



МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования

«МИРЭА — Российский технологический университет»

**РТУ МИРЭА**

---

---

**УТВЕРЖДАЮ**  
Первый проректор

\_\_\_\_\_ Н.И. Прокопов  
« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

### **2.1.6 «Радиолокация и радионавигация»**

Научная специальность

### **2.2.16 «Радиолокация и радионавигация»**

Форма обучения

**Очная**

Москва 2025

### **1. Цели освоения дисциплины**

Целями освоения дисциплины «Радиолокация и радионавигация» являются:

1. формирование у аспирантов знаний в области науки и техники, использующей радиоволны для извлечения информации в средствах радиолокации и радионавигации
2. формирование представлений об исследовании, разработке, проектировании, испытании, сертификации и эксплуатации радиолокационных и радионавигационных систем и устройств

### **2. Место дисциплины в структуре программы аспирантуры**

Дисциплина «Радиолокация и радионавигация» является обязательной дисциплиной образовательного компонента блока «Дисциплины (модули)» учебного плана научной специальности 2.2.16 «Радиолокация и радионавигация».

### **3. Требования к результатам освоения дисциплины «Радиолокация и радионавигация»**

В ходе освоения дисциплины «Радиолокация и радионавигация» идет дальнейшее формирование элементов (знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности) аспиранта:

способность к самостоятельному обучению новым методам исследования, способность к пониманию основных проблем в своей предметной области, выбору методов и средств их решения;

способность самостоятельно приобретать и использовать в практической деятельности новые знания и умения, в том числе в новых областях знаний, непосредственно не связанных со сферой своих исследований;

способность анализировать состояние научно-технической проблемы, систематизировать и обобщать научно-техническую информацию по теме исследований;

способность оценивать научную значимость и перспективы прикладного использования результатов исследований.

В результате освоения дисциплины аспирант должен:

Знать:

роль и место радионавигационного и радиолокационного оборудования в обеспечении безопасности полетов;

принципы построения радионавигационных и радиолокационных систем и устройств, перспективы их совершенствования;

назначение основных узлов радиолокационных и радионавигационных систем, систем обработки и отображения радиолокационной информации, элементную базу современных радиолокационных и радионавигационных

систем.

Уметь:

рассчитывать основные навигационные параметры, местонахождения ВС и точность его определения;

рассчитывать точностные характеристики амплитудных, фазовых, частотных и импульсных угломерных, дальномерных и разностно-дальномерных систем;

анализировать характер воздействия помех на радионавигационные устройства и системы;

грамотно провести выбор, обоснование и расчет тактико-технических характеристик радиолокационных систем.

Владеть:

методиками экспериментальных исследований радионавигационных и радиолокационных систем и устройств, использования литературных и справочных источников, использования компьютерных технологий для исследования радионавигационных и радиолокационных систем и расчета их параметров.

#### 4. Содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины «Радиолокация и радионавигация» составляет 3 зачетных единицы (108 акад. часов).

**4.1. Распределение объема дисциплины по разделам (темам), семестрам, видам учебной работы и формам контроля.**

№ раздела	Семестр	Неделя семестра	Объем (в акад. час.)							Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра)  Формы промежуточной аттестации (по семестрам)	
			Всего	Контактная работа (по видам учебных занятий)				СР	Контроль		
				Всего	ЛК	ПР	СР под рук.				
1	4	1	4	2	2			2		Устное собеседование	
1	4	2	6	2		2		2	2	Выполнение практических заданий	
2	4	3	4	2	2			2		Устное собеседование	
2	4	4	6	2		2		2	2	Выполнение практических заданий	
3	4	5	4	2	2			2		Устное собеседование	
4	4	6	6	2		2		2	2	Выполнение практических заданий	
4	4	7	4	2	2			2		Устное собеседование	
4	4	8	6	2		2		2	2	Выполнение практических заданий	
5	4	9	4	2	2			2		Устное собеседование	
5	4	10	6	2		2		2	2	Выполнение практических заданий	

