

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

**«ЦИФРОВАЯ ОБРАБОТКА СИГНАЛОВ И СИГНАЛЬНЫЕ ПРОЦЕССОРЫ»**

Направление подготовки 11.03.02  
«Инфокоммуникационные технологии и системы связи»

ООП академического бакалавриата  
«Многоканальные телекоммуникационные системы».

Квалификация выпускника – бакалавр

Форма обучения – очная

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. Общие сведения о ЦОС.	ПК-7	Экзамен
2	Тема 2. Особенности дискретизации, квантования и восстановления сигналов.	ОПК-6 ПК-18	Экзамен, практическое занятие, лабораторная работа
3	Тема 3. Обработка сигналов в частотной области.	ОПК-6 ПК-18	Экзамен, практическое занятие, лабораторная работа
4	Тема 4. Обработка сигналов во временной области.	ОПК-6 ПК-15	Экзамен

5	Тема 5. Элементы проектирования цифровых фильтров	ПК-7 ПК-15 ПК-19	Экзамен, практическое занятие
6	Тема 6. Методы цифрового синтеза сигналов.	ПК-7 ПК-15 ПК-19	Экзамен, практическое занятие
7	Тема 7. Цифровая обработка случайных сигналов	ОПК-6 ПК-7 ПК-18	Экзамен, практическое занятие, лабораторная работа
8	Тема 8. Цифровые методы спектрального анализа	ОПК-2 ПК-7 ПК-11	Экзамен, практическое занятие
9	Тема 9. Особенности построения цифровых устройств	ПК-7 ПК-15 ПК-19	Экзамен, практическое занятие
10	Тема 10. Построение устройств с жёсткой логикой	ПК-7 ПК-15 ПК-18	Экзамен, лабораторная работа
11	Тема 11. Построение микропрограммных устройств	ПК-7 ПК-15 ПК-19	Экзамен
12	Тема 12. Построение микропроцессорных устройств	4 ПК-7 ПК-15 ПК-19	Экзамен, практическое занятие

### Типовые контрольные задания или иные материалы

#### Вопросы для экзамена

1. Общие определения. Содержание ЦОС. Аналоговый, дискретный и цифровой сигналы.
2. Необходимость и содержание ЦОС. Этапы ЦОС.Преимущества и недостатки ЦОС. Области применения ЦОС
3. Принципы дискретизации сигналов. Модели непрерывного сигнала.
4. Предельная дискретизация сигналов с ограниченным спектром.
5. Квантование непрерывных сигналов. Преобразование сигналов в цифровую форму. Типы погрешностей по постоянному току в АЦП и ЦАП.
6. Погрешности по переменному току в преобразователях АЦП/ЦАП и их причины.
7. Предварительная обработка оцифрованных данных.
8. Дискретное преобразование Фурье (ДПФ). Свойства ДПФ.
9. Особенности практического использования ДПФ/БПФ.
10. Быстрое преобразование Фурье (БПФ).
11. Разновидности БПФ.
12. Практическое использование БПФ.
13. Краткие сведения о функциях Уолша. Свойства функций Уолша.
14. Способы нумерации функций Уолша. Генерирование функций Уолша.
15. Дискретные функции Уолша. Свойства дискретных функций Уолша.
16. Линейные дискретные и цифровые фильтры. Краткие сведения о Z-преобразовании.

