

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

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

Институт информационных технологий, математики и механики

(факультет / институт / филиал)

УТВЕРЖДЕНО
решением Ученого совета ННГУ
от 30.11.2022 г. протокол № 13

**Рабочая программа дисциплины
Случайные процессы в нелинейных системах**

(наименование дисциплины (модуля))

Уровень высшего образования
бакалавриат

(бакалавриат / магистратура / специалитет)

Направление подготовки / специальность
01.03.02 Механика и математическое моделирование

(указывается код и наименование направления подготовки / специальности)

Направленность образовательной программы
Математическое моделирование и вычислительная математика

(указывается профиль / магистерская программа / специализация)

Форма обучения

очная

(очная / очно-заочная / заочная)

Нижегород
2023 год

1. Место дисциплины в структуре ООП

Дисциплина Б1.В.ДВ.10.02 «Случайные процессы в нелинейных системах» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений

№ варианта	Место дисциплины в учебном плане образовательной программы	Стандартный текст для автоматического заполнения в конструкторе РПД
2	Блок 1. Дисциплины (модули) Часть, формируемая участниками образовательных отношений	Дисциплина Б1.В.ДВ.10.02 «Случайные процессы в нелинейных системах» относится к части ООП направления подготовки 01.03.02 Прикладная математика и информатика, формируемой участниками образовательных отношений.

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями и индикаторами достижения компетенций)

Формируемые компетенции (код, содержание компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), в соответствии с индикатором достижения компетенции		Наименование оценочного средства
	Индикатор достижения компетенции* (код, содержание индикатора)	Результаты обучения по дисциплине**	
ПК-3. Способен собирать, обрабатывать и интерпретировать данные современных научных исследований, необходимые для формирования выводов по соответствующим научным исследованиям	ПК-3.1. Знает методы сбора, обработки и интерпретации данных современных научных исследований, необходимых для формирования выводов по соответствующим научным исследованиям	<i>Знать основные понятия, определения и модели, используемые при исследовании стохастических систем, методы сбора, обработки и интерпретации данных современных научных исследований</i>	<i>Собеседование</i>
	ПК-3.2. Умеет собирать, обрабатывать и интерпретировать данные современных научных исследований, необходимые для формирования выводов по соответствующим научным исследованиям	<i>Уметь собирать, обрабатывать и интерпретировать данные современных научных исследований, проводить численное моделирование систем, учитывающих влияние случайных процессов</i>	<i>Практические задания</i>
	ПК-3.3. Имеет практический опыт сбора и обработки данных современных научных исследований,	<i>Владеть опытом численного моделирования при решении конкретных задач стохастической динамики необходимого для формирования выводов по соответствующим научным исследованиям</i>	<i>Практические задания</i>

3. Структура и содержание дисциплины

3.1. Трудоемкость дисциплины

	очная форма обучения
Общая трудоемкость	2 з.е.
Часов по учебному плану	72
в том числе	
аудиторные занятия (контактная работа):	
- занятия лекционного типа	20
- занятия семинарского типа	10
- занятия лабораторного типа	
- текущий контроль (КСР)	1
самостоятельная работа	41
Промежуточная аттестация – зачет	

3.2. Содержание дисциплины

Очная форма обучения							
№	Наименование разделов и тем дисциплины	Всего (часы)	в том числе				СР ¹ , часы
			Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы				
			из них				
			ЗЛеТ ²	ЗСеТ ³	ЗЛаТ ⁴	Всего	
1.	Вычислительные методы для сосредоточенных динамических систем с шумовыми источниками	20	6		3	9	13
2.	Численное исследование неавтономных динамических систем с шумовыми источниками	27	8		4	12	14
3.	Численное исследование распределенных систем с шумовыми источниками	24	6		3	9	14
	Текущий контроль (КСР)	1				1	
	ИТОГО	72	20		10	31	41
¹ Самостоятельная работа обучающегося. ² Занятия лекционного типа. ³ Занятия семинарского типа. ⁴ Занятия лабораторного типа.							

4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

В рамках дисциплины предусмотрены следующие виды самостоятельной работы (порядок их выполнения, форма контроля):

- повторение материала, пройденного на занятиях лекционного типа (в течение всего семестра, опрос на занятиях лекционного и семинарского типа),
- самостоятельное изучение отдельных вопросов программы (1 раз в семестр, опрос на занятиях семинарского типа),
- подготовка к занятиям семинарского типа, решение задач по списку, представленному преподавателем (в течение всего семестра, опрос на занятиях семинарского типа),
- подготовка к промежуточному контролю успеваемости (зачет).

Проработка теоретического материала лекционных занятий

Выполняется самостоятельно обучающимися с использованием материалов лекций и рекомендованной основной и дополнительной литературы. Контроль проводится в часы контроля самостоятельной работы студентов.

Подготовка к практическим занятиям

Выполняется самостоятельно обучающимся с использованием лекционных материалов. Контроль выполняется на практических занятиях.

Подготовка к промежуточной аттестации

Фактором успешного прохождения промежуточной аттестации является систематическая работа студента в течение всего периода изучения дисциплины. В этом случае подготовка к зачету будет концентрированной систематизацией всех полученных знаний, умений и навыков.

В качестве методических материалов при подготовке к зачету рекомендуется использовать собственные конспекты лекций и рекомендованную основную и дополнительную литературу.

Контрольные вопросы и задания для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины приведены в п. 5.2.

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

Фонд оценочных средств включает: контрольные материалы для проведения текущего контроля в форме *практических заданий, собеседования* и контрольные материалы для проведения промежуточной аттестации в форме вопросов и заданий к *зачёту*.

