

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ (НИ ТГУ)

Радиофизический факультет

УТВЕРЖДЕНО:

Декан

А. Г. Коротаев

Рабочая программа дисциплины

Материалы и компоненты радиоэлектроники

по направлению подготовки / специальности

11.05.01 Радиоэлектронные системы и комплексы

Направленность (профиль) подготовки / специализация:
радиоэлектронные системы передачи информации

Форма обучения

Очная

Квалификация

Инженер

Год приема

2025

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ОП

В.А. Мещеряков

Председатель УМК

А.П. Коханенко

Томск – 2025

1. Цель и планируемые результаты освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины является формирование следующих компетенций:

ОПК-3 Способен к логическому мышлению, обобщению, прогнозированию, постановке исследовательских задач и выбору путей их достижения, освоению работы на современном измерительном, диагностическом и технологическом оборудовании, используемом для решения различных научно-технических задач в области радиоэлектронной техники и информационно-коммуникационных технологий.

ОПК-6 Способен учитывать существующие и перспективные технологии производства радиоэлектронной аппаратуры при выполнении научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ.

ПК-3 Способен формулировать математические модели процессов и явлений, происходящих в радиоэлектронных системах и на их основе проводить компьютерное моделирование и оптимизацию.

ПК-4 Способен выполнять исследования с целью совершенствования и роста технических характеристик радиоэлектронной аппаратуры с использованием стандартных пакетов прикладных программ.

Результатами освоения дисциплины являются следующие индикаторы достижения компетенций:

ИОПК 3.1 Знает основные законы функционирования и процессы, происходящие в радиоэлектронных системах и комплексах

ИОПК 6.1 Использует перспективные технологии производства радиоэлектронной аппаратуры

ИОПК 6.2 Оценивает преимущества и недостатки технологии производства радиоэлектронной аппаратуры

ИОПК 6.3 Осуществляет комплексный подход к выбору оборудования

ИПК 3.1 Использует фундаментальные знания о физической природе и физических явлениях происходящих элементах и объектах радиоэлектронных систем и комплексах

ИПК 3.2 Разрабатывает математические модели исследуемых физических процессов, приборов, схем и электронных систем

ИПК 4.1 Применяет прикладные методы моделирования процессов в радиоэлектронных системах передачи информации

ИПК 4.2 Владеет приемами компьютерного моделирования радиоэлектронных систем и комплексов передачи информации с целью предсказания и улучшения их параметров

ИПК 4.3 Применяет стандартные прикладные программные средства при проведении модельных экспериментов

2. Задачи освоения дисциплины

– Получить навыки выбора пассивных радиокомпонентов при создании радиоэлектронных систем и комплексов, основываясь на ГОСТ, ТУ и паспортных данных радиокомпонентов, с учетом их конструктивных технологических особенностей и условий функционирования/эксплуатации.

– Научиться применять понятийный аппарат дисциплины для выполнения теоретических расчетов и решения практических задач профессиональной деятельности.

3. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к Блоку 1 «Дисциплина (модули)».

Дисциплина относится к обязательной части образовательной программы.

4. Семестр(ы) освоения и форма(ы) промежуточной аттестации по дисциплине

Второй семестр, зачет

5. Входные требования для освоения дисциплины

Для успешного освоения дисциплины требуются знания начального курса физики в разделе «Электричество и магнетизм», начального курса химии.

6. Язык реализации

Русский

7. Объем дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 з.е., 108 часов, из которых:
-семинар: 30 ч.

в том числе практическая подготовка: 0 ч.

Объем самостоятельной работы студента определен учебным планом.

8. Содержание дисциплины, структурированное по темам

Тема 1. Введение. Основные сведения о материалах

Классификация материалов, применяемых для изготовления элементов радиоэлектронных средств (РЭС). Общие теплофизические, электрические, механические свойства материалов.

Тема 2. Проводниковые материалы

Электрофизические свойства, характеристики и области применения в РЭС проводниковых материалов. Основные металлы и сплавы, применяемые в элементах РЭС, гибридных интегральных схемах (ГИС) и полупроводниковых интегральных схемах (ИС).

Тема 3. Диэлектрические материалы

Механизмы поляризации диэлектриков, электропроводность, потери, электрическая прочность, механизмы пробоя. Электрофизические свойства, характеристики и области применения в РЭС диэлектрических материалов. Основные диэлектрические материалы, применяемые в резисторах, конденсаторах, для подложек ГИС, полупроводниковых ИС. Материалы многоуровневых коммутационных плат – слоистые пластики, пленочная керамика.

