

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)

Институт информационных технологий и радиоэлектроники

УТВЕРЖДАЮ
Директор института
А.А. Галкин
« 1 » 09 2021 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Электронные измерения

Направление подготовки

11.03.02 «Информационные технологии и системы связи»

Направленность (профиль) подготовки

Мобильные средства связи

Владимир
2021

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения дисциплины «Электродиагностика измерений» является подготовка специалистов в области метрологического обеспечения, технических измерений, стандартизации и сертификации применительно к задачам разработки, производства и эксплуатации инфокоммуникационных устройств и средств связи.

Задачи:

1. Ознакомление с основами стандартизации и сертификации средств измерений, с методами обеспечения единства измерений и соответствующей нормативной документацией.
2. Выявление методов и средств измерения (СИ) параметров сигналов и телекоммуникационных устройств.
3. Изучение принципов действия, технических и метрологических характеристик СИ.
4. Формирование практических навыков работы с радиоизмерительными приборами.
5. Изучение современных методов и приобретение навыков обработки результатов измерений, оценки погрешности измерений.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Дисциплина «Электродиагностика измерений» относится к базовым дисциплинам – Б1.О.14.

3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Планируемые результаты обучения по дисциплине, соответствующие с планируемыми результатами освоения ОПОП (компетенциями и индикаторами достижения компетенций)

Наименование оценочного средства	Планируемые результаты обучения по дисциплине, в соответствии с индикатором достижения компетенций		Индикатор достижения компетенции (код, содержание индикатора)	Формируемые компетенции (код, содержание компетенции)
	Знает: методы измерения временных интервалов и фазовых сдвигов, частоты и мощности сигнала; методы исследования формы и спектра сигналов; метрологические характеристики приборов, основные приемы обработки и представления полученных данных, принципы работы радиоизмерительных приборов;	Умеет: оценивать погрешности измерений		
Тестовые вопросы	ОПК-2.1. Способен самостоятельно проводить экспериментальные исследования и использовать основные приемы обработки и представления полученных данных	ОПК-2.2. Умеет самостоятельно выполнять наблюдения и измерения при экспериментальных исследованиях в лабораторных условиях	ОПК-2.3. Выявляет навязками измерения параметров радиотехнических процессов и обработки полученных значений	ОПК-2.1. Способен самостоятельно проводить экспериментальные исследования и использовать основные приемы обработки и представления полученных данных
Практико-ориентированные задания	ОПК-2.1. Знает методы обработки и представления результатов при экспериментальных исследованиях процессов прохождения сигналов через различные радиотехнические структуры.	ОПК-2.2. Умеет самостоятельно выполнять наблюдения и измерения при экспериментальных исследованиях в лабораторных условиях	ОПК-2.3. Выявляет навязками измерения параметров радиотехнических процессов и обработки полученных значений	ОПК-2.1. Способен самостоятельно проводить экспериментальные исследования и использовать основные приемы обработки и представления полученных данных

<p>самостоятельно выбирать приборы и проводить экспериментальные исследования; <i>Владеет</i> навыками обработки и представления полученных данных.</p>	<p>Тестовые вопросы Практико-ориентирован ные задания</p>	<p>Знает принципы конструирования деталей, и узлов измерительных приборов Умеет проводить оценочные расчеты характеристик пунтов и добавочных сопротивлений электромеханических приборов Владеет навыками подготовки принципиальных электрических схем</p>	<p>Тестовые вопросы Практико-ориентирован ные задания</p>	<p>Знает принципы работы, устройство, технические возможности контрольно-измерительных приборов Умеет использовать оборудование для диагностики и устранения неисправностей устройств несправных функциональных узлов радиоэлектронной аппаратуры Владеет навыками устранения неисправностей устройства несправных функциональных узлов радиоэлектронной аппаратуры</p>
<p>ПК-2. Способен выполнять расчет и проектирование деталей, узлов и устройств радиотехнических систем в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизации проектирования.</p>	<p>Тестовые вопросы Практико-ориентирован ные задания</p>	<p>ПК-2.1. Знает принципы конструирования отдельных деталей, узлов и устройств радиотехнических систем ПК-2.2. Умеет проводить оценочные расчеты характеристик деталей, узлов и устройств радиотехнических систем ПК-2.3. Владеет навыками подготовки принципиальных и монтажных электрических схем</p>	<p>Тестовые вопросы Практико-ориентирован ные задания</p>	<p>ПК-3.1. Знает принципы работы, устройство, технические возможности контрольно-измерительного и диагностического оборудования и диагностики неисправности возникающих при эксплуатации сложных функциональных узлов радиоэлектронной аппаратуры. Владеет навыками устранения неисправностей, возникающих при эксплуатации сложных функциональных узлов радиоэлектронной аппаратуры. ПК-3.2. Умеет использовать оборудование для диагностики и устранения неисправности возникающих при эксплуатации сложных функциональных узлов радиоэлектронной аппаратуры. Владеет навыками устранения неисправностей, возникающих при эксплуатации сложных функциональных узлов радиоэлектронной аппаратуры</p>
<p>ПК-3. Способен реализовывать программы экспериментальных исследований, включая выбор технических средств и обработку результатов</p>	<p>Тестовые вопросы Практико-ориентирован ные задания</p>	<p>ПК-3. Способен реализовывать программы экспериментальных исследований, включая выбор технических средств и обработку результатов</p>	<p>Тестовые вопросы Практико-ориентирован ные задания</p>	<p>ПК-3. Способен реализовывать программы экспериментальных исследований, включая выбор технических средств и обработку результатов</p>