№ раздела	Семестр	Неделя семестра	Объем (в акад. час.)							Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра)  Формы промежуточной аттестации (по семестрам)
			Всего	Контактная работа (по видам учебных занятий)				СР	Контроль	
				Всего	ЛК	ПР	СР под рук.			
6	4	11	4	2	2			2		Устное собеседование
6	4	12	6	2		2		2	2	Выполнение практических заданий
6	4	13	4	2	2			2		Устное собеседование
6	4	14	6	2		2		2	2	Выполнение практических заданий
7	4	15	4	2	2			2		Устное собеседование
7	4	16	6	2		2		2	2	Выполнение практических заданий
7	4	17	4	2	2			2		Устное собеседование
7	4	18	8	2		2		2	4	Выполнение практических заданий
По материалам курса			16						16	Экзамен
Всего в 4 семестре:			108	36	18	18	0	36	36	
Всего:			108	36	18	18	0	36	36	

#### 4.2. Наименование и содержание разделов дисциплины

Номер темы	Наименование темы	Содержание темы
1	Системы и устройства радиолокации.	<p>Области применения и задачи радиолокации. Виды радиолокации. Обзор пространства. Виды обзора, зона обзора и время обзора.</p> <p>Физические основы радиолокации. Эффективная площадь рассеяния (ЭПР) целей. Поляризационная матрица рассеяния. Модели реальных точечных и протяженных целей. Наблюдаемость точечных целей на фоне протяженных (радиолокационный контраст).</p> <p>Дальность действия РЛС. Влияние атмосферы и подстилающей поверхности на дальность действия РЛС.</p> <p>Устройства обнаружения (обнаружители) радиолокационных сигналов. Структуры обнаружителей. Обнаружители пачек когерентных и некогерентных радиоимпульсов на фоне шума и коррелированных помех. Цифровые обнаружители. Знаковые, ранговые, робастные и адаптивные обнаружители. Методы стабилизации уровня ложных тревог. Пороговая мощность радиолокационного сигнала.</p> <p>Разрешающая способность по дальности, угловым</p>

Номер темы	Наименование темы	Содержание темы
		<p>координатам и скорости. Выбор зондирующего сигнала. Простые и сложные сигналы. Двумерная корреляционная функция (ДКФ) зондирующего сигнала. Функция неопределенности (ФН) и диаграмма неопределенности (ДН) радиолокационных сигналов. Методы измерения координат и параметров движения целей. Следящие и неследящие измерители. Фазовые, частотные и импульсные дальномеры. Радиодальномеры со сложными сигналами. Пределы однозначного измерения, разрешающая способность и точность радиодальномеров. Измерители радиальной скорости целей. Пределы однозначного измерения, разрешающая способность и точность измерителей скорости. Амплитудные и фазовые одноканальные пеленгаторы. Амплитудные, фазовые и суммарно-разностные моноимпульсные пеленгаторы. Пределы однозначного измерения, разрешающая способность и точность пеленгаторов. Измерители угловых скоростей. Пассивные, активные и комбинированные помехи. Характеристики помех. Борьба с пассивными помехами. Селекция движущихся целей (СДЦ). Когерентно-импульсные РЛС. Режекция пассивных помех с помощью гребенчатых фильтров (РГФ). Цифровые РГФ. Качество подавления помех. РЛС с синтезированной апертурой (РСА). Выбор параметров РСА и структуры цифровой обработки. Радиоинтерферометры со сверхдлинной базой. Апертурный синтез. Радиовидение. Пространственно-временная обработка сигналов. Автокомпенсаторы активных помех. Вторичная обработка радиолокационной информации. Обнаружение и сопровождение траекторий. Калмановская фильтрация траекторий. Многопозиционная радиолокация. Обнаружение сигналов теплового радиоизлучения. Схемы радиометров. Методы и устройства измерения координат источников теплового радиоизлучения. Подповерхностная радиолокация. Нелинейная радиолокация.</p>
2	Системы и устройства радионавигации.	<p>Методы определения местоположения объекта и способы вывода его в заданную точку пространства. Принципы радионавигации и методы технической реализации радионавигационных систем (РНС) и устройств (РНУ). Методы радиуправления в радионавигации. Элементы теории автоматического управления объектами. Контур следящего управления и</p>

