

ПРИЛОЖЕНИЕ

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«РЯЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ РАДИОТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМЕНИ В.Ф. УТКИНА»

Кафедра радиотехнических устройств

ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

По дисциплине

Б1.О.22 «Элементная база радиоэлектроники»

Направление подготовки

11.03.01 Радиотехника

Направленность (профиль) подготовки

Программно-аппаратные средства систем радиомониторинга и радиоэлектронной борьбы

Уровень подготовки

Бакалавриат

Квалификация выпускника – бакалавр

Формы обучения – очная

Рязань 2026 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 общепрофессиональных 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 лабораторных работах. При выполнении лабораторных работ применяется система оценки «зачтено – не зачтено».

Промежуточная аттестация по дисциплине осуществляется проведением зачета. Форма проведения зачета (с оценкой) – 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.

Профессиональные компетенции выпускников и индикаторы их достижения

Код	Формулировка компетенции	Индикаторы достижения
ОПК-1	Способен использовать положения, законы и методы естественных наук и математики для решения задач инженерной деятельности	ОПК-1.1. Использует фундаментальные законы природы и основные физические и математические законы в процессе исследования физических объектов и процессов ОПК-1.2. Применяет математический аппарат для анализа свойств и поведения физических объектов ОПК-1.3. Составляет математические модели физических объектов и процессов для решения задач инженерной деятельности

Паспорт фонда оценочных средств по дисциплине (модулю)

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины (результаты по разделам)	Код контролируемой компетенции (или её части)	Наименование оценочного средства
1	2	3	4

	Модуль 1 <i>Введение. Роль элементной базы, классификация элементной базы радиоэлектроники, области ее применения</i>		
1.1	Основные понятия и определения	ОПК-1	Зачет с оценкой
	Модуль 2 <i>Активные и пассивные компоненты элементной базы радиоэлектроники</i>		
2.1	Пассивные компоненты: резисторы и конденсаторы	ОПК-1	Зачет с оценкой
2.2	Пассивные элементы: катушки индуктивности, дроссели, трансформаторы	ОПК-1	Зачет с оценкой
2.3	Диоды	ОПК-1	Зачет с оценкой
2.4	Активные элементы: биполярные и полевые транзисторы	ОПК-1	Зачет с оценкой
	Модуль 3 <i>Микросхемы: основные схемы базовых и вспомогательных каскадов аналоговых интегральных схем</i>		
3.1	Входные каскады интегральных схем	ОПК-1	Зачет с оценкой
3.2	Выходные каскады интегральных схем	ОПК-1	Зачет с оценкой
3.3	Источники тока (генераторы стабильного тока (ГСТ))	ОПК-1	Зачет с оценкой
3.4	Источники напряжения	ОПК-1	Зачет с оценкой
3.5	Схемы сдвига уровня постоянного напряжения	ОПК-1	Зачет с оценкой
	Модуль 4 <i>Схемотехника операционных усилителей</i>		
4.1	Общие характеристики операционных усилителей	ОПК-1	Зачет с оценкой
4.2	Основные свойства операционных усилителей	ОПК-1	Зачет с оценкой
4.3	Основные параметры операционных усилителей	ОПК-1	Зачет с оценкой
4.4	Работа операционного усилителя с обратной связью	ОПК-1	Зачет с оценкой
	Модуль 5 <i>. Аналоговые устройства на основе операционных усилителей</i>		
5.1	Линейные и нелинейные схемы на базе операционных усилителей и методы их расчета	ОПК-1	Зачет с оценкой
5.2	Активные фильтры на базе операционных усилителей	ОПК-1	Зачет с оценкой

	Модуль 6 <i>Микросхемы СВЧ диапазона</i>		
6.1	Общие положения	ОПК-1	Зачет с оценкой
6.2	Элементная база электроники СВЧ	ОПК-1	Зачет с оценкой
6.3	Интегральные СВЧ транзисторы	ОПК-1	Зачет с оценкой
6.4	Монолитные интегральные микросхемы	ОПК-1	Зачет с оценкой
	Модуль 7 <i>Проблемы повышения степени интеграции.</i>		
7.1	Проблемы повышения степени интеграции: тенденции развития микроэлектроники, наноэлектроника - логическое развитие микроэлектроники. Барьеры на пути перехода от микро- к наноэлектронике: физические, технологические, надежность и долговечность, экономические и инфраструктурные барьеры. Примеры преодоления барьеров.	ОПК-1	Зачет с оценкой

Критерии оценивания компетенций (результатов)

- 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 структура, логичность, убежденность, общая эрудиция)
- 5). Использование дополнительной литературы при подготовке ответов.

