

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

« / »

2021 г.



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**" Метрология, стандартизация и сертификация " (МСС)**  
(наименование дисциплины)

Направление подготовки

11.03.02 - «Инфокоммуникационные технологии и системы связи»

Направленность (профиль) подготовки

**«Мобильные средства связи»**

Владимир  
2021

## 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

### Цель освоения дисциплины

Дисциплина "Метрология, стандартизация и сертификация" обеспечивает подготовку специалиста 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. Овладение методами и средствами 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 «Метрология, стандартизация и сертификация» относится к базовым дисциплинам – Б1.О.14.

## 3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

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

Формируемые компетенции (код, содержание компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине, в соответствии с индикатором достижения компетенции		Наименование оценочного средства
	Индикатор достижения компетенции (код, содержание индикатора)	Результаты обучения по дисциплине	
ОПК2: Способен самостоятельно проводить экспериментальные исследования и использовать основные приемы обработки и представления полученных данных	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	<i>Знает:</i> 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	Тестовые вопросы Контрольная работа Практическое задание

	измерения при экспериментальных исследованиях в лабораторных условиях ОПК-2.3. Владеет навыками измерения параметров радиотехнических процессов и обработки полученных значений	приборов; <i>Умеет:</i> оценивать погрешности измерений, самостоятельно выбирать приборы и проводить экспериментальные исследования; <i>Владеет</i> навыками обработки и представления полученных данных.	
--	---	---	--

#### 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 6 зачетных единиц (216 часов).

№ п/п	Наименование тем и/или разделов/тем дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Контактная работа обучающихся с педагогическим работником				Самостоятельная работа	Формы текущего контроля успеваемости, форма промежут. аттестации (по семестрам)
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	в форме практической подготовки		
1	Роль метрологии, стандартизации и сертификации	4	1	2				2	
2	Метрологические характеристики средств измерений		2	2	2	4	1	8	
3	Погрешности измерений		3	2				2	
4	Обработка результатов измерений		4	2	2	4	1	8	
5	Методы, алгоритмы и методики измерений		5	2				5	
6	Измерение временных интервалов и фазовых сдвигов		6	2	2	4	1	8	Рейтинг контроль №1
7	Измерение частоты сигнала		7	2				2	
8	Аналоговые вольтметры		8	2	2	4	1	8	
9	Цифровые вольтметры		9	2				2	
10	Измерение мощности сигнала		10	2	2	4	1	8	
11	Осциллографы		11	2				5	
12	Анализаторы спектра сигнала		12	2	2	4	1	8	Рейтинг контроль №2

13	Измерение характеристик цепей	13	2			1	2	
14	Измерение устройств на СВЧ	14	2	2	4		8	
15	Обеспечение единства измерений	15	2			1	2	
16	Основы стандартизации в РФ	16	2	2	4		8	
17	Основы сертификации в РФ	17	2			1	5	
18	Измерение параметров и управление качеством ИКТ	18	2	2	4		8	Рейтинг контроль №3
Всего			36	18	36		99	Экзамен (27)
Наличие в дисциплине КП/КР								-
Итого по дисциплине			36	18	36		99	Экзамен (27)

### 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. Подгруппы и виды приборов. Понятие о мерах, эталонах, образцовых и рабочих средствах измерений. Поверка средств измерений. Поверочные 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 неисключенных систематических погрешностей (НСП). Идентификация формы закона распределения погрешностей, исключение грубых погрешностей. Обработка результатов эксперимента. Методика обработки результатов измерений с многократными наблюдениями. Точечные 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. Статические характеристики. Электромеханические приборы. Шунты и добавочные сопротивления.

