

Министерство науки и высшего образования РФ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Национальный исследовательский университет «МЭИ»

Направление подготовки/специальность: 11.05.01 Радиоэлектронные системы и комплексы

Наименование образовательной программы: Радиоэлектронные системы и комплексы

Уровень образования: высшее образование - специалитет

Форма обучения: Очная

Рабочая программа дисциплины
МЕТРОЛОГИЯ И РАДИОИЗМЕРЕНИЯ

Блок:	Блок 1 «Дисциплины (модули)»
Часть образовательной программы:	Обязательная
№ дисциплины по учебному плану:	Б1.О.22
Трудоемкость в зачетных единицах:	5 семестр - 5;
Часов (всего) по учебному плану:	180 часов
Лекции	5 семестр - 32 часа;
Практические занятия	5 семестр - 16 часов;
Лабораторные работы	5 семестр - 16 часов;
Консультации	5 семестр - 2 часа;
Самостоятельная работа	5 семестр - 113,5 часов;
в том числе на КП/КР	не предусмотрено учебным планом
Иная контактная работа	проводится в рамках часов аудиторных занятий
включая: Тестирование Отчет	
Промежуточная аттестация:	
Экзамен	5 семестр - 0,5 часа;

Москва 2025

ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:

Преподаватель

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Крутских В.В.
	Идентификатор	R49539849-KrutsikhVV-f1575360

В.В. Крутских

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель
образовательной программы

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Сизякова А.Ю.
	Идентификатор	R4eb30863-SiziakovaAY-83831ea7

А.Ю. Сизякова

Заведующий выпускающей
кафедрой

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Куликов Р.С.
	Идентификатор	R7ef0b374-KulikovRS-e851162c

Р.С. Куликов

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель освоения дисциплины: Целью освоения дисциплины является получение знаний в области метрологического обеспечения, технических измерений и стандартизации, автоматизации измерений применительно к задачам разработки, производства и эксплуатации радиотехнических средств.

Задачи дисциплины

- Овладение методами и средствами измерения параметров и характеристик цепей, сигналов при разработке, производстве и эксплуатации радиотехнических средств;
- Изучение принципов действия, технических и метрологических характеристик средств измерений;
- Изучение современных методов и приобретение навыков обработки результатов измерений, оценки погрешности измерений..

Формируемые у обучающегося **компетенции** и запланированные **результаты обучения** по дисциплине, соотнесенные с **индикаторами достижения компетенций**:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения
ОПК-4 Способен проводить экспериментальные исследования и владеть основными приемами обработки и представления экспериментальных данных	ИД-1 _{ОПК-4} Знает основные методы и средства проведения экспериментальных исследований	знать: - Методики оценки погрешности измерения; - Функциональную структуру средств измерений; - Номенклатуру и рабочие параметры средств измерений. уметь: - Проводить измерения средством измерения; - Проводить расчет погрешностей при однократных и многократных измерениях; - Оформлять результаты измерений.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО

Дисциплина относится к основной профессиональной образовательной программе Радиоэлектронные системы и комплексы (далее – ОПОП), направления подготовки 11.05.01 Радиоэлектронные системы и комплексы, уровень образования: высшее образование - специалитет.

Требования к входным знаниям и умениям:

- знать основы теории цепей (теорию электрических цепей)
- знать физика
- знать математика раздел мат статистика
- уметь рассчитывать элементарные схемы
- уметь использовать математический аппарат
- уметь проводить поиск в сети интернет

Результаты обучения, полученные при освоении дисциплины, необходимы при выполнении выпускной квалификационной работы.

3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

3.1 Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных единиц, 180 часов.

№ п/п	Разделы/темы дисциплины/формы промежуточной аттестации	Всего часов на раздел	Семестр	Распределение трудоемкости раздела (в часах) по видам учебной работы									Содержание самостоятельной работы/ методические указания	
				Контактная работа							СР			
				Лек	Лаб	Пр	Консультация		ИКР		ПА	Работа в семестре		Подготовка к аттестации /контроль
							КПР	ГК	ИККП	ТК				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	Теоретическая метрология.	62	5	10	4	12	-	-	-	-	-	36	-	<u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение материала по разделу "Теоретическая метрология." <u>Подготовка к лабораторной работе:</u> Для выполнения заданий по лабораторной работе необходимо предварительно изучить тему и задачи выполнения лабораторной работы, а так же изучить вопросы вариантов обработки результатов по изученному в разделе "Теоретическая метрология." материалу. "Прямые измерения. Измерения напряжения, тока и сопротивления. Мультиметр." <u>Подготовка к практическим занятиям:</u> Изучение материала по разделу "Теоретическая метрология." подготовка к выполнению заданий на практических занятиях Л1: 13.1, 13.3. Л1: 3.3, 3.7. Л2: Ч.1 Гл. 4. Л2: Ч.2 3.1. Л1: Гл. 2. Л2: Ч1, Гл. 2, 3,5. <u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Теоретическая метрология." Л1: 1.1, 1.2, 3.1- 3.2. <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], стр. 15-120
1.1	Теоретическая метрология.	62		10	4	12	-	-	-	-	-	36	-	

