

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

Кафедра «Радиотехнические устройства»

ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

по дисциплине

Б1.В.16 «Цифровые радиоприемные устройства РНС»

Специальность

11.05.01 Радиоэлектронные системы и комплексы

ОПОП специалитета

«Радионавигационные системы и комплексы»

Квалификация выпускника – специалист

Форма обучения – очная

Рязань

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 и одна задача. В процессе подготовки к устному ответу экзаменуемый может составить в письменном виде план ответа, включающий в себя определения, выводы формул, рисунки и т.п. Решение задачи также предоставляется в письменном виде.

Паспорт оценочных материалов по дисциплине

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Код контролируемой компетенции (или её части)	Вид, метод, форма оценочного мероприятия
1	2	3	4
Модуль 1			
1	ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О ЦИФРОВЫХ РАДИОПРИЕМНЫХ УСТРОЙСТВАХ		
1.1	Современные требования к приемопередающим устройствам. Области применения цифровых технологий в приемопередатчиках.	ПК-5	зачет
1.2	Общие сведения о ЦРПУ. Архитектура ЦРПУ. Модели	ПК-5	зачет

	сигналов в ЦРПУ. Характеристики ЦРПУ.		
2	ОБРАБОТКА СИГНАЛОВ В ЦИФРОВЫХ РАДИОПРИЕМНЫХ УСТРОЙСТВАХ		
2.1	Квантование сигналов в ЦРПУ. Коэффициент шума. Расчет шумовых параметров ЦРПУ. Дискретизация в ЦРПУ. Выбор частоты дискретизации.	ПК-5	зачет
2.2	Устройства выборки-хранения. Методы дискретизации радиосигналов.	ПК-5	зачет
2.3	Формирование квадратур в ЦРПУ. Цифровая фильтрация радиосигналов.	ПК-5	зачет
2.4	Нелинейные искажения в радио-тракте. Преобразования радиосигналов в ЦРПУ.	ПК-5	зачет
2.5	Демодуляция АМ, ФМ, ЧМ радиосигналов. Демодуляция ОБП радиосигналов. Демодуляция дискретных сигналов в ЦРПУ.	ПК-5	зачет
Модуль 2			
3	СИНХРОНИЗАЦИЯ В ЦИФРОВЫХ РАДИОПРИЕМНЫХ УСТРОЙСТВАХ		
3.1	Синхронизация в ЦРПУ	ПК-5	экзамен
4	ПРОЕКТИРОВАНИЕ ЦИФРОВЫХ РАДИОПРИЕМНЫХ УСТРОЙСТВ		
4.1	Элементная база цифровых радиоприемных устройств: АЦП AD6640. Элементная база цифровых радиоприемных устройств: понижающий преобразователь AD6620.	ПК-5	экзамен
4.2	Архитектура ЦРПУ.	ПК-5	экзамен
4.3	Приемные модули цифровых антенных решеток.	ПК-5	экзамен
4.4	Принципы проектирования цифровых радиоприемников. Современные интегральные цифровые приемники и трансиверы.	ПК-5	экзамен

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 по шкале 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.

МОДУЛЬ 1

Вопросы к зачету

1. Общие сведения. Модели сигналов ЦРПУ. Амплитуда, фаза и частота радиосигнала.
2. Комплексное представление радиосигнала. Квадратурные составляющие.
3. Параметры ЦРПУ: динамический диапазон, гармонический состав сигнала на выходе АЦП.
4. Квантование радиосигнала.
5. Структура АЦП. Статическая передаточная функция АЦП
6. Погрешности аналого-цифрового преобразования по постоянному току: погрешность усиления, смещение нуля, интегральная и дифференциальная нелинейности. Шумы перехода.
7. Шум квантования в идеальном АЦП. Дисперсия шума, отношение сигнал-шум.
8. Процессорное усиление как метод уменьшения шумов квантования.
9. Динамические параметры АЦП: эффективное число бит, свободный динамический диапазон, отношение сигнал-(шум + искажения).
10. Дизер как средство уменьшения искажений в АЦП.
11. Джиттер и его влияние на шумовые свойства АЦП. Отношение сигнал-шум при наличии джиттера.
12. Отношение сигнал-шум при одновременном действии нескольких источников шумов АЦП.
13. Коэффициент шума ЦРПУ: структурная схема радиотракта, общее выражение коэффициента шума.
14. Коэффициент шума цифрового тракта. Влияние коэффициента усиления аналогового тракта.
15. Динамический диапазон АЦП. Расчет необходимого числа разрядов АЦП для получения заданного коэффициента шума и неискаженного воспроизведения максимального сигнала.
16. Дискретизация радиосигналов на основе теоремы Котельникова, число отсчетов сигнала заданной длительности. Особенности дискретизации радиосигнала. Формирование квадратурных составляющих.
17. Стробирование радиосигналов: требования к длительности строба, виды устройств стробирования, зависимость длительности строба от несущей частоты радиосигнала.
18. Двухканальные устройства дискретизации радиосигналов: преобразование Гильберта, ряд Котельникова для радиосигнала, интервал дискретизации.
19. Одноканальная дискретизация радиосигналов: рациональная, оптимальная, спектральные диаграммы, длительность интервала дискретизации.
20. Формирование квадратурных составляющих радиосигналов: двухканальная дискретизация на основе преобразования Гильберта, двухканальная со сдвигом отсчетного импульса.
21. Формирование квадратурных составляющих радиосигналов:
- 22.
23. Описание нелинейного радиотракта, основные характеристики. Спектр сигнала при интермодуляционных искажениях 3-го порядка.
24. Расчет точки IP3 для интермодуляций 3-го порядка. Расчет точки 1 дБ компрессии.
25. Расчет точки IP3 для многокаскадного радиотракта при сложении интермодуляций по мощности: практические условия, выражение для точки IP3. Взаимосвязь входной и выходной точек IP3.

