

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Воронежский государственный технический университет»

УТВЕРЖДАЮ

Декан факультета  В.А. Небольсин

«19» апреля 2024 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
дисциплины (модуля)
«Метрология и радиоизмерения»

Специальность 11.05.01 Радиоэлектронные системы и комплексы

Направленность Радиоэлектронные системы передачи информации

Квалификация выпускника Инженер

Нормативный период обучения 5,5 лет

Форма обучения Очная

Год начала подготовки 2024 г.

Автор программы

 /Готов В.В./

Заведующий кафедрой
радиоэлектронных устройств
и систем

 /Журавлёв Д.В./

Руководитель ОПОП

 /Журавлёв Д.В./

Воронеж 2024

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1. Цели дисциплины

Изучение принципов и методов измерения физических величин, обеспечения единства и требуемой точности измерений, ознакомление с измерительными средствами и методами измерения радиотехнических величин. Овладение принципами, методами и средствами измерения параметров и характеристик радиотехнических цепей, сигналов при разработке, производстве и эксплуатации радиотехнических средств.

1.2. Задачи освоения дисциплины

Формирование у студентов знаний принципов действия, технических и метрологических характеристик средств измерений, современных методов и приобретение навыков обработки результатов измерений, оценки погрешности измерений, перспективных направлений и тенденций развития метрологии и радиоизмерений.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина «Метрология и радиоизмерения» относится к дисциплинам обязательной части блока Б.1 учебного плана.

3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Процесс изучения дисциплины «Метрология и радиоизмерения» направлен на формирование следующих компетенций:

ОПК-3 - Способен к логическому мышлению, обобщению, прогнозированию, постановке исследовательских задач и выбору путей их достижения, освоению работы на современном измерительном, диагностическом и технологическом оборудовании, используемом для решения различных научно-технических задач в области радиоэлектронной техники и информационно-коммуникационных технологий

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции
ОПК-3	Знает -основные методы измерения характеристик радиотехнических цепей и сигналов, оценки их надежности и точности; - основы теории погрешности измерений, методы обработки результатов измерений; - принципы, методы измерений радиотехнических величин и структурные схемы радиоизмерительных приборов

	Умеет - выбирать методы и средства измерений, отвечающие задачам эксперимента; - использовать основные приемы обработки экспериментальных данных; - выполнять измерения радиотехнических величин с помощью средств измерений и оценивать погрешности результатов измерений;
	Владеет - методологией использования аппаратуры для измерения характеристик радио-технических цепей и сигналов; - принципами и методами измерений радиотехнических величин; - навыками проведения радиотехнических измерений

4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Общая трудоемкость дисциплины «Метрология и радиоизмерения» составляет 4 зачетные единицы.

Распределение трудоемкости дисциплины по видам занятий

Очная форма обучения

Вид учебной работы	Всего часов	Семестры			
		6			
Аудиторные занятия (всего)	36	36			
В том числе:					
Лекции	18	18			
Практические занятия (ПЗ)	-	-			
Лабораторные работы (ЛР)	18	18			
Самостоятельная работа	72	72			
Курсовой проект	-	-			
Контрольная работа					
Вид промежуточной аттестации – зачет	+	+			
Общая трудоемкость час зач. ед.	108	108			
	3	3			

5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

5.1. Содержание разделов дисциплины и распределение трудоемкости по видам занятий

