

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



А.А.Панфилов

« 31 » 15 20 15 г.

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

"Метрология и радиоизмерения" (МРИ)  
 (наименование дисциплины)

Направление подготовки 11.03.01 - «Радиотехника»

Профили подготовки \_\_\_\_\_

Уровень высшего образования Бакалавриат

Форма обучения очная

(очная, очно-заочная,, заочная)

Семестр	Трудоем- кость (зач. ед, /час.)	Лекций, (час.)	Практ. занятий, (час.)	Лабор. работ, (час.)	СРС	Форма контроля (экз. / зачет)
6	4/144	36	-	18	54	Экзамен (36)
Итого	4/144	36	-	18	54	Экзамен (36)

Владимир – 20 \_\_\_\_

## 2. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина "Метрология и радиоизмерения" обеспечивает формирование общекультурных и профессиональных компетенций в соответствии с требованиями ФГОС ВПО, обучая специалиста в области метрологического обеспечения, технических измерений, стандартизации и сертификации применительно к задачам разработки, производства и эксплуатации радиотехнических средств.

**Целями освоения дисциплины «Метрология и радиоизмерения» являются:**

1. Изучение основ метрологии, овладение методами и средствами измерения параметров и характеристик цепей, сигналов при разработке, производстве и эксплуатации радиотехнических средств
2. Ознакомление с основами стандартизации и сертификации средств измерений, с методами обеспечения единства измерений и соответствующей нормативной документацией.
3. Изучение принципов действия, технических и метрологических характеристик средств измерений.
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 и радиоизмерения» относится к базовым дисциплинам – Б1.Б.16.

Курс "Метрология и радиоизмерения" основывается на знании "Математики", "Физики", "Электроники", "Цифровых устройств и микропроцессоров", "Схемотехники аналоговых электронных устройств ", "Радиотехнических цепей и сигналов" и является базой для изучения передатчиков и устройств формирования сигналов, устройств приема и обработки сигнала, радиотехнических систем и др.

## 3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

В результате освоения дисциплины обучающийся должен обладать **общекультурной компетенцией:** способностью к самоорганизации и самообразованию (ОК-7).

**В результате освоения дисциплины обучающийся должен:**

**Знать:**

- основы теории погрешностей измерений;
- методы обработки результатов измерений;
- способы нормирования и формы задания метрологических характеристик средств измерений;
- основные нормативные положения и законодательные акты в области метрологии;
- цели и методы стандартизации и сертификации;
- принципы, методы измерений радиотехнических величин и структурные схемы приборов.

**Уметь:**

- применять современные методы и средства измерения параметров и характеристик цепей и сигналов;
- использовать основные приемы обработки экспериментальных данных;

- проводить поверку средств измерения, используемых для разработки, производства и настройки радиотехнических устройств и систем.

**Владеть:**

- методами выбора аппаратуры для измерения характеристик радиотехнических цепей и сигналов;
- методами и средствами измерения параметров и характеристик цепей, сигналов при разработке, производстве и эксплуатации радиотехнических средств;
- навыками обработки результатов измерений, оценки погрешности измерений.
- методами поверки средств измерения, используемых для разработки, производства и настройки радиотехнических устройств и систем.

**4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетные единицы (144 часа) в 6 семестре.

№ п/п	Раздел (тема) дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)					Объем учебной работы, с применением интерактивных методов (в часах / %)	Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра), форма промежут. аттестации	
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Контрольные работы	СРС			КП / КР
1	4.1 Задачи и роль метрологии	6	1	2				2		-	
2	4.2 ГСИ - гос. система обеспечения единства измерений	6	2	2				2		0,5/25%	
3	4.3 Погрешности измерений	6	3	2				2		0,5/25%	
4	4.4 Случайные и систематические погрешности	6	4	2				2		0,5/25%	
5	4.5 Обработка результатов измерений	6	5	2				2		0,5/25%	
6	4.6 Методы и средства измерений	6	6	2				2		0,5/25%	Рейтинг контроль №1
7	4.7 Измерение временных интервалов	6	7	2				2		0,5/25%	
8	4.8 Измерение фазовых сдвигов	6	8	2				2	Курсовая	0,5/25%	
9	4.9 Измерение частоты сигнала	6	9	2		4		4		3/50%	
10	4.10 Измерение	6	10	2				2		0,5/25%	

	напряжения								
11	4.11 Измерение мощности сигнала	6	11	2		4		4	3/50%
12	4.12 Осциллографы	6	12	2				4	0,5/25%
13	4.13. Анализаторы спектра сигнала	6	13	2		4		4	3/50%
14	4.14 Основы стандартизации	6	14	2				4	0,5/25%
15	4.15 Стандарты РФ	6	15	2		4		4	3/50%
16	4.16 Основы сертификации	6	16	2				4	0,5/25%
17	4.17 С-системы качества	6	17	2		2		4	2/50%
18	4.18 Основы госконтроля	6	18	2				4	2/50%
	Всего			36		18		54	21/38%
									Экзамен

### **КУРСОВАЯ РАБОТА**

**В типовой КР** студент разрабатывает специализированную установку для приемосдаточных испытаний индивидуального объекта.