Номер темы	Наименование темы	Содержание темы
		<p>его основные звенья.</p> <p>Командное следящее радиоуправление, автономное радиоуправление, радиоуправление при наведении по лучу, управление космическими аппаратами. Особенности радиолиний управления объектами.</p> <p>Автономные РНС: системы счисления пути. Радиосистемы навигации по геофизическим полям Земли. Радиовысотомеры и доплеровские измерители скорости и угла сноса летательных аппаратов (ДИС). Корреляционно-экстремальные измерители скорости. Обзорно-сравнительные радионавигационные системы. Системы навигации по рельефу и карте местности. Комплексирование навигационных систем с радиотехническими и нерадиотехническими датчиками. Интегрированные РНС.</p> <p>Радиосистемы дальней навигации (РСДН). Построение глобальных и региональных РСДН. Фазовые и импульсно-фазовые РСДН, использующие дальномерные и разностно-дальномерные методы определения местоположения. Погрешности РСДН. Спутниковые радионавигационные системы (СРНС). Передача сведений об орбитах спутников потребителю для целей навигации. Особенности построения и функционирования СРНС. Влияние атмосферы и космической среды на характеристики СРНС. Методы определения местоположения в СРНС: доплеровский, дальномерный, разностно-дальномерный.</p> <p>Радиосистемы ближней навигации (РСБН). Радиосистемы посадки летательных аппаратов. Точность определения местоположения в позиционных РНС. Линии и поверхности положения. Ошибки линий положения. Ошибки определения местоположения на плоскости и в пространстве. Эллипс и эллипсоид ошибок положения. Рабочие зоны РНС. Геометрический фактор.</p>
3	Особенности передачи информации в многопозиционных радиолокационных и радионавигационных системах.	<p>Задачи передачи информации. Радиолинии. Диапазон радиоволн в системах передачи информации. Виды радиосистем передачи информации (РСПИ): связные, телеметрические и командные. Канал связи и его характеристики. Пропускная способность канала. Структура радиосигналов. Методы модуляции и кодирования. Защита информации. Критерии качества РСПИ. Цифровые РСПИ.</p>
4	Системы и устройства разрушения информации.	<p>Область применения и задачи систем разрушения информации (радиоэлектронной борьбы - РЭБ). Радиотехническая разведка (РТР). Построение систем и устройств РТР. Определение параметров радиосигналов радиотехнических систем различного назначения</p>