5.1. Описание шкал оценивания результатов обучения по дисциплине

Шкала оценивания сформированности компетенций	Уровень сформированности компетенций (индикатора достижения компетенций)			
	Знания	Умения	Навыки	
плохо	не зачтено	Отсутствие знаний теоретического материала. Невозможность оценить полноту знаний вследствие отказа обучающегося от ответа	Отсутствие минимальных умений. Невозможность оценить наличие умений вследствие отказа обучающегося от ответа	Отсутствие владения материалом. Невозможность оценить наличие навыков вследствие отказа обучающегося от ответа
неудовлетворительно		Уровень знаний ниже минимальных требований. Имели место грубые ошибки.	При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения. Имели место грубые ошибки.	При решении стандартных задач не продемонстрированы базовые навыки. Имели место грубые ошибки.
удовлетворительно	зачтено	Минимально допустимый уровень знаний. Допущено много негрубых ошибок.	Продемонстрированы основные умения. Решены типовые задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, но не в полном объеме.	Имеется минимальный набор навыков для решения стандартных задач с некоторыми недочетами
хорошо		Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько негрубых ошибок	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами.	Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторыми недочетами.
очень хорошо		Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько несущественных ошибок	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами.	Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач без ошибок и недочетов.
отлично		Уровень знаний в объеме, соответствующем	Продемонстрированы все основные умения, решены все основные	Продемонстрированы навыки при решении нестандартных задач без

Шкала оценивания сформированности компетенций	Уровень сформированности компетенций (индикатора достижения компетенций)		
	Знания	Умения	Навыки
	программе подготовки, без ошибок.	задачи с отдельными несущественными недочетами, выполнены все задания в полном объеме.	ошибок и недочетов.
превосходно	Уровень знаний в объеме, превышающем программу подготовки.	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме без недочетов	Продемонстрирован творческий подход к решению нестандартных задач

Шкала оценки при промежуточной аттестации

Оценка		Уровень подготовки
зачтено	превосходно	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «превосходно»
	отлично	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «отлично», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «отлично»
	очень хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «очень хорошо», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «очень хорошо»
	хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «хорошо», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «хорошо»
	удовлетворительно	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «удовлетворительно», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «удовлетворительно»
не зачтено	неудовлетворительно	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «неудовлетворительно», ни одна из компетенций не сформирована на уровне «плохо»
	плохо	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «плохо»

5.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения

5.2.1. Контрольные вопросы

№	Вопрос	Код формируемой компетенции
1.	Численное моделирование динамических систем с шумовыми источниками. Стохастическое исчисление Ито и Стратоновича. Точность численного метода, зависимость от параметров метода детерминированной и случайной частей уравнения.	ПК-3
2.	Типы генераторов случайных чисел и примеры верификации ГСЧ.	ПК-3
3.	Плотность вероятности, характеристическая функция, моменты и кумулянты.	ПК-3

№	Вопрос	Код формируемой компетенции
4.	Время Крамерса и его обобщения.	ПК-3
5.	Моменты времен первого достижения границ и их численное моделирование.	ПК-3
6.	Моменты времен перехода и эффект шумовой задержки переключения систем.	ПК-3
7.	Эффект стохастического резонанса и его проявления.	ПК-3
8.	Эффект резонансной активации и особенности его численного наблюдения.	ПК-3
9.	Эффект подавления шума внешним сигналом, временные характеристики и спектры.	ПК-3
10.	Солитоны в распределенных системах и уравнение синус-Гордона.	ПК-3

5.2.2. Типовые практические задания для оценки сформированности компетенции ПК-1

1. «Исследование характеристик генераторов случайных чисел»
2. «Распараллеливание в среде OpenMP»
3. «Численное моделирование вероятностных и временных характеристик джозефсоновского контакта»
4. «Индукцированные шумом эффекты изменения характеристик генерации нелинейных систем (резонансная активация, когерентный и стохастический резонанс, шумоиндуцированное увеличение времени возникновения отклика)»
5. Численное решение уравнения первого порядка с шумовым источником, показать и пояснить типы движений в зависимости от формы потенциального профиля.
6. Исследование времени переключения индуцированного шумом процесса, наблюдение эффекта замедления переключения из-за шума.
7. Проверка скорости работы программы при распараллеливании на 1,2 и 4 процессорных ядрах.

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

а) основная литература:

1. А.Н.Малахов, Кумулянтный анализ случайных негауссовских процессов и их преобразований, Москва, Советское радио, 1978. 94 экз.

б) дополнительная литература:

1. Булинский, А.В. Теория случайных процессов [Электронный ресурс]: учеб. пособие / А.В. Булинский, А.Н. Ширяев. — Электрон. дан. — Москва: Физматлит, 2005. — 400 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/59319>
2. Свешников А.А. Прикладные методы теории марковских процессов. Изд-во: «Лань», — 192 с. Электронно-библиотечная система «Лань», URL: https://e.lanbook.com/book/590#book_name

в) программное обеспечение и Интернет-ресурсы (в соответствии с содержанием дисциплины)

1. Описание стандарта OpenMP. http://parallel.ru/tech/tech_dev/openmp.html

7. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Помещения представляют собой учебные аудитории для проведения учебных

занятий лекционного и семинарского типа, оснащенные оборудованием и техническими средствами обучения: мультимедийная техника (компьютер, проектор, экран).

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечены доступом в электронную информационно-образовательную среду.

Программа составлена в соответствии с требованиями ОС ННГУ 01.03.02 Прикладная математика и информатика

Автор д.ф.-м.н., профессор Панкратов А.Л.

Заведующий кафедрой
прикладной математики д.ф.-м.н., профессор Иванченко М.В.

Программа одобрена на заседании методической комиссии института информационных технологий, математики и механики

от 30.11.2022 года, протокол № 3