Содержание лекционных занятий по дисциплине

Тема 1. Роль метрологии, стандартизации и сертификации

Основные понятия метрологии. Средства измерений. Предмет и задачи дисциплины. Роль измерений в научных разработках и в промышленном производстве.

Тема 2. Метрологические характеристики средств измерений

Классификация измерительных приборов. Подручные и виды приборов. Понятие о мерах, эталонах, образцовых и рабочих средствах измерений. Проверка средств измерений. Проверочные схемы.

Тема 3. Погрешности измерений

Классификация погрешностей: случайные и систематические, методические и инструментальные, статические и динамические. Законы распределения случайной погрешности. Нормирование инструментальной погрешности, предел допустимой погрешности. Основная и дополнительная погрешности и способы их представления. Суммирование погрешностей. Расчет погрешности косвенных измерений по погрешностям прямых измерений.

Тема 4. Обработка результатов измерений

Подготовка и проведение эксперимента. Запись результатов, округление. Способы уменьшения погрешностей. Учет не исключенных систематических погрешностей (НСИ). Идентификация формы закона распределения погрешностей, исключение грубых погрешностей. Обработка результатов эксперимента. Методика обработки результатов измерений с многократными наблюдениями. Точные и интервальные оценки измеряемой величины.

Тема 5. Методы, алгоритмы и методики измерений

Классификация методов измерений. Особенности аналоговых и цифровых средств измерений. Классификация средств измерений. Принципы построения средств измерений. Статистические характеристики. Электромеханические приборы. Шунты и добавочные сопротивления.

Тема 6. Измерение временных интервалов и фазовых сдвигов

Методы измерений временных интервалов. Измерители временных интервалов. Микропроцессорные средства измерения. Анализ погрешностей, обусловленных дискретизацией. Методы уменьшения погрешности дискретизации. Измерения разности фаз. Погрешности при преобразовании и умножении частоты. Измерения путем преобразования разности фаз во временной интервал и в напряжение. Микропроцессорные фазометры.

Тема 7. Измерение частоты сигнала

Резонансный и цифровой методы измерения частоты, косвенные измерения частоты по периоду повторения как метод уменьшения погрешности дискретного счета. Резонансные частотометры. Электронно-счетные частотометры дискретного счета. Микропроцессорные измерители частоты и периода повторения. Электронно-счетный частотометр с постоянной погрешностью. ЭСЧ СВЧ дискретного герцодлиного преобразования. ЭСЧ СВЧ по методу переносчика.

Тема 8. Аналоговые вольтметры

Параметры сигналов. Измерение напряжения. Преобразователи пикового, средневыпрямленного и среднеквадратического значений. Методы измерений переменного и постоянного напряжений и токов. Измерение СКЗ. Селективные вольтметры. Исследование спектра сигнала.

Тема 9. Цифровые вольтметры

Цифровые вольтметры переменного напряжения. Временные цифровые вольтметры постоянного напряжения. Цифровые вольтметры двойного интегрирования. Цифровые вольтметры с преобразованием напряжения в частоту. Цифровые вольтметры

порядка кодирования. Мультиметры.
Тема 10. Измерение мощности сигнала
Методы измерения мощности на НЧ, ВЧ и СВЧ. Порошности из-за неполного согласования источника и нагрузки с линией передачи. Ваттметры калориметрические, термисторные и болометрические, термоэлектрические и пьезомоторные.

