

МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
(ФГБОУ ВПО «ВГУ»)

УТВЕРЖДАЮ

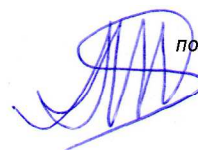
Заведующий кафедрой  
радиофизики

наименование кафедры, отвечающей за реализацию дисциплины

(Трифонов А.П.)

подпись, расшифровка подписи

7.07.2016г.



Б1.В.ДВ.1.1 Фракталы в радиофизике

*Код и наименование дисциплины в соответствии с Учебным планом*

1. Шифр и наименование направления подготовки: 03.04.03 Радиофизика
2. Программа: Статистическая радиофизика
3. Квалификация (степень) выпускника: магистр
4. Форма обучения: очная
5. Кафедра, отвечающая за реализацию дисциплины: кафедра радиофизики
6. Составители программы: Зюльков Александр Владимирович, к.ф.-м.н., доцент
7. Рекомендована: заседанием кафедры радиофизики прот. №7. от 8.06.2016г.
8. Учебный год: 2016/2017 Семестр(ы): 3
9. Цели и задачи учебной дисциплины

Цель преподавания дисциплины – ознакомление студентов с современными моделями и методами статистической радиофизики. В данном курсе рассматриваются детерминированные и случайные самоподобные математические модели; способы определения, оценки их параметров и моделирования; использования рассмотренных моделей в задачах радиофизики. Задачи изучения дисциплины “Фракталы в радиофизике” состоят в овладении современными математическими моделями и методами их использования в радиофизике.

10. Место учебной дисциплины в структуре ООП: Вариативная часть учебного плана, дисциплина по выбору для магистров

Дисциплина опирается на курсы: Теория вероятностей, Статистическая радиофизика

11. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины:

1. **ОПК-4** - способность к свободному владению профессионально-профилированными знаниями в области информационных технологий, использованию современных компьютерных сетей, программных продуктов и ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет"

Студент должен

Знать

Основные научные Интернет-ресурсы и программы моделирования фрактальных случайных множеств и оценки их размерности.

Уметь:

Обоснованно оценивать возможности и пользоваться программными продуктами для моделирования и анализа фракталов.

Владеть:

Знаниями в области информационных технологий и использования современных компьютерных сетей.

2. **ПК-1** - способность использовать в своей научно-исследовательской деятельности знание современных проблем и новейших достижений физики и радиофизики.

Студент должен

Знать

- Возможности использования фрактальных моделей в радиофизике;
- Основные понятия, характеристики и методы, используемые в самоподобных и самоаффинных моделях детерминированных и случайных процессов;
- Причины использования самоподобных моделей, их место среди других моделей, области применимости, преимущества и недостатки;
- Типы фрактальных моделей детерминированных и случайных процессов и их описание.

Уметь:

- Рассчитывать фрактальные размерности различных геометрических фракталов;
- Определять фрактальные размерности реализаций различных случайных процессов;
- Оценивать фрактальные размерности по экспериментальным данным.

Владеть:

- Минимальными теоретическими сведениями о фрактальных множествах и их описании;
- Навыками использования современных программных продуктов моделирования и оценки фрактальной размерности экспериментальных данных.

## 12. Структура и содержание учебной дисциплины:

12.1 Объем дисциплины в зачетных единицах/часах в соответствии с учебным планом — 4 /144

### 12.2 Виды учебной работы:

Вид учебной работы	Трудоемкость (часы)			
	Всего	По семестрам		
		3		
Аудиторные занятия	56	56		
в том числе: лекции	26	26		
практические				
лабораторные	26	26		
Самостоятельная работа	92	92		
Подгот.	0	0		
Итого:	144	144		
	зачет	зачет		