Уровень освоения знаний, умений и навыков по дисциплине оценивается с использованием следующей шкалы:

«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 зачете и при выполнении экзаменационных

заданий, но обладающим необходимыми знаниями для их устранения под руководством преподавателя.

Оценка «не зачтено» выставляется студенту, который не справился более чем с 50% вопросов и заданий билета, в ответах на другие вопросы допустил существенные ошибки. Не может ответить на дополнительные вопросы, предложенные преподавателем. Как правило, оценка «не зачтено» ставится студентам, которые не могут продолжить обучение или приступить к профессиональной деятельности по окончании вуза без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.

Типовые контрольные задания или иные материалы

Типовые задания для самостоятельной работы

Чтение, анализ и конспектирование научной литературы по темам и проблемам курса.

Ответы на контрольные вопросы и решение задач из учебника.

Конспектирование, аннотирование научных публикаций.

Перечень лабораторных работ и вопросов для контроля

№ работ ы	Название лабораторной работы и вопросы для контроля
1	Исследование неинвертирующих усилителей на операционном усилителе 1. Операционный усилитель (ОУ): определение, условные обозначения, общие характеристики, схема включения, условие баланса. 2. Операционный усилитель (ОУ): понятие идеального ОУ и его основные свойства. Два правила анализа ОУ. Отличие реального ОУ от идеального. 3. Структурные схемы стандартных операционных усилителей (ОУ). Назначение входящих в них каскадов. Отличие двухкаскадной от трехкаскадной модели. 4. Основные параметры операционного усилителя (ОУ): а) коэффициент усиления, входное и выходное сопротивления; б) напряжение смещения нуля и коэффициент влияния источника питания; в) температурный дрейф напряжения смещения нуля, входной ток и разность входных токов и их температурный дрейф; г) частота единичного усиления, скорость нарастания выходного напряжения, время восстановления. 5. Работа операционного усилителя (ОУ) с обратной связью. Коэффициент передачи обратной связи, коэффициент усиления ОУ с учетом

	обратной связи, их связь в идеальном ОУ. 6. Амплитудно-частотная характеристика операционного усилителя (ОУ). Связь коэффициента усиления и полосы пропускания ОУ. 7. Вопросы устойчивости операционных усилителей. Условие устойчивости и внутренняя коррекция. 8. Неинвертирующий усилитель на операционном усилителе. Коэффициент усиления, входное и выходное сопротивления. Влияние параметров реального ОУ на динамический диапазон усилителя. Достоинства и недостатки. 9. Неинвертирующий усилитель-повторитель на операционном усилителе. Коэффициент усиления, входное и выходное сопротивления. Влияние параметров реального ОУ на динамический диапазон усилителя. Достоинства и недостатки.
2	Исследование инвертирующих усилителей на операционном усилителе 1. Инвертирующий усилитель на операционном усилителе. Коэффициент усиления, входное и выходное сопротивления. Влияние параметров реального ОУ на динамический диапазон усилителя. Достоинства и недостатки. 2. Преобразователь ток-напряжение на операционном усилителе: принципиальная схема, вывод математической зависимости $U_{ВЫХ} = f(I_{ВХ})$ и анализ схемы. 3. Преобразователь напряжение-ток на операционном усилителе: принципиальная схема, вывод математической зависимости $I_H = f(U_{ВХ})$ и анализ схемы. Вольтметр постоянного тока. 4. Сумматоры (суммирующие усилители) на операционных усилителях: принципиальные схемы и принципы работы. 5. Аналоговый вычитатель (усилитель разностного сигнала) на операционном усилителе. Схема и принцип работы. 6. Аналоговый интегратор на операционном усилителе: принципиальная схема и вывод математической зависимости $u_{ВЫХ} = f(u_{ВХ})$. 7. Аналоговый дифференциатор на операционном усилителе: принципиальная схема и вывод математической зависимости $u_{ВЫХ} = f(u_{ВХ})$. 8. Усилитель с регулируемым сдвигом фазы на операционном усилителе: принципиальная схема и вывод математической зависимости $\vec{K} = f(\vec{R})$, анализ полученного выражения при $f > 0$. 9. Усилитель с регулируемым коэффициентом усиления на операционном усилителе: принципиальная схема, вывод математической зависимости $K_u = f(R)$, анализ полученного выражения. 10. Компараторы на операционном усилителе (алгоритм работы, принципиальные схемы). 11. Логарифмирующий усилитель на операционном усилителе: принципиальная схема и вывод математической зависимости $u_{ВЫХ} = f(u_{ВХ})$.

