

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
РЯЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ РАДИОТЕХНИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ В.Ф. УТКИНА

Кафедра радиотехнических систем

## **ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ**

по дисциплине (модулю)

**«Основы теории радиолокационных систем и комплексов»**

Направление подготовки

11.05.01 «Радиоэлектронные системы и комплексы»

Направленность (профиль) подготовки

Радиоэлектронная борьба

Радионавигационные системы и комплексы

Радиосистемы и комплексы управления

Радиоэлектронные системы передачи информации

Уровень подготовки

специалитет

Программа подготовки

специалитет

Квалификация выпускника – инженер

Форма обучения – очная

Рязань 2024

Оценочные материалы по дисциплине «Основы теории радиолокационных систем и комплексов» содержат совокупность учебно-методических материалов (контрольных заданий, описаний форм и процедур), предназначенных для оценки качества освоения обучающимися части основной образовательной программы.

Цель — оценить соответствие знаний, умений и уровня приобретенных компетенций, обучающихся целям и требованиям основной образовательной программы по специальности 11.05.01 «Радиоэлектронные системы и комплексы» как в ходе проведения текущего контроля, так и промежуточной аттестации.

Основная задача — обеспечить оценку уровня сформированности предусмотренных ОПОП компетенций, приобретаемых обучающимся в соответствии с этими требованиями.

Контроль знаний проводится в форме текущего контроля и промежуточной аттестации.

Текущий контроль успеваемости проводится с целью определения степени усвоения учебного материала, своевременного выявления и устранения недостатков в подготовке обучающихся и принятия необходимых мер по совершенствованию методики преподавания учебной дисциплины, организации работы обучающихся в ходе учебных занятий и оказания им индивидуальной помощи.

К контролю текущей успеваемости относятся проверка знаний, умений и навыков, приобретённых обучающимися на лабораторных работах. При выполнении лабораторных работ применяется система оценки «зачтено – не зачтено». Количество лабораторных работ по каждому модулю определено учебным графиком.

Промежуточный контроль по дисциплине осуществляется проведением зачёта и экзамена. Форма проведения экзамена – устный ответ по утвержденным экзаменационным билетам, сформулированным с учетом содержания учебной дисциплины. В экзаменационный билет включается два теоретических вопроса. В процессе подготовки к устному ответу экзаменуемый может составить в письменном виде план ответа, включающий в себя определения, выводы формул, рисунки.

## **1 Паспорт оценочных материалов по дисциплине**

Паспорт оценочных материалов сведён в таблицу 1.

Таблица 1 — Паспорт оценочных материалов

№ п/п	Тема	Код контролируемой компетенции (или её части)	Вид, метод, форма оценочного мероприятия
1	Введение. Историческая справка		
1.1	Цели и задачи радиолокации. Основные понятия радиолокации	ОПК-2.1; ОПК-2.3, ОПК-3.1	Экзамен, зачёт
1.2	История развития радиолокационных систем и комплексов	ОПК-2.1; ОПК-2.3, ОПК-3.1	Экзамен, зачёт
1.3	Современные методы и средства решения задач радиолокации	ОПК-2.1; ОПК-2.3, ОПК-3.1	Экзамен, зачёт
2	Основы построения радиолокационных систем и комплексов		
2.1	Принципы построения радиолокационных систем и комплексов различного уровня сложности	ОПК-2.1; ОПК-2.3, ОПК-3.1	Экзамен, зачёт
2.2	Анализ эффективности функционирования радиолокационных систем и комплексов	ОПК-2.1; ОПК-2.3, ОПК-3.1	Экзамен, зачёт
3	Радиолокационные системы, комплексы и их отдельные подсистемы		

№ п/п	Тема	Код контролируемой компетенции (или её части)	Вид, метод, форма оценочного мероприятия
3.1	Основы функционирования аналоговых улов радиолокационных систем и комплексов	ОПК-2.1; ОПК-2.3, ОПК-3.1	Экзамен, зачёт
3.2	Основы цифровой обработки радиолокационных сигналов	ОПК-2.1; ОПК-2.3, ОПК-3.1	Экзамен, зачёт
4	Перспективы развития радиолокации. Заключение		
4.1	Современные проблемы построения и эксплуатации радиолокационных систем и комплексов	ОПК-2.1; ОПК-2.3, ОПК-3.1	Экзамен
4.2.	Перспективы развития радиолокационных систем и комплексов	ОПК-2.1; ОПК-2.3, ОПК-3.1	Экзамен
4.3	Общие тенденции развития радиолокации	ОПК-2.1; ОПК-2.3, ОПК-3.1	Экзамен

## 2 Шкала оценивания компетенций (результатов)

При оценке компетенций (результатов) учитываются нижеперечисленные аспекты.

