


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

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой
радиофизики
наименование кафедры, отвечающей за реализацию дисциплины


_____ Корчагин Ю.Э.
подпись, расшифровка подписи
31.08.2023_ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Б1. В.ОД.4 Цифровое моделирование
радиофизических процессов и систем

_____ *Код и наименование дисциплины в соответствии с учебным планом*

1. Код и наименование направления подготовки/специальности:

03.04.03 Радиофизика

2. Профиль подготовки/специализация: Статистическая радиофизика

3. Квалификация (степень) выпускника: магистрант

4. Форма обучения: очная

5. Кафедра, отвечающая за реализацию дисциплины: кафедра радиофизики

6. Составители программы: Радченко Ю.С., д.ф.м.н. профессор
(ФИО, ученая степень, ученое звание)

7. Рекомендована: заседанием кафедры радиофизики прот. № 1 от 31.08.2023

(наименование рекомендующей структуры, дата, номер протокола,

отметки о продлении вносятся вручную)

8. Учебный год: 2023/2024

Семестр(ы): 3

9. Цели и задачи учебной дисциплины: _____

Целью и задачами дисциплины является ознакомление с методами статистического моделирования случайных величин, случайных процессов и радиосистем, обрабатывающих стохастические сигналы. . Умение создавать прикладные программы статистического моделирования систем

10. Место учебной дисциплины в структуре ООП: (блок Б1, базовая или вариативная часть, к которой относится дисциплина; требования к входным знаниям, умениям и навыкам; дисциплины, для которых данная дисциплина является предшествующей))

Б1, вариативная

Дисциплина опирается на курсы: Высшая математика, Информатика, Теория вероятностей и математическая статистика, Статистическая радиофизика. Численные методы и математическое моделирование, радиотехнические цепи и сигналы

11. Планируемые результаты обучения по дисциплине/модулю (знания, умения, навыки), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями выпускников):

Компетенция		Планируемые результаты обучения
Код	Название	
ОК-1	способность к абстрактному мышлению, анализу, синтезу	знать: современные принципы моделирования процессов и систем уметь: Сформулировать задачу моделирования, выбрать нужный подход к построению модели владеть (иметь навык(и)): Пониманием типов моделей, их иерархией, планированием эксперимента и обработки результатов на ЭВМ, инструментами анализа и верификации полученных результатов
ОПК-3	способность к свободному владению знаниями фундаментальных разделов физики и радиофизики, необходимых для решения научно-исследовательских задач	Знать: современные разделы радиофизики Уметь: Сформулировать задачу статистического моделирования, выбрать нужный подход к построению модели Владеть: Набором инструментов и программных средств для построения моделей, планированием эксперимента и обработки результатов на ЭВМ, инструментами анализа и верификации полученных результатов
ПК-1	способность использовать в своей научно-исследовательской деятельности знание современных проблем и новейших достижений физики и радиофизики	Знать: Основное современное состояние исследований по радиофизике и смежным физическим проблемам, основные статистические пакеты для расчетов Уметь: Применять вычислительные алгоритмы для решения модельных задач Владеть: Современной вычислительной техникой и методологией постановки и интерпретации физического и машинного эксперимента
ПК-2	способность самостоятельно ставить научные задачи в	Знать: Основные принципы алгоритмизации научных задач, особенности применения вычислительных алгоритмов

	области физики и радиофизики и решать их	Уметь: Применять вычислительные алгоритмы для решения модельных задачи Владеть: Навыками приведения исходных физических задач к математическим соотношениям для формализации описания
ПК-3	способность применять на практике навыки составления и оформления научно-технической документации, научных отчетов, обзоров, докладов и статей	Знать: современное состояние подходов к оформлению итоговых результатов. Уметь: Применять математические и прочие пакеты для оформления результатов Владеть: Навыками представления полученных результатов в виде статей, докладов

12. Объем дисциплины в зачетных единицах/час. (в соответствии с учебным планом) — 4 / 144.

Форма промежуточной аттестации (зачет/экзамен) экзамен.

