

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ПОВОЛЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ



УТВЕРЖДАЮ
Декан РТФ

УТВЕРЖДАЮ /А.Н. Дедов/
(Ф.И.О. декана (директора института))

10.03.2025 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

С.1.2.27 Радиолокационные системы и комплексы с высокой разрешающей способностью

(код и наименование дисциплины по учебному плану)

Направление подготовки
(специальность)

11.05.01 Радиоэлектронные системы и комплексы

Квалификация выпускника

Инженер

(бакалавр/магистр/специалист)

Специализация

Радиолокационные системы и комплексы

Курс 5
Семестр 10

Распределение учебного времени

Трудоемкость по учебному плану	144 / 4	часов/зачетных единиц
Лекции	32	часов
Лабораторные работы	32	часов
Практические занятия	-	часов
Иная контактная работа	-	часов
Всего контактной работы (без учета экз.)	64	часов
Контактная работа по экзамену	-	часов
Курсовой проект (работа)	-	семестр
Самостоятельная работа обучающихся (без учета экз.)	80	часов
Самостоятельная работа по подготовке к экзамену	-	часов
Экзамен	-	семестр
Зачет	-	семестр
БРК, ДЗ	10	семестр

(год)

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО направления подготовки (специальности) 11.05.01 Радиоэлектронные системы и комплексы

Программу составили:

доцент с ученой степенью кандидата наук	РТиМБС	СОГЛАСОВАНО	Е.А. Григорьевых
(должность)	(кафедра)		(И.О. Фамилия)
заведующий кафедрой с ученой степенью доктора наук	РТиМБС	СОГЛАСОВАНО	Р.Г. Хафизов
(должность)	(кафедра)		(И.О. Фамилия)

РАССМОТРЕНА и ОДОБРЕНА на заседании кафедры, за которой закреплена дисциплина
Кафедра радиотехнических и медико-биологических систем

(наименование кафедры)			
20.01.2025	протокол №	6	
(дата)			
Заведующий кафедрой	СОГЛАСОВАНО	Р.Г. Хафизов	
		(И.О. Фамилия)	

Рабочая программа СОГЛАСОВАНА с факультетом (институтом), выпускающей(ими)
кафедрой(ами).

СООТВЕТСТВУЕТ действующей ОП.

Заведующий кафедрой	СОГЛАСОВАНО	Р.Г. Хафизов
		(И.О. Фамилия)

Председатель методической комиссии факультета (института), в который входит
выпускающая кафедра

СОГЛАСОВАНО	А.Н. Дедов
	(И.О. Фамилия)

Эксперт(ы): Власов Никита Михайлович, заместитель главного конструктора АО
Марийский машиностроительный завод - заместитель начальника НТЦ «Коралл»

Рабочая программа проверена и зарегистрирована в УМЦ 12.03.2025 г.