### 12.3. Содержание разделов дисциплины:

*Лекции:*

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела дисциплины
1	Цели, задачи и предмет курса. Понятие фрактала и фрактальной размерности.	<i>Цели и задачи курса. Предмет курса. Понятие фрактала. Фракталы и хаос. Симметрия и ее виды. Самоподобие и самоафинность. Топологическая и фрактальная размерности. Размерность Хаусдорфа. Способы ее вычисления для самоподобных фракталов.</i>
2	Детерминированные фракталы и мультифракталы.	<i>Примеры фрактальных множеств. Геометрическое и арифметическое описание. Аттракторы и репеллеры ковра Серпинского. Подобие в физике. Самоподобие степенных законов. Итерации Ньютона и множество Жюлиа. Системы итерированных функций. Афинные преобразования.</i>
3	Фрактальные размерности и их виды.	<i>Неоднородные фрактальные множества. Мультифракталы. Спектр фрактальных размерностей и функция мультифрактального спектра. Фрактальная размерность <math>D_0</math>. Информационная размерность <math>D_1</math>. Корреляционная размерность <math>D_2</math>. Другие виды фрактальных размерностей. Толстые фракталы и показатели скейлинга.</i>
4	Инвариантные вероятностные распределения и случайные фракталы.	<i>Вероятностные степенные законы. Распределения с "утяжеленными хвостами". Инвариантные вероятностные распределения (устойчивые, безгранично делимые). Самоподобные случайные процессы. Фрактальные свойства реализации винеровского процесса. Дробное броуновское движение и процесс авторегрессии-скользящего среднего. Устойчивые случайные процессы и процессы Леви. Обобщенный белый шум. Шумы с энергетическим спектром <math>f^{-\alpha}</math>. Методы моделирования.</i>
5	Фрактальные размерности случайных процессов и способы их вычисления.	<i>Фрактальная размерность коррелированного гауссовского случайного процесса. Примеры. Линейный случайный процесс и его фрактальная размерность. Примеры. Фрактальные точечные процессы. Методы оценки фрактальной размерности по экспериментальным данным</i>
6	Фрактальные модели в радиофизике. Моделирование фрактальных случайных процессов	<i>Фрактальные модели в радиофизике. Фрактальные антенные решетки. Фрактальные свойства и модели трафика телекоммуникационных систем. Методы моделирования.</i>

*Лабораторные занятия:*

№ темы	План занятия	Формы текущего контроля
2.	Итерационные методы построения фрактальных множеств.	сдача лаб. раб.
4.	Моделирование самоподобных случайных процессов.	сдача лаб. раб.
5.	Определение фрактальных размерностей данных.	сдача лаб. раб.
6.	Моделирование самоподобных случайных потоков.	сдача лаб. раб.

**12.4 Междисциплинарные связи с другими дисциплинами:**

№ п/п	Наименование дисциплин учебного плана, с которым организована взаимосвязь дисциплины рабочей программы	№ № разделов дисциплины рабочей программы, связанных с указанными дисциплинами
1	<i>Теория вероятностей</i>	4
2	<i>Статистическая радиофизика</i>	5, 6

**12.5. Разделы дисциплины и виды занятий:**

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Виды занятий (часов)				Всего
		Лекции	Практические	Лабораторные	Самостоятельная работа	

1	Цели, задачи и предмет курса. Понятие фрактала и фрактальной размерности.	4			16	20
2	Детерминированные фракталы и мультифракталы.	4		4	10	18
3	Фрактальные размерности и их виды.	4			10	14
4	Инвариантные вероятностные распределения и случайные фракталы.	6		4	26	36
5	Фрактальные размерности случайных процессов и способы их вычисления.	4		6	20	30
6	Фрактальные модели в радиофизике. Моделирование фрактальных случайных процессов	4		12	10	26
Итого:		26		26	92	128