3	Исследование активных фильтров нижних и верхних частот на операционном усилителе 1. Виды фильтров и их основные характеристики. Активные фильтры, их преимущества и недостатки. 2. Порядок активного фильтра и его влияние на АЧХ и ФЧХ (показать на примере какого-либо фильтра). 3. Добротность активного фильтра и ее влияние на АЧХ и ФЧХ (показать на примере какого-либо фильтра). 4. Принципы проектирования активных фильтров на операционных усилителях. Передаточная характеристика, определение АЧХ и ФЧХ из передаточной характеристики. Принципы выбора элементов активных фильтров на операционных усилителях. 5. Основные требования, на основе которых разрабатывается методика расчета активных фильтров. Критерии проектирования для низкодобротных, среднедобротных и высокодобротных активных фильтров. 6. Низкодобротные фильтры нижних частот 1-го, 2-го и 3-го порядка на операционных усилителях. Схемотехника, АЧХ и ФЧХ. 7. Схемотехника среднедобротных фильтров нижних частот 2-го порядка на операционных усилителях. АЧХ и ФЧХ. 8. Высокотдобротные фильтры нижних частот на операционных усилителях. Схемотехника, АЧХ и ФЧХ. 9. Низкодобротные фильтры верхних частот 1-го, 2-го и 3-го порядка на операционных усилителях. Схемотехника, АЧХ и ФЧХ. 10. Схемотехника среднедобротных фильтров верхних частот 2-го порядка на операционных усилителях. АЧХ и ФЧХ.
4	Исследование полосового и режекторного активных фильтров на операционном усилителе 1. Принципы выбора элементов и расчета активных фильтров на операционных усилителях. 2. Низкодобротные полосовые активные фильтры на операционных усилителях, их схемотехника, АЧХ и ФЧХ. 3. Среднедобротные полосовые активные фильтры на операционных усилителях, их схемотехника, АЧХ и ФЧХ. 4. Высокотдобротные полосовые активные фильтры на операционных усилителях, их схемотехника, АЧХ и ФЧХ. 5. Низкодобротные режекторные активные фильтры на операционных усилителях, их схемотехника, АЧХ и ФЧХ. 6. Среднедобротные режекторные активные фильтры на операционных усилителях, их схемотехника, АЧХ и ФЧХ. 7. Высокотдобротные режекторные активные фильтры на операционных усилителях, их схемотехника, АЧХ и ФЧХ.

Вопросы к зачету

1. Введение. Роль элементной базы, классификация элементной базы радиоэлектроники, области ее применения.
2. Резисторы: классификация, условно-графические изображения, корпусное исполнение, характеристики, температурный коэффициент сопротивления, номинальное сопротивление, маркировка.
3. Конденсаторы: классификация, условно-графические изображения, корпусное исполнение, характеристики, температурный коэффициент емкости, номинальная емкость, маркировка.
4. Катушки индуктивности: классификация, условно-графические изображения, корпусное исполнение, характеристики, температурный коэффициент индуктивности. Дроссели.
5. Трансформаторы: классификация, условно-графические изображения, корпусное исполнение, характеристики.
6. Диоды: классификация, условно-графические изображения, корпусное исполнение, характеристики.
7. Биполярные транзисторы: классификация, условно-графические изображения, характеристики, маркировка.
8. Полевые транзисторы: классификация, условно-графические изображения, характеристики, маркировка.
9. Источники тока (ГСТ): определение, назначение, две основные схемы. Способы получения аппроксимации источника тока, близкого к идеальному.
10. Основная схема ГСТ на биполярных транзисторах. Принцип работы «токового зеркала».
11. Источник тока с диодным смещением: принципиальная схема, принцип работы, достоинства и недостатки.
12. Источники тока с диодным смещением с масштабированием и для схем с малыми токами: принципиальные схемы, принцип работы, достоинства и недостатки.
13. Схема токового зеркала Уилсона. Принцип работы, достоинства.
14. Схема ГСТ с перевернутой нагрузкой. Принцип работы, достоинства и недостатки.
15. Применение ГСТ в качестве динамической нагрузки. ГСТ на двухколлекторном транзисторе.
16. Источники тока на полевых транзисторах. Принципиальные схемы, принцип работы, достоинства и недостатки.
17. Источники напряжения. Требования к источникам напряжения. Источник

напряжения на эмиттерном повторителе: принципиальная схема, принцип работы, достоинства и недостатки.

