

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет им.
Н.И. Лобачевского»**

Радиофизический
(факультет / институт / филиал)

УТВЕРЖДЕНО
решением президиума Ученого совета ННГУ
протокол от
«14» декабря 2021 г. № 4

Рабочая программа дисциплины (модуля)

Статистическая радиофизика
(наименование дисциплины (модуля))

Бакалавриат

(бакалавриат / магистратура / специалитет)

03.03.03 Радиофизика

(указывается код и наименование направления подготовки / специальности)

Фундаментальная радиофизика

(указывается профиль / магистерская программа / специализация)

Бакалавр

(бакалавр / магистр / специалист)

Очная

(очная / очно-заочная / заочная)

Нижний Новгород

2022

1. Место и цели дисциплины (модуля) в структуре ОПОП

Дисциплина «Статистическая радиофизика» относится к разделу Б1.Б «Базовая часть» и читается на 4 курсе (в 7 семестре) бакалавриата.

Целями освоения дисциплины являются:

- ознакомление с основными статистическими методами применяемыми в радиофизических теоретических и экспериментальных исследованиях;
- изучение основ спектрально-корреляционного анализа;
- знакомство с постановкой и решением задач оптимальной обработки сигналов.

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями выпускников)

Формируемые компетенции (код компетенции, уровень освоения – при наличии в карте компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), характеризующие этапы формирования компетенций
<i>ОПК-1</i> Этап освоения <u>базовый</u>	З1 (ОПК-1) Иметь базовые знания в области математики и естественных наук, их использованию в профессиональной деятельности в области радиофизики
<i>ОПК-2</i> Этап освоения <u>базовый</u>	У1 (ОПК-2) Уметь самостоятельно приобретать новые знания, используя современные образовательные и информационные технологии в области радиофизики

3. Структура и содержание дисциплины (модуля)

Объем дисциплины (модуля) составляет 5 зачетных единиц, всего 180 часов, из которых 82 часа составляет контактная работа обучающегося с преподавателем (48 часов занятия лекционного типа, 32 часа занятий семинарского типа, 2 часа мероприятия промежуточной аттестации), 53 часа составляет самостоятельная работа обучающегося, 45 часов отведено на подготовку к экзамену.

Содержание дисциплины (модуля)

Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины (модуля), форма промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)	Всего (часы)	В том числе				
		Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы из них			Всего	Самостоятельная работа обучающегося, часы
		Занятия лекционного типа	Занятия семинарского типа	Занятия лабораторного типа		
Тема 1. Математические модели дискретных систем передачи информации	23	9	6		15	8
Тема 2. Пропускная способность дискретных каналов связи с шумами. Кодирование при наличии помех	24	9	6		15	9
Тема 3. Основы помехоустойчивого кодирования.	23	9	5		14	9
Тема 4. Элементы теории случайных процессов.	23	9	5		14	9
Тема 5. Спектрально - корреляционный анализ случайных процессов	23	9	5		14	9
Тема 6. Элементы теории теории информации и кодирования	17	3	5		8	9
В т.ч. текущий контроль	2	0	2		2	
Промежуточная аттестация – экзамен						

4. Образовательные технологии

Реализация компетентного подхода предусматривает использование в учебном процессе следующих форм проведения занятий.

При чтении лекций используется **активная** форма, заключающаяся в разборе конкретных ситуаций, возникающих при анализе рассматриваемых физических явлений (анализ корректности постановки задачи, выявление физического смысла полученного результата).

Используются следующие **интерактивные** формы проведения занятий:

- Предоставление студентам адресов необходимых Интернет-ресурсов.
- Обмен со студентами адресами электронной почты для обеспечения оперативного взаимодействия.
- Отправка студентам электронных писем, содержащих необходимые образовательные ресурсы

(материалы к лекциям, персональные задания к зачёту).

– Предоставление студентам возможности обсуждения проблем, возникающих при освоении дисциплины, с использованием сети Интернет.

В рамках данного учебного курса предусмотрены встречи с представителями российских и зарубежных компаний Intel, Nokia Siemens Networks и др. с целью формирования и развития профессиональных навыков обучающихся, решения прикладных задач с помощью компьютерных симуляций, стимулирования внеаудиторной работы.

5. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Используются виды самостоятельной работы студента: в читальном зале библиотеки, в учебных кабинетах (лабораториях), компьютерных классах, с доступом к ресурсам Интернет и в домашних условиях. Порядок выполнения самостоятельной работы соответствует программе курса и контролируется в ходе проведения лекционных занятий и в конце курса при проведении экзамена по данной дисциплине. Самостоятельная работа подкрепляется учебно-методическим и информационным обеспечением, включающим рекомендованные учебники и учебно-методические пособия, а также конспекты лекций.

– во время лекций формулируются проблемы, которые студенты должны решить самостоятельно. На последующих лекциях проводится открытое обсуждение полученных результатов и даётся правильное решение.

– задания для проведения промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины (см. Раздел 6.4) выдаются студентам заранее. В случае необходимости проводятся индивидуальные консультации.

6. Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)

6.1 Перечень компетенций выпускников образовательной программы с указанием результатов обучения (знаний, умений, владений), характеризующих этапы их формирования, описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования:

ОПК-1: Способность к овладению базовыми знаниями в области математики и естественных наук, их использованию в профессиональной деятельности

Индикаторы компетенции	Критерии оценивания (дескрипторы)						
	«плохо»	«неудовлетворительно»	«удовлетворительно»	«хорошо»	«очень хорошо»	«отлично»	«превосходно»
<u>Знания</u> Иметь базовые знания в области математики и естественных наук в профессиональной деятельности в области радиотехники	Полное отсутствие умения использовать базовые знания в области математики и естественных наук в профессиональной деятельности	Отсутствие умения использовать базовые знания в области математики и естественных наук в профессиональной деятельности	Умение в целом использовать базовые знания в области математики и естественных наук в профессиональной деятельности	Умение использовать базовые знания в области математики и естественных наук в профессиональной деятельности	Умение использовать базовые знания в области математики и естественных наук в профессиональной деятельности	Умение свободно использовать базовые знания в области математики и естественных наук в профессиональной деятельности	Умение свободно определять необходимость использования базовых знаний в области математики и естественных наук в профессиональной деятельности

	сти в области радиофизики. Невозможность оценить полноту знаний вследствие отказа обучающегося от ответа	области радиофизики	области радиофизики	радиофизики с небольшими ошибками	области радиофизики	области радиофизики	нальной деятельности в области радиофизики
<u>Шкала оценок по проценту правильных контрольных заданий</u>	0-20%	20-50%	50-70%	70-80%	80-90%	90-99%	100%

ОПК-2: Способность самостоятельно приобретать новые знания, используя современные образовательные и информационные технологии

Индикаторы компетенции	Критерии оценивания (дескрипторы)						
	«плохо»	«неудовлетворительно»	«удовлетворительно»	«хорошо»	«очень хорошо»	«отлично»	«превосходно»
<u>Умения</u> <i>Уметь</i> самостоятельно приобретать новые знания, используя современные образовательные и информационные технологии и в области радиофизики	Полное отсутствие умения самостоятельно приобретать новые знания, используя современные образовательные и информационные технологии и в области радиофизики. Невозможность оценить полноту умений	Отсутствие умения самостоятельно приобретать новые знания, используя современные образовательные и информационные технологии и в области радиофизики	Умение в самостоятельно приобретать новые знания, используя современные образовательные и информационные технологии и в области радиофизики в минимальном количестве	Умение самостоятельно приобретать новые знания, используя современные образовательные и информационные технологии и в области радиофизики с некоторыми ошибками	Умение самостоятельно приобретать новые знания, используя современные образовательные и информационные технологии и в области радиофизики с небольшими погрешностями	Умение самостоятельно приобретать новые знания, используя современные образовательные и информационные технологии и в области радиофизики	Умение самостоятельно приобретать новые знания, используя современные образовательные и информационные технологии и в области радиофизики

	вследствие отказа обучающегося от ответа						
<u>Шкала оценок по проценту правильных контрольных заданий</u>	0-20%	20-50%	50-70%	70-80%	80-90%	90-99%	100%

6.2. Описание шкал оценивания

Используется традиционная семибалльная шкала оценивания, утвержденная приказом ректора ННГУ от 10.10.2002 №229_ОД.

№ пп	Оценка, её обозначение и соответствующий ей числовой балл	Определение (уровень подготовки, характеризуемый оценкой)	Средний % студентов, получивших указанную оценку
1	Превосходно (прев; 5,5)	Превосходная подготовка с очень незначительными погрешностями	10%
2	Отлично (отл; 5)	Подготовка, уровень которой существенно выше среднего с некоторыми ошибками	25%
3	Очень хорошо (очхор; 4,5)	В целом хорошая подготовка с рядом заметных ошибок	30%
4	Хорошо (хор; 4)	Хорошая подготовка, но со значительными ошибками	25%
5	Удовлетворительно (уд; 3)	Подготовка, удовлетворяющая минимальным требованиям	10%
6	Не удовлетворительно (неуд; 2)	Необходима дополнительная подготовка для успешного прохождения испытания	
7	Плохо (плох; 1)	Подготовка совершенно недостаточная	

6.3. Критерии и процедуры оценивания результатов обучения по дисциплине, характеризующих этапы формирования компетенций

Для оценивания результатов обучения в виде знаний используются следующие процедуры и технологии:

- письменные и устные ответы на вопросы.

Для оценивания результатов обучения в виде умений и владений используются следующие процедуры и технологии:

- контрольные задания.

Для проведения итогового контроля сформированности компетенции используется

- устное собеседование.

6.4. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения, характеризующих этапы формирования компетенций и (или) для итогового контроля сформированности компетенции

Примеры контрольных вопросов для промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины (ОПК-1):

1. Совершенно случайные процессы, марковские процессы и их описание.
2. Характеристическая функция, определение и свойства
3. Условные плотности вероятностей, их свойства и связь с многомерными безусловными плотностями вероятностей

Примеры контрольных вопросов для промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины (ОПК-2):

1. Корреляционная и ковариационная функции случайного процесса. Коэффициент корреляции.
2. Многомерная характеристическая функция и плотность вероятностей гауссовского процесса.
3. Информация необходимая для полного описания гауссовского случайного процесса.