№ п/п	Наименование темы	Содержание раздела	Лекц	Прак зан.	Лаб. зан.	СРС	Все го, час
1	Общие сведения о метрологии Метрологическое обеспечение средств измерения.	Основы метрологии. Основные метрологические термины и определения. Средства измерений. Классификация измерительных приборов. Метрологические характеристики СИ. Классификация измерений. Виды измерений. Методы измерений. Модификации методов сравнения. Единицы измерений. Производные единицы.	2	-		9	11
2	Основы теории погрешностей и обработки результатов измерения.	Виды погрешностей. Зависимость погрешностей от значения измеряемой величины X. Нормирование погрешности прибора. Характеристики случайных погрешностей. Суммирование погрешностей прямых измерений. Погрешности косвенных измерений. Правила проверки согласия опытного распределения случайной величины с теоретическим.	4	-	3	9	16
3	Аналоговые электро-механические измерительные приборы.	Магнитоэлектрические измерительные приборы. Электромагнитные измерительные приборы. Электростатические измерительные приборы. Электродинамические измерительные приборы. Индукционные измерительные приборы. Счетчики электрической энергии.	2	-	3	9	14
4	Измерение переменного напряжения.	Формы сигнала переменного напряжения. Типа преобразователей. Отсчет показаний вольтметров в зависимости от типа преобразователя и формы сигнала.	2	-	3	9	14
5	Осциллографические измерения электрических величин.	Структура измерительного устройства. Основные применения осциллографа как измерительного прибора. Измерение амплитуды напряжения исследуемых сигналов. Измерение частоты методом сравнения двух колебаний. Измерение разности фаз. Применение осциллографа в качестве характериографа.	2	-	3	9	14
6	Измерение частоты, интервалов времени и разности фаз.	Аналоговые методы измерения частоты. Метод сравнения. Осциллографический способ при линейной развертке. Осциллографический способ при синусоидальной развертке. Осциллографический способ при круговой развертке. Способ нулевых биений. Гетеродинные частотомеры. Резонансный метод. Аналоговые измерители фазы. Метод синусоидальной развертки или эллипса.	2	-	3	9	14
7	Цифровые измерители частоты и интервалов времени.	Цифровые частотомеры, основанные на методе прямого счета. Цифровые измерители частоты. Цифровые измерители периода. Цифровой метод измерения интервалов времени. Цифровые измерители фазы.	2	-	3	9	14
8	Государственная система стандартизации.	Основные понятия и определения в области стандартизации. Цели и задачи стандартизации. Виды стандартизации. Категории стандартов. Государственные системы стандартов. Основы сертификации. Измерение и оценка качества.	2	-		9	11
Итого			18	-	18	72	108

5.2 Перечень лабораторных работ

№п/п	Наименование лабораторной работы	Объем часов	Виды контроля
1	Исследование амперметров магнитоэлектрической системы	3	защита отчета
2	Исследование вольтметров магнитоэлектрической системы	3	защита отчета
3	Исследование различных видов напряжений для разных форм сигналов	3	защита отчета
4	Исследование основных параметров и функциональных возможностей высокочастотного генератора Г4-102.	3	защита отчета
5	Исследование основных параметров и функциональных возможностей осциллографа С1-65А	3	защита отчета
6	Измерение частоты и фазы с помощью фигур Лиссажу	3	защита отчета
Итого		18	

5.2 Перечень практических занятий

Не предусмотрено учебным планом

6. Примерная тематика курсовых проектов (работ) и контрольных работ

Не предусмотрено учебным планом/

7. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

7.1. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

7.1.1 Этап текущего контроля

Результаты текущего контроля знаний и межсессионной аттестации оцениваются по следующей системе:

«аттестован»;

«не аттестован».

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Аттестован	Не аттестован
ОПК-3	Знать: - основные методы измерения характеристик радиотехнических цепей и сигналов, оценки их надежности и точности; - терминологию, основные понятия и определения метрологии;	Активная работа на лабораторных работах, отвечает на теоретические вопросы при защите отчета по лабораторным работам.	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах.	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах.

