

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.03 «МИКРОСХЕМОТЕХНИКА»**

Направление подготовки  
11.03.01 Радиотехника

Направленность (профиль) подготовки  
Радиофотоника

Уровень подготовки  
бакалавриат

Квалификация выпускника – бакалавр

Формы 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 лабораторных работах. При выполнении лабораторных работ применяется система оценки «зачтено – не зачтено».

Промежуточный контроль по дисциплине осуществляется проведением зачета. Форма проведения зачета – 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 оценочных материалов по дисциплине

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины (результаты по разделам)	Код контролируемой компетенции (или её части)	Наименование оценочного средства
1	2	3	4
	<b>Модуль 1</b> <i>Введение. Основные схемотехнические направления построения аналоговых интегральных схем</i>		
1.1	Основные понятия и определения	ОПК-1	Зачет
1.2	Основные свойства компонентов интегральных микросхем. Основные принципы архитектурного построения современных линейных интегральных микросхем	ОПК-1	Зачет
	<b>Модуль 2</b> <i>Дифференциальный каскад (ДК) как основная схема каскада для интегральной схемы</i>		
2.1	Основная (классическая) схема дифференциального каскада	ОПК-1	Зачет
2.2	Дифференциальный каскад с активной (динамической) нагрузкой	ОПК-1	Зачет
2.3	Шумовые свойства и параметры дифференциального каскада	ОПК-1	Зачет

2.4	Методы подачи сигнала на дифференциальный каскад	ОПК-1	Зачет
	<b>Модуль 3</b> <i>Основные схемы базовых и вспомогательных каскадов аналоговых интегральных схем</i>		
3.1	Входные каскады интегральных схем	ОПК-1	Зачет
3.2	Выходные каскады интегральных схем	ОПК-1	Зачет
3.3	Источники тока (генераторы стабильного тока (ГСТ))	ОПК-1	Зачет
3.4	Источники напряжения	ОПК-1	Зачет
3.5	Трансляторы (схемы сдвига) уровня		
	<b>Модуль 4</b> <i>Схемотехника операционных усилителей</i>		
4.1	Общие характеристики операционных усилителей	ОПК-1	Зачет
4.2	Основные свойства операционных усилителей	ОПК-1	Зачет
4.3	Основные параметры операционных усилителей	ОПК-1	Зачет
4.4	Работа операционного усилителя с обратной связью	ОПК-1	Зачет
	<b>Модуль 5</b> <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
5.2	Активные фильтры на базе операционных усилителей	ОПК-1	Зачет
	<b>Модуль 6</b> <i>Микросхемы СВЧ диапазона</i>		
6.1	Общие положения	ОПК-1	Зачет
6.2	Элементная база электроники СВЧ	ОПК-1	Зачет
6.3	Интегральные СВЧ транзисторы	ОПК-1	Зачет
6.4	Монолитные интегральные микросхемы	ОПК-1	Зачет
	<b>Модуль 7</b> <i>Проблемы повышения степени интеграции. Основы функциональной электроники. Микросис-темная техника и наноэлектроника.</i>		
7.1	Проблемы повышения степени интеграции	ОПК-1	Зачет
7.2	Основы функциональной электроники	ОПК-1	Зачет
7.3	Микросистемная техника и наноэлектроника	ОПК-1	Зачет

### 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 знаний, умений и навыков по дисциплине оценивается с использованием следующей шкалы.

**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.

Эта оценка может быть выставлена и студенту, обнаружившему знания основного учебно-программного материала в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по специальности, допустившему погрешности в ответе на экзаменационные задания, но обладающим необходимыми знаниями для их устранения под руководством преподавателя.

