

**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: Киберфизические системы и интернет вещей

Уровень образования: высшее образование - магистратура

Форма обучения: Очно-заочная


**Рабочая программа дисциплины**  
**ЛОКАЦИОННЫЕ МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ОБЪЕКТОВ И СРЕД**

<b>Блок:</b>	<b>Блок 1 «Дисциплины (модули)»</b>
<b>Часть образовательной программы:</b>	<b>Часть, формируемая участниками образовательных отношений</b>
<b>№ дисциплины по учебному плану:</b>	<b>Б4.Ч.01</b>
<b>Трудоемкость в зачетных единицах:</b>	<b>1 семестр - 2;</b>
<b>Часов (всего) по учебному плану:</b>	<b>72 часа</b>
<b>Лекции</b>	<b>1 семестр - 36 часа;</b>
<b>Практические занятия</b>	<b>не предусмотрено учебным планом</b>
<b>Лабораторные работы</b>	<b>не предусмотрено учебным планом</b>
<b>Консультации</b>	<b>проводится в рамках часов аудиторных занятий</b>
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>1 семестр - 35,7 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>Тестирование</b> <b>Контрольная работа</b>	
<b>Промежуточная аттестация:</b>	
<b>Зачет</b>	<b>1 семестр - 0,3 часа;</b>

**Москва 2023**

**ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:**


Преподаватель

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Михайлов М.С.
	Идентификатор	R88495daf-MikhailovMS-74da3f0e

М.С. Михайлов


**СОГЛАСОВАНО:**

Руководитель  
образовательной программы

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Стрелков Н.О.
	Идентификатор	R784cde94-StrelkovNO-f448f943

Н.О. Стрелков

Заведующий выпускающей  
кафедрой

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Шалимова Е.В.
	Идентификатор	Rf4bb1f0c-ShalimovaYV-f267ebd6

Е.В. Шалимова

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

**Цель освоения дисциплины:** углубленное изучение методов и средств радиолокации, применяемых при дистанционном исследовании объектов и сред

### Задачи дисциплины

- освоение основ анализа работы и расчета технических характеристик радиолокационных систем дистанционного исследования объектов и сред;
- изучение методов оценки помехоустойчивости радиолокационных систем дистанционного исследования объектов и сред.

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: - методы расчета основных характеристик радиотехнических систем дистанционного исследования объектов и сред.
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	уметь: - выполнять расчет основных показателей качества радиотехнических систем дистанционного исследования объектов и сред.
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 радиотехнических систем дистанционного исследования объектов и сред.
ПК-2 Способен проектировать радиотехнические устройства, приборы и их узлы, системы и комплексы сбора и обработки данных и управления устройствами с учетом заданных требований в том числе и бортового базирования	ИД-2 <sub>ПК-2</sub> Умеет разрабатывать радиотехнические устройства, приборы, системы и комплексы с применением современных пакетов программ для сквозного проектирования	уметь: - разрабатывать радиотехнические системы дистанционного исследования объектов и сред с использованием современных пакетов программ для сквозного проектирования.

## **2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО**

Дисциплина относится к факультативным дисциплинам основной профессиональной образовательной программе Киберфизические системы и интернет вещей (далее – ОПОП), направления подготовки 11.04.01 Радиотехника, уровень образования: высшее образование - магистратура.

Базируется на уровне высшего образования (бакалавриат, специалитет).

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 2 зачетных единицы, 72 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	Характеристики объектов радиолокационного наблюдения в радиофизических задачах	12	1	6	-	-	-	-	-	-	-	6	-	<p><b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Повторение материала по разделу "Характеристики объектов радиолокационного наблюдения в радиофизических задачах" <b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Характеристики объектов радиолокационного наблюдения в радиофизических задачах" <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [1], стр. 13-76 [2], стр. 6-32</p>
1.1	Характеристики объектов радиолокационного наблюдения в радиофизических задачах	12		6	-	-	-	-	-	-	-	6	-	
2	Общие проблемы дистанционного зондирования при радиофизических исследованиях окружающей среды. Устройства пассивного визирования в СВЧ и ИК диапазонах.	16		8	-	-	-	-	-	-	-	-	8	
2.1	Общие проблемы дистанционного зондирования при	16	8	-	-	-	-	-	-	-	-	8	-	<p><b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Повторение материала по разделу "Общие проблемы дистанционного зондирования при радиофизических исследованиях окружающей среды. Устройства пассивного визирования в СВЧ и ИК диапазонах." <b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Общие проблемы дистанционного зондирования при радиофизических исследованиях окружающей среды. Устройства пассивного визирования в СВЧ и</p>

