

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«Рязанский государственный радиотехнический университет»

Кафедра «Радиоуправления и связи»

ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

по дисциплине

Б1.В.056 «Цифровые методы в телекоммуникациях»

Направление подготовки – 11.04.02 «Инфокоммуникационные
технологии и системы связи»

ОПОП академической магистратуры
«Многоканальные телекоммуникационные системы»

Квалификация выпускника – магистр

Форма обучения – очная, заочная

Рязань, 2024 г.

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 (модуля), 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 практических занятиях и лабораторных работах. При выполнении лабораторных работ применяется система оценки «зачтено – не зачтено». Количество лабораторных работ по каждому модулю определено графиком, утвержденным заведующим кафедрой.

На практических занятиях допускается использование либо системы «зачтено – не зачтено», либо 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 и т.п.

Паспорт фонда оценочных средств по дисциплине

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины (результаты по разделам)	Код контролируемой компетенции (или её части)	Наименование оценочного средства
1	2	3	4
1	Тема 1. Цифровая обработка случайных сигналов.	ОПК-4 ОПК-5	Экзамен, практическое занятие
2	Тема 2. Методы цифрового параметрического спектрального анализа.	ОПК-4 ОПК-5	Экзамен, практическое занятие
3	Тема 3. Перенос и преобразование спектров дискретных сигналов.	ОПК-1 ПК-2	Экзамен, практическое занятие
4	Тема 4. Многоскоростные системы цифровой обработки сигналов.	ОПК-5 ПК-2	Экзамен, практическое

			занятие
5	Тема 5. Применение методов переноса спектров и передискретизации в многоканальных системах с частотным разделением каналов.	ОПК-4 ОПК-5 ПК-2	Экзамен, практическое занятие
6	Тема 6. Методы и средства аппаратной и аппаратно-программной реализации алгоритмов цифровой обработки сигналов.	ОПК-4 ОПК-5 ПК-2	Экзамен, практическое занятие

Типовые контрольные задания или иные материалы

Вопросы для экзамена

Очная форма обучения

1. Области применения и особенности проектирования устройств ЦОС.
2. Оценка моментов. Оценка законов распределения. Оценка ковариации.
3. Цифровые методы спектрального анализа. Цели и классификация методов спектрального анализа.
4. Базовая структура анализатора спектра на основе ДПФ. Частотные характеристики многоканального анализатора спектра на основе ДПФ
5. Роль весовых функций при гармоническом спектральном анализе.
6. Дополнительные вопросы анализа спектра с помощью ДПФ и связь с цифровой фильтрацией.
7. Спектральные характеристики дискретных случайных сигналов. Коррелограммный метод. Периодограммный метод.
8. Сглаживание спектральных оценок. Порядок вычисления спектральной плотности мощности методом периодограмм
9. Вычисление оценок автокорреляции и взаимной корреляции с помощью ДПФ. Вычисление оценок автокорреляции и взаимной корреляции с помощью периодограмм.
10. Линейные модели и расчет СПМ. Стохастическая авторегрессионная модель скользящего среднего (АРСС-модель).
11. Определение параметров АР модели по известной АКФ последовательности.
12. Определение параметров АР модели по анализируемым данным. Определение порядка АР модели.
13. Метод Прони.
14. Метод наименьших квадратов Прони.
15. Методы оценивания частоты, основанные на анализе собственных значений автокорреляционной матрицы.
16. Задачи преобразования спектров дискретных сигналов в системах ЦОС. Перенос спектров методом цифрового гетеродинамирования. Комплексные дискретные сигналы.
17. Перенос спектра и квадратурная обработка узкополосных радиосигналов. Фильтровой способ формирования однополосных дискретных сигналов. Формирование однополосного дискретного сигнала с помощью преобразования Гильберта.
18. Многоскоростные системы ЦОС. Определение, классификация, применение. Структура восходящей дискретной системы. Временное и спектральное представление сигналов.
19. Перенос спектров сигналов в ВДС. Требования к цифровым фильтрам-интерполяторам.
20. Многократные восходящие дискретные системы. Особенности реализации цифровых фильтров в восходящих дискретных системах. Подсистема вывода аналоговых сигналов с повышением частоты дискретизации.