Тема 4. Полупроводниковые материалы

Понятие о монокристаллах и эпитаксиальных структурах, методы их получения. Электрофизические свойства, характеристики и области применения в РЭС полупроводниковых материалов. Основные полупроводниковые материалы – кремний, германий, арсенид галлия и их получение.

Тема 5. Магнитные материалы

Классификация материалов по магнитным свойствам. Основные параметры магнитных материалов. Частотные и температурные свойства. Магнитомягкие и магнитотвердые материалы и области их применения. Ферриты и магнитодиэлектрики. Магнитные пленки.

Тема 6. Резисторы

Назначение и функции резисторов в РЭС. Электрофизические свойства резисторов и их классификация. Типономиналы, модели и эксплуатационные характеристики резисторов. Условные графические обозначения (УГО) отечественных и зарубежных резисторов на принципиальных схемах и их наименование в соответствии с документами, на основании которых они применяются.

Тема 7. Конденсаторы

Электрофизические свойства конденсаторов и их функции в РЭС. Классификация конденсаторов по типу используемого материала диэлектрика и по функциональному назначению. Конструкции конденсаторов постоянной емкости. Электролитические конденсаторы. Конденсаторы переменной емкости. УГО отечественных и зарубежных конденсаторов на принципиальных схемах и их наименование в соответствии с документами, на основании которых они применяются. Типономиналы, модели и эксплуатационные характеристики конденсаторов.

Тема 8. Катушки индуктивности, трансформаторы и дроссели

Электрофизические свойства катушек индуктивности, дросселей, трансформаторов и их функции в РЭС. Основные параметры. Классификация по назначению, конструкции и рабочей частоте. Миниатюрные и пленочные катушки индуктивности. Основные параметры трансформаторов и дросселей. Схемы замещения. Типономиналы, модели и эксплуатационные характеристики.

Тема 9. Коммутационные элементы

Назначение коммутационных элементов в РЭС. Разъемы, переключатели, реле; их типы и характеристики. Герконы и оптронные ключи.

Тема 10. Линии задержки

Электрофизические свойства линий задержки. Пьезоэлектрические и магнитострикционные линии задержки.

Тема 11. Полупроводниковые интегральные схемы

ИС на основе биполярных и полевых транзисторов. Классификация ИС по функциональному признаку и их характеристики. Конструкции корпусов ИС. УГО ИС на принципиальных схемах и их наименование в соответствии с документами, на основании которых они применяются. Большие и сверхбольшие ИС. Запоминающие устройства; назначение, классификация, принципы построения. Микропроцессоры; назначение и принципы построения.

Тема 12. Оптоэлектроника

Оптоволоконные кабели. Элементы оптоэлектроники.

9. Текущий контроль по дисциплине

Текущий контроль по дисциплине проводится путем контроля посещаемости семинарских занятий, тестов по теоретическому материалу, выполнения домашних заданий и фиксируется в форме контрольной точки не менее одного раза в семестр. Для успешного прохождения текущего контроля необходимо выполнить все контрольные задания. Проверка заданий осуществляется преподавателем или автоматически в системе MOODLE.

Выполнение заданий учитывается в балльно-рейтинговой системе.

Текущий контроль осуществляется при помощи выполнения обучающимися контрольных заданий и тестов текущего контроля, составления конспектов самоподготовки к семинарам. Для успешного прохождения текущего контроля необходимо выполнить все контрольные задания. Проверка заданий осуществляется преподавателем или автоматически в системе MOODLE.

Выполнение заданий учитывается в балльно-рейтинговой системе согласно таблице 9.1.

Таблица 9.1 – Балльные оценки для элементов контроля

Элемент учебной деятельности	Максимальный балл на первую контрольную точку	Максимальный балл на вторую контрольную точку	Максимальный балл между второй контрольной точкой и концом семестра	Всего за семестр
Конспект самоподготовки	2	2	2	6
Отчет по индивидуальному заданию-докладу	2	2	2	6
Отчет по творческому заданию	4	4	4	12
Отчет по контрольному заданию	2	2	2	6
Расчетное задание	4	4	4	12
Тест	8	10	10	28
Итого максимум за период	22	24	24	70
Зачет				30
Нарастающий итог	22	46	70	100

10. Порядок проведения и критерии оценивания промежуточной аттестации

Зачет во втором семестре проводится в письменной форме по билетам. Билет содержит теоретический вопрос и одно практическое задание. Продолжительность зачета 1,5 часа.

