

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

Радиофизический факультет

УТВЕРЖДЕНО:
Декан
А. Г. Коротаев

Рабочая программа дисциплины

Радиоэлектроника

по направлению подготовки / специальности

03.03.03 Радиофизика

Направленность (профиль) подготовки/ специализация:
Киберфизические системы, прикладная электроника и квантовые технологии

Форма обучения
Очная

Квалификация
Радиофизик-кибернетик, преподаватель. Разработчик киберфизических и квантовых систем

Год приема
2024

СОГЛАСОВАНО:
Руководитель ОП
О.А. Доценко

Председатель УМК
А.П. Коханенко

Томск – 2024

1. Цель и планируемые результаты освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины является формирование следующих компетенций:

БК 1 Способен применять общие и специализированные компьютерные программы при решении задач профессиональной деятельности

ОПК 1 Способен применять базовые знания в области физики и радиофизики и использовать их в профессиональной деятельности, в том числе в сфере педагогической деятельности

ОПК 2 Способен проводить экспериментальные и теоретические научные исследования объектов, систем и процессов, обрабатывать и представлять экспериментальные данные

ПК 3 Способен использовать современное оборудование для решения задач в области радиофизики и электроники

Результатами освоения дисциплины являются следующие индикаторы достижения компетенций:

РОБК 1.1 Знает правила и принципы применения общих и специализированных компьютерных программ для решения задач профессиональной деятельности

РООПК 1.3 Применяет базовые знания в области физики и радиофизики при осуществлении профессиональной деятельности.

РООПК 2.2 Умеет обрабатывать для получения обоснованных выводов и представлять полученные результаты экспериментальных и теоретических исследований

РОПК 3.2 Умеет проводить радиофизические измерения с использованием современных средств измерения и контроля

2. Задачи освоения дисциплины

– Освоить аппарат теории цепей, радиоэлектроники и радиотехники, и методики экспериментального измерения характеристик электрических цепей.

– Научиться применять понятийный аппарат теории цепей, радиоэлектроники и радиотехники для решения практических задач профессиональной деятельности.

3. Место дисциплины в структуре образовательной программы

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

Дисциплина относится к обязательной части образовательной программы.

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

Третий семестр, зачет

Четвертый семестр, экзамен

5. Входные требования для освоения дисциплины

Для успешного освоения дисциплины требуются компетенции, сформированные в ходе освоения образовательных программ предшествующего уровня образования.

Для успешного освоения дисциплины требуются результаты обучения по следующим дисциплинам: Б1.О.02 Математический анализ; Б1.О.03 Физика; Б1.О.04 Аналитическая геометрия; Б1.О.10 Линейная алгебра; Б1.О.09 Введение в специальность.

6. Язык реализации

Русский

7. Объем дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 9 з.е., 324 часов, из которых:

-лекции: 62 ч.

-лабораторные: 78 ч.

в том числе практическая подготовка: 78 ч.

Объем самостоятельной работы студента определен учебным планом.

8. Содержание дисциплины, структурированное по темам

Тема 1. Введение

Краткий исторический обзор развития радиоэлектроники: структура канала связи, преобразования сигнала в канале связи, особенности распространения радиоволн различной длины. Место курса среди радиофизических наук. Предмет и содержание курса.

Тема 2. Линейные цепи.

Основные понятия теории цепей. Параметры цепи. Идеализированные пассивные элементы – двухполюсники. Простейшая цепь постоянного тока: последовательная эквивалентная схема генератора напряжения; последовательная эквивалентная схема генератора тока. Основные законы электрических цепей.

Тема 3. Электрические сигналы и их характеристики.

Понятия: информация, сообщение, сигнал. Представления сигналов. Математическое описание сигналов. Спектральное представление периодических сигналов рядами Фурье. Непериодический сигнал. Прямое и обратное преобразование Фурье. Некоторые свойства преобразования Фурье. Спектры непериодических функций. Теорема Котельникова. Распределение энергии в спектре непериодического сигнала. Равенство Парсеваля. Спектральная плотность. Спектры модулированных колебаний.

Тема 4. Переходные процессы в электрических цепях с сосредоточенными параметрами

Основные понятия и определения. Классический метод расчета переходных процессов. Временной метод, метод интеграла Дюамеля. Функция Хевисайда. Единичный импульс. Переходные характеристики цепей. Заряд емкости через резистор.

Тема 5. Линейные цепи при гармоническом воздействии

Символическая форма представления гармонического колебания, комплексные амплитуды напряжения и тока. Законы Ома и Кирхгофа для комплексных амплитуд. Элементарные цепи переменного тока. Эквивалентные схемы генератора гармонических колебаний. Согласование генератора с нагрузкой.