26. Пример расчет точки IP3 двухкаскадного радиотракта. Измерение точки IP3.
27. Расчет интермодуляционной избирательности: динамический диапазон по интермодуляции, уровень восприимчивости, коэффициент интермодуляции, выражение интермодуляционной избирательности в зависимости от входной точки IP3.
28. Преобразование радиосигналов в ЦРПУ. Линейная фильтрация радиосигналов.
29. Цифровое преобразование частоты.
30. Нелинейное преобразование радиосигнала.
31. Амплитудный демодулятор.
32. Синхронный амплитудный детектор.
33. Демодулятор частотномодулированного сигнала.
34. Демодуляция однополосного сигнала: фазовый способ.
35. Демодуляция однополосного сигнала: фазово-фильтровой способ.
36. Демодулятор частотно-манипулированного радиосигнала.

Перечень лабораторных работ и вопросов для контроля

№ работы	Название лабораторной работы и вопросы для контроля	Шифр
1	Квантование радиосигналов 1. Назовите источники шумов при квантовании сигнала, объясните причины возникновения этих шумов. 2. Назовите параметры и характеристики АЦП, определяющие шумовые свойства при аналого-цифровом преобразовании. 3. Как выбирается разрядность АЦП с точки зрения его шумовых свойств? 4. Принцип действия дизера. Какие параметры АЦП могут быть улучшены с помощью дизера? 5. Опишите методику измерения шума квантования, вызванного несовершенством АЦП. 6. Как определяется коэффициент шума АЦП? 7. Как определяется коэффициент шума цифрового приемника? 8. Из каких соображений задается уровень сигнала на входе АЦП? 9. Опишите способы уменьшения уровня шумов для заданного АЦП. 10. Как выбирается коэффициент усиления аналогового тракта цифрового приемника?	4509
2	Дискретизация радиосигналов 1. Сформулировать теорему отсчетов Котельникова: а) для низкочастотного видеосигнала; б) для полосового радиосигнала. 2. Рассказать о способах дискретизации полосовых радиосигналов. 3. Пояснить принцип рационального выбора частоты дискретизации полосового радиосигнала. 4. Составить алгоритм расчета оптимальной частоты дискретизации полосового радиосигнала. 5. Пояснить принцип работы устройства выборки-хранения. 6. Выбор времени стробирования отсчета полосового сигнала. Способы увеличения времени стробирования. 7. Пояснить преимущества дискретизации полосового радиосигнала на радиочастоте. 8. Изобразить структурную схему дискретизации на основе преобразования Гильберта, пояснить принцип ее работы. 9. В чем отличия спектров дискретного радиосигнала при	4509

	рациональном и оптимальном выборе частоты дискретизации? 10. Какие требования предъявляются к частотным характеристикам фильтров перед АЦП при дискретизации полосового радиосигнала?	
3	Формирование квадратур 1. Квадратурное представление высокочастотных полосовых сигналов. 2. Формирование квадратур на основе преобразования Гильберта. 3. Формирование квадратур на основе 90° фазовращателя. 4. Формирование квадратур на основе задержки во времени на $\frac{1}{4}$ периода несущей частоты. 5. Формирование квадратур на основе цифрового гетеродинирования. 6. Формирование амплитуды и фазы методом микроуровневой дискретизации. 7. Влияние частоты цифрового гетеродина на структуру формирователя квадратур. 8. Преобразование спектра сигнала в формирователе квадратур. 9. Причины нелинейных искажений квадратур в ЦРПУ. 10. Способы уменьшения интермодуляционных искажений квадратур.	4509
4	Демодуляция радиосигналов 1. Каким образом можно произвести демодуляцию радиосигнала, используя только квадратурные составляющие? 2. Описать алгоритм формирования квадратурных составляющих радиосигнала в цифровом радиоприемном устройстве. 3. Пояснить назначение цифрового гетеродина при формировании квадратурных составляющих; обосновать выбор частоты цифрового гетеродина. 4. Объяснить причины искажений непрерывного сообщения при демодуляции радиосигнала. 5. В чем состоит отличие демодуляции непрерывного и дискретного сообщений? 6. Назначение фильтрации квадратурных составляющих после цифрового гетеродинирования; выбор параметров цифрового фильтра. 7. Изобразить структурную схему и пояснить принцип работы цифрового демодулятора АМ сигнала. 8. Изобразить структурную схему и пояснить принцип работы цифрового демодулятора ФМ сигнала. 9. Изобразить структурную схему и пояснить принцип работы цифрового демодулятора ЧМ сигнала. 10. Изобразить структурную схему и пояснить принцип работы цифрового демодулятора ОБП сигнала.	4509

