

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

---

Направление подготовки/специальность: 11.04.01 Радиотехника

Наименование образовательной программы: Радиотехнические системы

Уровень образования: высшее образование - магистратура

Форма обучения: Очная

**Рабочая программа дисциплины**  
**ТЕОРИЯ И ТЕХНИКА РАДИОЛОКАЦИИ И РАДИОНАВИГАЦИИ**


<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.05</b>
<b>Трудоемкость в зачетных единицах:</b>	<b>1 семестр - 4;</b>
<b>Часов (всего) по учебному плану:</b>	<b>144 часа</b>
<b>Лекции</b>	<b>1 семестр - 32 часа;</b>
<b>Практические занятия</b>	<b>не предусмотрено учебным планом</b>
<b>Лабораторные работы</b>	<b>1 семестр - 16 часов;</b>
<b>Консультации</b>	<b>1 семестр - 2 часа;</b>
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>1 семестр - 93,5 часа;</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>Коллоквиум</b> <b>Контрольная работа</b> <b>Расчетно-графическая работа</b>	
<b>Промежуточная аттестация:</b>	
<b>Экзамен</b>	<b>1 семестр - 0,5 часа;</b>

**Москва 2020**

**ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:**

Преподаватель

(должность)

	<b>Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»</b>	
	<b>Сведения о владельце ЦЭП МЭИ</b>	
	Владелец	Баскаков А.И.
	Идентификатор	R46d2b27d-BaskakovAI-105a725f

(подпись)

А.И. Баскаков

(расшифровка  
подписи)

**СОГЛАСОВАНО:**

Руководитель  
образовательной программы

(должность, ученая степень, ученое звание)

	<b>Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»</b>	
	<b>Сведения о владельце ЦЭП МЭИ</b>	
	Владелец	Комаров А.А.
	Идентификатор	R8495daf1-KomarovAIA-eada3f0e

(подпись)

А.А. Комаров

(расшифровка  
подписи)

Заведующий выпускающей  
кафедры

(должность, ученая степень, ученое звание)

	<b>Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»</b>	
	<b>Сведения о владельце ЦЭП МЭИ</b>	
	Владелец	Комаров А.А.
	Идентификатор	R8495daf1-KomarovAIA-eada3f0e

(подпись)

А.А. Комаров

(расшифровка  
подписи)

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

**Цель освоения дисциплины:** состоит в изучении теории и техники радиолокационных и радионавигационных систем

### Задачи дисциплины

- изучение методов выбора оптимальных параметров радиолокационных и радионавигационных систем;
- изучение методов расчета технических характеристик радиолокационных и радионавигационных систем с оценкой потенциальной помехоустойчивости;
- освоение методов принятия и обоснования конкретных технических решений при создании радиолокационных и радионавигационных систем.

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-1 способен представлять современную научную картину мира, выявлять естественнонаучную сущность проблем, определять пути их решения и оценивать эффективность сделанного выбора	ИД-1 <sub>ОПК-1</sub> Представляет современную научную картину мира, выявляет естественнонаучную сущность проблемы проектирования, производства и использования в практической деятельности радиоэлектронных устройств и систем	знать: - основные проблемы в области радиолокационных и радионавигационных систем.  уметь: - выбирать методы и средства решения задач при разработке радиолокационных и радионавигационных систем.
ОПК-2 способен применять современные методы исследования, представлять и аргументировано защищать результаты выполненной работы	ИД-1 <sub>ОПК-2</sub> Применяет современные методы научного исследования и разработки радиотехнических устройств и систем	знать: - современные методы исследования и разработки радиолокационных и радионавигационных систем.  уметь: - выполнять моделирование радиолокационных и радионавигационных систем с целью анализа и оптимизации их параметров с использованием современных методов.
ОПК-2 способен применять современные методы исследования, представлять и аргументировано защищать результаты выполненной работы	ИД-2 <sub>ОПК-2</sub> Представляет и аргументировано защищает полученные результаты	уметь: - анализировать результаты работы радиолокационных и радионавигационных систем.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО

Дисциплина относится к основной профессиональной образовательной программе Радиотехнические системы (далее – ОПОП), направления подготовки 11.04.01 Радиотехника, уровень образования: высшее образование - магистратура.

Базируется на уровне среднего общего образования.

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 4 зачетных единицы, 144 часа.