Тема 6. Анализ линейных цепей при гармоническом воздействии

Частотные характеристики. Двухполюсники и четырехполюсники. Дифференцирующие и интегрирующие цепи. RC фильтры. Компенсированный делитель напряжения. Идеализированные элементы R, L и C при гармонических воздействиях. Возбуждение RC цепи гармонической ЭДС.

Тема 7. Влияние внешних факторов на линейные цепи.

Скин-эффект при гармоническом воздействии. Расчет сопротивления проводника переменному току. Влияние температуры на сопротивление проводника

Тема 8. Процессы в различных электрических цепях.

Последовательный колебательный контур. Входные и передаточные функции последовательного контура. Влияние внутреннего сопротивления генератора на избирательные свойства последовательного колебательного контура. Параллельный колебательный контур. Входные и передаточные функции параллельного контура. Влияние внутреннего сопротивления генератора на избирательные свойства параллельного колебательного контура. Сложные схемы колебательных контуров. Цепи с распределёнными параметрами.

Тема 9. Линии передачи.

Типы линий, телеграфные уравнения, волновые уравнения, фазовая скорость, волновое сопротивление, распределение амплитуды волны в линии, применения линий передач.

Тема 10. 1 p-n переход. Диоды.

Носители тока в полупроводниках, образование p-n перехода, свойства p-n диодов, диодов Шоттки, туннельных диодов, варикапов.

Тема 11. Биполярные транзисторы

Структура, механизм работы и вольтамперные характеристики биполярных транзисторов, схемы питания транзисторов от одной батареи.

Тема 12. Полевые транзисторы

Структура, механизм работы и вольтамперные характеристики полевых транзисторов, схемы питания транзисторов от одной батареи.

Тема 13. Усилительные устройства

Принцип построения усилителя электрических сигналов, типы усилителей, усилители на биполярных и полевых транзисторах – схемы, анализ свойств в линейном режиме (эквивалентные схемы, расчёт характеристик).

Тема 14. Виды усилителей

Общие характеристики усилителей – частотные, амплитудные, шумовые. Усилители с обратной связью, понятие и типы обратной связи, влияние обратных связей на характеристики усилителей. Варианты схем усилителей с обратной связью. Некоторые схемы усилителей – дифференциальный усилитель, двухтактный усилитель (и сшивание характеристик). Резонансный усилитель – схемы, режимы усиления, классы усиления.

Тема 15. Генерация электрических колебаний.

Типы автогенераторов. Генераторы на активных двухполюсниках – схемы, условие самовозбуждения колебаний, развитие и установление колебаний. Автогенераторы на усилителях с обратной связью – схемы, механизм развития колебаний, условия баланса амплитуд и баланса фаз. Мягкий и жёсткий режимы возбуждения колебаний. Трёхточечные схемы автогенераторов.

Тема 16. Нелинейные элементы, преобразование спектра гармонического сигнала.

Функциональная схема канала связи, необходимые преобразования сигнала в тракте. Способы модуляции амплитуды, частоты и фазы несущего колебания. Преобразование частоты несущего колебания. Нелинейное и синхронное детектирование модулированных колебаний.

9. Текущий контроль по дисциплине

Текущий контроль по дисциплине проводится путем контроля посещаемости, проверки конспектов лекций, проведения контрольных работ, тестов по лекционному материалу, выполнения домашних заданий, выполнения практических работ, проверки конспектов самоподготовки к лабораторным работам, выполнения лабораторных работ 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 среде электронного обучения iDO. В ходе текущего контроля проверяется достижение обучающимися следующих результатов обучения: РОБК 1.1, РООПК 1.3, РООПК 2.2, РОПК 3.2.

Оценочные материалы текущего контроля размещены на сайте ТГУ в разделе «Информация об образовательной программе» - <https://www.tsu.ru/sveden/education/eduop/>.

Выполнение заданий учитывается в балльно-рейтинговой системе.

9.1. Балльные оценки для элементов контроля

Балльные оценки для элементов контроля в третьем семестре приведены в таблице 9.1. Балльные оценки для элементов контроля в четвертом семестре приведены в таблице 9.2.

Таблица 9.1 – Балльные оценки для элементов контроля в третьем семестре.

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
Расчетное задание	4	4	4	12
Отчет по расчетному заданию	4	4	4	12
Отчет по контрольному заданию	2	2	2	6
Тест	8	10	10	28
Итого максимум за период	22	24	24	70
Зачет	–	–	–	30
Нарастающий итог	22	46	70	100

Таблица 9.2 – Балльные оценки для элементов контроля в четвертом семестре.

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
Расчетное задание	4	4	4	12
Отчет по расчетному заданию	4	4	4	12
Отчет по контрольному заданию	2	2	2	6
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 в третьем семестре проводится в форме устного зачёта по теоретическому материалу. Для проведения зачета используются тестовые вопросы, позволяющие проверить достижение обучающимися следующих результатов обучения: РООПК 1.3, РООПК 2.2. Продолжительность зачета 1 час.

