

**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: Радионавигационные системы и комплексы

Уровень образования: высшее образование - специалитет

Форма обучения: Очная

**Рабочая программа дисциплины**  
**МЕТРОЛОГИЯ И РАДИОИЗМЕРЕНИЯ**

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

**Москва 2024**

**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	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 <sub>ОПК-4</sub> Знает основные методы и средства проведения экспериментальных исследований	знать: - Номенклатуру и рабочие параметры средств измерений; - Функциональную структуру средств измерений; - Методики оценки погрешности измерения.  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 Радионавигационные 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	-	<p><b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Повторение материала по разделу "Теоретическая метрология."</p> <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. Л.2: Ч.1 Гл. 4. Л.2: 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>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [1], стр. 15-120</p>
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	-	-	<b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b>
2.1	Средства измерений	52	16	8	4	-	-	-	-	-	24	-	-	Повторение материала по разделу "Раздел 2. Средства измерений" <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. <b><u>Подготовка к практическим занятиям:</u></b> Проработка лекции, разбор задач семинара <b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Раздел 2. Средства измерений" <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [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	-	-	<b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b>
3.1	Промышленные измерения.	30	6	4	-	-	-	-	-	-	20	-	-	Повторение материала по разделу "Промышленные измерения." <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. <b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Промышленные измерения." <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [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 доброности (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	
<b>Знать:</b>					
Методики оценки погрешности измерения	ИД-1 <sub>ОПК-4</sub>	+			Тестирование/КМ-1 Тест "Теоретическая метрология"
Функциональную структуру средств измерений	ИД-1 <sub>ОПК-4</sub>			+	Тестирование/КМ-8 Тест 3 "Экспериментальные исследования и промышленные измерения"
Номенклатуру и рабочие параметры средств измерений	ИД-1 <sub>ОПК-4</sub>		+		Тестирование/КМ-4 Тест 2 "Принципы построения измерительных приборов"
<b>Уметь:</b>					
Оформлять результаты измерений	ИД-1 <sub>ОПК-4</sub>	+			Отчет/КМ-2 Лабораторная работа № 1. Отчет/КМ-7 Лабораторная работа № 4
Проводить расчет погрешностей при однократных и многократных измерениях	ИД-1 <sub>ОПК-4</sub>	+			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-1 <sub>ОПК-4</sub>		+		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://elib.mpei.ru/elib/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](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://elib.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-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-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