№ 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	Принципы построения радиолокационных систем	16	1	4	-	-	-	-	-	-	-	12	-	<b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [1], стр. 13-124 [2], стр. 5-44 [5], стр. 10-29	
1.1	Принципы построения радиолокационных систем	16		4	-	-	-	-	-	-	-	12	-		
2	Методы измерения дальности и скорости	24		8	4	-	-	-	-	-	-	-	12	-	<b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [3], стр. 228-251, 277-281
2.1	Методы измерения дальности и скорости	24		8	4	-	-	-	-	-	-	12	-		
3	Методы обзора пространства и измерения угловых координат	22		6	4	-	-	-	-	-	-	-	12	-	<b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [1], стр. 210-285 [3], стр. 252-272
3.1	Методы обзора пространства и измерения угловых координат	22		6	4	-	-	-	-	-	-	-	12	-	
4	Принципы построения и основные характеристики автономных радионавигационных систем	22		6	4	-	-	-	-	-	-	-	12	-	<b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [4], стр. 4-37, 59-73
4.1	Принципы построения и основные характеристики автономных	22		6	4	-	-	-	-	-	-	-	12	-	

	радионавигационных систем												
5	Борьба с активными и пассивными помехами. Перспективы развития теории и техники радиолокационных и радионавигационных систем	24	8	4	-	-	-	-	-	-	12	-	<b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [1], стр. 286-317 [3], стр. 147-205
5.1	Борьба с активными и пассивными помехами. Перспективы развития теории и техники радиолокационных и радионавигационных систем	24	8	4	-	-	-	-	-	-	12	-	
	Экзамен	36.0	-	-	-	-	2	-	-	0.5	-	33.5	
	<b>Всего за семестр</b>	<b>144.0</b>	<b>32</b>	<b>16</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>2</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>0.5</b>	<b>60</b>	<b>33.5</b>	
	<b>Итого за семестр</b>	<b>144.0</b>	<b>32</b>	<b>16</b>	<b>-</b>	<b>2</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>0.5</b>	<b>0.5</b>	<b>93.5</b>		

**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. Принципы построения радиолокационных систем

#### 1.1. Принципы построения радиолокационных систем

Задачи, решаемые радиолокацией. Тактико-технические характеристики радиолокационных систем. Виды радиолокационной информации и способы их получения. Радиолокационные цели: сосредоточенные, распределенные и объемно-распределенные и поверхностно-распределенные. Энергетические соотношения в радиолокации. Однопозиционные, бистатические и многопозиционные системы. Типовая блок-схема РЛС и состав аппаратуры РЛС. Характеристики сигналов РЛС. Статистический подход к синтезу оптимальных алгоритмов обнаружения, измерения координат, параметров движения и распознавания объектов. Расчеты характеристик обнаружения и потенциальной точности определения координат параметров движения..

### 2. Методы измерения дальности и скорости

#### 2.1. Методы измерения дальности и скорости

Методы и алгоритмы измерения дальности. Потенциальная и реальная точность измерения дальности, выбор оптимальной формы зондирующего сигнала. Импульсный, частотный и фазовый радиодальномеры. Пределы однозначного отсчета, точность и разрешающая способность радиодальномера. Выбор оптимальной формы зондирующего сигнала в задачах измерения дальности. Особенности работы радиодальномеров в бортовых и стационарных наземных комплексах. Автосопровождение по дальности. Методы измерения радиальной и тангенциальной скорости. Потенциальная и реальная точность измерения скорости, пределы однозначного отсчета скорости, разрешающая способность. Выбор оптимальной формы зондирующего сигнала в задачах измерения скорости. Радиоизмерители скорости активных и пассивных объектов. Автосопровождение целей по скорости..

### 3. Методы обзора пространства и измерения угловых координат

#### 3.1. Методы обзора пространства и измерения угловых координат

Основные характеристики обзорных систем. Методы и алгоритмы измерения угловых координат. Одномерный последовательный обзор пространства и определение угловых координат по центру пачки. Потенциальная и реальная точность измерения угловых координат. Амплитудные, фазовые и корреляционно-фазовые радиопеленгаторы. Моноимпульсные радиопеленгаторы. Радиоинтерферометры. Автосопровождение целей по угловым координатам. Пределы однозначного отсчета, точность и разрешающая способность радиоизмерителей угловых координат различного типа. Картографирование поверхности с высокой разрешающей способностью с борта летательных и космических аппаратов методом синтеза апертуры антенны и обнаружение малоразмерных объектов на фоне земной поверхности. Радиолокационные комплексы обзора пространства и определения угловых координат..

### 4. Принципы построения и основные характеристики автономных радионавигационных систем

#### 4.1. Принципы построения и основные характеристики автономных радионавигационных систем

Автономные системы радионавигации: радиовысотометры (РВ), доплеровские измерители скорости и угла сноса (ДИСС), корреляционно-экстремальные системы навигации на базе

радиовысотометров и радиолокаторов с синтезированной апертурой антенны (РСА). Выбор диапазона радиоволн для различных систем. Энергетические соотношения в автономных радионавигационных системах. Особенности радиовысотометров больших и малых высот. Характеристики отражения от гладкой и шероховатой поверхности. Реализация следящих РВ. Погрешности измерения высоты. Навигационный треугольник. Однолучевые и многолучевые ДИСС. Выбор оптимальной ориентации лучей многолучевой ДНА. Особенности реализации. Морской эффект в ДИСС. Погрешности измерения скорости и угла сноса летательного аппарата. Системы счисления пути. Принципы реализации корреляционно-экстремальных систем автономной навигации. Погрешности местоопределения. Развитие радионавигации по рельефу местности и другим радиофизическим полям Земли..