														[2], 10-50 [3], стр. 392-405 [4], стр. 5-50 [5], стр. 2-31
2	Средства измерений	52		16	8	4	-	-	-	-	-	24	-	<u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение материала по разделу "Раздел 2. Средства измерений"
2.1	Средства измерений	52		16	8	4	-	-	-	-	-	24	-	<u>Подготовка к лабораторной работе:</u> Для выполнения заданий по лабораторной работе необходимо предварительно изучить тему и задачи выполнения лабораторной работы, а так же изучить вопросы вариантов обработки результатов по изученному в разделе "Раздел 2. Средства измерений" материалу. л/р 2 Совместные измерения, л/р 3 Осциллографические и спектральные измерения. <u>Подготовка к практическим занятиям:</u> Проработка лекции, разбор задач семинара <u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Раздел 2. Средства измерений" <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], стр. 200-251,280-311 [3], стр. 152-207,258-293,337-358 [4], 60-205 [5], стр. 32-40 [6], стр. 1-50
3	Промышленные измерения.	30		6	4	-	-	-	-	-	-	20	-	<u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение материала по разделу "Промышленные измерения."
3.1	Промышленные измерения.	30		6	4	-	-	-	-	-	-	20	-	<u>Подготовка к лабораторной работе:</u> Для выполнения заданий по лабораторной работе необходимо предварительно изучить тему и задачи выполнения лабораторной работы, а так же изучить вопросы вариантов обработки результатов по изученному в

														разделе "Промышленные измерения." материалу. л/р 5 Осциллографические и спектральные измерения. <u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Промышленные измерения." <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], стр. 417-429 [3], стр. 392-405 [4], стр. 290-299
	Экзамен	36.0		-	-	-	-	2	-	-	0.5	-	33.5	
	Всего за семестр	180.0		32	16	16	-	2	-	-	0.5	80	33.5	
	Итого за семестр	180.0		32	16	16	2		-		0.5	113.5		

Примечание: Лек – лекции; Лаб – лабораторные работы; Пр – практические занятия; КПП – аудиторные консультации по курсовым проектам/работам; ИККП – индивидуальные консультации по курсовым проектам/работам; ГК- групповые консультации по разделам дисциплины; СР – самостоятельная работа студента; ИКР – иная контактная работа; ТК – текущий контроль; ПА – промежуточная аттестация

3.2 Краткое содержание разделов

1. Теоретическая метрология.

1.1. Теоретическая метрология.

Введение. Нормативное обеспечение метрологии. Законодательные акты в области метрологии. Классификация погрешностей. Прямые однократные и многократные измерения. Обратные и косвенные измерения. Совместные и совокупные измерения. Методические погрешности. Методы уменьшения погрешностей.

2. Средства измерений

2.1. Средства измерений

Классификация СИ. Структура измерительных приборов. Методы измерения и их погрешности. Измерение напряжения и тока. Измерение частоты и фазы. Измерение напряжения и тока. Измерение параметров цепей. Высокочастотные измерения. Датчики и преобразователи. Включение в цепи и их погрешности.

3. Промышленные измерения.

3.1. Промышленные измерения.

Планирование измерений. Составление методик. Подбор оборудования. Структурные схемы ИК. алгоритмы работы. Оценка погрешностей..

3.3. Темы практических занятий

1. 8.Контроль. КМ-6 Тест 4 "" "Расчет погрешностей";
2. 6.Измерение временных характеристик сигналов;
3. 5.Многократные измерения;
4. 4.Случайные погрешности. Расчет случайных погрешностей;
5. 3.Погрешности косвенных однократных измерений;
6. 2.Методические погрешности прямых измерений;
7. 1.Инструментальная погрешности прямых однократных измерений.

3.4. Темы лабораторных работ

1. Лабораторная работа №1. Прямые измерения. Измерения напряжения, тока и сопротивления. Мультиметр.;
2. Лабораторная работа №2. Совместные измерения;
3. Лабораторная работа №3.Осциллографические и спектральные измерения;
4. Лабораторная работа №4.Комплексные автоматизированные измерения (измерение АЧХ) очно / Измеритель добротности (дистанционно).