	- основы теории погрешности измерений, методы обработки результатов измерений.			
	Уметь: - выбирать методы и средства измерений, отвечающие задачам эксперимента; - использовать основные приемы обработки экспериментальных данных; - выполнять измерения радиотехнических величин с помощью средств измерений и оценивать погрешности результатов измерений.	Решение стандартных практических задач, написание отчета по лабораторной работе.	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах.	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах.
	Владеть: - методологией использования аппаратуры для измерения характеристик радиотехнических цепей и сигналов; - принципами и методами измерений радиотехнических величин; - навыками проведения радиотехнических измерений.	Решение прикладных задач в конкретной предметной области, ответы на теоретические вопросы при сдаче зачета.	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах.	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах.

7.1.2 Этап промежуточного контроля знаний

Результаты промежуточного контроля знаний оцениваются в 5 семестре по системе:

«зачтено»;

«не зачтено».

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Зачтено	Не зачтено
ОПК-3	Знать: - основные методы измерения характеристик радиотехнических цепей и сигналов, оценки их надежности и точности; - терминологию, основные понятия и определения метрологии; - основы теории погрешности измерений, методы обработки результатов измерений.	Тест	В тесте более 70% правильных ответов.	В тесте менее 70% правильных ответов.
	Уметь: - выбирать методы и средства измерений, отвечающие задачам эксперимента; - использовать основные	Тест	В тесте более 70% правильных ответов.	В тесте менее 70% правильных ответов.

	приемы обработки экспериментальных данных; - выполнять измерения радиотехнических величин с помощью средств измерений и оценивать погрешности результатов измерений.			
	Владеть: - методологией использования аппаратуры для измерения характеристик радиотехнических цепей и сигналов; - принципами и методами измерений радиотехнических величин; - навыками проведения радиотехнических измерений.	Тест	В тесте более 70% правильных ответов.	В тесте менее 70% правильных ответов.

7.2 Примерный перечень оценочных средств (типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности)

7.2.1 Примерный перечень заданий для подготовки к тестированию

1. Что является качественной характеристикой измеряемых величин?

- а) размерность;
- б) размер;
- в) значение;**
- г) числовое значение.

2. Единство измерений — это...

- а) техническое устройство, предназначенное для измерений;
- б) состояние измерений, при котором их результаты выражены в узаконенных единицах величин и погрешности измерений не выходят за установленные границы с заданной вероятностью;
- в) совокупность операций, необходимая для обеспечения соответствия измерительного оборудования требованиям, отвечающим его назначению;
- г) совокупность операций для установления значения величины.**

3. Сущность метрологического обеспечения состоит...

- а) в совокупности операций для установления значения величины;**
- б) в постоянном слежении, надзоре, содержании под наблюдением, а также измерении или испытании через определенные интервалы времени, главным образом с целью регулирования и управления;
- в) в установлении и применении научных и организационных основ, технических средств, правил и норм, необходимых для достижения единства и требуемой точности измерений;

г) в науке об измерениях физических величин, методах и средствах достижения необходимой точности и единства измерений.

4. Методика выполнения измерений — это...

- а) совокупность операций, необходимая для обеспечения соответствия измерительного оборудования требованиям, отвечающим его назначению;
- б) совокупность операций для установления значения величины;
- в) совокупность операций и правил, выполнение которых обеспечивает получение результатов измерений с известной погрешностью;**
- г) совокупность принципов и методов выполнения измерений.

5. Техническое устройство, предназначенное для измерений?

- а) эталон измерения;
- б) средство измерения;**
- в) единство измерения;
- г) единица измерения;

6. Что является качественной характеристикой измеряемых величин?

- а) размерность;
- б) размер;
- в) значение;
- г) числовое значение.**

7. Единство измерений — это...

- а) техническое устройство, предназначенное для измерений;
- б) состояние измерений, при котором их результаты выражены в узаконенных единицах величин и погрешности измерений не выходят за установленные границы с заданной вероятностью;
- в) совокупность операций, необходимая для обеспечения соответствия измерительного оборудования требованиям, отвечающим его назначению;**
- г) совокупность операций для установления значения величины.

8. Сущность метрологического обеспечения состоит...

