

МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«САРАТОВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ  
Н.Г. ЧЕРНЫШЕВСКОГО»

Институт физики

УТВЕРЖДАЮ

Директор института физики  
д.ф.-м.н., профессор Вениг С.Б.



**Рабочая программа дисциплины**  
*Радиоэлектроника*

Направление подготовки бакалавриата  
11.03.02 – *Инфокоммуникационные технологии и системы связи*

Профиль подготовки бакалавриата  
*Инфокоммуникационные технологии в системах радиосвязи*

Квалификация (степень) выпускника  
*Бакалавр*

Форма обучения  
*очная*

Саратов,  
2021

Статус	ФИО	Подпись	Дата
Преподаватель-разработчик	Шабунин А.В. Четвериков А.П.		20.09.2021
Председатель НМК	Скрипаль А.В.		22.09.2021
Заведующий кафедрой	Стрелкова Г.И.		20.09.2021
Специалист учебного управления			

## 1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины является ознакомление с основами теории радиоэлектронных цепей и систем и методов описания радиотехнических сигналов. В курсе рассматриваются основные законы радиоэлектроники, методы анализа и расчета радиоэлектронных схем. На практических занятиях студенты приобретают навыки решения задач по различным разделам курса и более детально знакомятся с некоторыми теоретическими вопросами. В результате изучения данного курса студенты должны иметь представление о структуре радиотехнических сигналов и систем, методах построения и принципах функционирования основных узлов современных радиоэлектронных устройств.

Цели и задачи курса отвечают задачам профессиональной подготовки бакалавров по направлению 11.03.02 «Инфокоммуникационные технологии и системы связи» по освоению современных методов анализа и проектирования радиоэлектронных цепей и систем радиосвязи.

## 2. Место дисциплины в структуре ООП

Дисциплина входит в обязательную часть блока 1 «Дисциплины (модули)» учебного плана ООП профиля «Инфокоммуникационные технологии в системах радиосвязи» направления подготовки бакалавриата 11.03.02 «Инфокоммуникационные технологии и системы связи». Дисциплина изучается в 3 и 4 семестрах.

Входные знания, умения и компетенции, необходимые для изучения данного курса, формируются в процессе освоения курса «Электротехника»

Освоение дисциплины «Радиоэлектроника» служит методической основой для изучения ряда дисциплин обязательной части учебного плана, таких как «Цифровая обработка сигналов», «Схемотехника», а также дисциплин, формируемых участниками образовательных отношений: «Практикум по ИКТ», «Радиоизмерения».

## 3. Результаты обучения по дисциплине

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора (индикаторов) достижения компетенции	Результаты обучения
УК-2. Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений	2.1_Б.УК-2. Проектирует решение конкретной задачи проекта, выбирая оптимальный способ ее решения, исходя из действующих правовых норм и имеющихся ресурсов и ограничений.	<b>Знать</b> виды ресурсов и ограничений для решения профессиональных задач в области радиоэлектроники <b>Уметь</b> проводить анализ поставленной цели и формулировать задачи, которые необходимо решить для ее достижения <b>Владеть</b> методиками разработки цели и задач

		проекта в области радиоэлектроники
ОПК-1. Способен использовать положения, законы и методы естественных наук и математики для решения задач инженерной деятельности	ИД-1 <sub>ОПК-1</sub> Знает фундаментальные законы природы и основные физические математические законы и методы накопления, передачи и обработки информации ИД-2 <sub>ОПК-1</sub> Умеет применять физические законы и математические методы для решения задач теоретического и прикладного характера ИД-3 <sub>ОПК-1</sub> Владеет навыками использования знаний физики и математики при решении практических задач	<b>Знать</b> законы электромагнетизма, уравнения цепей постоянного и переменного тока <b>Уметь</b> проводить анализ и расчет электрических цепей постоянного и переменного тока, спектральный анализ электрических сигналов <b>Владеть</b> методами расчета цепей постоянного и переменного тока, матричными методами описания многополюсников, методом комплексных амплитуд, методами характеристик
ОПК-2 Способен самостоятельно проводить экспериментальные исследования и использовать основные приемы обработки и представления полученных данных	ИД-5 <sub>ОПК-2</sub> Знает основные методы и средства проведения экспериментальных исследований, системы стандартизации и сертификации ИД-6 <sub>ОПК-2</sub> Умеет выбирать способы и средства измерений и проводить экспериментальные исследования ИД-7 <sub>ОПК-2</sub> Владеет способами обработки и представления полученных данных и оценки погрешности результатов измерений	<b>Знать</b> методы измерений электрических величин и радиосигналов <b>Уметь</b> проводить экспериментальные измерения электрических величин и радиосигналов, характеристик радиоэлектронных схем и систем. <b>Владеть</b> методами обработки и статистического анализа результатов.
ОПК-4. Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности	ИД-2 <sub>ОПК-4</sub> Выбирает и использует современные информационно-коммуникационные и интеллектуальные технологии, инструментальные среды, программно-технические платформы и программные средства, в том числе отечественного производства, для решения задач профессиональной деятельности.	<b>Знать</b> компьютерные программы для расчета и моделирования электрических схем и радиоэлектронных устройств. <b>Уметь</b> применять программные комплексы и основные приемы обработки экспериментальных данных при решении основных задач радиоэлектроники. <b>Владеть</b> методами