Тема 11. Осциллографы
Классификация осциллографов. Принцип действия универсального осциллографа, структурная схема. Индикаторные устройства. Цифровые и вычислительные осциллографы, их структуры и особенности. Порошности измерений.
Стробоскопический осциллограф, его основные характеристики. Принцип действия и устройство преобразователя и стробоскопической развертки.

Тема 12. Анализаторы спектра сигнала
Методы анализа колебаний в частотной области. Анализаторы спектра с параллельной фильтрацией. Анализаторы спектра с последовательной фильтрацией. Спектральный анализ с помощью дискретного преобразования Фурье, особенности и основные характеристики цифровых спектроанализаторов. Методы измерений нелинейных искажений.

Тема 13. Измерение характеристик цепей
Методы и средства измерений амплитудно-частотных, фазо-частотных и импедансных характеристик радиоканалов, радиотехнических устройств и цепей.

Тема 14. Измерение устройств на СВЧ
Методы измерений параметров и характеристик цепей на СВЧ. Измерительная линия и ее использование для измерений параметров нагрузки. Планарные измерители КСВ и коэффициентов передачи. Измерение элементов матрицы рассеяния (S – параметров).

Тема 15. Обеспечение единства измерений
Основы государственной системы обеспечения единства измерений (ТСИ). Научные, технические, организационные и законодательные основы метрологического обеспечения. Задачи и функции терпиториальных ЦСМ.

Тема 16. Основы стандартизации в РФ
Государственная система стандартизации Российской Федерации. Основные принципы и задачи стандартизации согласно ТСС РФ. Виды стандартов, применяемых в Российской Федерации. Поршток разработки и изменения государственных стандартов. Государственный контроль и надзор за соблюдением требований государственных стандартов. Международное сотрудничество России в области стандартизации. Применение международных и национальных стандартов на территории Российской Федерации.

Тема 17. Основы сертификации в РФ
Основные функции сертификации и эффективности ее проведения. Краткая характеристика Закона РФ «О сертификации продукции и услуг». Цели и принципы сертификации. Понятие о системе сертификации. Объекты обязательной и добровольной сертификации. Участники и формы обязательной сертификации.

Тема 18. Измерение параметров ИКТ
Телекоммуникационные устройства и системы связи. Параметры и характеристики. Методы и средства контроля, испытаний, измерений и мониторинга.

Содержание лабораторных занятий по дисциплине
Лабораторная работа 1. Тема 2. Метрологические характеристики и поверка средств измерений

Подрушы и виды приборов. Метрологические характеристики средств измерений (МХ СИ). Понятие о мерах, эталонах, образцовых и рабочих средствах измерений. Поверка средств измерений.
Лабораторная работа 2. Тема 6. Измерение временных интервалов и фазовых сдвигов

Измерители временных интервалов и разности фаз. Микропроцессорные средства

Лабораторная работа 3. Тема 7. Измерение частоты сигнала

Электронно-счетные частотомеры дискретного счета. Микропроцессорные измерители частоты. Электронно-счетный частотомер с постоянной потершности. Виртуальные приборы.

Лабораторная работа 4. Тема 8. Аналоговые вольтметры

Преобразователи пикового, средневыпрямленного и среднеквадратического значений. Измерение переменного и постоянного напряжения.

Лабораторная работа 5. Селективные вольтметры (СВ). Исследование спектра сигнала. Виртуальные СВ. Потрешности.

5. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ,

ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

СТУДЕНТОВ

5.1. Текущий контроль успеваемости

ОБ – один вариант ответа; ДВ – два варианта ответа

Тесты для проведения 1 рейтинга-контроля

1. Деятельность по обеспечению единства измерений (ОЕИ) осуществляется в соответствии с (ДВ):

а) Законом РФ «Об обеспечении единства измерений»;

б) Постановлениями местной законодательной власти;

в) Нормативными документами, принимаемыми Государством России;

г) Распоряжениями президента РФ.

2. Государственное управление деятельностью по ОЕИ осуществляет (ОБ):

а) Правительство РФ;

б) Администрация президента РФ;

в) Государственный комитет РФ по стандартизации и метрологии.

3. Потрешность результатов измерений ограничивается (ДВ):

а) пределом допускаемой потрешности;

б) разрядностью шкалы;

в) классом точности прибора;

г) средним арифметическим отклонением.

4. На метрологическую службу предприятия возлагаются следующие обязанности (ДВ):

а) установление рациональной системы государственных эталонов;

б) разработка средств измерения СИ для нужд предприятия;

в) организация и проведение ремонта СИ;

г) установление понятий метрологии, унификация терминов.

