

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 » 05 2015 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	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+истемы 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 приемо-сдаточных 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. Проверка 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·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 ( $P=I \cdot U$ ) 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).

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) быстроедействие;
- 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





## ПАСПОРТ ФОНДА ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

**Фонд оценочных средств (ФОС)** предназначен для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине "Метрология и радиоизмерения", входящей в ОПОП направления подготовки 11.03.01 «Радиотехника».

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Наименование оценочного средства
1	Введение	ОК-7	Тесты
2	Государственная система обеспечения единства измерений (ГСИ)	ОК-7, ОК-10	Тесты
3	Погрешности измерений	ОК-7, ОК-10	Тесты, задачи
4	Случайные и систематические погрешности	ОК-7	Тесты, задачи
5	Подготовка и обработка результатов эксперимента	ОК-7, ОК-10	Задачи Тесты
6	Методы и средства измерений	ОК-7, ОК-10	Тесты, Задачи
7	Методы измерений временных интервалов	ОК-10	Тесты Задачи
8	Методы измерений фазового сдвига	ОК-7, ОК-10	Тесты, Задачи
9	Методы измерений частоты сигнала	ОК-7, ОК-10	Тесты, Задачи
10	Методы измерений напряжения	ОК-7, ОК-10	Тесты, задачи
11	Методы измерения мощности сигналов	ОК-10	Тесты Задачи
12	Исследование сигналов во временной области	ОК-10	Задачи
13	Исследование сигналов в частотной области	ОК-7, ОК-10	Тесты, задачи
14	Основы стандартизации	ОК-7, ОК-10	Тесты
15	Виды стандартов, применяемых в Российской Федерации	ОК-7	Тесты
16	Основы сертификации	ОК-7, ОК-10	Тесты
17	Системы качества и основы государственного контроля и надзора в метрологии, стандартизации и сертификации	ОК-7, ОК-10	Тесты
18	Эталоны физических величин и параметров радиосигналов	ОК-7, ОК-10	Тесты

**Комплект оценочных средств** предназначен для аттестации обучающихся на соответствие их персональных достижений требованиям образовательной программы, в том числе рабочей программы дисциплины "Метрология и радиоизмерения", для

оценивания уровня приобретенных компетенций, а также знаний, умений и владений. Комплект оценочных средств по дисциплине "Метрология и радиоизмерения" включает:

**Оценочные средства для проведения текущего контроля успеваемости:**

- Тесты для оценки уровня знаний и умений обучающихся.
- Контрольные задания для СРС.

**Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации в форме контрольные вопросы для проведения экзаменов.**

**Перечень компетенций, формируемых в процессе изучения дисциплины "Метрология и радиоизмерения", входящей в ОПОП направления подготовки 11.03.01 «Радиотехника».**

<b>ОК-7 Способность к самоорганизации и самообразованию</b>		
<b>Знать</b>	<b>Уметь</b>	<b>Владеть</b>
- основные понятия, нормативные положения в области метрологии, стандартизации и сертификации; - основы теории погрешностей измерений	- применять современные методы и средства измерения параметров и характеристик цепей и сигналов; - использовать основные приемы обработки экспериментальных данных;	- навыками обработки результатов измерений, оценки погрешности измерений. - методами поверки средств измерения, используемых для разработки, производства и настройки радиотехнических устройств и систем.
<b>ОК-10 Способность использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования</b>		
<b>Знать</b>	<b>Уметь</b>	<b>Владеть</b>
- способы нормирования и формы задания метрологических характеристик средств измерений; - принципы построения средств измерений и контроля	- проводить поверку средств измерения, используемых для разработки, производства и настройки радиотехнических устройств и систем.	- 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;

**Показатели, критерии и шкала оценивания компетенций текущего контроля знаний по учебной дисциплине "Метрология и радиоизмерения "**

Текущий контроль знаний, согласно «Положению о рейтинговой системе комплексной оценки знаний студентов в ВлГУ» (далее «Положение») в рамках изучения дисциплины "Метрология и радиоизмерения".

**Критерии оценки тестирования студентов**

<b>Оценка выполнения тестов</b>	<b>Критерий оценки</b>
1 балл за правильный ответ на 1 вопрос	Правильно выбранный вариант ответа (в случае закрытого теста), или правильно вписанный ответ (в случае открытого теста)



## Регламент проведения мероприятия и оценивания

№	Вид работы	Продолжительность
1.	Предел длительности тестирования	до 40 мин.
2.	Внесение исправлений	до 5 мин.
	Итого (в расчете на тест)	до 45 мин.

## ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ ЗНАНИЙ ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ

### "Метрология и радиоизмерения"

#### Тесты для проведения 1 рейтинга

ОВ – один вариант ответа; ДВ – два варианта ответа

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 рейтинга**

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 ( $P=I \cdot U$ ) 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).

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 рейтинга

21. Прибор М3-95 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.



