

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.01.01 «ОСНОВЫ ЭЛЕКТРОНИКИ»**

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 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 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
	<b>Модуль 1</b> <i>Введение. Электроника в современной науке и технике. Электронные приборы. Краткая история и перспективы развития электроники. Материалы электронной техники. Электрические переходы.</i>		
1.1	Основные понятия и определения. История и перспективы электроники	ПК-2	Экзамен
1.2	Основные положения теории электропроводности твердых тел	ПК-2	Экзамен
1.3	Кристаллическая структура чистого полупроводника	ПК-2	Экзамен
1.4	Примесные полупроводники	ПК-2	Экзамен
	<b>Модуль 2</b> <i>P-n-переход</i>		
2.1	Электрические переходы в полупроводниках	ПК-2	Экзамен
2.2	Электронно-дырочные переход и его свойства при	ПК-2	Экзамен

	отсутствии внешнего поля		
2.3	Электронно-дырочный переход и его свойства при воздействии прямого напряжения	ПК-2	Экзамен
2.4	Электронно-дырочный переход и его свойства при воздействии обратного напряжения	ПК-2	Экзамен
2.5	Переходы металл-полупроводник	ПК-2	Экзамен
2.6	Свойства и характеристики р-п-перехода	ПК-2	Экзамен
2.7	Пробой р-п-переходов	ПК-2	Экзамен
2.8	Емкости р-п-перехода	ПК-2	Экзамен
2.9	Основные технологические процессы изготовления р-п-переходов	ПК-2	Экзамен
	<b>Модуль 3</b> <i>Полупроводниковые диоды</i>		
3.1	Основные понятия и принципы	ПК-2	Экзамен
3.2	Эквивалентная схема	ПК-2	Экзамен
3.3	Выпрямительные диоды	ПК-2	Экзамен
3.4	Импульсные диоды	ПК-2	Экзамен
3.5	Стабилитроны	ПК-2	Экзамен
3.6	Варикапы	ПК-2	Экзамен
3.7	Диоды других типов	ПК-2	Экзамен
	<b>Модуль 4</b> <i>Биполярные транзисторы</i>		
4.1	Основные понятия и принципы	ПК-2	Экзамен
4.2	Схема включения транзистора с общей базой	ПК-2	Экзамен
4.3	Схема включения транзистора с общим эмиттером	ПК-2	Экзамен
4.4	Схема включения транзистора с общим коллектором	ПК-2	Экзамен
4.5	Влияние режима работы транзистора и температуры окружающей среды на его параметры и характеристики	ПК-2	Экзамен
4.6	Модели биполярных транзисторов	ПК-2	Экзамен
4.7	Частотные свойства биполярных транзисторов	ПК-2	Экзамен
4.8	Собственные шумы биполярных транзисторов	ПК-2	Экзамен
4.9	Технология изготовления биполярных транзисторов.	ПК-2	Экзамен
	<b>Модуль 5</b> <i>Полевые транзисторы</i>		
5.1	Общие понятия и принципы	ПК-2	Экзамен
5.2	Полевые транзисторы с управляющим р-п-переходом	ПК-2	Экзамен
5.3	МДП транзисторы со встроенным каналом	ПК-2	Экзамен
5.4	МДП транзисторы с индуцированным каналом	ПК-2	Экзамен
5.5	Полевые транзисторы с барьером Шоттки	ПК-2	Экзамен
5.6	Полевые транзисторы с управляющим переходом металл-полупроводник и гетеропереходом	ПК-2	Экзамен
	<b>Модуль 6</b> <i>Фотоэлектрические и излучательные приборы</i>		
6.1	Фоторезисторы	ПК-2	Экзамен

