Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

Муромский институт (филиал)

федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования

«Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»

(МИ ВлГУ)

Кафедра *РТ*

«УТВЕРЖДАЮ»
Заместитель директора по УР
_____Д.Е. Андрианов
21.05.2024

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Метрология и радиоизмерения

Направление подготовки *11.03.01 Радиотехника*

Профиль подготовки *Интеллектуальные радиоэлектронные системы*

Семестр	Трудоемкость, час./зач. ед.	Лекции, час.	Практические занятия, час.	Лабораторные работы, час.	Консультация, час.	Контроль, час.	Всего (контактная работа), час.	СРС, час.	Форма промежуточного контроля (экз., зач., зач. с оц.)
4	**144 / 4**	**24**		**24**	**3,6**	**0,35**	**51,95**	**65,4**	**Экз.(26,65)**
Итого	**144 / 4**	**24**		**24**	**3,6**	**0,35**	**51,95**	**65,4**	**26,65**

Муром, 2024 г.

1. Цель освоения дисциплины

Цель дисциплины: приобретение знаний в области методов и способов измерения электрических величин, структур и методов построения измерительных приборов и опыта в проведении измерений электрических величин.

Основными задачами курса являются ознакомления с теоретическими, техническими и организационными мерами метрологического обеспечения, а также овладения методами и средствами инструментального анализа сигналов и цепей.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

Изучение данного курса базируется на дисциплинах: «Физика», «Математика», «Основы теории цепей», «Электроника», «Схемотехника аналоговых электронных устройств» и является базой дисциплин "Радиопередающие устройства", "Радиоприемные устройства", "Электропреобразовательные устройства радиоэлектронных средств" и других дисциплин.

3. Планируемые результаты обучения по дисциплине

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

Формируемые компетенции (код, содержание компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине, в соответствии с индикатором достижения компетенции		Наименование оценочного средства
	Индикатор достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине	
ОПК-2 Способен самостоятельно проводить экспериментальные исследования и использовать основные приемы обработки и представления полученных данных	ОПК-2.1 Применяет основные методы и средства проведения экспериментальных исследований, системы стандартизации и сертификации	Знает виды средств измерений, основные методы измерений, системы стандартизации и сертификации (ОПК-2.1) Умеет применять средства измерений при проведении экспериментальных исследований (ОПК-2.1)	Тесты для текущего контроля знаний. Тесты для промежуточной аттестации,есты для текущего контроля знаний. Тесты для промежуточной аттестации
	ОПК-2.2 Выбирает способы и средства измерений и проводит экспериментальные исследования	Знает правила и требования к применению измерительных приборов, таких как, амперметр, вольтметр и т.д. (ОПК-2.2) Умеет проводить измерения электрических величин с помощью соответствующих приборов (ОПК-2.2)	
	ОПК-2.3 Обрабатывает и представляет полученные экспериментальные данные для получения обоснованных выводов	Знает методы расчета экспериментальной погрешности (ОПК-2.3) Умеет проводить эксперимент с использованием измерительных приборов различного класса точности и учитывать экспериментальную погрешность при оценке результатов эксперимента (ОПК-2.3) Владеет методами стандартизации и сертификации при обработке результатов эксперимента (ОПК-2.3)	

4. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетные единицы, 144 часа.

4.1. Форма обучения: очная

Уровень базового образования: среднее общее.

Срок обучения 4г.

4.1.1. Структура дисциплины

№ п\п	Раздел (тема) дисциплины	Семестр	Контактная работа обучающихся с педагогическим работником							Самостоятельная работа	Форма текущего контроля успеваемости (по неделям семестра), форма промежуточной аттестации(по семестрам)
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Контрольные работы	КП / КР	Консультация	Контроль		
1	Основы метрологии	4	4							9	устный опрос
2	Основы теории погрешностей	4	2							6	устный опрос
3	Статистическая обработка результатов измерений	4	2							8	устный опрос
4	Измерительные сигналы	4	4							6	устный опрос
5	Измерение напряжения, силы тока и мощности	4	4		4					10	устный опрос
6	Измерительные генераторы	4	2		8					2	устный опрос
7	Исследование формы сигналов	4	2		4					3	устный опрос
8	Измерение частоты и и интервалов времени	4	2		4					1	устный опрос
9	Анализ спектра сигналов	4	2		4					20,4	устный опрос
Всего за семестр		144	24		24			3,6	0,35	65,4	Экз.(26,65)
Итого		144	24		24			3,6	0,35	65,4	26,65

4.1.2. Содержание дисциплины
4.1.2.1. Перечень лекций

Семестр 4

Раздел 1. Основы метрологии

Лекция 1.