Дополнительным условием получения оценки «зачтено» могут стать хорошие успехи при выполнении самостоятельной и контрольной работы, систематическая активная работа на практических 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. 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 знаний при допуске и сдаче лабораторной работы**

№ работы	Название лабораторной работы и вопросы для контроля
1	<b>Исследование неинвертирующих усилителей на операционном усилителе</b> 1. Операционный усилитель: определение, общие характеристики, понятие идеального ОУ и его отличие от реального. 2. Операционный усилитель: два правила анализа ОУ, схема включения, условие баланса ОУ. 3. Основные параметры ОУ: коэффициент усиления, входное и выходное сопротивление. 4. Точностные параметры ОУ: напряжение смещения нуля и коэффициент влияния источника питания. 5. Точностные параметры ОУ: температурный дрейф напряжения смещения, входной ток, разность входных токов, температурный дрейф входных токов и разности входных токов. 6. Динамические параметры ОУ: частота единичного усиления, скорость нарастания выходного напряжения, время восстановления. 7. Работа операционного усилителя с обратной связью. Коэффициент передачи обратной связи, коэффициент усиления ОУ с учетом обратной связи, их связь в идеальном ОУ. 8. Частотная коррекция ОУ.

	<p>9. Амплитудно-частотная характеристика ОУ.</p> <p>10. Структурные схемы стандартных ОУ.</p> <p>11. Неинвертирующий усилитель на ОУ. Коэффициент усиления, входное и выходное сопротивление.</p> <p>12. Усилитель-повторитель на операционном усилителе: основные параметры и характеристики.</p>
<b>2</b>	<p><b>Исследование инвертирующих усилителей на операционном усилителе</b></p> <p>1. Инвертирующий усилитель на ОУ. Коэффициент усиления, входное и выходное сопротивление.</p> <p>2. Преобразователь ток-напряжение на ОУ.</p> <p>3. Преобразователь напряжение-ток на ОУ. Вольтметр постоянного тока на ОУ.</p> <p>4. Инвертирующий сумматор на ОУ.</p> <p>5. Неинвертирующий сумматор на ОУ.</p> <p>6. Аналоговый вычитатель на ОУ.</p> <p>7. Аналоговый интегратор на ОУ.</p> <p>8. Аналоговый дифференциатор на ОУ.</p> <p>9. Усилитель с регулируемым сдвигом фазы на ОУ.</p> <p>10. Усилитель с регулируемым коэффициентом усиления на ОУ.</p> <p>11. Компараторы на ОУ.</p> <p>12. Логарифмирующий усилитель на ОУ.</p>
<b>3</b>	<p><b>Исследование активных фильтров нижних и верхних частот на операционном усилителе</b></p> <p>1. Активные фильтры: преимущества и недостатки.</p> <p>2. Основные виды фильтров и их АЧХ и ФЧХ.</p> <p>3. Основные характеристики активных фильтров.</p> <p>4. Порядок фильтра и его влияние на АЧХ.</p> <p>5. Добротность фильтра и его влияние на АЧХ.</p> <p>6. Активные фильтры нижних частот 1-го порядка.</p> <p>7. Активные фильтры нижних частот 2-го порядка.</p> <p>8. Активные фильтры нижних частот 3-го порядка.</p> <p>9. Активные фильтры верхних частот 1-го порядка.</p> <p>10. Активные фильтры верхних частот 2-го порядка.</p> <p>11. Активные фильтры верхних частот 3-го порядка.</p> <p>12. Активные фильтры нижних частот. Схемотехника низкодобротных фильтров. АЧХ и ФЧХ.</p> <p>13. Активные фильтры нижних частот. Схемотехника среднедобротных фильтров. АЧХ и ФЧХ.</p> <p>14. Активные фильтры верхних частот. Схемотехника низкодобротных фильтров. АЧХ и ФЧХ.</p> <p>15. Активные фильтры верхних частот. Схемотехника среднедобротных фильтров. АЧХ и ФЧХ.</p>
<b>4</b>	<p><b>Исследование полосового и режекторного активных фильтров на операционном усилителе</b></p> <p>1. Полосовой низкодобротный фильтр на ОУ.</p> <p>2. Полосовой среднедобротный фильтр на ОУ.</p> <p>3. Полосовой высокодобротный фильтр на ОУ.</p> <p>4. Активные полосовые фильтры. АЧХ и ФЧХ.</p> <p>5. Режекторный низкодобротный фильтр на ОУ.</p> <p>6. Режекторный среднедобротный фильтр на ОУ.</p> <p>7. Режекторный высокодобротный фильтр на ОУ.</p> <p>8. Активные режекторные фильтры. АЧХ и ФЧХ.</p>