### Регламент проведения рейтинга

№	Характер действия	Продолжительность
1	Формулировка задания и комментарии преподавателя	до 1 мин.
2	Выполнение одного задания	Среднее 4 мин. (до 7 мин.)
3	Проверка и исправление	до 2 мин.
	Итого (в расчете на одну задачу)	до 7 мин.

### Регламент проведения и оценивания контрольной работы

В целях закрепления практического материала и углубления теоретических знаний по разделам дисциплины "Метрология и радиоизмерения" предполагается выполнение практического задания (СРС), что позволяет углубить процесс познания, раскрыть понимание прикладной значимости осваиваемой дисциплины.

**В типовой СРС** разрабатывается установка для прямо-сдаточных испытаний или поверки индивидуального объекта.

В СРС 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;

### Критерии оценки контрольной работы

Оценка	Критерии оценивания
5 баллов	задачи решены полностью, в представленном решении обоснованно создан правильный алгоритм.
4 балла	задачи решены полностью, но нет достаточного обоснования или при верном решении допущена ошибка, не влияющая на правильную последовательность рассуждений.
2 балла	задачи решены частично с ошибками.
0 баллов	решение неверно с грубыми ошибками или отсутствует.

### Общее распределение баллов текущего контроля по видам учебных работ для студентов (в соответствии с Положением)

Рейтинг-контроль 1	Тест 10 вопросов	До 5 баллов
Рейтинг-контроль 2	Тест 10 вопросов	До 5 баллов
Рейтинг контроль 3	Тест 10 вопросов	До 5 баллов
Контрольная работа		До 12 баллов
Выполнение семестрового плана лабораторных работ	4 работы	До 20 баллов (5x4)
Дополнительные баллы	Конспекты лекций и дополнительных источников при выполнении СРС	До 10 баллов
Всего		60 баллов



## Показатели, критерии и шкала оценивания компетенций промежуточной аттестации знаний по учебной дисциплине "Метрология и радиоизмерения" на экзамене

Промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины (экзамен) проводится в экзаменационную сессию. Экзамен проводится по билетам, содержащим 2 вопроса и задачу. Студент пишет ответы на вопросы и задания экзаменационного билета на листах белой бумаги формата А4, на каждом из которых должны быть указаны: фамилия, имя, отчество студента; шифр студенческой группы; дата проведения экзамена; номер экзаменационного билета. Листы ответов должны быть подписаны и студентом и экзаменатором после получения студентом экзаменационного билета.

Максимальное количество баллов, которое студент может получить на экзамене, в соответствии с Положением составляет 40 баллов.

Оценка в баллах	Оценка за ответ на экзамене	Критерии оценивания компетенций
30-40 баллов	«Отлично»	Студент глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами применения знаний, причем не затрудняется с ответом при видоизменении заданий, использует в ответе материал монографической литературы, правильно обосновывает принятое решение, владеет разносторонними навыками и приемами выполнения практических задач, подтверждает полное освоение компетенций, предусмотренных программой экзамена.
20-29 баллов	«Хорошо»	Студент знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос, правильно применяет теоретические положения при решении практических вопросов и задач, владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения, допуская некоторые неточности; демонстрирует хороший уровень освоения материала, информационной и коммуникативной культуры и в целом подтверждает освоение компетенций, предусмотренных программой экзамена.
10 -19 баллов	«Удовлетворительно»	Студент показывает знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, в целом, не препятствует усвоению последующего программного материала, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, испытывает затруднения при выполнении практических работ, подтверждает освоение компетенций, предусмотренных программой экзамена на минимально допустимом уровне.
Менее 10 баллов	«Неудовлетворительно»	Студент не знает значительной части программного материала (менее 50% правильно выполненных заданий от общего объема работы), допускает существенные ошибки, неуверенно, с большими затруднениями выполняет практические работы, не подтверждает освоение компетенций, предусмотренных программой экзамена.



# ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ "Метрология и радиоизмерения"

## Вопросы 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. Проверка 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).

#### **Список задач к рейтинг-контролю и 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:  $0,1*N$  – 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  $0,1 \cdot N$  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  $f_{мч}$ .
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·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  $k=90$ ?

**Максимальная сумма баллов, набираемая студентом по дисциплине "МРИ" в течение семестра равна 100.**

Оценка в баллах	Оценка по шкале	Обоснование	Уровень сформированности компетенций
91 - 100	«Отлично»	Теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество их выполнения оценено числом баллов, близким к максимальному	<b>Высокий уровень</b>
74-90	«Хорошо»	Теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, некоторые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы недостаточно, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество выполнения ни одного из них не оценено минимальным числом баллов, некоторые виды заданий выполнены с ошибками	<b>Продвинутый уровень</b>
61-73	«Удовлетворительно»	Теоретическое содержание курса освоено частично, но пробелы не носят существенного характера, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом в основном сформированы, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий выполнено, некоторые из выполненных заданий, возможно, содержат ошибки.	<b>Пороговый уровень</b>
Менее 60	«Неудовлетворительно»	Теоретическое содержание курса не освоено, необходимые практические навыки работы не сформированы, выполненные учебные задания содержат грубые ошибки	Компетенции не сформированы