### 13. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины:

### 13. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины:

#### а) основная литература:

1. Потапов А.А. Фракталы в радиофизике и радиолокации. / А.А. Потапов - М.: Логос, 2002г. - 664с.
2. Шелухин О.И. Фрактальные процессы в телекоммуникациях./ О.И. Шелухин, А.М. Тенякшев, А.В. Осин - М.: Радиотехника, 2003. - 480с.
3. Шредер М. Фракталы, хаос, степенные законы / М. Шредер - Ижевск: НИЦ "Регулярная и хаотическая динамика", 2001. – 528с.
4. Божокин С.В. Введение в теорию фракталов./ С.В. Божокин, Д.А. Паршин -Ижевск.: НИЦ "Регулярная и хаотическая динамика", 2001. – 128с.
5. Федер Е. Фракталы. / Е. Федер - Пер. с англ. - М.: Мир, 1991. - 254с.

#### б) дополнительная литература:

6. Морозов А.Д. Введение в теорию фракталов./ А.Д. Морозов -Ижевск.: НИЦ "Регулярная и хаотическая динамика", 2002. – 162с.
7. Кроновер Ричард М. Фракталы и хаос в динамических системах. Основы теории/ Ричард М. Кроновер; Пер. с англ. Т. Э. Кренкеля, А. Л. Соловейчика под ред. Т. Э. Кренкеля.- М.: Постмаркет, 2000.- 350 с.
8. Рюэль Д. Случайность и хаос. / Д. Рюэль - Ижевск.: НИЦ "Регулярная и хаотическая динамика", 2001. – 192с.
9. Зюльков И.А. Фрактальные размерности гауссовских случайных процессов/ И.А.Зюльков В.И.Парфенов // Радиолокация, навигация,связь:VI междунар.науч.-техн.конф.,25-27 апр.2000 г.— Б.м.—2000.—Т.1.—С.261-266.
10. Зюльков И.А. Фрактальная размерность линейных случайных процессов / И.А.Зюльков // Радиолокация, навигация, связь: VII междунар. науч.-техн. конф., 24-26 апр. 2001 г.—Б.м.— 2001.—Т. 1.— С. 58-63.
11. Марченко Б.Г. Вероятностные модели случайных сигналов и полей в прикладной статистической радиофизике./ Б.Г. Марченко, В.А. Омельченко - Киев: УМК, 1998г. – 176с.

#### в) информационные электронно-образовательные ресурсы:

№ п/п	Источник
1.	Электронная библиотека Зональной научной библиотеки Воронежского госуниверситета : электронно-библиотечная система. – URL : <a href="https://lib.vsu.ru/zgate?Init+elib.xml,simple_elib.xsl+rus">https://lib.vsu.ru/zgate?Init+elib.xml,simple_elib.xsl+rus</a>
2.	Электронно-библиотечная система "БиблиоТех" : электронно-библиотечная система. – URL : <a href="https://lib.vsu.ru/?p=4&amp;t=2d&amp;id=1486">https://lib.vsu.ru/?p=4&amp;t=2d&amp;id=1486</a>
3.	Электронно-библиотечная система «ЮПАЙТ» : электронно-библиотечная система. – URL : <a href="https://lib.vsu.ru/?p=4&amp;t=2d&amp;id=1457">https://lib.vsu.ru/?p=4&amp;t=2d&amp;id=1457</a>
4.	Электронно-библиотечная система BOOK.ru.(изд-во "КноРус") : электронно-библиотечная система. – URL : <a href="https://lib.vsu.ru/?p=4&amp;t=2d&amp;id=1436">https://lib.vsu.ru/?p=4&amp;t=2d&amp;id=1436</a>