1. Уровень усвоения материала, предусмотренного программой.
2. Умение анализировать материал, устанавливать причинно-следственные связи.
3. Качество ответа на вопросы: полнота, аргументированность, убежденность, логичность.
4. Содержательная сторона и качество материалов, приведенных в отчетах студента по лабораторным работам, практическим занятиям.

## 5. Использование дополнительной литературы при подготовке ответов.

Уровень освоения сформированности знаний, умений и навыков по дисциплине оценивается в форме бальной отметки.

**«Отлично»** заслуживает студент, имеющий всестороннее, систематическое и глубокое знание учебно-программного материала, умение свободно выполнять задания, предусмотренные программой, усвоивший основную и знакомый с дополнительной литературой, рекомендованной программой. Как правило, оценка «отлично» выставляется студентам, усвоившим взаимосвязь основных понятий дисциплины в их значении для приобретаемой профессии, проявившим творческие способности в понимании, изложении и использовании учебно-программного материала.

**«Хорошо»** заслуживает студент, обнаруживший полное знание учебно-программного материала, успешно выполняющий предусмотренные в программе задания, усвоивший основную литературу, рекомендованную в программе. Как правило, оценка «хорошо» выставляется студентам, показавшим систематический характер знаний по дисциплине и способным к их самостоятельному пополнению и обновлению в ходе дальнейшей учебной работы и профессиональной деятельности.

**«Удовлетворительно»** заслуживает студент, обнаруживший знания основного учебно-программного материала в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по специальности, справляющийся с выполнением заданий, предусмотренных программой, знакомый с основной литературой, рекомендованной программой. Как правило, оценка «удовлетворительно» выставляется студентам, допустившим погрешности в ответе на экзамене и при выполнении экзаменационных заданий, но обладающим необходимыми знаниями для их устранения под руководством преподавателя.

**«Неудовлетворительно»** выставляется студенту, обнаружившему пробелы в знаниях основного учебно-программного материала, допустившему принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных программой заданий. Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится студентам, которые не могут продолжить обучение или приступить к профессиональной деятельности по окончании вуза без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.

**Оценка «зачтено»** выставляется студенту, который прочно усвоил предусмотренный программный материал; правильно, аргументировано ответил на все вопросы, с приведением примеров; показал глубокие систематизированные знания, владеет приемами рассуждения и сопоставляет материал из разных источников: теорию связывает с практикой, другими темами данного курса, других изучаемых предметов; без ошибок выполнил практическое задание.

Обязательным условием выставленной оценки является правильная речь в быстром или умеренном темпе. Дополнительным условием получения оценки «зачтено» могут стать хорошие успехи при выполнении самостоятельной и контрольной работы, систематическая активная работа на семинарских занятиях.

**Оценка «не зачтено»** выставляется студенту, который не справился с 50% вопросов и заданий билета, в ответах на другие вопросы допустил существенные ошибки. Не может ответить на дополнительные вопросы, предложенные преподавателем. Целостного представления о взаимосвязях, компонентах, этапах развития культуры у студента нет. Оценивается качество устной и письменной речи, как и при выставлении положительной оценки.

### 3 Перечень лабораторных работ и вопросов для контроля

Перечень лабораторных работ и вопросов для контроля сведён в таблицу 2.