5. Государственные приемочные испытания СИ (ПТИ) — это испытания (ДВ):

а) образцов новых СИ, предназначенных для серийного выпуска;

б) образцов СИ, подлежащих ввозу из-за границы партиями;

в*) новых СИ, созданных на предприятии для его нужд;

г) всех СИ, ввозимых из-за границы.

6. Поворке подлжит (ОБ):

- а) каждый экземпляр СИ;
- б) каждый третий экземпляр СИ;
- в) каждый десятый экземпляр СИ.

7. Проверку СИ может осуществлять (ОВ):

- а) аттестованное в качестве поверителя физическое лицо;
- б) квалифицированный инженер;
- в) руководитель метрологической службы.

8. Деятельность по изготовлению, ремонту, продаже и прокату СИ (ОВ):

- *а) разрешается по решению органов исполнительной власти;
- б) полагается лицензированию органами Государственной метрологической службы;
- в) может осуществляться любым зарегистрированным предпринимателем.

9. Методические потребности обусловлены (ДВ):

- а) внутренними шутками модулей;
- б) внешними наводками;
- в) несовершенством метода измерения;
- г) допущениями и приближениями в уравнении измерения.

10. Методические потребности известны (ОВ):

- а) уже на стадии проектирования прибора;
- б) после тщательных экспериментальных исследований;
- в) после проведения поверки прибора.

Тесты для проведения 2 рейтинга-контроля

1. Инструментальные потребности обусловлены (ДВ):

- а) разбросом параметров элементов СИ;
- б) шумами и неидеальностью составных частей СИ;
- в) влиянием внутреннего сопротивления прибора;
- г) допущениями и приближениями в уравнении измерения.

принимать (ОВ):

- а) нормальное распределение;
- б) равномерное распределение;
- в) треугольное распределение;
- г) арксинусное распределение.

3. Если случайная погрешность обусловлена гармонической поемкой, то рекомендуется принимать (ОВ):

- а) нормальное распределение;
- б) равномерное распределение;
- в) треугольное распределение;
- г) арксинусное распределение.

4. Если случайная погрешность обусловлена многими причинами одного весового порядка, то рекомендуется принимать (ОВ):

- а) нормальное распределение;
- б) равномерное распределение;
- в) треугольное распределение;

г) арксинусное распределение.

5. Систематические погрешности, если они известны или достаточно точно определены, суммируют (ОВ):

- а) алгебраически с учетом собственных знаков;
- б) модули без учета знаков;
- в) геометрически под корнем квадратным.

- 6. Случайные погрешности (среднеквадратические оценки) суммируют
 - а) модули без учета знаков;
 - б) геометрически под корнем квадратным с учетом корреляции;
 - в) геометрически под корнем квадратным без учета корреляции.

7. Мощность в нагрузке ($P=I^2 \cdot U$) определяется по результатам прямых измерений тока ($I=10,0 \pm 0,3$ мА) и напряжения $U=(10,0 \pm 0,4$ В). Как правильно сложить известные предельные значения случайных погрешностей и записать доверительную погрешность результата (ОВ):

- а) $(100,0 \pm 0,3$ мВт);
- б) $(100,0 \pm 0,4$ мВт);
- в) $(100,0 \pm 0,5$ мВт);
- г) $(100,0 \pm 0,7$ мВт).

8. Сопротивление нагрузки ($R=U/I$) определяется по результатам прямых измерений тока ($I=10,0 \pm 0,3$ мА) и напряжения $U=(10,0 \pm 0,4$ В). Как правильно сложить известные предельные значения случайных погрешностей и записать максимальную погрешность результата (ОВ):

- а) $(1,0 \pm 0,3$ кОм);
- б) $(1,0 \pm 0,4$ кОм);
- в) $(1,0 \pm 0,5$ кОм);
- г) $(1,0 \pm 0,7$ кОм).

9. Учет мнений всех заинтересованных сторон при разработке и принятии стандартов достигается процедурой (ОВ):

- а) обсуждение проекта стандарта заинтересованными сторонами;
- б) анализа аналогичных проектов стандарта;
- в) обсуждение проекта стандарта разработчиками.

10. Экономическими показателями при выборе СИ являются (ДВ):

- а) быстродействие;
- б) стоимость СИ;
- в) входное сопротивление СИ;
- г) пределы измерения прибора.

Тесты для проведения 3 рейтинг-контроля

1. Прибор МЗ-95 предназначен для измерения (ОВ):

- а) частоты;
- б) напряжения;
- в) мощности;
- г) АЧХ.