#### Тема 6. Измерение временных интервалов и фазовых сдвигов

Методы измерений временных интервалов. Измерители временных интервалов. Микропроцессорные средства измерений. 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 измерений частоты, косвенные измерения частоты по периоду повторения как метод уменьшения погрешности дискретизации. Резонансные частотомеры. Электронно-счетные частотомеры дискретного счета. Микропроцессорные измерители частоты и периода повторения. Электронно-счетный частотомер с постоянной погрешностью. ЭСЧ СВЧ дискретного гетеродинного 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. Времяимпульсные цифровые вольтметры постоянного напряжения. Цифровые вольтметры двойного интегрирования. Цифровые вольтметры с преобразованием напряжения в частоту. Цифровые вольтметры поразрядного кодирования. Мультиметры.

#### Тема 10. Измерение мощности сигнала

Методы измерений мощности на НЧ, ВЧ и СВЧ. Погрешности из-за неполного согласования источника и нагрузки с линией передачи. Ваттметры калориметрические, термисторные и болометрические, термоэлектрические и пьезоэлектрические.

#### Тема 11. Осциллографы

Классификация осциллографов. Принцип действия универсального осциллографа, структурная схема. Индикаторные устройства. Цифровые и вычислительные осциллографы, их структуры и особенности. Погрешности 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. Панорамные измерители КСВ и коэффициентов передачи. Измерение элементов матрицы рассеяния ( $S$  – параметров).

#### Тема 15. Обеспечение единства измерений

Основы государственной системы обеспечения единства измерений (ГСИ). Научные, технические, организационные и законодательные основы метрологического обеспечения. Задачи и функции территориальных ЦСМ.

#### Тема 16. Основы стандартизации в РФ

Государственная система стандартизации Российской Федерации. Основные принципы и задачи стандартизации согласно ГСС РФ. Виды стандартов, применяемых в Российской Федерации. Порядок 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 эффективность 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 и управление качеством ИКТ

Телекоммуникационные устройства и системы связи. Параметры и характеристики. Методы и средства контроля, испытаний, измерений и мониторинга. Принципы формирования систем управления качеством. Стандарты ИСО на системы управления качеством.

#### СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Занятие 1. Тема 2. Метрологические характеристики средств измерений

Подгруппы и виды приборов. Метрологические характеристики средств измерений (МХ СИ). Понятие о мерах, эталонах, образцовых и рабочих средствах измерений. Поверка средств измерений. Поверочные схемы.

Занятие 2. Тема 3. Погрешности измерений

Классификация погрешностей: случайные и систематические, методические и инструментальные, статические и динамические. Законы распределения случайной погрешности.

Занятие 3. Нормирование погрешности, предел допустимой погрешности. Основная и дополнительная погрешности и способы их представления.

Занятие 4. Суммирование погрешностей. Расчет погрешности косвенных измерений по погрешностям прямых измерений.

Занятие 5. Тема 4. Обработка результатов измерений

Запись результатов, округление. Учет неисключенных систематических погрешностей (НСП). Методика обработки результатов измерений с многократными наблюдениями. Точечные и интервальные оценки измеряемой величины. Исключение грубых погрешностей.

Занятие 6. Тема 5. Методы, алгоритмы и методики измерений

Электромеханические приборы с преобразователями.. Шунты и добавочные сопротивления.

Занятие 7. Тема 6. Измерение временных интервалов и фазовых сдвигов

Анализ погрешностей, обусловленных дискретизацией. Методы уменьшения погрешности дискретизации.

Занятие 8. Тема 7. Измерение частоты сигнала

Электронно-счетный частотомер с постоянной погрешностью. СВЧ ЭСЧ дискретного гетеродинного преобразования. СВЧ ЭСЧ по методу переносчика.

Занятие 9. Тема 18. Измерение параметров и управление качеством ИКТ

Радиоэлектронные и телекоммуникационные элементы, модули, устройства, системы. Параметры и характеристики РЭА, РЭС, РТС. Методы и средства контроля, испытаний, измерений и мониторинга.

#### СОДЕРЖАНИЕ ЛАБОРАТОРНЫХ ЗАНЯТИЙ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Лабораторная работа 1. Тема 2. Метрологические характеристики и поверка средств измерений

Подгруппы 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 измерений. Микропроцессорные фазометры. Виртуальные приборы.