Специалист учебно-методического центра СОГЛАСОВАНО /Т.А. Смирнова/

Раздел 1. ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения дисциплины является достижение планируемых результатов обучения, соответствующих установленным в ОПОП индикаторам достижения компетенций:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения
1. ПК-1 Способен осуществлять анализ состояния научно-технической проблемы, определять цели и выполнять постановку задач проектирования	ПК-1.2 Уметь разрабатывать техническое задание на проектирование	знания: Знать методы анализа состояния научно-технической проблемы, определять цели и выполнять постановку задач проектирования радиолокационных систем и комплексов с высокой разрешающей способностью умения: Уметь разрабатывать техническое задание на проектирование радиолокационных систем и комплексов с высокой разрешающей способностью. навыки: Владеет методами анализа состояния научно-технической проблемы, определять цели и выполнять постановку задач проектирования радиолокационных систем и комплексов с высокой разрешающей способностью
	ПК-1.1 Знать стадии проектирования	знания: Знать стадии проектирования радиолокационных систем и комплексов с высокой разрешающей способностью. умения: Уметь проектировать радиолокационные системы и комплексы с высокой разрешающей способностью. навыки: Имеет навыки анализа состояния научно-технической проблемы, определения цели и постановки задач проектирования радиолокационных систем и комплексов с высокой разрешающей способностью.
2. ПК-2 Способен разрабатывать структурные и функциональные схемы радиоэлектронных систем и комплексов, а также принципиальные схемы радиоэлектронных устройств с применением	ПК-2.1 Знать принципы проектирования радиоэлектронных систем и комплексов	знания: Знать принципы проектирования радиоэлектронных систем и комплексов с высокой разрешающей способностью. умения: Умеет разрабатывать структурные и функциональные схемы радиоэлектронных систем и комплексов с высокой разрешающей способностью, а также принципиальные схемы радиоэлектронных устройств с применением современных САПР и пакетов прикладных программ. навыки: Владеет современными САПР и пакетами прикладных программ для решения задач проектирования радиолокационных систем и комплексов с высокой разрешающей способностью

современных САПР и пакетов прикладных программ	ПК-2.2 Уметь проводить расчеты характеристик радиоэлектронных устройств, радиоэлектронных систем и комплексов	знания: Знает методики проведения расчетов характеристик радиолокационных систем и комплексов с высокой разрешающей способностью. умения: Умеет выполнять расчеты характеристик радиолокационных систем и комплексов с высокой разрешающей способностью. навыки: Владеет методиками проведения расчетов характеристик радиолокационных систем и комплексов с высокой разрешающей способностью
	ПК-2.3 Владеть навыками разработки принципиальных схем РЭУ с применением современных САПР и пакетов прикладных программ	знания: Знает схемотехнику основных узлов радиолокационных систем и комплексов с высокой разрешающей способностью, знает современные САПР. умения: Умеет разрабатывать принципиальные схемы основных узлов радиолокационных систем и комплексов с высокой разрешающей способностью, в том числе, с использованием современных САПР. навыки: Владеет современными САПР для разработки принципиальных схем основных узлов радиолокационных систем и комплексов с высокой разрешающей способностью,

Раздел 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина относится к части, формируемой участниками образовательных отношений ОПОП.

Дисциплина является обязательной

Для продолжения формирования заявленных компетенций необходимы знания предшествующих дисциплин: Радиопередающие устройства (ПК-1), Радиоприемные устройства (ПК-1), Статистическая радиотехника (ПК-1), Основы теории радиолокационных систем и комплексов (ПК-1), Основы теории радионавигационных систем и комплексов (ПК-1), Моделирование радиотехнических систем в LabView (ПК-1), Методы и техника распознавания радиолокационных целей (ПК-1), Основы построения оптических локационных систем (ПК-1), Радиопередающие устройства (ПК-2), Радиоприемные устройства (ПК-2), Основы теории радиолокационных систем и комплексов (ПК-2), Моделирование радиотехнических систем в LabView (ПК-2), Методы и техника распознавания радиолокационных целей (ПК-2), Узлы и элементы радиотехнических систем (ПК-2), Основы построения оптических локационных систем (ПК-2)

Изучаемая дисциплина является основой для продолжения формирования указанных компетенций в следующих практиках: Преддипломная практика (ПК-1), Производственная практика. Научно-исследовательская работа (ПК-1), Преддипломная практика (ПК-2); государственной итоговой аттестации в форме: Выполнение и защита выпускной квалификационной работы (ПК-1), Выполнение и защита выпускной квалификационной работы (ПК-2)

Раздел 3. ОПИСАНИЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Для формирования заявленных компетенций используются методологические технологии,

реализующие деятельностный, личностно-ориентированный, практико-ориентированный подходы.