2. Прибор ЧЗ-64 предназначен для измерения (ОВ):

- а) частоты;
- б) напряжения;

в) мощности;
г) АЧХ.

3. Прибор В2-38 предназначен для измерения (ОВ):
а) частоты;
б) напряжения;
в) мощности;
г) АЧХ.

4. Прибор Х1-56 предназначен для измерения (ОВ):
а) частоты;
б) напряжения;
в) мощности;
г) АЧХ.

5. В диапазоне СВЧ может работать осциллограф (ОВ):
а) запоминающий;
б) стробоскопический;
в) универсальный.

6. Более быстродействующий вольтметр (ОВ):
а) импульсный;
б) двойного интегрирования;
в) поразрядного кодирования.

7. Для класса точности 1 абсолютная погрешность измерения в точке 50 В на пределе измерения 100 В не должна превышать (ОВ):
а) 2 В;
б) 2%;
в) 1 В.

8. Максимальная погрешность для $СКО=1\%$ и равномерного закона распределения равна (ОВ):
а) 2%;
б) 1,73%;
в) 1,5%.

9. Для электромагнитного прибора со шкалой 100 мВ и внутренним сопротивлением 1 кОм выбрано добавочное сопротивление 9 кОм. Его шкала стала (ОВ):
а) 9 В;
б) 10 В;
в) 1 В.

10. Спектр сигнала можно исследовать (ДВ):
а) осциллографом;
б) анализатором спектра;
в) селективным вольтметром;
г) измерителем нелинейных искажений.

5.2. Промежуточная аттестация

Контрольные вопросы к экзамену

РАЗДЕЛ 1. ОСНОВЫ МЕТРОЛОГИИ, СТАНДАРТИЗАЦИИ И СЕРТИФИКАЦИИ

1. Области и виды измерений, примеры прямых и косвенных измерений.
2. Средства измерений, их виды и классификация. Метрологические характеристики (МХ) СИ.
3. ГСИ, ее подразделение и подсистемы. ОЕИ на разных уровнях.
4. Метрологическая служба в РФ и ее структура.
5. Государственные научные метрологические центры и их функции. Владимирский ЦСМС и его функции.
6. Проверка и калибровка средств измерений. Повторные схемы.
7. Погрешности метрологических, инструментальных и субъективные (с примерами).
8. Погрешности систематические, дрифтовые и случайные (с примерами).
9. Законы распределения случайных погрешностей (нормальный, Стьюдента, равномерный, треугольный и арксинусный).
10. Погрешности аддитивные и мультипликативные, основные и дополнительные, статистические и динамические (с примерами).
11. Подготовка к измерениям. Учет модели объекта, выбор метода, СИ.
12. Методы уменьшения систематических погрешностей. НСИ и ее обнаружение и оценка.
13. МВИ. Подготовка к измерениям. Запись результатов.
14. Обработка результатов измерений.
15. Оценка погрешности результата прямого однократного измерения для известных СКО и НСИ.
16. Оценка суммарной случайной и систематической погрешности многократных измерений.
17. Методика обработки результатов многократных измерений.
18. Оценка погрешности косвенных измерений.
19. Основы стандартизации: функции и методы, правовые основы и цели.
20. Государственная система стандартизации Российской Федерации. Основные принципы и задачи стандартизации согласно ГСР РФ.
21. Виды стандартов, применяемых в Российской Федерации. Порядок разработки и изменения государственных стандартов.
22. Международное сотрудничество России в области стандартизации. Применение международных и национальных стандартов на территории РФ.
23. Основы сертификации: важнейшие понятия и основные функции.
24. Объекты обязательной и добровольной сертификации. Участники и формы обязательной и добровольной сертификации.
25. Понятие системы качества. Принципы формирования систем управления качеством. Стандарты ИСО на системы управления качеством.

