

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.
"26" 2021 г.



Рабочая программа дисциплины
Теория случайных процессов


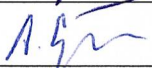
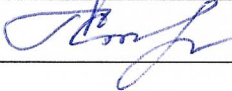
Направление подготовки бакалавриата
11.03.02 – *Инфокоммуникационные технологии и системы связи*

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 «Теория случайных процессов» являются:

- знакомство с природой случайных процессов и сигналов в системах связи, овладение методами их математического описания и расчета основных статистических характеристик случайного процесса при решении конкретных задач;
- знакомство с основными задачами и методами линейной фильтрации шума;
- формирование навыков самостоятельного решения стандартных задач профессиональной деятельности с применением инфокоммуникационных технологий.

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 «Теория случайных процессов» 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 7 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, «Общая теория связи», «Теория колебаний», «Теория волновых процессов», «Цифровая обработка сигналов» и др. в 3-5 семестрах.

Освоение дисциплины «Теория случайных процессов» служит методической основой для изучения ряда дисциплин, таких как «Теория информации и кодирования», «Практикум по ИКТ», «Методология и практика научно-исследовательской деятельности».

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. фундаментальные законы природы и основные математические законы и методы накопления, передачи и обработки информации	Знает природу случайных явлений и их роль в системах передачи информации, статистические характеристики случайных сигналов и методы их расчета;
	2.1_Б.ОПК-1. Умеет применять физические законы и математические методы для решения задач теоретического и прикладного характера	Умеет применять математический аппарат теории вероятностей и теории случайных функций для анализа случайных процессов в инфокоммуникационных системах;
	3.1_Б.ОПК-1. Владеет навыками использования знаний физики и математики при решении практических задач	Владеет навыками использования теории случайных процессов при решении научно-исследовательских и прикладных задач, связанных с анализом случайных сигналов в инфокоммуникационных системах.

<p>ОПК-2. Способен самостоятельно проводить экспериментальные исследования и использовать основные приемы обработки и представления полученных данных</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 статистических характеристик случайных сигналов и методиками проведения экспериментов (в том числе численных).</p> <p>Умеет выбирать способы и средства измерения флуктуаций и случайных сигналов электромагнитной природы и может правильно выбирать необходимую измерительную аппаратуру.</p> <p>Владеет необходимыми 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

Курс читается в 7 семестре, включает 28 часов лекций, 28 часов лабораторных занятий, 28 часов практических занятий и 60 часов СРС. По итогам освоения курса сдается экзамен (36 часов). Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных единицы (180 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 семестра) Формы промежуточной аттестации (по семестрам)
				Всего	Лекции	Лабораторные	Практи-	СРС	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	Введение.	7	1	3	1	--	-	2	Проверка домашних заданий
1.	Основные понятия теории случайных процессов. Методы статистического описания случайных процессов и сигналов.	7	1-3	25	5	4	6	10	Контрольная работа
2.	Спектральное представление случайных сигналов.	7	4-5	20	4	4	4	8	
3.	Модели случайных процессов и сигналов: нормальный случайный процесс; узкополосный случайный процесс; импульсные случайные процессы; марковские процессы.	7	6-8	26	6	4	6	10	Проверка домашних заданий

№ 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)
				28	4	6	8	10	
4.	Детерминированные преобразования случайных процессов. Линейная фильтрация шума	Семестр	1-5	28	4	6	8	10	Проверка домашних заданий промежуточной аттестации (по семестрам)
5.	Природа шума в радиофизических системах и шумовые характеристики	7	11-12	20	4	4	2	10	Проверка домашних заданий
6.	Случайные поля волны.	7	13-14	18	4	4	--	10	
7.	Промежуточная аттестация – 36ч.								Экзамен
8.	Итого: 180	7		144	28	28	28	60	

4.2. Содержание дисциплины «Теория случайных процессов»

Введение. Источники случайности в реальных системах. Роль шумов и случайных сигналов в системах связи.

Тема 1. Основные понятия теории случайных процессов. Статистические характеристики случайного процесса. Многомерная плотность вероятности, функция распределения, характеристическая функция случайного процесса. Моментные функции случайных процессов. Стационарные случайные процессы. Характеристики совокупности случайных процессов. Вероятностная сходимость случайной последовательности. Непрерывность, дифференцируемость, интеграл для случайного процесса. Усреднение по времени. Эргодические случайные процессы.

Тема 2. Спектральное представление случайных процессов. Спектральное представление нестационарных случайных процессов.

Спектральная плотность мощности стационарного случайного процесса. Теорема Винера - Хинчина. Взаимный спектр стационарно-связанных процессов. Ширина спектра. Белый шум.

Тема 3. Модели случайных процессов и сигналов.