Общие сведения. Физические величины. Международная система единиц. Основные метрологические термины и понятия. Классификация измерений (2 часа).

Лекция 2.

Средства измерений. Эталоны единиц электрических величин. Государственная система обеспечения единства измерений (2 часа).

Раздел 2. Основы теории погрешностей

Лекция 3.

Погрешности измерений и их классификация. Систематические погрешности. Случайные погрешности. Правила и формы представления результатов измерений. Нормирование метрологических характеристик средств измерений. Информационные характеристики средств измерений (2 часа).

Раздел 3. Статистическая обработка результатов измерений

Лекция 4.

Прямые измерения с многократными наблюдениями. Прямые однократные измерения. Косвенные измерения. Совместные измерения. Погрешность и неопределенность результата измерения (2 часа).

Раздел 4. Измерительные сигналы

Лекция 5.

Общие сведения об измерительных сигналах. Математическое описание измерительных сигналов (2 часа).

Лекция 6.

Основные сведения об импульсной и цифровой технике измерений. Логические и цифровые элементы.Цифровые измерительные приборы и преобразователи. АЦП и ЦАП (2 часа).

Раздел 5. Измерение напряжения, силы тока и мощности

Лекция 7.

Основные типы приборов, измеряющих напряжение и силу тока. Компенсаторы постоянного тока. Аналоговые электронные вольтметры. Цифровые вольтметры. Техника измерения напряжения (2 часа).

Лекция 8.

Измерение мощности в диапазонах низких и высоких частот. Измерение мощности СВЧ-колебаний. Измерение мощности лазерного излучения. Цифровые ваттметры (2 часа).

Раздел 6. Измерительные генераторы

Лекция 9.

Генераторы гармонических колебаний. Цифровые измерительные генераторы низких частот. Генераторы качающейся частоты и сигналов специальной формы. Генераторы шумовых сигналов. Генераторы шумоподобных сигналов. Стандарты и синтезаторы частоты (2 часа).

Раздел 7. Исследование формы сигналов

Лекция 10.

Универсальные осциллографы. Запоминающие осциллографы. Скоростные и стробоскопические осциллографы. Осциллографирование непрерывных и импульсных сигналов.Цифровые осциллографы (2 часа).

Раздел 8. Измерение частоты и и интервалов времени

Лекция 11.

Резонансный метод измерения частоты. Гетеродинный метод измерения частоты. Измерение частоты методом заряда и разряда конденсатора. Цифровой метод измерения частоты. Цифровой метод измерения интервалов времени. Автоматизация процессов измерения частоты и интервалов времени (2 часа).

Раздел 9. Анализ спектра сигналов

Лекция 12.

Параллельный анализ спектра. Последовательный анализ спектра. Цифровой анализ спектра. Анализаторы спектра на цифровых фильтрах. Измерения нелинейных искажений (2 часа).

4.1.2.2. Перечень практических занятий

Не планируется.

4.1.2.3. Перечень лабораторных работ

Семестр 4

Раздел 5. Измерение напряжения, силы тока и мощности

Лабораторная 1.

Исследование электронного вольтметра (4 часа).

Раздел 6. Измерительные генераторы

Лабораторная 2.

Исследование звуковых генераторов (4 часа).

Лабораторная 3.

Исследование генераторов стандартных сигналов (4 часа).

Раздел 7. Исследование формы сигналов

Лабораторная 4.

Изучение электронных осциллографов (4 часа).

Раздел 8. Измерение частоты и и интервалов времени

Лабораторная 5.

Исследование частотомера (4 часа).

Раздел 9. Анализ спектра сигналов

Лабораторная 6.

Исследование анализатора спектра (4 часа).

4.1.2.4. Перечень тем и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы

Перечень тем, вынесенных на самостоятельное изучение:

1. Метрологическая экспертиза. Требования к средствам измерения и процессу поверки (государственной и ведомственной). Аттестация образцовых средств и их обслуживание.
2. Метрологическое обеспечение средств измерения в эксплуатации. Поверочные схемы.
3. Порядок разработки и допуска к использованию средств измерения. Метрологическое обеспечение производства РЭА.
4. Квантильная оценка, максимальная погрешность. Принципы статистической оценки и нормирования погрешности.
5. Расчёт погрешности в рабочих условиях эксплуатации. Функции влияния.
6. По паспортным данным средств измерения: прямые измерения, учёт методических погрешностей, косвенные измерения, среднеквадратичные отклонения. Метод суммирования погрешностей при заданных допусках. Расчёт статистическими методами. Правила округления погрешности и записи результата измерений.
7. Оценка погрешностей измерительно-вычислительных комплексов.
8. Аппроксимация непрерывной функцией. Критерии согласия, способ приближённой идентификации.
9. Метод исключения грубых ошибок. Метод максимального правдоподобия. Сравнение оценок различного вида, выбор оценки по эксцессу.
10. Не исключенная систематическая погрешность, способы её моделирования и вычисления композиции законов распределения.
11. Методы оценки погрешностей при многократных измерениях. Аналоговые и цифровые средства измерения.
12. Энергетический порог чувствительности. Тенденции совершенствования радиоизмерений.