		компьютерного моделирования процессов в электрических цепях и радиоэлектронных устройствах при помощи компьютерных программ
--	--	---

#### 4. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 12 зачетных единиц (432 час.).

№ п/п	Раздел дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)				Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра) Формы промежуточной аттестации (по семестрам)
				Лекции	Лабораторные занятия	Практические занятия	Самост. раб.	
1	Основные законы и базовые элементы электрических цепей	3	1-3	6	6	6	20	Опрос, проверка конспектов, проверка отчетов по практическим работам, компьютерное тестирование
2	Основные свойства и модели радиотехнических сигналов	3	4-8	10	10	10	32	Опрос, проверка конспектов, проверка отчетов по практическим работам, компьютерное тестирование
3	Методы описания линейных радиоэлектронных схем	3	9-12	8	8	8	26	Опрос, проверка конспектов, проверка отчетов по практическим работам, компьютерное тестирование
4	Частотно-селективные устройства и фильтры	3	13-15	6	6	6	20	Опрос, проверка конспектов, проверка отчетов по практическим работам, компьютерное тестирование
5	Цепи с бесконечным числом степеней свободы	3	16-17	4	4	4	16	Опрос, проверка конспектов, проверка отчетов по практическим работам, компьютерное тестирование
	<b>Промежуточная аттестация</b>	<b>3</b>						<b>Зачет с оценкой</b>
	<b>Итого за семестр: 216ч.</b>			<b>34</b>	<b>34</b>	<b>34</b>	<b>114</b>	
6	Нелинейные элементы радиосхем и способы их описания	4	1	2	4	2	4	Опрос, проверка конспектов, проверка отчетов по практическим работам, компьютерное тестирование
7	Усиление электрических сигналов	4	2	2	4	2	4	Опрос, проверка конспектов, проверка отчетов по практическим работам, компьютерное тестирование
8	Электронные усилители на базе	4	3-7	10	20	10	20	Опрос, проверка конспектов, проверка

	полупроводниковых элементов							отчетов по практическим работам, компьютерное тестирование
9	Операционные усилители и схемы на их основе	4	8,9	4	8	4	8	Опрос, проверка конспектов, проверка отчетов по практическим работам, компьютерное тестирование
10	Электронные ключи и триггеры	4	10	2	4	2	4	Опрос, проверка конспектов, проверка отчетов по практическим работам, компьютерное тестирование
11	Автогенераторы	4	11,12	4	8	4	4	Опрос, проверка конспектов, проверка отчетов по практическим работам, компьютерное тестирование
12	Устройства нелинейного преобразования электрических сигналов	4	13-15	6	12	6	12	Опрос, проверка конспектов, проверка отчетов по практическим работам, компьютерное тестирование
	<b>Промежуточная аттестация – 36ч.</b>	<b>4</b>						<b>экзамен</b>
	<b>Итого за семестр: 216ч.</b>			<b>30</b>	<b>60</b>	<b>30</b>	<b>60</b>	
	<b>Всего: 432 час.</b>							

### **Содержание учебной дисциплины**

#### **Тема 1. Основные законы и базовые элементы электрических цепей**

- Электрические цепи постоянного и переменного тока. Базовые элементы электронных схем: резистор, конденсатор, катушка индуктивности, источники тока и напряжения. Соединения проводников.
- Закон Ома, законы Кирхгофа. Метод контурных токов и узловых потенциалов.
- Метод комплексных амплитуд. Понятие комплексного сопротивления.
- Мощность электрического тока. Активная и реактивная мощность.

Практикум: Решение задач по расчету линейных электрических цепей.

Лабораторная работа: «Моделирование электронных схем в программе Multisim»

#### **Тема 2. Основные свойства и модели радиотехнических сигналов**

- Сигналы и их математические модели. Одномерные и многомерные сигналы. Регулярные и случайные сигналы. Периодические,

непериодические, импульсные сигналы. Аналоговые, дискретные, квантованные и цифровые сигналы.

