МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ,
МИНИСТЕРСТВО НАУКИ, ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ И ИННОВАЦИЙ
КЫРГЫЗСКОЙ РЕСПУБЛИКИ

МОО ВО Кыргызско-Российский Славянский университет
имени первого Президента Российской Федерации Б.Н. Ельцина

УТВЕРЖДАЮ
Директор ПИ (должность)
Лоцев Е.В. (ФИО)
03.09 2026 г.

Радиотехнические цепи и сигналы

рабочая программа дисциплины (модуля)

Разработано **Высшая школа Цифровых технологий**

Учебный план b110302_26_1 итисс.plx
Направление 11.03.02 - РФ, 690300 - КР Инфокоммуникационные технологии и системы связи
Профиль "Сети связи и системы коммутации"

Форма обучения **очная**

Общая трудоемкость **3 ЗЕТ**
Часов по учебному плану 108
в том числе:
аудиторные занятия 32
самостоятельная работа 44

Виды контроля в семестрах:

экзамен 5
контрольная работа 5

Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	**5 (3.1)**		Итого	
Недель	17 2/6			
Вид занятий	УП	РП	УП	РП
Лекции	16	16	16	16
Практические	16	16	16	16
Контактная работа в период экзаменационной сессии	0,3	0,3	0,3	0,3
Итого ауд.	32	32	32	32
Контактная работа	32,3	32,3	32,3	32,3
Сам. работа	44	44	44	44
Часы на контроль	31,7	31,7	31,7	31,7
Итого	108	108	108	108

Программу составил(и):
Преподаватель, Кравченко Н.И.;Преподаватель, Мамадалиева Ж.Б.

Рецензент(ы):
Проректор, Сагымбаев А.А.

Согласовано РОП:
к.т.н., доцент Оконов М.О.

Рабочая программа дисциплины
Радиотехнические цепи и сигналы

разработана в соответствии с ФГОС 3++:

Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования - бакалавриат по направлению подготовки 11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи (приказ Минобрнауки России от 19.09.2017 г. № 930)

составлена на основании учебного плана:

Направление 11.03.02 - РФ, 690300 - КР Инфокоммуникационные технологии и системы связи
Профиль "Сети связи и системы коммутации"
утвержденного учёным советом вуза от 26.06.2026 протокол № 11.

Рабочая программа одобрена на заседании высшей школы “Цифровых технологий”

Протокол от 02.09. 2026 г. № 1
Срок действия программы: 2026-2030 уч.г. Руководитель подразделения: Хмелева Ирина Владимировна

ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ
к рабочей программе дисциплины (модуля)

Радиотехнические цепи и сигналы

наименование дисциплины

№ п/п	Основание внесения изменения	Раздел/ пункт	Содержание изменения
1.			
2.			
3.			
4.			
5.			

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ	
1.1	Формирование у студентов базовой системы знаний о физических процессах в электротехнических, полупроводниковых и магнитных радиоматериалах, а также приобретение практических навыков обоснованного выбора, расчета и применения пассивных и активных радиокомпонентов при проектировании, эксплуатации и техническом обслуживании устройств и систем инфокоммуникаций.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП	
Цикл (раздел) ООП:	Б1.О.4
2.1	**Требования к предварительной подготовке обучающегося:**
2.1.1	Б1.О.4.06. Электроника
2.1.2	Б1.О.2.06. Физика
2.1.3	Б1.О.2.01. Введение в высшую математику
2.1.4	Б1.О.2.02. Математический анализ
2.1.5	Б1.О.2.03. Линейная алгебра и аналитическая геометрия
2.1.6	Б1.О.2.04. Дифференциальные уравнения
2.1.7	Б1.О.2.05. Теория вероятностей и математическая статистика
2.2	**Дисциплины и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:**
2.2.1	Б1.В.1.10. Схемотехника телекоммуникационных устройств
2.2.2	Б1.В.1.14. Устройства СВЧ и антенны
2.2.3	Б1.О.4.09. Радиоматериалы и радиокомпоненты
2.2.4	Б1.О.4.05. Общая теория связи

3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)	
ОПК-2: Способен самостоятельно проводить экспериментальные исследования и использовать основные приемы обработки и представления полученных данных	
Знать:	
Уровень 1	методы проведения исследований; системы сертификации
Уровень 2	
Уровень 3	
Уметь:	
Уровень 1	выбирать средства измерений и проводить эксперименты
Уровень 2	
Уровень 3	
Владеть:	
Уровень 1	способами оценки погрешности и представления данных
Уровень 2	
Уровень 3	

В результате освоения дисциплины обучающийся должен

3.1	**Знать:**
3.1.1	Физические явления в проводниках, диэлектриках, полупроводниках и магнетиках (ТКС, диэлектрические потери tg delta, пробой, гистерезис).
3.1.2	Особенности материалов, применяемых в ВЧ/СВЧ инфокоммуникационной технике (FR-4, поликор, керамика, GaAs, GaN).
3.1.3	Классификацию, системы маркировки (включая SMD) и основные параметры пассивных компонентов (R, C, L).
3.1.4	Эквивалентные схемы замещения реальных пассивных элементов с учетом паразитных реактивностей на высоких частотах.
3.1.5	Принцип работы, характеристики и схемы применения полупроводниковых диодов (Шоттки, варикапов, PIN-диодов).
3.1.6	Физику работы и параметры биполярных (BJT, HBT) и полевых (MOSFET, JFET, HEMT) транзисторов.
3.1.7	Базовые принципы работы оптоэлектронных приборов (светодиодов, фотодиодов, лазерных диодов) и интегральных микросхем.
3.1.8	Основные типы ВЧ/СВЧ сопоставительных разъемов (SMA, BNC, N-type) и элементы коммутации.

