Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Ганеев Винер Валиахметович
Должность: Директор
Дата подписания: 02.11.2026 14:29:26
Уникальный программный ключ:
fceab25d7092f3bff743e8ad3f8d57fddc1f5e66

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

ФГБОУ ВО «Уфимский университет науки и технологий»

Бирский филиал

ФАКУЛЬТЕТ ФИЗИКИ И МАТЕМАТИКИ

УТВЕРЖДАЮ:
Декан
подписано ЭЦП Гайсин Ф.Р.
(подпись, инициалы, фамилия)

«___»_____ 20 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Электрорадиотехника
(наименование дисциплины)

ОПОП ВО программа бакалавриата
44.03.05 Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки)
шифр и наименование направления подготовки (специальности)

направленность (профиль, специализация)

Математика, Физика
наименование направленности (профиля, специализации)

форма обучения
очная
(очная, очно-заочная, заочная)

Бирск г.

Рабочая программа составлена на основании учебного плана основной профессиональной образовательной программы 44.03.05 Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки) профиль Математика, Физика, одобренного ученым советом Бирского филиала Уфимского университета науки и технологий (протокол № от 01.10.2026 г.) и утвержденного директором Бирского филиала 01.10.2026.

Зав.кафедрой кафедры высшей математики и физики *(наименование кафедры разработчика программы)*	*подписано ЭЦП*	Чудинов В.В.
Разработчик программы	*подписано ЭЦП*	Красильников В.А.
Руководитель образовательной программы	*подписано ЭЦП*	Бигаева Л.А.

1. Цель дисциплины. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения основной профессиональной образовательной программы

1.1. Цель дисциплины

Цель изучения дисциплины: формирование у студентов знаний, умений и навыков по разделу электроники и радиотехники – электрические цепи и сигналы в них, получение знаний о свойствах линейных и нелинейных электрических цепей, методах их расчета; полупроводниковых приборах и схемах, принципах построения различных устройств усиления, генерирования и преобразования сигналов в них, выработка способности использовать базовые научно-теоретические знания, практические умения и навыки по электрорадиотехнике для проектирования и реализации образовательного процесса по дополнительным общеобразовательным программам и осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач по электрорадиотехнике

1.2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения основной профессиональной образовательной программы

Таблица 1. – Результаты обучения по дисциплине

Планируемые результаты освоения основной профессиональной образовательной программы (компетенции, закрепленные за дисциплиной)		Код и наименование индикатора достижения компетенции, закрепленного за дисциплиной
код компетенции	наименование компетенции	
ПК-1	Способен использовать базовые научно-теоретические знания, практические умения и навыки по предмету для проектирования и реализации образовательного процесса в образовательных организациях общего образования	ПК-1.1. Знать содержание, закономерности, принципы и особенности изучаемых явлений и процессов, базовые теории в предметной области
		ПК-1.2. Уметь анализировать содержание, закономерности, принципы и особенности изучаемых явлений и процессов, базовые теории в предметной области
		ПК-1.3. Владеть опытом и навыками использования знаний и умений и навыков в предметной области для проектирования и реализации образовательного процесса в образовательных организациях общего образования
ПК-2	Способен использовать базовые научно-теоретические знания, практические умения и навыки по предмету для проектирования и реализации образовательного	ПК-2.1. Знать предметную область профильных дисциплин
		ПК-2.2. Уметь анализировать предметную область профильных дисциплин
		ПК-2.3. Владеть опытом и навыками использования знаний и умений и навыков в предметной области для проектирования и реализации образовательного процесса по дополнительным общеобразовательным программам

	процесса по дополнительным общеобразовательным программам	

2. Структура и трудоемкость дисциплины

Общая трудоемкость (объем) дисциплины составляет 7 зачетные единицы (з.е.), 252 академических часов.

Таблица 2 – Объем дисциплины

Виды учебной работы	Всего, часов	Количество часов в семестре
Общая трудоемкость дисциплины	252	8 семестр - 72 9 семестр - 72 10 семестр - 108
Контактная работа обучающихся с преподавателем по видам учебных занятий (всего)	128	8 семестр - 30 9 семестр - 44 10 семестр - 54
в том числе:		
лекции	70	8 семестр - 16 9 семестр - 24 10 семестр - 30
лабораторные занятия	58	8 семестр - 14 9 семестр - 20 10 семестр - 24
практические занятия	0	
Другие виды работ в соответствии с УП:		
контрольная работа	0.5	9 семестр - 1
консультации	1	10 семестр - 1
Самостоятельная работа обучающихся (всего)	124	8 семестр - 42 9 семестр - 28 10 семестр - 54
Из них:		
контроль	34.8	
ФКР:		
зачет	0	
зачет с оценкой	0.4	8 семестр - 1 9 семестр - 1
курсовая работа (проект)	0	
экзамен	1.2	10 семестр - 1

3 Содержание дисциплины

Таблица 3 – Содержание дисциплины

№ п/п	Раздел (тема) дисциплины	Виды деятельности						Форма текущего контроля успеваемости
		Лек, час.	Лаб, час.	ДЗ, час.	Эк, час.	КоР, час.	СРС, час.	

4 курс / 8 семестр								
1	Электротехника							
1.1	Электротехника как наука. Предмет электротехники. Электротехника как наука. Исторические сведения. Структурная схема генерации, передачи, распределения и использования электрической энергии. Прикладная универсальность тока гармонической формы в электротехнике. Определения. Законы Ома и Кирхгофа.	2	2				6	Тестирование, Лабораторная работа, Групповой опрос
1.2	Элементы электротехнических цепей Условные обозначения элементов на схемах. Идеальные элементы R, L, C. Источник тока. Источник напряжения. Схемы замещения.Мгновенные и средние значения мощности, активная и реактивная мощность в электрической цепи с R (сопротивлением), с L (индуктивностью), с C (емкостью).	4	4				8	Тестирование, Лабораторная работа, Групповой опрос
1.3	Соединения в электротехнических цепях Электрические цепи в электротехнике. Параллельное и последовательное соединения. Резонанс напряжений. Резонанс токов. Условие резонансов.	2	2				6	Лабораторная работа, Групповой опрос, Тестирование
1.4	Многофазные цепи Принцип построения многофазных цепей. Соединение обмоток генератора звездой и треугольником. Включение нагрузки звездой и треугольником. Мощность в трехфазной цепи. Коэффициент мощности. Условие передачи максимальной мощности от источника энергии к потребителю.	2	2				6	Групповой опрос, Тестирование, Лабораторная работа
2	Измерительные приборы							
2.1	Средства измерений. Аналоговые электромеханические измерительные приборы. Классификация средств измерений: меры, измерительные преобразователи,	4	2				8	Тестирование, Лабораторная работа, Групповой опрос