18. Источники напряжения. Требования к источникам напряжения. Источник напряжения на стабилитроне. Принципиальная схема, принцип работы, достоинства и недостатки.

19. Источники напряжения. Требования к источникам напряжения. Источник напряжения на диодной цепочке. Принципиальная схема, принцип работы, достоинства и недостатки.

20. Источники напряжения. Требования к источникам напряжения. Каскады с несколькими источниками напряжения от одного опорного напряжения.

21. Источники опорного напряжения: основное требование и способы его достижения. Области применения источников опорного напряжения. Источник опорного напряжения на стабилитроне, принцип работы, достоинства и недостатки.

22. Схемы сдвига уровня постоянного напряжения: определение, необходимость, основные задачи. Схема транслятора уровня на резистивном делителе: принципиальная схема, принцип работы, достоинства и недостатки.

23. Схемы сдвига уровня постоянного напряжения: определение, необходимость, основные задачи. Схема транслятора уровня на стабилитроне: принципиальная схема, принцип работы, достоинства и недостатки.

24. Схемы сдвига уровня постоянного напряжения: определение, необходимость, основные задачи. Схема транслятора уровня с использованием диодной цепочки: принципиальная схема, принцип работы, достоинства и недостатки.

25. Схемы сдвига уровня постоянного напряжения: определение, необходимость, основные задачи. Схема транслятора уровня с использованием комбинации резистивного каскада и ГСТ: принципиальная схема, принцип работы, достоинства и недостатки.

26. Операционный усилитель (ОУ): определение, условные обозначения, общие характеристики, схема включения, условие баланса.

27. Операционный усилитель (ОУ): понятие идеального ОУ и его основные свойства. Два правила анализа ОУ. Отличие реального ОУ от идеального.

28. Структурные схемы стандартных операционных усилителей (ОУ). Назначение входящих в них каскадов. Отличие двухкаскадной и трехкаскадной модели.

29. Основные параметры операционного усилителя (ОУ).

30. Работа операционного усилителя (ОУ) с обратной связью. Коэффициент передачи обратной связи, коэффициент усиления ОУ с учетом обратной связи, их связь в идеальном ОУ.

31. Амплитудно-частотная характеристика операционного усилителя (ОУ). Связь коэффициента усиления и полосы пропускания ОУ.

32. Вопросы устойчивости операционных усилителей. Условие устойчивости и внутренняя коррекция.

33. Неинвертирующий усилитель и повторитель на операционном усилителе. Коэффициент усиления, входное и выходное сопротивления. Влияние параметров реального ОУ на динамический диапазон усилителя. Достоинства и недостатки.

34. Инвертирующий усилитель на операционном усилителе. Коэффициент усиления, входное и выходное сопротивления. Влияние параметров реального ОУ на динамический диапазон усилителя. Достоинства и недостатки.

35. Схемотехника неинвертирующих и инвертирующих усилителей на операционных усилителях с питанием от однополярного источника питания. Достоинства и недостатки.

36. Преобразователь ток-напряжение на операционном усилителе (принципиальная схема и вывод математической зависимости $U_{ВЫХ} = f(I_{ВХ})$, анализ схемы).

37. Преобразователь напряжение-ток на операционном усилителе (принципиальная схема и вывод математической зависимости $I_H = f(U_{ВХ})$). Вольтметр постоянного тока.

38. Сумматоры (суммирующие усилители) на операционных усилителях. Схемы и принципы работы.

39. Аналоговый вычитатель (усилитель разностного сигнала) на операционном усилителе. Схема и принципы работы.

40. Аналоговый интегратор на операционном усилителе (принципиальная схема и вывод математической зависимости $u_{ВЫХ} = f(u_{ВХ})$).

41. Аналоговый дифференциатор на операционном усилителе (принципиальная схема и вывод математической зависимости $u_{ВЫХ} = f(u_{ВХ})$).