3.1.9	Причины возникновения паразитных связей и методы обеспечения теплового режима радиокомпонентов.
3.1.10	Нормативные требования ГОСТ и ЕСКД к условным графическим обозначениям (УГО) радиокомпонентов на принципиальных схемах.
3.2	**Уметь:**
3.2.1	Выбирать типы и номиналы радиоматериалов и радиокомпонентов для конкретных узлов телекоммуникационного оборудования.
3.2.2	Читать маркировку (включая цветовое и SMD-кодирование) резисторов, конденсаторов и полупроводниковых приборов.
3.2.3	Составлять эквивалентные схемы замещения пассивных компонентов для работы в заданном частотном диапазоне.
3.2.4	Снимать и анализировать вольтамперные (ВАХ), амплитудно-частотные (АЧХ) и емкостные характеристики компонентов.
3.2.5	Экспериментально определять параметры радиокомпонентов (номинал, ESR, добротность Q, ТКС, резонансную частоту SRF).
3.2.6	Проводить расчеты теплоотвода и выбирать охлаждающие радиаторы для мощных транзисторов и ИМС.
3.2.7	Рассчитывать электрическую прочность изоляции проводных и коаксиальных линий связи.
3.2.8	Моделировать характеристики реальных компонентов в специализированных пакетах (LTspice / Micro-Cap).
3.2.9	Выполнять подбор взаимозаменяемых компонентов по техническим справочникам и каталогам производителей (Murata, TDK, Vishay).
3.2.10	Грамотно оформлять принципиальные электрические схемы и спецификации в соответствии с ЕСКД.
3.3	**Владеть:**
3.3.1	Навыками использования измерительного оборудования (RLC-метров, цифровых мультиметров, осциллографов, измерителей ВАХ).
3.3.2	Методикой расчета и экспериментального определения параметров эквивалентных схем пассивных элементов на ВЧ/СВЧ.
3.3.3	Навыками применения электронных справочников и каталогов современных производителей элементной базы.
3.3.4	Инструментами схемотехнического симуляционного моделирования (LTspice / Micro-Cap) для анализа ВАХ и частотных свойств элементов.
3.3.5	Навыками расчета тепловых режимов и оценки надежности функционирования радиокомпонентов при повышенных нагрузках.
3.3.6	Навыками проведения простейших физико-химических и электрических испытаний радиоматериалов.
3.3.7	Навыками монтажа, контроля качества и верификации исправности дискретных и SMD-компонентов.
3.3.8	Опытом работы с нормативно-технической документацией (ГОСТ, Datasheet) на радиоматериалы и компоненты.

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Компетен-ции	Литература	Инте ракт.	Пр. подг.	Примечание
	Раздел 1. Электротехнические и радиоматериалы: физика процессов и свойства							
1.1	Проводниковые и сверхпроводниковые материалы /Лек/	5	2	ОПК-2	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2Л3.1 Л3.2			
1.2	Диэлектрические и изоляционные материалы /Лек/	5	2	ОПК-2	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2Л3.2			
1.3	Полупроводниковые и магнитные материалы /Лек/	5	2	ОПК-2	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2Л3.2			
1.4	Исследование температурной зависимости сопротивления проводников и полупроводников /Пр/	5	2	ОПК-2	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2Л3.2			
1.5	Экспериментальное определение диэлектрической проницаемости и диэлектрических потерь /Пр/	5	2	ОПК-2	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2Л3.2			

1.6	Исследование основных характеристик магнитных материалов (ферритов) /Пр/	5	2	ОПК-2	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2Л3.2			
1.7	Материалы для микроэлектроники и подложки печатных плат /Ср/	5	5	ОПК-2	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2Л3.2			
1.8	Расчет электрической прочности и потерь в изоляции кабелей связи /Ср/	5	5	ОПК-2	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2Л3.2			
	Раздел 2. Пассивные радиокомпоненты инфокоммуникационных систем							
2.1	Резисторы и конденсаторы /Лек/	5	3	ОПК-2	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2Л3.2			
2.2	Дроссели, трансформаторы и элементы коммутации /Лек/	5	2	ОПК-2	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2Л3.2			
2.3	Измерение параметров и паразитных реактивностей пассивных компонентов (R, L, C) /Пр/	5	3	ОПК-2	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2Л3.2			
2.4	Исследование частотных свойств постоянных и SMD-компонентов /Пр/	5	2	ОПК-2	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2Л3.2			
2.5	Расчет эквивалентных схем пассивных радиокомпонентов на ВЧ/СВЧ /Ср/	5	6	ОПК-2	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2Л3.2			
2.6	Выбор пассивных элементов для узлов приемопередающего тракта /Ср/	5	8	ОПК-2	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2Л3.2			
	Раздел 3. Активные и полупроводниковые радиокомпоненты							
3.1	Полупроводниковые диоды и приборы с p-n переходом /Лек/	5	2	ОПК-2	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2Л3.2			
3.2	Транзисторы и интегральные микросхемы /Лек/	5	3	ОПК-2	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2Л3.2			
3.3	Исследование вольтамперных и емкостных характеристик диодов и варикапов /Пр/	5	3	ОПК-2	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2Л3.2			
3.4	Снятие входных и выходных характеристик биполярных и полевых транзисторов /Пр/	5	2	ОПК-2	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2Л3.2			
3.5	Анализ тепловых режимов и надежности радиокомпонентов /Ср/	5	10	ОПК-2	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2Л3.2			
3.6	Изучение современных ВЧ/СВЧ полупроводниковых компонентов /Ср/	5	10	ОПК-2	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2Л3.2			
3.7	/КрЭк/	5	0,3	ОПК-2	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2Л3.2			

5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

5.1. Контрольные вопросы и задания

Категория «ЗНАТЬ» (Теоретические вопросы) — 20 вопросов

1. Электропроводность проводников: Раскройте классическую электронную теорию проводимости металлов. Что такое температурный коэффициент сопротивления (ТКС) и каковы его значения для чистых металлов и сплавов высокого сопротивления?

