

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 методы и устройства формирования и обработки сигналов

Уровень образования: высшее образование - магистратура

Форма обучения: Очная

Рабочая программа дисциплины
ТЕОРИЯ И ТЕХНИКА РАДИОЛОКАЦИИ И РАДИОНАВИГАЦИИ

Блок:	Блок 1 «Дисциплины (модули)»
Часть образовательной программы:	Обязательная
№ дисциплины по учебному плану:	Б1.О.05
Трудоемкость в зачетных единицах:	1 семестр - 4;
Часов (всего) по учебному плану:	144 часа
Лекции	1 семестр - 32 часа;
Практические занятия	не предусмотрено учебным планом
Лабораторные работы	1 семестр - 16 часов;
Консультации	1 семестр - 2 часа;
Самостоятельная работа	1 семестр - 93,5 часа;
в том числе на КП/КР	не предусмотрено учебным планом
Иная контактная работа	проводится в рамках часов аудиторных занятий
включая: Коллоквиум Контрольная работа Расчетно-графическая работа	
Промежуточная аттестация:	
Экзамен	1 семестр - 0,5 часа;

Москва 2025

ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:

Преподаватель

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

А.И. Баскаков

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: 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 _{ОПК-1} 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.
ОПК-2 Способен применять современные методы исследования, представлять и аргументировано защищать результаты выполненной работы	ИД-1 _{ОПК-2} Применяет современные методы научного исследования и разработки радиотехнических устройств и систем	знать: - современные методы исследования и разработки радиолокационных и радионавигационных систем. уметь: - выбирать методы и средства решения задач при разработке радиолокационных и радионавигационных систем; - 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 _{ОПК-2} 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 методы и устройства формирования и обработки сигналов (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 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	-	<u>Изучение материалов литературных источников:</u> [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	-	<u>Изучение материалов литературных источников:</u> [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	-	<u>Изучение материалов литературных источников:</u> [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	-	<u>Изучение материалов литературных источников:</u> [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	-	<i><u>Изучение материалов литературных источников:</u></i> [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		
	Всего за семестр	144.0	32	16	-	-	2	-	-	0.5	60	33.5		
	Итого за семестр	144.0	32	16	-	2		-		0.5	93.5			

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

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

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. 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/elib/view.php?id=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/elib/view.php?id=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 / Российский пакет офисных программ;
3. Windows / Операционная система семейства Linux;
4. Видеоконференции (Майнд, Сберджаз, ВК и др);
5. SimInTech;
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
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	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-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