Основными стратегическими технологиями являются: лекционные занятия, практические и лабораторные занятия

На достижение конкретных целей обучения направлены применяемые тактические технологии: классическая лекция, задания, информационные

Раздел 4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

10 семестр

Виды и темы занятий	Количество часов	Формируемые компетенции
Разрешающая способность радиолокационных систем	18	ПК-1, ПК-2
Лекция. Введение. Методы разрешения сигналов. Разрешающая способность радиолокационных систем. Согласованное разрешение радиолокационных сигналов, методы повышения эффективности согласованного разрешения по дальности, скорости и угловым координатам. Рассогласованное разрешение: неадаптивное и адаптивное. Оптимальное разрешение.	4	
Лабораторная работа. Изучение контрольно-измерительной аппаратуры	6	
Задания для самостоятельной работы, в том числе выполнение Домашнее задание. Изучить рекомендованную литературу.	8	
Разрешение целей при пространственно-временной обработке сигналов	22	ПК-1, ПК-2
Лекция. Разрешение целей при пространственно-временной обработке сигналов. Функция рассогласования пространственно-временного сигнала: для заполненных антенных решеток, для разреженных антенных решеток и многопозиционных систем. Разрешение когерентных пространственно-временных сигналов при наличии внешнего источника шума. Оптимизация структуры пространственно-временных сигналов при случайном размещении приемных элементов разреженной антенной решетки в когерентных многопозиционных системах. Особенности оптимизации структуры пространственно-временных сигналов от движущихся источников.	6	
Лабораторная работа. Синтез и обработка сложных сигналов.	4	
Задания для самостоятельной работы, в том числе выполнение Домашнее задание. Изучить рекомендованную литературу.	12	
Методы разрешения сигналов по частоте	20	ПК-1, ПК-2
Лекция. Методы разрешения сигналов по частоте. Традиционные методы спектрального анализа случайных сигналов. Авторегрессионное оценивание спектральной плотности мощности сигналов (СПМ), оценивание СПМ на основе скользящего среднего, оценивание СПМ на основе авторегрессии и скользящего среднего. Метод гармонического разложения Писаренко. Спектральное оценивание методом	4	

Прони. Спектральное оценивание с помощью метода максимального правдоподобия. Использование методов спектрального оценивания для спектрального сглаживания, формирования лучей в диаграмме направленности антенной решетки. Решетчатые фильтры.		
Лабораторная работа. Синтез и обработка сложных сигналов.	4	
Задания для самостоятельной работы, в том числе выполнение Домашнее задание. Изучить рекомендованную литературу.	12	
Оптимальное разрешение сигналов в адаптивных решетках	20	ПК-1, ПК-2
Лекция. Оптимальное разрешение сигналов в адаптивных решетках. Оптимальная обработка сигналов в адаптивных антенных решетках, пределы эффективности в установившемся режиме. Адаптивные алгоритмы обработки сигналов на фоне активных шумовых маскирующих помех. Градиентные алгоритмы, непосредственное обращение выборочной корреляционной матрицы помех, рекуррентные алгоритмы обработки сигналов, алгоритмы случайного поиска. Сравнительные характеристики адаптивных алгоритмов.	4	
Лабораторная работа. Изучение влияния элементов приемопередающего тракта РЛС на эффективность обработки радиолокационных сигналов	4	
Задания для самостоятельной работы, в том числе выполнение Домашнее задание. Изучить рекомендованную литературу.	12	
Радиолокационные системы с высокой разрешающей способностью по дальности	22	ПК-1, ПК-2
Лекция. Радиолокационные системы с высокой разрешающей способностью по дальности. Методы реализации высокой разрешающей способности по дальности. Радиолокационные системы со сложными зондирующими сигналами. Возможности и ограничения. Обработка сигналов при разрешении «блестящих точек» отдельных элементов радиолокационной цели. Радиолокационные системы с многочастотными зондирующими сигналами. Функция рассогласования многочастотных сигналов. Методы обработки многочастотных сигналов. Радиолокационные системы, использующие излучения сверхкоротких импульсов (СКИ). Основные достоинства и недостатки РЛС, использующих СКИ. Радиолокаторы, использующие «видеоимпульсные» зондирующие сигналы. Области применения РЛС, использующих СКИ. Примеры РЛС с высоким разрешением по дальности. Оптимальное разрешение по дальности.	4	
Лабораторная работа. Изучение влияния элементов приемопередающего тракта РЛС на эффективность обработки радиолокационных сигналов.	6	
Задания для самостоятельной работы, в том числе выполнение Домашнее задание. Изучить рекомендованную литературу.	12	
Радиолокационные системы с высоким разрешением по скорости	20	ПК-1, ПК-2
Лекция. Радиолокационные системы с высоким разрешением	4	