2. Явление сверхпроводимости: В чем заключается физическая природа сверхпроводимости? Что такое критическая температура T_c и критическое магнитное поле H_c ? Приведите примеры применения сверхпроводников в СВЧ-технике.
3. Виды поляризации диэлектриков: Перечислите основные виды поляризации (электронная, ионная, дипольная, миграционная). Раскройте особенности их проявления в различных частотных диапазонах.
4. Диэлектрические потери и пробой: Сформулируйте понятие тангенса угла диэлектрических потерь ($\operatorname{tg}\delta$). Каковы механизмы электрического, теплового и электрохимического пробоя диэлектриков?
5. Материалы подложек печатных плат: Дайте сравнительную характеристику материалов подложек, применяемых в инфокоммуникационном оборудовании (FR-4, Rogers, поликор, слюда, высокочастотная керамика Al_2O_3).
6. Полупроводниковые материалы: В чем состоит отличие собственной проводимости полупроводников от примесной (n - и p -типа)? Сравните физические свойства кремния (Si), арсенида галлия (GaAs) и нитрида галлия (GaN).
7. Магнитные материалы и ферриты: Опишите явление магнитного гистерезиса. В чем заключаются особенности структуры и преимущества ферритов по сравнению с металлическими магнетиками при работе на высоких частотах?
8. Классификация и маркировка резисторов: Назовите основные параметры резисторов (номинальное сопротивление, допуск, номинальная мощность рассеивания, ТКС). Опишите системы цветовой и SMD-маркировки.
9. Классификация и характеристики конденсаторов: Опишите устройство и свойства керамических, пленочных, тантал-электролитических и алюминиевых конденсаторов. Что такое эквивалентное последовательное сопротивление (ESR)?
10. Эквивалентные схемы пассивных радиокомпонентов: Изобразите эквивалентные схемы замещения реального резистора, конденсатора и катушки индуктивности с учетом паразитных реактивностей (L_n, $C_п$, $R_п$) на ВЧ/СВЧ.
11. Высокочастотные катушки индуктивности и дроссели: Каковы причины возникновения собственной емкости катушки индуктивности? Сформулируйте понятия добротности катушки (Q) и частоты собственного резонанса (SRF).
12. Коммутационные элементы и СВЧ-разъемы: Перечислите требования к контактам и ВЧ/СВЧ разъемам (SMA, BNC, N-type, micro-UFL). В чем проявляется скин-эффект на высоких частотах?
13. Физика $p\text{-}n$ перехода: Опишите формирование обедненного слоя, контактной разности потенциалов и выпрямительные свойства $p\text{-}n$ перехода при прямом и обратном смещении.
14. Полупроводниковые диоды: Раскройте особенности физических процессов и применения диодов Шоттки, варикапов, стабилотронов и PIN-диодов в инфокоммуникационных устройствах.
15. Барьерная и диффузионная емкости: В чем заключается физическое различие между барьерной и диффузионной емкостями $p\text{-}n$ перехода? Для каких типов диодов эти емкости являются определяющими?
16. Биполярные транзисторы (BJT и HBT): Принцип работы биполярного транзистора. Чем отличаются традиционные BJT от гетероструктурных HBT-транзисторов, применяемых в СВЧ-трактах?
17. Полевые транзисторы (JFET, MOSFET, HEMT): Сравните принцип управления током в транзисторах с управлением $p\text{-}n$ переходом, изолированным затвором (MOSFET) и с высокой подвижностью электронов (HEMT на GaAs/ GaN).
18. Элементы оптоэлектроники: Опишите физические принципы работы и характеристики светодиодов (LED), полупроводниковых лазерных диодов и фотодиодов (p-i-n, ЛФД), применяемых в волоконно-оптических линиях связи (ВОЛС).
19. Основы конструкции интегральных микросхем: В чем заключаются принципиальные различия между полупроводниковыми гибридными и монолитными интегральными микросхемами (МИС/MMIC)?
20. Тепловой режим и надежность радиокомпонентов: Раскройте физический смысл максимальной температуры перехода $T_{j,\max}$ и теплового сопротивления R_{th} . Какие факторы вызывают старение и деградацию радиоматериалов?

Категория «УМЕТЬ» (Практические задания и расчеты) — 20 вопросов/заданий

1. Расчет ТКС проводника: Вычислить сопротивление медного проводника при нагреве от 20°C до 85°C , если его сопротивление при 20°C составляет $12{,}5\text{ Ом}$ ($\alpha = 0{,}00393\text{ K}^{-1}$).
2. Анализ температурных свойств термистора: На основе снятой характеристики вычислить температурный коэффициент сопротивления (ТКС) полупроводникового NTC-термистора в интервале температур от 30°C до 60°C .
3. Расчет диэлектрических потерь: Определить мощность электрических потерь в слое диэлектрика подложки печатной платы при напряжении $U = 12\text{ В}$, частоте $f = 100\text{ МГц}$, емкости $C = 47\text{ пФ}$ и $\operatorname{tg}\delta = 0{,}02$.
4. Расчет пробоя изоляции: Вычислить допустимое рабочее напряжение коаксиального кабеля с полиэтиленовой изоляцией ($\text{E}_{пр} = 40\text{ кВ/мм}$), при толщине диэлектрического слоя $d = 1{,}5\text{ мм}$ и трехкратном запасе прочности.
5. Чтение маркировки SMD-резисторов: Расшифровать номинальное сопротивление и допуск SMD-резисторов с кодовыми обозначениями: «472», «01R», «1003», «R050», «47C» (по стандарту EIA-96).
6. Чтение кодировки конденсаторов: Определить номинальную емкость и допустимое отклонение керамических конденсаторов с маркировкой: «104K», «221J», «4n7M», «n47».
7. Расчет ESR и добротности конденсатора: По экспериментальным данным RLC-метра ($C = 10\text{ нФ}$, $f = 1\text{ МГц}$, $\operatorname{tg}\delta = 0{,}015$) вычислить эквивалентное последовательное сопротивление (ESR) и добротность Q .
8. Расчет импеданса катушки индуктивности с паразитной емкостью: Найти входной импеданс SMD-дросселя номиналом $L = 10\text{ мкГн}$ с собственной емкостью $C_п = 2\text{ пФ}$ на частотах 1 МГц и 30 МГц .
9. Определение частоты собственного резонанса (SRF): По графику зависимостей импеданса от частоты определить частоту собственного резонанса (SRF) катушки индуктивности $L = 100\text{ нГн}$ с межвитковой емкостью $C_п = 1\text{ пФ}$.
10. Анализ ВАХ диода Шоттки: По экспериментальной вольтамперной характеристике определить прямое падение

напряжения $U_{пр}$ при токе $I_{пр} = 10\text{ мА}$ и сравнить его с падением напряжения на стандартном кремниевом диоде.

