и ферродинамической систем. Их основные свойства.
- 6) Измерительные механизмы электростатической и термоэлектрической систем. Их основные свойства.
- 7) Приборы выпрямительной системы. Гальванометры.
- 8) Расширение пределов измерения приборов.
- 9) Структурные схемы аналоговых (стрелочных) электронных вольтметров.
- 10) Электронные цифровые вольтметры. Техника измерений напряжений и токов.
- 11) Поверка электронных вольтметров. Зависимость показаний вольтметров от формы кривой измеряемого напряжения.
- 12) Измерение мощности сигналов. Поверка измерительных приборов.

Рейтинг-контроль № 2.

Контрольные вопросы:

- 1) Методы измерения частоты сигналов. Электромеханические, электронные стрелочные и резонансные измерители частоты. Их основные свойства.
- 2) Электронно-счетные частотомеры. Их функциональный состав.
- 3) Возможности электронно-счетных частотомеров. Зависимость погрешностей измерения частоты электронно-счетным частотомером от режима его работы.
- 4) Измерение частоты сигналов методами сравнения.
- 5) Измерение девиации частоты.
- 6) Измерение фазовых сдвигов.
- 7) Способы представления электрических сигналов. Самопишущие приборы и их использование.
- 8) Электронно-лучевые осциллографы. Их состав. Назначение основных блоков осциллографа.
- 9) Назначение и виды разверток осциллографа. Их основные свойства и назначение.
- 10) Измерение напряжений, временных интервалов и фазовых сдвигов с помощью осциллографа.
- 11) Выбор осциллографа и техника осциллографических измерений.
- 12) Электронные анализаторы спектров.
- 13) Измерители коэффициента гармоник.
- 14) Измерение коэффициента амплитудной модуляции.

Рейтинг-контроль № 3

Контрольные вопросы:

- 1) Измерение сопротивлений. Основные методы измерения. Электронные омметры.
- 2) Измерение сопротивлений цифровыми омметрами.
- 3) Мостовые методы при измерении сосредоточенных параметров электрических цепей.
- 4) Измерение параметров колебательных контуров резонансным методом.
- 5) Измерение емкости и индуктивности генераторным методом.
- 6) Особенности методов и средств измерений индуктивности катушек со стальным сердечником.
- 7) Измерение амплитудно-частотных характеристик четырехполюсников.
- 8) Измерение параметров и контроль исправности транзисторов.
- 9) Измерение параметров и контроль исправности диодов и тиристоров.
- 10) Электрические измерения неэлектрических величин.
- 11) Количественное определение измерительной информации. Методы преобразования и передачи измерительной информации.
- 12) Общие свойства и элементы измерительных информационных систем. Основные структуры измерительных информационных систем. Телеизмерительные системы.
- 13) Автоматизированные системы коммерческого учета энергоресурсов. Интеллектуальные информационно-измерительные системы. Международный стандарт измерительных систем КАМАК.

6.2 Оценочные средства для промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины «Методы и средства измерений электрических величин»

Промежуточная аттестация обучающихся проводится с целью выявления соответствия уровня теоретических знаний, практических умений и навыков

обучающихся по дисциплине требованиям ФГОС ВО по направлению подготовки в форме экзамена.

Вопросы к экзамену по дисциплине «Методы и средства измерений электрических величин»

Список вопросов к экзамену:

- 1) Классификация электро- радиоизмерительных приборов.
- 2) Условные обозначения, наносимые на шкалы электро- радиоизмерительных приборов.
- 3) Общие характеристики и устройство измерительных механизмов электро- радиоизмерительных приборов. Уравновешенность моментов. Чувствительность.
- 4) Измерительные механизмы магнитоэлектрической системы. Их основные свойства.
- 5) Измерительные механизмы электромагнитной, электродинамической и ферродинамической систем. Их основные свойства.
- 6) Измерительные механизмы электростатической и термоэлектрической систем. Их основные свойства.
- 7) Приборы выпрямительной системы. Гальванометры.
- 8) Расширение пределов измерения приборов.
- 9) Структурные схемы аналоговых (стрелочных) электронных вольтметров.
- 10) Электронные цифровые вольтметры. Техника измерений напряжений и токов.
- 11) Поверка электронных вольтметров. Зависимость показаний вольтметров от формы кривой измеряемого напряжения.
- 12) Измерение мощности сигналов. Поверка измерительных приборов.
- 13) Методы измерения частоты сигналов. Электромеханические, электронные стрелочные и резонансные измерители частоты. Их основные свойства.
- 14) Электронно-счетные частотомеры. Их функциональный состав.
- 15) Возможности электронно-счетных частотомеров. Зависимость погрешностей измерения частоты электронно-счетным частотомером от режима его работы.
- 16) Измерение частоты сигналов методами сравнения.
- 17) Измерение девиации частоты.
- 18) Измерение фазовых сдвигов.
- 19) Способы представления электрических сигналов. Самопишущие приборы и их использование.
- 20) Электронно-лучевые осциллографы. Их состав. Назначение основных блоков осциллографа.
- 21) Назначение и виды разверток осциллографа. Их основные свойства и назначение.
- 22) Измерение напряжений, временных интервалов и фазовых сдвигов с помощью осциллографа.
- 23) Выбор осциллографа и техника осциллографических измерений.
- 24) Электронные анализаторы спектров.
- 25) Измерители коэффициента гармоник.

- 26) Измерение коэффициента амплитудной модуляции.
- 27) Измерение сопротивлений. Основные методы измерения. Электронные омметры.
- 28) Измерение сопротивлений цифровыми омметрами.
- 29) Мостовые методы при измерении сосредоточенных параметров электрических цепей.
- 30) Измерение параметров колебательных контуров резонансным методом.
- 31) Измерение емкости и индуктивности генераторным методом.
- 32) Особенности методов и средств измерений индуктивности катушек со стальным сердечником.
- 33) Измерение амплитудно-частотных характеристик четырехполосников.
- 34) Измерение параметров и контроль исправности транзисторов.
- 35) Измерение параметров и контроль исправности диодов и тиристоров.
- 36) Электрические измерения неэлектрических величин.
- 37) Количественное определение измерительной информации. Методы преобразования и передачи измерительной информации.
- 38) Общие свойства и элементы измерительных информационных систем. Основные структуры измерительных информационных систем. Телеизмерительные системы.
- 39) Автоматизированные системы коммерческого учета энергоресурсов. Интеллектуальные информационно-измерительные системы. Международный стандарт измерительных систем КАМАК.

Типы задач, предлагаемых на экзамене

На экзамене предлагается решить задачу по одной из тем, не соответствующей темам, рассматриваемым в теоретических вопросах:

- 1) Косвенные методы измерения электрических параметров.
- 2) Определение точности средств измерений при косвенном измерении различных электрических параметров.

6.3 Самостоятельная работа студентов при изучении дисциплины «Методы и средства измерений электрических величин»

Целью самостоятельной работы являются формирование личности студента, развитие его способности к самообучению и повышению своего профессионального уровня.

Самостоятельная работа студентов включает закрепление теоретического материала, подготовка к выполнению и защите лабораторных работ, оформление отчетов по ним. Основа самостоятельной работы – изучение рекомендуемой литературы и работа с конспектом лекций. Повышению эффективности самостоятельной работы способствуют защиты лабораторных работ.

Текущий контроль освоения материала и самостоятельной работы проводится в процессе проведения лекций, лабораторных занятий и консультаций.

При проведении рейтингов учитываются активность студентов на лекциях, качество выполнения и защиты лабораторных работ, посещаемость занятий.

Фонд оценочных средств проведения аттестации уровня сформированности компетенции обучающихся по дисциплине «Методы и средства измерений электрических величин» оформляется отдельным документом.