21. Шумовые характеристики подсистем аналогового вывода с повышением частоты дискретизации.
22. Интерполяция сигналов конечной длительности с помощью ДПФ.
23. Структура нисходящей дискретной системы. Временное и спектральное представление сигналов. Перенос спектров в нисходящих дискретных системах.
24. Многократные нисходящие дискретные системы. Особенности реализации цифровых фильтров в нисходящих дискретных системах. Подсистема ввода аналоговых сигналов с понижением частоты дискретизации.
25. Применение нисходящих дискретных систем в радиоприёмных устройствах. Применение методов переноса спектров и передискретизации в многоканальных системах с частотным разделением каналов. Задачи, применения и типы сигналов.
26. Задача, общая структура и методы формирования групповых сигналов. Формирование групповых сигналов методом переноса спектров при интерполяции сигналов.
27. Формирование групповых сигналов методом цифрового гетеродинирования и квадратурной обработки сигналов.
28. Задача, общая структура и методы частотного разделения групповых сигналов. Разделение групповых сигналов методом переноса спектра при децимации сигналов.
29. Разделение групповых сигналов методом цифрового гетеродинирования и квадратурной обработки сигналов.
30. Системы многоканальной телефонии с частотным уплотнением каналов. Системы многоканальной частотной телеграфии. Трансмультимплексоны.
31. Особенности полосового спектрального анализа. Многоканальный спектральный анализ на основе полосовой фильтрации.
32. Определение кратковременного преобразования Фурье и его интерпретация посредством цифровой фильтрации. Многоканальные анализаторы спектра с квадратурной обработкой сигналов.
33. Проектирование гребёнок КИХ фильтров для систем многоканального полосового анализа-синтеза сигналов. Полосовые вокодеры.
34. Методы и средства аппаратной и аппаратно-программной реализации алгоритмов ЦОС
35. Особенности построения и принципы реализации ЦОС. Задачи, способы и принципы реализации ЦОС.
36. Способы аппаратной реализации ЦОС.
37. Типичные задачи ЦОС. Устройства на жёсткой логике. Устройства на мягкой логике. Комбинированные устройства.
38. Устройства ЦОС на дискретных элементах. Алгоритм работы устройства поиска и обнаружения импульсных сигналов.
39. Обнаружители импульсов с известным временным положением.
40. Квазиоптимальные обнаружители импульсов с известным временным положением.
41. Обнаружители импульсов с неизвестным временным положением.
42. Многоканальный обнаружитель с ОЗУ. Многоканальный обнаружитель пачек импульсов с известным положением пачки с динамическим ЗУ.
43. Особенности обнаружения пачек импульсных сигналов.
44. Обнаружитель пачки импульсов с неизвестной временной задержкой при бинарном квантовании импульсов и весовом суммировании.
45. Бинарный обнаружитель пачек импульсов с неизвестным временем задержки при равновесном суммировании.
46. Обнаружители сложных импульсных сигналов.
47. Обнаружитель ФМ сигналов.
48. Устройства временной фиксации и дискриминирования сигналов.
49. Способ цифровой реализации схемы дискриминатора.
50. Построение микропрограммных дискретных устройств. Микропрограммные дискретные устройства и особенности их построения.

51. Устройство вычисления пространственного положения антенны.
52. Построение УА с жёсткой логикой. Построение и разметка ГСА.
53. Построение структурной таблицы и структурной схемы УА.
54. Построение УА с программируемой логикой на основе ПЗУ.
55. Разметка ГСА и составление программы работы УА.
56. Аппаратно-программная реализация ЦОС Процессоры ЦОС на основе аппаратно-программных средств.
57. Синхронизация и алгоритмы работы микропроцессорных систем ЦОС.
58. Способы и задачи разработки программного обеспечения микропроцессорных систем ЦОС.