Номер темы	Наименование темы	Содержание темы
		<p>средствами РТР. Методы определения местоположения радиоэлектронных систем (РЭС). Эффективность средств РТР.</p> <p>Методы и средства разрушения информации. Генераторы активных помех. Виды активных помех: заградительные, прицельные, ответные и имитационные.</p> <p>Радиоэлектронная маскировка. Характеристики качества радиомаскировки. Скрытность и незаметность. Общие методы маскировки объектов и уменьшения радиоконтраста РЭС. Использование широкополосных (ШПС) и сверхширокополосных сигналов (СШПС). Маскировка с помощью пассивных помех.</p> <p>Основные организационные методы помехозащиты. Изменение параметров радиосигнала в процессе работы, борьба с помехами с помощью устройств селекции радиосигналов.</p> <p>Защита РЭС от воздействия средств поражения.</p> <p>Эффективность средств РЭБ.</p>
5	Проектирование и конструирование радиоэлектронных средств.	<p>Зависимость технических требований к РЭС от их назначения и условий эксплуатации. Технологичность конструкции. Методы стандартизации в конструировании. Компоновка и комплексная микроминиатюризация радиоэлектронной аппаратуры (РЭА). Интегральная микросхемотехника, большие (БИС) и сверхбольшие (СБИС) интегральные схемы.</p> <p>Печатный монтаж. Ремонтопригодность РЭА. Способы защиты РЭА от воздействия окружающей среды, динамических перегрузок и электромагнитного излучения. Тепловой режим РЭА. Надежность РЭА.</p>
6	Устройства генерирования и формирования сигналов.	<p>Генераторы и автогенераторы в РЛС и РНС. Режимы самовозбуждения, их особенности. Стабильность частоты и методы ее повышения. Стабилизация с помощью высокодобротных колебательных систем (резонаторов). Кварцевые генераторы. Квантовые эталоны частоты. Умножители частоты. Синтезаторы частот. Факторы, ограничивающие мощность генераторов. Суммирование мощностей генераторов.</p> <p>Управление колебаниями (модуляция) в РЛС и РНС. Основы теории линейной и нелинейной модуляции (манипуляции).</p> <p>Генерация и усиление СВЧ колебаний. Основные типы генераторов и усилителей СВЧ в РЛС и РНС.</p>
7	Устройства приема и преобразования сигналов.	<p>Основные типы радиоприемных устройств в РЛС и РНС. Узлы радиоприемников, их схемные решения и расчет. Преобразователи частоты сигналов, смесители и гетеродины. Частотный план радиоприемника.</p>

Номер темы	Наименование темы	Содержание темы
		Детекторы сигналов: амплитудные, частотные и фазовые. Усилители различных частотных диапазонов. Автоматические регулировки в радиоприемниках. Элементная база радиоприемных устройств. Методы проектирования радиоприемников. Моделирование радиоприемников и их элементов. Вторичные источники электропитания.

### 4.3. Лабораторные работы (ЛБ)

Учебным планом не предусмотрены.

### 4.4. Практические занятия (ПР)

№ п/п	Номер темы дисциплины	Тематика практических занятий	Трудоемкость (в акад. часах)
1	1	Разрешающая способность по дальности, угловым координатам и скорости. Выбор зондирующего сигнала. Простые и сложные сигналы. Двумерная корреляционная функция (ДКФ) зондирующего сигнала. Методы измерения координат и параметров движения целей. Амплитудные, фазовые и суммарно-разностные моноимпульсные пеленгаторы. Пределы однозначного измерения, разрешающая способность и точность пеленгаторов. Пассивные, активные и комбинированные помехи. Характеристики помех. Борьба с пассивными помехами. Селекция движущихся целей (СДЦ).	2
2	2	Элементы теории автоматического управления объектами. Контур следящего управления и его основные звенья. Фазовые и импульсно-фазовые РСДН, использующие дальномерные и разностно-дальномерные методы определения местоположения. Погрешности РСДН. Методы определения местоположения в СРНС: доплеровский, дальномерный, разностно-дальномерный. Ошибки определения местоположения на плоскости и в пространстве. Эллипс и эллипсоид ошибок положения. Рабочие зоны РНС. Геометрический фактор.	2
3	4	Виды активных помех: заградительные, прицельные, ответные и имитационные. Изменение параметров радиосигнала в процессе работы, борьба с помехами с помощью устройств селекции радиосигналов.	4
4	5	Компоновка и комплексная микроминиатюризация радиоэлектронной аппаратуры (РЭА).	2



№ п/п	Номер темы дисциплины	Тематика практических занятий	Трудоемкость (в акад. часах)
5	6	Стабильность частоты и методы ее повышения. Стабилизация с помощью высокодобротных колебательных систем (резонаторов). Основы теории линейной и нелинейной модуляции (манипуляции).	4
6	7	Узлы радиоприемников, их схемные решения и расчет. Моделирование радиоприемников и их элементов. Вторичные источники электропитания.	4
<b>Всего:</b>			<b>18</b>

## 5. Учебно-методическое обеспечение для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

Виды самостоятельной работы обучающегося, порядок и сроки ее выполнения:

подготовка к лекциям и практическим занятиям с использованием конспекта лекций, материалов практических занятий и приведенных ниже (п 8.1 и 8.2) источников (в соответствии с расписанием занятий);

оформление отчетов по выполненным практическим заданиям и теоретическая подготовка к их сдаче (в соответствии с расписанием занятий).