Лабораторная работа 3. Тема 7. Измерение частоты сигнала

Электронно-счетные частотомеры дискретного счета. Микропроцессорные измерители частоты. Электронно-счетный частотомер с постоянной погрешностью. 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. Погрешности.

Лабораторная работа 6. Тема 9. Цифровые вольтметры

Цифровые вольтметры постоянного и переменного напряжения. Вычислительные цифровые вольтметры. Виртуальные приборы.

Лабораторная работа 7. Тема 11. Осциллографы

Цифровые и вычислительные осциллографы, их структуры и особенности. Погрешности измерений. Виртуальные приборы.

Лабораторная работа 8. Тема 12. Анализаторы спектра сигнала

Методы анализа колебаний в частотной области. Спектральный анализ с помощью дискретного преобразования Фурье, особенности и основные характеристики цифровых спектроанализаторов.

Лабораторная работа 9. Измерители нелинейных искажений (ИНИ). Виртуальные ИНИ. Спектральные и режекторные методы. Погрешности измерений.

## **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**

ОВ – один вариант ответа; ДВ – два варианта ответа

#### **Рейтинг-контроль №1**

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 Госстандартом России;
  - г) Распоряжениями президента РФ.
  
2. Государственное управление деятельностью по ОЕИ осуществляет (ОВ):
  - а) Правительство РФ;
  - б) Администрация президента РФ;
  - в) Государственный комитет РФ по стандартизации и метрологии.
  
3. Погрешность результата измерений ограничивается (ДВ):
  - а) пределом допускаемой погрешности;
  - 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 (ГПИ) — 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. Поверке подлежит (ОВ):

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

7. Поверку 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) подвергается лицензированию органами Государственной метрологической службы;
- в) может осуществляться любым зарегистрированным предпринимателем.

9. Методические погрешности обусловлены (ДВ):

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

10. Методические погрешности известны (ОВ):

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

## **Рейтинг-контроль №2**

1. Инструментальные погрешности 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.

2. Если закон распределения случайной погрешности неизвестен, то рекомендуется принимать (ОВ):

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

3. Если случайная погрешность обусловлена гармонической помехой, 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 ( $P=I \cdot U$ ) 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) обсуждения проекта стандарта заинтересованными сторонами;
- б) анализа аналогичных проектов стандарта;
- в) обсуждения проекта стандарта разработчиками.

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

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

### Рейтинг-контроль №3

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 результата 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 электромеханического 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 по итогам освоения дисциплины**

### **Вопросы к экзамену**

#### **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 подразделения 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. Поверка и калибровка средств измерений. Поверочные схемы.
  7. Погрешности методические, инструментальные и субъективные (с примерами).
  8. Погрешности систематические, дрейфовые и случайные (с примерами).
  9. Законы распределения случайных погрешностей (нормальный, Стюдента, равномерный, треугольный и арксинусный).
  10. Погрешности аддитивные и мультипликативные, основные и дополнительные, статические и динамические (с примерами).
  11. Подготовка к измерениям. Учет модели объекта, выбор метода, СИ.
  12. Методы уменьшения систематических погрешностей. НСП 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 НСП.
  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 ГСС 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.
- #### **СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЯ В 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 классификацией.

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

### 5.3. Самостоятельная работа студентов

Самостоятельная (внеаудиторная) работа студентов 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 1 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 1,0 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 мультипликативной. Выбрать а и b.
3. Определить максимальную погрешность, если  $\sigma=0,1N\%$  для законов распределения: равномерный, треугольный, арксинусный и нормальный.
4. Оцените 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 арксинусному закону;  $0,3*N$  – распределена по равномерному закону.
5. Оцените суммарную погрешность, заданную в % 3-мя случайными составляющими, каждая из которых задана доверительными границами с вероятностью 0,95: две составляющие