Таблица 2 — Перечень лабораторных работ и вопросов для контроля

№ работы	Название лабораторной работы и вопросы для контроля	Шифр
1	Расчет системных параметров РЛС. Энергетические и вероятностные критерии оптимизации РЛС. Внешние и внутренние параметры РЛС. Что такое разрешающая способность РЛС? Как обеспечить однозначность по дальности и скорости? Основные параметры, влияющие на энергетическую дальность обнаружения целей.	3697
2	Исследование дальности действия радиолокационных систем при наличии помех. Как определяется энергетическая дальность действия РЛС в условиях воздействия помех? Каковы факторы, определяющие размеры зоны действия РЛС? Методы борьбы с активными и пассивными помехами.	4277
3	Исследование моделирования радиолокационных помех с унимодальным спектром Виды радиолокационных помех. Типы моделей радиолокационных помех. В чём отличие полимодальных и унимодальных по спектру помех? В чём специфика моделирования и математического описания коррелированных и некоррелированных помех?	4007

4	Моделирование функционирования череспериодного компенсатора пассивных помех Что такое режекция помех? Как оценить эффективность функционирования череспериодного компенсатора помех? Для чего необходимо адаптировать порядок режекторных фильтров? Какие параметры помех влияют на эффективность их подавления?	3761
---	--	------

График выполнения лабораторных работ соответствует расписанию и размещен в лаборатории. Сроки выполнения контрольных работ устанавливаются преподавателем и доводятся до сведения студентов в первые две недели семестра.

#### **4 Вопросы для промежуточной аттестации (экзамен)**

1. Понятие и назначение радиолокации, её место в радиотехнике. Общие принципы работы активной, пассивной и затенной радиолокации.
2. Основные понятия радиолокации: наклонная дальность, энергетическая дальность, разрешение по дальности, однозначная дальность, слепая дальность. Системы координат, используемые в радиолокации.
3. Радиолокационные объекты. Понятие сигналов, шумов и помех в радиолокации. Диффузное рассеяние и зеркальное отражение радиоволн.
4. Физические эффекты, которые используются для решения радиолокационных задач. Пример использования эффекта Доплера для оценки радиальной скорости цели.
5. Типы радиолокационных систем. Их классификация по назначению. Одиночная радиолокационная система и комплекс радиолокационных систем.
6. Основные задачи, решаемые радиолокационными средствами. Объекты радиолокационного наблюдения.
7. Измерение координат в радиолокации. Физические свойства радиоволн, используемые для измерения координат целей.
8. Тактические данные и технические характеристики радиолокационных систем и комплексов. Взаимосвязь технических данных и тактических характеристик.
9. Разрешающие способности радиолокационных систем по различным координатам и скоростям целей. Взаимосвязь разрешающих способностей с техническими характеристиками радиолокационных систем.
10. Общие сведения о методах измерения координат и параметров движения радиолокационных целей. Классификация методов измерения координат.
11. Активные и пассивные РЛС. Структурные схемы пассивной, активной радиолокационной станции с пассивным ответом и активной РЛС с активным ответом.
12. Статистические характеристики радиолокационных сигналов и помех. Структура систем обработки радиолокационных сигналов.

13. Мешающие объекты в радиолокации. Критерии синтеза, структурные схемы и частотные характеристики фильтров подавления коррелированных помех.

14. Проблема однозначного измерения дальности и скорости в импульсных РЛС. Слепые дальности и скорости. Вобуляция периода повторения и частоты несущих колебаний как метод борьбы со слепыми дальностями и скоростями.

15. Спектральные плотности мощности радиолокационных сигналов и помех. Спектры пачек отражённых от подвижных и неподвижных объектов радиоимпульсов.

16. Режекторные фильтры подавления пассивных помех. Синтез нерекурсивных фильтров по критерию минимума мощности помехи на выходе.

17. Методы измерения дальности до цели. Амплитудный метод измерения наклонной дальности.

18. Структурные схемы импульсных радиолокационных систем. Когерентная система накопления отраженных импульсов.

19. Методы измерения дальности до цели. Частотный метод измерения наклонной дальности. Понятие частоты биений.

20. Методы измерения дальности до цели. Фазовый метод измерения наклонной дальности. Принцип действия простейшего фазового дальномера, его недостатки.

21. Методы измерения дальности до цели. Фазовый метод измерения наклонной дальности. Принцип действия усовершенствованного фазового дальномера. Двухчастотный фазовый дальномер.

22. Многопозиционная радиолокация. Триангуляционный метод измерения дальности в многопозиционных локационных системах.

23. Понятие синтезированной апертуры. Принцип действия радиолокационных систем с синтезированной апертурой.

24. Вероятностные характеристики обнаружения целей в радиолокации. Критерий Неймана – Пирсона.

