

**АННОТАЦИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**  
**"Метрология и радиоизмерения" (МРИ)**  
**Направление подготовки 11.03.01. «Радиотехника»**  
**6 семестр**

### 1. 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 следующими **общекультурными компетенциями (ОК):**

- способностью к самоорганизации и самообразованию (ОК-7);
- способностью использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования (ОК-10).

**В результате освоения дисциплины обучающийся должен:**

**Знать:**

- основы теории погрешностей измерений;
- способы нормирования и формы задания метрологических характеристик средств измерений;
- основные понятия, нормативные положения и законодательные акты в области метрологии, стандартизации и сертификации;
- принципы построения средств измерений и контроля.

**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. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

**4.1. Общая трудоемкость дисциплины** составляет 3 зачетные единицы, 108 часов.

#### **4.2. ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ КУРС**

##### **4.2.1. Введение**

Требования учебного плана и рабочей программы по дисциплине. Баллы рейтинговой системы аттестации студентов. Рекомендации по изучению курса, взаимосвязь с другими дисциплинами. Предмет и задачи дисциплины, ее место в системе знаний инженера. Роль метрологии и измерительной техники в научных разработках и в промышленном производстве. Сертификация и стандартизация.

##### **4.2.2. Государственная система обеспечения единства измерений (ГСИ)**

Основы государственной системы обеспечения единства измерений (ГСИ). Основные понятия метрологии. Эталоны, образцовые и рабочие средства измерений. Поверка средств измерений. Поверочные схемы. Задачи и функции территориальных Центров стандартизации, метрологии и сертификации (ЦСМС). Средства измерений. Метрологические характеристики средств измерений (МХ СИ).

##### **4.2.3. Погрешности измерений**

Классификация погрешностей: методические и инструментальные, статические и динамические, аддитивные и мультипликативные. Нормирование инструментальной погрешности пределом допустимой погрешности. Основная и дополнительная погрешности и способы их представления.

##### **4.2.4. Случайные и систематические погрешности**

Законы распределения и математическое описание. Идентификация формы закона распределения погрешностей, исключение грубых погрешностей. Расчет погрешности косвенных измерений по погрешностям прямых измерений.

##### **4.2.5. Подготовка и обработка результатов эксперимента**

Подготовка и проведение эксперимента. Запись результатов, округление. Способы уменьшения погрешностей. Учет неисключенных систематических погрешностей (НСП). Суммирование погрешностей. Методика обработки результатов измерений с многократными наблюдениями. Точечные и интервальные оценки измеряемой величины.

##### **4.2.6. Методы и средства измерений**

Классификация методов измерений. Особенности аналоговых и цифровых средств измерений. Классификация средств измерений (РИП). Принципы построения средств измерений. Статические характеристики. Микропроцессорные средства измерений. Понятие о мерах, эталонах, образцовых и рабочих средствах измерений. Поверка средств измерений. Поверочные схемы. Меры электрических величин, частоты и времени.

##### **4.2.7. Методы измерений временных интервалов и фазового сдвига**

Методы измерений временных интервалов. Измерители временных интервалов. Микропроцессорные средства измерений. Анализ погрешностей, обусловленных дискретизацией, нестабильностью уровней формирования, шумами. Методы уменьшения погрешности дискретизации.

Измерения разности фаз. Погрешности при преобразовании и умножении частоты. Измерения путем преобразования разности фаз во временной интервал и в напряжение. Микропроцессорные фазометры.

#### **4.2.8. Методы измерений частоты сигнала**

Резонансный и цифровой методы измерений частоты, косвенные измерения частоты по периоду повторения как метод уменьшения погрешности дискретизации. Резонансные частотомеры. Электронно-счетные частотомеры дискретного счета. Микропроцессорные измерители частоты и периода повторения. Электронно-счетный частотомер с постоянной погрешностью. СВЧ ЭСЧ дискретного гетеродинного преобразования. СВЧ ЭСЧ по методу переносчика.

#### **4.2.9. Методы измерений напряжения**

Методы измерений переменного и постоянного напряжений и токов. Структурные схемы вольтметров. Преобразователи пикового, средневыпрямленного и среднеквадратического значений. Цифровые вольтметры постоянного напряжения. Времяимпульсные цифровые вольтметры постоянного напряжения. Цифровые вольтметры двойного интегрирования. Цифровые вольтметры с преобразованием напряжения в частоту. Цифровые вольтметры поразрядного кодирования.