по скорости. Методы реализации высокой разрешающей способности по скорости в однопозиционных и многопозиционных РЛС. Радиолокационные системы, использующие длительное когерентное накопление (ДКН) принимаемых сигналов. Возможности радиолокационных систем с ДКН, основные тактико-технические характеристики. Задачи, решаемые РЛС с ДКН. Пути реализации РЛС с ДКН. Возможности РЛС с ДКН по измерению ускорения целей, получению доплеровских портретов целей, в том числе за счет оценки характеристик вторичной модуляции отраженных сигналов. Возможности РЛС, использующих эффект «турбинной» модуляции. Примеры РЛС с высокой разрешающей способностью по скорости.		
Лабораторная работа. Изучение работы РЛС с синтезированной апертурой.	4	
Задания для самостоятельной работы, в том числе выполнение Домашнее задание. Изучить рекомендованную литературу.	12	
Радиолокационные системы с синтезированной апертурой антенны	22	ПК-1, ПК-2
Лекция. Радиолокационные системы с синтезированной апертурой антенны. Задачи, решаемые радиолокаторами с синтезированной апертурой антенны. Принципы радиолокационного синтеза апертуры (РСА). Свойства РЛС с синтезированной апертурой. Разрешающая способность РСА. Структурная схема РСА землеобзора. Обработка сигналов в различных типах РСА: принципы обработки сигналов, траекторный сигнал при переднебоковом наблюдении, доплеровское обострение диаграммы направленности (луча) антенны, «телескопический» обзор. Устройства обработки сигналов в РСА: корреляционно-фильтровое устройство обработки сигналов, цифровая система обработки сигналов, оптическая система обработки сигналов. Двухпозиционные РСА: принцип работы, диаграмма антенной системы двухпозиционной РСА. Обнаружение, разрешение и распознавание неподвижных целей. Обнаружение и селекция движущихся целей. Формирование радиолокационного изображения целей методом инверсного синтеза апертуры антенны, принцип работы инверсной РСА. Формирование радиолокационного изображения морских целей.	6	
Лабораторная работа. Изучение работы РЛС с синтезированной апертурой.	4	
Задания для самостоятельной работы, в том числе выполнение Домашнее задание. Изучить рекомендованную литературу.	12	
Иная контактная работа: дифференцированный зачет (БРК), консультации	0	

Раздел 5. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Изучение дисциплины Радиолокационные системы с высокой разрешающей способностью

рекомендуется начать с ознакомления с рабочей программой, ее структурой и содержанием разделов. Учебный материал структурирован, изучение дисциплины осуществляется в тематической последовательности.