6.2	Фотодиоды	ПК-2	Экзамен
6.3	Фототранзисторы	ПК-2	Экзамен
6.4	Фототиристоры	ПК-2	Экзамен
6.5	Светодиоды	ПК-2	Экзамен
6.6	Оптроны	ПК-2	Экзамен
6.7	Инжекционный лазер	ПК-2	Экзамен
	<b>Модуль 7</b> <i>Элементы интегральных схем</i>		
7.1	Классификация интегральных микросхем	ПК-2	Экзамен
7.2	Основные компоненты интегральных схем	ПК-2	Экзамен
	<i>8-й модуль</i> <i>Приборы вакуумной электроники</i>		
8.1	Общие понятия и принципы	ПК-2	Экзамен
8.2	Электровакуумный диод	ПК-2	Экзамен
8.3	Электровакуумный триод	ПК-2	Экзамен
8.4	Многояэлектродные электровакуумные лампы	ПК-2	Экзамен
8.5	Электровакуумные микролампы	ПК-2	Экзамен
8.6	Индикаторные приборы	ПК-2	Экзамен
8.7	СВЧ электронные лампы	ПК-2	Экзамен

### **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 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.

## 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.

Конспектирование, аннотирование научных публикаций.

### Перечень лабораторных работ и вопросов для контроля

№ работы	Название лабораторной работы и вопросы для контроля
<b>1</b>	<p style="text-align: center;"><b>Исследование пассивных элементов интегральных схем</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Что представляет собой интегральная микросхема? Классификация современных микросхем по технологии изготовления.</li> <li>2. Резисторы полупроводниковых интегральных схем, их конструкции, свойства, эквивалентная схема.</li> <li>3. Частотные характеристики диффузионных резисторов.</li> <li>4. Температурные характеристики диффузионных резисторов.</li> <li>5. Конденсаторы полупроводниковых ИМС, их конструкции, свойства, эквивалентная схема.</li> <li>6. Частотные характеристики диффузионных конденсаторов.</li> <li>7. Температурные характеристики диффузионных конденсаторов.</li> <li>8. Пленочные резисторы, типы, конструкции. Схема замещения. Основные свойства и характеристики.</li> <li>9. Пленочные конденсаторы, типы, конструкции. Схема замещения. Основные свойства и характеристики.</li> <li>10. Пленочные индуктивности, типы, конструкции. Основные свойства и характеристики.</li> <li>11. Методы изготовления тонкопленочных элементов.</li> <li>12. Технология изготовления толстопленочных микросхем.</li> <li>13. Сравнение свойств пассивных элементов полупроводниковых и пленочных микросхем.</li> </ol>
<b>2</b>	<p style="text-align: center;"><b>Исследование интегрального диода</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Полупроводниковые диоды: условное обозначение, классификация.</li> <li>2. Идеализированная и реальная вольт-амперная характеристика диода.</li> <li>3. Зависимость обратного тока диода от температуры.</li> <li>4. Уравнение Эберса – Молла для диода, падение прямого напряжения на диоде, зависимость этого напряжения от теплового тока диода.</li> <li>5. Вольт-амперные характеристики кремниевого и германиевого диодов, влияние температуры.</li> </ol>