- Спектральное представление сигналов. Спектры периодических сигналов. Комплексный ряд Фурье. Спектры непериодических сигналов. Основные свойства спектров и теоремы о спектрах. Теорема о сдвиге. Спектр производной и интеграла. Спектральная плотность произведения двух функций. Понятие о свертке спектральных функций. Спектральная плотность периодического сигнала.
- Сигналы с ограниченным спектром и их математические модели. Комплексное представление узкополосных сигналов. Аналитический сигнал. Спектральная плотность аналитического сигнала. Преобразование Гильберта.
- Преобразование Лапласа. Прямое и обратное преобразование Лапласа и их свойства. Примеры вычисления преобразований Лапласа: построение изображений для функции Хевисайда, экспоненциального импульса, гармонических колебаний.
- Модулированные сигналы. Необходимость модуляции ВЧ-колебаний для радиопередачи сообщений и виды модуляции. Амплитудная модуляция и спектр АМ сигнала. Сигналы с фазовой и частотной модуляцией. Основные соотношения между частотой и фазой. Спектр частотно-модулированных и фазо-модулированных сигналов при малых и произвольных индексах модуляции.

Практикум : Решение задач по расчету спектров сигналов различной формы. Лабораторная работа «Исследование спектров модулированных сигналов»

### ***Тема 3. Методы описания линейных радиоэлектронных схем***

- Описание электрических цепей дифференциальными уравнениями. Виды решений для линейных схем. Зависимость от начальных условий. Решение с нулевыми начальными условиями и при нулевых воздействиях.
- Многополюсники. Клеммные плоскости. Входные и выходные вектора многополюсников. Матричное описание линейных многополюсников. Свойства матриц взаимных, симметричных и реактивных многополюсников. Четырехполюсники. Матрица передачи. Соединения четырехполюсников. Входные и характеристическое сопротивление.
- Частотные методы анализа схем. Комплексный коэффициент передачи,

АЧХ и ФЧХ. Лапласовская передаточная функция линейной цепи. Использование передаточной функции для определения устойчивости цепи.

- Импульсная характеристика цепи. Каузальные и некаузальные модели цепей. Связь импульсной характеристики с частотной.
- Переходная характеристика линейной системы и ее использование при построении реакции линейной системы на произвольное воздействие, представленное в виде разложения по функциям Хевисайда. Связь импульсной и переходной характеристик линейной системы.

Практикум: Решение задач по расчету матриц четырехполюсников, АЧХ и ФЧХ четырехполюсников.

Лабораторная работа «Переходные процессы в RLC-цепях»

#### **Тема 4. Частотно-селективные устройства и фильтры**

- Последовательный и параллельный колебательный контур. Дифференциальное уравнение RCL-контра и его решение. Вынужденные колебания в одноконтурных линейных системах. Резонанс. Входное сопротивление последовательного контра. Связь добротности и полосы пропускания контра. Передаточная функция последовательного контра. Резонанс напряжений. Влияние внутреннего сопротивления генератора на избирательные свойства последовательного контра. Резонансные явления в параллельном колебательном контуре. Входное сопротивление параллельного контра. Передаточная функция параллельного контра. Резонанс токов. Влияние внутреннего сопротивления генератора на избирательные свойства параллельного контра.
- Вынужденные колебания в двухконтурных связанных системах. Сведение системы связанных контуров к эквивалентному одиночному контуру. Входное сопротивление эквивалентного контра. Условия резонанса. Зависимость собственных (нормальных) частот от затухания контуров и коэффициента связи. Резонансные явления в связанных колебательных контурах. Индивидуальный, сложный и полный резонансы. Оптимальная связь и фактор связи. Вторичный ток связанных контуров при индивидуальном, сложных и полном резонансах. Частотные характеристики системы связанных контуров и их графическое исследование. Уравнения частотных характеристик и полоса пропускания системы связанных контуров.
- Основы общей теории электрических фильтрующих цепей.

Определение и классификация фильтров. Реактивные LC-фильтры. Условия прозрачности фильтров. Вывод полосы пропускания LC-фильтра. Идеализированные реактивные фильтры нижних и верхних частот. Графическое определение полосы прозрачности. Идеализированные реактивные полосовые и заграждающие фильтры. Многозвенные фильтры. Затухание и фазовая характеристика многозвенного фильтра.

Практикум: Решение задач по расчету АЧХ и ФЧХ фильтров.

Лабораторная работа «Исследование фильтрующих цепей»; «Одиночный колебательный контур»; «Связанные контура»

