

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)

«Адаптация РЭС в условиях РЭБ»

Направление подготовки

11.05.01 «Радиоэлектронные системы и комплексы»

Направленность (профиль) подготовки

Радиоэлектронная борьба

Уровень подготовки

специалитет

Программа подготовки

специалитет

Квалификация выпускника – инженер

Форма обучения – очная

Рязань 2025

Оценочные материалы – это совокупность учебно-методических материалов (контрольных заданий, описаний форм и процедур), предназначенных для оценки качества освоения обучающимися данной дисциплины как части основной образовательной программы.

Цель – оценить соответствие знаний, умений и уровня приобретенных компетенций, обучающихся целям и требованиям основной образовательной программы в ходе проведения текущего контроля и промежуточной аттестации.

Основная задача – обеспечить оценку уровня сформированности общекультурных и профессиональных 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, приобретенных обучающимися на практических занятиях и лабораторных работах. При выполнении лабораторных работ применяется система оценки «зачтено – не зачтено». Количество лабораторных работ по каждому модулю определено учебным графиком.

На практических занятиях допускается использование системы «зачтено – не зачтено», или рейтинговой системы оценки, при которой, например, правильно решенная задача оценивается определенным количеством баллов. При поэтапном выполнении учебного плана баллы суммируются. Положительным итогом выполнения программы является определенное количество набранных баллов.

Промежуточный контроль по дисциплине осуществляется проведением 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.

Критерии оценивания компетенций (результатов)

- 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 шкалы оценивания:

«**Отлично**» заслуживает студент, обнаруживший 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.

Паспорт оценочных материалов по дисциплине

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Код контролируемой компетенции (или её части)	Вид, метод, форма оценочного мероприятия
1.	Общие сведения об адаптивной обработке сигналов	ИДПК-2.2	экзамен
2.	Критерии качества адаптации	ИДПК-2.2	экзамен
3.	Прямые алгоритмы адаптации	ИДПК-2.2	Экзамен Зачет по практическому занятию
4.	Рекурсивные алгоритмы адаптации	ИДПК-2.2	Зачет по лабораторной работе Зачет по практическому занятию экзамен
5.	Принципы построения и основные характеристики адаптивных антенн	ИДПК-2.2	Зачет по лабораторной работе Зачет по практическому занятию Экзамен
6.	Адаптивное обнаружение движущихся целей на фоне пассивных помех	ИДПК-2.2	Экзамен Зачет по 2-м лабораторным работам Зачет по практическому занятию
7.	Применение методов адаптивной обработки сигналов в спектральном анализе	ИДПК-2.2	Экзамен

Критерии оценивания уровня сформированности компетенций в процессе выполнения лабораторных работ и практических занятий:

41%-60% правильных ответов соответствует пороговому уровню сформированности компетенции на данном этапе ее формирования;

~ 61%-80% правильных ответов соответствует продвинутому уровню сформированности компетенции на данном этапе ее формирования;
 ~ 81%-100% правильных ответов соответствует эталонному уровню сформированности компетенции на данном этапе ее формирования.

1. Сформированность уровня компетенций не ниже порогового является основанием для допуска обучающегося к промежуточной аттестации по данной дисциплине.

2. Формой промежуточной аттестации по данной дисциплине является зачет, оцениваемый по принятой в ФГБОУ ВО «РГРТУ» системе: «зачтено» / «не зачтено».

3. Критерии оценивания промежуточной аттестации представлены в таблице 2.

Критерии оценивания промежуточной аттестации (лабораторные и практические занятия)

Шкала оценивания	Критерии оценивания
«зачтено»	студент должен: продемонстрировать общее знание изучаемого материала; знать основную рекомендуемую программой дисциплины учебную литературу; уметь строить ответ в соответствии со структурой излагаемого вопроса; показать общее владение понятийным аппаратом дисциплины; уметь устранить допущенные погрешности в ответе на теоретические вопросы и/или при выполнении практических заданий под руководством преподавателя, либо (при неправильном выполнении практического задания) по указанию преподавателя выполнить другие практические задания того же раздела дисциплины.
«не зачтено»	ставится в случае: незнания значительной части программного материала; не владения понятийным аппаратом дисциплины; существенных ошибок при изложении учебного материала; неумения строить ответ в соответствии со структурой излагаемого вопроса; неумения делать выводы по излагаемому материалу. Оценка «не зачтено» также ставится студентам, которые не выполнили и защитили лабораторные работы и практические занятия, предусмотренные рабочей программой.