Заочная форма обучения

1. Области применения и особенности проектирования устройств ЦОС.
2. Оценка моментов. Оценка законов распределения. Оценка ковариации.
3. Цифровые методы спектрального анализа. Цели и классификация методов спектрального анализа.
4. Базовая структура анализатора спектра на основе ДПФ. Частотные характеристики многоканального анализатора спектра на основе ДПФ
5. Роль весовых функций при гармоническом спектральном анализе.
6. Дополнительные вопросы анализа спектра с помощью ДПФ и связь с цифровой фильтрацией.
7. Спектральные характеристики дискретных случайных сигналов. Коррелограммный метод. Периодограммный метод.
8. Сглаживание спектральных оценок. Порядок вычисления спектральной плотности мощности методом периодограмм
9. Вычисление оценок автокорреляции и взаимной корреляции с помощью ДПФ. Вычисление оценок автокорреляции и взаимной корреляции с помощью периодограмм.
10. Линейные модели и расчет СПМ. Стохастическая авторегрессионная модель скользящего среднего (АРСС-модель).
11. Определение параметров АР модели по известной АКФ последовательности.
12. Определение параметров АР модели по анализируемым данным. Определение порядка АР модели.
13. Метод Прони.
14. Метод наименьших квадратов Прони.
15. Методы оценивания частоты, основанные на анализе собственных значений автокорреляционной матрицы.
16. Задачи преобразования спектров дискретных сигналов в системах ЦОС. Перенос спектров методом цифрового гетеродинирования. Комплексные дискретные сигналы.
17. Перенос спектра и квадратурная обработка узкополосных радиосигналов. Фильтровой способ формирования однополосных дискретных сигналов. Формирование однополосного дискретного сигнала с помощью преобразования Гильберта.
18. Многоскоростные системы ЦОС. Определение, классификация, применение. Структура восходящей дискретной системы. Временное и спектральное представление сигналов.
19. Перенос спектров сигналов в ВДС. Требования к цифровым фильтрам-интерполяторам.
20. Многократные восходящие дискретные системы. Особенности реализации цифровых фильтров в восходящих дискретных системах. Подсистема вывода аналоговых сигналов с повышением частоты дискретизации.
21. Шумовые характеристики подсистем аналогового вывода с повышением частоты дискретизации.
22. Интерполяция сигналов конечной длительности с помощью ДПФ.
23. Структура нисходящей дискретной системы. Временное и спектральное представление сигналов. Перенос спектров в нисходящих дискретных системах.

24. Многократные нисходящие дискретные системы. Особенности реализации цифровых фильтров в нисходящих дискретных системах. Подсистема ввода аналоговых сигналов с понижением частоты дискретизации.
25. Применение нисходящих дискретных систем в радиоприёмных устройствах. Применение методов переноса спектров и передискретизации в многоканальных системах с частотным разделением каналов. Задачи, применения и типы сигналов.
26. Задача, общая структура и методы формирования групповых сигналов. Формирование групповых сигналов методом переноса спектров при интерполяции сигналов.
27. Формирование групповых сигналов методом цифрового гетеродинирования и квадратурной обработки сигналов.
28. Задача, общая структура и методы частотного разделения групповых сигналов. Разделение групповых сигналов методом переноса спектра при децимации сигналов.
29. Разделение групповых сигналов методом цифрового гетеродинирования и квадратурной обработки сигналов.
30. Системы многоканальной телефонии с частотным уплотнением каналов. Системы многоканальной частотной телеграфии. Трансмультимплексоны.
31. Особенности полосового спектрального анализа. Многоканальный спектральный анализ на основе полосовой фильтрации.
32. Определение кратковременного преобразования Фурье и его интерпретация посредством цифровой фильтрации. Многоканальные анализаторы спектра с квадратурной обработкой сигналов.

Вопросы для практических занятий

Тема 1 Цифровая обработка случайных сигналов.

1. Оценка математического ожидания и дисперсии.
2. Оценка законов распределения.
3. Не параметрический подход.
4. Параметрический метод оценки распределений
5. Оценка ковариации
6. Базовая структура анализатора спектра на основе ДПФ.
7. Частотные характеристики многоканального анализатора спектра на основе ДПФ.

Тема 2. Методы цифрового параметрического спектрального анализа.

1. АРСС модели и методы определения параметров модели.
2. Определение порядка модели.
3. Метод Прони.
4. Метод MUSIK.
5. Метод EV.

Тема 3 Перенос и преобразование спектров дискретных сигналов.

1. Задачи преобразования спектров дискретных сигналов в системах ЦОС.
2. Перенос спектров методом цифрового гетеродинирования.
3. Перенос спектра и квадратурная обработка узкополосных радиосигналов.
4. Формирование однополосного дискретного сигнала с помощью преобразования Гильберта.

Тема 4. Многоскоростные системы цифровой обработки сигналов.

1. Требования к цифровым фильтрам-интерполяторам.
2. Многократные восходящие дискретные системы.
3. Особенности реализации цифровых фильтров в восходящих дискретных системах.
4. Подсистема вывода аналоговых сигналов с повышением частоты дискретизации.
5. Интерполяция сигналов конечной длительности с помощью ДПФ.
6. Многократные нисходящие дискретные системы.
7. Особенности реализации цифровых фильтров в нисходящих дискретных системах.
8. Подсистема ввода аналоговых сигналов с понижением частоты дискретизации.