- а) в совокупности операций для установления значения величины;**
- б) в постоянном слежении, надзоре, содержании под наблюдением, а также измерении или испытании через определенные интервалы времени, главным образом с целью регулирования и управления;
- в) в установлении и применении научных и организационных основ, технических средств, правил и норм, необходимых для достижения единства и требуемой точности измерений;
- г) в науке об измерениях физических величин, методах и средствах достижения необходимой точности и единства измерений.

9. Методика выполнения измерений — это...

- а) совокупность операций, необходимая для обеспечения соответствия измерительного оборудования требованиям, отвечающим его назначению;
- б) совокупность операций для установления значения величины;
- в) совокупность операций и правил, выполнение которых обеспечивает получение результатов измерений с известной погрешностью;
- г) **совокупность принципов и методов выполнения измерений.**

10. Техническое устройство, предназначенное для измерений?

- а) эталон измерения;
- б) **средство измерения;**
- в) единство измерения;
- г) единица измерения;

7.2.2 Примерный перечень заданий для решения стандартных задач

1. Принцип резонансного метода измерения частоты основан на сравнении измеряемой частоты с частотой ...

- а) **счетных импульсов;**
- б) колебательного контура;
- в) эталонного генератора;
- г) перезарядки конденсатора.

2. При измерении амплитуды сигнала универсальным осциллографом плавная ручка переключателя «Время/дел.» должна быть в положении ...

- а) любом;
- б) крайне левом;
- в) **крайне правом;**
- г) среднем.

3. При подаче синусоидального сигнала 10 В на вольтметр среднеквадратических значений получили 8 В. Относительная погрешность вольтметра составляет ...

- а) 12,5 %;
- б) **40 %;**
- в) 14 %;
- г) 20 %.

4. На вольтметр среднеквадратических значений подали прямоугольный сигнал амплитудой 10 В, частотой 1 Гц и длительностью 0,04 С. Вольтметр должен показать...

- а) 0,4 В;
- б) 2 В;
- в) 10 В;
- г) **7 В.**

5. Классом точности называется обобщенная характеристика, выражаемая пределами допускаемых погрешностей ...

- а) основной;

- б) систематической;
- в) дополнительной;
- г) **случайной.**

6. Отклонение результата измерений от истинного значения измеряемой величины?

- а) погрешность измерения;
- б) средство измерения;
- в) **единство измерения;**
- г) эталон измерения;

7. В соответствии с ФЗ «О техническом регулировании» документ, в котором в целях добровольного многократного использования устанавливаются характеристики продукции, услуг, правила осуществления и характеристики различных процессов, а также требования к терминологии, символике, упаковке, маркировке или этикеткам и правилам их нанесения, называется...

- а) **техническим регламентом;**
- б) техническими условиями;
- в) руководством;
- г) стандартом.

8. Сертификат соответствия (в соответствии с ФЗ «О техническом регулировании») удостоверяет требования...

- а) стандарта;
- б) технических условий;
- в) технического регламента;
- г) **ни одного из перечисленных документов**

9. Измерения с использованием метода совпадений осуществляют с помощью...

- а) микрометра;
- б) манометра;
- в) **профилометра;**
- г) штангенциркуля.

10. Измерения по методу непосредственной оценки реализуются в ...

- а) фазометрах;
- б) штангенинструментах;
- в) микрометрах ;
- г) **амперметрах.**

7.2.3 Примерный перечень заданий для решения прикладных задач

1. Если пределы допускаемой основной погрешности выражены в форме абсолютной погрешности

средств измерений, то класс точности обозначается ...

- а) буквами арабского алфавита;**
- б) малыми буквами римского алфавита;**
- в) римскими цифрами;
- г) прописными буквами латинского алфавита.

2. Коэффициент полезного действия определяется по шкале ...

- а) отношений;
- б) абсолютной;
- в) наименований;**
- г) порядка.

3. Если результаты измерений изменяющейся во времени величины сопровождаются указанием моментов измерений, то измерения называют...