	<p>6. Эквивалентная схема диода. Физический смысл составляющих этой схемы. Особенности эквивалентной схемы для низких и средних частот.</p> <p>7. Выпрямительные диоды. Назначение, особенности и основные параметры.</p> <p>8. Импульсные диоды. Назначение, особенности и основные параметры. Диоды Шоттки, особенности их вольт-амперных характеристик и основные параметры.</p> <p>9. Стабилитроны. Вольт-амперная характеристика, схема включения, условие стабилизации, работа с нагрузкой, основные параметры. Прецизионные стабилитроны. Стабисторы.</p> <p>10. Варикапы: условное обозначение, схема включения и эквивалентная схема, вольт-фарадная характеристика, основные параметры и области применения.</p> <p>11. Светодиоды: принцип действия, спектральные характеристики и области применения. Инжекционный лазер.</p> <p>12. Фотодиоды: принцип действия, уравнение Эберса – Молла, вольт-амперные характеристики, режимы работы, зависимость тока и напряжения от светового потока в этих режимах, основные параметры и области применения.</p> <p>13. Оптроны: принцип действия, характеристики и области применения.</p> <p>14. Туннельные диоды, диоды СВЧ и Ганна. Принципы работы, ВАХ, области применения.</p> <p>15. Генераторы шума, магнитодиоды. Принципы работы, ВАХ, области применения.</p> <p>16. Способы диодного включения интегральной транзисторной структуры. Сравнение структур по следующим параметрам:  а) максимально допустимому рабочему напряжению;  б) обратному сопротивлению;  в) высокочастотным свойствам;  г) прямому сопротивлению;  д) быстродействию.</p>
3	<p><b>Исследование интегрального биполярного транзистора в схеме с ОЭ</b></p> <p>1. Биполярные транзисторы: определение, типы, принцип действия, коэффициент передачи тока эмиттера, эффект Эрли, «прокол» базы, накопление и рассасывание неосновных носителей заряда в базе.</p> <p>2. Биполярные транзисторы: пробой переходов, вторичный пробой, режимы работы, параметры, характеризующие усилительные свойства транзисторов, входное сопротивление, возможные схемы включения.</p> <p>3. Схема включения транзистора с общим эмиттером. Определение основных параметров (коэффициенты усиления, входное сопротивление) и вольт-амперные характеристики.</p> <p>4. Использование выходных характеристик схемы с ОЭ для анализа и расчета схем с нагрузкой: нагрузочная прямая, рабочая точка, режимы работы.</p> <p>5. Влияние режима работы транзистора и температуры окружающей среды на его коэффициент передачи тока в схеме включения с ОЭ.</p> <p>6. Модели биполярных транзисторов Эберса – Молла (простейшая и модифицированная), общие аналитические выражения для токов транзистора.</p> <p>7. Малосигнальная физическая схема замещения интегрального транзистора на высокой частоте. Ее основные параметры, отличие от схемы дискретного транзистора.</p> <p>8. Модель биполярного транзистора в виде активного четырехполосника: принцип построения модели и составления системы уравнений для системы Н-параметров. Физический смысл ее коэффициентов, эквивалентная схема.</p>

	9. Модель биполярного транзистора в виде активного четырехполюсника: принцип построения модели и составления системы уравнений для системы $Y$ -параметров. Физический смысл ее коэффициентов, эквивалентная схема.
4	<p><b>Исследование интегрального биполярного транзистора в схеме с ОБ</b></p> <p>1. Схема включения транзистора с общей базой. Определение основных параметров (коэффициенты усиления, входное сопротивление) и вольт-амперные характеристики.</p> <p>2. Схема включения транзистора с общим коллектором. Определение основных параметров (коэффициенты усиления, входное сопротивление), вольт-амперные характеристики и области применения.</p> <p>3. Сравнительная характеристика схем включения биполярного транзистора.</p> <p>4. Влияние температуры окружающей среды на вольт-амперные характеристики биполярных транзисторов (схемы включения с ОЭ и ОБ).</p> <p>5. Частотные свойства биполярных транзисторов: основные причины снижения усилительных свойств.</p> <p>6. Предельные частоты усиления для схем с ОБ и ОЭ, максимальная частота генерации, граничная частота усиления тока.</p> <p>7. Способы улучшения частотных свойств биполярных транзисторов.</p> <p>8. Собственные шумы биполярных транзисторов: основные составляющие полного шума, коэффициент шума и его зависимость от режима работы транзистора, температуры, внутреннего сопротивления источника сигнала и схемы включения транзистора, распределение шумов в диапазоне частот. Малошумящие транзисторы.</p> <p>9. Технология изготовления биполярных транзисторов.</p>