Перечень вопросов для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации — в соответствии с тематикой дисциплины.

## 6. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

### 6.1. Описание показателей и критериев оценивания знаний, умений и владений на различных этапах их формирования, описание шкал оценивая

#### 6.1.1. Показатели и критерии оценивания, используемые шкалы оценивания

Показатели оценивания	Критерии оценивания	Средства оценивания	Шкалы оценивания
<b>Умение</b>	Правильность выполнения учебных заданий, аргументированность выводов	<i>Текущий контроль:</i> выполнение устных/письменных заданий, тестирование  <i>Промежуточная аттестация:</i> экзамен	Шкала 1
<b>Знание</b>	Правильность и полнота ответов, глубина понимания вопроса	<i>Текущий контроль:</i> выполнение устных/письменных заданий, тестирование  <i>Промежуточная аттестация:</i> экзамен	Шкала 1
<b>Владение</b>	Обоснованность и аргументированность	<i>Текущий контроль:</i> выполнение практического	Шкала 2

Показатели оценивания	Критерии оценивания	Средства оценивания	Шкалы оценивания
	выполнения учебной деятельности	задания, тестирование <i>Промежуточная аттестация:</i> экзамен	

### 6.1.2. Описание шкал оценивания степени сформированности знаний, умений и владений

#### **Шкала 1.** Оценка сформированности знаний, умений и владений

Обозначения		Формулировка требований к степени сформированности знаний, умений и владений		
Цифр.	Оценка	Знать	Уметь	Владеть
1	Неудовлетворительно	Отсутствие знаний	Отсутствие умений	Отсутствие навыков
2	Неудовлетворительно	Фрагментарные знания	Частично освоенное умение	Фрагментарное применение
3	Удовлетворительно	Общие, но не структурированные знания	В целом успешное, но не систематически осуществляемое умение	В целом успешное, но не систематическое применение
4	Хорошо	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания	В целом успешное, но содержащие отдельные пробелы умение	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы применение навыков
5	Отлично	Сформированные систематические знания	Сформированное умение	Успешное и систематическое применение навыков

#### **Шкала 2.** Комплексная оценка сформированности знаний, умений и владений

Обозначения		Формулировка требований к степени сформированности знаний, умений и владений
Цифр.	Оценка	
1	Неудовлетворительно	Не имеет необходимых представлений о проверяемом материале
2	Удовлетворительно или неудовлетворительно (по усмотрению преподавателя)	Знать на уровне <b>ориентирования</b> , представлений. Субъект учения знает основные признаки или термины изучаемого элемента содержания, их отнесенность к определенной науке, отрасли или объектам, узнает их в текстах, изображениях или схемах и знает, к каким

Обозначения		Формулировка требований к степени сформированности знаний, умений и владений
Цифр.	Оценка	
		источникам нужно обращаться для более детального его усвоения
3	Удовлетворительно	Знать и уметь на <b>репродуктивном</b> уровне. Субъект учения знает изученный элемент содержания репродуктивно: произвольно воспроизводит свои знания устно, письменно или в демонстрируемых действиях
4	Хорошо	Знать, уметь, владеть на <b>аналитическом</b> уровне. Зная на репродуктивном уровне, указывать на особенности и взаимосвязи изученных объектов, на их достоинства, ограничения, историю и перспективы развития и особенности для разных объектов усвоения
5	Отлично	Знать, уметь, владеть на <b>системном</b> уровне. Субъект учения знает изученный элемент содержания системно, произвольно и доказательно воспроизводит свои знания устно, письменно или в демонстрируемых действиях, учитывая и указывая связи и зависимости между этим элементом и другими элементами содержания учебной дисциплины, его значимость в содержании учебной дисциплины

**6.2. Типовые контрольные задания или иные материалы,** необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования знаний, умений и владений в процессе освоения образовательной программы.