РАЗДЕЛ 2. СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЯ ИКТ

1. Измеритель интервала времени по методу дискретного счета. Структура погрешности с классификацией.
2. Измеритель интервала времени по методу дискретного счета с интерполяцией. Структура погрешности с классификацией.
3. Фазометр с жесткой логикой с преобразованием сдвига фазы во временной интервал. Структура погрешности с классификацией.
4. Микропроцессорный фазометр. Структура погрешности с классификацией.
5. Резонансный частотомер с индикацией по максимуму. Структура погрешности с

5.3. Самостоятельная работа студентов

6. Резонансный частотомер с индикацией по минимуму. Стрелка погрешности с классификацией.
7. ЭСЧ дискретного счета. Стрелка погрешности с классификацией.
8. ЭСЧ с постоянной погрешностью в диапазоне измерений. Стрелка погрешности с классификацией.
9. ЭСЧ СВЧ дискретного гетеродина. Стрелка погрешности с классификацией.
10. ЭСЧ СВЧ по методу переноса частоты. Стрелка погрешности с классификацией.
11. Вольтметр СКЗ с преобразованием электрической энергии в тепловую. Стрелка погрешности с классификацией.
12. Времяимпульсный вольтметр. Стрелка погрешности с классификацией.
13. Вольтметр двойного интегрирования. Стрелка погрешности с классификацией.
14. Вольтметр поразрядного кодирования. Стрелка погрешности с классификацией.
15. Частотно – импульсный вольтметр. Стрелка погрешности с классификацией.
16. Калориметрический ваттметр с постоянной температурой (метод замещения). Стрелка погрешности с классификацией.
17. Терморезистивный ваттметр с мостом Уитстона. Стрелка погрешности с классификацией.
18. Термоэлектрический ваттметр. Стрелка погрешности с классификацией.
19. Универсальный осциллограф. Стрелка погрешности с классификацией) в режимах измерения интервала времени и уровня.
20. Стереокопийский осциллограф. Стрелка погрешности с классификацией) в режимах измерения интервала времени и уровня.
21. Цифровой осциллограф. Стрелка погрешности с классификацией) в режимах измерения интервала времени и уровня.
22. Анализатор спектра с параллельной фильтрацией. Стрелка погрешности с классификацией) в режимах измерения частоты и уровня гармоник.
23. Анализатор спектра с последовательной фильтрацией. Стрелка погрешности с классификацией) в режимах измерения частоты и уровня гармоник.
24. Вычислительный анализатор спектра. Стрелка погрешности с классификацией) в режимах измерения частоты и уровня гармоник.
25. Измеритель нелинейных искажений. Стрелка погрешности с классификацией).

Самостоятельная работа студента (внеаудиторная) работа студента включает закрепление теоретического материала при подготовке к выполнению и защите лабораторных заданий, а также при выполнении индивидуальных заданий к практическим занятиям и СРС. Основа самостоятельной работы изучение теории по рекомендованным источникам и конспекту лекций, а также решение задач:

1. Для класса точности I определить абсолютную, относительную и приведенную погрешности результата измерения в точке $x = 4N$ (В) на пределе измерения $X_k = 100$ В.
2. Записать выражение для относительной погрешности результата измерения, когда класс точности вольтметра I,0 представлен 2-членной формулой, в соответствии с которой в точке $x = 3N$ (В) на пределе измерения $X_k = 100$ В аддитивная составляющая в 2 раза больше мультиметрической. Выбрать а и b.
3. Определить максимальную погрешность, если $\sigma = 0,1N\%$ для законов распределения: равномерный, треугольный, арксинусный и нормальный.
4. Определить суммарную погрешность, заданную в % 3-мя случайными составляющими, каждая из которых задана доверительными границами с вероятностью 0,95: $0,1*N$ – распределена по нормальному закону; $0,2*N$ – распределена по нормальному закону; $0,3*N$ – распределена по равномерному закону.
5. Определить суммарную погрешность, заданную в % 3-мя случайными составляющими, каждая