5.	Национальный цифровой ресурс "РУКОНТ" : электронно-библиотечная система. – URL : <a href="https://lib.vsu.ru/?p=4&amp;t=2d&amp;id=1401">https://lib.vsu.ru/?p=4&amp;t=2d&amp;id=1401</a>
6.	Электронно-библиотечная система "ZNANIUM.COM" (изд-во "ИНФРА-М") : электронно-библиотечная система. – URL : <a href="https://lib.vsu.ru/?p=4&amp;t=2d&amp;id=1360">https://lib.vsu.ru/?p=4&amp;t=2d&amp;id=1360</a>
7.	Электронно-библиотечная система ibook.ru : электронно-библиотечная система. – URL : <a href="https://lib.vsu.ru/?p=4&amp;t=2d&amp;id=1344">https://lib.vsu.ru/?p=4&amp;t=2d&amp;id=1344</a>
8.	Электронно-библиотечная система IPRbooks : электронно-библиотечная система. – URL : <a href="https://lib.vsu.ru/?p=4&amp;t=2d&amp;id=1343">https://lib.vsu.ru/?p=4&amp;t=2d&amp;id=1343</a>
9.	Электронно-библиотечная система «КнигаФонд» : электронно-библиотечная система. – URL : <a href="https://lib.vsu.ru/?p=4&amp;t=2d&amp;id=1336">https://lib.vsu.ru/?p=4&amp;t=2d&amp;id=1336</a>
10.	Электронно-библиотечная система IQLib : электронно-библиотечная система. – URL : <a href="https://lib.vsu.ru/?p=4&amp;t=2d&amp;id=1310">https://lib.vsu.ru/?p=4&amp;t=2d&amp;id=1310</a>
11.	Электронно-библиотечная система "Издательство "Лань" : электронно-библиотечная система. – URL : <a href="https://lib.vsu.ru/?p=4&amp;t=2d&amp;id=1308">https://lib.vsu.ru/?p=4&amp;t=2d&amp;id=1308</a>
12.	Электронно-библиотечная система "Университетская библиотека online" : электронно-библиотечная система. – URL : <a href="https://lib.vsu.ru/?p=4&amp;t=2d&amp;id=1307">https://lib.vsu.ru/?p=4&amp;t=2d&amp;id=1307</a>
13.	Электронно-библиотечная система "Консультант студента" : электронно-библиотечная система. – URL : <a href="https://lib.vsu.ru/?p=4&amp;t=2d&amp;id=1306">https://lib.vsu.ru/?p=4&amp;t=2d&amp;id=1306</a>

#### 14. Материально-техническое обеспечение дисциплины:

Ноутбук HP Pavilion Dv9000, проектор BenQ MP575,

1. Учебная лаборатория кафедры.
2. Персональные компьютеры – 15 шт.
3. Программы «Maxima», «FracLab», «Fractan»

#### 15. Форма организации самостоятельной работы

Контроль самостоятельной работы реализуется с помощью опросов на лекциях и практических занятиях, промежуточной аттестации, вопросов по темам заданий и т.д.

#### 16. Критерии аттестации по итогам освоения дисциплины:

зачтено	Полное знание учебно-программного материала на уровне количественной характеристики. Способность самостоятельно ответить на дополнительные корректирующие вопросы преподавателя.
Не зачтено	Незнание основного программного материала. Неспособность скорректировать ответ под руководством преподавателя.

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЙ

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

**Направление/специальность 03.04.03 Радиофизика**

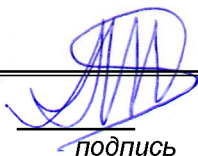
**Б1.В.ДВ.1.1 Фракталы в радиофизике**

Профиль подготовки Статистическая радиофизика

Форма обучения очная

Учебный год 2016/2017

Ответственный исполнитель  
Зав. кафедрой радиофизики  
должность, подразделение



подпись

(Трифонов А.П.)

расшифровка подписи

Исполнители  
Доц. кафедры радиофизики  
должность, подразделение  
СОГЛАСОВАНО



подпись

(Зюльков А.В.)

расшифровка подписи

Куратор ООП ВПО  
по направлению/ специальности



подпись

(Корчагин Ю.Э.)

расшифровка подписи

Зав.отделом обслуживания ЗНБ



подпись

(Белодедова Н.В)

расшифровка подписи

РЕКОМЕНДОВАНА НМС физического факультета

(наименование факультета, структурного подразделения)

протокол № 5 от 30.06.2016 г.