	измерительные приборы, комплексные измерительные системы. Классификация электрических измерительных приборов: аналоговые, цифровые, показывающие, регистрирующие. Аналоговые электромеханические измерительные приборы, их основные элементы (измерительная цепь, измерительный механизм, отсчетное устрой-ство), классификация (по точности, системе, роду измеряемой величины), условные обозначения на шкалах.							
2.2	Аналоговые электромеханические измерительные приборы Устройство и принцип действия приборов различных систем (электромагнитных, электродинамических, индукционных, термоэлектрических и детекторных). Логометры. Омметры и мегаомметры.	2	2				7.8	Лабораторная работа, Групповой опрос, Тестирование
2.3	Дифференцированный зачет			1			0.2	
Итого по 4 курсу 8 семестру		16	14	1			42	
5 курс / 9 семестр								
1	Раздел 1. Исторические сведения. Электрические цепи. Импульсные сигналы и их параметры. Резонанс токов и напряжений. Полупроводниковые приборы. Диод. Стабистор. Полевые (p-n переходом и изолированным затвором) и биполярные транзисторы.							
1.1	Исторические сведения о развитии электроники. Элементы электрических цепей. Электрическая цепь. Импульсные сигналы и их параметры. Исторические сведения о развитии электроники. Элементы электрических цепей: резистор, катушка индуктивности, конденсатор, трансформатор, источник напряжения, источник тока. Схемы замещения. Импульсные сигналы и их параметры.	4	4				4	Групповой опрос, Тестирование, Лабораторная работа
1.2	Последовательный и параллельный колебательные контуры. Резонанс токов и напряжений.	2	2				2	Тестирование, Лабораторная работа,

	Последовательный и параллельный колебательные контуры. Резонанс токов и напряжений. Влияние внутреннего сопротивления источника и сопротивления нагрузки на резонансные свойства колебательных контуров. Переходные процессы в цепях с резистором, конденсатором и катушкой индуктивности. Простейшие четырехполюсники и их АЧХ и ФЧХ. Коэффициент передачи. Полоса пропускания. Граничные частоты.							Групповой опрос
1.3	Полупроводниковые приборы. Диод. Стабистор. Стабилитрон. Варикап. p-n переход. Диоды (выпрямительные, высокочастотные, магнито, фото, светодиоды). Стабистор. Стабилитрон. Варикап. Причины вытеснения дискретных полупроводниковых приборов интегральными микросхемами.	4	4				4	Групповой опрос, Лабораторная работа, Тестирование
1.4	Полевые (p-n переходом и изолированным затвором) и биполярные транзисторы. Полевые (p-n переходом и изолированным затвором) и биполярные транзисторы. Принцип работы, статические ВАХ, параметры, простейшие эквивалентные схемы. Режим работы (активный, отсечки, насыщения).	4	2				4	Групповой опрос, Лабораторная работа, Тестирование
2	Раздел 2. Электронные усилители. Классификация. Линейные параметры и характеристики. Обратная связь в усилителях. Структурная схема усилителя с обратной связью. Автогенераторы. Методы стабилизации частот							
2.1	Электронные усилители. Классификация. Линейные параметры и характеристики. Электронные усилители. Апериодический и резонансный усилители. Активные цепи. Обобщенная схема усилительного каскада и его представление в виде четырехполюсника.	4	4				4	Групповой опрос, Лабораторная работа, Тестирование

	Роль источника энергии и управляемого элемента. Требования к идеальному управляемому элементу. Режимы работы активных элементов (классы А, В, С). Классификация. Линейные параметры и характеристики: коэффициент усиления, полоса пропускания, коэффициент частотных искажений, АЧХ. Параметры и характеристики, обусловленные нелинейностью электронных приборов: динамический диапазон, коэффициент нелинейных искажений, амплитудная характеристика.							
2.2	Обратная связь в усилителях. Структурная схема усилителя с обратной связью. Обратная связь в усилителях. Структурная схема усилителя с обратной связью. Коэффициент усиления. Положительная и отрицательная обратная связь. Влияние об-ратной связи на характеристики усилителя. Повторители напряжения.	4	2				4	Групповой опрос, Лабораторная работа, Тестирование
2.3	Автогенераторы. Методы стабилизации частоты автогенераторов. Автогенераторы. Автогенератор как усилитель с положительной обратной связью. Условия самовозбуждения баланс фаз и амплитуд. Амплитуда установившихся колебаний. Спектральный состав и форма установившихся колебаний в узкополосных и широкополосных автогенераторах. Принципиальные схемы узкополосных с колебательным контуром и RC цепями) и широкополосных (блокинг-генератор, мультивибратор) автогенераторов. Методы стабилизации частоты автогенераторов.	2	2				5.3	Лабораторная работа, Групповой опрос, Тестирование
3	Контрольная работа					1	0.5	
4	Дифференцированный зачет			1			0.2	
Итого по 5 курсу 9 семестру		24	20	1		1	28	
5 курс / 10 семестр								

1	Раздел 3. Преобразование спектров сигналов. Модулированные колебания, их временные и спектральные диаграммы. Детектирование модулированных сигналов.							
1.1	Преобразование спектров сигналов. Преобразователи спектров сигналов. Умножители частоты. Модуляторы. Демодуляторы (детекторы).	4	2				2	Тестирование, Лабораторная работа, Групповой опрос
1.2	Модулированные колебания, их временные и спектральные диаграммы. Амплитудно-модулированные колебания, их временные и спектральные диаграммы. Импульсная модуляция. Фазо-модулированные колебания, их временные и спектральные диаграммы.	4	4				4	Групповой опрос, Тестирование, Лабораторная работа
1.3	Детектирование модулированных сигналов. Детектирование амплитудно-модулированных сигналов. Детектирование фазо-модулированных сигналов.	4	2				2	Тестирование, Лабораторная работа, Групповой опрос
2	Раздел 4. Радиоприёмные устройства. Антенны. Современные системы радиосвязи. Телевидение. Принципы цифрового радиовещания							
2.1	Радиоприёмные устройства. Антенны. Радиоприёмные устройства. Ручные и автоматические регулировки в приемниках. Основные характеристики радиоприемников. Прием частотно-модулированных сигналов. Диапазоны радиоволн. Антенны.	6	4				4	Тестирование, Лабораторная работа, Групповой опрос
2.2	Современные системы радиосвязи Современные системы радиосвязи (сотовая связь, спутниковая связь, электронная почта и др.). Любительская радиосвязь.	4	4				2	Лабораторная работа, Тестирование, Групповой опрос
2.3	Телевидение.	4	4				2	Лабораторная работа,

	Телевидение. Физические основы ТВ. Временные и спектральные характеристики телевизионного сигнала. Устройство и принцип действия передающей электронной трубки. Устройство и принцип действия черно-белого и цветного кинескопов.							Тестирование, Групповой опрос
2.4	Принципы цифрового радиовещания. Принципы цифрового радиовещания. Модуляция. Кодировка. Современные системы цифрового ТВ. Стандарты DVB. Спутниковое ТВ. Преимущества и недостатки цифрового ТВ. Телевидение высокой четкости. HD, UHD. 4K.	4	4				2	Групповой опрос, Лабораторная работа, Тестирование
3	Экзамен				1		36	
Итого по 5 курсу 10 семестру		30	24		1		54	
Итого по дисциплине		70	58	2	1	1	124	

Таблица 4 – Лабораторные работы

№ п/п	Наименование лабораторных работ	Объем, час.

4. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

Критериями оценивания являются баллы, которые выставляются за виды деятельности (оценочные средства) по итогам изучения модулей (разделов дисциплины), перечисленных в рейтинг-плане дисциплины. Баллы, выставляемые за конкретные виды деятельности представлены ниже.