13. Нониусный метод, метод сравнения, образцовые интервалы.
14. Цифровые частотомеры; структурная схема, соотношения, погрешности.
15. Микропроцессорные частотомеры с малой погрешностью дискретности. Переносчики частоты.
16. Средства измерения нестабильности частоты.
17. Цифровые фазометры (фаза-время), интегрирующие, на методе сравнения. Погрешности средств измерения фазы.
18. Коммутационно-модуляционный метод. Измерение фазы на СВЧ.
19. Гетеродинный и гомодинный методы. Измерение очень малых фаз. Устройства измерения группового времени задержки. Проверка фазометров.СВЧ – рефлектометры с резистивными элементами. Измерение параметров четырехполюсников.
20. Средства измерения коэффициента стоячей волны и ослабления. Основные структурные схемы.
21. Анализаторы СВЧ – цепей, измерители комплексных характеристик параметров, структура анализаторов. Геттеро- и гомодинные схемы. Измерительно-вычислительные комплексы.
22. Применение персональных компьютеров для автоматизации радиоизмерений. Основные цели, объекты и системы сертификации. Правила и порядок проведения сертификации.Система обеспечения единства измерений в СССР, ГОСТ и ОСТ, нормативные документы.
23. Организация единства и технические средства измерений. Эталоны. Образцовые и рабочие средства измерений, их классификация.
24. Измерительные системы и комплексы. Надзор за средствами измерений, система передачи и воспроизведения единиц величин; поверка, аттестация, сличение.
25. Уход систематической погрешности. Метод тренда. Метод идентификации закона распределения.
26. Построение гистограмм и полигонов распределения, выбор числа разбиений.
27. Методы обработки и оценки погрешностей при однофакторном эксперименте.
28. Отбор функций аппроксимации и расчёт её параметров. Регрессионный анализ. Метод наименьших квадратов.
29. Расчёт неопределённости усредненной модели. Принцип многократного эксперимента.Средство измерения и его метрологические характеристики.
30. Классификация; обозначения средств измерения.
31. Обобщённые структуры схемы измерительных приборов. Уравнения измерительного преобразования. Схема прямого и уравновешивающего преобразования.
32. Измерение характеристик случайных сигналов. Методы измерения параметров случайных сигналов: средние значения, дисперсия, корреляционных функций, энергетического спектра. Методы и средства измерения параметров: мостовые LCR с четырехплечими, шестиплечими и трансформаторными мостами.
33. Цифровые мосты.Резонансные методы: генераторный и контурный.
34. Измерение LCR , добротности, тангенса угла потерь.
35. Анализ погрешностей. Метод преобразования импеданса в напряжение, пример микропроцессорного прибора.
36. Измерение параметров четырехполюсников. Метод вольтметра – генератора.
37. Структура измерителя амплитудно-частотной характеристики, характериографы.Погрешности, поверка.
38. Измерение параметров радиоцепей. Параметры и условия их инструментального определения.
39. Методы измерения параметров двухполюсников. Измерительная линия.
40. Рефлектометры с направленными ответвителями. Погрешности. Мостовые панорамные средства измерения.
41. Автоматизация измерений и коррекция систематических погрешностей.
42. Анализаторы с микропроцессорами: структура, технические и метрологические возможности, поверка. Анализ цепей во временной области.

43. Измерение неоднородностей линий. Совокупные измерения параметров в частотной и временной областях.
44. Автоматизация измерений, научные и правовые основы стандартизации. Снижение интеллектуальных затрат.

Для самостоятельной работы используются методические указания по освоению дисциплины и издания из списка приведенной ниже основной и дополнительной литературы.

4.1.2.5. Перечень тем контрольных работ, рефератов, ТР, РГР, РПР

Не планируется.

4.1.2.6. Примерный перечень тем курсовых работ (проектов)

Не планируется.

4.2 Форма обучения: заочная

Уровень базового образования: среднее профессиональное.
Срок обучения 3г 6м.