17. Передаточные функции дискретных фильтров. Временные и частотные характеристики дискретных фильтров.
18. Структурные схемы дискретных фильтров. Прямая, каноническая и транспонированная формы.
19. Устойчивость дискретных фильтров.
20. Разновидности нерекурсивных фильтров и требования к ним.
21. Основные этапы проектирования нерекурсивных фильтров.
22. Формулировка задачи аппроксимации при проектировании нерекурсивных фильтров. Критерии аппроксимации.
23. Методы решения задач аппроксимации при проектировании нерекурсивных фильтров.
24. Реализационные характеристики дискретных фильтров. Сравнение возможностей фильтров с линейной ФЧХ и минимально фазовых фильтров.
25. Сравнение методов решения аппроксимационных задач.
26. Проектирование ВЧ, полосовых и режекторных фильтров на основе НЧ фильтров
27. Аппроксимация в процессе синтеза рекурсивных дискретных фильтров. Формулировка требований к частотным характеристикам.
28. Определение передаточной функции дискретного рекурсивного фильтра.
29. Сравнение практических методов реализации дискретных фильтров. Пример дискретного фильтра первого порядка.
30. Все пропускающие фильтры.
31. Эффекты квантования в цифровых фильтрах. Постановка задачи. Ошибки, вызываемые квантованием параметров уравнений фильтра
32. Эффекты квантования в цифровых фильтрах. Ошибки, вызываемые аналого-цифровым преобразованием и ограниченной разрядностью регистров ЗУ
33. Ошибки цифрового фильтра, вызванные округлением промежуточных результатов. Предельные циклы, эффект “мёртвой” зоны.
34. Методы снижения ошибок и повышения устойчивости цифровых фильтров.
35. Цифровая интерполяция, децимация и передискретизация сигнала.
36. Оценка моментов.
37. Непараметрические методы оценки законов распределения.
38. Параметрический метод оценки законов распределения.
39. Аппроксимация экспериментальных распределений.
40. Оценка ковариации.
41. Устройства ЦОС. Особенности построения аппаратуры обработки сигналов.
42. Устройства с «жесткой» логикой, устройства с «мягкой» логикой и комбинированные устройства
43. Цифровые синтезаторы частоты. Схема на основе ФАПЧ с ДПКД.
44. Цифровые синтезаторы частоты на основе сложения импульсных последовательностей.
45. Цифровые синтезаторы частоты на основе дискретного фазовращателя.
46. Цифровой синтезатор частоты на основе цифро-аналогового фазовращателя.
47. Цифровые синтезаторы частоты с накопительным сумматором и на основе ДПКД.
48. Цифровые синтезаторы отсчетов сигнала.
49. Управляющие автоматы с «жесткой» логикой.
50. Управляющие автоматы с программируемой логикой.
51. Управляющие автоматы на основе ПЗУ и программируемых логических матриц.
52. Классификация и особенности архитектуры микроконтроллеров и сигнальных процессоров.
53. Основные сведения о семействах процессоров ведущих фирм.
54. Область применения микропроцессоров в радиоэлектронике.
55. Порядок проектирования микропроцессорного дискретного устройства.
56. Примеры использования микропроцессоров для решения различных задач цифровой обработки.

## Контрольные вопросы к лабораторным работам

### Дискретизация и квантование сигналов.

1. Что такое дискретизация сигналов?
2. Как выбирается частота дискретизации?

*Ответ:* Частота дискретизации должна быть выше верхней частоты сигнала минимум в два раза.

3. Какие виды дискретизации Вы знаете, и когда они применяются?
4. Для каких сигналов справедлива теорема Котельникова и как она используется практически?
5. Какие ошибки возникают при практическом использовании теоремы Котельникова? Как их оценить количественно? Как выглядит зависимость ошибки от времени?
6. Что такое эффект Гибса? Какими свойствами сигнала он обусловлен?
7. Какие существуют практические способы восстановления сигналов по дискретным отсчетам? Как при этом выбирается частота дискретизации?
8. Какие предварительные процедуры необходимы перед дискретизацией сигналов для уменьшения ошибок?
9. Что такое квантование сигналов?
10. Какие виды квантования Вы знаете и когда они применяются?
11. Что такое шум квантования и как он описывается количественно?
12. Как выбрать необходимое число уровней квантования?
13. Как определяется полная ошибка по ошибкам квантования и восстановления?

### Исследование свойств ДПФ и БПФ.

1. Принцип прямого и обратного ДПФ.
2. Спектр дискретизированного сигнала. Дискретный спектр и соответствующий ему сигнал.
3. Свойства ДПФ.

*Ответ:* Периодичность, линейность, симметрия и независимость формы амплитудного спектра от сдвига сигнала по времени.