Тема 5. Применение методов переноса спектров и передискретизации в многоканальных системах с частотным разделением каналов.

1. Формирование групповых сигналов методом переноса спектров при интерполяции сигналов.
2. Формирование групповых сигналов методом цифрового гетеродинирования и квадратурной обработки сигналов.
3. Системы многоканальной телефонии с частотным уплотнением каналов.
4. Многоканальный спектральный анализ на основе полосовой фильтрации.
5. Трансмультимплексоры.
6. Полосовые вокодеры.

Тема 6. Методы и средства аппаратной и аппаратно-программной реализации алгоритмов цифровой обработки сигналов.

1. Обнаружители импульсов с известным временным положением.
2. Квазиоптимальные обнаружители импульсов с известным временным положением.
3. Обнаружители импульсов с неизвестным временным положением.
4. Многоканальный обнаружитель с ОЗУ.
5. Многоканальный обнаружитель пачек импульсов с известным положением пачки с динамическим ЗУ.
6. Обнаружитель пачки импульсов с неизвестной временной задержкой при бинарном квантовании импульсов и весовом суммировании.
7. Бинарный обнаружитель пачек импульсов с неизвестным временем задержки при равновесном суммировании.
8. Обнаружитель ФМ сигналов.
9. Способ цифровой реализации схемы дискриминатора.

Вопросы с ответами

1. Оценка математического ожидания

Ответ. В качестве оценки мат ожидания \hat{m}_x обычно используют

$$\hat{m}_x = \frac{1}{N} \sum_{n=0}^{N-1} x_n - \text{выборочное среднее.}$$

Её называют оценкой математического ожидания. N - должно быть достаточно велико

При этом \hat{m}_x является случайной величиной, которая имеет свой закон распределения и свои моменты.

2. АРСС модели.

Ответ. Общая идея заключается в том, что нашу входную последовательность данных $x_n \approx y_n$ заменяем другой последовательностью, для которой строим математическую модель и параметры модели подбираем так, чтобы точнее выполнялось указанное приближенное равенство.

Последовательность x_n , которая представляет собой сумму детерминированных и случайных величин, аппроксимируют выходным сигналом линейного фильтра:

$$x_n \approx y_n = -\sum_{j=1}^q a_j y_{n-j} + \sum_{l=1}^q b_l U_{n-l}, \text{ где } U_{n-l} - \text{входной сигнал фильтра.}$$

Обычно U_{n-l} - белый нормальный шум с дисперсией σ^2 .

3. Задачи преобразования спектров дискретных сигналов в системах ЦОС.

Ответ. Преобразования спектра сигнала, связанные с перемещением его по оси частот, широко используются в радиотехнике и смежных с нею областях. Они включают в себя операции переноса или смещения спектра по частоте и цифровой фильтрации. Путем преобразования спектра могут быть получены комплексные дискретные сигналы, эффективно обрабатываемые методами квадратурной обработки сигналов, и сформированы однополосные дискретные сигналы (сигналы с одной боковой полосой - ОБП). Они обеспечивают частотное уплотнение каналов в многоканальных системах связи, передачи данных, полосового спектрального анализа речевых, биомедицинских, радиолокационных, аудио и других сигналов, улучшают энергетику каналов связи

Критерии оценивания компетенций (результатов)

При оценивании компетенций необходимо учитывать следующие факторы:

- 1). Уровень усвоения материала, предусмотренного программой.
- 2). Умение анализировать материал, устанавливать причинно-следственные связи.
- 3). Ответы на вопросы: полнота, аргументированность, убежденность, умение
- 4). Качество ответа (его общая композиция, логичность, убежденность, общая эрудиция)
- 5). Использование дополнительной литературы при подготовке ответов.

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

«Отлично» заслуживает студент, обнаруживший всестороннее, систематическое и глубокое знание учебно-программного материала, умение свободно выполнять задания, предусмотренные программой, усвоивший основную литературу 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.

Составил
д.т.н., профессор кафедры
«Радиоуправления и связи»

В.В. Езерский

Заведующий кафедрой
«Радиоуправления и связи»,
к.т.н., доцент

В.Т. Дмитриев