Контрольные задания для проведения текущего контроля успеваемости

Тестовые задания

Описание тестовых заданий: тестовые задания включают тесты закрытого типа (с одним правильным ответом), тесты на установлении последовательности и на установление соответствия. Оценка за выполнение тестовых заданий выставляется на основании процента заданий, выполненных студентами в процессе прохождения промежуточного и рубежного контроля знаний

- донорных примесей в полупроводник позволяет:
- один из 5 вариантов ответа:

1. Повысить количество свободных дырок;
2. Понизить количество свободных дырок;
3. Повысить количество свободных электронов;
4. Понизить количество свободных электронов;
5. Добавление донорных примесей не влияет на образование носителей заряда;

- примеси в полупроводник
- один из 5 вариантов ответа:

1. Увеличивает его проводимость;
2. Уменьшает его проводимость;
3. Увеличивает его сопротивление;
4. Почти не изменяет его проводимость;

5) Не изменяет его проводимость;

- донорных примесей в полупроводник позволяет:
- один из 5 вариантов ответа:

1. Повысить количество свободных дырок;
2. Понизить количество свободных дырок;
3. Повысить количество свободных электронов;
4. Понизить количество свободных электронов;
5. Добавление донорных примесей не влияет на образование носителей заряда;

- примеси в полупроводник
- один из 5 вариантов ответа:

1. Увеличивает его проводимость;
2. Уменьшает его проводимость;
3. Увеличивает его сопротивление;
4. Почти не изменяет его проводимость;
5. Не изменяет его проводимость;

Методические материалы, определяющие процедуру оценивания выполнения тестовых заданий

Описание методики оценивания выполнения тестовых заданий: оценка за выполнение тестовых заданий ставится на основании подсчета процента правильно выполненных тестовых заданий.
Критерии оценки (в баллах*)*:
- **9-10** баллов выставляется студенту, если процент правильно выполненных тестовых заданий составляет 81 – 100 %;
- **7-8** баллов выставляется студенту, если процент правильно выполненных тестовых заданий составляет 61 – 80 %;
- **4-6** баллов выставляется студенту, если процент правильно выполненных тестовых заданий составляет 41 – 60 %;
- **до 4** баллов выставляется студенту, если процент правильно выполненных тестовых заданий составляет 40 %;

Контрольная работа

Состоит из тестовой части и задач.
Разделена на варианты.

Вариант 1

Указания: Все задания имеют 4 варианта ответов, из которых правильный только один.

1.Что такое полупроводник?

1) Это вещество, плохо проводящее электрический ток.	2) Это вещество, хорошо проводящее электрический ток.	3) Это вещество, проводящее электрически ток лучше диэлектрика, но хуже проводника; с повышением температуры проводимость увеличивается.	4) Это вещество, проводящее электрический ток только в одном направлении.

2.Собственная проводимость полупроводника в большей степени зависит от:

1)Температуры	2) Давления	3) Освещенности	4) Магнитного поля

3.Основными носителями заряда в полупроводнике р-типа являются:

1) Электроны	2) Дырки	3) Позитроны	4) Атомы

4.При отсутствии внешнего поля в p-n переходе ток:

1) Не течет	2)Течет	3) Ток дырок равен току электронов	4) Ток дырок неравен току электронов

5.Запирающий слой в несимметричном p-n переходе смещается в сторону:

1) С большей концентрацией примеси	2) С меньшей концентрацией примеси	3) Пропадает	4) Остается симметричным

Методические материалы, определяющие процедуру оценивания контрольной работы

Описание методики оценивания: при оценке выполнения студентом контрольной работы максимальное внимание следует уделять следующим аспектам: насколько полно в теоретическом вопросе раскрыто содержание материала, четко и правильно даны определения, раскрыто содержание понятий; верно использованы научные термины; демонстрируются высокий уровень умения оперировать научными категориями, анализировать информацию, владение навыками практической деятельности; кейс-задание решено на высоком уровне, содержит аргументацию и пояснения.

Критерии оценки (в баллах):

- **9-10** баллов выставляется студенту, если в теоретическом вопросе полно раскрыто содержание материала; четко и правильно даны определения, раскрыто содержание понятий; верно использованы научные термины; демонстрируются высокий уровень умения оперировать научными категориями, анализировать информацию, владение навыками практической деятельности; кейс-задание решено на высоком уровне, содержит пояснения; тестовые задания решены свыше, чем на 80%; уровень знаний, умений, владений – высокий;
- **7-8** баллов выставляется студенту, если В теоретическом вопросе раскрыто основное содержание материала; в основном правильно даны определения понятий и использованы научные термины; ответ самостоятельный; определения понятий неполные, допущены незначительные нарушения в последовательности изложения; небольшие недостатки при использовании научных терминов; кейс-задание решено верно, но решение не доведено до завершающего этапа; тесты решены на 60-80%. Уровень знаний, умений, владений – средний;
- **5-6** баллов выставляется студенту, если в теоретическом вопросе усвоено основное, но непоследовательно; определения понятий недостаточно четкие; не использованы в качестве доказательства выводы и обобщения из наблюдений, практических занятий; уровень умения оперировать научными категориями, анализировать информацию, владения навыками практической деятельности невысокий, наблюдаются пробелы и неточности; в решение кейс-задания верно выполнены некоторые этапы; тесты решены на 40-60%; уровень знаний, умений, владений – удовлетворительный;
- **менее 5** баллов выставляется студенту, если в теоретическом вопросе не изложено основное содержание учебного материала, изложение фрагментарное, не последовательное; определения понятий не четкие; не использованы в качестве доказательства выводы и обобщения из наблюдений, уровень умения оперировать научными категориями, анализировать информацию, владения навыками практической деятельности очень низкий; тесты решены менее, чем на 40 %; уровень знаний, умений, владений – недостаточный.

Конспект

Примеры тем конспектов

1. 4-х полюсники. Характеристики.
2. Активные цепи.
3. Амплитудная модуляция. Импульсная модуляция.
4. Амплитудный детектор. Частотный детектор.
5. Амплитудный модулятор. Частотный модулятор.
6. Апериодический и резонансный усилители.
7. Беспереходные полупроводниковые приборы. Варистор. Тензорезистор.
8. Беспереходные полупроводниковые приборы. Термистор. Фоторезистор.
9. Биполярный транзистор. Устройство и принцип действия.емкостью).
10. Выбор режима рабочей точки каскада на биполярном транзисторе.
11. Генераторы колебаний.
12. Идеальные элементы R, L, C. Схемы замещения.

Методические материалы, определяющие процедуру оценивания конспекта

Критерии оценки:
- оптимальный объем текста (не более одной трети оригинала);
- логическое построение и связность текста;
- полнота/ глубина изложения материала (наличие ключевых положений, мыслей);
- визуализация информации как результат ее обработки (таблицы, схемы, рисунки);
- оформление (аккуратность, соблюдение структуры оригинала).
1- выставляется, если текст конспекта оформлен аккуратно, выбрано главное и второстепенное, выделены ключевые слова и понятия, конспект написан лаконично с применением системы условных сокращений.

Групповой опрос

Примеры вопросов:
· Какие характеристики усилителей?
· Обратная связь в усилителях.
· Где применяют транзисторные ключи?
· Какие бывают генераторы колебаний?
· Различие и сходство частотной и фазовой модуляции
· Где применяется импульсная модуляция?
Полевые транзисторы с управляющим каналом. Устройство и принцип действия.
Примеры вопросов:
· Какие характеристики усилителей?
· Обратная связь в усилителях.
· Где применяют транзисторные ключи?
· Какие бывают генераторы колебаний?
· Различие и сходство частотной и фазовой модуляции
· Где применяется импульсная модуляция?
Полевые транзисторы с управляющим каналом. Устройство и принцип действия.

Методические материалы, определяющие процедуру оценивания группового опроса

В процессе проведения занятия задаются вопросы по темам, как текущего занятия, так и по предыдущим.
Студент, правильно отвечающий на вопрос, получает дополнительный балл.
Студент, неправильно ответивший на вопрос, не получает дополнительный балл.