Студенту необходимо:

- Выбрать индивидуальный объект испытаний.
- Изучить основные параметры и характеристики объекта.
- Выбрать структуру параметров, методы их измерения и серийные измерительные приборы.
- Обосновать структурную схему системы испытаний (установки).
- Разработать (выбрать) детальные методики проведения испытаний, включая алгоритмы измерения каждого параметра и способы обработки данных.
- Задать допустимые и оценить фактические погрешности измерения всех параметров, в том числе измеряемых косвенными методами.
- Предложить процедуры аттестации системы и ее ежегодной поверки.

## **5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ**

### **Активные и интерактивные формы обучения**

С целью формирования и развития профессиональных навыков студентов в учебном процессе используются активные и интерактивные формы проведения занятий в сочетании с внеаудиторной работой: (лабораторные работы, контрольные, СРС). Объем занятий, проводимых в интерактивных формах, составляет 38% от аудиторных часов.

### **Самостоятельная работа студентов**

Самостоятельная (внеаудиторная) работа студентов включает закрепление теоретического материала при подготовке к выполнению и защите лабораторных заданий, а также при выполнении индивидуальной курсовой работы. Основа самостоятельной работы - изучение рекомендованной литературы, конспекта лекций, а также электронных источников информации.

### **Мультимедийные технологии обучения**

Все лекционные занятия проводятся в виде презентаций в мультимедийной аудитории с использованием компьютерного проектора и представлением от 25 до 40 слайдов по каждой лекции.

Студентам предоставляется компьютерный курс лекций и описания всех лабораторных работ. Имеется компьютерная версия каталога приборов, которые могут выбираться студентами при выполнении СРС. Компьютерные технологии используются также для оформления лабораторных и курсовых работ.

#### **Рейтинговая система обучения**

Рейтинг-контроль проводится три раза за семестр. Он предполагает оценку суммарных баллов по следующим составляющим: активность на контрольных занятиях; качество выполнения лабораторных работ и СРС.

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

### **6.1. Список вопросов к экзамену**

#### **МЕТРОЛОГИЯ**

1. Области и виды измерений, примеры прямых и косвенных измерений.
2. Средства измерений, их виды и классификация РИП (по ГОСТ). Метрологические характеристики (МХ) СИ.
3. ГСИ, ее подразделения и подсистемы. ОЕИ на разных уровнях. Метрологическая служба в РФ и ее структура.
4. Государственные научные метрологические центры и их функции. Владимирский ЦСМС и его функции.
5. Поверка и калибровка средств измерений. Поверочные схемы.
6. Погрешности методические, инструментальные и субъективные (с примерами). Погрешности систематические, дрейфовые и случайные (с примерами).
7. Законы распределения случайных погрешностей (нормальный, Стьюдента, равномерный, треугольный и арксинусный).
8. Погрешности аддитивные и мультипликативные (с примерами). Запись абсолютных и относительных погрешностей и их представление на графике (аддитивной, мультипликативной и их суммы). Погрешности основные и дополнительные, статические и динамические (с примерами).
9. Подготовка к измерениям. Учет модели объекта, выбор метода, СИ. Выбор точности СИ.
10. Методы уменьшения систематических погрешностей. НСП и ее обнаружение и оценка.
11. МВИ. Подготовка к измерениям. Запись результатов. Обработка результатов измерений.
12. Оценка погрешности результата прямого однократного измерения для известных СКО и НСП.
13. Оценка суммарной случайной и систематической погрешности многократных измерений.
14. Методика обработки результатов многократных измерений.
15. Оценка погрешности косвенных измерений.
16. «Активные» и «пассивные» РИП и объекты радиоизмерений.
17. Статические характеристики РИП, схемы РИП, мостовые схемы.
18. Структуры и особенности ЦИП.
19. Методики коррекции «О», калибровки коэффициента передачи и компенсации нелинейности АХ в ЦИП.
20. Сущность, функции и методы стандартизации. Правовые основы и цели деятельности стандартизации.
21. Государственная система стандартизации Российской Федерации. Виды стандартов, применяемых в Российской Федерации.
22. Государственный контроль и надзор за соблюдением требований государственных стандартов.
23. Основные функции сертификации и эффективность ее проведения.
24. Объекты обязательной и добровольной сертификации. Оформление сертификата

соответствия.

25. Добровольная сертификация, ее назначение и отличительные особенности.

#### РАДИОИЗМЕРЕНИЯ

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 гетеродинирования. 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).