11. Расчет управляемой емкости варикапа: Вычислить коэффициент перекрытия по емкости варикапа $K_C = C_{\max}/C_{\min}$, если при управляющем напряжении $U_{обр} = 2\text{ В}$ емкость равна 40 пФ, а при $U_{обр} = 20\text{ В}$ емкость снижается до 5 пФ.

12. Определение h -параметров транзистора: По семейству входных и выходных характеристик биполярного транзистора в схеме с общим эмиттером определить коэффициент передачи тока $\beta (h_{21e})$ и входное сопротивление h_{11e}.

13. Анализ крутизны полевого транзистора: Вычислить крутизну сток-затворной характеристики $S = \frac{\Delta I_c}{\Delta U_{зи}}$ полевого транзистора с затвором P-N перехода в рабочей точке.

14. Расчет балластного резистора светодиода: Рассчитать сопротивление и рассеиваемую мощность защитного резистора для подключения индикаторного светодиода ($U_{пр} = 2{,}1\text{ В}$, $I_{раб} = 15\text{ мА}$) к источнику питания $U_{пит} = 12\text{ В}$.

15. Анализ СВЧ PIN-диодного переключателя: Определить внесигнал затухания и потерь в открытом/закрытом состояниях СВЧ-ключа на PIN-диоде по известным значениям прямого сопротивления $R_{пр} = 1\text{ Ом}$ и емкости при обратном смещении $C_{обр} = 0{,}1\text{ пФ}$.

16. Расчет площади охлаждающего радиатора: Вычислить необходимое тепловое сопротивление радиатора $R_{th,sa}$ для мощного транзистора, рассеивающего $P_{расс} = 15\text{ Вт}$, если $T_{j,\max} = 150^\circ\text{C}$, $T_{окр} = 40^\circ\text{C}$, а $R_{th,jc} = 2{,}5^\circ\text{C/Вт}$.

17. Анализ характеристик оптического фотодиода: Вычислить токовую чувствительность фотодиода S_λ (А/Вт), если при воздействии оптической мощности $P_{опт} = 50\text{ мкВт}$ фототок составляет $I_{ф} = 40\text{ мкА}$.

18. Выбор элементов фильтра по каталогам: По каталогу производителя (например, Murata) подберите номиналы и корпуса (0402 / 0603) SMD-конденсаторов и индуктивностей для сборки ФНЧ с частотой среза $f_c = 433\text{ МГц}$.

19. Оценка влияния скин-эффекта: Вычислить толщину скин-слоя δ для медного проводника на частотах 50 Гц, 1 МГц и $2{,}4\text{ ГГц}$.

20. Составление эквивалентной схемы подложки: Составить эквивалентную схему замещения отрезка микрополосковой линии на печатной плате FR-4 с учетом потерь в диэлектрике и проводнике.

Категория «ВЛАДЕТЬ» (Комплексные практические задачи и кейсы) — 10 задач

• Задача 1. Комплексное исследование диэлектрической подложки СВЧ-устройства

Задание: Провести сравнительный расчет и выбор материала подложки печатной платы (FR-4 vs Rogers RO4003C vs Поликор) для работы на частоте $f = 5\text{ ГГц}$. Рассчитать емкость микрополосковой линии, диэлектрические потери и оценить изменение фазовой скорости сигнала при изменении температуры от -40°C до $+85^\circ\text{C}$.

• Задача 2. Полный частотный анализ эквивалентной схемы пассивного компонента

Задание: Для реального SMD-конденсатора номиналом $C = 100\text{ пФ}$ с паразитными параметрами $L_n = 1{,}5\text{ нГн}$ и $\text{ESR} = 0{,}2\text{ Ом}$: написать аналитическое выражение для комплексного импеданса $Z(j\omega)$; построить АЧХ импеданса в диапазоне частот от 1 МГц до 2 ГГц ; найти точку собственного резонанса (SRF) и смоделировать характеристики в LTspice.

• Задача 3. Проектирование и расчет высокочастотного дросселя на ферритовом сердечнике

Задание: Рассчитать число витков, габаритные размеры и выбрать макросостав ферритового кольца для ВЧ-дросселя с индуктивностью $L = 47\text{ мкГн}$, работающего в диапазоне $1\text{–}30\text{ МГц}$ при постоянном токе подмагничивания $I_{dc} = 1{,}5\text{ А}$. Проверить отсутствие насыщения сердечника.

• Задача 4. Схемотехническое моделирование и снятие ВАХ полупроводникового диода

Задание: В среде симулятора (LTspice / Micro-Cap) собрать схему для снятия прямой и обратной ветвей ВАХ диода Шоттки и выпрямительного диода при температурах $T_1 = 20^\circ\text{C}$ и $T_2 = 100^\circ\text{C}$. Вычислить дифференциальное сопротивление r_d диодов в рабочей точке и сделать сравнительные выводы.

• Задача 5. Расчет узла перестройки частоты на варикапе

Задание: Провести расчет параметров колебательного контура генератора, управляемого напряжением (ГУН), перестраиваемого варикапом в диапазоне частот $88\text{–}108\text{ МГц}$. Рассчитать индуктивность катушки L, необходимые пределы изменения емкости варикапа $C_v(U)$, постоянную времени цепи подачи управляющего напряжения и подобрать подходящую модель варикапа по Datasheet.

• Задача 6. Анализ и расчет рабочей точки биполярного транзистора

Задание: Для усилительного каскада на биполярном транзисторе с термостабилизацией рабочей точки: рассчитать элементы делителя напряжения в цепи базы R_1, R_2, резисторы в цепях коллектора R_k и эмиттера $R_э$ для обеспечения тока коллектора $I_{k0} = 5\text{ мА}$ при $U_{п} = 12\text{ В}$. Провести симуляцию рабочей точки в LTspice при изменении температуры.