### ***Тема 5. Цепи с бесконечным числом степеней свободы***

- Линейные системы с бесконечным числом степеней свободы (системы с распределенными параметрами). Понятие о волновых процессах. Волновое число. Фазовая и групповая скорости. Дисперсия. Линии передачи радиочастотных сигналов как длинные линии. Типы линий передачи с Т-волнами. Понятие о квазистационарном описании процессов в длинной линии.
- Установившиеся колебания в длинных линиях. Телеграфные уравнения и их решение. Анализ решений. Понятие о падающих, отраженных, бегущих и стоячих волнах, о входном и волновом сопротивлениях линии, о коэффициентах отражения.
- Режим бегущих волн в длинной линии. Условие согласования линии. Режим стоячих волн в консервативной длинной линии. Короткозамкнутая и разомкнутая линии. Входное сопротивление отрезка линии. Линия, нагруженная на реактивное сопротивление. Структура поля стоячих волн.
- Режим смешанных волн в консервативной длинной линии, нагруженной на активное сопротивление, неравное волновому, и в консервативной линии с комплексным сопротивлением нагрузки. Структура поля смешанных волн. Коэффициенты отражения и коэффициенты стоячих волн.
- Линия конечной длины как трансформатор сопротивлений. Методы согласования длинных линий (четвертьволновый трансформатор и шлейфы). Отрезки длинных линий как колебательные системы с бесконечным числом степеней свободы.

Практикум: Расчет параметров и характеристик длинных линий. Решение



задач на тему длинной линии и ее согласования с нагрузкой.

Лабораторная работа «Исследование длинной линии».

### ***Тема 6. Нелинейные элементы радиосхем и способы их описания***

- Понятие о нелинейных элементах (НЭ), цепях и системах. Резистивные и реактивные НЭ. Статические и дифференциальные параметры НЭ. Понятие об инерционных и безинерционных, стационарных и нестационарных (параметрических) цепях. Роль электронных процессов в электровакуумных приборах и полупроводниковых кристаллах в формировании нелинейных характеристик. Способы математического описания нелинейных характеристик электровакуумных и полупроводниковых приборов. Аппроксимация ВАХ НЭ степенным многочленом. Кусочно-линейная аппроксимация.

Практикум: Решение задач по расчету дифференциального сопротивления нелинейного сопротивления с заданной характеристикой и дифференциальной емкости нелинейного конденсатора с заданной вольт-фарадной характеристикой.

Лабораторная работа «Нелинейный колебательный контур»

### ***Тема 7. Усиление электрических сигналов***

- Усилитель как четырехполюсник. Идеальный усилитель, его АЧХ и ФЧХ. Классификация усилителей электрических сигналов. Основные характеристики усилителей.
- Усилители тока, напряжения и мощности. Входное и выходное сопротивления усилителя. Влияние сопротивления нагрузки и сопротивления источника сигнала на работу усилителя. Обратная связь в усилителях. Положительная обратная связь и вопросы устойчивости усилителя. Отрицательная обратная связь. Усилитель с глубокой отрицательной обратной связью. Матричное описание усилителя. Способы организации обратной связи. Каскадное соединение усилителей.

Практикум: Решение задач по расчету устойчивости усилителя с обратной связью, влиянию обратной связи на АЧХ и ФЧХ усилителя, влиянию сопротивления нагрузки и внутреннего сопротивления генератора на коэффициент усиления усилителя. Лабораторная работа «Исследование обратной связи в усилителях»

### ***Тема 8. Электронные усилители на базе полупроводниковых***

## **элементов**

- Элементы физики полупроводников. Собственные и примесные полупроводники. Понятие о проводниках n- и p-типа. Полупроводниковые диоды как нелинейные двухполюсники. Биполярные транзисторы (БТ) - управляемые НЭ с двумя взаимодействующими p-n-переходами. Принцип действия, схемы включения и режимы работы БТ. Модель Эберса-Молла. Характеристики и параметры БТ. Малосигнальные схемы ОБ и ОЭ-транзистора.
- Резистивно-емкостные усилители переменного тока. Усилительный каскад на БТ с общим эмиттером. Выбор режима по постоянному току. Нагрузочные характеристики каскада. Эквивалентные схемы каскада для переменного тока. Транзисторный каскад с температурной стабилизацией. Эмиттерный повторитель. Матрица передачи транзисторного каскада. Многокаскадные усилители. Использование транзисторов с чередующейся полярностью.
- Усилители мощности (УМ). Специфические особенности усилителей мощности. Однотактные и двухтактные УМ. Классы работы усилителя.
- Схемы, основанные на транзисторном усилителе: фазоинвертер, сумматор, дифференциальный усилитель, источник постоянного тока.
- Нелинейные и частотные свойства транзистора и их влияние на работу усилительных схем.
- Устройство и виды полевых транзисторов (ПТ). Характеристики и параметры ПТ. Усилитель на ПТ с общим истоком. МОП транзисторы. Усилитель на МОП транзисторе. Сопоставление свойств усилителей на БТ и ПТ. ПТ в качестве управляемого сопротивления.

Практикум: Решение задач по расчету транзисторных каскадов на БТ и ПТ. Расчет рабочей полосы частот усилителя при учете межэлектродных емкостей. Расчет коэффициента нелинейных искажений.