### 5. Борьба с активными и пассивными помехами. Перспективы развития теории и техники радиолокационных и радионавигационных систем

5.1. Борьба с активными и пассивными помехами. Перспективы развития теории и техники радиолокационных и радионавигационных систем

Методы борьбы с активными и пассивными помехами. Расчет характеристик радиолокационных систем с системами селекции движущихся целей (СДЦ). История развития радиолокационных и радионавигационных систем. Перспективы развития и совершенствования теории и техники радиолокационных и радионавигационных систем. Улучшение распознавания объектов, методов радиовидения с использованием сверхширокополосных сигналов, антенн с синтезированной апертурой, новых диапазонов радиоволн и многодиапазонных активных фазированных антенных решеток. Трехмерное картографирование поверхности с использованием космических бортовых радиоинтерферометров РСА. Радиолокационные системы подповерхностного зондирования (георадары)..

**3.3. Темы практических занятий**  
не предусмотрено

**3.4. Темы лабораторных работ**

1. Исследование основных энергетических соотношений в радиолокации;
2. Исследование методов формирования и согласованной фильтрации импульсного сигнала с линейной частотной модуляцией;
3. Исследование методов формирования и корреляционной обработки импульсного псевдошумового сигнала фазовой манипуляцией М-кодом;
4. Исследование системы углового сопровождения по центру пачки импульсных сигналов.

**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	4	5	
<b>Знать:</b>							
основные проблемы в области радиолокационных и радионавигационных систем	ИД-1 <sub>ОПК-1</sub>	+					Коллоквиум/Защита лабораторной работы №1
современные методы исследования и разработки радиолокационных и радионавигационных систем	ИД-1 <sub>ОПК-2</sub>		+	+			Коллоквиум/Защита лабораторной работы №2 Коллоквиум/Защита лабораторной работы №3
<b>Уметь:</b>							
выбирать методы и средства решения задач при разработке радиолокационных и радионавигационных систем	ИД-1 <sub>ОПК-1</sub>				+	+	Контрольная работа/Контрольная работа "Зондирующие радиолокационные сигналы"
выполнять моделирование радиолокационных и радионавигационных систем с целью анализа и оптимизации их параметров с использованием современных методов	ИД-1 <sub>ОПК-2</sub>	+	+	+	+		Расчетно-графическая работа/Защита расчётного задания
анализировать результаты работы радиолокационных и радионавигационных систем	ИД-2 <sub>ОПК-2</sub>				+	+	Коллоквиум/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**

#### **1 семестр**

Форма реализации: Письменная работа

1. Защита расчётного задания (Расчетно-графическая работа)
2. Контрольная работа "Зондирующие радиолокационные сигналы" (Контрольная работа)

Форма реализации: Устная форма

1. Защита лабораторной работы №1 (Коллоквиум)
2. Защита лабораторной работы №2 (Коллоквиум)
3. Защита лабораторной работы №3 (Коллоквиум)
4. Защита лабораторной работы №4 (Коллоквиум)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

### **4.2 Промежуточная аттестация по дисциплине**

#### *Экзамен (Семестр №1)*

Оценка определяется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе для студентов НИУ «МЭИ» на основании семестровой и экзаменационной составляющих.