25. Перспективы развития радиолокационных систем. Расширение постановки задачи статистического описания радиолокационных сигналов, их обработки, обнаружения и распознавания.

26. Измерение угловых координат. Классификация методов измерения угловых координат. Понятие пеленгационной характеристики.

27. Классификация амплитудных методов измерения угловых координат. Пеленгация по принципу максимума.

28. Амплитудные методы измерения угловых координат. Пеленгация по методу минимума.

29. Амплитудные методы измерения угловых координат. Метод сравнения. Равносигнальный метод измерения угловых координат.

30. Фазовый метод измерения угловых координат. Пеленгационная характеристика, преимущества и недостатки фазового метода.

31. Методы измерения угловых координат. Частотный метод измерения угловых координат. Комбинированные методы измерения угловых координат.

32. Измерение радиальной скорости. Навигационный треугольник скоростей и его основные компоненты.

33. Физические основы измерения радиальной скорости. Функциональная схема простейшего измерителя доплеровской частоты.

34. Импульсные доплеровские измерители скорости целей. Структурная схема доплеровского импульсного измерителя скорости.



35. Влияние помех на дальность действия и характеристики обнаружения РЛС. Влияние подстилающей поверхности на дальность обнаружения радиолокационных целей.

36. Характеристики обнаружения. Критерий Вальда для двух порогов.

37. Статистическое описание сигналов и помех в радиолокации. Отношение правдоподобия.

38. Обнаружение радиолокационных сигналов. Критерий Неймана – Пирсона. Выбор порога обнаружения и его связь с вероятностями правильного обнаружения, пропуска цели, правильного необнаружения и ложной тревоги.

39. Дальность действия активных радиолокационных систем с пассивным ответом. Основное уравнение радиолокации. Методы повышения дальности обнаружения радиолокационных целей.

40. Моноимпульсный метод измерения угловых координат (мгновенный обзор).

41. Структура системы цифровой обработки радиолокационных сигналов. Организации оперативного запоминающего радиолокационные отражения устройства.

42. Виды обзора пространства (сканирования). Круговой обзор, его практическая реализация и характеристики.

43. Виды обзора пространства (сканирования). Секторный обзор, его практическая реализация и характеристики.

44. Виды обзора пространства (сканирования). Мгновенный обзор и его реализация в виде моноимпульсной РЛС.

45. Виды обзора пространства (сканирования). Спиральный обзор, его практическая реализация и характеристики.

46. Виды обзора пространства (сканирования). Винтовой обзор, его практическая реализация и характеристики.

47. Виды обзора пространства (сканирования). Телевизионный (построчный) обзор, его практическая реализация и характеристики.

48. Виды обзора пространства (сканирования). Программный (адаптивный) обзор, его практическая реализация с помощью фазированных антенных решёток. Многопороговый критерий Вальда последовательных решений.

## **5 Контрольные вопросы для оценки сформированных компетенций**

1. Как связана дальность до цели и временная задержка в импульсном методе измерения дальности?

2. Какие есть виды структурных схем РЛС?

3. Как влияет мощность передатчика на дальность действия РЛС?

4. Что такое ЧПК?

5. Назовите пример пассивной помехи для РЛС.

6. Амплитудный метод пеленгации.

7. Фазовый метод пеленгации.

8. Понятие слепой скорости.

9. Скоростная характеристика.

10. Частотный метод измерения дальности.

## **6 Вопросы (тест) по дисциплине «Основы теории радиолокационных систем и комплексов»**

Направление подготовки (специальность) 11.05.01 «Радиоэлектронные системы и комплексы»

Квалификация (степень) выпускника — специалист

1. Что происходит с энергетической дальностью действия активной РЛС с пассивным ответом при уменьшении средней мощности передатчика РЛС?

Варианты ответа. Энергетическая дальность: а) уменьшается; б) увеличивается; в) не меняется.

2. Что происходит с разрешающей способностью по дальности импульсной активной РЛС с пассивным ответом при увеличении длительности простого зондирующего сигнала?

Варианты ответа. Разрешающая способность: а) увеличивается; б) не изменяется; в) уменьшается.

3. Что такое разрешающая способность по дальности?