Лабораторная работа: Проектирование схемы усилителя в программе Multisim

## **Тема 9. Операционные усилители и схемы на их основе**

- Свойства операционных усилителей (ОУ). Структурная схема ОУ. ОУ на БТ и ПТ. Параметры и характеристики ОУ. Схемы, основанные на ОУ: компаратор сигналов, повторитель, инверсный и неинверсный усилители.

Преобразователь сигналов на базе ОУ. Дифференциатор и интегратор сигналов. Логарифмический усилитель. Сумматор. Балансный модулятор. Гиратор.

Практикум: Решение задач по расчету схем на ОУ

Лабораторная работа: Моделирование ОУ средствами Multisim

### ***Тема 10. Электронные ключи и триггеры***

- Идеальный электронный ключ (ЭК). Последовательное и параллельное включения ключей. Диод в качестве ЭК. ЭК на биполярном и полевом транзисторах. Ключи на МОП транзисторах. Триггер. Принцип действия триггера. Триггер на базе МОП транзистора. Симметричный триггер на основе БТ и ПТ.

Практикум: Расчет схем электронных ключей на БТ

### ***Тема 11. Автогенераторы***

- Общие свойства автогенераторов. Автогенератор как автоколебательная система. Дифференциальные уравнения автогенераторов. Генератор ван-дер-Поля. Устойчивость колебаний.
- Линейная теория генератора. Условия возбуждения колебаний. Баланс фаз и баланс амплитуд. RC-генератор.
- Нелинейные модели автогенераторов. Механизмы ограничения амплитуды колебаний. Мягкое и жесткое возбуждение колебаний.
- Радиоэлектронные схемы генераторов. Генератор на БТ и ПТ. Генератор на базе операционного усилителя. Генераторы на двухполюсниках с отрицательным сопротивлением.

Практикум: Расчет генератора с мостом Вина методом баланса амплитуд и фаз. Расчет LC-генератора. Определение устойчивости колебательных мод. Расчет эквивалентного отрицательного сопротивления.

Лабораторная работа: Исследование RC-генератора

### ***Тема 12. Устройства нелинейного преобразования электрических сигналов***

- Амплитудная модуляция как нелинейный процесс. Транзисторные схемы амплитудных модуляторов. Понятие о статической модуляционной

характеристике. Понятие о детектировании АМ-радиосигналов в цепях с НЭ. Преобразование спектра при квадратичном детектировании. Коэффициент нелинейных искажений. "Линейное детектирование" АМ-сигналов в НЭ с кусочно-линейной ВАХ. Диодные и транзисторные детекторы АМ-колебаний.

- Методы получения ЧМ-сигналов. Варакторный частотный модулятор. Модуляционная характеристика частотного модулятора. Реактивные транзисторы и частотные модуляторы на их основе. Принципы детектирования ФМ- и АМ-сигналов. Крутизна детектирования. Частотные и фазовые дискриминаторы с полупроводниковыми НЭ. Частотный дискриминатор с расстроенными контурами. Фазовые детекторы. Параметрическое детектирование ФМ-сигналов.
- Алгоритмы преобразования частоты. Принципы нелинейного преобразования частоты сигналов (переноса спектра). Понятие о гетеродинировании сигналов. Транзисторные и диодные преобразователи частоты. Принципы умножения частоты сигнала. Умножители частоты на полупроводниковых диодах и БТ.

Практикум: Расчет схем модуляции и детектирования на базе БТ и ОУ

Лабораторная работа: Амплитудная модуляция и детектирование

## **5. Образовательные технологии, применяемые при освоении дисциплины**

Общая образовательная схема курса состоит из лекционных занятий, сопровождаемых компьютерными презентациями и практических занятий в компьютерном классе. Результаты усвоения проверяются в ходе практических занятий, при сдаче компьютерных тестов и в форме экзамена. Для самоконтроля знаний студенты могут использовать компьютерные тесты, размещенные в Интернет на сайте СГУ.

Преподавание проводится по традиционной технологии обучения: сначала учебный материал сжато преподносится студентам лекционным методом, а затем прорабатывается, усваивается и применяется на практических занятиях в компьютерном классе; результаты усвоения проверяются в форме экзамена.

Освоение материала происходит в рамках технологии проблемного обучения, поскольку проведение практических занятий с применением компьютерного моделирования имеет широкие возможности для создания проблемных ситуаций посредством активизирующих действий

преподавателя, который формулирует задания и ставит конкретные вопросы, направленные на обобщение, обоснование, конкретизацию, логику рассуждения; побуждает делать сравнения (например, при анализе результатов численного счета различными методами и сравнении результатов численного моделирования с теоретическими данными) и выводы, сопоставлять результаты; ставит проблемные задачи (например, что произойдет, если изменить параметры системы, выбрать другую базовую модель для исследования того или иного явления, добавить в систему источник шума, изменить параметры численной схемы при проведении компьютерного эксперимента и.п.).

