

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
Теория колебаний

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	Вадивасова Т.Е.		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 являются:

- ознакомление обучающихся с универсальными законами колебательных процессов в системах различной природы;
- формирование представлений об основных колебательных феноменах в линейных и нелинейных системах, моделях и методах, составляющих содержание единого подхода к исследованию нелинейных колебаний в системах различной природы;
- формирование навыков применения теоретических методов теории колебаний, проведения экспериментальных исследований и самостоятельного решения прикладных задач, связанных с колебательными процессами.

Освоение курса должно способствовать формированию системы компетенций, направленных на развитие у обучающихся способности использовать положения, законы и методы естественных наук и математики для решения задач инженерной деятельности, самостоятельного проведения экспериментальных исследований и использования основных приемов обработки и представления полученных данных, в том числе с применением современных информационных технологий.

2. Место дисциплины в структуре ООП бакалавриата

Дисциплина входит в обязательную часть блока «Дисциплины (модули)» ООП профиля «Инфокоммуникационные технологии в системах радиосвязи» направления подготовки бакалавриата 11.03.02 «Инфокоммуникационные технологии и системы связи». Дисциплина изучается в 5 семестре.

Входные знания, умения и компетенции, необходимые для изучения данного курса, формируются в процессе освоения математических дисциплин и дисциплин по общей физике, а также таких дисциплин, как «Введение в специальность», «Электротехника», «Радиоэлектроника», в 3-4 семестрах.

Освоение дисциплины «Теория колебаний» служит методической основой для изучения ряда дисциплин обязательной части учебного плана, таких как «Теория волновых процессов», «Излучение и распространение радиоволн», «Статистическая радиофизика», а также дисциплин части, формируемой участниками образовательных отношений: «Практикум по ИКТ», «Методология и практика научно-исследовательской деятельности», «Динамические системы дискретным временем», «Линии передачи и устройства на СВЧ».

3. Результаты обучения по дисциплине

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора (индикаторов) достижения компетенции	Результаты обучения
ОПК-1. Способен использовать положения, законы и методы естественных наук и математики для решения задач инженерной деятельности	1.1_Б.ОПК-1. Знает фундаментальные законы природы и основные физические математические законы и методы накопления, передачи и обработки информации	Знает основные колебательные явления в линейных и нелинейных системах, модели и методы, составляющие содержание единого подхода к исследованию нелинейных колебаний в системах различной природы.
	2.1_Б.ОПК-1. Умеет применять физические законы и	Умеет применять строгие и приближенные методы теоретического исследования

ОПК-2. Способен самостоятельно проводить экспериментальные исследования и использовать основные приемы обработки и представления полученных данных	<p>математические методы для решения задач теоретического и прикладного характера</p> <p>3.1_Б.ОПК-1. Владеет навыками использования знаний физики и математики при решении практических задач</p>	<p>колебательных явлений в линейных и нелинейных системах в процессе самостоятельного выполнения учебных заданий.</p> <p>Владеет навыками самостоятельного решения научно-исследовательских и прикладных задач, связанных с колебательными процессами в системах живой природы и технических устройствах.</p>
	<p>1.1_Б.ОПК-2. Знает основные методы и средства проведения экспериментальных исследований, обработки и представления результатов.</p> <p>2.1_Б.ОПК-2. Умеет выбирать способы и средства измерений и проводить экспериментальные исследования.</p> <p>3.1_Б.ОПК-2. Владеет способами обработки и представления полученных данных и оценки погрешности результатов измерений</p>	<p>Знаком с методами измерений характеристик колебательных процессов в линейных и нелинейных системах и методиками проведения экспериментов (в том числе численных).</p> <p>Может правильно выбирать необходимую измерительную аппаратуру.</p> <p>Владеет способами обработки и представления экспериментальных данных, способен произвести корректную оценку точности результатов измерений, знаком с компьютерными методами обработки данных и может использовать стандартные графические пакеты.</p>

4. Структура и содержание дисциплины

4.1. Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных единиц (180 часов), включая лекции (34 часа), лабораторные занятия (68 часов), самостоятельную работу (42 часа) и экзамен (36 часов).

