

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

УТВЕРЖДЕНО

решением Ученого совета ННГУ

протокол № 10 от 02.12.2024 г.

Рабочая программа дисциплины

Вероятностные математические модели

Уровень высшего образования

Магистратура

Направление подготовки / специальность

01.04.02 - Прикладная математика и информатика

Направленность образовательной программы

Математическое моделирование физико-механических процессов

Форма обучения

очная

г. Нижний Новгород

2025 год начала подготовки

1. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина Б1.В.03 Вероятностные математические модели относится к части, формируемой участниками образовательных отношений образовательной программы.

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	Для текущего контроля успеваемости	Для промежуточной аттестации
ПК-4: Способен разрабатывать и анализировать концептуальные и теоретические модели решаемых научных проблем и задач	<p>ПК-4.1: Знает методы разработки и анализа концептуальных и теоретических моделей решаемых научных проблем и задач</p> <p>ПК-4.2: Умеет применять методы разработки и анализа концептуальных и теоретических моделей решаемых научных проблем и задач</p> <p>ПК-4.3: Имеет навыки применения методов разработки и анализа концептуальных и теоретических моделей решаемых научных проблем и задач</p>	<p>ПК-4.1: Знать вероятностные математические модели, необходимые при решении исследовательских и практических задач.</p> <p>ПК-4.2: Уметь применять методы разработки и анализа концептуальных и теоретических моделей при решении исследовательских и практических задач.</p> <p>ПК-4.3: Владеть навыками применения методов разработки и анализа концептуальных вероятностных математических моделей</p>	Опрос	<p>Зачёт:</p> <p>Задания</p> <p>Контрольные вопросы</p>
ПК-5: Способен разрабатывать и применять математические методы, системное и прикладное программное обеспечение для решения задач научной деятельности	<p>ПК-5.1: Знает типовые математические методы и методологии разработки системного и прикладного программного обеспечения для решения задач научной деятельности</p> <p>ПК-5.2: Умеет применять типовые математические методы и методологии разработки системного и прикладного программного</p>	<p>ПК-5.1: Знать типовые математические методы и методологии разработки системного и прикладного программного обеспечения для решения задач научной деятельности</p> <p>ПК-5.2: Уметь применять типовые математические методы и</p>	Опрос	<p>Зачёт:</p> <p>Задания</p> <p>Контрольные вопросы</p>

	обеспечения для решения задач научной деятельности ПК-5.3: Имеет навыки разработки системного и прикладного программного обеспечения для решения задач научной деятельности	методологии разработки системного и прикладного программного обеспечения для решения задач научной деятельности ПК-5.3: Владеть навыками разработки системного и прикладного программного обеспечения для решения задач научной деятельности		
--	--	--	--	--

3. Структура и содержание дисциплины

3.1 Трудоемкость дисциплины

	очная
Общая трудоемкость, з.е.	2
Часов по учебному плану	72
в том числе	
аудиторные занятия (контактная работа):	
- занятия лекционного типа	16
- занятия семинарского типа (практические занятия / лабораторные работы)	16
- КСР	1
самостоятельная работа	39
Промежуточная аттестация	0 Зачёт

3.2. Содержание дисциплины

(структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и виды учебных занятий)

Наименование разделов и тем дисциплины	Всего (часы)	в том числе			
		Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы из них			Самостоятельная работа обучающегося, часы
		Занятия лекционного типа	Занятия семинарского типа (практические занятия/лабораторные работы), часы	Всего	
	о ф о	о ф о	о ф о	о ф о	о ф о
Имитационное моделирование случайных процессов	9	2	2	4	5
Вероятностные линейные математические модели	10	2	2	4	6
Корреляционный анализ. Спектральный анализ.	10	2	2	4	6
Вероятностные нелинейные математические модели.	10	2	2	4	6

Вероятностные методы распознавания изображений.	9	2	2	4	5
Стохастические модели динамики	14	4	4	8	6
Виброизмерения на конструкциях,	9	2	2	4	5
Аттестация	0				
КСР	1			1	
Итого	72	16	16	33	39