- из которых задана доверительными границами с вероятностью 0,95: две составляющие распределены по нормальному закону; одна - $0,3 \cdot N$
6. Оцените суммарную потребность, заданную в % 2-мя случайными составляющими, каждая из которых задана доверительными границами с вероятностью 0,95: $0,1 \cdot N$ распределена по нормальному закону; $0,2 \cdot N$ распределена по равномерному закону; $0,3 \cdot N$ - и одной НСЦ с границным доверительным значением $0,3 \cdot N$.
7. Дан прибор тока со шкалой 10 мкА и внутренним сопротивлением $0,1 \cdot N$ кОм. Какие нужны шунты для шкал тока 1 мА и 1 А? Какое будет входное сопротивление прибора?
8. Дан прибор тока со шкалой 10 мкА и внутренним сопротивлением $0,1 \cdot N$ кОм. На какие шкалы можно построить вольтметр, и какие должны быть при этом добавочные сопротивления? Какое будет входное сопротивление прибора?
9. Дан прибор тока со шкалой 10 мкА и внутренним сопротивлением $0,1 \cdot N$ кОм. Предложите шкалу омметра и напряжение источника питания.
10. Дан прибор со шкалой 100 мВ и внутренним сопротивлением $1 \cdot N$ кОм. Какие нужны добавочные сопротивления для шкал 1 В, 10 В и 100 В? Какое будет входное сопротивление прибора на разных шкалах вольтметра?
11. Дан прибор со шкалой 100 мВ и внутренним сопротивлением $1 \cdot N$ кОм. На какие шкалы можно построить амперметр, и какие должны быть при этом шунты? Какое будет входное сопротивление прибора?
12. Дан прибор со шкалой 100 мВ и внутренним сопротивлением $1 \cdot N$ кОм. Предложите шкалу омметра и напряжение источника питания.
13. С какой минимальной относительной погрешностью можно измерить интервал времени $0,1 \cdot N$ мс, если частота счетных импульсов 1 МГц. Метод дискретного счета с интерполяцией.
14. С какой минимальной относительной погрешностью можно измерить интервал времени $0,1 \cdot N$ мс, если частота счетных импульсов 1 МГц. Метод дискретного счета с жесткой логикой.
15. С какой минимальной абсолютной погрешностью можно измерить сдвиг фазы на частоте $10 \cdot N$ Гц, если частота счетных импульсов 1 МГц. Метод дискретного счета с жесткой логикой.
16. С какой минимальной относительной погрешностью можно измерить сдвиг фазы $5 \cdot N^0$ на частоте $10 \cdot N$ Гц, если частота счетных импульсов 1 МГц. Метод дискретного счета с жесткой логикой.
17. С какой минимальной абсолютной погрешностью можно измерить за время $T=1$ с сдвиг фазы на частоте $10 \cdot N$ Гц, если частота счетных импульсов 1 МГц. Метод дискретного счета с жесткой логикой.
18. С какой минимальной относительной погрешностью можно измерить за время $T=1$ с сдвиг фазы $5 \cdot N^0$ на частоте $10 \cdot N$ Гц, если частота счетных импульсов 1 МГц. Метод дискретного счета с жесткой логикой.
19. С какой минимальной погрешностью дискретизации можно измерить частоты $10 \cdot N$ Гц и N Гц методом дискретного счета при времени измерения 1 с?
20. Как измерить частоты N Гц и $(N-0,01)$ Гц с помощью МДП? Выберите $f_{гр}$, граничные частоты и полюсу пропускания УПЧ, оцените $f_{гр}$.
21. Как измерить частоту N Гц с помощью МПЧ? Оцените значения частот герцодина и номер гармоника.
22. Ваттметр среднего значения мощности показал величину $+3 \text{ мВ} \cdot \text{Вт}$. Какова импульсная мощность (мощность в импульсе), если скважность равна $3 \cdot N$?
23. Какова погрешность измерения 4 мВ на шкале 100 мВ ваттметром класса точности 1 без учета рассогласования в тракте?

24. Какова погрешность измерения 4N Вт на шкале 100 Вт ваттметр класса точности I с учетом рас согласования в тракте, если $|\Gamma|=0,1N$?
25. Строб – импульсы формируются с шагом считывания $\Delta t = TN/360 = T/360/N$. Что будет на экране ЭЛТ при подаче на вход синусоиды, если число выборок $k=90$?
- Фонд оперочных средств для проведения аттестации уровня формирования компетенций обучающихся по дисциплине «Электрорадиоизмерения» оформляется отдельным документом.

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

ДИСЦИПЛИНЫ

6.1. Книгообеспеченность

КНИГООБЕСПЕЧЕННОСТЬ	Год издания	Наименование литературы: автор, название, вид издания, издательство	
		Наличие в электронном каталоге ЭБС	

Основная литература			
ЭБС ВЛГУ	2008	http://e.lib.vlsu.ru:80/handle/1234567/89/1104	1. Поздняков А.Д. Курс лекций по дисциплине «Метрология и радиоизмерения», Часть I / Владимир, гос. ун-т; Владимир, 2008. 164 с.
ЭБС ВЛГУ	2009	http://e.lib.vlsu.ru:80/handle/1234567/89/1462	2. Поздняков А.Д. Курс лекций по дисциплине «Метрология и радиоизмерения», Часть 2 / Владимир, гос. ун-т; Владимир, 2009. 124 с.
ЭБС ВЛГУ	2015	http://e.lib.vlsu.ru:80/handle/1234567/89/4308	3. Поздняков А.Д., Поздняков В.А. Виртуальные радиоизмерительные приборы и комплексы: Учебное пособие / Владимир, гос. ун-т. - Владимир, 2015. - 236 с.