Примерный перечень теоретических вопросов

Вопрос 1. Требования к электронным компонентам радиоэлектронной аппаратуры.

Вопрос 2. Классификация радиоматериалов по основным свойствам.

Вопрос 3. Электрические характеристики радиоматериалов.

Вопрос 4. Магнитные характеристики радиоматериалов.

Вопрос 5. Механические характеристики радиоматериалов.

Вопрос 6. Тепловые характеристики радиоматериалов.

Вопрос 7. Физико-химические характеристики радиоматериалов.

Вопрос 8. Электронная, ионная и дипольная поляризации диэлектриков.

Вопрос 9. Потери энергии в диэлектриках. Тангенс угла диэлектрических потерь.

Пробой диэлектриков.

Вопрос 10. Основные понятия об органических твердых диэлектриках.

Вопрос 11. Полимеризационные диэлектрики и их электрические характеристики.

Вопрос 12. Поликонденсационные диэлектрики и их электрические характеристики.

Вопрос 13. Пластмассы. Состав, классификация, электрические характеристики и области применения.

Вопрос 14. Радиокерамические материалы. Пьезоэлектрические материалы и электреты. Характерные свойства.

Вопрос 15. Основные свойства металлических проводниковых материалов.

Вопрос 16. Чистые металлы и сплавы и их основные электрические характеристики.

Вопрос 17. Сплавы, обладающие большим удельным электрическим сопротивлением, жаростойкие сплавы и их основные электрические характеристики.

Вопрос 18. Металлические магнитно-мягкие и магнито-твердые материалы. Основные характеристики.

Вопрос 19. Ферриты, их свойства и область применения.

Вопрос 20. Магнитодиэлектрики.

Вопрос 21. Резисторы. Классификация, маркировка, типичные конструкции, УГО, основные параметры, частотные свойства.

Вопрос 22. Конденсаторы. Классификация, основные параметры, УГО, маркировка и номиналы.

Вопрос 23. Катушки индуктивности. Причины потерь в катушках индуктивности и способы их устранения.

Вопрос 24. Трансформаторы. Классификация, физические основы функционирования, основные параметры и конструкции

Примеры заданий:

1) Требуется рассчитать катушку заданной индуктивности L мкГн. Известен диаметр каркаса D мм, диаметр проводника d_1 мм, диаметр изоляции провода d_2 мм и длина намотки l мм.

2) Диэлектрик состоит из двух слоев различных материалов. Материал первого слоя имеет относительную диэлектрическую проницаемость ϵ_1 , удельную проводимость γ_1 . Материал второго слоя – соответственно ϵ_2 и γ_2 , d_1 и d_2 – толщина первого и второго слоев диэлектрика, S – площадь электродов.

Требуется:

1. Начертить два варианта схемы замещения двухслойного диэлектрика и рассчитать их параметры.

2. Рассчитать и построить графическую зависимость емкости изоляционной конструкции от частоты приложенного напряжения в диапазоне от 0 до 100 МГц.

Результаты зачета определяются оценками «зачтено», «не зачтено».

Для получения **зачёта** во втором семестре необходимо выполнить все следующие условия.

1. Набрать не менее 70% от максимальной оценки по каждому из текущих тестов в системе Moodle.

2. Предоставлять на проверку преподавателю конспекты самоподготовки к семинарам.

3. Выполнить индивидуальное расчетное/творческое задание и получить оценку.

4. Вовремя, согласно графику, выполнить все практические задания и получить за них не ниже 62% в системе MOODLE. За отчет, сданный после срока, начисляются штрафные баллы.

5. Ответить на вопросы итогового теста за второй семестр.

6. При условии выполнения пп.1–5 на минимальный балл, в случае несогласия с пересчитанной оценкой, студент может исправить оценку, ответив устно на вопрос по билету.

Пересчет баллов в оценки за контрольные точки представлен в таблице 10.1

Таблица 10.1 – Пересчет баллов в оценки за контрольные точки

Баллы на дату контрольной точки	Оценка
$\geq 90\%$ от максимальной суммы баллов на дату КТ	5
От 70% до 89% от максимальной суммы баллов на дату КТ	4
От 60% до 69% от максимальной суммы баллов на дату КТ	3
$< 60\%$ от максимальной суммы баллов на дату КТ 2	2

Пересчет суммы баллов в традиционную оценку представлен в таблице 10.2

Таблица 10.2 – Пересчет суммы баллов в традиционную оценку

Оценка	Итоговая сумма баллов, учитывает успешно сданный зачет
5 (отлично) (зачтено)	90 - 100
4 (хорошо) (зачтено)	70 - 89
3 (удовлетворительно) (зачтено)	60 - 65
2 (неудовлетворительно) (не зачтено)	Ниже 60

11. Учебно-методическое обеспечение

а) Электронный учебный курс по дисциплине в электронном университете «Moodle» - <https://moodle.tsu.ru/course/view.php?id=1826>

б) Оценочные материалы текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине.