3.5 Консультации

3.6 Тематика курсовых проектов/курсовых работ

Курсовой проект/ работа не предусмотрены

3.7. Соответствие разделов дисциплины и формируемых в них компетенций

Запланированные результаты обучения по дисциплине (в соответствии с разделом 1)	Коды индикаторов	Номер раздела дисциплины (в соответствии с п.3.1)			Оценочное средство (тип и наименование)
		1	2	3	
Знать:					
Номенклатуру и рабочие параметры средств измерений	ИД-1ОПК-4		+		Тестирование/КМ-4 Тест 2 "Принципы построения измерительных приборов"
Функциональную структуру средств измерений	ИД-1ОПК-4			+	Тестирование/КМ-8 Тест 3 "Экспериментальные исследования и промышленные измерения"
Методики оценки погрешности измерения	ИД-1ОПК-4	+			Тестирование/КМ-1 Тест "Теоретическая метрология"
Уметь:					
Оформлять результаты измерений	ИД-1ОПК-4	+			Отчет/КМ-2 Лабораторная работа № 1. Отчет/КМ-7 Лабораторная работа № 4
Проводить расчет погрешностей при однократных и многократных измерениях	ИД-1ОПК-4	+			Отчет/КМ-3 Лабораторная работа № 2. Отчет/КМ-5 Лабораторная работа № 3. /КМ-6 Тест 4 "Расчет погрешностей" Отчет/КМ-7 Лабораторная работа № 4
Проводить измерения средством измерения	ИД-1ОПК-4		+		Отчет/КМ-2 Лабораторная работа № 1. Отчет/КМ-5 Лабораторная работа № 3.

4. КОМПЕТЕНТНОСТНО-ОРИЕНТИРОВАННЫЕ ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ)

4.1. Текущий контроль успеваемости

5 семестр

Форма реализации: Защита задания

1. КМ-2 Лабораторная работа № 1. (Отчет)
2. КМ-3 Лабораторная работа № 2. (Отчет)
3. КМ-5 Лабораторная работа № 3. (Отчет)
4. КМ-7 Лабораторная работа № 4 (Отчет)

Форма реализации: Компьютерное задание

1. КМ-1 Тест "Теоретическая метрология" (Тестирование)
2. КМ-4 Тест 2 "Принципы построения измерительных приборов" (Тестирование)
3. КМ-6 Тест 4 "Расчет погрешностей" ()
4. КМ-8 Тест 3 "Экспериментальные исследования и промышленные измерения" (Тестирование)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

4.2 Промежуточная аттестация по дисциплине

Экзамен (Семестр №5)

Оценка определяется по совокупности результатов текущего контроля успеваемости в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе для студентов НИУ «МЭИ» на основании семестровой экзаменационной составляющих.

В диплом выставляется оценка за 5 семестр.

Примечание: Оценочные материалы по дисциплине приведены в фонде оценочных материалов ОПОП.

5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1 Печатные и электронные издания:

1. И. В. Лютиков, А. Н. Фомин, В. А. Леусенко, Д. С. Викторов, А. А. Филонов- "Метрология и радиоизмерения", Издательство: "Сибирский федеральный университет (СФУ)", Красноярск, 2016 - (508 с.)
<https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=497346>;
2. Дворяшин, Б. В. Погрешности измерений и их оценки : Учебное пособие по курсам "Основы метрологии и радиоизмерения", "Автоматизированные радиоизмерения и основы метрологии" / Б. В. Дворяшин, А. И. Каретко, В. Л. Скачков ; Ред. А. И. Каретко ; Моск. энерг. ин-т (МЭИ). – 1992. – 72 : 2.00.;
3. Метрология, стандартизация и измерения в технике связи : учебное пособие для вузов по специальностям: "Автоматическая электросвязь, "Радиосвязь и радиовещание", "Многоканальная электросвязь" / Ред. Б. П. Хромой. – М. : Радио и связь, 1986. – 424 с.;
4. Дворяшин, Б. В. Метрология и радиоизмерения : учебное пособие для вузов по направлению "Радиотехника" / Б. В. Дворяшин. – М. : Академия, 2005. – 304 с. – (Высшее профессиональное образование). – ISBN 5-7695-2058-2.;

5. Дворяшин, Б. В. Метрология и радиоизмерения. Сборник задач : учебное пособие по курсу "Метрология и радиоизмерения" по направлению "Радиотехника" / Б. В. Дворяшин, А. И. Каретко, В. Л. Скачков, Моск. энерг. ин-т (МЭИ ТУ). – М. : Изд-во МЭИ, 2005. – 48 с. – ISBN 5-7046-1258-X.;

6. Крутских, В. В. Метрологии и радиоизмерения. Лабораторные работы № 1-4 : лабораторный практикум по курсам "Метрология, стандартизация и технические измерения" по направлению "Радиотехника" и "Биотехнические системы и технологии" / В. В. Крутских, В. Л. Скачков, Нац. исслед. ун-т "МЭИ" (НИУ"МЭИ"). – М. : Изд-во МЭИ, 2018. – 50 с. – ISBN 978-5-7046-2002-0.