Лабораторная работа

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №1
ИССЛЕДОВАНИЕ ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ ДИОДОВ.

ЦЕЛЬ РАБОТЫ – снятие и анализ вольт-амперных характеристик германиевого и кремниевого диодов; определение их параметров по характеристикам.
СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ:
Понятие “диод” объединяет широкий круг приборов различного назначения с разными принципами действия. В начале XX в. появился электровакуумный диод – электронная лампа с двумя электродами: подогреваемым катодом и холодным анодом (рис 1.).
Такой диод пропускает ток только в одном направлении, так как носителями тока в вакууме являются испускаемые раскаленным катодом электроны. Вакуумный диод в настоящее время повсеместно вытеснен полупроводниковыми диодами и применяются лишь в высоковольтных выпрямителях (рентгеновские установки, источники напряжения для телевизионных трубок) и при некоторых физических измерениях, требующих полного отсутствия обратного тока.
Полупроводниковый диод содержит один p-n переход и имеет два вывода от p и n-областей.

Электронно-дырочный, или p-n переход – это область полупроводников, в которой имеет место пространственное изменение типа проводимости от электронной (n) к дырочной (p).В n-области основными подвижными носителями электрического заряда являются электроны, в p-области - дырки. Находящиеся вблизи p-n - перехода подвижные носители заряда диффундируют в область с проводимостью, обусловленной носителями противоположного знака, и взаимно рекомбинируют. В результате у p-n- перехода образуется обедненный свободными носителями двойной слой пространственного заряда (рис. 2.).

В p-области этот слой создаётся оставшимися после рекомбинации свободных носителей связанными с кристаллической решеткой отрицательными ионами акцепторной примеси, в n-области - положительными ионами донорной, и его электрическое поле противодействует дальнейшей диффузии. Разность потенциалов между p- и n- областями, или потенциальный барьер, составляет десятые доли вольта.

В полупроводниках постоянно образуются и рекомбинируют тепловые электронно – дырочные пары, создавая некоторое количество неосновных носителей (электронов в p-области и дырок в n-области). Находящиеся вблизи p – n –перехода неосновные носители, прежде чем успеют рекомбинировать с основными, могут попасть в поле потенциального барьера и служить причиной дрейфового тока. При отсутствии внешних воздействий этот ток постепенно компенсируется диффузионным током основных носителей; устанавливается динамическое равновесие.

Если к p-области приложить отрицательный относительно n-области потенциал (обратное смещение), то его поле будет направлено по полю потенциального барьера. С увеличением напряжения обратного смещения диффузный ток, основных носителей убывает и далее совсем прекращается, а дрейфовый ток неосновных носителей (обратный ток) возрастает, быстро достигая насыщения (рис 3.).

Обратный ток ограничивается интенсивностью образования электронно – дырочных пар, поэтому он сильно зависит от температуры перехода.

Если к p-области приложить положительный относительно n-области потенциал (прямое смещение), то его поле будет направлено против поля потенциального барьера. С увеличением напряжения прямого смещения потенциальный барьер снижается и далее исчезает, а диффузия подвижных носителей заряда через p-n-переход возрастает. Пересекающие переход носители становятся неосновными и рекомбинируют с основными носителями области, в которую они диффундировали. Пополнение рекомбинировавших основных носителей обеспечивается притоком их из внешней цепи - через p-n-переход протекает прямой ток. Этот ток называют диффузионным, так как он поддерживается за счет диффузии подвижных носителей заряда через p-n-переход.

На основе p-n-переходов изготавливают выпрямительные и импульсные диоды, стабилитроны, диоды СВЧ, фотодиоды, светоизлучающие диоды, полупроводниковые квантовые генераторы. Наиболее распространены и обширны две группы диодов - выпрямительные и импульсные, называемые в некоторых справочниках универсальными.

Выпрямительные диоды, в которых используется основное свойство p-n-перехода - его односторонняя электропроводимость, применяют главным образом для выпрямления переменного тока в диапазоне частот от 50 Гц до 100 кГц (низкая частота выпрямляемого напряжения обусловлена большим временем жизни инжектированных дырок -10^{-5} – 10^{-4} с). Такие диоды выпускают на токи до 500 А. Допустимые обратные напряжения лежат в диапазоне от 2.0 В до 2 кВ.

Импульсные диоды применяют в импульсных режимах работы. Технологические приемы, такие, например, как легирование германия и кремния золотом, позволили создать быстродействующие импульсные диоды, имеющие время переключения до 10^{-10} с.

При изменении величины обратного смещения (потенциального барьера) емкость между p- и n-областями (барьерная емкость) изменяется.

Это явление используется в диодах, называемых варикапами, в которых постоянная составляющая приложенного напряжения меняет условие прохождения переменной составляющей небольшой амплитуды. Приборы, в которых используется зависимость емкости от мгновенных значений приложенного напряжения, называются варакторами.

Работа полупроводникового диода в электрической схеме определяется его вольт-амперной характеристикой (ВАХ) (рис. 3.).
Прямую ветвь ВАХ снимают, включив испытуемый диод в схему, показанную на рис.4.а. Прямой ток через диод задается генератором тока ГТ, характерной особенностью которого является слабая зависимость выходного тока от сопротивления нагрузки. Плавно увеличивая от нуля выходной ток генератора ГТ, измеряют прямое напряжение $U_{пр}$ диода для ряда значений прямого тока $I_{пр}$.

Обратную ветвь ВАХ снимают, включив испытуемый диод в схему, показанную на рис.4.б. Плавно увеличивая от нуля выходное напряжение ГН 3, измеряют обратный ток диода $I_{обр}$ для ряда значений обратного напряжения $U_{ОБР}$.
Анализ типовых ВАХ германиевого и кремниевого диодов (рис.5) позволяет сделать следующие выводы: прямое падение напряжения $U_{ПР}$ на германиевом диоде почти в два раза меньше, чем на кремниевом, при одинаковых значениях прямого тока $I_{ПР}$;
германиевый диод начинает проводить ток при ничтожно малом прямом напряжении $U_{ПР}$,а кремниевый - только при $U_{ПР}$ = 0,4 - 0,6 В;
обратный ток $I_{ОБР}$ кремниевого диода значительно меньше обратного тока германиевого при одинаковых обратных напряжениях.
Эти выводы позволяют разграничить назначение германиевых и кремниевых диодов. Германиевые диоды применяют для обработки сигналов малой амплитуды (до 0.3 Б). Кремниевые диоды при подаче на них сигналов такой амплитуды одинаково плохо проводит ток как в прямом, так и в обратном направлениях. Кремниевые диоды распространены шире, чем германиевые, и применяются в тех случаях, когда обратный ток недопустим. Кроме того, они сохраняют работоспособность до температуры окружающей среды $I25^0$-$I50^0$ С, тогда как германиевые могут работать только до 70^0 С. Основными параметрами выпрямительных диодов являются: постоянное прямое напряжение $U_{пр}$ при определенном для каждого диода постоянном прямом токе иди среднее прямое напряжение $U_{пр.ср}$ в схеме однополупериодного выпрямителя при определенном среднем прямом токе $I_{пр.ср}$ и максимально допустимом обратном напряжении ; постоянный обратный ток $I_{обр}$ при определенном постоянном обратном напряжении или средний обратный ток $I_{обр.ср}$ в схеме однополупериодного выпрямителя при максимально допустимом обратном напряжении и определенном среднем прямом токе ;
максимально допустимое постоянное обратное напряжение $U_{обр.max}$;
максимально допустимый средний прямой ток $I_{пр.ср.nax}$, обычно определяемый как средний за период прямой ток в схеме однополупериодного выпрямителя.
Превышение $U_{обр.max}$ переводит диод в режим пробоя. Различают электрический и тепловой пробои p-n-перехода. Электрический пробой может быть лавинным или туннельным и не сопровождаться разрушением p-n-перехода (участок бв на рис.5).

ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ.
1. Вычертить таблицу 1 и 2 для снятия прямой и обратной ветвей ВАХ германиевого Ge и кремниевого Si диодов.
2. Вычертить систему координат (рис.6) для построения прямых и обратных ветвей ВАХ (масштаб по осям: $I_{пр}$,-в I см 2. мА; $U_{пр}$ -В см 0,1 В; $I_{об}$ - германиевого диода - в I см 5 мкА, кремниевого диода - в I см 0,5 мкА; $U_{обр}$.

3. Зарисовать схемы для получения ВАХ диодов (рис.4,а,б).

4. Собрать схему, показанную на рис.4.а, используя графические обозначения на сменной панели 67Л - 01/1. Поочередно снять прямые ветви ВАХ германиевого и кремниевого диодов и занести результаты измерений в табл.1.
5. Собрать схему, показанную на рис.4,б, поочередно снять обратные ветви ВАХ диодов и занести результаты измерений в таблицу 2.
6. Пользуясь данными табл.1 и 2, построить прямые и обратные ветви ВАХ германиевого и кремниевого диодов в координатных осях.

Таблица 1.

Прямой ток $I_{пр}$, мА		0,05	0,2	0,5	1	5	10
Прямое напряжение $U_{пр}$, В	Ge						
	Si						

Таблица 2.

Обратное напряжение $U_{обр}$, В		1	5	10	20	30
Обратный ток $I_{обр}$, мкА	Ge					
	Si					

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

1. При выполнении п. 4 используют:
GT (ГТ) - генератор тока стенда;
PAI($I_{пр}$) – АВМ 1 на пределе измерения " 10 мА";
PU1 ($U_{ПР}$) – АВМ2 измерения "0,5 В" и "I В" соответственно для германиевого и кремниевого диодов;
VД1 - используемые диоды Д9 и КД103.
2. При выполнении п.5 используют:
G2(ГН 3) - источник напряжения стенда, позволяющий изменить выходное напряжение от 0 до 100 В ;
PA2($I_{обр}$) - АВО на пределах измерения "0,1 мА" и "0,01 мА".
PU2($U_{обр}$) - АВМ2 на пределах измерения "100 В".

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ:

1. Объяснить физические процессы в p-n-переходе.
2. Где применяют выпрямительные и импульсные диоды?
3. Сравните германиевый и кремниевый диоды, пользуясь их ВАХ.
4. Каковы основные параметры выпрямительных диодов?

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №1
ИССЛЕДОВАНИЕ ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ ДИОДОВ.

ЦЕЛЬ РАБОТЫ – снятие и анализ вольт-амперных характеристик германиевого и кремниевого диодов; определение их параметров по характеристикам.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ:

Понятие “диод” объединяет широкий круг приборов различного назначения с разными принципами действия. В начале XX в. появился электровакуумный диод – электронная лампа с двумя электродами: подогреваемым катодом и холодным анодом (рис 1.).

Такой диод пропускает ток только в одном направлении, так как носителями тока в вакууме являются испускаемые раскаленным катодом электроны. Вакуумный диод в настоящее время повсеместно вытеснен полупроводниковыми диодами и применяются лишь в высоковольтных выпрямителях (рентгеновские установки, источники напряжения для телевизионных трубок) и при некоторых физических измерениях, требующих полного отсутствия обратного тока.

Полупроводниковый диод содержит один p-n переход и имеет два вывода от p и n-областей.
Электронно-дырочный, или p-n переход – это область полупроводников, в которой имеет место пространственное изменение типа проводимости от электронной (n) к дырочной (p).В n-области основными подвижными носителями электрического заряда являются электроны, в p-области - дырки. Находящиеся вблизи p-n - перехода подвижные носители заряда диффундируют в область с проводимостью, обусловленной носителями противоположного знака, и взаимно рекомбинируют. В результате у p-n- перехода образуется обедненный свободными носителями двойной слой пространственного заряда (рис. 2.).
В p-области этот слой создаётся оставшимися после рекомбинации свободных носителей связанными с кристаллической решеткой отрицательными ионами акцепторной примеси, в n-области - положительными ионами донорной, и его электрическое поле противодействует дальнейшей диффузии. Разность потенциалов между p- и n- областями, или потенциальный барьер, составляет десятые доли вольта.
В полупроводниках постоянно образуются и рекомбинируют тепловые электронно – дырочные пары, создавая некоторое количество неосновных носителей (электронов в p-области и дырок в n-области). Находящиеся вблизи p – n –перехода неосновные носители, прежде чем успеют рекомбинировать с основными, могут попасть в поле потенциального барьера и служить причиной дрейфового тока. При отсутствии внешних воздействий этот ток постепенно компенсируется диффузионным током основных носителей; устанавливается динамическое равновесие.
Если к p-области приложить отрицательный относительно n-области потенциал (обратное смещение), то его поле будет направлено по полю потенциального барьера. С увеличением напряжения обратного смещения диффузный ток, основных носителей убывает и далее совсем прекращается, а дрейфовый ток неосновных носителей (обратный ток) возрастает, быстро достигая насыщения (рис 3.).
Обратный ток ограничивается интенсивностью образования электронно – дырочных пар, поэтому он сильно зависит от температуры перехода.
Если к p-области приложить положительный относительно n-области потенциал (прямое смещение), то его поле будет направлено против поля потенциального барьера. С увеличением напряжения прямого смещения потенциальный барьер снижается и далее исчезает, а диффузия подвижных носителей заряда через p-n-переход возрастает. Пересекающие переход носители становятся неосновными и рекомбинируют с основными носителями области, в которую они диффундировали. Пополнение рекомбинировавших основных носителей обеспечивается притоком их из внешней цепи - через p-n-переход протекает прямой ток. Этот ток называют диффузионным, так как он поддерживается за счет диффузии подвижных носителей заряда через p-n-переход.
На основе p-n-переходов изготавливают выпрямительные и импульсные диоды, стабилитроны, диоды СВЧ, фотодиоды, светоизлучающие диоды, полупроводниковые квантовые генераторы. Наиболее распространены и обширны две группы диодов - выпрямительные и импульсные, называемые в некоторых справочниках универсальными.
Выпрямительные диоды, в которых используется основное свойство p-n-перехода - его односторонняя электропроводимость, применяют главным образом для выпрямления переменного тока в диапазоне частот от 50 Гц до 100 кГц (низкая частота выпрямляемого напряжения обусловлена большим временем жизни инжектированных дырок -10^{-5} – 10^{-4} с). Такие диоды выпускают на токи до 500 А. Допустимые обратные напряжения лежат в диапазоне от 2.0 В до 2 кВ.
Импульсные диоды применяют в импульсных режимах работы. Технологические приемы, такие, например, как легирование германия и кремния золотом, позволили создать быстродействующие импульсные диоды, имеющие время переключения до 10^{-10} с.
При изменении величины обратного смещения (потенциального барьера) емкость между p- и n-областями (барьерная емкость) изменяется.
Это явление используется в диодах, называемых варикапами, в которых постоянная составляющая приложенного напряжения меняет условие прохождения переменной составляющей небольшой

амплитуды. Приборы, в которых используется зависимость емкости от мгновенных значений приложенного напряжения, называются варакторами.
Работа полупроводникового диода в электрической схеме определяется его вольт-амперной характеристикой (ВАХ) (рис. 3.).
Прямую ветвь ВАХ снимают, включив испытуемый диод в схему, показанную на рис.4.а. Прямой ток через диод задается генератором тока ГТ, характерной особенностью которого является слабая зависимость выходного тока от сопротивления нагрузки. Плавно увеличивая от нуля выходной ток генератора ГТ, измеряют прямое напряжение $U_{пр}$ диода для ряда значений прямого тока $I_{пр}$.