42. Усилитель с регулируемым сдвигом фазы на операционном усилителе (принципиальная схема и вывод математической зависимости $\dot{K}_u = f(R)$, анализ полученного выражения при $f > 0$).

43. Усилитель с регулируемым коэффициентом усиления на операционном усилителе (принципиальная схема, вывод математической зависимости $K_u = f(R)$, график зависимости и анализ полученного выражения).

44. Компараторы на операционном усилителе (алгоритм работы, принципиальные схемы).

45. Логарифмирующий усилитель на операционном усилителе (принципиальная схема и вывод математической зависимости $u_{ВЫХ} = f(u_{ВХ})$).

46. Основные виды фильтров и их основные характеристики. Активные фильтры: преимущества и недостатки.

47. Порядок активного фильтра на операционном усилителе и его влияние на АЧХ и ФЧХ (показать на примере какого-либо фильтра).

48. Добротность фильтра на операционном усилителе и ее влияние на АЧХ и ФЧХ (показать на примере какого-либо фильтра).

49. Принципы проектирования активных фильтров на операционных усилителях. Передаточная характеристика, определение АЧХ и ФЧХ из передаточной характеристики. Принципы выбора элементов активных фильтров на операционных усилителях.

50. Основные требования, на основе которых разрабатывается методика расчета активных фильтров. Критерии проектирования для низкодобротных, среднедобротных и

высокодобротных активных фильтров.

51. Активные низкодобротные фильтры нижних частот 1-ого, 2-ого и 3-ого порядка на операционных усилителях. Схемотехника, АЧХ и ФЧХ.

52. Высокодобротные фильтры нижних частот на операционных усилителях. Схемотехника, АЧХ и ФЧХ, достоинства и недостатки.

53. Схемотехника среднедобротных фильтров нижних частот 2-ого порядка на операционных усилителях. АЧХ и ФЧХ.

54. Активные низкодобротные фильтры верхних частот 1-ого, 2-ого и 3-ого порядка на операционных усилителях. Схемотехника, АЧХ и ФЧХ.

55. Схемотехника среднедобротных фильтров верхних частот 2-ого порядка на операционных усилителях. АЧХ и ФЧХ.

56. Низкодобротные полосовые активные фильтры на операционных усилителях. Схемотехника, АЧХ и ФЧХ.

57. Среднедобротные полосовые активные фильтры на операционных усилителях. Схемотехника, АЧХ и ФЧХ.

58. Высокодобротные полосовые активные фильтры на операционных усилителях. Схемотехника, АЧХ и ФЧХ, достоинства и недостатки.

59. Низкодобротный и среднедобротный режекторные активные фильтры на операционных усилителях. Схемотехника, АЧХ и ФЧХ.

60. Высокодобротные режекторные активные фильтры на операционных усилителях. Схемотехника, АЧХ и ФЧХ, достоинства и недостатки.

61. Входные каскады операционных усилителей: основные требования, типовые схемы.

62. Способы повышения входного сопротивления входных каскадов операционных усилителей. Использование схемы Дарлингтона (принцип получения высокого входного сопротивления, принципиальная схема).

63. Способы повышения входного сопротивления входных каскадов операционных усилителей. Использование транзисторов со сверхтонкой базой (принцип получения высокого входного сопротивления, принципиальная схема).

64. Способы повышения входного сопротивления входных каскадов операционных усилителей. Использование полевых транзисторов (принцип получения высокого входного сопротивления, принципиальные схемы).

65. Выходные каскады операционных усилителей: основные требования, практические схемы.

66. Микросхемы СВЧ диапазона: актуальность, гибридная и монолитная технологии, основные материалы.

67. Микросхемы СВЧ диапазона: линии межсоединений и пассивные элементы.

68. Микросхемы СВЧ диапазона: активные элементы и материалы, используемые для создания современных СВЧ транзисторов.

69. Монолитные интегральные схемы (МИС): основные типы используемых транзисторов и их сравнение по частотным свойствам. Тенденции развития технологий изготовления МИС.

70. Начала нанoeлектроники. Барьеры на пути перехода от микро- к нанoeлектронике.

Составил
старший преподаватель кафедры
радиотехнических устройств

В.А. Степашкин

Заведующий кафедрой
радиотехнических устройств
д.т.н., профессор

Ю.Н. Паршин