- **Нормальный случайный процесс и его свойства.** Определение нормального (гауссова процесса). Характеристики и свойства нормальных процессов.
- **Узкополосный случайный процесс.** Определение узкополосного случайного процесса. Свойство корреляционной функции узкополосного процесса. Огибающая и фаза стационарного случайного процесса, квадратурные составляющие.
- **Импульсные случайные процессы.** Классификация импульсных случайных процессов. Пуассоновская последовательность случайных импульсов и ее свойства. Теоремы Карсона и Кемпбелла.
- **Марковские процессы.** Определение марковского процесса. Свойства марковских процессов. Марковские цепи. Дискретные марковские процессы. Диффузионные процессы.

Тема 4. Детерминированные преобразования случайных процессов. Функциональное преобразование случайных процессов. Преобразование закона распределения случайного процесса. Функциональное преобразование совокупности случайных процессов. Преобразование случайных процессов линейными инерционными системами. Преобразование основных моментных функций и спектральной плотности мощности. Преобразование закона распределения. Эффект нормализации процесса на выходе фильтра. Линейная фильтрация

шума: согласованный фильтр; идеальный винеровский фильтр, дискретный и аналоговый фильтры Калмана-Бьюсси.

Тема 5. Природа шума в радиофизических системах и шумовые характеристики радиоустройств. Естественные и технические источники шума в радиоустройствах, их природа и статистические характеристики. Тепловой шум активного сопротивления. Теорема Найквиста. Дробовой шум. Формула Шоттки. Другие источники шума: наведённый шум, шум токоперехвата, шум генерации-рекомбинации, фликкер-шум. Эквивалентные шумовые схемы двухполюсников и четырёхполюсников. Коэффициент шума линейного четырёхполюсника и связанные с ним характеристики. Методы измерения коэффициента шума.

Тема 6. Случайные поля и случайные волны. Понятие случайного поля. Характеристики случайных полей. Однородные и изотропные случайные поля. Пространственная корреляция и пространственный спектр. Модели и статистические характеристики случайных волн. Дифракция случайных волн. Дифракционное изменение радиуса корреляции. Теорема Ван Циттерта-Цернике. Рассеяние электромагнитных волн в статистически неоднородных средах. Релеевское рассеяние, интенсивность и корреляционная функция рассеянной волны. Коэффициент рассеяния.

4.3. План лабораторных занятий по дисциплине «Теория случайных процессов» (в объеме 32 часа).

Тема 1: Основные понятия теории случайных процессов

(Количество академических часов – 4)

Лабораторная работа № 1. Определение одномерной плотности вероятности и одномерных моментов случайного процесса.

Цель работы: Ознакомиться с методом получения стационарной одномерной плотности вероятности эргодического процесса на основании обработки одной реализации во времени. Исследовать распределение значений, создаваемых генератором случайных чисел GASDEV.

Тема 2: Спектральное представление случайных процессов

(Количество академических часов – 4)

Лабораторная работа № 2. Спектрально-корреляционный анализ случайной последовательности, создаваемой генератором случайных чисел GASDEV.

Цель работы: Ознакомиться с методами расчета корреляционной функции и спектральной плотности мощности случайного процесса. Исследовать корреляционную функцию и спектр мощности последовательности значений, создаваемых генератором случайных чисел GASDEV.

Тема 3: Модели случайных процессов и сигналов

(Количество академических часов – 6)

Лабораторная работа № 3. Исследование низкочастотного гауссова шума.

Цель работы: Ознакомиться со свойствами низкочастотного гауссова шума, представляющего собой одномерный процесс Орнштейна-Уленбека:

$$\dot{X} + \alpha X = \sqrt{2D}n(t), \quad \alpha < 1,$$

где $n(t)$ -- нормированный источник нормального белого шума, D – константа, задающая интенсивность шума, α -- параметр, управляющий временем корреляции процесса.

Лабораторная работа № 4. Исследование гармонического гауссова шума.

Цель работы: Ознакомиться со свойствами гармонического гауссова шума, представляющего собой двумерный процесс Орнштейна-Уленбека:

$$\dot{X} + \alpha X = \sqrt{2D}n(t)$$

где $n(t)$ -- нормированный источник нормального белого шума, D – константа, задающая интенсивность шума.

Тема 4: Детерминированные преобразования случайных процессов

(Количество академических часов – 4)

Лабораторная работа № 5 Нелинейное функциональное преобразование гауссова белого шума.

Цель работы: Исследовать преобразование закона распределения и моментных функций заданного процесса нелинейным функциональным преобразователем.

Лабораторная работа № 6. Нормализация на выходе фильтра.

Цель работы: Исследование явления нормализации случайного процесса на выходе фильтра и условий его реализации.