13. Виды учебной работы

Вид учебной работы	Трудоемкость			
	Всего	По семестрам		
		№ семестра 2	№ семестра	...
Аудиторные занятия	36	36		
в том числе: лекции	24	24		
практические	12	12		
лабораторные				
Самостоятельная работа	72	72		
Контроль	36	36		
Форма промежуточной аттестации (зачет – 0 час. / экзамен – ___ час.)	4.9	4.9		
Итого:	144	144		

13.1. Содержание дисциплины

п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела дисциплины
1. Лекции		
1.1	<i>Принципы статистического моделирования</i>	<i>Принципы статистического исследования систем. Иерархия моделей</i>
1.2	<i>Моделирование случайных величин и событий</i>	<i>Формирование непрерывных случайных величин с заданным распределением Разыгрывание случайных событий, дискретных случайных величин</i>
1.3	<i>Многомерное моделирование</i>	<i>Формирование векторных коррелированных величин</i>
1.4	<i>Моделирование непрерывных процессов</i>	<i>Моделирование непрерывных гауссовских случайных процессов</i>

		<i>Моделирование непрерывных негауссовских случайных процессов</i>
1.5	<i>Моделирование дискретных процессов</i>	<i>Моделирование пуассоновских процессов</i>
1.6	<i>Моделирование радиосистем</i>	<i>Принцип моделирования радиосистем. Типы моделей</i>
1.7	<i>Обработка и анализ результатов</i>	<i>Методы обработки результатов моделирования, ускорения моделирования и повышения точности</i>
2. Практические занятия		
3. Лабораторные работы		
3.1	<i>Моделирование случайных величин и событий</i>	Разыгрывание событий. Моделирование дискретных случайных величин
3.2	<i>Моделирование непрерывных процессов</i>	Моделирование непрерывных гауссовских случайных процессов
3.3	<i>Моделирование непрерывных процессов</i>	Моделирование непрерывных негауссовских случайных процессов
3.4	<i>Моделирование дискретных процессов</i>	<i>Моделирование пуассоновских процессов</i>

13.2. Темы (разделы) дисциплины и виды занятий

№ п/п	Наименование темы (раздела) дисциплины	Виды занятий (часов)				
		Лекции	Практические	Лабораторные	Самостоятельная работа	Всего
1	<i>Принципы статистического моделирования</i>	2	0		6	8
2	<i>Моделирование случайных величин и событий</i>	2	2		8	12
3	<i>Моделирование непрерывных гауссовских процессов</i>	6	4		12	22
4	<i>Моделирование непрерывных негауссовских процессов</i>	4	2		12	16
5	<i>Моделирование дискретных процессов</i>	2	2		8	12
6	<i>Моделирование радиосистем</i>	4			8	14
7	<i>Обработка и анализ результатов</i>	4	2		8	14
	Итого:	24	12		72	144

14. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

(рекомендации обучающимся по освоению дисциплины: работа с конспектами лекций, презентационным материалом, выполнение практических заданий, тестов, заданий текущей аттестации и т.д.)

работа с конспектами лекций, презентационным материалом, выполнение практических заданий

15. Перечень основной и дополнительной литературы, ресурсов интернет, необходимых для освоения дисциплины (список литературы оформляется в соответствии с требованиями ГОСТ и используется общая сквозная нумерация для всех видов источников)

а) основная литература:

№ п/п	Источник
	<ol style="list-style-type: none"> 1. Моделирование информационных систем / О.И. Шелухин , А.М. Текняшев, А.В. Осин. - М.: Радиотехника, 2004. -340 с. 2. Шелухин О.И. Фрактальные процессы в телекоммуникациях / О.И. Шелухин. - М. Радиотехника, 1993. -390с. 3. Вадзинский Р.М. Справочник по вероятностным распределениям / Р.М. Вадзинский. С. Петербург, 2001. - 300 с. 4. Тюрин Ю.Н. Статистический анализ данных на компьютере / Ю.Н. Тюрин, А.А. Макаров М: Финансы и статистика, 2000. - 528 с. 5. Ермаков С.М. Статистическое моделирование / С.М. Ермаков, Г.А. Михайлов. М.: Наука, 1986. 6. Шалыгин А.С. Прикладные методы статистического моделирования / А.С. Шалыгин, Ю.И. Палагин. Л.: Машиностроение, 1986. -330 с. 7. Радченко Ю.С. Основы статистического моделирования. Часть 1. Моделирование случайных величин. Учебное пособие для ВУЗов/ Ю.С. Радченко, Т.А. Радченко. Воронеж. Изд.-полиграф. центр ВГУ, 2010, -31 с. 8. Радченко Ю.С. Основы статистического моделирования. Часть 2. Моделирование случайных процессов. Учебное пособие для ВУЗов/ Ю.С. Радченко, Т.А. Радченко. Воронеж. Изд.-полиграф. центр ВГУ, 2010, -51 с.

