

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 президиума Ученого совета ННГУ

протокол № 1 от 16.01.2024 г.

Рабочая программа дисциплины

Случайные процессы

Уровень высшего образования

Бакалавриат

Направление подготовки / специальность

01.03.03 - Механика и математическое моделирование

Направленность образовательной программы

Математическое моделирование и компьютерный инжиниринг

Форма обучения

очная

г. Нижний Новгород

2024 год начала подготовки

1. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина Б1.О.30 Случайные процессы относится к обязательной части 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
ОПК-1: Способен использовать фундаментальные знания, полученные в области математических и естественных наук, в профессиональной деятельности	ОПК-1.1: Знает основы фундаментальных физико-математических дисциплин и других естественных наук ОПК-1.2: Умеет анализировать и решать стандартные профессиональные задачи с применением фундаментальных знаний математики, физики и других естественных наук ОПК-1.3: Владеет навыками применения фундаментальных разделов механики, базовых знаний естественнонаучного и математического циклов при решении стандартных профессиональных задач	ОПК-1.1: Знает методы решения задач из области математических и естественных наук. ОПК-1.2: Умеет применять фундаментальные знания, полученные в области математических и естественных наук, и использовать их в профессиональной деятельности. ОПК-1.3: Владеет навыками теоретического и экспериментального исследования объектов профессиональной деятельности в области математических и естественных наук.	Тест	Зачёт: Задачи

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	32
- занятия семинарского типа (практические занятия / лабораторные работы)	16
- КСР	1
самостоятельная работа	23
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	
	0 Ф 0	0 Ф 0	0 Ф 0	0 Ф 0	0 Ф 0
Тема 1	9	4	2	6	3
Тема 2	9	4	2	6	3
Тема 3	9	4	2	6	3
Тема 4	10	6	2	8	2
Тема 5	8	4	2	6	2
Тема 6	10	4	2	6	4
Тема 7	9	4	2	6	3
Тема 8	7	2	2	4	3
Аттестация	0				
КСР	1			1	
Итого	72	32	16	49	23

Содержание разделов и тем дисциплины

Тема 1. Понятие о случайных процессах. Типы случайных процессов.

Тема 2. Математическое ожидание, дисперсия и корреляционная функция случайного процесса.

Определение основных характеристик случайных процессов по их реализациям.

Тема 3. Марковские цепи. Переходные вероятности. Примеры марковских цепей.

Тема 4. Классификация состояний марковских цепей. Эргодическая теорема. Обобщение теоремы Муавра-Лапласа для марковских цепей. Применение марковских цепей.

Тема 5. Понятие о частной корреляции. Вычисление частной корреляции. Проверка гипотезы на статистическую значимость частного коэффициента корреляции.

Тема 6. Множественный коэффициент корреляции. Связь между частными и множественными коэффициентами корреляции. Примеры. Влияние ошибок измерения на величину коэффициента

корреляции.

Тема 7. Временные ряды: определение. Тренд. Стационарные временные ряды и их характеристики: математическое ожидание, дисперсия, коррелограмма, их оценка по наблюдениям. Стационарные временные ряды. Проверка гипотезы случайности и неизменности среднего значения временного ряда. Тема 8. Нестационарные временные ряды. Методы сглаживания (оценивание неслучайной составляющей): усреднение, экспоненциальное сглаживание. Оценивание тренда. Декомпозиция временного ряда и сезонное прогнозирование. Оценивание периодической составляющей. 14. Временные ряды, модели авторегрессии и скользящего среднего. Проверка на автокорреляцию остатков регрессии. Критерий Дарбина - Уотсона.

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.

Для обеспечения самостоятельной работы обучающихся используются:

- электронный курс "Теория вероятностей и математическая статистика" (<https://e-learning.unn.ru/course/view.php?id=2439>)).

Иные учебно-методические материалы: 1. Пройдакова Е.В., Федоткин М.А., Зорин В.А. Практикум по теории вероятностей. Часть 1: Практикум.

http://www.unn.ru/books/met_files/Projdakova_%201.pdf

2. Пройдакова Е.В., Федоткин М.А., Зорин В.А. Практикум по теории вероятностей. Часть 2: Практикум.

http://www.unn.ru/books/met_files/Projdakova_%202.pdf

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 - Тест) для оценки сформированности компетенции ОПК-1:

1. Тип – множественный выбор.