Лабораторная работа № 7. Дискретный фильтр Калмана.

Цель работы: Ознакомиться с работой дискретного квазиоптимального фильтра Калмана. Сравнить результаты фильтрации данных при выборке значений с различным шагом. Сравнить численно полученную среднеквадратическую ошибку оценки с теоретической.

Тема 5. Природа шума в радиофизических системах и шумовые характеристики радиоустройств

(Количество академических часов – 4)

Лабораторная работа № 8. Исследование распределения флуктуаций амплитуды и фазы в генераторе Ван дер Поля с аддитивным белым гауссовым шумом.

Цель работы: Исследовать численные решения безразмерных стохастических уравнений зашумленного квазигармонического генератора Ван дер Поля

$$\begin{aligned}\dot{X} &= Y, \\ \dot{Y} &= (\varepsilon - X^2)Y - X + \sqrt{2D}n(t),\end{aligned}$$

где $n(t)$ - нормированный источник нормального белого шума, D – константа, задающая интенсивность шума, ε – параметр, управляющий режимом генерации. Сравнить полученные в результате численных расчетов стационарные распределения амплитуды и фазы с данными приближенной теории. Определить предельную интенсивность шума, для которой выводы теории еще достаточно хорошо соответствуют численным результатам.

Лабораторная работа № 9. Исследование корреляционной функции и спектральной плотности мощности колебаний зашумленного генератора.

Цель работы: Исследовать численные решения безразмерных стохастических уравнений зашумленного квазигармонического генератора Ван дер Поля и сравнить полученные в результате численных расчетов корреляционные функции и спектры мощности с соответствующими характеристиками, рассчитываемыми по формулам, полученным в рамках приближенной теории.

Лабораторная работа № 10. Численное моделирование дробового шума.

Цель работы: Знакомство со свойствами дробового шума, как флуктуации процесса, задаваемого случайной последовательностью пуассоновских импульсов.

Тема 6. Случайные поля и случайные волны

(Количество академических часов – 4)

Лабораторная работа № 11. Моделирование бегущих волн в среде со случайными неоднородностями.

Цель работы: Исследовать влияние случайной неоднородности на распространение волн в одномерной среде и рассчитать статистические характеристики случайных волн.

Лабораторные работы проводятся с использованием методов компьютерного моделирования в вычислительном центре кафедры радиофизики и нелинейной динамики.

4.4. План практических занятий по дисциплине «Статистическая радиофизика» (в объеме 16 часов).

Тема 1: Основные понятия теории случайных процессов

Количество академических часов – 6.

Тема 2: Спектральное представление случайных процессов

Количество академических часов – 4.

Тема 3: Модели случайных процессов и сигналов

Количество академических часов – 6.

Тема 4: Детерминированные преобразования случайных процессов

Количество академических часов – 8.

Тема 5: Природа шума в радиофизических системах и шумовые характеристики радиоустройств

Количество академических часов – 2.

Примеры задач для решения на практических занятиях даны в Приложении *Фонд оценочных средств текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине «Статистическая радиофизика»*

5. Образовательные технологии, применяемые при освоении дисциплины «Теория случайных процессов»

Рабочая программа курса «Теория случайных процессов» включает лекционные занятия, сопровождаемые компьютерными презентациями (33% аудиторной нагрузки по данному курсу), а также лабораторные и практические занятия (67% нагрузки). Общая образовательная схема дисциплины строится по традиционной технологии обучения: сначала учебный материал сжато преподносится студентам лекционным методом, а затем прорабатывается и усваивается в процессе лабораторных и практических занятий, а также самостоятельной работы студентов. Результаты обучения проверяются в форме экзамена. Для самостоятельной работы предлагаются задания, требующие чтения специальной литературы и использования возможностей интернета.

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).

Освоение курса «Теория случайных процессов» допускает выполнение практических работ самостоятельно в домашних условиях. Предполагается, что данные работы могут быть реализованы в рамках дистанционного обучения.

Обучающиеся инвалиды и лица с ограниченными возможностями здоровья обеспечиваются электронными образовательными ресурсами: электронными пособиями, презентациями лекционных курсов, программным обеспечением для реализации компьютерных лабораторных и практических работ. Предусмотрена возможность получения данных средств на университетских и кафедральных сайтах, а также при непосредственном общении с преподавателем по электронной почте.

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 случайных процессов» играет самостоятельная работа студентов. Самостоятельная работа способствует:

1. углублению и расширению знаний;
2. формированию интереса к познавательной деятельности;
3. овладению приёмами процесса познания;
4. 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, практических занятиях);
- внеаудиторная самостоятельная работа.