4. Принцип БПФ. Выражение для БПФ.
5. Объяснить причину сокращения количества операций при применении БПФ и оценить его значение.
6. Практическое использование БПФ (ДПФ).
7. Особенности практического использования ДПФ.
8. Интерполяция отсчетов сигнала с использованием ДПФ.

### Оценка параметров случайного процесса

1. Оценка математического ожидания и дисперсии.
2. Свойства оценки.

*Ответ:* Смещенность, состоятельность и эффективность.

3. Оценка законов распределения.
4. Не параметрический подход.
5. Параметрический метод оценки распределений
6. Оценка ковариации
7. Оценка спектра на основе ДПФ.
8. Методы улучшения оценки СПМ.

### Изучение методов цифрового формирования сигналов.

1. Перечислите, и кратко опишите методы цифрового формирования сигналов.
2. Синтезатор частоты на основе управляемого напряжением генератора и ФАП.
3. Синтезатор частоты со сложением импульсных последовательностей.

4. Синтезатор частоты на основе дискретного фазовращателя.
5. Синтезатор частоты на основе цифро-аналогового фазовращателя.
6. Синтезатор частоты на основе делителя с переменным коэффициентом деления.
7. Комбинированный синтезатор частоты.

*Ответ:* Это синтезатор, содержащий в своём составе минимум два синтезатора, один из которых имеет грубую сетку частот и второй мелкую сетку частот.

8. Цифровой синтезатор сигнала.
9. Нарисуйте структурную схему дополнительной платы цифро-аналогового выхода и поясните её работу.
10. Поясните работу указанной преподавателем программы и поясните, как в ней задаются переменные параметры формируемых сигналов.

### **Контрольные вопросы для практических занятий**

#### **Тема 2** Особенности дискретизации, квантования и восстановления сигналов

1. Преобразование сигналов в цифровую форму.
2. Способы восстановления сигналов, их особенности.
3. Статические и динамические погрешности преобразования сигналов в цифровую форму и их восстановления.
4. Предварительная обработка оцифрованных сигналов.

#### **Тема 3** Обработка сигналов в частотной области

1. Дискретное преобразование Фурье, его свойства и особенности практического применения.
2. Быстрое преобразование Фурье (БПФ), его разновидности и особенности практического использования.
3. Вычисление корреляционного интеграла и интерполяция функций с использованием БПФ.

#### **Тема 5** Элементы проектирования цифровых фильтров.

1. Проектирование нерекурсивных фильтров.
2. Разновидности нерекурсивных фильтров.
3. Основные этапы проектирования нерекурсивных фильтров.
4. Формулировка задачи аппроксимации, критерии и основные методы решения задачи аппроксимации.
5. Реализационные характеристики фильтров.

#### **Тема 6** Эффекты квантования в цифровых фильтрах.

1. Эффекты квантования в цифровых фильтрах.
2. Ошибки, вызванные неточными значениями постоянных параметров.
3. Ошибки, вызванные аналого-цифровым преобразованием входного сигнала и
4. Ошибки, вызванные квантованием произведений.
5. Анализ шумов в фильтре первого порядка
6. Анализ шумов в цифровом резонаторе.

#### **Тема 7** Алгоритмы оценки характеристик случайных сигналов.

1. Оценка моментов.
2. Оценка математического ожидания и дисперсии.
3. Оценка законов распределения.
4. Не параметрический подход.
5. Параметрический метод оценки распределений.
6. Оценка ковариации.

**Тема 8.** АРСС модели, Метод Прони.

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

**Тема 9** Типовые структуры цифровых устройств.

1. Устройства ЦОС.
2. Особенности построения аппаратуры обработки сигналов.
3. Устройства с «жесткой» логикой,
4. устройства с «мягкой» логикой.
5. комбинированные устройства.

**Тема 12.** Микропроцессорные дискретные устройства.

1. Классификация и особенности архитектуры микроконтроллеров и сигнальных процессоров.
2. Основные сведения о семействах процессоров ведущих фирм.
3. Область применения микропроцессоров в радиоэлектронике.
4. Порядок проектирования микропроцессорного дискретного устройства.

**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 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»,  
д.т.н., профессор

С.Н. Кириллов