Варианты ответа. Разрешающая способность по дальности — это: а) способность РЛС различить две близкие цели, расположенные на линии визирования; б) способность различить две цели, расположенные на одинаковой наклонной дальности, но с разными радиальными скоростями; в) способность различить две близко расположенные цели с разными угловыми координатами.

4. Какие координаты цели измеряет двухкоординатная активная РЛС с пассивным ответом?

Варианты ответа. Двухкоординатная РЛС измеряет: а) скорость, азимут и высоту цели; б) наклонную дальность и азимут; в) угол места и азимут.

5. Какие координаты цели измеряет трехкоординатная активная РЛС с пассивным ответом?

Варианты ответа. Трёхкоординатная РЛС измеряет: а) скорость, азимут и высоту цели; б) наклонную дальность, азимут и радиальную скорость; в) наклонную дальность, азимут и угол места.

6. Что такое радиальная скорость цели?

Варианты ответа. Радиальная скорость цели — это: а) проекция вектора скорости движения цели на линию визирования; б) воздушная скорость цели; в) скорость цели в вакууме.

7. Какой параметр отражённого от цели сигнала измеряется в импульсном дальномере?

Варианты ответа: а) время задержки; б) полоса частот; в) амплитуда сигнала.

8. Какой параметр отражённого от цели сигнала измеряется в частотном

дальномере?

Варианты ответа: а) частота биений между излучённым и принятым сигналами; б) несущая частота; в) девиация частоты.

9. Какой параметр отражённого от цели сигнала измеряется в фазовом дальномере?

Варианты ответа: а) разность фаз излучённого и принимаемого колебаний; б) начальная фаза излучённого колебания; в) начальная фаза принимаемого колебания.

10. Какой параметр зондирующего сигнала определяет однозначно измеряемую дальность в импульсных активных РЛС с пассивным ответом?

Варианты ответа: а) частота принимаемого сигнала; б) амплитуда отражённого сигнала; в) период повторения зондирующих импульсов.

11. Какой параметр зондирующего сигнала определяет однозначно измеряемую скорость?

Варианты ответа: а) период повторения зондирующих импульсов; б) амплитуда отражённого сигнала; в) фаза отражённого сигнала.

12. Какой критерий обнаружения используется при обнаружении целей активными РЛС с пассивным ответом?

Варианты ответа. Используется критерий: а) Неймана – Пирсона; б) идеального наблюдателя; в) минимума среднего квадрата ошибки.

13. Чем определяется разрешающая способность по доплеровской частоте отраженного сигнала в импульсных радарх?

Варианты ответа: а) длительностью пачки импульсов; б) длительностью одиночного зондирующего радиоимпульса; в) полосой приёмника.

14. Какое минимальное число позиций приёмников необходимо для реализации триангуляционного метода измерения дальности до цели в пассивных радиолокационных системах?

Варианты ответа: а) одна; б) две; в) три.

15. От чего зависит потенциальная точность измерения координат активными радиолокационными системами с пассивным ответом?

Варианты ответа. Потенциальная точность измерения зависит от: а) вида модуляции зондирующего сигнала; б) полосы частот приёмника; в) отношения сигнал-шум на входе приёмника.

16. В чём преимущество пассивных РЛС по сравнению с активными?

Варианты ответа: а) высокая разрешающая способность по дальности; б) скрытность; в) высокая точность измерения скорости цели.

Ключ к тесту: 1-а; 2-в; 3-а; 4-б; 5-в; 6-а; 7-а; 8-а; 9-а; 10-в; 11-а; 12-а; 13-а; 14-б; 15-в; 16-б.

## 7 Вопросы, требующие развёрнутого ответа

1. Приведите примеры радиолокационных целей. Ответ: самолёт, надводное плавательное средство, ракета, человек, гидрометеор (в метеорологических РЛС), беспилотный летательный аппарат, искусственный спутник Земли и пр.

2. Каков принцип измерения наклонной дальности до цели в активных РЛС с пассивным ответом? Ответ: по времени  $t_3$  задержки между излучённым и принятым, отражённым от цели, сигналом. Дальность  $R$  рассчитывается по формуле:  $R=(c \cdot t_3)/2$ , где  $c$  — скорость распространения электромагнитных волн в вакууме, т.е.  $c=3 \cdot 10^8$  м/с. Например, при  $t_3=1$  мс дальность до цели составит 150 км.