- а) статистическими;
- б) динамическими;
- в) многократными;
- г) совокупными.**

4. Упорядоченная последовательность значений физической величины, принятая по результатам точных измерений, называется ...

- а) ценой деления шкалы;
- б) шкалой физической величины;**
- в) шкалой средства измерений;
- г) пределом измерения.

5. Основными единицами системы физических величин являются ...

- а) ватт;**
- б) метр;
- в) килограмм;
- г) джоуль.

6. При определении твердости материала используется шкала...

- а) порядка;
- б) отношений;**
- в) интервалов;
- г) абсолютная.

7. Упорядоченная совокупность значений физической величины, принятая по соглашению на основании результатов точных измерений называется ...

- а) результатами вспомогательных измерений;
- б) шкалой физической величины;
- в) единицей измерения;

г) выборкой результатов измерений.

8. Коэффициент полезного действия определяется по шкале ...

- а) отношений;
- б) абсолютной;
- в) наименований;**
- г) порядка.

9. Свойство, общее в качественном отношении для множества объектов, но индивидуальное в количественном отношении для каждого из них, называется...

- а) размером физической величины;
- б) размерностью физической величины;
- в) физической величиной;
- г) фактором.**

10. В определение «измерение» не входит следующее утверждение:

- а) нахождение соотношения измеряемой величины с ее единицей;
- б) результаты выражаются в узаконенных единицах;
- в) с применением технического средства, хранящего единицу физической величины;**
- г) это совокупность операций по определению физической величины.

7.2.4 Примерный перечень вопросов для подготовки к зачету

1. Метрология. Разделы метрологии. Физическая величина.
2. Основные термины и определения метрологии. Основное уравнение метрологии. Международная система единиц.
3. Классификация измерений. Прямые, косвенные, совокупные и совместные измерения.
4. Основные методы измерений.
5. Средство измерений. Классификация средств измерений. Эталоны единиц электрических величин.
6. Погрешности измерений и их классификация.
7. Систематические погрешности. Методы исключения систематических погрешностей.
8. Случайные погрешности. Законы распределения случайных погрешностей.
9. Стандартные законы распределения погрешностей: Равномерный закон распределения плотности вероятности. Закон распределения Стюдента. Треугольный закон распределения (закон Симпсона).
10. Точечные оценки законов распределения результатов наблюдений. Доверительная вероятность и доверительный интервал.
11. Квантильные оценки распределения случайных погрешностей. Правила и формы представления результатов.

12. Классы точности средств измерений. Аддитивная и мультипликативная погрешности средств измерений.
13. Прямые измерения с многократными наблюдениями. Обнаружение и исключение грубых погрешностей из результатов наблюдений.
14. Проверка гипотезы о нормальном распределении результатов наблюдений.
15. Прямые однократные измерения. Равноточные наблюдения.
16. Косвенные измерения. Границы погрешности при косвенных измерениях.
17. Совместные измерения. Метод наименьших квадратов.
18. Погрешность и неопределенность как меры оценки результата измерения.
19. Электромеханические приборы, применяемые для измерения напряжения и силы тока.
20. Магнитоэлектрические приборы с преобразователями переменного тока в постоянный. Компенсаторы постоянного тока.
21. Цифровые вольтметры. Кодоимпульсные цифровые вольтметры.
22. Времяимпульсный вольтметр.
23. Особенности измерения напряжения и силы тока. Измерение шумового напряжения.
24. Измерительные генераторы. Принцип работы измерительного генератора.
25. Генераторы гармонических колебаний.
26. Характеристики генераторов звуковых частот.
27. Характеристики высокочастотных генераторов.
28. Генераторы качающейся частоты и генераторы специальной формы.
29. Осциллографы. Каналы работы осциллографа.
30. Виды разверток в универсальном осциллографе. Погрешности измерений.
31. Скоростные и стробоскопические осциллографы.