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

## **5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **5.1 Печатные и электронные издания:**

1. Баскаков, А. И. Локационные методы исследования объектов и сред : учебник для вузов по специальности 210301 "Радиофизика" / А. И. Баскаков ; Ред. А. И. Баскаков . – М. : АКАДЕМИЯ, 2011 . – 384 с. – (Высшее профессиональное образование) . - ISBN 978-5-7695-7436-8 .;
2. Баскаков, А. И. Зондирующие радиолокационные сигналы : учебное пособие по курсам "Радиолокация" и "Радиолокационные устройства и системы" / А. И. Баскаков, Т. С. Жутяева, Ю. И. Лукашенко, Моск. энерг. ин-т (МЭИ) . – М. : Изд-во МЭИ, 2011 . – 56 с. - ISBN 978-5-383-00659-7 .  
[http://elib.mpei.ru/action.php?kt\\_path\\_info=ktcore.SecViewPlugin.actions.document&fDocumentId=2819](http://elib.mpei.ru/action.php?kt_path_info=ktcore.SecViewPlugin.actions.document&fDocumentId=2819);
3. Бакулев, П. А. Радиолокационные системы : Учебник для вузов по специальности "Радиоэлектронные системы" направления "Радиотехника" / П. А. Бакулев . – М. : Радиотехника, 2004 . – 320 с. - ISBN 5-931080-27-9 .;
4. Алексеев, О. А. Радионавигационные системы. В 2-х ч. Часть 1. Автономные радионавигационные системы летательных аппаратов : учебное пособие по курсам "Радионавигационные системы", "Теория и техника радиолокации и радионавигации" / О. А. Алексеев, А. И. Баскаков, В. А. Терехов ; ред. Ю. Н. Бугаев ; Нац. исслед. ун-т "МЭИ" . – М. : Изд-во МЭИ, 2016 . – 76 с. - ISBN 978-5-7046-1792-1 .  
[http://elib.mpei.ru/action.php?kt\\_path\\_info=ktcore.SecViewPlugin.actions.document&fDocumentId=8746](http://elib.mpei.ru/action.php?kt_path_info=ktcore.SecViewPlugin.actions.document&fDocumentId=8746);

5. В. П. Бердышев, Е. Н. Гарин, А. Н. Фомин, В. Н. Тяпкин, Ю. Л. Фатеев, И. В. Лютиков, А. В. Богданов, Р. Ю. Кордюков- "Радиолокационные системы", Издательство: "Сибирский федеральный университет (СФУ)", Красноярск, 2011 - (400 с.)  
<https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=229384>.

### 5.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

1. СДО "Прометей";
2. Office;
3. Windows;
4. Matlab;
5. Майнд Видеоконференции;
6. LabView.

### 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. Электронные ресурсы издательства Springer - <https://link.springer.com/>
7. База данных Web of Science - <http://webofscience.com/>
8. База данных Scopus - <http://www.scopus.com>
9. Национальная электронная библиотека - <https://rusneb.ru/>
10. ЭБС "Консультант студента" - <http://www.studentlibrary.ru/>
11. Электронная библиотека МЭИ (ЭБ МЭИ) - <http://elib.mpei.ru/login.php>

## 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 лабораторных занятий	Е-801/1, Учебная лаборатория радиолокационных и радионавигационных систем	парта со скамьей, стол преподавателя, стол, стол компьютерный, стул, вешалка для одежды, доска меловая, мультимедийный проектор, экран, доска маркерная, лабораторный стенд, ноутбук
Учебные аудитории для проведения промежуточной аттестации	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
Помещения для самостоятельной работы	Е-614, Компьютерный класс каф. "РТП и АС"	стол, стол компьютерный, стул, шкаф для документов, доска меловая, компьютерная сеть с

		выходом в Интернет, мультимедийный проектор, экран, компьютер персональный, кондиционер
Помещения для консультирования	Е-801/7, Преподавательская каф. "РТП"	парта, стол компьютерный, стул, шкаф, стол письменный
Помещения для хранения оборудования и учебного инвентаря	Е-800/7, Архив каф. "РТП и АС"	стол, стул, шкаф для документов, вешалка для одежды, холодильник

**БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ****Теория и техника радиолокации и радионавигации**

(название дисциплины)

**1 семестр****Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:**

- КМ-1 Защита лабораторной работы №1 (Коллоквиум)  
 КМ-2 Защита лабораторной работы №2 (Коллоквиум)  
 КМ-3 Защита лабораторной работы №3 (Коллоквиум)  
 КМ-4 Контрольная работа "Зондирующие радиолокационные сигналы" (Контрольная работа)  
 КМ-5 Защита расчётного задания (Расчетно-графическая работа)  
 КМ-6 Защита лабораторной работы №4 (Коллоквиум)

**Вид промежуточной аттестации – Экзамен.**

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4	КМ-5	КМ-6
		Неделя КМ:	4	8	12	14	15	16
1	Принципы построения радиолокационных систем							
1.1	Принципы построения радиолокационных систем		+				+	
2	Методы измерения дальности и скорости							
2.1	Методы измерения дальности и скорости			+	+		+	
3	Методы обзора пространства и измерения угловых координат							
3.1	Методы обзора пространства и измерения угловых координат			+	+		+	
4	Принципы построения и основные характеристики автономных радионавигационных систем							
4.1	Принципы построения и основные характеристики автономных радионавигационных систем					+	+	+
5	Борьба с активными и пассивными помехами. Перспективы развития теории и техники радиолокационных и радионавигационных систем							
5.1	Борьба с активными и пассивными помехами. Перспективы развития теории и техники радиолокационных и радионавигационных систем					+		+
Вес КМ, %:			18	18	18	10	18	18