Семестр	Трудоемкость, час./ зач. ед.	Лекции, час.	Практические занятия, час.	Лабораторные работы, час.	Консультация, час.	Контроль,час.	Всего (контактная работа), час.	СРС, час.	Переаттестация	Форма промежуточного контроля (экз., зач., зач. с оц.)
4	**144 / 4**	**4**		**4**	**2**	**0,6**	**10,6**	**88,75**	**36**	**Экз.(8,65)**
Итого	**144 / 4**	**4**		**4**	**2**	**0,6**	**10,6**	**88,75**	**36**	**8,65**

4.2.1. Структура дисциплины

№ п\п	Раздел (тема) дисциплины	Семестр	Контактная работа обучающихся с педагогическим работником							Самостоятельная работа	Форма текущего контроля успеваемости (по неделям семестра), форма промежуточной аттестации(по семестрам)
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Контрольные работы	КП / КР	Консультация	Контроль		
1	Погрешность средств измерения. Расчёт погрешности измерений.	4	2							8	устный опрос
2	Измерительные преобразователи.	4								28	устный опрос
3	Измерительные генераторы.	4	2		4					16	устный опрос
4	Исследование формы сигнала.	4								13	устный опрос
5	Анализ спектра и параметров сложных сигналов.	4								9	устный опрос
6	Измерение частоты, времени, фазы.	4								5	устный опрос
7	Измерение тока и напряжения, связь между ними. Электромеханические приборы. Измерение на	4								4	устный опрос

	радиочастотах										
8	Измерение параметров радиоцепей.	4								5,75	устный опрос
Всего за семестр		108	4		4	+		2	0,6	88,75	Экз.(8,65)
Итого		108	4		4			2	0,6	88,75	8,65
Итого с переаттестацией		144									

4.2.2. Содержание дисциплины

4.2.2.1. Перечень лекций

Семестр 4

Раздел 1. Погрешность средств измерения. Расчёт погрешности измерений.

Лекция 1.

Теоретические основы метрологии. Понятие метрологического обеспечения. Основной принцип измерения. Стандартная схема измерения. Основные факторы, вызывающие погрешность ре-зультатов измерения (2 часа).

Раздел 3. Измерительные генераторы.

Лекция 2.

Выпрямительные, детекторные (среднего, среднеквадратического, квадратического, пиковые) преобразователи. Преобразователи постоянного напряжения и тока (2 часа).

4.2.2.2. Перечень практических занятий

Не планируется.

4.2.2.3. Перечень лабораторных работ

Семестр 4

Раздел 1. Измерительные генераторы.

Лабораторная 1.

Исследование звуковых генераторов (4 часа).

4.2.2.4. Перечень тем и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы

Перечень тем, вынесенных на самостоятельное изучение:

1. Метрологическая экспертиза. Требования к средствам измерения и процессу поверки (государственной и ведомственной). Аттестация образцовых средств и их обслуживание.

2. Метрологическое обеспечение средств измерения в эксплуатации. Поверочные схемы.

3. Порядок разработки и допуска к использованию средств измерения. Метрологическое обеспечение производства РЭА.

4. Квантильная оценка, максимальная погрешность. Принципы статистической оценки и нормирования погрешности.

5. Расчёт погрешности в рабочих условиях эксплуатации. Функции влияния.

6. По паспортным данным средств измерения: прямые измерения, учёт методических погрешностей, косвенные измерения, среднеквадратичные отклонения. Метод суммирования погрешностей при заданных допусках. Расчёт статистическими методами. Правила округления погрешности и записи результата измерений.

7. Оценка погрешностей измерительно-вычислительных комплексов.

8. Аппроксимация непрерывной функцией. Критерии согласия, способ приближённой идентификации.

9. Метод исключения грубых ошибок. Метод максимального правдоподобия. Сравнение оценок различного вида, выбор оценки по эксцессу.

10. Не исключенная систематическая погрешность, способы её моделирования и вычисления композиции законов распределения.

11. Методы оценки погрешностей при многократных измерениях. Аналоговые и цифровые средства измерения.

12. Энергетический порог чувствительности. Тенденции совершенствования радиоизмерений.

13. Нониусный метод, метод сравнения, образцовые интервалы.

14. Цифровые частотомеры; структурная схема, соотношения, погрешности.

15. Микропроцессорные частотомеры с малой погрешностью дискретности. Переносчики частоты.

16. Средства измерения нестабильности частоты.

17. Цифровые фазометры (фаза-время), интегрирующие, на методе сравнения. Погрешности средств измерения фазы.

18. Коммутационно-модуляционный метод. Измерение фазы на СВЧ.

19. Гетеродинный и гомодинный методы. Измерение очень малых фаз. Устройства измерения группового времени задержки. Проверка фазометров.СВЧ – рефлектометры с резистивными элементами. Измерение параметров четырехполюсников.