3. Приведите примеры источников пассивных помех в радиолокации. Ответ: гидрометеоры (снег, дождь, туман, облачность), подстилающая поверхность (земная или водная), стаи птиц и насекомых, пылевые облака, специально организованные помехи (дипольные отражатели, линзы Люниберга, рулоны фольги, ионизированные области воздуха, созданные ядерным взрывом и пр.).

4. Из-за чего возникает доплеровское смещение частоты принимаемого радиолокационного сигнала? Ответ: из-за движения цели относительно РЛС.

5. В чём причина возникновения неоднозначности при измерениях дальности и скорости радиолокационной системы? Ответ: в стробоскопическом эффекте, возникающем из-за периодичности наблюдений (зондирований).

6. На каком физическом эффекте основана селекция движущихся целей на фоне пассивных помех? Ответ: на эффекте Доплера.

7. Для чего используется антенный переключатель в импульсных активных радиолокационных системах? Ответ: для обеспечения работы и передатчика и приёмника на одну антенну, которая используется попеременно на передачу и приём.

8. В чём причина многоканальности доплеровского фильтра накопления отражённых радиолокационных сигналов? Ответ: в априорном незнании доплеровского смещения частоты отражённого от подвижного объекта сигнала, т.е. незнании скорости цели до её обнаружения.

9. Почему в когерентных РЛС используются два фазовых детектора (синфазный и квадратурный)? Ответ: из-за незнания начальной фазы принимаемого колебания.

10. На каком физическом эффекте основан принцип действия загоризонтных РЛС? Ответ: на отражении ионосферой зондирующих сигналов КВ-диапазона.

11. В чём преимущества СВЧ-диапазона перед более длинноволновым диапазоном при реализации антенных систем в радиолокаторах? Ответ:

небольшие размеры антенной системы при заданном коэффициенте направленного действия, что даёт возможность разместить радиолокатор, например, на борту летательного аппарата, создать мобильные радиолокационные комплексы.

12. Каковы источники непреднамеренных помех в радиолокации? Ответ: промышленные помехи, грозовые разряды, работа других излучающих устройств (сотовые телефоны, СВЧ печи и пр.), космические источники радиоизлучения и пр.

13. Что характеризует вероятность правильного обнаружения в радиолокаторах? Ответ: вероятность того, что при наличии цели принимается правильное решение о том, что цель есть.

14. Что характеризует вероятность пропуска цели в радиолокации? Ответ: вероятность принятия неверного решения о том, что цели нет при её фактическом наличии.

15. Что характеризует вероятность ложной тревоги в радиолокации? Ответ: вероятность неверного решения о том, что цель есть при её фактическом отсутствии.

16. Что характеризует вероятность правильного необнаружения? Ответ: вероятность верного решения о том, что цели нет при её фактическом отсутствии.

17. Что представляет собой характеристика обнаружения в радиолокации? Ответ: это зависимость вероятности правильного обнаружения от отношения сигнал-(помеха + шум) на входе при фиксированном значении вероятности ложной тревоги.

18. В чём сущность критерия Неймана – Пирсона? Ответ: в максимизации вероятности  $D$  правильного обнаружения при фиксированной (заданной) вероятности  $F$  ложной тревоги. Обычно в радиолокации величина  $F$  мала ( $F=10^{-6} \dots 10^{-12}$ ).

19. На каком статистическом критерии основан выбор порога обнаружения в РЛС? Ответ: на критерии Неймана – Пирсона при обычно используемой однопороговой схеме обнаружителя. Иногда используют критерий Вальда последовательных решений при многопороговой схеме.

20. В чём причина деструктивного воздействия активной шумовой помехи (АШП) на характеристики обнаружения и коэффициент улучшения сигнал-(помеха+шум)? Ответ: в резком возрастании шумовой компоненты на входе системы обработки РЛС, что снижает отношение помеха-шум и, соответственно, потенциальные возможности по подавлению помех, а также уменьшает отношения сигнал-шум на входе.

21. Что такое имитирующие помехи в радиолокации? Ответ: это помехи, которые имитируют цель (полезный сигнал) при фактическом её отсутствии в заданной точке пространства.

22. В чём принцип действия уводящей по скорости помехи? Ответ: создать ложный доплеровский сдвиг частоты принимаемого радиолокатором сигнала, что создаёт неправильные представления о радиальной скорости цели.