Обратную ветвь ВАХ снимают, включив испытуемый диод в схему, показанную на рис.4.б.
Плавно увеличивая от нуля выходное напряжение ГН 3, измеряют обратный ток диода $I_{обр}$ для ряда значений обратного напряжения $U_{ОБР}$.
Анализ типовых ВАХ германиевого и кремниевого диодов (рис.5) позволяет сделать следующие выводы: прямое падение напряжения $U_{ПР}$ на германиевом диоде почти в два раза меньше, чем на кремниевом, при одинаковых значениях прямого тока $I_{ПР}$;
германиевый диод начинает проводить ток при ничтожно малом прямом напряжении $U_{ПР}$,а кремниевый - только при $U_{ПР}$ = 0,4 - 0,6 В;
обратный ток $I_{ОБР}$ кремниевого диода значительно меньше обратного тока германиевого при одинаковых обратных напряжениях.
Эти выводы позволяют разграничить назначение германиевых и кремниевых диодов. Германиевые диоды применяют для обработки сигналов малой амплитуды (до 0.3 Б). Кремниевые диоды при подаче на них сигналов такой амплитуды одинаково плохо проводит ток как в прямом, так и в обратном направлениях. Кремниевые диоды распространены шире, чем германиевые, и применяются в тех случаях, когда обратный ток недопустим. Кроме того, они сохраняют работоспособность до температуры окружающей среды $I25^0$-$I50^0$ С, тогда как германиевые могут работать только до 70^0 С. Основными параметрами выпрямительных диодов являются: постоянное прямое напряжение $U_{пр}$ при определенном для каждого диода постоянном прямом токе иди среднее прямое напряжение $U_{пр.ср}$ в схеме однополупериодного выпрямителя при определенном среднем прямом токе $I_{пр.ср}$ и максимально допустимом обратном напряжении ; постоянный обратный ток $I_{обр}$ при определенном постоянном обратном напряжении или средний обратный ток $I_{обр.ср}$ в схеме однополупериодного выпрямителя при максимально допустимом обратном напряжении и определенном среднем прямом токе ;
максимально допустимое постоянное обратное напряжение $U_{обр.max}$;
максимально допустимый средний прямой ток $I_{пр.ср.nax}$, обычно определяемый как средний за период прямой ток в схеме однополупериодного выпрямителя.
Превышение $U_{обр.max}$ переводит диод в режим пробоя. Различают электрический и тепловой пробои p-n-перехода. Электрический пробой может быть лавинным или туннельным и не сопровождаться разрушением p-n-перехода (участок бв на рис.5).

ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ.
1. Вычертить таблицу 1 и 2 для снятия прямой и обратной ветвей ВАХ германиевого Ge и кремниевого Si диодов.
2. Вычертить систему координат (рис.6) для построения прямых и обратных ветвей ВАХ (масштаб по осям: $I_{пр}$,-в I см 2. мА; $U_{пр}$ -В см 0,1 В; $I_{об}$ - германиевого диода - в I см 5 мкА, кремниевого диода - в I см 0,5 мкА; $U_{обр}$.

3. Зарисовать схемы для получения ВАХ диодов (рис.4,а,б).

4. Собрать схему, показанную на рис.4.а, используя графические обозначения на сменной панели 67Л - 01/1. Поочередно снять прямые ветви ВАХ германиевого и кремниевого диодов и занести результаты измерений в табл.1.
5. Собрать схему, показанную на рис.4,б, поочередно снять обратные ветви ВАХ диодов и занести результаты измерений в таблицу 2.
6. Пользуясь данными табл.1 и 2, построить прямые и обратные ветви ВАХ германиевого и кремниевого диодов в координатных осях.

Таблица 1.

Прямой ток $I_{пр}$, мА		0,05	0,2	0,5	1	5	10
Прямое напряжение $U_{пр}$, В	Ge						
	Si						

Таблица 2.

Обратное напряжение $U_{обр}$, В		1	5	10	20	30
Обратный ток $I_{обр}$, мкА	Ge					
	Si					

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

1. При выполнении п. 4 используют:
GT (ГТ) - генератор тока стенда;
PAI($I_{пр}$) – АВМ 1 на пределе измерения " 10 мА";
PU1 ($U_{ПР}$) – АВМ2 измерения "0,5 В" и "I В" соответственно для германиевого и кремниевого диодов;
VД1 - используемые диоды Д9 и КД103.
2. При выполнении п.5 используют:
G2(ГН 3) - источник напряжения стенда, позволяющий изменить выходное напряжение от 0 до 100 В ;
PA2($I_{обр}$) - АВО на пределах измерения "0,1 мА" и "0,01 мА".
PU2($U_{обр}$) - АВМ2 на пределах измерения "100 В".

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ:

1. Объяснить физические процессы в p-n-переходе.
2. Где применяют выпрямительные и импульсные диоды?
3. Сравните германиевый и кремниевый диоды, пользуясь их ВАХ.
4. Каковы основные параметры выпрямительных диодов?

Методические материалы, определяющие процедуру оценивания лабораторной работы

Критерии оценки лабораторных работ
«5» (отлично): студент присутствовал на занятии, выполнены все задания лабораторной работы, работа оформлена правильно, студент четко и без ошибок ответил на все контрольные вопросы.
«4» (хорошо): студент присутствовал на занятии ,выполнены все задания лабораторной работы; студент ответил на все контрольные вопросы с замечаниями.
«3» (удовлетворительно): студент присутствовал на занятии, выполнены все задания лабораторной работы с замечаниями; работа оформлена, студент ответил на все контрольные вопросы с замечаниями.
«2» (не зачтено): студент не выполнил или выполнил неправильно
задания лабораторной работы; работа оформлена неправильно, студент ответил на контрольные вопросы с ошибками или не ответил на контрольные вопросы или студент отсутствовал на занятии и не выполнял ее.