	радиофизических исследованиях окружающей среды. Устройства пассивного визирования в СВЧ и ИК диапазонах.											ИК диапазонов." <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [1], стр. 138-175 [2], стр. 51-65
3	Прецизионная радиовысотометрия из космоса	20	10	-	-	-	-	-	-	10	-	<b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Повторение материала по разделу "Прецизионная радиовысотометрия из космоса"
3.1	Прецизионная радиовысотометрия из космоса	20	10	-	-	-	-	-	-	10	-	<b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Прецизионная радиовысотометрия из космоса" <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [1], стр. 210-248
4	Основы теории радиолокаторов с синтезированным раскрытием антенны.	23.4	12	-	-	-	-	-	-	11.4	-	<b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Повторение материала по разделу "Основы теории радиолокаторов с синтезированным раскрытием антенны."
4.1	Основы теории радиолокаторов с синтезированным раскрытием антенны.	23.4	12	-	-	-	-	-	-	11.4	-	<b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Основы теории радиолокаторов с синтезированным раскрытием антенны." <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [1], стр. 249-285
	Зачет	0.6	-	-	-	-	-	-	0.3	-	0.3	
	Всего за семестр	72.0	36	-	-	-	-	-	0.3	35.4	0.3	
	Итого за семестр	72.0	36	-	-	-	-	-	0.3	35.7		

**Примечание:** Лек – лекции; Лаб – лабораторные работы; Пр – практические занятия; КПр – 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. Характеристики объектов радиолокационного наблюдения в радиофизических задачах

1.1. Характеристики объектов радиолокационного наблюдения в радиофизических задачах

Основные определения. Принципы измерения координат и параметров движения объектов. Локационные цели. Сложные и групповые цели. Объемно-распределенные цели. Поверхностно-распределенные цели. Тактико-технические характеристики локационных систем. Энергетические соотношения в задачах дистанционного зондирования. Статистический подход к синтезу оптимальных алгоритмов обнаружения и оценки параметров радиолокационных сигналов. Расчеты характеристик обнаружения и потенциальных точностных характеристик локационных систем..

#### 2. Общие проблемы дистанционного зондирования при радиофизических исследованиях окружающей среды. Устройства пассивного визирования в СВЧ и ИК диапазонах.

2.1. Общие проблемы дистанционного зондирования при радиофизических исследованиях окружающей среды. Устройства пассивного визирования в СВЧ и ИК диапазонах.

Требования к носителям приборов дистанционного зондирования, предназначенных для исследования окружающей среды. Формирование орбит космических носителей аппаратуры дистанционного зондирования Земли. Комплексование аппаратуры дистанционного зондирования, системы сбора и передачи информации. Устройства пассивного визирования в СВЧ и ИК диапазонах. Особенности пассивного визирования. Радиотепловое излучение. Радиометрические приемники. Реализация спутниковых радиометрических комплексов. Пассивная локация малозаметных объектов. Пассивное визирование в инфракрасном диапазоне Устройства пассивного визирования в СВЧ и ИК диапазонах..

#### 3. Прецизионная радиовысотометрия из космоса

3.1. Прецизионная радиовысотометрия из космоса

Задачи, решаемые прецизионным радиовысотометром космического базирования. Обзор современного состояния спутниковой радиовысотометрии. Анализ статистических характеристик сигналов прецизионного радиовысотомера, отраженных от морской поверхности. Синтез оптимальных алгоритмов обработки отраженных сигналов и оценка потенциальной точности измерения высоты. Особенности реализации структурной схемы прецизионного радиовысотомера..

#### 4. Основы теории радиолокаторов с синтезированным раскрывом антенны.

4.1. Основы теории радиолокаторов с синтезированным раскрывом антенны.

Назначение радиолокаторов с синтезированной апертурой и способы обзора пространства. Принцип получения высокого разрешения по поверхности. Анализ траекторного сигнала. Принцип обработки сигналов РСА. Расчет основных параметров и выбор формы зондирующего сигнала. Принципы построения РСА. Структурная схема РСА и оценка качества получаемой информации. Системы цифровой обработки. Интерферометрический режим работы РСА..