б) дополнительная литература:

№ п/п	Источник
	<ol style="list-style-type: none"> 9. Вероятностные методы в вычислительной технике. М.: Выс. Школа, 1986. 312 с. 10. Живописцев Ф.А., Иванов В.А. Регрессионный анализ в экспериментальной физике / Ф.А. Живописцев, Иванов В.А.. М: МГУ, 1995. 208 с. 11. Численные методы и программное обеспечение / Д. Каханер, К. Моулер, С. Неш. М.: Мир, 1998. –580 с. 12. Цифровое моделирование систем стационарных случайных процессов / Е.Г. Гридина и др. Л. Энергоатомиздат, 1991. –144 с. 13. Основы имитационного и статистического моделирования: уч. пособие для вузов./Ю.С. Харин, В.И. Малюгин, Минск: Дизайн ПРО, 1997,- 288с

в) информационные электронно-образовательные ресурсы (официальные ресурсы интернет)*:

№	Ресурс
1.	Электронная библиотека Зональной научной библиотеки Воронежского госуниверситета : электронно-библиотечная система. – URL : https://lib.vsu.ru/zgate?Init+elib.xml,simple_elib.xsl+rus

2.	Электронно-библиотечная система "БиблиоТех" : электронно-библиотечная система. – URL : https://lib.vsu.ru/?p=4&t=2d&id=1486
3.	Электронно-библиотечная система «ЮПАЙТ» : электронно-библиотечная система. – URL : https://lib.vsu.ru/?p=4&t=2d&id=1457
4.	Электронно-библиотечная система BOOK.ru.(изд-во "КноРус") : электронно-библиотечная система. – URL : https://lib.vsu.ru/?p=4&t=2d&id=1436
5.	Национальный цифровой ресурс "РУКОНТ" : электронно-библиотечная система. – URL : https://lib.vsu.ru/?p=4&t=2d&id=1401
6.	Электронно-библиотечная система "ZNANIUM.COM" (изд-во "ИНФРА-М") : электронно-библиотечная система. – URL : https://lib.vsu.ru/?p=4&t=2d&id=1360
7.	Электронно-библиотечная система ibook.ru : электронно-библиотечная система. – URL : https://lib.vsu.ru/?p=4&t=2d&id=1344
8.	Электронно-библиотечная система IPRbooks : электронно-библиотечная система. – URL : https://lib.vsu.ru/?p=4&t=2d&id=1343
9.	Электронно-библиотечная система «КнигаФонд» : электронно-библиотечная система. – URL : https://lib.vsu.ru/?p=4&t=2d&id=1336
10.	Электронно-библиотечная система IQLib : электронно-библиотечная система. – URL : https://lib.vsu.ru/?p=4&t=2d&id=1310
11.	Электронно-библиотечная система "Издательство "Лань" : электронно-библиотечная система. – URL : https://lib.vsu.ru/?p=4&t=2d&id=1308
12.	Электронно-библиотечная система "Университетская библиотека online" : электронно-библиотечная система. – URL : https://lib.vsu.ru/?p=4&t=2d&id=1307
13.	Электронно-библиотечная система "Консультант студента" : электронно-библиотечная система. – URL : https://lib.vsu.ru/?p=4&t=2d&id=1306

* Вначале указываются ЭБС, с которыми имеются договора у ВГУ, затем открытые электронно-образовательные ресурсы

16. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы (учебно-методические рекомендации, пособия, задачки, методические указания по выполнению практических (контрольных) работ и др.)