**Типовые вопросы и задания для текущего контроля** (оценка сформированности элементов (знаний, умений, навыков) в рамках текущего контроля по дисциплине) по разделам дисциплины

***Примеры вопросов по теме 1:***

1. Сигналы, используемые в РТС. Комплексное представление сигналов. Преобразование Фурье, свойства. Аналоговый, дискретный и цифровой сигнал. Теорема Котельникова.
2. Дальность радиолокационного наблюдения. Оценка на основании энергетических соотношений.
3. Дальность радиолокационного наблюдения. Оценка на основании энергетических соотношений.

***Примеры вопросов по теме 2:***

1. Принцип работы спутниковых радионавигационных систем. Алгоритм определения координат с учетом вида навигационной информации, передаваемой космическими аппаратами.
2. Влияние ошибок измерения на точность определения координат. Геометрический фактор. Влияние атмосферы на навигационные измерения. Многочастотные приемники.

3. Информационное сообщение ГНСС ГЛОНАСС. Суперкадр, кадр, строка информации.

***Примеры вопросов по теме 3:***

1. Канал связи в многопозиционной РТС и его характеристики. Пропускная способность канала.

2. Бистатистические радиолокационные системы.

3. Методы синхронизации в многопозиционных РТС.

***Примеры вопросов по теме 4:***

1. Область применения и задачи систем радиоэлектронной борьбы — (РЭБ), и радиотехнической разведки (РТР).

2. Обнаружение полностью известного детерминированного сигнала на фоне белого шума.

3. Виды помех, характеристики помеховых сигналов

***Примеры вопросов по теме 5:***

1. Методы стандартизации в конструировании. Компоновка и комплексная микроминиатюризация радиоэлектронной аппаратуры.

2. Устройства СВЧ на микрополосковых линиях и на волноводах. Основные характеристики.

3. Отечественные система автоматизированного проектирования радиоэлектронной аппаратуры.

***Примеры вопросов по теме 6:***

1. Основные типы генераторов и усилителей СВЧ-колебаний.

2. Метода сложения мощности в усилителях СВЧ.

3. Синтезаторы частоты.

***Примеры вопросов по теме 7:***

1. Цифровая обработка сигналов. Дискретизация по времени и квантование по уровню. Теорема Котельникова.

2. Искажение радиосигналов в широкополосных системах связи.

3. Методы уплотнения информации в системах радиосвязи.

***Пример практического задания по теме 1:***

1. Рассчитать зоны однозначного обнаружения целей для РЛС с длительностью импульса 100 мс, периодом повторения 5 кГц.

***Пример практического задания по теме 2:***

1. Рассчитать и построить пеленгационную характеристику амплитудного радиопеленгатора.

***Пример практического задания по теме 4:***

1. Сформировать нормальный белый шум. Проверить его численные характеристики. Привести его к белому нормальному шуму с  $m_0=10$ ,  $s_k=23$ .

***Пример практического задания по теме 5:***

1. Зависимость технических требований к РЭС от их назначения и условий эксплуатации. Технологичность конструкции.

***Пример практического задания по теме 6:***

1. Нарисовать схему синтезатора частоты на основе системы ФАПЧ.

***Пример практического задания по теме 7:***

1. Разработать модель гармонического сигнала в дискретном виде (отсчетами). Привести к единицам измерения в секундах. Определить спектр. Сравнить вид спектра с теоретическими результатами.

**Перечень вопросов для подготовки к экзамену** (оценка сформированности элементов (знаний, умений, навыков) в рамках промежуточной аттестации по дисциплине).