#### 6.2. Список задач к экзамену

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:  $0,1 \cdot N$  – распределена по нормальному закону;  $0,2 \cdot N$  – распределена по арксинусному закону;  $0,3 \cdot N$  – 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  $0,1 \cdot N$  и  $0,2 \cdot N$  коррелированы и распределены по нормальному закону; одна -  $0,3 \cdot N$  распределена по равномерному закону.
6. Оцените суммарную погрешность, заданную в % 2-мя случайными составляющими, каждая из которых задана доверительными границами с вероятностью 0,95:  $0,1 \cdot N$  распределена по нормальному закону;  $0,2 \cdot N$  распределена по равномерному закону, - и одной НСП с граничным 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 без интерполяции.
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 интерполяцией.
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 МПС. Какое требуется время измерения?
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 МПС. Какое требуется время измерения?
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  $10N$  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  $+3N_{дБ} \cdot мВт$ . 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  $\Delta t = TN/360 = T/360/N$ . Что будет на экране ЭЛТ при подаче на вход синусоиды, если число выборок  $k=90$ ?

### 6.3. Тесты для рейтинг-контроля

ОВ – один вариант ответа; ДВ – два варианта ответа

#### Тесты для проведения 1 рейтинг-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 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.

### **Тесты для проведения 2 рейтинг-контроля**

11. 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.

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

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

13. Если случайная погрешность обусловлена гармонической помехой, то рекомендуется принимать (ОВ):

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

14. 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.

15. 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.

16. 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.

17. Мощность в нагрузке ( $P=I*U$ ) 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).

18. 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).

19. 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.

20. 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

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

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

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

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

23. Прибор В2-38 предназначен для измерения (ОВ):

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

24. Прибор Х1-56 предназначен для измерения (ОВ):

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

25. В диапазоне СВЧ может работать осциллограф (ОВ):

- а) запоминающий;
- б) стробоскопический;
- в) универсальный.

26. Более быстродействующий вольтметр (ОВ):

- а) времяимпульсный;
- б) двойного интегрирования;
- в) поразрядного кодирования.

27. 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.

28. Максимальная погрешность для СКО=1% и равномерного закона распределения равна (ОВ):

- а) 2%;
- б) 1,73%;
- в) 1,5%.

29. 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.

30. Спектр сигнала можно исследовать (ДВ):

- а) осциллографом;
- б) анализатором спектра;
- в) селективным вольтметром;
- г) измерителем нелинейных искажений.

## **7.УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **Основная литература**

1. Основы метрологии, стандартизации и сертификации: Учебное пособие / Н.Д. Дубовой, Е.М. Портнов. - М.: ИД ФОРУМ: НИЦ Инфра-М, 2013.

2. Афонский А.А. Электронные измерения в нанотехнологиях и в микроэлектронике [Электронный ресурс]/ Афонский А.А., Дьяконов В.П.— Электрон.текстовые данные.— М.: ДМК Пресс, 2011.
3. Афонский А.А. Измерительные приборы и массовые электронные измерения [Электронный ресурс]/ Афонский А.А., Дьяконов В.П.— Электрон.текстовые данные.— М.: СОЛОН-ПРЕСС, 2009.— 541 с.

#### **Дополнительная литература**

1. Поздняков А.Д. Курс лекций по дисциплине «Метрология и радиоизмерения»: Часть 1.- Владимир: ВлГУ, 2008. - 164 с.
2. Поздняков А.Д. Курс лекций по дисциплине «Метрология и радиоизмерения»: Часть 2.- Владимир: ВлГУ, 2009. - 124 с.
3. Поздняков А.Д., Поздняков В.А. Алгоритмические методы определения параметров радиотехнических сигналов и цепей (учебное пособие) / Владим. гос. ун-т, Владимир, 2007. – 116 с.

#### **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.

## **8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

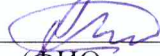
Материально-техническое обеспечение дисциплины включает:


- кафедральные мультимедийные средства (ауд. 301-3 и 335-3);
- наборы слайдов по всем лекциям (от 25 до 40 слайдов по каждой лекции);
- оборудование специализированной лаборатории (506-3) по дисциплине «Метрология и радиоизмерения»;
- компьютеры со специализированным программным обеспечением виртуальных приборов.

#### **Примечания:**

1. Общее число подготовленных слайдов более 700, они ежегодно редактируются и модернизируются в соответствии с развитием технической и методической базы.
2. 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, Ч3-45, Ч3-46, Ч3-54, Ч3-64, Х1-46, Х1-42, С4-60, СК4-59, В1-9).

**Рабочая программа составлена** в соответствии с требованиями ФГОС по направлению «Радиотехника».

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 № 12 от 30.03.15 года

Заведующий кафедрой РТ и РС \_\_\_\_\_ О.Р. Никитин

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании учебно-методической комиссии направления «РАДИОТЕХНИКА»

Протокол № 9 от 31.03.15 года

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

ЛИСТ ПЕРЕУТВЕРЖДЕНИЯ  
РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Рабочая программа одобрена на 15/16 учебный год

Протокол заседания кафедры № 1 от 1.09.15 года

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ О.Р. Никитин

Рабочая программа одобрена на 16/17 учебный год

Протокол заседания кафедры № 1 от 1.09.16 года

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ О.Р. Никитин

Рабочая программа одобрена на \_\_\_\_\_ учебный год

Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ года

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ О.Р. Никитин