Занятия лекционного типа дают систематизированные знания по дисциплине Радиолокационные системы с высокой разрешающей способностью, концентрируют внимание на наиболее сложных и важных вопросах. Во время лекционных занятий рекомендуется вести конспектирование учебного материала; обращать внимание на формулировки и категории, раскрывающие суть проблемы, явления или процесса; зафиксировать выводы и практические рекомендации. Подготовка к занятиям семинарского типа включает ознакомление с планом лабораторной работы; работу с конспектом лекций, выполнение домашнего задания, работу с учебной и учебно-методической литературой, научными изданиями и электронными образовательными ресурсами, рекомендованными рабочей программой дисциплины Радиолокационные системы с высокой разрешающей способностью. Содержание **самостоятельной работы** определяется рабочей программой дисциплины Радиолокационные системы с высокой разрешающей способностью, оценочными и методическими материалами, заданиями и указаниями преподавателя. Самостоятельная работа может осуществляться в аудиторной и внеаудиторной формах. Эффективным средством осуществления самостоятельной работы является электронная информационно-образовательная среда университета, которая обеспечивает доступ к образовательной программе, рабочей программе дисциплины Радиолокационные системы с высокой разрешающей способностью, к электронным библиотечным системам, профессиональным базам данных и информационным справочным системам. Изучение дисциплины Радиолокационные системы с высокой разрешающей способностью включает выполнение лабораторных работ. Периодичность проведения, формы текущего контроля успеваемости, система оценивания хода освоения дисциплин представлены в рабочей программе. Условия аттестации приведены в технологической карте, входящей в состав рабочей программы дисциплины Радиолокационные системы с высокой разрешающей способностью. Формой промежуточной аттестации по дисциплине Радиолокационные системы с высокой разрешающей способностью является **балльно-рейтинговый контроль**.

Раздел 6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1. Учебно-методическое обеспечение

№№ п/п	Список используемой литературы	Количество экземпляров печатных изданий, имеющих в библиотеке, или электронный адрес издания (ресурса) в сети Интернет
УЧЕБНЫЕ, УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ И НАУЧНЫЕ ИЗДАНИЯ		
1.	Котоусов, Анатолий Сергеевич. Теоретические основы радиосистем. Радиосвязь, радиолокация, радионавигация [Текст] : учеб. пособие для студентов вузов по направлению подгот. дипломир. специалистов № 42 "Радиотехника" и специальности 2016 "Радиоэлектрон. системы" / А. С. Котоусов. М.: Радио и связь, 2002. - 224 с. ISBN 5-256-01640-7. Экземпляры: всего 9.	9
2.	Кондратенков, Геннадий Степанович. Радиовидение. Радиолокационные системы дистанционного зондирования Земли [Текст] : [учеб. пособие для вузов по	10

	специальности 200700 "Радиотехника", 201600 "Радиоэлектр. системы", 201700 "Средства радиоэлектр. борьбы" направления подгот. дипломир. специалистов 654200 "Радиотехника"] / Г. С. Кондратенков, А. Ю. Фролов ; под ред. Г. С. Кондратенкова. М.: Радиотехника, 2005. - 366 с. ISBN 5-88070-071-2. Экземпляры: всего 10.	
3.	Зондирующие сигналы и их обработка в радиолокационных и радионавигационных системах [Текст] : учебное пособие : [для студентов радиотехнических специальностей] / [А. А. Роженцов и др.]; под общ. ред. А. А. Роженцова ; М-во образования и науки РФ, ФГБОУ ВПО "Поволж. гос. технол. ун-т". Йошкар-Ола: ПГТУ, 2013. - 325 с. ISBN 978-5-8158-1198-0. Экземпляры: всего 50.	50
4.	Верба, В. С. Радиолокация для всех [Электронный ресурс] / Верба В. С., Гаврилов К. Ю., Ильчук А. Р., Татарский Б. Г., Филатов А. А. Москва: Техносфера, 2020. - 504 с. ISBN 978-5-94836-555-8.	https://e.lanbook.com/book/175551
5.	Мощенко, Ю. В. Теоретические основы радиотехники. Сигналы [Электронный ресурс] : учебное пособие для вузов / Мощенко Ю. В., Нечаев А. С.; Мощенко Ю. В. 6-е изд., стер. Санкт-Петербург: Лань, 2024. - 216 с. ISBN 978-5-507-46349-7.	https://e.lanbook.com/book/384746
ЭЛЕКТРОННЫЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ		
1.	Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU	http://elibrary.ru
2.	Научная электронная библиотека «Киберленинка»	http://cyberleninka.ru
ПРОФЕССИОНАЛЬНЫЕ БАЗЫ ДАННЫХ И ИНФОРМАЦИОННЫЕ СПРАВОЧНЫЕ СИСТЕМЫ		
1.	Справочно-правовая система Консультант+	http://www.consultant.ru
2.	Профессиональные справочные системы Техэксперт	http://www.cntd.ru