20. Средства измерения коэффициента стоячей волны и ослабления. Основные структурные схемы.

21. Анализаторы СВЧ – цепей, измерители комплексных характеристик параметров, структура анализаторов. Геттеро- и гомодинные схемы. Измерительно-вычислительные комплексы.

22. Применение персональных компьютеров для автоматизации радиоизмерений. Основные цели, объекты и системы сертификации. Правила и порядок проведения сертификации.Система обеспечения единства измерений в СССР, ГОСТ и ОСТ, нормативные документы.

23. Организация единства и технические средства измерений. Эталоны. Образцовые и рабочие средства измерений, их классификация.

24. Измерительные системы и комплексы. Надзор за средствами измерений, система передачи и воспроизведения единиц величин; поверка, аттестация, сличение.

25. Уход систематической погрешности. Метод тренда. Метод идентификации закона распределения.

26. Построение гистограмм и полигонов распределения, выбор числа разбиений.

27. Методы обработки и оценки погрешностей при однофакторном эксперименте.

28. Отбор функций аппроксимации и расчёт её параметров. Регрессионный анализ. Метод наименьших квадратов.

29. Расчёт неопределённости усредненной модели. Принцип многократного эксперимента.Средство измерения и его метрологические характеристики.

30. Классификация; обозначения средств измерения.

31. Обобщённые структуры схемы измерительных приборов. Уравнения измерительного преобразования. Схема прямого и уравновешивающего преобразования.

32. Измерение характеристик случайных сигналов. Методы измерения параметров случайных сигналов: средние значения, дисперсия, корреляционных функций, энергетического спектра. Методы и средства измерения параметров: мостовые LCR с четырехплечими, шестиплечими и трансформаторными мостами.

33. Цифровые мосты.Резонансные методы: генераторный и контурный.

34. Измерение LCR , добротности, тангенса угла потерь.

35. Анализ погрешностей. Метод преобразования импеданса в напряжение, пример микропроцессорного прибора.

36. Измерение параметров четырехполюсников. Метод вольтметра – генератора.

37. Структура измерителя амплитудно-частотной характеристики, характериографы.Погрешности, поверка.

38. Измерение параметров радиоцепей. Параметры и условия их инструментального определения.

39. Методы измерения параметров двухполюсников. Измерительная линия.

40. Рефлектометры с направленными ответвителями. Погрешности. Мостовые панорамные средства измерения.

41. Автоматизация измерений и коррекция систематических погрешностей.

42. Анализаторы с микропроцессорами: структура, технические и метрологические возможно-сти, поверка. Анализ цепей во временной области.

43. Измерение неоднородностей линий. Совокупные измерения параметров в частотной и временной областях.

44. Автоматизация измерений, научные и правовые основы стандартизации. Снижение интеллектуальных затрат.

45. Понятие о гибких измерительных системах. Основные направления автоматизации.

Для самостоятельной работы используются методические указания по освоению дисциплины и издания из списка приведенной ниже основной и дополнительной литературы.

4.2.2.5. Перечень тем контрольных работ, рефератов, ТР, РГР, РПР

1. Аттестация образцовых средств и их обслуживание.
2. Поверочные схемы.
3. Метрологическое обеспечение производства РЭА.
4. Принципы статистической оценки и нормирования погрешности.
5. Расчёт погрешности в рабочих условиях эксплуатации. Функции влияния.
6. Оценка погрешностей измерительно-вычислительных комплексов.
7. Критерии согласия, способ приближённой идентификации.
8. Сравнение оценок различного вида, выбор оценки по эксцессу.
9. Методы оценки погрешностей при многократных измерениях. Аналоговые и цифровые средства измерения.
10. Энергетический порог чувствительности. Тенденции совершенствования радиоизмерений.
11. Нониусный метод, метод сравнения, образцовые интервалы.
12. Цифровые частотомеры; структурная схема, соотношения, погрешности.
13. Микропроцессорные частотомеры с малой погрешностью дискретности.
14. Методы измерения параметров случайных сигналов: средние значения, дисперсия, корреляционных функций, энергетического спектра. Методы и средства измерения параметров: мостовые LCR с четырехплечими, шестиплечими и трансформаторными мостами.
15. Резонансные методы: генераторный и контурный.
16. Измерение LCR, добротности, тангенса угла потерь.
17. Метод преобразования импеданса в напряжение, пример микропроцессорного прибора.
18. Измерение параметров четырехполюсников. Метод вольтметра – генератора.
19. Структура измерителя амплитудно-частотной характеристики, характериографы. Погрешности, поверка.
20. Измерение параметров радиоцепей. Параметры и условия их инструментального определения.

