

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

---

Направление подготовки/специальность: 11.03.01 Радиотехника

Наименование образовательной программы: Радиотехнические средства передачи, приема и обработки сигналов

Уровень образования: высшее образование - бакалавриат

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 2023**

**ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:**

Преподаватель

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

В.В. Крутских

**СОГЛАСОВАНО:**

Руководитель  
образовательной  
программы

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Торина Е.М.
	Идентификатор	Rf078b9d4-DrozдоваYM-9d5fc66d

Е.М. Торина

Заведующий выпускающей  
кафедрой

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Остапенков П.С.
	Идентификатор	R6356f55c-OstapenkovPS-854af18d

П.С. Остапенков

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

**Цель освоения дисциплины:** Цель 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-2 Способен самостоятельно проводить экспериментальные исследования и использовать основные приемы обработки и представления полученных данных	ИД-1 <sub>ОПК-2</sub> Знает основные методы и средства проведения экспериментальных исследований	знать: - методики оценки погрешности измерения;  уметь: - проводить расчет погрешностей при однократных и многократных измерениях.
ПК-3 Способен выполнять физическое моделирование (проведение эксперимента) процессов формирования, передачи, приема и обработки радиосигналов в радиоэлектронных устройствах, включая выбор технических средств, обработку результатов и оценку погрешности экспериментальных данных	ИД-1 <sub>ПК-3</sub> Знает методы физического моделирования процессов формирования, передачи, приема и обработки радиосигналов и проведения экспериментальных исследований	знать: - номенклатуру и рабочие параметры средств измерений;  уметь: - проводить измерения средством измерения;
ПК-3 Способен выполнять физическое моделирование (проведение эксперимента) процессов формирования, передачи, приема и обработки радиосигналов в	ИД-2 <sub>ПК-3</sub> Умеет проводить физическое моделирование, осуществлять выбор технических средств для проведения эксперимента, обрабатывать результаты эксперимента, оценивать погрешности	знать: - функциональную структуру средств измерений;  уметь: - оформлять результаты измерений;

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения
радиоэлектронных устройствах, включая выбор технических средств, обработку результатов и оценку погрешности экспериментальных данных	экспериментальных данных	

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО

Дисциплина относится к основной профессиональной образовательной программе Радиотехнические средства передачи, приема и обработки сигналов (далее – ОПОП), направления подготовки 11.03.01 Радиотехника, уровень образования: высшее образование - бакалавриат.

Требования к входным знаниям и умениям:

- знать физика
- знать математика
- знать основы теории электрических цепей
- уметь использовать общефизические законы
- уметь производить расчет электрических цепей

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	8	8	-	-	-	-	-	36	-	<p><b><u>Подготовка к лабораторной работе:</u></b> 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."</p> <p><b><u>Подготовка к практическим занятиям:</u></b> 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.</p> <p><b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Теоретическая метрология." Л1: 1.1, 1.2, 3.1- 3.2.</p> <p><b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Повторение материала по разделу "Теоретическая метрология."</p> <p><b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b></p> <p>[1], стр. 5-50</p>
1.1	Теоретическая метрология.	62		10	8	8	-	-	-	-	-	36	-	

														[2], стр. 392-405 [3], стр. 2-31 [4], стр. 10-50 [6], стр. 15-120
2	Средства измерений	54	16	4	4	-	-	-	-	-	30	-	<p><b><u>Подготовка к лабораторной работе:</u></b> 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.</p> <p><b><u>Подготовка к практическим занятиям:</u></b> Проработка лекции, разбор задач семинара</p> <p><b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Раздел 2. Средства измерений"</p> <p><b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Повторение материала по разделу "Раздел 2. Средства измерений"</p> <p><b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b></p> <p>[1], стр. 60-205 [2], стр. 152-207, 258-293, 337-358 [3], стр. 32-40 [5], стр. 1-50 [6], стр. 200-251, 280-311</p>	
2.1	Средства измерений.	54	16	4	4	-	-	-	-	-	30	-		
3	Промышленные измерения.	28	6	4	4	-	-	-	-	-	14	-	<p><b><u>Подготовка к лабораторной работе:</u></b> 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.</p>	
3.1	Промышленные измерения.	28	6	4	4	-	-	-	-	-	14	-		

														<p><b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Промышленные измерения."</p> <p><b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Повторение материала по разделу "Промышленные измерения."</p> <p><b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b>  [1], стр. 290-299  [2], стр. 392-405  [6], стр. 417-429</p>
	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 параметров цепей. Высокочастотные измерения. Измерительная линия, Панорамные анализаторы. 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 Тест" Расчёт погрешностей";
2. 7.Погрешности преобразователей;
3. 6.Измерение временных характеристик сигналов;
4. 5.Многократные измерения;
5. 4.Случайные погрешности. Расчет случайных погрешностей;
6. 3.Погрешности косвенных однократных измерений;
7. 2.Методические погрешности прямых измерений;
8. 1.Инструментальная погрешности прямых однократных измерений..