### Вопросы к зачету

1. Что такое интегральная микросхема (ИС)? Какие бывают ИС? Функции ИС? Что входит в их состав? Классификация по уровню сложности. Уровни схемотехнического представления ИМС.
2. Основные свойства компонентов интегральных микросхем (по сравнению с дискретными). Основные принципы архитектурного построения современных линейных интегральных микросхем (раскрыть суть каждого принципа).
3. Принципиальная схема дифференциального каскада (ДК). Дифференциальный и синфазный сигналы, коэффициенты усиления, относительное ослабление синфазного сигнала. Почему ДК является основной схемой каскада для интегральной схемы?
4. Проходная характеристика дифференциального каскада: вывод математической зависимости  $IK = f(U_{BX})$  и графики, анализ трех областей графиков.
5. Свойства дифференциального каскада (ДК): динамический диапазон, двухстороннее ограничение, крутизна проходной характеристики. Влияние величины и стабильности ГСТ на усилительные свойства ДК.
6. Входное сопротивление и коэффициент передачи дифференциального каскада (ДК). Особенности работы в микрорежиме. Динамическая нагрузка. Коэффициент передачи ДК с динамической нагрузкой.
7. Методы подачи сигнала на дифференциальный каскад. Достоинства и недостатки. Требования к источнику тока (ГСТ).
8. Шумы в дифференциальном каскаде (ДК): источники шумов, эквивалентная шумовая схема. Коэффициент шума. Шумовые параметры ДК.
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. Источник тока с резисторным смещением с масштабированием и с резисторным смещением 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. Применение ГСТ в качестве динамической нагрузки. ГСТ на двухколлекторном транзисторе.
15. Источники тока на полевых транзисторах. Принципиальные схемы, принцип работы, достоинства и недостатки.
16. Источники напряжения. Требования к источникам напряжения. Источник напряжения на эмиттерном повторителе: принципиальная схема, принцип работы, достоинства и недостатки.
17. Источники напряжения. Требования к источникам напряжения. Источник напряжения на стабилитроне. Принципиальная схема, принцип работы, достоинства и недостатки.
18. Источники напряжения. Требования к источникам напряжения. Источник напряжения на диодной цепочке. Принципиальная схема, принцип работы, достоинства и недостатки.
19. Источники напряжения. Требования к источникам напряжения. Каскады с несколькими источниками напряжения от одного опорного напряжения.

20. Источники опорного напряжения: основное требование и способы его достижения. Области применения источников опорного напряжения. Источник опорного напряжения на стабилитроне, принцип работы, достоинства и недостатки.
21. Источники опорного напряжения: основное требование и способы его достижения. Области применения источников опорного напряжения. Источник опорного напряжения на ГСТ, принцип работы, достоинства и недостатки.
22. Схемы сдвига (трансляторы) уровня: определение, необходимость, основные задачи. Схема транслятора уровня на резистивном делителе: принципиальная схема, принцип работы, достоинства и недостатки.
23. Схемы сдвига (трансляторы) уровня: определение, необходимость, основные задачи. Схема транслятора уровня на стабилитроне: принципиальная схема, принцип работы, достоинства и недостатки.
24. Схемы сдвига (трансляторы) уровня: определение, необходимость, основные задачи. Схема транслятора уровня с использованием диодной цепочки: принципиальная схема, принцип работы, достоинства и недостатки.
25. Схемы сдвига (трансляторы) уровня: 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. Достоинства и недостатки.
34. Инвертирующий усилитель на операционном усилителе. Коэффициент усиления, входное и выходное сопротивления. Достоинства и недостатки.
35. Преобразователь ток-напряжение на операционном усилителе (принципиальная схема и вывод математической зависимости  $U_{ВЫХ} = f(I_{ВХ})$ , анализ схемы).
36. Преобразователь напряжение-ток на операционном усилителе (принципиальная схема и вывод математической зависимости  $I_{Н} = f(U_{ВХ})$ ). Вольтметр постоянного тока.
37. Сумматоры на операционном усилителе.
38. Аналоговый вычитатель на операционном усилителе.
39. Аналоговый интегратор на операционном усилителе (принципиальная схема и вывод математической зависимости  $u_{ВЫХ} = f(u_{ВХ})$ ).
40. Аналоговый дифференциатор на операционном усилителе (принципиальная схема и вывод математической зависимости  $u_{ВЫХ} = f(u_{ВХ})$ ).
41. Усилитель с регулируемым сдвигом фазы на операционном усилителе (принципиальная схема и вывод математической зависимости  $K_u = f(R)$ , анализ полученного выражения при  $f > 0$ ).