• Задача 7. Исследование высокочастотных свойств полевого транзистора (HEMT/MOSFET)

Задание: По справочным Spice-моделям полевого транзистора с изолированным затвором провести расчет и моделирование входной C_{iss}, выходной C_{oss} и проходной C_{rss} емкостей. Оценить граничную частоту усиления по току f_T и построить семейства выходных характеристик.

• Задача 8. Полный расчет теплового режима и выбор системы охлаждения

Задание: Мощный СВЧ-транзистор передающего модуля связи на базе GaN рассеивает тепловую мощность $P = 40\text{ Вт}$. Задано: $T_{j,\max} = 175^\circ\text{C}$, $R_{th,jc} = 1{,}2^\circ\text{C/Вт}$, $R_{th,cs} = 0{,}3^\circ\text{C/Вт}$ (теплопроводная паста). Рассчитать требуемое тепловое сопротивление радиатора, выбрав конструкцию с естественным или принудительным охлаждением при $T_{окр} = 50^\circ\text{C}$.

• Задача 9. Расчет оптоэлектронной пары в линии передачи данных

Задание: Рассчитать параметры волоконно-оптического передающего и приемного модулей на базе полупроводникового лазера ($\lambda = 1310\text{ нм}$) и p-i-n фотодиода. Вычислить необходимый рабочий ток лазерного диода для обеспечения уровня

выходной мощности P_{изл} = 2\text{ мВт} и определить токовый отклик фотодиода на приемном конце линии.

• Задача 10. Разработка спецификации и верификация элементной базы узла связи

Задание: Для принципиальной электрической схемы полосового усилителя ВЧ (содержащего транзистор, 6 резисторов, 8 SMD-конденсаторов, 2 дросселя и СВЧ-разъемы) составить полную текстовую спецификацию элементов по ГОСТ 2.106. Выполнить подбор конкретных заказных парт-номеров (Part Numbers) по электронным каталогам поставщиков (Mouser / Digi-Key / Чип и Дип) с учетом допусков и температурных коэффициентов.

5.2. Темы курсовых работ (проектов)

Курсовые работы, проекты учебным планом не предусмотрено.

5.3. Фонд оценочных средств

Перечень тем рефератов (20 тем)

1. Физика процессов проводимости в металлах и высокоомных сплавах, применяемых в телекоммуникационном оборудовании.
2. Сверхпроводниковые материалы и их применение в высокочастотных и СВЧ-устройствах инфокоммуникаций.
3. Механизмы поляризации и диэлектрических потерь в высокочастотных диэлектриках.
4. Пробой диэлектриков: физические механизмы (электрический, тепловой, химический) и методы повышения электрической прочности.
5. Сравнительный анализ диэлектрических подложек печатных плат для СВЧ-техники.
6. Полупроводниковые материалы инфокоммуникаций: сравнительный анализ свойств Si, GaAs, GaN и SiC.
7. Ферриты и магнитные материалы в ВЧ/СВЧ-технике: гистерезис, магнитная проницаемость и ферромагнитный резонанс.
8. Состояние и тенденции развития пассивных компонентов в SMD-исполнении для миниатюрных систем связи.
9. Высокочастотные конденсаторы: особенности конструкций, диэлектриков и физика возникновения эквивалентного последовательного сопротивления (ESR).
10. Катушки индуктивности и дроссели ВЧ/СВЧ: физика паразитных параметров и методы повышения добротности (Q).
11. Конструктивные особенности и параметры ВЧ/СВЧ соединителей и разъемов (SMA, BNC, N-type, micro-UFL).
12. Скин-эффект и эффекты близости в проводниках на высоких и сверхвысоких частотах.
13. Физика p-n перехода и барьерных явлений в диодах Шоттки, варикапах и PIN-диодах.
14. Гетероструктурные биполярные транзисторы (HBT) в усилительных трактах инфокоммуникационных систем.
15. Полевые транзисторы с высокой подвижностью электронов в СВЧ-технике.
16. Полупроводниковые лазерные диоды и фотодиоды (p-i-n, ЛФД) для волоконно-оптических линий связи (ВОЛС).
17. Монолитные интегральные схемы СВЧ-диапазона (МИС / MMIC): технологии изготовления и область применения.
18. Физико-химические механизмы деградации и старения радиоматериалов и радиокомпонентов.
19. Методы расчета тепловых режимов радиокомпонентов и проектирование систем охлаждения (радиаторов).
20. Экологические аспекты производства и утилизации радиокомпонентов (директива RoHS, бессвинцовая пайка).

Перечень тем презентаций (20 тем)

1. Обзор современных проводниковых и резистивных материалов для микроэлектроники.
2. Перспективные диэлектрики для печатных плат высокоскоростных систем передачи данных.
3. Нитрид галлия— базовый полупроводниковый материал для приемопередающих модулей 5G/6G.
4. Ферритовые устройства СВЧ-трактов: вентили, циркуляторы и фазовращатели.
5. Классификация, параметры и SMD-маркировка современных резисторов.
6. Конденсаторы для ВЧ/СВЧ-техники: выбор типов, расчет ESR и анализ частоты собственного резонанса (SRF).
7. Высокочастотные катушки индуктивности и чип-дроссели Murata, TDK, Coilcraft.
8. Коммутационные устройства и СВЧ-соединители: характеристики, стандарты и правила монтажа.
9. Эквивалентные схемы пассивных радиокомпонентов с учетом паразитных реактивностей на ВЧ/СВЧ.
10. Диоды Шоттки и их применение в смесителях и детектирующих узлах ВЧ-аппаратуры.
11. Варикапы и PIN-диоды в схемах электронной перестройки частоты и СВЧ-коммутации.
12. Биполярные транзисторы (BJT и HBT): характеристики, схемы замещения и область применения.
13. Мощные полевые транзисторы (MOSFET и HEMT) в передающих устройствах систем связи.
14. Оптоэлектронные компоненты ВОЛС: светодиоды, лазеры и фотоприемники.
15. Технологии гибридных и монолитных интегральных микросхем (МИС/MMIC).
16. Методология чтения Datasheet и подбор компонентов по электронным каталогам (Mouser, Digi-Key, Чип и Дип).
17. Компьютерное моделирование Spice-моделей реальных компонентов в среде LTspice.
18. Тепловой расчет и подбор систем охлаждения для силовой и СВЧ-электроники.
19. Надежность радиокомпонентов: виды отказов, запас по мощности и критерии надежностной защиты.