№ п/п	Раздел дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)			Формы текущего контроля успеваемости (по неделям) Формы промежуточной аттестации (по семестрам)
				Лекции	Лабораторные	СРС	
1	Введение. О предмете теории колебаний.	5	1	2	2	2	Опрос, проверка конспектов, проверка отчетов по лабораторным работам.
2	Тема 1. Линейный осциллятор	5	2	2	-	2	Опрос, проверка конспектов
3	Тема 2. Нелинейные элементы и нелинейные характеристики. Фундаментальные нелинейные эффекты	5	3	2	2	4	Опрос, проверка конспектов, проверка отчетов по лабораторным работам.
4	Тема 3. Состояния равновесия на фазовой плоскости	5	4	2	4	4	Опрос, проверка конспектов, проверка отчетов по лабораторным работам.

5	Тема 4. Нелинейный осциллятор	5	5	2	-	4	Опрос, проверка конспектов.
6	Тема 5. Асимптотические методы теории нелинейных колебаний	5	6-7	4	-	8	Опрос, проверка конспектов.
7	Тема 6. Вынужденные колебания нелинейного осциллятора и нелинейный резонанс	5	8	2	6	8	Опрос, проверка конспектов, проверка отчетов по лабораторным работам.
8	Тема 7. Параметрические колебания и параметрический резонанс	5	9-10	4	4	8	Опрос, проверка конспектов, проверка отчетов по лабораторным работам.
9	Тема 8. Автоколебательные системы. Уравнение Ван дер Поля. Мягкое и жесткое возбуждение автоколебаний.	5	11-12	4	6	8	Опрос, проверка конспектов, проверка отчетов по лабораторным работам.
10	Тема 9. Релаксационные колебания. Метод быстрых и медленных движений	5	13	2	-	4	Опрос, проверка конспектов.
11	Тема 10. Метод точечных отображений	5	14	2	-	4	Опрос, проверка конспектов.
12	Тема 11. Синхронизация автоколебаний	5	15	2	4	8	Опрос, проверка конспектов, проверка отчетов по лабораторным работам.
13	Тема 12. Отображение окружности	5	16	2	2	4	Опрос, проверка конспектов, проверка отчетов по лабораторным работам
14	Тема 13. Хаотические колебания. Базовые модели динамического хаоса.	5	17	2	4	8	Опрос, проверка конспектов, проверка отчетов по лабораторным работам.
15	Промежуточная аттестация – 36ч.	5					Экзамен,
16	Итого: 180	5		34	34	76	

4.2. Содержание учебной дисциплины

Введение. Предмет теории колебаний. Колебательные системы различной природы и проблема описания их динамики. Временной и спектральный подход в теории колебаний. Идеи Л.И.Мандельштама. Теория колебаний как «интернациональный язык». Теория колебаний и другие синтетические дисциплины – нелинейная динамика, теория динамического хаоса, синергетика, теория диссипативных структур.

Тема 1. Линейный осциллятор. Примеры систем, описываемых уравнением линейного осциллятора. Маятник, шарик на пружине, шарик в яме, колебательный контур, резонатор Гельмгольца, СВЧ резонатор. Общее решение уравнения линейного осциллятора и принцип суперпозиции. Иллюстрация идеи «колебательной общности и взаимопомощи» на примере линейного осциллятора. Понятие состояния. Фазовая плоскость.

Тема 2. Нелинейные элементы и нелинейные характеристики. Фундаментальные эффекты, к которым приводит нелинейность Типы нелинейных характеристик (квадратичная, кубичная и др.). Слабая и сильная нелинейность. Примеры нелинейных систем и нелинейных характеристик в физике. Неизохронность, ангармоничность, генерация гармоник и комбинационных частот, мультстабильность и гистерезис, периодические и хаотические автоколебания. Понятие об аттракторах, бассейнах притяжения, бифуркациях, картах динамических режимов.

Тема 3. Состояния равновесия на фазовой плоскости. Простейшие аттракторы. Состояния равновесия нелинейных систем на фазовой плоскости, их исследование на устойчивость и основы классификации (центр, фокус, узел, седло).

Тема 4. Нелинейный осциллятор. Примеры нелинейных осцилляторов. Частица в потенциальной яме, маятник, контакт Джозефсона и т.д. Уравнения вида $\ddot{x} + f(x) = 0$ и их анализ: закон сохранения энергии, фазовая плоскость. Качественный анализ типов движений. Роль седел и сепаратрис. Влияние диссипации на динамику нелинейного осциллятора.

Тема 5. Асимптотические методы теории нелинейных колебаний. Разложение в ряд по параметру нелинейности. Осциллятор с квадратичной нелинейностью. Разложение по степеням параметра нелинейности. Осциллятор Дуффинга. Метод Линштедта-Пуанкаре. Метод многих масштабов. Метод Ван дер Поля.