42. Усилитель с регулируемым коэффициентом усиления на операционном усилителе (принципиальная схема, вывод математической зависимости  $K_u = f(R)$ , анализ полученного выражения).
43. Компараторы на операционном усилителе (алгоритм работы, принципиальные схемы).
44. Логарифмирующий усилитель на операционном усилителе (принципиальная схема и вывод математической зависимости  $u_{ВЫХ} = f(u_{ВХ})$ ).
45. Активные фильтры: преимущества и недостатки. Основные виды фильтров и их основные характеристики.
46. Порядок фильтра на операционном усилителе и его влияние на АЧХ и ФЧХ.
47. Добротность фильтра на операционном усилителе и ее влияние на АЧХ и ФЧХ.
48. Принципы проектирования активных фильтров на операционных усилителях. Передаточная характеристика, определение АЧХ и ФЧХ из передаточной характеристики. Методика расчета активных фильтров.
49. Активные низкодобротные фильтры нижних частот 1-ого, 2-ого и 3-ого порядка на операционных усилителях. Схемотехника и АЧХ.
50. Среднедобротный и высокодобротный фильтры нижних частот на операционных усилителях. Схемотехника и АЧХ.
51. Схемотехника среднедобротных фильтров нижних частот 2-ого порядка на операционных усилителях. АЧХ и ФЧХ.
52. Активные низкодобротные фильтры верхних частот 1-ого, 2-ого и 3-ого порядка на операционных усилителях. Схемотехника и АЧХ.
53. Схемотехника среднедобротных фильтров верхних частот 2-ого порядка на операционных усилителях. АЧХ и ФЧХ.
54. Низкодобротный, среднедобротный и высокодобротный полосовые активные фильтры на операционных усилителях. Схемотехника и АЧХ.
55. Среднедобротный полосовой активный фильтр на операционном усилителе. Схемотехника, АЧХ и ФЧХ.
56. Низкодобротный, среднедобротный и высокодобротный режекторные активные фильтры на операционных усилителях. Схемотехника и АЧХ.
57. Среднедобротный режекторный активный фильтр на операционном усилителе. Схемотехника, АЧХ и ФЧХ.
58. Принципы выбора элементов и расчета активных фильтров на операционных усилителях.
59. Входные каскады операционных усилителей: основные требования, типовые схемы.
60. Способы повышения входного сопротивления входных каскадов операционных усилителей. Использование схемы Дарлингтона (принцип получения высокого входного сопротивления, принципиальная схема).
61. Способы повышения входного сопротивления входных каскадов операционных усилителей. Использование транзисторов со сверхтонкой базой (принцип получения высокого входного сопротивления, принципиальная схема).
62. Способы повышения входного сопротивления входных каскадов операционных усилителей. Использование полевых транзисторов (принцип получения высокого входного сопротивления, принципиальные схемы).
63. Выходные каскады операционных усилителей: основные требования, практические схемы.
64. Микросхемы СВЧ диапазона: основной материал, гибридная и монолитная технологии, элементная база.
65. Основные проблемы повышения степени интеграции. От микро- к нанoeлектронике.

Составил:

старший преподаватель каф. РТУ

\_\_\_\_\_

(В.А. Степашкин)

Заведующий кафедрой РТУ

д.т.н., профессор

\_\_\_\_\_

(Ю.Н. Паршин)