- 0,1\*N и 0,2\*N коррелированы и распределены по нормальному закону; одна - 0,3\*N распределена по равномерному закону.
6. Оцените суммарную погрешность, заданную в % 2-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 равномерному закону, - и одной НСП с граничным доверительным значением 0,3\*N.
  7. Дан прибор тока со шкалой 10 мкА и внутренним сопротивлением 0,1\*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\*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\*N кОм. Предложите шкалу омметра и напряжение источника питания.
  10. Дан прибор со шкалой 100 мВ и внутренним сопротивлением 1\*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\*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\*N кОм. Предложите шкалу омметра и напряжение источника питания.
  13. С какой минимальной относительной погрешностью можно измерить интервал времени 0,1\*N мс, если частота счетных импульсов 1 МГц. Метод дискретного счета без интерполяции.
  14. С какой минимальной относительной погрешностью можно измерить интервал времени 0,1\*N мс, если частота счетных импульсов 1 МГц. Метод дискретного счета с интерполяцией.
  15. С какой минимальной абсолютной погрешностью можно измерить сдвиг фазы на частоте 10\*N Гц, если частота счетных импульсов 1 МГц. Метод дискретного счета с МПС. Какое требуется время измерения?
  16. С какой минимальной относительной погрешностью можно измерить сдвиг фазы  $5 \cdot N^0$  на частоте 10\*N Гц, если частота счетных импульсов 1 МГц. Метод дискретного счета с МПС. Какое требуется время измерения?
  17. С какой минимальной абсолютной погрешностью можно измерить за время  $T=1$  с сдвиг фазы на частоте 10\*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\*N Гц, если частота счетных импульсов 1 МГц. Метод дискретного счета с жесткой логикой.
  19. С какой минимальной погрешностью дискретизации можно измерить частоты 10N Гц и N МГц методом дискретного счета при времени измерения 1 с?
  20. Как измерить частоты N ГГц и (N-0,01) ГГц с помощью МДГ? Выберите  $f_{гет.}$ , граничные частоты и полосу пропускания УПЧ, оцените  $f_{пч.}$
  21. Как измерить частоту N ГГц с помощью МПЧ? Оцените значения частот гетеродина и номер гармоники.
  22. Ваттметр среднего значения мощности показал величину +3NdБ·мВт. Какова импульсная мощность (мощность в импульсе), если скважность равна 3N?
  23. Какова погрешность измерения 4N мВт на шкале 100 мВт ваттметром класса точности 1 без учета рассогласования в тракте?
  24. Какова погрешность измерения 4N мВт на шкале 100 мВт ваттметром класса точности 1 с учетом рассогласования в тракте, если  $|\Gamma|=0,1N$  ?

25. Строб – импульсы формируются с шагом считывания  $\Delta t = T_N/360 = T/360/N$ . Что будет на экране ЭЛТ при подаче на вход синусоиды, если число выборок  $k=90$ ?

Фонд оценочных материалов для проведения аттестации уровня сформированности компетенций обучающихся по дисциплине «МЕТРОЛОГИЯ, СТАНДАРТИЗАЦИЯ И СЕРТИФИКАЦИЯ» оформляется отдельным документом.