5.4. Перечень видов оценочных средств

Входной контроль (Экспресс-тестирование):

Оценочное средство для проверки начального уровня базовой физико-математической подготовки студентов перед началом освоения дисциплины (основы электричества и магнетизма, строение твердых тел, графический анализ).

Устный опрос (Коллоквиум):

Оценочное средство текущего контроля для проверки усвоения теоретических понятий, физических явлений в радиоматериалах и принципов работы пассивных и активных компонентов.

Расчетно-графическая работа (РГР) / Домашнее задание:

Индивидуальное практическое задание, направленное на самостоятельный расчет эквивалентных схем компонентов, параметров диэлектриков, балластных резисторов и тепловых режимов.

Отчет по лабораторной работе (с защитой):

Комплексное оценочное средство, включающее протокол-заготовку с теоретическими расчетами, экспериментальные ВАХ, АЧХ и графики, снятые на стендах и RLC-метрах, а также устные ответы на контрольные вопросы.
Компьютерное / Симуляционное тестирование (LTspice / Micro-Cap):
Практическое оценочное средство для проверки навыков составления виртуальных схем замещения компонентов, снятия ВАХ диодов и транзисторов и частотного анализа реактивностей.
Зачет (Промежуточная аттестация):
Итоговая форма проверки знаний по всей дисциплине (Разделы 1–3), включающая письменное решение практической задачи (категория «УМЕТЬ» или «ВЛАДЕТЬ») и устный ответ по экзаменационному билету.

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

6.1. Рекомендуемая литература

6.1.1. Основная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год
Л1.1	Баскаков С.И.	Основы электродинамики: учебное пособие для радиотехнических вузов	Москва: Советское радио 1973
Л1.2	Красюк Н.П., Дымович Н.Д.	Электродинамика и распространение радиоволн: учебное пособие для радиотехн. вузов и факультетов	М.: Высшая школа 1974
Л1.3	Баскаков С.И.	Основы электродинамики: учебное пособие для радиотехнических вузов	Москва: Советское радио 1973

6.1.2. Дополнительная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год
Л2.1	Остапенко Г.С.	Усилительные устройства: учебное пособие для радиотехн. вузов	М.: Радио и связь 1989
Л2.2	Батушев В.А.	Электронные приборы: учебник для электронных и радиотехнич. специальностей вузов	М.: Высшая школа 1969

6.1.3. Методические разработки

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год
Л3.1	Остапенко Г.С.	Усилительные устройства: учебное пособие для радиотехн. вузов	М.: Радио и связь 1989
Л3.2	Батушев В.А.	Электронные приборы: учебник для электронных и радиотехнич. специальностей вузов	М.: Высшая школа 1969

6.3. Перечень информационных и образовательных технологий

6.3.1 Компетентностно-ориентированные образовательные технологии

6.3.1.1	Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение
6.3.1.2	• LTspice (Analog Devices)
6.3.1.3	Применяется на практических и лабораторных занятиях для симуляционного моделирования вольтамперных (ВАХ) и амплитудно-частотных (АЧХ) характеристик активных и пассивных радиокомпонентов. Используется для построения эквивалентных схем замещения резисторов, конденсаторов и катушек индуктивности с учетом паразитных реактивностей на высоких частотах, а также для расчета температурных режимов полупроводниковых приборов. (Тип лицензии: Свободно распространяемое ПО — Freeware).
6.3.1.4	• Micro-Cap / NI Multisim
6.3.1.5	Используется для визуально-интерактивной сборки принципиальных схем, исследования характеристик $p\text{-}n$ перехода, диодов Шоттки, варикапов, биполярных и полевых транзисторов, снятия входных и выходных семейств характеристик, а также проведения виртуальных измерений на ВЧ. (Тип лицензии: Свободное ПО / Учебная лицензия).
6.3.1.6	• MATLAB / GNU Octave
6.3.1.7	Применяется при выполнении самостоятельной работы и расчетно-графических заданий для математического моделирования импеданса реальных компонентов, расчета параметров диэлектрических подложек печатных плат (FR-4, Rogers), вычисления толщины скин-слоя и автоматизации расчетов тепловых режимов радиаторов. (Тип лицензии: Проприетарное ПО / Open Source — GNU GPL).
6.3.1.8	• Mathcad / SMath Studio
6.3.1.9	Используется студентами для автоматизации инженерно-емких расчетов параметров радиоматериалов (диэлектрические потери, пробойные напряжения, ТКС) и выполнения графических построений при оформлении расчетных заданий. (Тип лицензии: Проприетарное ПО / Freeware).
6.3.1.10	• Офисный пакет (МойОфис / LibreOffice / Yandex 360)
6.3.1.11	Применяется для оформления отчетов по лабораторным и практическим работам, подготовки рефератов, составления спецификаций элементов по ГОСТ 2.106 и подготовки презентационных материалов. (Тип лицензии: Свободно распространяемое ПО / Корпоративная лицензия).

6.3.2 Перечень информационных справочных систем и программного обеспечения

6.3.2.1	Электронно-библиотечные системы (ЭБС):

6.3.2.2	• ЭБС IPR SMART (iprbookshop.ru).
6.3.2.3	• ЭБС «Лань» (e.lanbook.com).
6.3.2.4	• ЭБС «Университетская библиотека онлайн» (biblioclub.ru).
6.3.2.5	Базы нормативно-технической документации и справочники:
6.3.2.6	• Федеральный информационный фонд технических регламентов и стандартов (gost.ru) — для работы со стандартами ЕСКД (ГОСТ 2.721–2.755 по условным графическим обозначениям радиокомпонентов и ГОСТ 2.106 по оформлению спецификаций).
6.3.2.7	• Справочно-правовые системы «КонсультантПлюс» / «Техэксперт».
6.3.2.8	Открытые профильные электронные каталоги и справочники компонентов:
6.3.2.9	• Интерактивные базы данных и электронные каталоги Datasheet производителей радиокомпонентов и материалов (Murata, TDK, Vishay, Coilcraft, Rogers Corporation).
6.3.2.10	• Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU.