Результаты промежуточной аттестации по дисциплине характеризуются оценками «зачтено», «не зачтено».

Для получения оценки «зачтено» в третьем семестре необходимо выполнить все следующие условия.

1. Набрать не менее 70% от максимальной оценки по каждому из текущих тестов в среде электронного обучения iDO.
2. Предоставлять на проверку преподавателю конспекты самоподготовки к практическим занятиям.
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 среде электронного обучения iDO. За отчет, сданный после срока, начисляются штрафные баллы.
5. Ответить на вопросы итогового теста за третий 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.

Экзамен в четвертом семестре проводится в устной форме по билетам. Экзаменационный билет состоит из двух частей. Продолжительность экзамена 1,5 часа.

Результаты промежуточной аттестации по дисциплине характеризуются оценками «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» или «неудовлетворительно».

Для допуска к экзамену в четвертом семестре необходимо выполнить все следующие условия.

1. Получить зачет в третьем семестре.
2. Набрать не менее 70% от максимальной оценки по каждому из текущих тестов в среде электронного обучения iDO.
3. Предоставлять на проверку преподавателю конспекты самоподготовки к лабораторным работам.
4. Выполнить индивидуальное расчетное/творческое задание и получить оценку.
5. Вовремя, согласно графику, выполнить все лабораторные работы и получить за них не ниже 62% в среде электронного обучения iDO. За отчет, сданный после срока, начисляются штрафные баллы.
6. Ответить на вопросы итогового теста по дисциплине.
7. Итоговое тестирование по дисциплине должно быть пройдено не менее, чем на 70%. В случае, если набрано меньшее количество правильных ответов, преподаватель проводит на консультации перед экзаменом устное собеседование с целью определения уровня подготовленности обучающегося к экзамену.

Первая часть билета представляет собой тест из 20 вопросов, проверяющих РООПК 1.3, РООПК 2.2. Ответы на вопросы первой части даются путем выбора из списка предложенных, нахождения соответствия, вычисления по общим формулам. Вторая часть содержит одно задание, проверяющее РОБК 1.1, РООПК 2.2 и РОПК 3.2 и оформленное в виде практического задания. Ответы на вопросы второй части предполагают выполнение практического задания и краткую интерпретацию полученных результатов.

Процедура экзамена

1. Если на первом итоговом тестировании по дисциплине набрано менее 70%, то обучающийся проходит повторное тестирование.
2. Обучающийся выполняет практическое задание, поясняя свои действия. При необходимости проводит расчеты. Необходимо дать корректные ответы на вопросы по практической части (всего не более пяти вопросов).
3. Устный ответ по билету.
4. Оценка за экзамен выставляется как средняя оценка за третий семестр, итоговый тест по дисциплине, выполнение практического задания и устный ответ.

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
≥ 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

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/экзамен)
5 (отлично) (зачтено)	90 – 100
4 (хорошо) (зачтено)	70 - 89
3 (удовлетворительно) (зачтено)	60 - 65
2 (неудовлетворительно) (не зачтено)	Ниже 60

Оценочные материалы для проведения промежуточной аттестации размещены на сайте ТГУ в разделе «Информация об образовательной программе» - <https://www.tsu.ru/sveden/education/eduop/>.

11. Учебно-методическое обеспечение

- а) Электронные учебные курсы по дисциплине в среде электронного обучения «iDO»:
 - Электронный курс «Радиоэлектроника. Лекции 2 курс (РФФ.Б.С.1 сем.)», <https://lms.tsu.ru/course/view.php?id=26837>
 - Электронный курс «Радиоэлектроника. Лекции 2 курс (РФФ.Б.С.2 сем.)», <https://lms.tsu.ru/course/view.php?id=2410>
 - Электронный курс «Радиоэлектроника. Практикум (РФФ.Б.С.1 сем.)», <https://lms.tsu.ru/course/view.php?id=1817>
 - Электронный курс «Радиоэлектроника. Лабораторный практикум 2курс (РФФ.Б.С.2 сем.)», <https://lms.tsu.ru/course/view.php?id=2543>
- б) Оценочные материалы текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине.
- в) План практических занятий по дисциплине, размещенные в электронном учебном курсе «Радиоэлектроника. Практикум (РФФ.Б.С.1 сем.)».
- г) Методические указания по проведению лабораторных работ, размещенные в электронном учебном курсе «Радиоэлектроника. Лабораторный практикум 2курс (РФФ.Б.С.2 сем.)» в среде электронного обучения «iDO».