Вопросы для защиты лабораторных работ

1. Классификация прямых алгоритмов адаптации.
2. В чем заключается алгоритм непосредственного обращения ковариационной матрицы?
3. Отличие алгоритма непосредственного обращения ковариационной матрицы и рекуррентного обращения.
4. Как влияет отношение сигнал-шум на скорость сходимости алгоритма непосредственного обращения матрицы и рекуррентного обращения матрицы.
5. Как влияет число обусловленности матрицы на скорость сходимости алгоритма непосредственного обращения матрицы и рекуррентного обращения матрицы.
6. Сформулируйте задачу оптимизации весовой обработки сигналов на выходе адаптивной АР по критерию минимума среднеквадратической ошибки.
7. Почему возникают флуктуации весового вектора?
8. Методы регуляризации весового вектора
9. Оптимальное решение задачи оптимизации вектора весовых коэффициентов адаптивной антенной решетки по критерию минимума среднеквадратической ошибки.
10. Какие возможные пути реализации оптимальной обработки сигналов в адаптивной АР по критерию минимума среднеквадратической ошибки.
11. Приведите структурные схемы обработки сигналов адаптивной антенной решетки, реализующие рекуррентные алгоритмы Уидроу и Хауэлса.
12. Условия сходимости рекуррентных алгоритмов подстройки вектора весовых коэффициентов по критерию минимума среднеквадратической ошибки.
13. Сформулируйте задачу оптимизации весовой обработки сигналов адаптивной АР по критерию минимума дисперсии шума на ее выходе и получите ее оптимальное решение.
14. Поясните рекуррентный алгоритм обработки сигналов адаптивной АР по критерию минимума дисперсии шума на выходе.
15. Приведите пример структурной схемы обработки сигналов адаптивной АР по критерию минимума дисперсии шума и запишите для нее условия сходимости.
16. Как изменяются свойства диаграммы направленности антенной решетки при оптимальной пространственной обработке на фоне помех?
17. От чего зависит количество эффективно подавляемых помех, действующих по боковым лепесткам диаграммы направленности?
18. Как влияет коэффициент пространственной корреляции сигнала и помехи на эффективность пространственной обработки?
19. Как влияет отношение помеха-шум на эффективность подавления помех и искажение главного максимума диаграммы направленности АР?
20. Как влияет разброс собственных значений корреляционной матрицы на

скорость сходимости градиентных алгоритмов?

21. В каких случаях возможно разделение пространственно-временной обработки на пространственную и временную обработку?
22. Как влияет мощность помех на время адаптации и точность установки весовых коэффициентов.
23. Как влияет коэффициент адаптации на время адаптации и точность установки весовых коэффициентов.
24. Проанализируйте влияние вида алгоритма адаптации на робастность при изменении мощности помех.
25. Как влияет количество помех и элементов адаптивной антенной решетки на время адаптации и точность установки весовых коэффициентов
26. Основные характеристики цифровых фильтров.
27. Методы синтеза нерекурсивных режекторных фильтров.
28. Методы синтеза адаптивного нерекурсивного фильтра по критерию максимума коэффициента подавления помехи.
29. Характеристики рекурсивных режекторных фильтров.
30. Характеристики эффективности цифровых фильтров.
31. Построение обнаружителей сигналов на фоне неизвестной априорной интенсивности
32. Какие типы «окон» используются при стабилизации уровня ложных тревог? Как они образуются?
33. Что такое защитный интервал? Его назначение?
34. Корреляционная, фильтровая, корреляционно-фильтровая схемы построения систем первичной обработки.
35. Перечислите основные типы ПУЛТ-процессоров с использованием «окон».