Дифференцированный зачет

Примерные вопросы к дифзачету, 4 курс / 8 семестр

1. Предмет электротехники. Электротехника как наука. Исторические сведения. Структурная схема генерации, передачи, распределения и использования электрической энергии.
2. Прикладная универсальность тока гармонической формы в электротехнике. Определения. Законы Ома и Кирхгофа.
3. Условные обозначения элементов на схемах.
4. Мгновенные и средние значения мощности, активная и реактивная мощность в электрической цепи с R (сопротивлением).
5. Мгновенные и средние значения мощности, активная и реактивная мощность в электрической цепи с L (индуктивностью).
6. Мгновенные и средние значения мощности, активная и реактивная мощность в электрической цепи с C (емкостью).
7. Параллельное соединение элементов.
8. Последовательное соединение элементов.
9. Идеальные элементы R, L, C. Схемы замещения.
10. Источник тока. Источник напряжения. Схемы замещения.
11. Нелинейные элементы. Переходные процессы.
12. Импульсные сигналы и параметры.
13. Резонанс напряжений. Условие резонанса.
14. Резонанс токов. Условие резонанса.
15. Коэффициент мощности. Условие передачи максимальной мощности от источника энергии к потребителю.
16. Принцип построения многофазных цепей. Соединение обмоток генератора звездой и треугольником.
17. Включение нагрузки звездой и треугольником. Мощность в трехфазной цепи.
18. Классификация средств измерений: меры, измерительные преобразователи, измерительные приборы, комплексные измерительные системы. Классификация электрических измерительных приборов: аналоговые, цифровые, показывающие, регистрирующие.
19. Аналоговые электромеханические измерительные приборы, их основные элементы (измерительная цепь, измерительный механизм, отсчетное устройство), классификация (по точности, системе, роду измеряемой величины), условные обозначения на шкалах.
20. Особенности устройства и принципа действия магнитоэлектрических приборов. Логометры.
21. Особенности устройства и принципа действия электромагнитных приборов. Логометры.
22. Особенности устройства и принципа действия электродинамических приборов. Логометры.
23. Особенности устройства и принципа действия индукционных приборов.
24. Особенности устройства и принципа действия термоэлектрических и детекторных приборов.
25. Омметры и мегаомметры.
26. Трансформаторы. Назначение, принцип действия, устройство.
27. Однофазный трансформатор. Холостой и рабочий режим. Нагрузочные характеристики, потери и КПД. Автотрансформаторы.
28. Машины переменного тока. Исторические сведения. Вращающееся магнитное поле.
29. Конструкция и принцип действия асинхронного трехфазного двигателя. Регулирование частоты и изменение направления вращения.
30. Однофазные асинхронные двигатели. Включение трехфазных двигателей в однофазную цепь.

31. Конструкция и принцип действия трехфазного синхронного генератора. Обратимость синхронных машин. Синхронный двигатель.
32. Машины постоянного тока. Назначение, конструкция и принцип действия машин постоянного тока.

Примерные вопросы к дифзачету, 5 курс / 9 семестр

1. Нелинейные и параметрические цепи и преобразования сигналов в них.
2. Выбор режима рабочей точки каскада на биполярном транзисторе.
3. Амплитудная модуляция. Импульсная модуляция.
4. Частотная и фазовая модуляция.
5. Амплитудный детектор. Частотный детектор.
6. Генераторы колебаний.
7. Амплитудный модулятор. Частотный модулятор.
8. Идеальные элементы R, L, C. Схемы замещения.
9. Биполярный транзистор. Устройство и принцип действия.емкостью).
10. Полевые транзисторы с управляющим каналом. Устройство и принцип действия.
11. Полевые транзисторы КМОП (КМДП) структуры. Устройство и принцип действия.
12. Транзисторные ключи.
13. Микросхемы. Типы и технологии изготовления
14. Характеристики усилителей.
15. Обратная связь в усилителях.
16. Бесперехо дные полупроводниковые приборы. Варистор. Тензорезистор.
17. 4-х полюсники. Характеристики.
18. Полупроводники. Собственная и примесная проводимость.
19. Электронно-дырочный (p-n) переход. Варикап.
20. Электронно-дырочный (p-n) переход. Диод. Стабистор. Стабилитрон.
21. Источник тока. Источник напряжения. Схемы замещения.
22. Умножитель частоты. Преобразователь частоты.
23. Электрические цепи в электронике. Параллельное и последовательное соединение.
24. Импульсные сигналы и параметры.
25. Нелинейные элементы. Переходные процессы.
26. Бесперехо дные полупроводниковые приборы. Термистор. Фоторезистор.

Методические материалы, определяющие процедуру оценивания диф. зачета

Перевод оценки из 100-балльной в четырехбалльную производится следующим образом:
- отлично – от 80 до 110 баллов (включая 10 поощрительных баллов);
- хорошо – от 60 до 79 баллов;
- удовлетворительно – от 45 до 59 баллов;
- неудовлетворительно – менее 45 баллов.

Экзаменационные билеты

Экзамен (зачет) является оценочным средством для всех этапов освоения компетенций. Структура экзаменационного билета: в билете указывается кафедра в рамках нагрузки которой реализуется данная дисциплина, форма обучения, направление и профиль подготовки, дата утверждения; билет может включать в себя теоретический(ие) вопрос(ы) и практическое задание (кейс-задание).

Примерные вопросы к экзамену, 5 курс / 10 семестр

1. Нелинейные и параметрические цепи и преобразования сигналов в них.
2. Выбор режима рабочей точки каскада на биполярном транзисторе.
3. Амплитудная модуляция. Импульсная модуляция.

4. Частотная и фазовая модуляция.
5. Амплитудный детектор. Частотный детектор.
6. Генераторы колебаний.
7. Амплитудный модулятор. Частотный модулятор.
8. Идеальные элементы R, L, C. Схемы замещения.
9. Биполярный транзистор. Устройство и принцип действия.емкостью).
10. Полевые транзисторы с управляющим каналом. Устройство и принцип действия.
11. Полевые транзисторы КМОП (КМДП) структуры. Устройство и принцип действия.
12. Транзисторные ключи.
13. Микросхемы. Типы и технологии изготовления
14. Характеристики усилителей.
15. Обратная связь в усилителях.
16. Бесперехoдные полупроводниковые приборы. Варистор. Тензорезистор.
17. 4-х полюсники. Характеристики.
18. Полупроводники. Собственная и примесная проводимость.
19. Электронно-дырочный (p-n) переход. Варикап.
20. Электронно-дырочный (p-n) переход. Диод. Стабистор. Стабилитрон.
21. Источник тока. Источник напряжения. Схемы замещения.
22. Умножитель частоты. Преобразователь частоты.
23. Электрические цепи в электронике. Параллельное и последовательное соединение.
24. Резонанс токов. Условие резонанса.
25. Импульсные сигналы и параметры.
26. Нелинейные элементы. Переходные процессы.
27. Резонанс напряжений. Условие резонанса.
28. Бесперехoдные полупроводниковые приборы. Термистор. Фоторезистор.

Образец экзаменационного билета

<table>
<tr><td colspan="2">МИНОБРНАУКИ РФ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«УФИМСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ НАУКИ И ТЕХНОЛОГИЙ»
БИРСКИЙ ФИЛИАЛ УУНиТ
Кафедра высшей математики и физики</td></tr>
<tr><td>Дисциплина: Электрорадиотехника
очная форма обучения
5 курс 10 семестр</td><td>Курсовые экзамены 20__-20__ г.
Направление 44.03.05 Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки)
Профиль: Математика, Физика</td></tr>
<tr><td colspan="2">Экзаменационный билет № 1
1. Выбор режима рабочей точки каскада на биполярном транзисторе.
2. Бесперехoдные полупроводниковые приборы. Варистор. Тензорезистор.</td></tr>
<tr><td>Дата утверждения: __.__._____</td><td>Заведующий кафедрой
_____</td></tr>
</table>

Методические материалы, определяющие процедуру оценивания ответа на экзамене

Критериями оценивания являются баллы, которые выставляются за виды деятельности (оценочные средства) по итогам изучения модулей (разделов дисциплины), перечисленных в рейтинг-плане дисциплины: текущий контроль – максимум 40 баллов; рубежный контроль – максимум 30 баллов, поощрительные баллы – максимум 10.