Студенты на практике знакомятся с различными методами расчета электрических схем, характеристиками поведения базовых элементов электрических цепей и методами их численного анализа. В процессе усвоения теоретического материала и выполнения практических работ студенты приобретают навыки проведения самостоятельных научных исследований сложных сигналов и систем. Для самостоятельной работы также предлагаются задания, требующие чтения специальной литературы и использования возможностей компьютерного эксперимента.

В рамках изучения данной дисциплины используются мультимедийные образовательные технологии: электронные лекции (презентации) с использованием программы Open Office, программа работы с электронными курсами Moodle.

*Для студентов с ограниченными возможностями здоровья и инвалидностью* предусмотрены следующие формы организации педагогического процесса и контроля знаний:

- для слабовидящих:

обеспечивается индивидуальное равномерное освещение не менее 300 люкс; задания для выполнения, а также инструкция о порядке выполнения контрольных заданий оформляются увеличенным шрифтом (размер 16-20);

- для глухих и слабослышащих:

обеспечивается наличие звукоусиливающей аппаратуры коллективного пользования;

- для лиц с тяжелыми нарушениями речи, глухих, слабослышащих все контрольные задания по желанию обучающихся могут проводиться в письменной форме.

Основной формой организации педагогического процесса является интегрированное обучение инвалидов, т.е. все студенты обучаются в смешанных группах, имеют возможность постоянно общаться со сверстниками, легче адаптируются в социуме.

Удельный вес занятий, проводимых в интерактивных формах, определяется главной целью (миссией) программы, особенностью контингента обучающихся и содержанием конкретных дисциплин, и в целом в учебном процессе они должны составлять не менее 30% аудиторных занятий. Занятия лекционного типа для соответствующих групп студентов не могут составлять более 50% аудиторных занятий.

**6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины.**

Важную роль при освоении дисциплины «Радиоэлектроника» играет самостоятельная работа студентов. Самостоятельная работа способствует:

- углублению и расширению знаний;
- формированию интереса к познавательной деятельности;
- овладению приёмами процесса познания;
- развитию познавательных способностей.

Самостоятельная работа студентов имеет основную цель – обеспечить качество подготовки выпускаемых специалистов в соответствии с требованиями основной образовательной программы по направлению подготовки бакалавров 11.03.02 «Инфокоммуникационные технологии и системы связи».

К самостоятельной работе относятся:

- самостоятельная работа на аудиторных занятиях (лекциях, лабораторных и практических занятиях);
- внеаудиторная самостоятельная работа.

**Виды самостоятельной работы**

Раздел/Тема дисциплины	Вид самостоятельной работы	Литература
Тема 1	Проработка конспектов лекций и вопросов, вынесенных на самостоятельное изучение с помощью основной и дополнительной литературы. Работа с материалами курса при помощи программы Moodle, компьютерное самотестирование. Подготовка к практическим занятиям.	см. раздел 8 «Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины»
Тема 2	Проработка конспектов лекций и вопросов, вынесенных на самостоятельное изучение с помощью основной и дополнительной литературы. Работа с материалами курса при помощи программы Moodle, компьютерное самотестирование. Подготовка к практическим занятиям.	см. раздел 8 «Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины»
Тема 3	Проработка конспектов лекций и вопросов, вынесенных на самостоятельное изучение с помощью основной и дополнительной литературы. Работа с материалами курса при помощи программы Moodle, компьютерное самотестирование. Подготовка к практическим занятиям.	см. раздел 8 «Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины»
Тема 4	Проработка конспектов лекций и вопросов, вынесенных на самостоятельное изучение с помощью основной и дополнительной литературы. Работа с материалами курса при помощи программы Moodle, компьютерное самотестирование. Подготовка к практическим занятиям.	см. раздел 8 «Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины»
Тема 5	Проработка конспектов лекций и вопросов, вынесенных на самостоятельное изучение с помощью основной и	см. раздел 8 «Учебно-методическое и