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

7.1 Книгообеспеченность

Наименование литературы (автор, название, вид издания, город, издательство)	Год издания	КНИГООБЕСПЕЧЕННОСТЬ	
		Количество экземпляров изданий в библиотеке ВлГУ	Наличие в электронной библиотеке (электронный адрес)
1	2	3	4
Основная литература			
1. Электрические измерения :учеб. пособие / А.В. Кравцов, А.В. Пузарин. - М.: РИОР : ИНФРА-М, 2018. - 148 с.	2018	-	http://znanium.com/catalog/product/939363
2. Электрорадиоизмерения: Учебник/Нефедов В. И., Сигов А. С., Битюков В. К., Самохина Е. В., 4-е изд. - М.: Форум, НИЦ ИНФРА-М, 2015. - 384 с.	2015		http://znanium.com/catalog/product/451742
3. Бабер, А.И. Электрические измерения: учебное пособие / А.И. Бабер, Е.Т. Харевская. - Минск : РИПО, 2019.	2019		http://znanium.com/catalog/product/1055965
Дополнительная литература			
4. Измерения в телекоммуникационных системах: Учебное пособие / Аминев А.В., Блохин А.В., - 2-е изд., стер. - М.:Флинта, 2018. - 224 с.	2018		http://znanium.com/catalog/product/966441
5. Дворяшин Б. В. Метрология и радиоизмерения : учебное пособие. / Б. В. Дворяшин .— Москва : Академия, 2005 .— 297 с.	1993	40	
6. Федоров А. М. Метрологическое обеспечение электронных средств измерений электрических величин : справочная книга / А. М. Федоров, Н. Я. Цыган, В. И. Мичурин .— Ленинград : Энергоатомиздат, 1988.— 208 с.	1988	3	
7.Куприянов В. Е. Методические указания к выполнению лабораторных работ по дисциплине "Электрические измерения— Владимир : Владимирский государственный университет (ВлГУ), 2008.— 78 с.	2008		http://e.lib.vlsu.ru/bitstream/123456789/2385/1/00279.pdf

7.2 Периодические издания

1. Журнал «Метрология»
2. Журнал «Контрольно-измерительные приборы и системы» - <http://www.kipis.ru>

7.3 Интернет ресурсы

1. <http://www.standards.ru> – ФГУП «Стандартинформ»
2. <http://www.consultant.ru> – СПС Консультант Плюс
3. <http://www.garant.ru> – ООО "НПП "ГАРАНТ-СЕРВИС"

8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Реализация учебной дисциплины требует наличия лекционной аудитории; лаборатории измерений и испытаний 319-3; компьютерного класса 330-3.

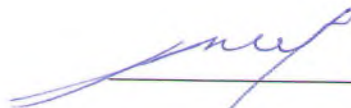
Оборудование лекционной аудитории: компьютер, проектор мультимедийный, экран настенный, аудиторские столы, доска ученическая

Технические средства обучения: мультимедийные презентации.

Оборудование лаборатории и рабочих мест лаборатории 319-3: блоки питания; частотомер электронно-счетный ЧЗ-54; электронный милливольтметр ВЗ-38; цифровой вольтметр Ф-203; генератор низкочастотный ГЗ-108; генератор высокочастотный Г4-102; генератор сигналов специальной формы АКПП; осциллографы С1-68, С1-72; осциллограф-мультиметр АКПП; мультиметры; измеритель сопротивления изоляции.

Оборудование компьютерного класса 330-3: персональные ЭВМ с пакетом Multisim

Рабочую программу составил


 Г.Ф. Долгов

Рецензент (представитель работодателя),
Заместитель начальника отдела измерительной
техники ЗАО «Автоматика плюс», к.т.н., доцент

 В.М.Дерябин

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры БЭСТ.

Протокол № 1 от 30.08.2019 г.

Заведующий кафедрой БЭСТ, д.т.н., профессор  Л.Т.Сушкова

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании учебно-методической комиссии напри
ления 12.03.01 «Приборостроение».

Протокол № 1 от 30.08.2019 г.

Председатель комиссии, д.т.н., профессор  Л.Т.Сушкова