При оценке ответа на экзамене максимальное внимание должно уделяться тому, насколько полно раскрыто содержание материала, четко и правильно даны определения, раскрыто содержание понятий, верно ли использованы научные термины, насколько ответ самостоятельный, использованы ли ранее приобретенные знания, раскрыты ли раскрыты причинно-следственные связи, насколько высокий уровень умения оперирования научными категориями, анализа информации, владения навыками практической деятельности.

Критерии оценки (в баллах):

- **25-30 баллов** выставляется студенту, если студент дал полные, развернутые ответы на все теоретические вопросы билета, продемонстрировал знание функциональных возможностей, терминологии, основных элементов, умение применять теоретические знания при выполнении практических заданий. Студент без затруднений ответил на все дополнительные вопросы. Практическая часть работы выполнена полностью без неточностей и ошибок;
- **17-24 баллов** выставляется студенту, если студент раскрыл в основном теоретические вопросы, однако допущены неточности в определении основных понятий. При ответе на дополнительные вопросы допущены небольшие неточности. При выполнении практической части работы допущены несущественные ошибки;
- **10-16** баллов выставляется студенту, если при ответе на теоретические вопросы студентом допущено несколько существенных ошибок в толковании основных понятий. Логика и полнота ответа страдают заметными изъянами. Заметны пробелы в знании основных методов. Теоретические вопросы в целом изложены достаточно, но с пропусками материала. Имеются принципиальные ошибки в логике построения ответа на вопрос. Студент не решил задачу или при решении допущены грубые ошибки;
- **1-10 баллов** выставляется студенту, если ответ на теоретические вопросы свидетельствует о непонимании и крайне неполном знании основных понятий и методов. Обнаруживается отсутствие навыков применения теоретических знаний при выполнении практических заданий. Студент не смог ответить ни на один дополнительный вопрос.

Перевод оценки из 100-балльной в четырехбалльную производится следующим образом:
- отлично – от 80 до 110 баллов (включая 10 поощрительных баллов);
- хорошо – от 60 до 79 баллов;
- удовлетворительно – от 45 до 59 баллов;
- неудовлетворительно – менее 45 баллов.

Задания для проведения промежуточной аттестации обучающихся

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в форме:

8,9 семестр - дифзачет, 10 семестр - экзамен.

Проверяемыми на промежуточной аттестации элементами содержания являются темы дисциплины.

Для проверки *знаний* используются вопросы и задания в различных формах.

Умения, навыки (или опыт деятельности) и компетенции проверяются с помощью компетентностно-ориентированных задач (ситуационных, производственных или кейсового характера) и различного вида конструкторов.

Все задачи являются многоходовыми. Некоторые задачи, проверяющие уровень сформированности компетенций, являются многовариантными. Часть умений, навыков и компетенций прямо не отражена в формулировках задач, но они могут быть проявлены обучающимися при их решении.

В каждый вариант включаются задания по каждому проверяемому элементу содержания во всех перечисленных выше формах и разного уровня сложности. Такой формат позволяет объективно определить качество освоения обучающимися основных элементов содержания дисциплины и уровень сформированности компетенций.

Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине при использовании модульно-рейтинговой системы

Критериями оценивания при модульно-рейтинговой системе являются баллы, которые выставляются преподавателем за виды деятельности (оценочные средства) по итогам изучения модулей (разделов дисциплины), перечисленных в рейтинг-плане дисциплины:

для экзамена: текущий контроль – максимум 40 баллов; рубежный контроль – максимум 30 баллов, поощрительные баллы – максимум 10.

Шкалы оценивания:

для экзамена:

от 45 до 59 баллов – «удовлетворительно»;

от 60 до 79 баллов – «хорошо»;

от 80 баллов – «отлично».

Рейтинг-план дисциплины

Таблица перевода баллов текущего контроля в баллы рейтинга

	5	**5**	**5**	**5**	**5**	**5**	**5**	**5**	**5**	**5**
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	5	3	2	2	1	1	1	1	1	1
2		5	4	3	2	2	2	2	2	1
3			5	4	3	3	3	2	2	2
4				5	4	4	3	3	3	2
5					5	5	4	4	3	3
6						5	5	4	4	3
7							5	5	4	4
8								5	5	4
9									5	5
10										5

Рейтинг-план дисциплины представлен в Приложении 1.

5. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

5.1. Основная учебная литература

1. Барыбин, А.А. Электроника и микроэлектроника. Физико-технологические основы : учебное пособие / А.А. Барыбин. - Москва : Физматлит, 2008. - 424 с. - URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=75443
2. Гершензон, Е.М. Радиотехника : учеб. пособие для студ. физ.-мат. фак. пед. ин-тов / Е.М.Гершензон и др. — М. : Просвещение, 1986 .— 318с.

5.2. Дополнительная учебная литература

1. Ефимов, И. Е. Основы микроэлектроники : учебник / И. Е. Ефимов, И. Я. Козырь .— СПб. : Лань, 2008 .— 384 с. : ил .— (Учебники для вузов. Специальная литература)

5.3. Другие учебно-методические материалы

6. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)

Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» и программного обеспечения, необходимых для освоения дисциплины

1. Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://elibrary.ru/.
2. Электронная библиотечная система «Лань» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://e.lanbook.com/.
3. Университетская библиотека онлайн biblioclub.ru [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://biblioclub.ru/.
4. Электронная библиотека УУНиТ [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://elib.bashedu.ru/.
5. Российская государственная библиотека [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.rsl.ru/.
6. Национальная электронная библиотека [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://xn--90ax2c.xn--p1ai/viewers/.
7. Национальная платформа открытого образования npoed.ru [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://npoed.ru/.
8. Электронное образование Республики Башкортостан [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://edu.bashkortostan.ru/.
9. Информационно-правовой портал Гарант.ру [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.garant.ru/.

Программное обеспечение

1. LIBREOFFICE - Договор №0301400003023000002 от 14.03.2023 (бессрочный)
2. Операционная система Astra Linux - Договор 0301400003023000002 от 14 марта 2023 бессрочно
3. Браузер Google Chrome - Бесплатная лицензия https://www.google.com/intl/ru_ALL/chrome/privacy/eula_text.html

7. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Наименование специализированных аудиторий, кабинетов, лабораторий	Вид занятий	Наименование оборудования, программного обеспечения
Аудитория 108(ФМ)	Лекционная, Семинарская, Для консультаций, Для лабораторных занятий	Мебель, стенд, трансформатор.
Аудитория 215(ФМ)	Лекционная, Семинарская, Для контроля и аттестации, Для	Генератор, мебель, осциллограф, рабочее место

	лабораторных занятий	студента kl-210, станция паяльная атр-1101, стенд, частомер.
Аудитория 218(ФМ)	Лекционная, Семинарская, Для консультаций, Для контроля и аттестации	Колонки, мебель, ноутбук, проектор, экран. Программное обеспечение 1. LIBREOFFICE 2. Операционная система Astra Linux 3. Браузер Google Chrome
Аудитория 218 а(ФМ)	Для хранения оборудования	Дальнометр, компьютер, фотокамера. Программное обеспечение 1. LIBREOFFICE 2. Операционная система Astra Linux 3. Браузер Google Chrome
Аудитория 420(ФМ)	Для самостоятельной работы	Компьютер, мебель, нетбук, принтер, сканер mustek. Программное обеспечение 1. LIBREOFFICE 2. Операционная система Astra Linux 3. Браузер Google Chrome