7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)	
7.1	Для проведения всех видов занятий по дисциплине «Радиоматериалы и радиокомпоненты» (лекций, лабораторных и практических занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации в форме зачета) используются учебные помещения, оснащенные специализированной мебелью, лабораторным оборудованием, измерительными приборами и вычислительной техникой, соответствующими действующим санитарным и противопожарным нормам.
7.2	Специализированные аудитории и помещения
7.3	• Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа:
7.4	Аудитория, оснащенная специализированной мебелью для обучающихся и преподавателя, меловой/маркерной доской, мультимедийным комплексом (персональный компьютер преподавателя с выходом в сеть Интернет и подключением к электронной информационно-образовательной среде (ЭИОС) университета, мультимедийный проектор, проекционный экран).
7.5	• Учебная лаборатория радиоматериалов и радиокомпонентов (для проведения лабораторных и практических занятий, консультаций и проведения зачета):
7.6	Специализированная лаборатория, оборудованная измерительными стендами, наборами дискретных и SMD-компонентов, измерительными приборами и персональными компьютерами, объединенными в локальную сеть с выходом в Интернет и подключением к ЭИОС университета.
7.7	• Компьютерный класс (для проведения компьютерного симуляционного практикума):
7.8	Лаборатория, оснащенная персональными компьютерами с предустановленным специализированным ПО (LTspice, Micro-Cap / Multisim, MATLAB / GNU Octave) для схемотехнического моделирования эквивалентных схем компонентов, анализа ВАХ диодов/транзисторов и расчета частотных зависимостей реактивностей.
7.9	• Помещение для самостоятельной работы обучающихся:
7.10	Читальный зал библиотеки / зал самостоятельной работы, оснащенный компьютерной техникой с доступом к сети Интернет, электронно-библиотечным системам (ЭБС IPR SMART, «Лань», «Университетская библиотека онлайн») и нормативно-справочным базам данных.
7.11	Лабораторное оборудование, стенды и измерительные приборы
7.12	Для выполнения натурного лабораторного практикума и практических расчетов по Разделам 1–3 используется следующее профильное оборудование и материально-технические средства:
7.13	• Лабораторные стенды и образцы радиоматериалов:
7.14	o Лабораторные макеты и модули для исследования процессов электропроводности, температурной зависимости сопротивления (ТКС) металлов и полупроводников (NTC/PTC термисторов).
7.15	o Образцы диэлектрических материалов и подложек печатных плат (FR-4, Rogers, поликор, керамика Al_2 O_3, слюда, полиэтилен) для определения varepsilon_r, tg delta и пробойных напряжений.
7.16	o Комплекты ферритовых сердечников, колец и магнитопроводов для исследования петель гистерезиса и магнитной проницаемости.
7.17	• Наборы дискретных и SMD-радиокомпонентов:
7.18	o Кассетницы с постоянными, переменными и подстроечными резисторами различных типов и типоразмеров (выводные, SMD 0402, 0603, 0805, 1206).
7.19	o Наборы керамических, пленочных, тантал-электролитических и алюминиевых конденсаторов.
7.20	o Набор ВЧ/СВЧ катушек индуктивности, дросселей и высокочастотных трансформаторов.
7.21	o Полупроводниковые приборы: выпрямительные диоды, диоды Шоттки, варикапы, стабилотроны, PIN-диоды, биполярные (BJT) и полевые (MOSFET, JFET) транзисторы, оптопары, светодиоды и фотодиоды.
7.22	o Наборы ВЧ/СВЧ разъемов, переходников и соединителей (SMA, BNC, N-type, micro-UFL).
7.23	• Измерительные приборы и источники питания:

7.24	o Профессиональные лабораторные измерители RLC (иммитанса) для точного измерения емкости, индуктивности, добротности Q, delta и эквивалентного последовательного сопротивления (ESR) на различных частотах (до 1–10 МГц).
7.25	o Двухканальные цифровые запоминающие осциллографы (с полосой пропускания не менее 50 МГц) для снятия ВАХ и исследования временных характеристик компонентов.
7.26	o Цифровые лабораторные мультиметры высокой точности.
7.27	o Генераторы сигналов специальной и высокой частоты.
7.28	o Лабораторные регулируемые источники питания постоянного тока (0–30 В) с защитой по току.
7.29	o Измерители характеристик полупроводниковых приборов (характериографы / измерители ВАХ).

8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Дисциплина «Радиоматериалы и радиокомпоненты» является базовой дисциплиной профессионального цикла (3 ЗЕТ, 108 академических часов), изучаемой в течение одного семестра и завершающейся зачетом. Освоение дисциплины требует от обучающихся не только усвоения теоретических основ физики твердого тела, диэлектриков и полупроводников, но и формирования практических навыков работы со специализированным измерительным оборудованием (RLC-метрами, осциллографами, характеристиографами) и программами схемотехнического моделирования (LTspice, Micro-Cap).

Общие рекомендации по организации учебной деятельности

1. Системность и последовательность обучения: Изучение дисциплины строится по принципу переход от физико-химических свойств материалов (Раздел 1) к характеристикам пассивных элементов (Раздел 2) и усложняющихся активных полупроводниковых компонентов и микросхем (Раздел 3). Пропуск начальных тем по физике диэлектриков и полупроводников существенно затрудняет понимание принципов работы варикапов, PIN-диодов и полевых транзисторов.
2. Комплексный подход к анализу компонентов: Каждый радиокомпонент изучается на трех взаимосвязанных уровнях:
o Физический уровень: физические процессы в материале (ТКС, поляризация, p-n переход, переносы носителей заряда).
o Схемотехнический уровень: эквивалентные схемы замещения с учетом паразитных реактивностей (ESR, паразитная индуктивность выводных и SMD-корпусов) и расчетные ВАХ/АЧХ.
o Конструкторско-технологический уровень: типы корпусов (выводные, SMD 0402/0603/0805), система маркировки, ограничения по мощности и теплоотводу.
3. Ритмичность самостоятельной работы: Систематическое выполнение домашней расчетно-графической работы, изучение технических спецификаций (Datasheet) и подготовка к лабораторным защитам обеспечивают успешное прохождение текущего контроля и получение зачета.