	дополнительной литературы. Работа с материалами курса при помощи программы Moodle, компьютерное самотестирование. Подготовка к практическим занятиям.	информационное обеспечение дисциплины»
Тема 6	Проработка конспектов лекций и вопросов, вынесенных на самостоятельное изучение с помощью основной и дополнительной литературы. Работа с материалами курса при помощи программы Moodle, компьютерное самотестирование. Подготовка к практическим занятиям.	см. раздел 8 «Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины»
Тема 7	Проработка конспектов лекций и вопросов, вынесенных на самостоятельное изучение с помощью основной и дополнительной литературы. Работа с материалами курса при помощи программы Moodle, компьютерное самотестирование. Подготовка к практическим занятиям.	см. раздел 8 «Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины»
Тема 8	Проработка конспектов лекций и вопросов, вынесенных на самостоятельное изучение с помощью основной и дополнительной литературы. Работа с материалами курса при помощи программы Moodle, компьютерное самотестирование. Подготовка к практическим занятиям.	см. раздел 8 «Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины»
Тема 9	Проработка конспектов лекций и вопросов, вынесенных на самостоятельное изучение с помощью основной и дополнительной литературы. Работа с материалами курса при помощи программы Moodle, компьютерное самотестирование. Подготовка к практическим занятиям.	см. раздел 8 «Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины»
Тема 10	Проработка конспектов лекций и вопросов, вынесенных на самостоятельное изучение с помощью основной и дополнительной литературы. Работа с материалами курса при помощи программы Moodle, компьютерное самотестирование. Подготовка к практическим занятиям.	см. раздел 8 «Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины»
Тема 11	Проработка конспектов лекций и вопросов, вынесенных на самостоятельное изучение с помощью основной и дополнительной литературы. Работа с материалами курса при помощи программы Moodle, компьютерное самотестирование. Подготовка к практическим занятиям.	см. раздел 8 «Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины»
Тема 12	Проработка конспектов лекций и вопросов, вынесенных на самостоятельное изучение с помощью основной и дополнительной литературы. Работа с материалами курса при помощи программы Moodle, компьютерное самотестирование. Подготовка к практическим занятиям.	см. раздел 8 «Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины»
Итого часов на самостоятельную работу: 174		

#### Формы текущего контроля работы студентов

1. Просмотр конспектов лекций.
2. Ответы на вопросы, вынесенные на самостоятельное изучение (на интерактивных занятиях).
3. Компьютерное тестирование.
4. Проверка заданий на самостоятельную работу.
5. Проверка отчетов по лабораторным и практическим работам.

Промежуточная аттестация студента осуществляется в соответствии с учебным планом в конце третьего семестра в форме зачета с оценкой и в конце четвертого семестра в форме экзамена.

Материалы для текущего контроля успеваемости и средства для промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины приведены в Приложении «Фонд оценочных средств текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине».

## 7. Данные для учета успеваемости студентов в БАРС

Таблица 1.1 Таблица максимальных баллов по видам учебной деятельности.

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Семестр	Лекции	Лабораторные занятия	Практические занятия	Самостоятельная работа	Автоматизированное тестирование	Другие виды учебной деятельности	Промежуточная аттестация	Итого
3	0	30	30	0	0	0	40	<b>100</b>
4	0	30	30	0	0	0	40	<b>100</b>

### Программа оценивания учебной деятельности студента

#### 3 семестр

##### Лекции

не оцениваются

##### Лабораторные занятия

от 0 до 30 баллов.

Критерии оценки:

Выполнение 5 лабораторных работ, 0 - 6 баллов за каждую выполненную работу; оценивается правильность проведения эксперимента, полнота выполнения заданий, умение сделать выводы по работе, качество письменного отчета по работе.

##### Практические занятия

от 0 до 30 баллов.

Критерии оценки: решение практических задач: 0 - 4 баллов за каждую задачу; оценивается правильность и самостоятельность решения, умение объяснить алгоритм решения, качество приведенного отчета по решению задачи.

##### Самостоятельная работа

не оценивается

##### Автоматизированное тестирование

Не предусмотрено

##### Другие виды учебной деятельности

Не предусмотрены



### **Промежуточная аттестация** – зачет с оценкой

от 0 до 40 баллов.

Критерии оценки: собеседование по билетам по теме курса от 0 до 40 баллов. Оценивается полнота и правильность изложения материала.

ответ на «отлично» оценивается от 36 до 40 баллов;

ответ на «хорошо» оценивается от 28 до 35 баллов;

ответ на «удовлетворительно» оценивается от 20 до 27 баллов;

ответ на «неудовлетворительно» оценивается от 0 до 19 баллов.

Таким образом, максимально возможная сумма баллов за все виды учебной деятельности студента за 3 семестр по дисциплине «Радиоэлектроника» составляет **100** баллов.

Таблица 2.2 Таблица пересчета полученной студентом суммы баллов по дисциплине «Радиоэлектроника» в оценку (экзамен):

80-100 баллов	«отлично»
65-79 баллов	«хорошо»
45-64 баллов	«удовлетворительно»
0-44 баллов	«не удовлетворительно»

## **4 семестр**

### **Лекции**

не оцениваются

### **Лабораторные занятия**

от 0 до 30 баллов.

Критерии оценки:

Выполнение 5 лабораторных работ, 0 - 6 баллов за каждую выполненную работу; оценивается правильность проведения эксперимента, полнота выполнения заданий, умение сделать выводы по работе, качество письменного отчета по работе.

### **Практические занятия**

от 0 до 30 баллов.

Критерии оценки: решение практических задач: 0 - 4 баллов за каждую задачу; оценивается правильность и самостоятельность решения, умение объяснить алгоритм решения, качество приведенного отчета по решению задачи.