7.2.5 Примерный перечень вопросов для подготовки к экзамену Не предусмотрено учебным планом

7.2.6 Методика выставления оценки при проведении промежуточной аттестации

Результаты промежуточного контроля знаний оцениваются в 5 семестре по системе:

«зачтено»;

«не зачтено».

Зачет проводится по тест-билетам, каждый из которых содержит 5 вопросов, 5 стандартных задач и 5 прикладных задач. Каждый правильный ответ на вопрос в тесте оценивается 1 баллом. Максимальное количество набранных баллов – 15.

1. «Зачтено» выставляется в случае, если студент набрал 10 баллов и более.
2. «Не зачтено» выставляется в случае, если студент набрал менее 10 баллов.

7.2.7 Паспорт оценочных материалов

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Наименование оценочного средства
1	Общие сведения о метрологии Метрологическое обеспечение средств измерения.	ИД-1 _{ОПК-3} .	Тест, устный опрос, отчет по лабораторным работам, зачет.
2	Основы теории погрешностей и обработки результатов измерения.	ИД-3 _{ОПК-3}	Тест, устный опрос, отчет по лабораторным работам, зачет.
3	Аналоговые электромеханические измерительные приборы	ИД-3 _{ОПК-3}	Тест, устный опрос, отчет по лабораторным работам, зачет.
4	Измерение переменного напряжения	ИД-2 _{ОПК-3}	Тест, устный опрос, отчет по лабораторным работам, зачет.
5	Осциллографические измерения электрических величин	ИД-1 _{ОПК-3} .	Тест, устный опрос, отчет по лабораторным работам, зачет.
6	Измерение частоты, интервалов времени и разности фаз.	ИД-2 _{ОПК-3}	Тест, устный опрос, отчет по лабораторным работам, зачет.
7	Цифровые измерители частоты и интервалов времени	ИД-3 _{ОПК-3}	Тест, устный опрос, отчет по лабораторным работам, зачет.
8	Государственная система стандартизации.	ИД-1 _{ОПК-3} .	Тест, устный опрос, отчет по лабораторным работам, зачет.

7.3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

Тестирование осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных тест-заданий на бумажном носителе. Время тестирования 30 мин. Затем осуществляется проверка теста экзаменатором и выставляется оценка согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Решение тестовых задач осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных задач на бумажном носителе. Время решения задач 30 мин. Затем осуществляется проверка решения задач экзаменатором и выставляется оценка, согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Допуск к выполнению лабораторной работе осуществляется непосредственно перед ее выполнением и проводится в форме опроса студента по соответствующим пунктам, описанным в методических материалах. Примерное время защиты на одного студента составляет 5 мин

Защита лабораторной работы осуществляется на следующем занятии согласно требованиям, предъявляемым к работе, описанным в методических материалах. Примерное время защиты на одного студента составляет 10 мин.

8 УЧЕБНО МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

8.1 Перечень учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

1. Нефедов, В.И. Метрология и радиоизмерения : учебник для вузов/ В.И. Нефедов, А.С. Сигов, В.К. Бирюков и др.; Под ред. В.И. Нефедова. – 2 изд., перераб. – М.: Высш. шк., 2003 – 526 с.
2. Ким, К.К. Метрология, стандартизация, сертификация и электроизмерительная техника: Учебное пособие./ К.К. Ким, Г.Н. Анисимов, В.Ю. Барбарович, Б.Я. Литвинов– СПб.: Питер, 2008. – 368 с.: ил.
3. Токарев, А.Б. Вероятностные методы в радиотехнике : учеб. пособие. Ч.1 / А. Б. Токарев. - Воронеж : ВГТУ, 2005. - 173 с.
4. Нефедов, В.И. Метрология и электрорадиоизмерения в телекоммуникационных системах: Учеб. для вузов / В.И. Нефедов, В.И. Хахин, Е.В. Федорова и др.; Под ред. В.И. Нефедова. – М.: Высш. шк., 2005. – 383 с.
5. Шахтарин, Б.И. Случайные процессы в радиотехнике : Учеб. пособие. Ч.1 : Линейные системы / Б. И. Шахтарин ; Б.И.Шахтарин. - М. : Радио и связь, 2002. - 568с. : ил.
6. Затонский, В.И Методические указания к выполнению лабораторных работ № 1 – 4 по дисциплине «Метрология и радиоизмерения» для студентов 210302 «Радиотехника» очной, очно – заочной и заочной форм обучения Сост.: В.И. Затонский - Воронеж: ВГТУ, 2010 – 36 с. эл. рес.273-2011