Примеры задач для практических занятий

1. Рассчитать вектор весовых коэффициентов режекторного фильтра 4-го порядка, максимизирующего коэффициент подавления пассивной помехи с гауссовской формой спектра шириной спектра 100 Гц, а когерентно-импульсная РЛС однозначно обнаруживает цели на дальности до 75 км.
2. Как изменится дальность действия когерентно-импульсной РЛС на фоне активных шумовых помех при увеличении энергетического потенциала постановщика помех, действующего из вынесенной точки пространства, в 1,5 раза при условии выключенных средств помехозащиты.
3. В направлении РЛС приближается самолет с ЭПР $0,1 \text{ м}^2$ под прикрытием прицельной по частоте АШП из зоны барражирования со следующими характеристиками: мощность передатчика помех 10 Вт, коэффициент усиления антенны 10дБ, дальность до постановщика помех 300 км. Помеха вводится в приемник РЛС через боковой лепесток диаграммы направленности с уровнем минус 18 дБ от максимального. На какой дальности будет обнаружена цель, если обнаружение производится РЛС со

следующими характеристиками: мощность передатчика 700 кВт, коэффициент усиления антенны 5000. При условии отключенного устройства защиты от АШП.

Примеры контрольных вопросов для практических занятий

1. Виды радиолокационных помех
2. Энергетическая дальность действия РЛС при отсутствии помех, при наличии пассивных помех.
3. Приведите структурную схему однократного ЧПК.
4. Приведите структурную схему двухкратного ЧПК.
5. Коэффициент подавления однократного ЧПК
6. Скоростная характеристика однократного ЧПК
7. "Слепые" скорости, "слепые" дальности
8. Методы устранения эффекта «слепых» дальностей и скоростей
9. Критерии оптимизации устройств селекции движущих целей
10. Оптимизация весовых функций линейного режекторного фильтра
11. Оптимизация весовых коэффициентов режекторного фильтра селекции движущих целей
12. Построение обнаружителей сигналов на фоне неизвестной априорно интенсивности
13. Методы защиты от активных шумовых помех
14. Приведите схему автокомпенсатора активной шумовой помехи
15. Сколько необходимо дополнительных (компенсационных) каналов в автокомпенсаторе АШП для подавления 2-х помех?
16. Методы защиты РЛС в условиях параметрической априорной неопределенности помеховой ситуации

Примеры контрольных вопросов для оценки сформированности компетенций

1. Что такое градиент функционала?
2. Что дает решение уравнения Винера -Хопфа?
3. Условие устойчивости градиентного алгоритма. В чем оно заключается?
4. Какими методами делается оценка градиента?
5. К чему приводят шумы градиента?
6. Схема одноканального автокомпенсатора помехи и принцип его работы
7. Нарисуйте схему многоканального автокомпенсатора с корреляционными обратными связями.
8. С какой целью используется декоррелятор входных сигналов?
9. Как построен декоррелятор на основе ортогонализации Грама-Шмидта?
10. В чем заключается метод непосредственного обращения корреляционной матрицы?

11. Как влияет разброс собственных значений корреляционной матрицы на скорость сходимости градиентных алгоритмов?
12. Почему возникают флуктуации весового вектора?
13. Какие методы регуляризации весового вектора вы знаете?
14. Рекуррентный алгоритм обработки сигналов адаптивной АР по критерию минимума дисперсии шума на выходе.
15. Как влияет количество помех и элементов адаптивной антенной решетки на время адаптации и точность установки весовых коэффициентов
16. Критерии оптимизации устройств селекции движущих целей
17. Режекторный фильтр с оптимизируемыми весовыми коэффициентами
18. Прямые алгоритмы адаптации антенной решетки: преимущества и недостатки
19. Рекурсивные алгоритмы адаптации антенной решетки: преимущества и недостатки
20. Принцип адаптивного формирования нулей диаграммы направленности антенной решетки в направлении прихода помехи.