1. Виды обзора в радиолокации.
2. Эффективная площадь рассеивания (ЭПР) целей.
3. Основная формула радиолокации, дальность действия РЛС.
4. Обнаружители пачек когерентных и некогерентных импульсов.
5. Знаковые и ранговые, робастные и адаптивные обнаружители.
6. Разрешающая способность радиолокатора по дальности, угловым координатам и скорости.
7. Функции неопределенности и диаграммы неопределенности радиолокационных сигналов.
8. Фазовые, частотные и импульсные радиодальномеры.
9. Амплитудные и фазовые одноканальные пеленгаторы.
10. Виды и характеристики помех.
11. Методы борьбы с пассивными и активными помехами.
12. Принципы синтеза апертуры. Применение РЛС с синтезированной апертурой.
13. Радиointерферометры со сверхдлинной базой и их применение в радиоастрономии.
14. Вторичная обработка радиолокационной информации. Калмановская фильтрация траекторий.
15. Когерентная и некогерентная обработка сигналов в многопозиционном радиолокаторе.
16. Методы и устройства измерения координат источников теплового радиоизлучения.
17. Принципы радионавигации и методы реализации радионавигационных систем.
18. Комплексование навигационных систем с радиотехническими и нерадиотехническими датчиками.
19. Фазовые и импульсно-фазовые системы радионавигации.
20. Спутниковые радионавигационные системы.
21. Радиосистемы ближней навигации.
22. Виды радиосистем передачи информации.
23. Пропускная способность канала связи с шумом.
24. Методы модуляции и кодирования в системах связи.
25. Задачи и принципы построения систем радиотехнической разведки.
26. Методы и средства разрушения информации.

27. Методы радиоэлектронной маскировки объектов.
28. Методы защиты от активных и пассивных помех.
29. Использование радиолокации в биологии, медицине, метрологии и др.
30. Принципы проектирования и конструирования радиоэлектронных средств.
31. Методы оценки надежности радиоэлектронной аппаратуры.
32. Основные типы генераторов и усилителей СВЧ-колебаний.
33. Виды генераторов, используемых в эталонах частоты и времени.
34. Основные типы радиоприемных устройств в РЛС и РНС.
35. Детекторы сигналов: амплитудные, частотные и фазовые.
36. Методы проектирования и моделирования радиоприемников, и их элементов.

### 6.3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности.

Процедуры и средства оценивания элементов знаний, умений и владений по дисциплине «Радиолокация и радионавигация»

Процедура проведения	Средство оценивания				
	Текущий контроль				Промежуточный контроль
	Выполнение устных заданий	Выполнение письменных заданий	Выполнение практических заданий	Выполнение тестовых заданий	Экзамен
Продолжительность контроля	По усмотрению преподавателя	По усмотрению преподавателя	По усмотрению преподавателя	По усмотрению преподавателя	В соответствии с принятыми нормами времени
Форма проведения контроля	Устный опрос	Письменный опрос	Письменный опрос	Письменный опрос	В письменной форме
Вид проверочного задания	Устные вопросы	Письменные задания	Практические задания	Письменный опрос	Экзаменационный билет
Форма отчета	Устные ответы	Ответы в письменной форме	Ответы в письменной форме	Ответы в письменной форме	Ответы в письменной форме
Раздаточный материал	Нет	Справочная литература	Справочная литература	Справочная литература	Справочная литература

### 7. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Дисциплина «Радиолокация и радионавигация» предусматривает лекции и практические занятия. Успешное изучение дисциплины требует посещения лекций, активной работы на практических занятиях, выполнения учебных заданий преподавателя, ознакомления с основной и дополнительной литературой.

В ходе лекций преподаватель излагает и разъясняет основные, наиболее сложные понятия темы, а также связанные с ней теоретические и практические проблемы, дает рекомендации на практическое занятие и указания на самостоятельную работу.