8.2 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень лицензионного программного обеспечения, ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем

Microsoft Word, Microsoft Excel, Internet Explorer, SPlan, Coil32

9 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БАЗА, НЕОБХОДИМАЯ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА

Лекционная аудитория 430/3, 432/3	Мультимедиа проектор Компьютер (ноутбук), доска
Аудитория для проведения практических (лабораторных) занятий 224/3	Специализированная лаборатория оснащенная плакатами и пособиями по профилю, а также приборами: -генератор измерительный высокочастотный Г4-102; -генератор измерительный низкочастотный ГЗ-56; -осциллограф универсальный С1-65А; -измеритель добротности Е4-7А; -измеритель добротности ВМ-560; -измеритель RLC типа Е7-22; -милливольметр ВЗ-38А; - вольтметр универсальный В7-26; -источник питания Б5-49.

10. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

По дисциплине «Метрология и радиоизмерения» читаются лекции и проводятся лабораторные работы.

Основой изучения дисциплины являются лекции, на которых излагаются наиболее существенные и трудные вопросы, а также вопросы, не нашедшие отражения в учебной литературе.

Лабораторные работы направлены на приобретение практических навыков при работе с измерительными средствами и методами измерения радиотехнических величин и овладение принципами, методами и средствами измерения параметров и характеристик радиотехнических цепей и сигналов.

Большое значение по закреплению и совершенствованию знаний имеет самостоятельная работа студентов. Информацию о всех видах самостоятельной работы студенты получают на занятиях.

Контроль усвоения материала дисциплины производится в процессе проведения лабораторных работ. Допуск к выполнению лабораторной работе осуществляется непосредственно перед ее выполнением и проводится в форме опроса студента по соответствующим пунктам, описанным в методических материалах. Примерное время защиты на одного студента составляет 5 мин

Защита лабораторной работы осуществляется на следующем занятии согласно требованиям, предъявляемым к работе, описанным в методических материалах. Примерное время защиты на одного студента составляет 10 мин.

Освоение дисциплины оценивается на зачете.

Вид учебных занятий	Деятельность студента
Лекция	Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; помечать важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Проверка терминов, понятий с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь. Обозначение вопросов, терминов, материала, которые вызывают трудности, поиск ответов в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на лекции или на лабораторных работах.
Самостоятельная работа студента	Изучение дополнительного материала по полученным у преподавателя темам. Конспектирование материалов по дополнительным темам.
Лабораторные работы	Подготовка к выполнению лабораторной работы путем изучения содержания соответствующего методического пособия. Подготовка заготовки отчета по лабораторной работе. Изучение соответствующего теоретического материала по тематике лабораторной работы. Получение допуска к выполнению лабораторной работе в процессе беседы с преподавателем по методике проведения работы. Выполнение экспериментальной части работы. Оформление отчета и его защита.
Подготовка к зачету	При подготовке к зачету необходимо ориентироваться на конспекты лекций, рекомендуемую литературу и отчетам по лабораторным работам

Лист регистрации изменений

№ п/п	Перечень вносимых изменений	Дата вне- сения из- менений	Подпись заведую- щего кафедрой, от- ветственной за реа- лизацию ОПОП