#### Вопросы к экзамену

1. Основные понятия и определения электроники. Краткая история и перспективы её развития. Классификация электронных приборов, основные принципы их действия и требования, предъявляемые к ним.
2. Основные положения теории электропроводности твердых тел. Зонная теория. Проводники, диэлектрики, полупроводники.
3. Кристаллическая структура чистого полупроводника. Процессы генерации и рекомбинации. Типы проводимости, собственная электропроводность полупроводника. Дрейфовые и диффузионные токи в полупроводниках.
4. Донорные и акцепторные примеси, типы полупроводников, основные и неосновные носители. Уровень Ферми.
5. Электрические переходы в полупроводниках: электронно-дырочные, симметричные и несимметричные, резкие и плавные, металл-полупроводник, гетеропереходы. Уровень Ферми в p-n-переходе.
6. Электронно-дырочный переход и его свойства при отсутствии внешнего поля, контактная разность потенциалов, потенциальная диаграмма, потенциальный барьер и его высота, диффузионный ток, ток дрейфа, полный ток, распределение концентрации носителей, запирающий слой.
7. Электронно-дырочный переход и его свойства при воздействии прямого напряжения, инжекция носителей заряда, прямой ток, эмиттерная и базовая области.
8. Электронно-дырочный переход и его свойства при воздействии обратного напряжения, экстракция носителей заряда, обратный ток.
9. Переходы металл-полупроводник и их свойства. Невыпрямляющие контакты. Барьер Шоттки.
10. Вольтамперная характеристика p-n перехода. Уравнение Эберса-Молла. Тепловой ток, дифференциальное сопротивление, напряжение контактной разности потенциалов и свойства перехода.

11. Виды и причины возникновения пробоев р-п переходов. Емкости р-п-перехода.
12. Основные технологические процессы изготовления р-п переходов. Технология изготовления биполярных транзисторов.
13. Полупроводниковые диоды: условное обозначение, классификация, идеализированная и реальная вольтамперная характеристика (ВАХ), зависимость обратного тока от температуры, уравнение прямой ветви ВАХ диода, падение прямого напряжения на диоде, зависимость этого напряжения от теплового тока диода.
14. Вольтамперные характеристики кремниевого и германиевого диодов, влияние температуры. Эквивалентная схема диода. Физический смысл составляющих этой схемы. Особенности эквивалентной схемы для низких и средних частот.
15. Выпрямительные диоды. Назначение, особенности и основные параметры.
16. Импульсные диоды. Назначение, особенности и основные параметры. Диоды Шоттки, особенности их вольтамперных характеристик и основные параметры.
17. Стабилитроны. Вольтамперная характеристика, схема включения, условие стабилизации, работа с нагрузкой, основные параметры. Прецизионные стабилитроны. Стабилитроны.
18. Варикапы: условное обозначение, схема включения и эквивалентная схема, вольт-фарадная характеристика, основные параметры и области применения.
19. Светодиоды: принцип действия, спектральные характеристики и области применения. Инжекционный лазер.
20. Фотодиоды: принцип действия, уравнение Эберса-Молла, вольтамперные характеристики, режимы работы, зависимость тока и напряжения от светового потока в этих режимах, основные параметры и области применения.
21. Оптроны: принцип действия, характеристики и области применения.
22. Туннельные диоды, диоды СВЧ и Ганна. Принципы работы, ВАХ, области применения.
23. Генераторы шума, магнитодиоды. Принципы работы, ВАХ, области применения.
24. Биполярные транзисторы: определение, типы, принцип действия, коэффициент передачи тока эмиттера, эффект Эрли, «прокол» базы, накопление и рассасывание неосновных носителей заряда в базе.
25. Биполярные транзисторы: пробой переходов, вторичный пробой, режимы работы, параметры, характеризующие усилительные свойства транзисторов, входное сопротивление, возможные схемы включения.
26. Схема включения транзистора с общей базой. Определение основных параметров (коэффициенты усиления, входное сопротивление) и вольтамперные характеристики.
27. Схема включения транзистора с общим эмиттером. Определение основных параметров (коэффициенты усиления, входное сопротивление) и вольтамперные характеристики.
28. Схема включения транзистора с общим коллектором. Определение основных параметров (коэффициенты усиления, входное сопротивление), вольтамперные характеристики и области применения.
29. Использование выходных характеристик схемы с ОЭ для анализа и расчета схем с нагрузкой: нагрузочная прямая, рабочая точка, режимы работы.
30. Влияние режима работы транзистора и температуры окружающей среды на его коэффициенты передачи тока. Влияние температуры окружающей среды на вольтамперные характеристики биполярных транзисторов (схемы включения с ОЭ и ОБ).
31. Модели биполярных транзисторов Эберса-Молла (простейшая и модифицированная), общие аналитические выражения для токов транзистора.
32. Малосигнальная физическая схема замещения интегрального транзистора на высокой частоте. Ее основные параметры, отличие от схемы дискретного транзистора.
33. Модель биполярного транзистора в виде активного четырехполюсника: принцип



построения модели и составления системы уравнений для системы  $N$  – параметров. Физический смысл ее коэффициентов, эквивалентная схема.