6.2. Материально-техническая база и программное обеспечение

№№ п/п	Аудитории для проведения учебных занятий, самостоятельной работы и проведения государственной итоговой аттестации	Перечень основного оборудования	Программное обеспечение
1.	401 (III)	Вольтметр В7-16 (1), Генератор Г4-102А (1), Генератор сигналов универсальный DG 1022 (2), Генератор сигналов универсальный DG 4102 (2), ИЗДЕЛИЕ ВОЛГА (1), ИЗДЕЛИЕ ДОН (1), Измеритель RLC AM-3123 (1), Измеритель уровня электромагнитного фона АТТ-2593 (1), ИЗМЕРИТЕЛЬ ФАЗ Ф2-34 (1), Источник питания DP 1308А (2), Мультиметр DM3058E (1), Мультиметр AM-1083 (5), ОСЦИЛЛОГРАФ С1-65 (1),	Microsoft Windows Enterprise, Microsoft Office Standard, Агент Dr.Web, Комплект ГАРАНТ-Мастер, Microsoft Access, Microsoft Visio Professional, Microsoft Project Professional, Microsoft Visual Studio Enterprise, Комплект ПО для решения основных пользовательских задач

	Осциллограф цифровой DS 1052E (5), Осциллограф цифровой DS 4054 (1), Осциллограф C1-65 (1), Программно-аппаратный комплекс (1), Проектор мультимедийный Hitachi CP-X 2510 (1), Станция паяльная АТР -1107 (2), ФАЗОИЗМЕРИТЕЛЬ Ф2-34 (1), Комплект учебной мебели (1)	
--	--	--

Раздел 7. ФОРМЫ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ/ ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Критерии оценивания индикаторов достижения компетенций направлены на:

- усвоение теоретического материала (объем знаний, глубина усвоения), предусмотренного рабочей программой;
- умение излагать материал (четкость, грамотность изложения материала, точность и полнота воспроизведения учебного материала);
- умение применять теоретические знания при решении практических заданий.

Шкала оценивания представлена ниже.

Уровень сформированности элементов компетенции	Критерии оценивания	Шкала оценивания
Пороговый уровень	Обучающийся имеет знания основного материала, проявляет умение логично его излагать, но может допускать неточности в изложении материала, недостаточно правильные формулировки, испытывает затруднения в выполнении практических заданий.	удовлетворительно
Продвинутый уровень	Обучающийся твердо знает программный материал, излагает его грамотно и по существу, не допускает существенных неточностей в ответе на вопрос, правильно применяет теоретические положения при решении практических вопросов и задач, владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения	хорошо
Высокий уровень	Обучающийся глубоко и прочно усвоил программный материал, грамотно и логически стройно его излагает, дает исчерпывающие ответы на поставленные вопросы. В ответе тесно увязывается теория с практикой, при этом обучающийся не затрудняется с ответом при видоизменении задания, свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами применения знаний, показывает знакомство с монографической литературой, периодическими изданиями, правильно обосновывает принятые решения, свободно владеет разносторонними навыками, приемами выполнения практических работ	отлично

7.1. Текущий контроль успеваемости

Текущий контроль успеваемости обеспечивает оценивание хода освоения дисциплины (модуля) и производится с применением технологии рейтингового контроля в соответствии с технологической картой дисциплины. Порядок составления технологической карты и

алгоритм проведения процедуры оценивания видов деятельности обучающихся, направленных на освоение знаний, умений, навыков и/или опыта деятельности, по накопительной системе в баллах устанавливается положением о системе РИТМ в ФГБОУ ВО «ПГТУ»

7.2. Промежуточная аттестация обучающихся

Промежуточная аттестация обучающихся направлена на оценивание результатов обучения по дисциплине (модулю) и проводится с использованием фондов оценочных средств.