д) Методические указания по организации самостоятельной работы студентов, размещенные в электронных учебных курсах «Радиоэлектроника. Лекции 2 курс (РФФ.Б.С.1 сем.)» и «Радиоэлектроника. Лекции 2 курс (РФФ.Б.С.2 сем.)».

12. Перечень учебной литературы и ресурсов сети Интернет

а) основная литература:

– Штыков, В. В. Введение в радиоэлектронику : учебник и практикум для вузов / В. В. Штыков. — 2-е изд., испр. и доп. — М. : Издательство Юрайт, 2024. — 228 с. — URL: <https://urait.ru/bcode/537981>.

– Романюк, В. А. Основы радиосвязи : учебник для вузов / В. А. Романюк. — М. : Издательство Юрайт, 2025. — 288 с.— URL: <https://urait.ru/bcode/559649> (дата обращения: 17.01.2025).

– Берикашвили, В. Ш. Радиотехнические системы: основы теории : учебное пособие для вузов / В. Ш. Берикашвили. — 2-е изд., испр. и доп. — М. : Издательство Юрайт, 2024. — 105 с. — URL: <https://urait.ru/bcode/539832>

б) дополнительная литература:

– Гололобов, В. Н. Радиоэлектроника. От азов до создания практических устройств : самоучитель / В. Н. Гололобов. — СПб. : Наука и Техника, 2020. — 528 с. — URL: <https://e.lanbook.com/book/175404>. — Режим доступа: для авториз. пользователей.

– Каганов, В. И. Радиотехника: от истоков до наших дней : учебное пособие / В.И. Каганов. — М. : ФОРУМ : ИНФРА-М, 2020. — 352 с. — URL: <https://znanium.com/catalog/product/1115107>. — Режим доступа: по подписке.

– Теоретические основы радиотехники. Ч. 1 / А. И. Астайкин, А. П. Помазков ; под ред. А. И. Астайкина. - Саров : ФГУП РФЯЦ-ВНИИЭФ , 2003. — 553 с.

– Манаев Е. И. Основы радиоэлектроники / Е. И. Манаев. - Изд. 4-е. - М. : ЛИБРОКОМ, 2013. – 511 с.

– Нефедов, В. И. Радиотехнические цепи и сигналы : учебник для вузов / В. И. Нефедов, А. С. Сигов ; под редакцией В. И. Нефедова. — М. : Издательство Юрайт, 2022. — 266 с. — URL: <https://urait.ru/bcode/490091>

– Основы радиоэлектроники : компьютерный лабораторный практикум / Г. М. Дейкова, В. А. Журавлев, А. С. Майдановский [и др. ; под ред. А. С. Майдановского]. – Томск : Изд-во НТЛ , 2006. – 216 с.

– Титце, У. Полупроводниковая схемотехника / У. Титце, К. Шенк. — 12-е изд. — М. : ДМК Пресс, [б. г.]. — Том 1 — 2009. — 832 с.— URL: <https://e.lanbook.com/book/915>— Режим доступа: для авториз. пользователей.

– Титце, У. Полупроводниковая схемотехника / У. Титце, К. Шенк. — 12-е изд. — М. : ДМК Пресс, [б. г.]. — Том II — 2009. — 942 с. — ISBN 978-5-94120-201-0. —

Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/916>. — Режим доступа: для авториз. пользователей.

– Хоровиц П. Искусство схемотехники / П. Хоровиц, У. Хилл ; пер. с англ. Б. Н. Бронина [и др.]. - Изд. 7-е. - М. : БИНОМ, 2014. - 704 с.: ил.. — URL: <http://sun.tsu.ru/limit/2016/000504507/000504507.pdf>

в) ресурсы сети Интернет:

– открытые онлайн-курсы

– 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:

- Windows 10 PRO 64;
- Microsoft Office 2010 Russian Academic Open;
- MathCAD 15.0
- Delta Design Professional 3.X /Учебный комплекс;
- 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/>
- ЭБС Консультант студента – <http://www.studentlibrary.ru/>
- Образовательная платформа Юрайт – <https://urait.ru/>
- ЭБС ZNANIUM.com – <https://znanium.com/>

в) профессиональные базы данных (*при наличии*):

- Университетская информационная система РОССИЯ – <https://uisrussia.msu.ru/>
- Открытая база данных научной и учебной литературы Scilit –
<https://www.scilit.com/>

14. Материально-техническое обеспечение

Аудитории для проведения занятий лекционного типа.

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.

Лаборатории, оборудованные:

- Комплекты виртуальных измерительных приборов NI ELVIS II+;
- Стандартные измерительные приборы
- Макеты исследуемых систем

Аудитории для проведения занятий лекционного и семинарского типа индивидуальных и групповых консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации в смешанном формате («Актру»).

15. Информация о разработчиках

Доценко Ольга Александровна, доцент, канд. физ.-мат. наук, доцент каф. радиоэлектроники