в) План семинарских занятий по дисциплине, размещенный в электронном курсе «Радиоматериалы и радиокомпоненты 1курс (РФФ.С.2 сем.)».

г) Методические указания по организации самостоятельной работы студентов.

12. Перечень учебной литературы и ресурсов сети Интернет

а) основная литература:

1 Сорокин, В. С. Материалы и элементы электронной техники. Проводники, полупроводники, диэлектрики : учебник / В. С. Сорокин, Б. Л. Антипов, Н. П. Лазарева. — 2-е изд., испр. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 448 с. — ISBN 978-5-8114-2003-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/168852>. — Режим доступа: для авториз. пользователей.

2 Сорокин, В. С. Материалы и элементы электронной техники. Активные диэлектрики, магнитные материалы, элементы электронной техники : учебное пособие / В. С. Сорокин, Б. Л. Антипов, Н. П. Лазарева. — 2-е изд., испр. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 384 с. — ISBN 978-5-8114-2002-5. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/168894>. — Режим доступа: для авториз. пользователей.

б) дополнительная литература:

1 Бондаренко, Г. Г. Материаловедение : учебник для вузов / Г. Г. Бондаренко, Т. А. Кабанова, В. В. Рыбалко ; под редакцией Г. Г. Бондаренко. — 2-е изд. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 327 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-07090-3. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/488861>.

2 Юрков, Н. К. Технология производства электронных средств : учебник / Н. К. Юрков. — 2-е изд., испр., доп. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 480 с. — ISBN 978-5-8114-1552-6. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/168617>. — Режим доступа: для авториз. пользователей.

в) ресурсы сети Интернет:

- Основы электротехники и электроники - <https://openedu.ru/course/urfu/ELB/>
- Журнал «Известия вузов. Радиоэлектроника» - <https://re.eltech.ru/>

– Журнал «Радиотехника и электроника» - <https://sciencejournals.ru/>

13. Перечень информационных технологий

а) лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

– Microsoft Office 2010 Russian Academic Open, Microsoft Windows Professional 7 Academic Open (Лицензия №47729022 от 26.11.2010)

– Пакет программного обеспечения PTC MathCad Education (Договор поставки №7193 от 14.10.2015).

– Пакет программного обеспечения MathWorks MATLAB Education (Договор поставки №7193 от 14.10.2015).

– Dr.Web Desktop Security Suite (Договор поставки №1095 от 21.10.2020);

– публично доступные облачные технологии (Google Docs, Яндекс диск и т.п.).

б) информационные справочные системы:

– Электронный каталог Научной библиотеки ТГУ – <http://chamo.lib.tsu.ru/search/query?locale=ru&theme=system>

– Электронная библиотека (репозиторий) ТГУ – <http://vital.lib.tsu.ru/vital/access/manager/Index>

– ЭБС Лань – <http://e.lanbook.com/>

– Образовательная платформа Юрайт – <https://urait.ru/>

– ЭБС ZNANIUM.com – <https://znanium.com/>

– ЭБС IPRbooks – <http://www.iprbookshop.ru/>

14. Материально-техническое обеспечение

Аудитории для проведения занятий семинарского типа, индивидуальных и групповых консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации.

Помещения для самостоятельной работы, оснащенные компьютерной техникой и доступом к сети Интернет, в электронную информационно-образовательную среду и к информационным справочным системам.

В учебном процессе используется следующее оборудование для семинарских занятий:

1. Комплекты виртуальных измерительных приборов NI ELVIS II+

2. Стандартные измерительные приборы

3. Мультимедийное оборудование (компьютер, проектор)

4. Персональные компьютеры. Компьютеры подключены к сети «Интернет» и обеспечивают доступ в электронную информационно-образовательную среду университета.

15. Информация о разработчиках

кандидат физ.-мат. наук, доцент Доценко Ольга Александровна

кандидат техн. наук, доцент Вагнер Дмитрий Викторович