4.2.2.6. Примерный перечень тем курсовых работ (проектов)

Не планируется.

5. Образовательные технологии

В процессе изучения дисциплины "Метрология и радиоизмерения" применяется контактная технология преподавания (за исключением самостоятельно изучаемых студентами вопросов).

6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины.

Фонды оценочных материалов (средств) приведены в приложении.

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины.

7.1. Основная учебно-методическая литература по дисциплине

1. Семенов, И. В. Метрология, стандартизация и сертификация : учебное пособие / И. В. Семенов. — Москва : Российский университет транспорта (МИИТ), 2021. — 120 с. - https://www.iprbookshop.ru/115857.html

2. Медведев, Ю. Н. Основы метрологии : учебное пособие по дисциплине «Метрология. Стандартизация. Сертификация» / Ю. Н. Медведев. — Москва : Российский университет транспорта (МИИТ), 2020. — 83 с. - https://www.iprbookshop.ru/115865.html

3. Лукашкин, В. Г. Эталоны и стандартные образцы в измерительной технике. Электрорадиоизмерения / В. Г. Лукашкин, М. Ф. Булатов. — Москва : Техносфера, 2018. — 402 с. - https://www.iprbookshop.ru/93354.html

7.2. Дополнительная учебно-методическая литература по дисциплине

1. Герасимова Е. Б., Герасимов Б. И. Метрология, стандартизация и сертификация: учебное пособие — М.: ФОРУМ: ИНФРА-М, 2010 - 5 экз.

2. Пикула Н. П. Метрология, стандартизация и сертификация:учебное пособие — Томск: Изд-во Томского политех. ун-та, 2010 - 10 экз.

3. Ординарцева Н. П. МЕТРОЛОГИЯ + СТАНДАРТИЗАЦИЯ + СЕРТИФИКАЦИЯ: учебное пособие — Пенза: Изд-во ПГУ, 2010 - 5 экз.

7.3. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

В образовательном процессе используются информационные технологии, реализованные на основе информационно-образовательного портала института (www.mivlgu.ru/iop), и инфокоммуникационной сети института:

- предоставление учебно-методических материалов в электронном виде;
- взаимодействие участников образовательного процесса через локальную сеть института и Интернет;
- предоставление сведений о результатах учебной деятельности в электронном личном кабинете обучающегося.

Информационные справочные системы:

Информационно-справочная социальная сеть радиотехников и электроников www.umup.ru/

Радиотехнический сайт RADIOTRACT. Радиотехника и электроника для разработчиков и радиолюбителей http://radiotract.ru/link_sprav.html

Радиотехнические системы http://rateli.ru/

Программное обеспечение:

Не предусмотрено.

7.4. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины

iprbookshop.ru
umup.ru
radiotract.ru
rateli.ru
mivlgu.ru/iop

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Лаборатория электрорадиоизмерений

Осцилографы С1-65, С1-55; частотомер АСН-1310; генератор Г4-158; генератор Г3-102; генератор Г3-112 – 2 шт.; вольтметр В7-38; лабораторный стабилизатор ТЕС-88 – 2 шт.; осциллографы С1-76, С1-55, С1-65А, С1-72, генератор Г3-118, измеритель нелинейных искажений С6-8; дымоуловители Quick 493ESD – 12 шт, система вентиляции; паяльники ЭПЦН 40Вт 36 В – 14 шт, паяльные станции АКТАКОМ – 4 шт.; сверлильный станок; Инструменты: мультиметры M890F – 14 шт., пинцеты: нерж. – 14 шт., ESD -14 шт.; плоскогубцы узкие прямые – 14 шт., бокорезы – 14 шт., плоскогубцы узкие загнутые – 14 шт., торцевые кусачки – 6 шт., набор надфилей – 3 шт.; рабочая станция HP Core 2 DUO, 3GHz; 2 GB, DVD-RW/HP 19'' – 2шт.; проектор NEC; экран настенный.

Кабинет метрологии, стандартизации и сертификации

Осцилографы С1-65, С1-55; частотомер АСН-1310; генератор Г4-158; генератор Г3-102; генератор Г3-112 – 2 шт.; вольтметр В7-38; лабораторный стабилизатор ТЕС-88 – 2 шт.; осциллографы С1-76, С1-55, С1-65А, С1-72, генератор Г3-118, измеритель нелинейных искажений С6-8; дымоуловители Quick 493ESD – 12 шт, система вентиляции; паяльники ЭПЦН 40Вт 36 В – 14 шт, паяльные станции АКТАКОМ – 4 шт.; сверлильный станок; Инструменты: мультиметры M890F – 14 шт., пинцеты: нерж. – 14 шт., ESD -14 шт.; плоскогубцы узкие прямые – 14 шт., бокорезы – 14 шт., плоскогубцы узкие загнутые – 14 шт., торцевые кусачки – 6 шт., набор надфилей – 3 шт.; рабочая станция HP Core 2 DUO, 3GHz; 2 GB, DVD-RW/HP 19'' – 2шт.; проектор NEC; экран настенный.