При подготовке к лекционным занятиям аспирантам необходимо: перед очередной лекцией необходимо просмотреть конспект материала предыдущей лекции. При затруднениях в восприятии материала следует обратиться к основным литературным источникам. Если разобраться в материале опять не удалось, то обратитесь к лектору (по графику его консультаций) или к преподавателю на практических занятиях.

Практические занятия завершают изучение наиболее важных тем учебной дисциплины. Они служат для закрепления изученного материала, развития умений и навыков подготовки докладов, сообщений, приобретения опыта устных публичных выступлений, ведения дискуссии, аргументации и защиты выдвигаемых положений, а также для контроля преподавателем степени подготовленности аспирантов по изучаемой дисциплине.

При подготовке к практическому занятию аспиранты имеют возможность воспользоваться консультациями преподавателя.

При подготовке к практическим занятиям аспирантам необходимо:  
приносить с собой рекомендованную преподавателем литературу к конкретному занятию;

до очередного практического занятия по рекомендованным литературным источникам проработать теоретический материал, соответствующей темы занятия;

в начале занятий задать преподавателю вопросы по материалу, вызвавшему затруднения в его понимании и освоении при решении задач, заданных для самостоятельного решения;

в ходе семинара давать конкретные, четкие ответы по существу вопросов;  
на занятии доводить каждую задачу до окончательного решения, демонстрировать понимание проведенных расчетов (анализов, ситуаций), в случае затруднений обращаться к преподавателю.

Аспирантам, пропустившим занятия (независимо от причин), не имеющие письменного решения задач или не подготовившиеся к данному практическому занятию, рекомендуется не позже чем в 2-недельный срок явиться на консультацию к преподавателю и отчитаться по теме, изучавшейся на занятии. Аспиранты, не отчитавшиеся по каждой не проработанной ими на занятиях теме к началу экзаменационной сессии не допускаются к экзамену.

## **8. Ресурсное обеспечение дисциплины**

### **8.1. Основная и дополнительная учебная литература, необходимая для освоения дисциплины**

#### **а) основная литература:**

1. Верба В.С. Радиолокация для всех. — М.: Техносфера, 2020. — 504 с.

#### **б) дополнительная литература:**

1. Дятлов А.П., Кульбикаян Б.Х. Корреляционная обработка широкополосных сигналов в автоматизированных комплексах

радиомониторинга. — М.: Горячая линия-Телеком, 2017. — 332 с. + CD

2. Нахмансон Г.С. Пространственно-временная обработка широкополосных сигналов. — М.: Радиотехника, 2015. — 256 с.

3. Бакулев П.А. Радиолокационные системы: учебник для вузов. — М.: Радиотехника, 2015. — 440 с.

4. Горбунов Ю.Н., Куликов Г.В., Шпак А.В. Радиолокация: стохастический подход. — М.: Горячая линия-Телеком, 2016. — 520 с.

5. Сперанский В.С. Радиолокация. Радиолокационные системы и устройства. — М.: Брис-М, 2011. — 252 с.

6. Сосулин Ю.Г., Костров В.В., Паршин Ю.Н. Оценочно-корреляционная обработка сигналов и компенсация помех. — М.: Радиотехника, 2014. — 632 с.

7. Сперанский В.С. Микропроцессоры и цифровая обработка сигналов: конспект лекций по курсу для студентов. — М., 2013. — CD

8. Сперанский В.С. Проектирование радиотехнических устройств и систем: конспект лекций по курсу для магистров. — М., 2016. — CD

## **8.2. Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети Интернет, необходимые для освоения дисциплины**

1. <http://library.mirea.ru/>

научно-техническая библиотека РТУ МИРЭА

2. <https://e.lanbook.com/>

электронно-библиотечная системы (ЭБС) Издательства «Лань»

**8.3. Информационные технологии**, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем:

- пакет офисных программ Microsoft Office;
- пакет офисных программ LibreOffice;
- среда для разработки программного обеспечения Qt Creator 5.6.

**8.4. Материально-техническая база**, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине

- учебная аудитория;
- компьютерный класс.