

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

протокол №13 от 30.11.2022 г.

Рабочая программа дисциплины

Вероятностные модели в естествознании

(наименование дисциплины (модуля))

Уровень высшего образования

Бакалавриат

(бакалавриат / магистратура / специалитет)

Направление подготовки / специальность

02.03.02 Фундаментальная информатика и информационные технологии

(указывается код и наименование направления подготовки / специальности)

Направленность образовательной программы

Инженерия программного обеспечения

(указывается профиль / магистерская программа / специализация)

Форма обучения

очная

(очная / очно-заочная / заочная)

Нижегород

2023 год

1. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина *Б1.В.ДВ.07.02 Вероятностные модели в естествознании* относится к части ООП направления подготовки 02.03.02 Фундаментальная информатика и информационные технологии, 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 создавать и исследовать новые математические модели в естественных науках, промышленности и бизнесе, с учетом возможностей современных информационных технологий и программирования и компьютерной техники	ПК-3.1: Знает методы анализа и исследования математических моделей в области фундаментальной информатики и информационных технологий;	<i>Знать основные приемы и методы управления марковскими случайными процессами и область их практического применения . Знать классификацию пространства состояний марковских цепей и основные классы состояний. Знать рекуррентный метод исследования процессов последовательных решений для систем, описываемых управляемым марковским процессом.</i>	<i>Собеседование, Задача, Доклад</i>
	ПК-3.2: Умеет определять ключевые свойства и ограничения системы	<i>Уметь обосновать выбранный метод решения и доказать его эффективность. Уметь применять итерационный метод выбора стратегии поведения для достижения максимально возможной прибыли управляемого процесса с доходами. Уметь пользоваться приемами анализа марковских процессов с доходами и нахождения полного ожидаемого дохода в случае длительного функционирования системы. Уметь пользоваться методами управления процессами разгрузки и загрузки с помощью функционалов достижения с запретами.</i>	<i>Задача</i>

3. Структура и содержание дисциплины

3.1. Трудоемкость дисциплины

	очная форма обучения
Общая трудоемкость	3 ЗЕТ
Часов по учебному плану	108
в том числе	
контактная работа:	25
- занятия лекционного типа	24
- занятия лабораторного типа	
- текущий контроль (КСР)	1
самостоятельная работа	83
Промежуточная аттестация – зачет	

3.2. Содержание дисциплины

Наименование и краткое содержание 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	Занятия лабораторного типа	Всего	
Марковские случайные процессы с дискретным временем и конечным числом состояний Матрица вероятностей перехода за один шаг, рекуррентное соотношение для вероятностей состояний системы. Пример с игрушечных дел мастером. Классификация состояний марковской цепи, основные классы состояний и их связь.	27	4			4	23
Марковские процессы с доходами Рекуррентное соотношение для доходов. Анализ марковских процессов с доходами с помощью z-преобразования. Поведение полного ожидаемого дохода в случае длительного функционирования системы.	124	4			4	20
Рекуррентный и итерационный методы для изучения процессов последовательных решений Этапы рекуррентного метода и его применение на примерах. Итерационный метод для марковских процессов с одним эргодическим классом, доказательство его эффективности. Итерационный метод для процессов с несколькими эргодическими классами, примеры.	28	8			8	20
Функционалы Чжуна и их применение для управления процессами разгрузки и загрузки Основные свойства функционалов Чжуна, метод нахождения их условных математических ожиданий. Применение функционалов Чжуна при решении за-	28	8			8	20

дачи оптимизации в некоторой управляемой системе массового обслуживания.						
Текущий контроль (КСР)	1				1	
Промежуточная аттестация –зачет						
Итого	108	24			25	83

Текущий контроль успеваемости реализуется в формах опросов на занятиях лекционного типа.

Промежуточная аттестация проходит в традиционной форме (зачет).

4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Самостоятельная работа студентов включает в себя самостоятельное изучение некоторых разделов курса "Вероятностные модели в естествознании", подготовку доклада по заданной теме, выполнение домашних работ. Для выполнения самостоятельной работы студенту предлагается использовать конспекты лекций и литературу, предложенную в п. 7 данного документа.