Дополнительная литература

ЭБС «IPRbooks»	2017	http://www.iprbookshop.ru/66391.htm	1. Коротков В.С. Метрология, стандартизация и сертификация [Электронный ресурс]: учебное пособие для СПО / Коротков В.С., Афонасов А.И. — Саратов: Профобразование, 2017. — 186 с.
ЭБС ВЛГУ	2012	http://e.lib.vlsu.ru:80/handle/1234567/89/2383	2. Поздняков А.Д., Поздняков В.А. Моделирование алгоритмических методов определения параметров радиосигналов. Практикум / Владимир, гос. ун-т; Владимир, 2012. 114 с.
ЭБС ВЛГУ	2010	http://e.lib.vlsu.ru:80/handle/1234567/89/1862	3. Поздняков А.Д. Кредитовые системы РХИ для контроля, испытаний и мониторинга радио-аппаратуры: учеб. пособие / Владим. гос. ун-т. – Владимир: Ред.-издат. комплкс ВЛГУ, 2010. – 118 с.
ЭБС «IPRbooks»	2016	http://www.iprbookshop.ru/65945.htm	4. Аминев А.В. Метрология, стандартизация и сертификация в телекоммуникационных системах [Электронный ресурс]: учебное пособие / Аминев А.В., Блохин А.В. — Екатеринбург: Уральский федеральный университет, ЭБС АСВ, 2016. — 204 с.

6.2. Периодические издания

Отечественные журналы:

- Радиотехника;

- Радиотехника и электроника;

- Приборы и техника эксперимента;

- Цифровая обработка сигналов.

Реферативные журналы:

- Радиотехника;

- Электроника.

Зарубежные журналы:

- IEEE Transactions on Communications;

- IEEE Transactions on Signal Processing;

- IEEE Transactions on Instrumentation and Measurement.

6.3. Интернет-ресурсы

«IPRbooks» <http://www.iprbookshop.ru>

ЭБС ВпЛУ <http://e.lib.vlsu.ru>

<http://www.studentlibrary.ru>

<http://znanium.com/bookread2.php?book>

www.instruments.ru

7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Для реализации данной дисциплины имеются специальные помещения для проведения

занятий лекционного типа, занятий практического/лабораторного типа, групповых и

индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, а также

помещения для самостоятельной работы (указать необходимое).

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает:

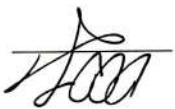
Мультимедийные средства (ауд. 301-3 и 335-3); наборы слайдов к лекциям (от 25 до 40 слайдов

к каждой лекции); оборудованная специализированной лабораторией (504-3) по дисциплине

"Метрология, стандартизация и сертификация" (МСС); компьютеры со специализированным

программным обеспечением виртуальных приборов.

Рабочую программу составил Поздняков А.Д., профессор каф. РТИРС



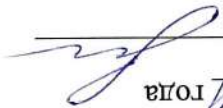
Рецензент «Владимирское КБ Радиосвязи», Генеральный директор Богданов А.Е.

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры РТ и РС

Протокол № 1 от 30.08.21 года

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры РТ и РС

Протокол № 1 от 30.08.21 года

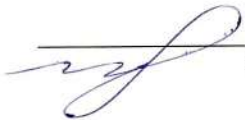


Заведующий кафедрой Никитин О.Р.

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании учебно-методической комиссии

направления 11.03.02 «Информационные технологии и системы связи»

Протокол № 1 от 31.08.21 года



Председатель комиссии Никитин О.Р., заведующий кафедрой

**ЛИСТ ПЕРЕУТВЕРЖДЕНИЯ
РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ**

Рабочая программа одобрена на _____ учебный год
№ _____ от _____ года
Протокол заседания кафедры
Заведующий кафедрой _____

М.В. Киселева

Рабочая программа одобрена на _____ учебный год
№ _____ от _____ года
Протокол заседания кафедры
Заведующий кафедрой _____

Рабочая программа одобрена на _____ учебный год
№ _____ от _____ года
Протокол заседания кафедры
Заведующий кафедрой _____

ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ

в рабочую программу дисциплины

«Электронная измерительная»

образовательной программы направления подготовки 11.03.02 «Информационные технологии и системы связи», направление: «Мобильные средства связи»

Номер изменения	Внесены изменения в части/разделы рабочей программы	Исполнитель ФИО	Основание (номер и дата протокола заседания кафедры)
1			
2			

Зав. Кафедрой Никитин О.Р.