### **3.4. Темы лабораторных работ**

1. 4.Комплексные автоматизированные измерения (измерение АЧХ);
2. 3.Осциллографические и спектральные измерения.;
3. 2.Совместные измерения.;
4. 1.Прямые измерения. Измерения напряжения, тока и сопротивления. Мультиметр.

### **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	
<b>Знать:</b>					
методики оценки погрешности измерения;	ИД-1 <sub>ОПК-2</sub>	+			Тестирование/КМ-1 Тест "Теоретическая метрология"
номенклатуру и рабочие параметры средств измерений;	ИД-1 <sub>ПК-3</sub>		+		Тестирование/КМ-4 Тест2 "Принципы построения измерительных приборов"
функциональную структуру средств измерений;	ИД-2 <sub>ПК-3</sub>			+	Тестирование/КМ-8 Тест 3 "Экспериментальные исследования и промышленные измерения"
<b>Уметь:</b>					
проводить расчет погрешностей при однократных и многократных измерениях	ИД-1 <sub>ОПК-2</sub>	+			Отчет/КМ-3 Защита лабораторной работы № 2. Отчет/КМ-5 Защита лабораторной работы № 3. /КМ-6 Тест 4 "Расчет погрешностей" Отчет/КМ-7 Защита лабораторной работы № 4
проводить измерения средством измерения;	ИД-1 <sub>ПК-3</sub>		+		Отчет/КМ-2 Защита лабораторной работы № 1. /КМ-6 Тест 4 "Расчет погрешностей"
оформлять результаты измерений;	ИД-2 <sub>ПК-3</sub>	+			Отчет/КМ-2 Защита лабораторной работы № 1. Отчет/КМ-7 Защита лабораторной работы № 4

## **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 Защита лабораторной работы № 1. (Отчет)
2. КМ-3 Защита лабораторной работы № 2. (Отчет)
3. КМ-5 Защита лабораторной работы № 3. (Отчет)
4. КМ-7 Защита лабораторной работы № 4 (Отчет)

Форма реализации: Компьютерное задание

1. КМ-1 Тест "Теоретическая метрология" (Тестирование)
2. КМ-4 Тест2 "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. 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 .;
2. 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.;
3. 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. : Издательский дом МЭИ, 2010 . – 48 с. - ISBN 978-5-383-00544-6 .  
<http://elibrary.mpei.ru/elibrary/view.php?id=1492>;
4. 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 .;

5. 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://elib.mpei.ru/elib/view.php?id=10287>;

6. 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>.

### **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. Научная электронная библиотека - <https://elibrary.ru/>
3. База данных ВИНТИ online - <http://www.viniti.ru/>
4. База данных журналов издательства Elsevier - <https://www.sciencedirect.com/>
5. Национальная электронная библиотека - <https://rusneb.ru/>
6. ЭБС "Консультант студента" - <http://www.studentlibrary.ru/>
7. Электронная библиотека МЭИ (ЭБ МЭИ) - <http://elib.mpei.ru/login.php>
8. Информационно-справочная система «Кодекс/Техэксперт» - <Http://proinfosoft.ru;>  
<http://docs.cntd.ru/>
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
	Ж-120, Машинный зал ИВЦ	сервер, кондиционер
Учебные аудитории	Е-802/2, Учебная	стол, стул, вешалка для одежды,

для проведения лабораторных занятий	лаборатория Радиоизмерений и медицинской электроники	компьютерная сеть с выходом в Интернет, мультимедийный проектор, экран, доска маркерная, компьютер персональный, кондиционер, верстак электротехнический, стенд учебный
Учебные аудитории для проведения промежуточной аттестации	А-402, Учебная аудитория	парта, стул, доска меловая, колонки звуковые, мультимедийный проектор, доска маркерная, компьютер персональный, кондиционер
	Б-318, Учебная аудитория	парта со скамьей, стул, стол письменный, доска меловая, доска маркерная, кондиционер
Помещения для самостоятельной работы	НТБ-201, Компьютерный читальный зал	стол компьютерный, стул, стол письменный, вешалка для одежды, компьютерная сеть с выходом в Интернет, компьютер персональный, принтер, кондиционер
Помещения для консультирования	Е-817а, Кабинет сотрудников каф. "ОРТ"	стол, стул, шкаф, вешалка для одежды, компьютерная сеть с выходом в Интернет, компьютер персональный, принтер
	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-802/4, Склад инвентаря и оборудования	стеллаж, стол, стул, шкаф, шкаф для документов, сервер
	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 Защита лабораторной работы № 1. (Отчет)
- КМ-3 КМ-3 Защита лабораторной работы № 2. (Отчет)
- КМ-4 КМ-4 Тест2 "Принципы построения измерительных приборов" (Тестирование)
- КМ-5 КМ-5 Защита лабораторной работы № 3. (Отчет)
- КМ-6 КМ-6 Тест 4 "Расчет погрешностей"
- КМ-7 КМ-7 Защита лабораторной работы № 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	12	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