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), включающий:

5.1. Описание шкал оценивания результатов обучения по дисциплине

Уровень сформированности компетенций (индикатора достижения компетенций)	Шкала оценивания сформированности 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, без ошибок.	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.	Продемонстрированы основные умения. Решены типовые задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, но не в полном объеме.	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами.	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами.	Продемонстрированы все основные умения, решены все основные задачи с отдельными несущественными недочетами, выполнены все задания в полном объеме.	Продемонстрированы все основные умения, решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме без недочетов
<u>Навыки</u>	Отсутствие владения материалом. 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.	Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторыми недочетами	Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач без ошибок и недочетов.	Продемонстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и 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 компетенции (согласно РПД)
1. Описать свойства марковского случайного процесса с дискретным временем и конечным числом состояний.	ПК-3
2. Привести классификацию состояний марковского процесса и указать основные классы состояний.	ПК-3
3. Дать определение z -преобразования и найти его для указанных функций.	ПК-3
4. Описать метод z -преобразования для вектора вероятностей состояний системы и привести пример.	ПК-3
5. Указать особенности z -преобразования для марковских цепей, имеющих невозвратные и периодические состояния.	ПК-3
6. Указать особенности z -преобразования для марковских цепей, имеющих несколько эргодических классов.	ПК-3
7. Привести рекуррентное соотношение для доходов.	ПК-3
8. Описать метод анализа марковских процессов с доходами с помощью z -преобразования.	ПК-3
9. Указать особенности поведения полного ожидаемого дохода в случае длительного функционирования системы.	ПК-3
10. Описать этапы рекуррентного метода и привести пример его применения.	ПК-3
11. Описать суть итерационного метода для марковских процессов с одним эргодическим классом и привести пример его применения.	ПК-3
12. Привести доказательство эффективности итерационного метода.	ПК-3
13. Указать особенности итерационного метода для марковских процессов с несколькими эргодическими классами и привести пример применения этого	ПК-3

метода.	
14. Привести основные свойства функционалов Чжуна и описать метод вычисления их условных математических ожиданий.	ПК-3
15. Показать возможность применения функционалов Чжуна при решении задач оптимизации управления в системах массового обслуживания.	ПК-3

5.2.2 Типовые задачи для оценки сформированности компетенции ПК-3

1. Найти вектор вероятностей состояний системы после n -ого шага с помощью z -преобразования на примере (приводится матрица вероятностей перехода за один шаг и вектор начальных вероятностей состояний системы).
2. Показать на заданном примере особенности z -преобразования для марковского процесса с невозвратным состоянием.
3. Продемонстрировать рекуррентный метод принятия последовательных решений на заданном примере.
4. Получить аналитические выражения для доходов процесса после n -ого шага на примере (задана матрица вероятностей перехода за один шаг, матрица доходов и нулевой вектор начальных доходов).
5. Продемонстрировать применение итерационного метода нахождения оптимальной стратегии управления на задаче с заданными параметрами.

5.2.3 Темы докладов для оценки сформированности компетенции ПК-3

1. Конструктивное задание полумарковского процесса. Примеры. Основные характеристики полумарковского процесса.
2. Вложенная цепь Маркова. Предельные свойства полумарковских процессов.
3. Свойства аддитивных функционалов от полумарковских процессов.
4. Управление полумарковским процессом и задачи оптимального управления.
5. Марковские моменты. Мартингалы и полумартингалы.
6. Марковские процессы. Постановка задачи об оптимальной остановке. Оптимальные правила остановки в классе ограниченных марковских моментов.
7. Задача о выборе наилучшего объекта.
8. Эксцессивные функции и наименьшие эксцессивные мажоранты. Эксцессивная характеристика цены.

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

- а) основная литература:

1. Федоткин М.А. Основы прикладной теории вероятностей и статистики. М.:Высшая школа. 2006. - 368 с. (186 экз.)
2. Федоткин М.А. Модели в теории вероятностей. – М.: Физматлит, 2012. – 608 с. (196 экз.)
3. Вентцель Е.С., Овчаров Л.А. Прикладные задачи теории вероятностей. – М.: Радио и связь, 1983. (34 экз.).

б) дополнительная литература:

1. Шильман С.В., Конышева В.М. Курс теории вероятностей: Уч. пособие. – Н.Новгород: ННГУ, 1998. – 155с. (129 экз.).
2. Ширяев А.Н. Вероятность — М.: Наука, 1989. (92 экз.).

в) программное обеспечение и Интернет-ресурсы.

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

Помещения представляют собой учебные аудитории для проведения учебных занятий, предусмотренных программой, оснащенные оборудованием и техническими средствами обучения.

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 02.03.02 Фундаментальная информатика и информационные технологии.

Автор: к.ф.-м.н., доцент Голышева Н.М.

Рецензент (ы) _____

Заведующий кафедрой _____ Зорин А.В.