9. Методические указания по освоению дисциплины

Для успешного освоения теоретического материала обучающийся: знакомится со списком рекомендуемой основной и дополнительной литературы; уточняет у преподавателя, каким дополнительным пособиям следует отдать предпочтение; ведет конспект лекций и прорабатывает лекционный материал, пользуясь как конспектом, так и учебными пособиями.

До выполнения лабораторных работ обучающийся изучает соответствующий раздел теории. Перед занятием студент знакомится с описанием заданий для выполнения работы, внимательно изучает содержание и порядок проведения лабораторной работы. Лабораторная работа проводятся в компьютерном классе. Обучающиеся выполняют индивидуальную задачу компьютерного моделирования в соответствии с заданием на лабораторную работу. Полученные результаты исследований сводятся в отчет и защищаются по традиционной методике в классе на следующем лабораторном занятии. Необходимый теоретический материал, индивидуальное задание, шаги выполнения лабораторной работы и требование к отчету приведены в методических указаниях, размещенных на информационно-образовательном портале института.

Самостоятельная работа оказывает важное влияние на формирование личности будущего специалиста, она планируется обучающимся самостоятельно. Каждый обучающийся самостоятельно определяет режим своей работы и меру труда, затрачиваемого на овладение учебным содержанием дисциплины. Он выполняет внеаудиторную работу и изучение разделов, выносимых на самостоятельную работу, по личному индивидуальному плану, в зависимости от его подготовки, времени и других условий.

Форма заключительного контроля при промежуточной аттестации – экзамен. Для проведения промежуточной аттестации по дисциплине разработаны фонд оценочных средств и балльно-рейтинговая система оценки учебной деятельности студентов. Оценка по дисциплине выставляется в информационной системе и носит интегрированный характер, учитывающий результаты оценивания участия студентов в аудиторных занятиях, качества и своевременности выполнения заданий в ходе изучения дисциплины и промежуточной аттестации.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению *11.03.01 Радиотехника* и профилю подготовки *Интеллектуальные радиоэлектронные системы*
Рабочую программу составил *к.т.н., доцент Жиганова Е.А.*_____

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры *РТ*

протокол № 16 от 15.05.2024 года.
Заведующий кафедрой *РТ* _____*Ромашов В.В.*
(Подпись)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании учебно-методической комиссии факультета

протокол № 9 от 17.05.2024 года.
Председатель комиссии ФИТР _____ *Рыжкова М.Н.*
(Подпись) (Ф.И.О.)

Приложение

Фонд оценочных материалов (средств) по дисциплине

Метрология и радиоизмерения

1. Оценочные материалы для проведения текущего контроля успеваемости по дисциплине

1-я контрольная неделя

1) Дать определение предмета метрологии.
2) Дать определение измерения.
3) Дать определение прямого способа измерений.
4) Дать определение косвенного способа измерений.
5) Дать определение совместного способа измерений.
6) Дать определение совокупного способа измерений.
7) Перечислить основные методы измерений.
8) Перечислить типы погрешностей измерения.
9) Перечислить типы зависимостей для описания систематической погрешности.
10) Перечислить типы зависимостей для описания плотности распределения вероятностей случайной погрешности.
11) Записать формулу нормальной плотности распределения вероятностей случайной погрешности.
12) Записать формулы для теоретических среднего и среднеквадратического отклонений случайной погрешности.
13) Перечислить основные средства измерений.
14) Пояснить систему обозначения средств измерений.
15) Пояснить основную функцию метрологической службы.
16) Пояснить цель проведения государственных испытаний средств измерений.
17) Перечислить единицы измерения электрических величин.
18) Пояснить назначение и типы измерительных преобразователей.
19) Перечислить типы электромеханических преобразователей с механической уравновешивающей силой.
20) Перечислить типы логометров.