Билеты к экзамену

1. Адаптация системы. Виды априорной неопределенности
2. Что такое критерий качества адаптивной системы?
3. Классификация прямых алгоритмов адаптации.
4. В чем заключается алгоритм непосредственного обращения ковариационной матрицы?
5. Отличие алгоритма непосредственного обращения ковариационной матрицы и рекуррентного обращения.
6. Как влияет отношение сигнал-шум на скорость сходимости алгоритма непосредственного обращения матрицы и рекуррентного обращения матрицы.
7. Как влияет число обусловленности матрицы на скорость сходимости алгоритма непосредственного обращения матрицы и рекуррентного обращения матрицы.
8. Сформулируйте задачу оптимизации весовой обработки сигналов на выходе адаптивной АР по критерию минимума среднеквадратической ошибки.
9. Приведите и поясните оптимальное решение задачи оптимизации вектора весовых коэффициентов адаптивной антенной решетки по критерию минимума среднеквадратической ошибки.
10. Какие возможные пути реализации оптимальной обработки сигналов в адаптивной АР по критерию минимума среднеквадратической ошибки.
11. Приведите структурные схемы обработки сигналов адаптивной антенной решетки, реализующие рекуррентные алгоритмы Уидроу и Хауэлса.
12. Условия сходимости рекуррентных алгоритмов подстройки вектора весовых коэффициентов по критерию минимума среднеквадратической ошибки.

13. Сформулируйте задачу оптимизации весовой обработки сигналов адаптивной АР по критерию минимума дисперсии шума на ее выходе и получите ее оптимальное решение.
14. Поясните рекуррентный алгоритм обработки сигналов адаптивной АР по критерию минимума дисперсии шума на выходе.
15. Приведите пример структурной схемы обработки сигналов адаптивной АР по критерию минимума дисперсии шума и запишите для нее условия сходимости.
16. Как изменяются свойства диаграммы направленности антенной решетки при оптимальной пространственной обработке на фоне помех?
17. От чего зависит количество эффективно подавляемых помех, действующих по боковым лепесткам диаграммы направленности?
18. Как влияет коэффициент пространственной корреляции сигнала и помехи на эффективность пространственной обработки?
19. Как влияет отношение помеха-шум на эффективность подавления помех и искажение главного максимума диаграммы направленности АР?
20. Как влияет разброс собственных значений корреляционной матрицы на скорость сходимости градиентных алгоритмов?
21. В каких случаях возможно разделение пространственно-временной обработки на пространственную и временную обработку?
22. Как влияет мощность помех на время адаптации и точность установки весовых коэффициентов.
23. Как влияет коэффициент адаптации на время адаптации и точность установки весовых коэффициентов.
24. Проанализируйте влияние вида алгоритма адаптации на робастность при изменении мощности помех.
25. Как влияет количество помех и элементов адаптивной антенной решетки на время адаптации и точность установки весовых коэффициентов
26. Основные характеристики цифровых фильтров.
27. Методы синтеза нерекурсивных режекторных фильтров.
28. Методы синтеза нерекурсивного фильтра по критерию максимума коэффициента подавления помехи.
29. Характеристики рекурсивных режекторных фильтров.
30. Характеристики эффективности цифровых фильтров.
31. Построение обнаружителей сигналов на фоне неизвестной априорно или меняющейся интенсивности помех
32. Какие типы «окон» используются при стабилизации уровня ложных тревог? Как они образуются?
33. Что такое защитный интервал? Его назначение?
34. Корреляционная, фильтровая, корреляционно-фильтровая схемы построения систем первичной обработки.
32. Перечислите основные типы ПУЛТ-процессоров с использованием «окон».

Примеры контрольных вопросов для оценки остаточных знаний

1. Что такое градиент функции?

Ответ: Градиент — это вектор частных производных скалярной функции многих переменных. Функция растёт быстрее всего в направлении градиента. Скорость роста тем больше, чем больше длина вектора градиента.

2. Что такое гессиан функции?

Ответ: Гессиан — это симметричная матрица квадратичной формы, описывающая поведение функции во втором порядке. Матрица образована вторыми частными производными функции.