Тема 6. Вынужденные колебания нелинейного осциллятора и нелинейный резонанс. Нелинейные резонансные кривые. Гистерезис. Складки и сборки на плоскости параметров частота-амплитуда воздействия. Нелинейный резонанс в осцилляторе с диссипацией. Укороченные уравнения. Хаотическая динамика нелинейного осциллятора. Резонанс на субгармониках. Резонанс на гармониках, субгармониках и комбинационных частотах.

Тема 7. Параметрические колебания и параметрический резонанс. Динамические системы с периодическим изменением параметров. Уравнение Матье и уравнение Хилла. Параметрический резонанс. Зоны устойчивости и неустойчивости на плоскости амплитуда - частота воздействия при отсутствии и при наличии диссипации. Параметрические генераторы электромагнитных колебаний. Механизмы ограничения неустойчивости.

Тема 8. Автоколебательные системы. Уравнение Ван дер Поля. Мягкое и жесткое возбуждение автоколебаний. Основные определения и понятия. Обобщенная схема радиотехнического генератора. Уравнение Ван дер Поля. Автогенератор на активном элементе с отрицательной дифференциальной проводимостью. Ламповый генератор Ван дер Поля. Химические колебания. Брюсселятор. Фазовая плоскость уравнения Ван дер Поля. Мягкое возбуждение автоколебаний. Бифуркация Андронова-Хопфа. Предельный цикл. Режимы слабой и сильной нелинейности: квазигармонические и релаксационные колебания. Жесткое возбуждение автоколебаний. Автогенератор с жестким возбуждением. Уравнение для амплитуд генератора с жестким возбуждением. Характерные фазовые портреты и бассейны притяжения.

Тема 9. Релаксационные колебания. Метод быстрых и медленных движений. Уравнение Релея. Переход к уравнению с малым параметром перед старшей производной. Анализ релаксационного предельного цикла методом быстрых и медленных движений. Период релаксационных колебаний.

Тема 10. Метод точечных отображений. Понятие о точечных отображениях. Точечное отображение для генератора Ван дер Поля. Случай квазигармонических автоколебаний

Тема 11. Синхронизация. Примеры систем различной природы, демонстрирующие явление синхронизации. Внешняя синхронизация периодических движений. Автогенератор под внешним периодическим воздействием и дифференциальное уравнение первого порядка для динамики фазы. Режимы захвата частоты и режимы биений. Тор как аттрактор, отвечающий квазипериодическим колебаниям. Взаимная синхронизация периодических движений. Подавление собственной динамики автоколебательной системы внешним воздействием.

Тема 12. Отображение окружности. Автогенератор под действием периодической последовательности импульсных толчков. Отображение окружности и характерная для него карта динамических режимов на плоскости параметров. Число вращения. Языки Арнольда. Периодическое, квазипериодическое и хаотическое поведение.

Тема 13. Хаотические колебания. Базовые модели динамического хаоса. Неустойчивость и хаотическая динамика. Простейшие примеры систем с хаотическим поведением. Связь между хаосом и неустойчивостью. Базовые модели динамического хаоса. Задача о термоконтвекции жидкости в петле и динамика одномодового лазера:

модель Лоренца. Динамика модели Лоренца. Другие примеры систем с хаотическим поведением: модель Рёсслера, схема Чуа, генератор с инерционной нелинейностью. Странный аттрактор. Отображение Пуанкаре. Отображение Эно и логистическое отображение. Итерационные диаграммы. Хаос в логистическом отображении.

4.3. План лабораторных занятий по дисциплине «Статистическая радиофизика» (в объеме 28 часов).

Введение

Лабораторная работа №1. Исследование структуры радиосигналов спектральным методом (цифровой измерительный прибор).

Количество академических часов – 2.

Тема 2

Лабораторная работа № 1. Эффекты неизохронности, ангармоничности и мультистабильности в автономном осцилляторе Дуффинга.

Количество академических часов – 2.

Тема 3

Лабораторная работа №2. Исследование состояний равновесия в осцилляторе Дуффинга.

Лабораторная работа №3. Исследование состояний равновесия в динамической модели, описывающей ход химических реакций.

Лабораторная работа № 4. Исследование состояний равновесия в генераторе с инерционной нелинейностью.

Количество академических часов – 4.