## 6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 6.1. Книгообеспеченность

Наименование литературы: автор, название, вид издания, издательство	Год издания	КНИГООБЕСПЕЧЕННОСТЬ
		Наличие в электронном каталоге ЭБС
<b>Основная литература</b>		
1. Поздняков А.Д. Курс лекций по дисциплине «Метрология и радиоизмерения», Часть 1 / Владим. гос. ун-т; Владимир, 2008. 164 с.	2008	ЭБС ВлГУ <a href="http://e.lib.vlsu.ru:80/handle/123456789/1104">http://e.lib.vlsu.ru:80/handle/123456789/1104</a>
2. Поздняков А.Д. Курс лекций по дисциплине «Метрология и радиоизмерения», Часть 2 / Владим. гос. ун-т; Владимир, 2009. 124 с.	2009	ЭБС ВлГУ <a href="http://e.lib.vlsu.ru:80/handle/123456789/1462">http://e.lib.vlsu.ru:80/handle/123456789/1462</a>
3. Поздняков А.Д., Поздняков В.А. Виртуальные радиоизмерительные приборы и комплексы: Учебное пособие / Владим. гос. ун-т. - Владимир. - 2015. - 236 с.	2015	ЭБС ВлГУ <a href="http://e.lib.vlsu.ru:80/handle/123456789/4308">http://e.lib.vlsu.ru:80/handle/123456789/4308</a>
<b>Дополнительная литература</b>		
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.	2017	ЭБС «IPRbooks» <a href="http://www.iprbookshop.ru/66391.html">http://www.iprbookshop.ru/66391.html</a>
2. Поздняков А.Д., Поздняков В.А. Моделирование алгоритмических методов определения параметров радиосигналов. Практикум / Владим. гос. ун-т; Владимир, 2012. 114 с.	2012	ЭБС ВлГУ <a href="http://e.lib.vlsu.ru:80/handle/123456789/2383">http://e.lib.vlsu.ru:80/handle/123456789/2383</a>
3. Поздняков А.Д. Крейтовые системы РХИ для контроля, испытаний и мониторинга радио-аппаратуры: учеб. пособие / Владим. гос. ун-т. – Владимир: Ред.-издат. комплекс ВлГУ, 2010. – 118 с.	2010	ЭБС ВлГУ <a href="http://e.lib.vlsu.ru:80/handle/123456789/1862">http://e.lib.vlsu.ru:80/handle/123456789/1862</a>
4. Аминев А.В. Метрология, стандартизация и сертификация в телекоммуникационных системах [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Аминев А.В., Блохин А.В.— Екатеринбург: Уральский федеральный	2016	ЭБС «IPRbooks» <a href="http://www.iprbookshop.ru/65945.html">http://www.iprbookshop.ru/65945.html</a>

## 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 ВлГУ <http://e.lib.vlsu.ru>

<http://www.studentlibrary.ru>

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

[www.instruments.ru](http://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:

- кафедральные мультимедийные средства (ауд. 301-3 и 335-3);
- оборудование специализированной лаборатории (506-3) по дисциплине "Метрология, стандартизация и сертификация" (МСС);
- компьютеры со специализированным программным обеспечением виртуальных приборов.

### Примечание:

Общее число компьютеров в лаборатории 506-3 со специализированным программным обеспечением составляет 5 единиц, а измерительных приборов - 19 единиц (В7-34, В7-16, В7-39, В2-38, Г4-156, Г4-128, Г4-165, Г3-36, Г3-118, С6-11, ЧЗ-45, ЧЗ-46, ЧЗ-54, ЧЗ-64, Х1-46, Х1-42, С4-60, СК4-59, В1-9).

Рабочую программу составил профессор каф. РТ и РС  А.Д. Поздняков.

(ФИО, подпись)

Рецензент ген. директор ВКБ «Радиосвязь» к.т.н.  А.Е. Богданов

(место работы, должность, ФИО, подпись)

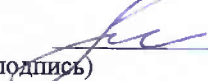
Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры 

Протокол № 1 от 30.08.21 года

Заведующий кафедрой РТ и РС  О.Р. Никитин

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании учебно-методической комиссии направления подготовки 11.03.02 «Инфокоммуникационные технологии и системы связи»

Протокол № 1 от 1.09.21 года

Председатель комиссии зав. кафедрой РТ и РС \_\_\_\_\_ О.Р. Никитин  
(ФИО, подпись) 

ЛИСТ ПЕРЕУТВЕРЖДЕНИЯ  
РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Рабочая программа одобрена на \_\_\_\_\_ учебный год  
Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ года  
Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ О.Р. Никитин

Рабочая программа одобрена на \_\_\_\_\_ учебный год  
Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ года  
Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ О.Р. Никитин

Рабочая программа одобрена на \_\_\_\_\_ учебный год  
Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ года  
Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ О.Р. Никитин



**ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ**  
в рабочую программу дисциплины  
**"Метрология, стандартизация и сертификация" (МСС)**  
(наименование дисциплины)

образовательной программы направления подготовки 11.03.02 «Инфокоммуникационные технологии и системы связи»

направленность: «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.  
*Подпись* *ФИО*