3. Какими методами производится численная оценка градиента?

Ответ: если градиент не может быть вычислен аналитически, его можно оценить с помощью метода конечных разностей.

4. Назовите характеристики цифровых фильтров.

Ответ: основной характеристикой цифрового фильтра является его передаточная функция. Знание передаточной функции позволяет вычислить другие характеристики фильтра, такие, как его амплитудная и фазовая характеристика, импульсная характеристика и порядок фильтра.

5. Что представляет собой передаточная функция линейного цифрового фильтра?

Ответ: передаточная функция линейного цифрового фильтра представляет собой полиномиальную функцию для фильтра с конечной импульсной характеристикой и рациональную функцию для фильтра с бесконечной импульсной характеристикой.

6. Что является результатом умножения вектора на матрицу?

Ответ: результатом умножения вектора на матрицу является вектор. Число его компонент совпадает с числом компонент исходного вектора в том, и только том случае, когда матрица является квадратной.

7. Можно ли производить адаптацию параметров цифрового фильтра, используя алгоритмы одномерной оптимизации?

Ответ: алгоритмы одномерной оптимизации позволяют производить адаптацию только по одному параметру. Цифровой фильтр в общем случае задаётся несколькими параметрами, поэтому для подбора его коэффициентов в общем случае используются алгоритмы многомерной оптимизации.

8. Примеры использования адаптивного цифрового фильтра в радиотехнике.

Ответ: адаптивные цифровые фильтры используются в задачах, где технические требования к фильтру не могут быть зафиксированы заранее, а определяются условиями работы радиотехнической системы. Примерами использования адаптивного цифрового фильтра могут служить подавление эха в телефонии, режекция динамической помехи во время приёма радиосигнала и сопровождение цели в радиолокации.

9. Почему целевая функция наименьших квадратов широко используется в алгоритмах адаптации?

Ответ: градиент квадратичной функции является линейной функцией аргументов, поэтому поиск критической точки функции сводится к решению системы линейных уравнений.

10. Почему выпуклые целевые функции существенно облегчают решение задачи

адаптации?

Ответ: выпуклые функции не могут иметь локальных минимумов, отличных от глобального, поэтому для оптимизации выпуклых функций можно использовать методы локального поиска.

11. Какую задачу решают алгоритмы оптимизации?

Ответ: алгоритмы оптимизации выполняют поиск минимума функции одной или нескольких переменных.

12. Принцип работы антенны с фазированной антенной решёткой.

Ответ: антенна с фазированной антенной решёткой представляет собой массив ненаправленных или слабо направленных антенн, снабжённых управляющими цепями, позволяющими индивидуально менять фазу излучения каждой антенны по отдельности. Форма диаграммы направленности антенны с фазированной антенной решёткой может меняться в процессе работы антенны путем изменения настроек параметров фазовращательных цепей индивидуальных антенн, что позволяет адаптировать антенну к меняющимся условиям работы.

13. Какие задачи решает адаптация антенны с фазированной антенной решёткой?

Ответ: адаптация антенн с фазированной антенной решёткой позволяет динамически менять диаграмму направленности антенны, обеспечивая подавление активных помех путём подавления сигналов с выбранных направлений. Кроме того, адаптация антенны позволяет быстро менять положение максимальной интенсивности излучения антенны, позволяя сопровождать несколько целей одновременно в радарных системах. Антенны с фазированной антенной решёткой также могут использоваться в системах связи с подвижными объектами, обеспечивая максимальную интенсивность сигнала в направлении одного или нескольких абонентов системы.

14. Какую задачу решает алгоритм Грама-Шмидта?

Ответ: алгоритм Грама-Шмидта позволяет вычислить ортогональный базис, основываясь на линейно-независимой системе неортонормированных векторов.

15. Как алгоритм Грама-Шмидта используется при адаптации антенны с фазированной антенной решёткой?

Ответ: алгоритм Грама-Шмидта позволяет выбирать настройки адаптивной антенны так, чтобы исключить интерференцию помех и полезного сигнала путём подавления боковых полос диаграммы направленности антенны.