34. Модель биполярного транзистора в виде активного четырехполюсника: принцип построения модели и составления системы уравнений для системы  $Y$  – параметров. Физический смысл ее коэффициентов, эквивалентная схема.

35. Частотные свойства биполярных транзисторов: основные причины снижения усилительных свойств, предельные частоты усиления для схем ОБ и ОЭ, максимальная частота генерации, граничная частота усиления тока. Способы улучшения частотных свойств биполярных транзисторов.

36. Собственные шумы биполярных транзисторов: основные составляющие полного шума, коэффициент шума и его зависимость от режима работы транзистора, температуры, внутреннего сопротивления источника сигнала и схемы включения транзистора, распределение шумов в диапазоне частот. Малошумящие транзисторы.

37. Полевые транзисторы: принцип действия, отличие от биполярных, схемы включения, схемы замещения (физическая и в виде активного четырехполюсника), основные параметры, преимущества и области применения.

38. Устройство и принцип действия полевых транзисторов с управляющим р-п-переходом. Вольтамперные характеристики в схеме с общим истоком, основные параметры.

39. Устройство и принцип действия МДП транзисторов со встроенным каналом. Вольтамперные характеристики в схеме с общим истоком и их основные параметры.

40. Устройство и принцип действия МДП транзисторов с индуцированным каналом. Вольтамперные характеристики в схеме с общим истоком и их основные параметры.

41. Устройство и принцип действия полевых транзисторов с барьером Шоттки. Нормально открытые и нормально закрытые транзисторы. Вольтамперные характеристики в схеме с общим истоком.

42. Интегральные микросхемы: классификация и их основные компоненты – транзисторы, диоды, резисторы, конденсаторы. Особенности активных и пассивных элементов интегральных микросхем. Способы диодного включения интегральной транзисторной структуры и сравнение их по основным параметрам.

43. Приборы вакуумной электроники. Электронные лампы, электронная и термоэлектронная эмиссия, эффект Шоттки, эмиссионный ток. Основные типы катодов, их устройство, достоинства и недостатки.

44. Электровакуумный диод: устройство, принцип работы, закон степени трех вторых, режим насыщения, анодная характеристика, основные параметры.

45. Электровакуумный триод: устройство, принцип работы, вольтамперные характеристики, формула Баркгаузена, основные параметры и недостатки.

46. Многоэлектродная электровакуумная лампа тетрод: устройство, принцип работы, особенности вольтамперных характеристик, достоинства и недостатки.

47. Многоэлектродная электровакуумная лампа пентод: устройство, принцип работы, вольтамперные характеристики, достоинства и недостатки.

48. Вакуумные интегральные схемы. Электровакуумные микролампы: особенности работы, основные типы катодов, основные достоинства. Устройство и принцип работы электровакуумного микротриода.

49. Особенности работы электронных ламп с электростатическим управлением на СВЧ. Основные типы таких электронных ламп для СВЧ.

50. Электровакуумные приборы СВЧ с динамическим управлением: принцип действия и основные типы.

51. Пролетный клистрон: устройство и принцип работы, достоинства и недостатки.

52. Отражательный клистрон: устройство и принцип работы, диапазон применения.

53. ЛБВ и ЛОВ О-типа: устройство и принцип работы, достоинства и недостатки. Основные типы замедляющих систем.

54. Магнетрон: устройство и основные характеристики. Митроны.

55. Индикаторные приборы: основные типы, устройство и принцип работы. Дисплеи.