#### **4.2.10. Методы измерения мощности сигналов**

Методы измерений мощности. Погрешности из-за неполного согласования источника и нагрузки с линией передачи. Ваттметры калориметрические. Ваттметры термисторные и болометрические. Ваттметры термоэлектрические и пондеромоторные

#### **4.2.11. Исследование сигналов во временной области**

Классификация осциллографов. Индикаторные устройства. Принцип действия универсального осциллографа, структурная схема. Цифровые и вычислительные осциллографы, их структуры и особенности. Погрешности измерений.

Стробоскопический осциллограф, его основные характеристики. Принцип действия и устройство преобразователя и стробоскопической развертки.

#### **4.2.12. Исследование сигналов в частотной области**

Методы анализа колебаний в частотной области. Анализаторы спектра с параллельной фильтрацией. Анализаторы спектра с последовательной фильтрацией. Спектральный анализ с помощью дискретного преобразования Фурье, особенности и основные характеристики цифровых спектроанализаторов. Методы измерений нелинейных искажений.

#### **4.2.13. Методы измерений характеристик цепей**

Методы и средства измерений амплитудно-частотных и фазо-частотных характеристик радиотехнических цепей. Методы измерений параметров и характеристик цепей с распределенными постоянными. Измерительная линия и ее использование для измерений параметров нагрузки. Панорамные измерители КСВ и коэффициентов передачи. Измерение элементов матрицы рассеяния ( $S$  – параметров).

#### **4.2.14. Основы стандартизации**

Сущность стандартизации. Функции и методы стандартизации. Правовые основы стандартизации. Цели деятельности по стандартизации. Государственная система стандартизации Российской Федерации. Основные принципы и задачи стандартизации согласно ГСС РФ.

#### **4.2.15. Виды стандартов, применяемых в Российской Федерации**

Порядок разработки и изменения государственных стандартов. Внедрение стандартов на предприятиях и в организациях. Информационное обеспечение деятельности по стандартизации. Государственный контроль и надзор за соблюдением требований государственных стандартов. Международное сотрудничество России в области стандартизации. Применение международных и национальных стандартов на территории Российской Федерации.

#### **4.2.16. Основы сертификации**

Важнейшие понятия сертификации. Основные функции сертификации и эффективность ее проведения. Краткая характеристика Закона РФ «О сертификации продукции и услуг». Цели и принципы сертификации. Понятие о системе сертификации. Объекты обязательной и добровольной сертификации. Участники и формы обязательной сертификации. Оформление

сертификата соответствия. Добровольная сертификация, ее назначение и отличительные особенности.

#### 4.2.17. Системы качества

Понятие системы качества. Принципы формирования систем управления качеством. Стандарты ИСО на системы управления качеством. Организационная и нормативная база проведения сертификации систем качества.

#### 4.2.18. Эталоны физических величин и параметров радиосигналов

Основные эталоны физических величин в радиоэлектронике: напряжения, мощности, частоты, сопротивления, сдвига фазы, затухания и др.

### 4.3. ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ

Лабораторные занятия проводятся в объеме 18 часов и предназначены для закрепления и углубления полученных теоретических знаний, а также приобретения практических навыков работы с приборами.

#### Комплекс виртуальных приборов для лабораторных исследований:

1. Генератор низких частот (4 часа).
2. Анализатор спектра (4 часа).
3. Осциллограф (4 часа).
4. Измеритель нелинейных искажений (4 часа).
5. Вольтметр универсальный (4 часа).
6. Вольтметр селективный (4 часа).
7. Частотомер универсальный (4 часа).
8. Фазометр (4 часа)

#### 4.4. СРС ( контрольная работа)

*В типовой работе* студенты разрабатывают специализированную установку для приемо-сдаточных испытаний или поверки индивидуального объекта.

В РГР 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. **ВИД АТТЕСТАЦИИ - Экзамен**

6. **КОЛИЧЕСТВО ЗАЧЕТНЫХ ЕДИНИЦ - 3**

Составитель: профессор каф. РТ и РС \_\_\_\_\_ А.Д. Поздняков

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

Председатель  
учебно-методической комиссии направления \_\_\_\_\_ О.Р. Никитин

Дата: 31.03.2019

Печать института

Директор ИИТР \_\_\_\_\_ А.А. Галкин