№ п/п	Источник
1	<i>Радченко Ю.С Основы статистического моделирования. Ч.1. Моделирование случайных величин/ Радченко Ю.С., Радченко Т.А.- Воронеж, ИПЦ ВГУ, 2010</i>
2	<i>Радченко Ю.С Основы статистического моделирования. Ч.2. Моделирование случайных процессов/ Радченко Ю.С., Радченко Т.А.-Воронеж, ИПЦ ВГУ, 2010</i>
3	<i>Радченко Ю.С. Методы анализа систем массового обслуживания с простейшим потоком заявок / Радченко Ю.С., Радченко Т.А., Дылевский А.В., Щеглаков Д.А.. - Воронеж ИПЦ ВГУ, 2011. – 76с</i>

17. Информационные технологии, используемые для реализации учебной дисциплины, включая программное обеспечение и информационно-справочные системы (при необходимости)

Интернет, математические пакеты Maxima, Mathcad, Matlab, Statistica

18. Материально-техническое обеспечение дисциплины:

(при использовании лабораторного оборудования указывать полный перечень, при большом количестве оборудования можно вынести данный раздел в приложение к рабочей программе)

19. Фонд оценочных средств:

19.1. Перечень компетенций с указанием этапов формирования и планируемых результатов обучения

Код и содержание компетенции (или ее части)	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенции посредством формирования знаний, умений, навыков)	Этапы формирования компетенции (разделы (темы) дисциплины или модуля и их наименование)	ФОС* (средства оценивания)
ОК-1...	Знать: современные принципы моделирования процессов и систем	Раздел 1	
	Уметь: Сформулировать задачу моделирования, выбрать нужный подход к построению модели	Раздел1	Ситуационная задача
	владеть (иметь навык(и)): Пониманием типов моделей, их иерархией, планированием эксперимента и обработки результатов на ЭВМ, инструментами анализа и верификации полученных результатов	Раздел 1	
ОПК-3...	Знать: современные разделы радиофизики	Раздел1 Раздел6	
	Уметь: Сформулировать задачу статистического моделирования, выбрать нужный подход к построению модели	Раздел1 Раздел6	Тест № 2
	Владеть: Набором инструментов и программных средств для построения моделей, планированием эксперимента и обработки результатов на ЭВМ, инструментами анализа и верификации полученных результатов	Разделы 2,3,4,5,7	Ситуационная задача
ПК-1	Знать: Основные современное состояние исследований по радиофизике и смежным физическим проблемам, основные статистические пакеты для расчетов	Раздел1 Раздел6	
	Уметь: Применять вычислительные алгоритмы для решения модельных задачи	Разделы 2,3,4,5,7	Курсовая работа

	Владеть: Современной вычислительной техникой и методологией постановки и интерпретации физического и машинного эксперимента	Раздел 7	
ПК-2	Знать: Основные принципы алгоритмизации научных задач, особенности применения вычислительных алгоритмов	Раздел1 Раздел6	
	Уметь: Применять вычислительные алгоритмы для решения модельных задачи	Разделы 2,3,4,5,7	
	Владеть: Навыками приведения исходных физических задач к математическим соотношениям для формализации описания	Раздел 1	Курсовая работа
ПК-3	Знать: современное состояние подходов к оформлению итоговых результатов	Раздел 7	
	Уметь: Применять математические и прочие пакеты для оформления результатов	Раздел 7	
	Владеть: Навыками представления полученных результатов в виде статей, докладов	Раздел 7	Курсовая работа
Промежуточная аттестация			КИМ

* В графе «ФОС» в обязательном порядке перечисляются оценочные средства текущей и промежуточной аттестаций.

19.2 Описание критериев и шкалы оценивания компетенций (результатов обучения) при промежуточной аттестации

Пример:

Критерии оценивания компетенций	Уровень сформированности компетенций	Шкала оценок
Оценка «отлично» выставляется студенту, выполнившему все лабораторные работы, глубоко усвоившему программный материал, исчерпывающе, последовательно, грамотно и логически стройно его излагающему, в ответе которого тесно увязывается теория с практикой. При этом студент не затрудняется с ответом при видоизменении задания, свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами применения знаний, показывает знакомство с монографической литературой, правильно обосновывает принятые	<i>Повышенный уровень</i>	<i>Отлично</i>