Тема 6

Лабораторная работа №5. Исследование явления нелинейного резонанса в последовательном колебательном контуре.

Лабораторная работа №6. Явление нелинейного резонанса в осцилляторе Дуффинга

Количество академических часов – 6.

Тема 7

Лабораторная работа №7. Исследование параметрической неустойчивости в колебательном контуре с переменной емкостью.

Количество академических часов – 4.

Тема 8

Лабораторная работа №8. Исследование мягкого и жесткого режимов возбуждения автоколебаний.

Количество академических часов – 6.

Тема 11

Лабораторная работа №9. Исследование вынужденной синхронизации автогенератора

Количество академических часов – 4.

Тема 12

Лабораторная работа №10. Исследование квазипериодических колебаний с помощью модельного отображения окружности.

Количество академических – 2.

Тема 13

Лабораторная работа №11. Исследование режимов динамики генератора Чуа;

Лабораторная работа №12. Исследование собственных и вынужденных колебаний линейного осциллятора.

Количество академических – 4.

5. Образовательные технологии, применяемые при освоении дисциплины

Программа дисциплины предусматривает чередование образовательного материала, ставящего проблему, с активной и интерактивной формами занятий посредством выполнения системы заданий по анализу лекционного материала.

Общая образовательная схема дисциплины строится по традиционной технологии обучения: сначала учебный материал сжато преподносится студентам лекционным методом, а затем прорабатывается, усваивается и применяется на лабораторных занятиях; результаты усвоения проверяются в форме экзамена.

Освоение материала происходит в рамках технологии проблемного обучения, поскольку проведение лабораторных 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, изменить параметры численной схемы при проведении компьютерного эксперимента и т.п.).

Студенты на практике знакомятся с основами теории линейных и нелинейных колебаний. В процессе усвоения теоретического материала и выполнения практических и лабораторных работ студенты приобретают навыки проведения самостоятельных научных исследований сложной динамики нелинейных 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.

При изучении дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья следует применять следующие адаптивные технологии: использование социально-активных рефлексивных методов обучения для создания комфортного психологического климата в студенческой группе, использование дистанционных технологий при реализации программы, работа по индивидуальному плану (время подготовки к сдаче отчета, а также выполнение и оформление лабораторной работы увеличивать на 0.5 часа. При невозможности эффективного выполнения лабораторной работы – проводить в форме лабораторного эксперимента).

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

Важную роль при освоении дисциплины «Теория колебаний» 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 образо-

вательной программы по направлению подготовки бакалавров 11.03.02 «Инфокоммуникационные технологии и системы связи».

К самостоятельной работе относятся:

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

Самостоятельная подготовка к занятиям осуществляется регулярно по каждой теме дисциплины и определяется календарным графиком изучения дисциплины.

Виды самостоятельной работы

Раздел/Тема дисциплины	Вид самостоятельной работы	Литература
Введение, Тема 1	Проработка конспектов лекций и вопросов, вынесенных на самостоятельное изучение с помощью основной и дополнительной литературы. Подготовка к лабораторным 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. Подготовка к лабораторным 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. Подготовка к лабораторным 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.	см. раздел 8 «Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины»
Тема 5	Проработка конспектов лекций и вопросов, вынесенных на самостоятельное изучение с помощью основной и дополнительной литературы.	см. раздел 8 «Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины»
Тема 6	Проработка конспектов лекций и вопросов, вынесенных на самостоятельное изучение с помощью основной и дополнительной литературы. Подготовка к лабораторным 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. Подготовка к лабораторным 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. Подготовка к лабораторным и 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.	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.	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.	см. раздел 8 «Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины»

	Подготовка к лабораторным занятиям.	ны»
Тема 12	Проработка конспектов лекций и вопросов, вынесенных на самостоятельное изучение с помощью основной и дополнительной литературы. Подготовка к практическим занятиям.	см. раздел 8 «Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины»
Тема 13	Проработка конспектов лекций и вопросов, вынесенных на самостоятельное изучение с помощью основной и дополнительной литературы. Подготовка к лабораторным и практическим занятиям.	см. раздел 8 «Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины»
Итого часов на самостоятельную работу: 76 часов		

Формы текущего контроля работы студентов

1. Просмотр конспектов лекций.
2. Проверка выполнения лабораторных работ.
3. Ответы на вопросы, вынесенные на самостоятельное изучение (на интерактивных занятиях).