Примеры типовых контрольных заданий из базы фонда оценочных средств по образовательной программе.

Вопросы к устным опросам

1.

Радиолокационные системы с высоким разрешением по скорости.

2. Методы разрешения сигналов по частоте. Традиционные методы спектрального анализа случайных сигналов.
3. Авторегрессионное оценивание спектральной плотности мощности сигналов. (СПМ), оценивание СПМ на основе скользящего среднего, оценивание СПМ на основе авторегрессии и скользящего среднего.
4. Метод гармонического разложения Писаренко.
5. Спектральное оценивание методом Прони.
6. Спектральное оценивание с помощью метода максимального правдоподобия.
7. Использование методов спектрального оценивания для спектрального сглаживания, формирования лучей в диаграмме направленности антенной решетки. Решетчатые фильтры.
8. Оптимальная обработка сигналов в адаптивных антенных решетках, пределы эффективности в установившемся режиме.
9. Радиолокационные системы с высокой разрешающей способностью по дальности. Методы реализации высокой разрешающей способности по дальности. Радиолокационные системы со сложными зондирующими сигналами. Возможности и ограничения.
10. Радиолокационные системы с многочастотными зондирующими сигналами. Функция рассогласования многочастотных сигналов. Методы обработки многочастотных сигналов.
11. Радиолокационные системы, использующие излучения сверхкоротких импульсов (СКИ).

12. Радиолокационные системы с синтезированной апертурой антенны.
13. Формирование радиолокационного изображения целей методом инверсного синтеза радиолокационной апертуры антенны.

ТЕСТЫ

1. Разрешающая способность в радиолокации это: а) условие, при котором разрешено применение данного вида радиолокационных сигналов; б) минимальная разница в параметрах сигналов, при которой возможно уверенное раздельное обнаружение целей; в) возможность выдавать разрешение на пролет в воздушном пространстве, контролируемом РЛС.
2. Тело неопределенности сигнала это: а) геометрическое тело, ограниченное поверхностью, описываемой модулем нормированной функции неопределенности и плоскостью частотных и временных сдвигов; б) геометрическое тело, профиль поверхности которого восстановлен по результатам анализа отраженного сигнала; в) геометрическое тело неопределенной (произвольной) формы.
3. При использовании простых сигналов одновременное улучшение разрешающей способности по дальности и скорости: а) возможно; б) невозможно; в) простых сигналов не существует.
4. Под сложными сигналами понимаются сигналы: а) которые сложно формировать и обрабатывать; б) сигналы у которых база близка к единице; в) сигналы у которых база много больше единицы.
5. Для решения задачи разрешения наилучшим считается сигнал: а) с ножевидной формой тела неопределенности; б) с кнопочной формой тела неопределенности; в) с плоской формой тела неопределенности.
6. К возможным режимам работы РЛС с синтезированной апертурой не относятся: а) поляризационный режим; б) режим селекции движущихся целей; в) моноимпульсный режим.
7. ЛЧМ сигнал имеет: а) плоскую форму тела неопределенности б) кнопочную форму тела неопределенности; в) ножевидную форму тела неопределенности.
8. М-последовательности могут формироваться: а) каноническими регистрами сдвига; б) реверсивными регистрами сдвига; в) только с помощью аналоговых линий задержки.
9. Не доказано существование бинарных кодов Баркера с размерностью: а) больше 5; б) больше семи; в) больше 13.
10. Разрешающая способность по угловым координатам определяется: а) только эффективным размером антенны; б) соотношением между размером антенны и длиной волны зондирующего сигнала; в) только длиной волны зондирующего

сигнала.