решения, владеет разносторонними навыками и приемами выполнения практических работ.		
Оценка «хорошо» выставляется студенту, выполнившему все лабораторные работы, твердо знающему программный материал, грамотно и по существу излагающему его, который не допускает существенных неточностей в ответе на вопрос, правильно применяет теоретические положения при решении практических вопросов, владея необходимыми навыками и приемами их выполнения	<i>Базовый уровень</i>	<i>Хорошо</i>
Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, выполнившему все лабораторные работы, который имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушение последовательности в изложении программного материала и испытывает затруднения в выполнении практических работ	<i>Пороговый уровень</i>	<i>Удовлетворительно</i>
Оценка «неудовлетворительно» выставляет студенту, который не выполнил все лабораторные работы, не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки, неуверенно, с большими затруднениями выполняет практические работы	–	<i>Неудовлетворительно</i>

19.3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующие этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

19.3.1 Перечень вопросов к экзамену (зачету): (нужное выбрать)

1. Метод обратных функций при моделировании неравномерно распределенных Сл. Величин.
2. Моделирование процессов рекурсивным методом.
3. Метод условных распределений (суперпозиции) при моделировании произвольно распределенных случайных величин
4. Метод скользящего суммирования. Расчет коэффициентов методом инвариантных импульсных характеристик
5. Моделирование негауссовских сл. величин типа хи-квадрат и других.
6. Моделирование квазигармонических случайных процессов.
7. Моделирование случайных событий.
8. Метод скользящего суммирования. Расчет коэффициентов методом ОДПФ.
9. Моделирование векторных случайных величин
10. Разложение Карунена-Лозва

11. Моделирование гауссовских случайных величин

12. Моделирование негауссовских процессов

13. Моделирование дискретных случайных величин

14. Выбор шага дискретизации случайного процесса.

15. Метод Неймана при моделировании случайных величин с произвольным распределением

16. Моделирование негауссовских процессов на основе преобразования гауссовских.

19.3.2 Перечень практических заданий

1. Разыгрывание событий. Моделирование дискретных случайных величин

2. Моделирование непрерывных гауссовских случайных процессов

3. Моделирование непрерывных негауссовских случайных процессов

4. Моделирование пуассоновских процессов

19.3.4 Тестовые задания

19.3.4 Перечень заданий для контрольных работ

19.3.5 Темы курсовых работ

19.3.6 Темы рефератов

Моделирование гауссовских процессов

Моделирование негауссовских процессов

19.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

Оценка знаний, умений и навыков, характеризующая этапы формирования компетенций в рамках изучения дисциплины осуществляется в ходе текущей и промежуточной аттестаций.

Текущая аттестация проводится в соответствии с Положением о текущей аттестации обучающихся по программам высшего образования Воронежского государственного университета. Текущая аттестация проводится в форме: *(экзамена, лабораторных работ)*.

Критерии оценивания приведены выше.

Промежуточная аттестация проводится в соответствии с Положением о промежуточной аттестации обучающихся по программам высшего образования.

Контрольно-измерительные материалы промежуточной аттестации включают в себя контрольные задачи, позволяющие оценить уровень полученных знаний. При оценивании используются качественные шкалы оценок. **Количественные** критерии оценивания приведены выше.

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЙ

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Направление/специальность 03.04.03 радиофизика

шифр и наименование направления/специальности

Б1.В.ОД.4 Цифровое моделирование радиофизических процессов и систем

код и наименование дисциплины

Профиль подготовки: статистическая радиофизика

в соответствии с учебным планом

Форма обучения очная

Учебный год 2020/2021

Ответственный исполнитель

Зав. кафедрой радиофизики

должность, подразделение



подпись

(Корчагин Ю. Э.) 31.08. 2023

расшифровка подписи

Исполнители

Проф. кафедры радиофизики

должность, подразделение



подпись

(Радченко Ю.С.) 31.08. 2023

расшифровка подписи

СОГЛАСОВАНО

Куратор ООП ВПО

по направлению/ специальности



подпись

(Корчагин Ю.Э.) 31.08. 2023

расшифровка подписи

Зав.отделом обслуживания ЗНБ



подпись

(Белодедова Н.В.) 31.08. 2023

расшифровка подписи

РЕКОМЕНДОВАНА НМС физического факультета

(наименование факультета, структурного подразделения)

протокол № 6_от 25.06..2023 г.