Содержание разделов и тем дисциплины

1. Имитационное моделирование случайных процессов.
2. Разыгрывание дискретных случайных величин.
3. Моделирование выборок. Точечные и интервальные оценки. Доверительные интервалы.
4. Вероятностные линейные математические модели.
5. Случайные колебания систем с одной степенью свободы.
6. Случайные колебания систем с конечным числом степеней свободы.
7. Случайные колебания систем с распределенными параметрами.
8. Корреляционный и спектральный анализ линейных систем.
9. Вероятностные нелинейные математические модели.
10. Общая характеристика нелинейных задач теории случайных колебаний.
11. Применение методов теории Марковских процессов.
12. Метод статистической линеаризации. Метод моментных функций.
13. Метод стохастических функций Ляпунова.
14. Параметрический резонанс в стохастических системах.
15. Многоканальная модель СМО с отказами.
16. Вероятностные методы распознавания изображений.

4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Самостоятельная работа обучающихся включает в себя подготовку к контрольным вопросам и заданиям для текущего контроля и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины приведенным в п. 5.

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).

5. Фонд оценочных средств для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)

5.1 Типовые задания, необходимые для оценки результатов обучения при проведении текущего контроля успеваемости с указанием критериев их оценивания:

5.1.1 Типовые задания (оценочное средство - Опрос) для оценки сформированности компетенции ПК-4:

1. Имитационное моделирование случайных процессов.
2. Разыгрывание дискретных случайных величин.
3. Моделирование выборок.
4. Точечные и интервальные оценки.
5. Доверительные интервалы.
6. Вероятностные линейные математические модели.
7. Случайные колебания систем с одной степенью свободы.
8. Случайные колебания систем с конечным числом степеней свободы.
9. Случайные колебания систем с распределенными параметрами.

5.1.2 Типовые задания (оценочное средство - Опрос) для оценки сформированности компетенции ПК-5:

1. Вероятностные нелинейные математические модели.
2. Применение методов теории Марковских процессов.
3. Метод статистической линеаризации. Метод моментных функций.
4. Метод стохастических функций Ляпунова.
5. Параметрический резонанс в стохастических системах.

Критерии оценивания (оценочное средство - Опрос)

Оценка	Критерии оценивания
зачтено	Ответ полный и правильный на основании изученной теории; теоретический материал и решение поставленных задач изложены в необходимой логической последовательности, грамотный научный язык; ответ самостоятельный. Могут быть допущены две-три незначительные ошибки, исправленные по требованию преподавателя
не зачтено	Ответ обнаруживает непонимание студентом основного содержания учебного материала или допущены существенные ошибки, которые не могут быть исправлены при наводящих вопросах преподавателя

5.2. Описание шкал оценивания результатов обучения по дисциплине при промежуточной аттестации

Шкала оценивания сформированности компетенций

Уровень сформированности компет	плохо	неудовлетворительно	удовлетворительно	хорошо	очень хорошо	отлично	превосходно

енций (индик атора достиж ения компет енций)	не зачтено		зачтено				
<u>Знания</u>	Отсутствие знаний теоретического материала. Невозможность оценить полноту знаний вследствие отказа обучающегося от ответа	Уровень знаний ниже минимальных требований. Имели место грубые ошибки	Минимально допустимый уровень знаний. Допущено много негрубых ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько негрубых ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько несущественных ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Ошибок нет.	Уровень знаний в объеме, превышающем программу подготовки.
<u>Умения</u>	Отсутствие минимальных умений. Невозможность оценить наличие умений вследствие отказа обучающегося от ответа	При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения. Имели место грубые ошибки	Продemonстрированы основные умения. Решены типовые задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, но не в полном объеме	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с отдельным и несущественными недочетами, выполнены все задания в полном объеме	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме без недочетов
<u>Навыки</u>	Отсутствие базовых навыков. Невозможность оценить наличие навыков вследствие отказа обучающегося от ответа	При решении стандартных задач не продемонстрированы базовые навыки. Имели место грубые ошибки	Имеется минимальный набор навыков для решения стандартных задач с некоторыми недочетами	Продemonстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторыми недочетами	Продemonстрированы базовые навыки при решении стандартных задач без ошибок и недочетов	Продemonстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов	Продemonстрирован творческий подход к решению нестандартных задач

Шкала оценивания при промежуточной аттестации

Оценка		Уровень подготовки
зачтено	превосходно	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «превосходно», продемонстрированы знания, умения, владения по соответствующим компетенциям на уровне выше предусмотренного программой
	отлично	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «отлично».