### **3.3. Темы практических занятий**

не предусмотрено

**3.4. Темы лабораторных работ**  
не предусмотрено

**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	
<b>Знать:</b>						
методы расчета основных характеристик радиотехнических систем дистанционного исследования объектов и сред	ИД-1 <sub>ОПК-1</sub>	+				Тестирование/Тест «Основные характеристики радиотехнических систем исследования объектов и сред»
<b>Уметь:</b>						
выполнять расчет основных показателей качества радиотехнических систем дистанционного исследования объектов и сред	ИД-1 <sub>ОПК-2</sub>			+		Контрольная работа/Контрольная работа «Прецизионная радиовысотометрия»
анализировать результаты работы радиотехнических систем дистанционного исследования объектов и сред	ИД-2 <sub>ОПК-2</sub>		+			Контрольная работа/Контрольная работа «Расчет основных параметров радиометра»
разрабатывать радиотехнические систем дистанционного исследования объектов и сред с использованием современных пакетов программ для сквозного проектирования	ИД-2 <sub>ПК-2</sub>				+	Контрольная работа/Контрольная работа «Радиолокатор с синтезированной апертурой антенны»

## **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. Контрольная работа «Прецизионная радиовысотометрия» (Контрольная работа)
2. Контрольная работа «Радиолокатор с синтезированной апертурой антенны» (Контрольная работа)
3. Контрольная работа «Расчет основных параметров радиометра» (Контрольная работа)
4. Тест «Основные характеристики радиотехнических систем исследования объектов и сред» (Тестирование)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

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

*Зачет (Семестр №1)*

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

В диплом выставляется оценка за 1 семестр.

**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. "Дистанционное зондирование Земли", Издательство: "Сибирский федеральный университет (СФУ)", Красноярск, 2014 - (196 с.)  
<https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=364521>.

### **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. Python;
6. GNU Octave.

### **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. ЭБС "Консультант студента" - <http://www.studentlibrary.ru/>

5. 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
Учебные аудитории для проведения промежуточной аттестации	Ж-120, Машинный зал ИВЦ	сервер, кондиционер
Помещения для самостоятельной работы	Е-614, Учебная лаборатория цифровых устройств и программируемых логических интегральных схем (ЦУ и ПЛИС)	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-618, Преподавательская каф. "РТП и АС"	кресло рабочее, рабочее место сотрудника, стеллаж для хранения инвентаря, стол, стул, шкаф для документов, шкаф для одежды, компьютерная сеть с выходом в Интернет, многофункциональный центр, компьютер персональный, принтер, холодильник, кондиционер, запасные комплектующие для оборудования
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

### Локационные методы исследования объектов и сред

(название дисциплины)

#### 1 семестр

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

- КМ-1 Тест «Основные характеристики радиотехнических систем исследования объектов и сред» (Тестирование)  
 КМ-2 Контрольная работа «Расчет основных параметров радиометра» (Контрольная работа)  
 КМ-3 Контрольная работа «Прецизионная радиовысотометрия» (Контрольная работа)  
 КМ-4 Контрольная работа «Радиолокатор с синтезированной апертурой антенны» (Контрольная работа)

**Вид промежуточной аттестации – Зачет.**

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4
		Неделя КМ:	4	8	12	15
1	Характеристики объектов радиолокационного наблюдения в радиофизических задачах					
1.1	Характеристики объектов радиолокационного наблюдения в радиофизических задачах		+			
2	Общие проблемы дистанционного зондирования при радиофизических исследованиях окружающей среды. Устройства пассивного визирования в СВЧ и ИК диапазонах.					
2.1	Общие проблемы дистанционного зондирования при радиофизических исследованиях окружающей среды. Устройства пассивного визирования в СВЧ и ИК диапазонах.			+		
3	Прецизионная радиовысотометрия из космоса					
3.1	Прецизионная радиовысотометрия из космоса				+	
4	Основы теории радиолокаторов с синтезированным раскрывом антенны.					
4.1	Основы теории радиолокаторов с синтезированным раскрывом антенны.					+
Вес КМ, %:			10	30	30	30