11. РЛС с синтезированной апертурой это: а) РЛС с антенной решеткой с электронным сканированием; б) РЛС, установленная на борту летательного аппарата, в которой высокая разрешающая способность по угловым координатам достигается за счет когерентной обработки сигнала на интервале наблюдения объекта; в) РЛС с цифровым синтезом зондирующего сигнала.
12. При доплеровском облучении луча сферичность фронта волны: а) учитывается; б) не учитывается; в) не имеет значения.
13. РЛС в которых синтезирование апертуры обеспечивается за счет собственного движения цели называются: а) РЛС с прямым синтезированием апертуры; б) РЛС с обратным синтезированием апертуры; в) таких РЛС не существует.
14. Поляризационные и частотные свойства РЛС с синтезированной апертурой определяются: а) свойствами синтезированной апертуры; б) свойствами реальной антенны; в) только алгоритмами обработки принятого сигнала.
15. Результат обработки данных в РЛС с синтезированной апертурой формируется: а) в реальном масштабе времени; б) с задержкой, обусловленной необходимым временем накопления сигнала; в) только после обработки данных человеком-оператором.
16. В истинно когерентных РЛС с синтезированной апертурой когерентность обеспечивается: а) использованием для формирования опорных сигналов сигналов, отраженных от неподвижных объектов в зоне обзора; б) использованием единого высокостабильного опорного генератора; в) навязыванием фазы излучаемого сигнала генератору опорного сигнала.
17. В псевдокогерентных РЛС с синтезированной апертурой когерентность обеспечивается: а) «запоминанием» сигнала передатчика на время одного периода излучения; б) использованием для формирования опорных сигналов сигналов, отраженных от неподвижных объектов в зоне обзора; в) использованием единого высокостабильного опорного генератора.
18. Для сглаживания спекл-шума в РЛС с синтезированной апертурой используется: а) когерентное накопление; б) некогерентное накопление; в) спекл-шум не возникает в РЛС с синтезированной апертурой.
19. В РЛС с синтезированной апертурой с оптической обработкой данных обработка выполняется: а) на борту самолета-носителя оптическим процессором; б) на земле после проявления фотопленки; в) визуально человеком-оператором.
20. В РЛС с синтезированной апертурой автофокусировкой называется: а) процесс предварительного измерения дальности до некоторого объекта и фокусировки реальной антенны на этот объект; б) извлечение информации о фазовых

искажениях из траекторного сигнала и их компенсация при обработке; в) в РЛС с синтезированной апертурой автофокусировка невозможна.

21. К основным алгоритмам автофокусировки не относится: а) алгоритм на основе оценки средней доплеровской частоты; б) алгоритм на основе формирования динамического фазового портрета; в) алгоритм на основе оценки средней амплитуды сигнала.

Перечень вопросов для проведения промежуточной аттестации
ВОПРОСЫ К БРК

22. Разрешающая способность радиолокационных систем. Совместное разрешение по скорости и дальности.
23. Радиолокационные системы с высоким разрешением по угловым координатам.
24. Радиолокационные системы с высоким разрешением по скорости.
25. Методы разрешения сигналов по частоте. Традиционные методы спектрального анализа случайных сигналов.
26. Авторегрессионное оценивание спектральной плотности мощности сигналов
27. Спектральное оценивание с помощью метода максимального правдоподобия.
28. Оптимальная обработка сигналов в адаптивных антенных решетках.
29. Радиолокационные системы с высокой разрешающей способностью по дальности.
30. Радиолокационные системы с многочастотными зондирующими сигналами
31. Радиолокационные системы, использующие излучения сверхкоротких импульсов (СКИ).
32. Радиолокационные системы с синтезированной апертурой антенны. Формирование радиолокационного изображения целей методом инверсного синтеза радиолокационной апертуры антенны.