Виды самостоятельной работы студента

Освоение дисциплины «Теория случайных процессов» предполагает следующие виды самостоятельной работы:

- изучение теоретического материала по конспектам лекций и рекомендованным учебным пособиям, монографической учебной литературе, справочным источникам;
- самостоятельное изучение некоторых теоретических вопросов, выделенных в программе дисциплины, нерассмотренных на лекциях;
- решение задач и выполнение заданий теоретического характера, расчетных и графических по всем разделам дисциплины в процессе подготовки к практическим занятиям.

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 и практическим занятиям. Подготовка к контрольной работе.	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 и практическим занятиям.	см. раздел 8 «Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины»

	ям. Подготовка к контрольной работе.	
Тема 3	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 4	Проработка конспектов лекций и вопросов, вынесенных на самостоятельное изучение с помощью основной и дополнительной литературы. Подготовка к лабораторным и практическим занятиям. Подготовка к контрольной работе.	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. Подготовка к лабораторным и практическим занятиям.	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»
Итого часов на самостоятельную работу: 60 часов		

Порядок выполнения и формы текущего контроля самостоятельной работы студентов

1. Предусмотрена еженедельная самостоятельная работа обучающихся по изучению теоретического лекционного материала, а также теоретического материала, предназначенного для самостоятельного изучения. Контроль выполнения этой работы предусмотрен при проведении контрольных опросов и в ходе промежуточной аттестации по данной дисциплине;
2. Предусмотрена еженедельная самостоятельная работа по подготовке к лабораторным и практическим занятиям, самостоятельное изучение теоретического материала, необходимого для выполнения лабораторных и практических работ, оформление результатов лабораторных работ, решение ряда задач, выполнение и письменное оформление заданий теоретического характера. Контроль выполнения этой самостоятельной работы предусмотрен в рамках проведения лабораторных и практических занятий, а также при проведении контрольных работ.

Промежуточная аттестация студента осуществляется в соответствии с учебным планом в конце шестого 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 случайных процессов»

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
7	10	20	20	10	0	0	40	100

Программа оценивания учебной деятельности студента

7 семестр

Лекции

Посещаемость, опрос, активность и др. за один семестр – от 0 до 10 баллов.

Критерии оценки:

- не более 50% от числа занятий в семестре – 0 баллов,
- от 51% до 60% – 1-2 балла;
- от 61% до 70% – 3-4 балла;
- от 71% до 80% – 5-6 баллов;
- от 81% до 90% – 7-8 баллов;
- не менее 91% занятий – 10 баллов.

Лабораторные занятия

от 0 до 20 баллов.

Критерии оценки:

Выполнение лабораторных работ – 0-20 баллов.

Практические занятия

от 0 до 20 баллов.

Критерии оценки:

Подготовка рефератов или выступлений по темам контрольных вопросов – 0-10 баллов

Решение практических задач – 0-10 баллов

Самостоятельная работа

от 0 до 10 баллов.

Критерии оценки:

Подготовка ответов на приводимые контрольные вопросы – 0-10 баллов.

Автоматизированное тестирование

-

Другие виды учебной деятельности

-

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 6 семестр по дисциплине «Теория случайных процессов» составляет 100 баллов.

Таблица 2. Пересчет полученной студентом суммы баллов по дисциплине «Теория случайных процессов» 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 курса «Теория случайных процессов»

а) литература:

1. Хохлов А.В., Шабунин А.В., Вадивасова Т.Е. Сигналы. Методы описания, модели, информационные возможности (уч. пособие для студентов и аспирантов физических специальностей университетов). – Изд-во Саратов. ун-та., Саратов, 2011. (В НБ СГУ – 35 экз.)
2. Астахов В.В., Вадивасова Т.Е., Хохлов А.В. Радиоп физика. Задачи и упражнения: Учебное пособие. - Саратов. Изд-во Саратов. ун-та, 2008. (В НБ СГУ – 101 экз.)
5. Шахтарин Б.И. Случайные процессы в радиотехнике Т.1. Линейные преобразования. Т.2 Нелинейные преобразования. – М.: Гелиос АРВ, 2006. (В НБ СГУ – 10 экз. (Т.1))
6. Розанов Ю. А. Лекции по теории вероятностей. Физтеховский учебник, 3-е изд. - Долгопрудный: Интеллект, 2008. (В НБ СГУ -- 12 экз.)
7. Миллер Б. М., Панкратов А.Р. Теория случайных процессов в примерах и задачах. - Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2007. (В НБ СГУ -- 27 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

- Лекционные аудитории Института физики и кафедры радиоп физики и нелинейной динамики (ауд. 34 и 38 3-го учебного корпуса), компьютерный класс кафедры радиоп физики и нелинейной динамики (ауд. 52 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.
- Мультимедиа-проектор.

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 радиоп физики и нелинейной динамики, протокол № 2 от 20.09.2021 года.