### **Самостоятельная работа**

не оценивается

### **Автоматизированное тестирование**

Не предусмотрено

## **Другие виды учебной деятельности**

Не предусмотрены

### **Промежуточная аттестация – экзамен**

от 0 до 40 баллов.

Критерии оценки: сдача итогового компьютерного теста от 0 до 15 баллов, число баллов за тест равно относительному числу правильных ответов на вопросы теста, округленное до ближайшего целого; собеседование по билетам по теме курса от 0 до 25 баллов. Оценивается полнота и правильность изложения материала.

ответ на «отлично» оценивается от 36 до 40 баллов;

ответ на «хорошо» оценивается от 28 до 35 баллов;

ответ на «удовлетворительно» оценивается от 20 до 27 баллов;

ответ на «неудовлетворительно» оценивается от 0 до 19 баллов.

Таким образом, максимально возможная сумма баллов за все виды учебной деятельности студента за 4 семестр по дисциплине «Радиоэлектроника» составляет **100** баллов.

Таблица 2.2 Таблица пересчета полученной студентом суммы баллов по дисциплине «Радиоэлектроника» в оценку (экзамен):

80-100 баллов	«отлично»
65-79 баллов	«хорошо»
45-64 баллов	«удовлетворительно»
0-44 баллов	«не удовлетворительно»

## **8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины.**

а) литература:

1. Хохлов, Артур Вениаминович. Элементная база радиоэлектроники. Тенденции и перспективы развития [Текст] : учебное пособие для студентов физических специальностей / А. В. Хохлов, Т. Е. Вадивасова, А. В. Шабунин ; под ред. В. С. Анищенко; Саратов. гос. ун-т им. Н. Г. Чернышевского. - Саратов : Издательство Саратовского университета, 2014. - 319 с. (23 экз.)

2. Нефедов, Виктор Иванович. Основы радиоэлектроники и связи [Текст] : учеб. пособие / В. И. Нефедов, А. С. Сигов ; под ред. В. И. Нефедова. - Москва : Высш. шк., 2009. - 735 с. (10 экз.)

3. Хохлов, Артур Вениаминович. Сигналы. Методы описания, модели, информационные возможности [Текст] : учебное пособие для студентов физических специальностей / А. В. Хохлов, Т. Е. Вадивасова, А. В. Шабунин ;

под ред. В. С. Анищенко ; Сарат. гос. ун-т им. Н. Г. Чернышевского. - Саратов: Издательство Саратовского университета, 2011. - 254 с. (35 экз.)

4. Астахов, Владимир Владимирович. Радиопизика. Задачи и упражнения [Текст] : учебное пособие для студентов физического факультета и факультета нелинейных процессов / В. В. Астахов, Т. Е. Вадивасова, А. В. Хохлов ; Сарат. гос. ун-т им. Н. Г. Чернышевского. - Саратов : Издательство Саратовского университета, 2008. - 187, с. (102 экз.)

б) программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

1. Центральная библиотека образовательных ресурсов <http://www.edulib.ru/>

2. Сайт кафедры радиопизики и нелинейной динамики СГУ (электронные версии учебных пособий, подготовленных сотрудниками кафедры)<http://chaos.sgu.ru>

3. Сайт СГУ (система управления электронными образовательными ресурсами Moodle) <http://course.sgu.ru>

4. Свободное программное обеспечение на базе операционной системы Linux OpenSuse 15.2 со свободными программными продуктами: среда разработки gcc (языки программирования C, C++), офисный пакет LibreOffice (текстовый редактор Writer; табличный редактор Calc; средство создания и демонстрации презентаций Impress; векторный редактор Draw; редактор формул Math; система управления базами данных Base), браузер FireFox.

5. Свободно распространяемый программный пакет qucs

## **9. Материально-техническое обеспечение дисциплины**

Компьютерный класс (ауд. 52 3-го учебного корпуса) и лекционная аудитория (ауд. 38 3-го учебного корпуса) кафедры радиопизики и нелинейной динамики Помещения соответствуют действующим санитарным и противопожарным нормам, а также требованиям техники безопасности и охраны труда при проведении учебных, научно-исследовательских и научно-производственных работ. Персональные ЭВМ, объединенные в локальную сеть и с выходом в Интернет. Электронные презентации лекций. Мультимедиапроектор.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению 11.03.02 «Инфокоммуникационные технологии и системы связи», профиль подготовки «Инфокоммуникационные технологии в системах радиосвязи»

Авторы:

профессор кафедры радиофизики и нелинейной динамики  
д.ф.-м.н., доцент Шабунин А.В.  
профессор кафедры радиофизики и нелинейной динамики  
д.ф.-м.н., профессор Четвериков А.П.



Программа одобрена на заседании кафедры радиофизики и нелинейной  
динамики от 20 сентября 2021 года, протокол № 2.