Пусть \mathcal{B} есть статистически устойчивый эксперимент и $(\Omega, \mathcal{F}, P(\cdot))$ является его вероятностной моделью. Отметьте верные утверждения?

- Случайный процесс есть однопараметрическое семейство $\{\xi(t) : t \in T\}$ случайных элементов, заданных на одном и том же вероятностном пространстве $(\Omega, \mathcal{F}, P(\cdot))$. (+)
- Случайный процесс есть однопараметрическое семейство $\{\xi(t) : t \in T\}$ случайных элементов, заданных на разных вероятностных пространствах $(\Omega_t, \mathcal{F}_t, P_t(\cdot)), t \in T$.
- Параметр t для случайного процесса $\{\xi(t) : t \in T\}$ может меняться непрерывно.

Критерии оценивания (оценочное средство - Тест)

Оценка	Критерии оценивания
зачтено	как минимум 80% правильных ответов в тесте
не зачтено	менее 80% правильных ответов в тесте

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

Шкала оценивания сформированности компетенций

Уровень сформированности компетенций (индикатора достижения компетенций)	плохо	неудовлетворительно	удовлетворительно	хорошо	очень хорошо	отлично	превосходно
	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 отдельными 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 - Задачи) для оценки сформированности компетенции ОПК-1

249. Найти математическое ожидание, дисперсию и корреляционную функцию случайного процесса

$$X(t) = \xi_1 \cos \omega t + \xi_2 \sin \omega t + \zeta t, \quad t \in R,$$
где ξ_1 и ξ_2 – некоррелированные случайные величины с
 $E(\xi_1) = 1, E(\xi_2) = 0.2, COV(\xi_1, \xi_2) = 0, D(\xi_1) = 0.1, D(\xi_2) = 0.004, \omega > 0.$

Критерии оценивания (оценочное средство - Задачи)

Оценка	Критерии оценивания
зачтено	Выполнены все или большая часть этапов решения задачи или задача решена с незначительными недочетами. Результаты работы представлены преподавателю в срок.
не зачтено	Выполнены не все практические задания или выполнены не в полном объеме (представлено не полное описание этапов выполнения заданий, получен неверный ответ, результаты работы не представлены преподавателю).

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

Основная литература:

1. Вентцель Елена Сергеевна. Теория случайных процессов и ее инженерные приложения. - М. :

Наука, 1991. - 383 с. : ил. - (Физико-математическая библиотека инженера). - ISBN 5-02-014125-9 : 4.60., 2 экз.

2. Булинский Александр Вадимович. Теория случайных процессов. - М. : Физматлит, 2003. - 400 с. - (Теория вероятностей. Математическая статистика). - ISBN 5-9221-0335-0 : 198.33., 2 экз.

Дополнительная литература:

1. Тутубалин Валерий Николаевич. Теория вероятностей и случайных процессов. Основы математического аппарата и прикладные аспекты : [учеб. пособие для физ.-мат. и техн. специальностей вузов]. - М. : Изд-во МГУ, 1992. - 394, [1] с. - ISBN 5-211-02264-5 : 6.94., 1 экз.
2. Терпугов Александр Федорович. Теория случайных процессов : (конспект лекций) / Том. гос. ун-т им. В. В. Куйбышева. - Томск : Изд-во Том. ун-та, 1974. - 122 с. - 0.52., 1 экз.

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

1. Интернет-ресурсы электронного портала ИИТММ
<http://www.itmm.unn.ru/studentam/uchebno-metodicheskie-materialy/>
2. Фонд образовательных электронных ресурсов ННГУ им. Лобачевского
<http://www.unn.ru/books/resources.html>
3. Общероссийский математический интернет-портал <http://mathnet.ru>

7. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Учебные аудитории для проведения учебных занятий, предусмотренных образовательной программой, оснащены мультимедийным оборудованием (проектор, экран), техническими средствами обучения, компьютерами.

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 01.03.03 - Механика и математическое моделирование.

Автор(ы): Тихов Михаил Семенович, доктор физико-математических наук, профессор
Гришин Владимир Анатольевич, кандидат технических наук, доцент.

Заведующий кафедрой: Зорин Андрей Владимирович, доктор физико-математических наук.

Программа одобрена на заседании методической комиссии от 13.12.2023, протокол № 3.