Методические указания по подготовке к лекционным занятиям

Лекции являются основной формой систематизированной подачи теоретического материала, где раскрываются физические механизмы процессов в материалах и приборах.

• Подготовка к лекции: Накануне занятия ознакомьтесь с темой по рабочей программе. Повторите соответствующие разделы курса физики (электричество, магнетизм, зональная теория полупроводников).
• Работа на лекции:
o Записывайте физические определения, аналитические выражения (формулы ТКС, диэлектрических потерь, вольтамперные характеристики, параметры H- и S-матриц) и зарисовывайте схемы замещения приборов на ВЧ/СВЧ.
o Уделяйте особое внимание условным графическим обозначениям (УГО) элементов в соответствии со стандартами ЕСКД и особенностям их графического отображения.
• Работа после лекции: В течение 1–2 дней после занятия перечитайте конспект, разберите выводы основных формул и обратитесь к рекомендованным ЭБС для проработки спорных моментов.

Методические указания по подготовке к практическим занятиям и лабораторному практикуму

Практические занятия

Практические занятия ориентированы на овладение методами расчета параметров материалов, выбора радиокомпонентов и чтения систем маркировки.

• Алгоритм подготовки:
1. Изучите теоретический материал по теме практического занятия.
2. Заранее ознакомьтесь с системами маркировки (цветовая, кодовая, EIA-96 для SMD).
3. Разберите типовые примеры расчета (расчет ESR, ТКС, площади радиатора охлаждения, балластных резисторов).
• Рекомендации по выполнению вычислений:
o Обращайте внимание на размерности величин при работе в ВЧ/СВЧ-диапазонах (пФ, нГн, мкОм, МГц).
o Выполняйте проверку полученных результатов на соответствие реальным физическим ограничениям компонентов (например, прямое падение напряжения на кремниевом диоде около 0,6–0,7 В, на диоде Шоттки — 0,2–0,4 В).

Лабораторный практикум

Лабораторные работы проводятся на специализированных стендах, измерительном оборудовании и в компьютерных классах.

• Допуск к лабораторной работе: Обучающийся допускается к проведению эксперимента только при наличии оформленного протокола-заготовки, содержащего:
o Название и цель лабораторной работы;
o Электрическую принципиальную схему исследования;
o Заготовленные таблицы для записи экспериментальных данных;
o Расчетные формулы для вычисления косвенных параметров (добротности Q, ESR, ТКС, крутизны S, параметров эквивалентных схем).

• Порядок выполнения и защита работы:
o Сборка схем на лабораторных стендах и подключение приборов (RLC-метров, осциллографов, источников питания) производится при отключенном напряжении питания.
o После подачи питания зафиксируйте экспериментальные ВАХ, АЧХ или резонансные кривые.
o При защите работы сопоставьте теоретические расчеты, данные натурного эксперимента и результаты симуляции в LTspice / Micro-Cap. Объясните возможные погрешности (влияние емкости монтажных проводов, погрешность измерительных приборов, допуски компонентов).
Методические указания по организации самостоятельной работы студентов (СРС)
Самостоятельная работа студентов (32 академических часа) включает в себя проработку теоретического материала по ЭБС, выполнение расчетно-графических заданий, изучение электронных справочников производителей и подготовку рефератов/ презентаций.
• Изучение теоретического материала и проработка ЭБС (10 академических часов):
Самостоятельное изучение узкоспециализированных вопросов: подложки для СВЧ-устройств (Rogers, поликор), свойства GaN/ GaAs полупроводников, физико-химические механизмы деградации радиоматериалов.
• Выполнение домашней расчетно-графической работы — РГР (10 академических часов):
Индивидуальный расчет эквивалентных схем реальных конденсаторов и индуктивностей на ВЧ/СВЧ, выбор балластных резисторов, расчет температурных режимов и площадей охлаждающих радиаторов для мощных полупроводниковых приборов.
• Подготовка к лабораторным работам и оформление отчетов (6 академических часов):
Предварительный расчет параметров исследуемых компонентов, заполнение протоколов-заготовок, построение графиков ВАХ/ АЧХ по результатам натурных измерений и математическая обработка данных.
• Подготовка рефератов и мультимедийных презентаций (6 академических часов):
Поиск актуальной информации по каталогам ведущих мировых и отечественных производителей элементной базы (Murata, TDK, Vishay, Coilcraft), обобщение данных и оформление доклада/презентации в соответствии с установленными требованиями.
Рекомендации по подготовке к промежуточной аттестации (Зачет)
Зачет является итоговой формой проверки усвоения знаний, умений и владений по всем разделам дисциплины.
• Условия допуска к зачету:
1. Выполнение и успешная защита всех 7 лабораторных работ семестра.
2. Сдача домашней расчетно-графической работы (РГР).
3. Наличие выполненного реферата или презентации по согласованной теме.
• Структура зачетного билета:
o Устный ответ на 2 теоретических вопроса (один вопрос из Раздела 1 «Материалы», один вопрос из Разделов 2–3 «Компоненты»).
o Письменное решение практической задачи (расчет эквивалентной схемы на ВЧ, расшифровка SMD-маркировки, расчет радиатора или анализ ВАХ прибора).
• Памятка студенту при подготовке к зачету:
o Не ограничивайтесь заучиванием параметров приборов; понимайте физическую природу процессов (p-n переход, скин-эффект, поляризация диэлектриков).
o На зачет рекомендуется взять инженерный калькулятор для выполнения практических расчетов.
o Умейте свободно чертить эквивалентные схемы реальных пассивных компонентов и объяснять физический смысл каждого паразитного элемента (L_п, C_п, ESR).