23. В чём принцип действия уводящей по дальности помехи? Ответ: создать ложную задержку между зондирующим и отражённым сигналом, чтобы создать неправильные представления о наклонной дальности до цели.

24. В чём принцип действия уводящей по углу помехи? Ответ: исказить энергетический центр пачки, чтобы создать неправильные представления о угловой координате цели.

25. В чём принцип действия маскирующих активных шумовых помех? Ответ: создать низкие отношения сигнал-шум, которые препятствуют обнаружению цели.

26. Каковы методы борьбы с пассивными помехами? Ответ: подавление радиоотражений от мешающих объектов (пассивных помех) с помощью режекторных или обесцвечивающих фильтров.

27. В чём специфика обнаружения маловысотных целей? Ответ: малая дальность надгоризонтной видимости, наличие мощных радиоотражений от подстилающей поверхности, искажение диаграмм направленности антенн при малых углах возвышения (углах места) из-за влияния поверхности Земли, большие затухания радиоволн в приземных слоях атмосферы, негауссовский характер радиоотражений от морской поверхности при низком расположении антенны, необходимость её размещения на возвышенности или на борту летательных аппаратов и пр.

28. В чём сущность технологии «Стелс»? Какие меры борьбы с малозаметностью предпринимаются в радиолокации? Ответ: сущность заключается в резком снижении эффективной поверхности рассеяния электромагнитных волн объекта радиолокационного обнаружения. Это достигается особой геометрией объекта (отсутствие на его поверхности мелких неоднородностей, отражении подающих электромагнитных волн в направлениях, не совпадающих с направлением их прихода) и использованием радиопоглощающих покрытий. Борьба заключается в использовании иных длин электромагнитных волн, например, метрового или КВ-диапазона для обнаружения, а также в реализации принципа многопозиционной радиолокации, предполагающей, что направления на передатчик и приёмник или приёмники не совпадают.

29. Какое влияние оказывает атмосфера на радиолокационное обнаружение целей? Ответ: как правило, негативное. Это вызвано затуханием электромагнитной энергии в атмосфере, наличием в ней неоднородностей, которые могут служить пассивными помехами (гидрометеоры, стаи птиц и насекомых, ионизированные области, пылевые облака). В загоризонтных РЛС атмосфера играет положительную роль, давая возможность увеличить

дальность радиолокационного обнаружения, не ограничиваясь дальностью прямой видимости.

30. В чём принцип измерения радиальной скорости цели в радиолокации?

Ответ: измеряется доплеровское смещение частоты  $F_d$  радиосигнала от цели, а затем вычисляется её радиальная скорость  $V_R$  по формуле (для активных РЛС с пассивным ответом):  $V_R=(F_d \cdot \lambda)/2$ , где  $\lambda$  — длина волны зондирующего колебания.

31. Что такое когерентность в активной РЛС с импульсной модуляцией зондирующего сигнала? Ответ: знание начальной фазы зондирующих импульсов.

32. Каковы основные меры по увеличению отношения сигнал-шум на входе радиолокатора? Ответ: повышение мощности передатчика, сужению диаграмм направленности антенн (увеличения их коэффициента направленного действия), снижение шумов приемника, согласованию разрешаемого объема с размерами цели (пространственная селекция).

33. Каковы основные меры по увеличению электромагнитной совместимости РЛС? Ответ: использование сложных сигналов, отстройка несущей частоты, подавление радиопомех помех, поступающих по боковым лепесткам антенн (использование компенсационных антенн или изменение форм диаграмм направленности антенн).

34. Каковы основные меры борьбы с активными шумовыми помехами в активных РЛС с пассивным ответом? Ответ: повышение плотности энергии сигналов, т.е. увеличение их мощности, времени накопления и коэффициента направленного действия антенн (пространственная селекция), подавление радиопомех помех, поступающих по боковым лепесткам антенн (использование компенсационных антенн или изменение форм диаграмм направленности антенн), согласование разрешаемого объема с размерами цели (пространственная селекция).

35. В чём преимущества использования сложных сигналов в радиолокации? Ответ: снижение пиковой мощности, возможность одновременного обеспечения высокой разрешающей способности по дальности и по скорости, повышение помехоустойчивости и электромагнитной совместимости.