Примеры контрольных вопросов для промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины (ОПК-1, ОПК-2):

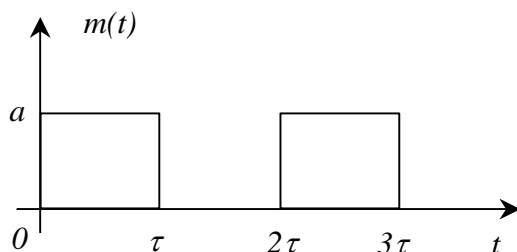
1. Эргодичность случайных процессов.
2. Необходимые и достаточные условия эргодичности по отношению к среднему значению, корреляционной функции, одномерной плотности вероятности.
3. Экспериментальное измерение основных статистических характеристик эргодических случайных процессов.

Для оценки сформированности компетенций ОПК-1 и ОПК-2 служат практические контрольные задания (ПКЗ). Примеры типовых ПКЗ:

Задача 1.

На вход фильтра, согласованного с сигналом $m(t)$ (см. рис.), поступает аддитивная смесь сигнала и "белого" шума $x(t)=m(t)+\xi(t)$ ($K_{\xi}[\tau]=D\xi\delta(\tau)$).

Найти импульсную переходную характеристику, отклик на полезный сигнал, корреляционную функцию шумовой составляющей на выходе, отношение сигнал/шум на выходе и предложить схему реализации фильтра.



Задача 2

Случайный процесс $x(t)$ представляет собой сумму квадратурных составляющих:

$$x(t)=A_c(t)\cos\omega_0 t+A_s(t)\sin\omega_0 t$$
 где $A_c(t)$ и $A_s(t)$ - статистически независимые гауссовы случайные процессы с равными нулю средними значениями и с одинаковыми дисперсиями σ^2 . Этот же случайный процесс может быть записан в следующем виде:

$x(t)=A(t)\cos[\omega_0 t-\varphi(t)]$, где φ - случайная начальная фаза процесса $x(t)$, $A=\sqrt{A_s^2+A_c^2}$ - случайная амплитуда.

Найти вероятностные распределения

а) случайного процесса $x(t)$

б) случайной амплитуды A

в) случайной начальной фазы φ

Задача3

На вход нелинейного безынерционного элемента с характеристикой

$$y = 2x \cdot 1(x) = \begin{cases} 2x, & x > 0 \\ 0, & x < 0 \end{cases}$$

подается случайный телеграфный процесс, принимающий два значения $+a$, $-a$ с равной вероятностью. Смена знака происходит в случайные моменты времени. Вероятность того, что на временном интервале длительности T произойдет ровно m смен знаков описывается законом Пуассона и равна

$$P(m, T) = \frac{(\lambda T)^m}{m!} e^{-\lambda T}$$

Найти корреляционную функцию и спектральную плотность мощности процесса на выходе.

6.5. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания.

- Положение «О проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся в ННГУ», утвержденное приказом ректора ННГУ от 13.02.2014 г. №55-ОД,
- Положение о фонде оценочных средств, утвержденное приказом ректора ННГУ от 10.06.2015 №247-ОД.

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

7.1. Рекомендуемая литература.

а) основная литература:

1. Бочков Г.Н., Гурбатов С.Н., Зачепиская Л.П., Клибанова И.М., Малахов А.Н., Мальцев А.А., Якимов А.В. Сборник задач по статистической радиофизике
2. Рытов С.М. Введение в статистическую радиофизику. Часть 1. М.: Наука, 1976.
3. Тихонов В.И. Статистическая радиотехника. М.: Радио и связь, 1982.
4. Левин Б.Р. Теоретические основы статистической радиотехники. М.: Радио и связь, 1989.
5. Тихонов В.И., Харисов И.Н. Статистический анализ и синтез радиотехнических устройств и систем. М.: Радио и связь, 1991.
6. Зачепиская Л.П., Клибанова И.М. Измерение простейших характеристик случайных процессов, Горький, ГГУ, 1986.
7. Малахов А.Н., Саичев А.И. Спектрально-корреляционный анализ случайных процессов. Горький, ГГУ, 1979.

б) дополнительная литература:

1. Прокис Дж. Цифровая связь. Пер. с англ. М.: Радио и связь, 2000.
2. Финк Л.М. Теория передачи дискретных сообщений. М.: Сов. радио, 1970.

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

- аудиторный фонд ННГУ,
- аудитория для работы с мультимедийным проектором.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВПО/ВО с учетом рекомендаций

и ОПОП ВПО по направлению **03.03.03 Радиофизика** (уровень бакалавриата).

Автор (ы) _Мальцев А.А.____

Рецензент (ы) ____Грязнова И.Ю.____

Заведующий кафедрой _____ Мальцев А.А.

Программа одобрена на заседании методической комиссии радиофизического факультета
от «9» декабря 2021 года, протокол № 07/21