Промежуточная аттестация студента осуществляется в соответствии с учебным планом в конце пятого семестра. Итоги обучения оцениваются 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 по дисциплине «Теория колебаний»

Таблица 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
5	20	30	0	10	0	0	40	100

Программа оценивания учебной деятельности студента 5 семестр

Лекции

Посещаемость, опрос, активность и др. за один семестр – от 0 до 20 баллов.

Критерии оценки:

- не более 50% от числа занятий в семестре – 0 баллов,
- от 51% до 60% – 1-5 балла;
- от 61% до 70% – 6-10 балла;
- от 71% до 80% – 11-15 баллов;
- от 81% до 90% – 16-20 баллов;
- не менее 91% занятий – 20 баллов.

Лабораторные занятия

от 0 до 30 баллов.

Критерии оценки:

Выполнение заданий лабораторных работ, подготовка отчетов о выполненных лабораторных работах – 0-30 баллов

Практические занятия

Не предусмотрены

Самостоятельная работа

от 0 до 10 баллов.

Критерии оценки:

Решение заданий для самоконтроля – 0-10 баллов.

Автоматизированное тестирование

Не предусмотрено

Другие виды учебной деятельности

Не предусмотрены

Промежуточная аттестация

36-40 баллов – ответ на «отлично»

30-35 баллов – ответ на «хорошо»

25-29 баллов – ответ на «удовлетворительно»

0-24 баллов – «не удовлетворительно»

Таким образом, максимально возможная сумма баллов за все виды учебной деятельности студента за 5 семестр по дисциплине «Теория колебаний» составляет 100 баллов.

Таблица 2. Пересчет полученной студентом суммы баллов по дисциплине «Теория колебаний» в оценку:

85-100 баллов	«отлично»
71-84 баллов	«хорошо»
51-70 баллов	«удовлетворительно»
0-50 баллов	«не удовлетворительно»

8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины «Теория колебаний»**а) литература:**

1. Кузнецов А.П., Кузнецов С.П., Рыскин Н.М. Нелинейные колебания: Учеб. пособие для вузов. – М.: Физматлит, 2002. – 292 с. (в НБ СГУ – 134 экз.)
2. Рабинович М.И., Трубецков Д.И. Введение в теорию колебаний и волн. – М.: НИЦ «Регулярная и хаотическая динамика», 2000. – 560 с. (в НБ СГУ – 98 экз.)
3. Анищенко В.С., Вадивасова Т.Е. Лекции по нелинейной динамике: учеб. пособие для студентов вузов. – Саратов: Изд-во Саратов. ун-та, 2010. – 320 с. (в НБ СГУ – 25 экз.)
Электронный ресурс: ЭБ УМЛ, Текст ID=201
4. Астахов В.В., Вадивасова Т.Е., Хохлов А.В. Радиоп физика. Задачи и упражнения: Учеб. пособие для студентов физ. фак. и фак. нелинейных процессов. – Саратов: Изд-во Саратов. ун-та, 2008. – 188 с. (в НБ СГУ – 101 экз.)
5. Анищенко В.С., Астахов В.В., Вадивасова Т.Е., Стрелкова Г.И. Синхронизация регулярных, хаотических и стохастических колебаний. – Москва, Ижевск: Изд-во Института компьютерных исследований, 2008. – 144 с. (в НБ СГУ – 33 экз.)

б) программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

1. Научно-образовательный интернет-портал кафедры радиоп физики и нелинейной динамики СГУ (электронные версии учебных пособий, подготовленных сотрудниками кафедры) <http://chaos.sgu.ru>
2. Сайт СГУ (система управления электронными образовательными ресурсами Moodle)

<http://course.sgu.ru>

3. Электронная библиотека учебно-методической литературы (ЭБ УМЛ): сайт <http://Library.sgu.ru>

9. Материально-техническое обеспечение дисциплины «Теория колебаний»

Лабораторный практикум по теории колебаний (ауд. 37 3-го учебного корпуса) и лекционные аудитории Института физики и кафедры радиофизики и нелинейной динамики (ауд. 34 и 38 3-го учебного корпуса). 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 подготовки 11.03.02 «Инфокоммуникационные технологии и системы связи», профиль «Инфокоммуникационные технологии в системах радиосвязи».

Автор:

д.ф.-м.н., профессор

 Вадивасова Т.Е.

Программа одобрена на заседании кафедры радиофизики и нелинейной динамики, протокол № 2 от 20.09.2021 года.