<http://elibr.mpei.ru/elibr/view.php?id=10287>.

5.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

1. СДО "Прометей";
2. Office / Российский пакет офисных программ;
3. Windows / Операционная система семейства Linux;
4. Видеоконференции (Майнд, Сберджаз, ВК и др);
5. Notepad++;
6. SmathStudio.

5.3 Интернет-ресурсы, включая профессиональные базы данных и информационно-справочные системы:

1. ЭБС Лань - <https://e.lanbook.com/>
2. ЭБС "Университетская библиотека онлайн" - http://biblioclub.ru/index.php?page=main_ub_red
3. Научная электронная библиотека - <https://elibrary.ru/>
4. База данных ВИНТИ online - <http://www.viniti.ru/>
5. База данных журналов издательства Elsevier - <https://www.sciencedirect.com/>
6. Национальная электронная библиотека - <https://rusneb.ru/>
7. ЭБС "Консультант студента" - <http://www.studentlibrary.ru/>
8. Электронная библиотека МЭИ (ЭБ МЭИ) - <http://elibr.mpei.ru/login.php>
9. Официальный сайт Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии - <http://protect.gost.ru/>

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Тип помещения	Номер аудитории, наименование	Оснащение
Учебные аудитории для проведения лекционных занятий и текущего контроля	Ж-120, Машинный зал ИВЦ	сервер, кондиционер
	А-400, Учебная аудитория "А"	парта, стул, доска меловая, экран интерактивный, колонки звуковые, мультимедийный проектор, доска маркерная, компьютер персональный
Учебные аудитории для проведения практических занятий, КР и КП	Е-802/2, Учебная лаборатория Радиоизмерений и медицинской электроники	стол, стул, вешалка для одежды, компьютерная сеть с выходом в Интернет, мультимедийный проектор, экран, доска маркерная, компьютер персональный, кондиционер, верстак электротехнический, стенд учебный
Учебные аудитории для проведения лабораторных занятий	Е-802/2, Учебная лаборатория Радиоизмерений и	стол, стул, вешалка для одежды, компьютерная сеть с выходом в Интернет, мультимедийный проектор,

	медицинской электроники	экран, доска маркерная, компьютер персональный, кондиционер, верстак электротехнический , стенд учебный
Учебные аудитории для проведения промежуточной аттестации	Е-802/2, Учебная лаборатория Радиоизмерений и медицинской электроники	стол, стул, вешалка для одежды, компьютерная сеть с выходом в Интернет, мультимедийный проектор, экран, доска маркерная, компьютер персональный, кондиционер, верстак электротехнический , стенд учебный
Помещения для самостоятельной работы	НТБ-303, Лекционная аудитория	стол компьютерный, стул, стол письменный, вешалка для одежды, компьютерная сеть с выходом в Интернет, компьютер персональный, принтер, кондиционер
Помещения для консультирования	Е-817, Преподавательская	стол, стул, шкаф, шкаф для документов, вешалка для одежды, тумба, компьютерная сеть с выходом в Интернет, доска пробковая, компьютер персональный, принтер
Помещения для хранения оборудования и учебного инвентаря	Е-822, Архив	стеллаж для хранения книг, вешалка для одежды, холодильник, хозяйственный инвентарь

БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Метрология и радиоизмерения

(название дисциплины)

5 семестр

Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:

- КМ-1 КМ-1 Тест "Теоретическая метрология" (Тестирование)
 КМ-2 КМ-2 Лабораторная работа № 1. (Отчет)
 КМ-3 КМ-3 Лабораторная работа № 2. (Отчет)
 КМ-4 КМ-4 Тест 2 "Принципы построения измерительных приборов" (Тестирование)
 КМ-5 КМ-5 Лабораторная работа № 3. (Отчет)
 КМ-6 КМ-6 Тест 4 "Расчет погрешностей"
 КМ-7 КМ-7 Лабораторная работа № 4 (Отчет)
 КМ-8 КМ-8 Тест 3 "Экспериментальные исследования и промышленные измерения" (Тестирование)

Вид промежуточной аттестации – Экзамен.

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4	КМ-5	КМ-6	КМ-7	КМ-8
		Неделя КМ:	4	5	9	12	13	15	16	16
1	Теоретическая метрология.									
1.1	Теоретическая метрология.		+	+	+		+	+	+	
2	Средства измерений									
2.1	Средства измерений			+		+	+			
3	Промышленные измерения.									
3.1	Промышленные измерения.									+
Вес КМ, %:			15	10	10	15	10	20	10	10