	очень хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «очень хорошо»
	хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «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».
	плохо	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «плохо»

5.3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения на промежуточной аттестации с указанием критериев их оценивания:

5.3.1 Типовые задания (оценочное средство - Задания) для оценки сформированности компетенции ПК-4

Задача1

С помощью пакета **Fuzzy Logic Toolbox** аппроксимировать функцию

$$z = x^3 \cos(y), x \in [-2; 2], y \in [0; \pi].$$

Создать нечёткую базу знаний Мамдани.

Задание 1.

В нейропакете Neural Network Toolbox системы Matlab создать двухслойную нейронную сеть прямого распространения для аппроксимации функции

$$t = \sin(2 \cdot \pi \cdot p), p = [-1; 0,05; 1].$$

5.3.2 Типовые задания (оценочное средство - Задания) для оценки сформированности компетенции ПК-5

Задание 1. С помощью команды CWT построить вейвлет спектры стационарного сигнала:

$$1. y(t) = \sin(5 \cdot t) + 2\sin(t),$$

и нестационарного сигнала

$$2. y(t) = \begin{cases} \sin(5 \cdot t), t \in [0; 6,25], \\ 2\sin(t), t \in [6,25; 12,5]. \end{cases}$$

CWTcoeffs = cwt(y,1:256,'sym8','plot'); colormap jet;

Критерии оценивания (оценочное средство - Задания)

Оценка	Критерии оценивания
зачтено	Ответ полный и правильный на основании изученной теории; теоретический материал и решение поставленных задач изложены в необходимой логической последовательности, грамотный научный язык; ответ самостоятельный. Могут быть допущены две-три несущественные ошибки, исправленные по требованию преподавателя
не зачтено	Ответ обнаруживает непонимание студентом основного содержания учебного материала или допущены существенные ошибки, которые не могут быть исправлены при наводящих вопросах преподавателя

5.3.3 Типовые задания (оценочное средство - Контрольные вопросы) для оценки сформированности компетенции ПК-4

1. Имитационное моделирование случайных процессов.
2. Разыгрывание дискретных случайных величин.
3. Моделирование выборок. Точечные и интервальные оценки. Доверительные интервалы.
4. Вероятностные линейные математические модели.

5.3.4 Типовые задания (оценочное средство - Контрольные вопросы) для оценки сформированности компетенции ПК-5

1. Случайные колебания систем с одной степенью свободы.
2. Случайные колебания систем с конечным числом степеней свободы.
3. Случайные колебания систем с распределенными параметрами.

Критерии оценивания (оценочное средство - Контрольные вопросы)

Оценка	Критерии оценивания
зачтено	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки, без ошибок
не зачтено	Уровень знаний ниже минимальных требований. Имели место грубые ошибки

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

Основная литература:

1. Светлицкий Валерий Александрович. Случайные колебания механических систем. - М. : Машиностроение, 1976. - 215 с. : ил. - (Библиотека расчетчика / редкол.: С. Д. Пономарев (пред.) [и др.]). - 0.98., 1 экз.

Дополнительная литература:

1. Вентцель Елена Сергеевна. Теория вероятностей и ее инженерные приложения : учеб. пособие для студентов втузов. - 2-е изд., стер. - М. : Высшая школа, 2000. - 480 с. : ил., граф. - ISBN 5-06-

003830-0 : 46.40., 1 экз.

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

http://www.ph4s.ru/book_ph_kl_mex.htm

7. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Учебные аудитории для проведения учебных занятий, предусмотренных образовательной программой, оснащены мультимедийным оборудованием (проектор, экран), техническими средствами обучения, компьютерами, специализированным оборудованием: 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 по направлению подготовки/специальности 01.04.02 - Прикладная математика и информатика.

Автор(ы): Ляхов Александр Федорович, кандидат физико-математических наук, доцент.

Заведующий кафедрой: Игумнов Леонид Александрович, доктор физико-математических наук.

Программа одобрена на заседании методической комиссии от 02.12.2024, протокол № 5.