2-я контрольная неделя

1) Перечислить типы электрических измерительных преобразователей.
2) Пояснить назначение шунтов.
3) Пояснить назначение добавочных сопротивлений.
4) Пояснить назначение делителей напряжения.
5) Пояснить назначение измерительных трансформаторов.
6) Перечислить типы измерительных преобразователей переменного тока в постоянный.
7) Дать определение дискретизации непрерывного процесса по времени и квантования по уровню.
8) Пояснить выбор частоты дискретизации.
9) Пояснить назначение аналого-цифровых преобразователей.
10) Пояснить метод последовательного счета для работы аналого-цифровых преобразователей.
11) Пояснить метод поразрядного кодирования для работы аналого-цифровых преобразователей.
12) Пояснить метод пространственного кодирования для работы аналого-цифровых преобразователей.
13) Назначение цифро-аналоговых преобразователей.
14) Пояснить метод работы цифро-аналоговых преобразователей с параллельным позиционным двоичным кодом.

15) Пояснить метод работы цифро-аналоговых преобразователей с последовательным позиционным двоичным кодом.

16) Перечислить типы погрешностей цифровых измерительных преобразователей.

17) Перечислить требования к амперметрам и вольтметрам.

18) Перечислить типы измеряемых напряжений.

3-я контрольная неделя

1) Записать выражения для пикового и действующего значений напряжения.

2) Записать выражение для среднего значения напряжения.

3) Перечислить типы вольтметров.

4) Пояснить состав обобщенной функциональной схемы электронного вольтметра.

5) Перечислить типы детекторов, входящих в состав электронных вольтметров.

6) Пояснить особенности импульсных вольтметров.

7) Пояснить особенности вольтметров сверхвысоких частот.

8) Пояснить работу цифрового вольтметра с двойным интегрированием.

9) Пояснить назначение генераторов измерительных сигналов.

10) Пояснить техническую характеристику генераторов измерительных сигналов: точность.

11) Пояснить техническую характеристику генераторов измерительных сигналов: диапазон частот.

12) Пояснить техническую характеристику генераторов измерительных сигналов: нестабильность частоты.

13) Пояснить техническую характеристику генераторов измерительных сигналов: уровень выходного напряжения.

14) Пояснить техническую характеристику генераторов измерительных сигналов: выходное сопротивление.

15) Перечислить типы низкочастотных генераторов.

16) Перечислить схемы для построения низкочастотных генераторов.

17) Перечислить типы генераторов импульсных сигналов.

18) Пояснить состав генераторов высоких частот.

а так же https://www.mivlgu.ru/iop/course/view.php?id=13

Общее распределение баллов текущего контроля по видам учебных работ для студентов

Рейтинг-контроль 1	Устный опрос 2 вопроса	15
Рейтинг-контроль 2	Устный опрос 2 вопроса	15
Рейтинг-контроль 3	Устный опрос 2 вопроса	15
Посещение занятий студентом	Журнал	5
Дополнительные баллы (бонусы)	Активность работы	5
Выполнение семестрового плана самостоятельной работы	2-3 вопроса из перечня тем самостоятельной работы	5

2. Промежуточная аттестация по дисциплине

Перечень вопросов к экзамену / зачету / зачету с оценкой.
Перечень практических задач / заданий к экзамену / зачету / зачету с оценкой (при наличии)

Оценочные средства для промежуточной аттестации приведены в https://www.mivlgu.ru/iop/course/view.php?id=13

Методические материалы, характеризующие процедуры оценивания

Экзаменационный тест формируется из фонда оценочных средств для проведения промежуточной аттестации, состоящий из десяти вопросов.

Максимальная сумма баллов, набираемая студентом по дисциплине равна 100.

Оценка в баллах	Оценка по шкале	Обоснование	***Уровень сформированности компетенций***
Более 80	«Отлично»	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	***Высокий уровень***
66-80	«Хорошо»	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	***Продвинутый уровень***
50-65	«Удовлетворительно»	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	***Пороговый уровень***
Менее 50	«Неудовлетворительно»	Содержание курса не освоено, необходимые практические навыки работы не сформированы, выполненные учебные задания содержат грубые ошибки	***Компетенции не сформированы***

3. Задания в тестовой форме по дисциплине

Примеры заданий:

I: Вопрос 4

S: Наивысшей точностью измерений отличается _____ метод измерений.

нулевой

I: Вопрос 5

S: Средство измерений, предназначенное для воспроизведения и (или) хранения физической величины одного или нескольких заданных размеров, значения которых выражены в установленных единицах и известны с наибольшей точностью, называется …

-: измерительной системой

-: измерительным прибором

+: мерой

-: измерительным преобразователем

Полный перечень тестовых заданий с указанием правильных ответов, размещен в банке вопросов на информационно-образовательном портале института по ссылке https://www.mivlgu.ru/iop/question/edit.php?courseid=13&category=34296%2C435&qbshowtext=0&recurse=0&showhidden=0&showhidden=1

Оценка рассчитывается как процент правильно выполненных тестовых заданий из их общего числа.