График выполнения лабораторных работ размещен в лаборатории.

МОДУЛЬ 2

Вопросы к экзамену

1. Фазовая и частотная синхронизация. Петля с квадрированием. Принцип работы.
2. Схема Костаса. Общее выражение для сигнала ошибки синхронизации. структурные схемы и принцип работы фильтра, цифрового гетеродина.

3. Общая структурная схема фазовой синхронизации. Пример фазовой синхронизации DQPSK.
4. Комбинация схемы Костаса и квадрирования. Пример для DQPSK сигнала.
5. Тактовая синхронизация в ЦРПУ. Общая структурная схема с обратной связью и без обратной связи.
6. Синхронная тактовая синхронизация. Структурная схема. Принцип работы.
7. Тактовая синхронизация при квазикогерентной демодуляции сигнала. Структурные схемы. Принцип работы.
8. Тактовая синхронизация: алгоритм Гарднера. Структурная схема. Принцип работы.
9. Цифровая автоматическая регулировка усиления. Структурные схемы. Принцип работы.
10. Аналого-цифровые преобразователи для ЦРПУ. Основные параметры. Особенности АЦП для ЦРПУ и АЦП общего назначения.
11. Структурная схема АЦП для ЦРПУ, принцип работы (на примере АЦП AD6640)
12. Интерфейсы АЦП: аналоговый, цифровой, тактирование, электропитание (на примере AD6640)
13. Понижающий преобразователь DDC. Назначение. Структурная схема (на примере AAD6620).
14. Структурная схема цифрового гетеродина прямого синтеза. Принцип работы, управление работой. Основные параметры.
15. Фильтры с постоянными параметрами в DDC 2-го и 5-го порядка.
16. Фильтр с программируемыми коэффициентами в DDC. Параллельная обработка данных с использованием нескольких DDC.
17. Архитектура радиоприемных устройств. Супергетеродинный радиоприемник. Структурная схема, назначение каскадов, принцип работы. Достоинства и недостатки.
18. Радиоприемник с прямым преобразованием частоты. Структурная схема, назначение каскадов, принцип работы. Достоинства и недостатки.
19. Радиоприемник с низкой промежуточной частотой. Структурная схема, назначение каскадов, принцип работы. Достоинства и недостатки.
20. Широкополосный супергетеродинный радиоприемник с двойным преобразованием частоты. Структурная схема, назначение каскадов, принцип работы. Достоинства и недостатки.

Типовые варианты заданий для курсового проектирования

№	$f_{\max}$ МГц	$f_{\min}$ МГц	Δf кГц	$q_{\text{вых}}$ дБ	$E_{\min}$ мкВ	D дБ ДД сигнала	Ra Ом	Избир. дБ
1	450	480	25	3	1	50	50	60
2	150	170	25	12	10	60	50	70
3	180	210	25	12	5	50	50	60
4	300	340	25	12	2	50	50	70
5	1800	1900	200	0	10	60	50	60
6	900	1000	200	0	5	60	50	70
7	2400	2500	200	0	2	50	50	60
8	850	950	200	3	10	50	50	70
9	950	1050	200	3	5	50	50	60
10	2450	2570	200	3	2	50	50	70
11	800	900	200	12	10	50	50	60
12	900	910	200	12	20	60	50	70

13	1000	1010	200	12	50	60	50	60
14	2500	2550	200	12	100	70	50	70
15	5000	5100	200	12	200	70	50	60
16	200	210	1000	12	200	70	50	60
17	300	330	1000	12	100	60	50	70

Составил

к.т.н., доц., доцент

кафедры радиотехнических устройств

д.т.н., профессор

кафедры радиотехнических устройств

Е.В. Васильев

Ю.Н. Паршин

Заведующий кафедрой

РТУ, д.т.н., профессор

Ю.Н. Паршин

Оператор ЭДО ООО "Компания "Тензор"

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

СОГЛАСОВАНО

ФГБОУ ВО "РГРТУ", РГРТУ, Паршин Юрий Николаевич,
Заведующий кафедрой РТУ

04.07.25 09:54 (MSK)

Простая подпись