

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Ярославский государственный университет им. П.Г. Демидова

Кафедра дифференциальных уравнений

УТВЕРЖДАЮ

Декан математического факультета

Нестеров П.Н.

20 мая 2025 г.

Рабочая программа дисциплины
Дискретные и вероятностные модели

Направление подготовки (специальности)
01.04.02 Прикладная математика и информатика

Направленность (профиль)
«Математическое моделирование и численные методы»

Форма обучения очная

Программа рассмотрена
на заседании кафедры
от 18.04.2025, протокол № 8

Программа одобрена НМК
математического факультета
протокол № 9 от 05.05.2025

1. Цели освоения дисциплины

Целью дисциплины «Дискретные и вероятностные модели» является ознакомление студентов с направлениями применения дискретных и вероятностных математических моделей в технических и социально-экономических системах.

Основной задачей изучения дисциплины «Дискретные и вероятностные математические модели» является формирование у студентов навыков построения моделей с использованием дискретной математики и теории вероятностей.

В результате изучения дисциплины «Дискретные и вероятностные математические модели» студенты должны знать основные области и задачи применения дискретных и вероятностных математических моделей.

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Дискретные и вероятностные математические модели» относится к обязательной части образовательной программы. Данная дисциплина призвана расширить знания студентов не только по фундаментальным основам избранной ими профессии, но и стимулировать их к постоянному совершенствованию и расширению общенаучной базы, стремлению к достижению наивысших результатов в науке и практической деятельности. Изучение дисциплины базируется на знании обучающимся теории вероятностей, дискретной математики и численных методов. Знания и навыки, полученные при изучении дисциплины, используются при написании курсовых работ и ВКР.

3. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих элементов компетенций в соответствии с ФГОС ВО, ОП ВО и приобретения следующих знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности.

Формируемая компетенция (код и формулировка)	Индикатор достижения компетенции (код и формулировка)	Перечень планируемых результатов обучения
Общепрофессиональные компетенции		
ОПК-3 Способен разрабатывать математические модели и проводить их анализ при решении задач в области профессиональной деятельности	И-ОПК-3.1 Обладает знаниями в области математического моделирования	Знать: - об основных дискретных и вероятностных моделях; - о направлениях и задачах применения дискретных и вероятностных моделей; - о возможностях моделирования современными средствами алгоритмизации и программирования.
	И-ОПК-3.2 Способен разрабатывать математические модели при решении задач профессиональной деятельности	Уметь: - проводить постановку и решение задач с использованием дискретных и вероятностных моделей.
	И-ОПК-3.3 Способен анализировать, сравнивать, совершенствовать	Владеть: - навыками работы с современной научно-технической литературой в области математического моделирования и теории

	разработанные математические модели	вероятностей; - навыками использования аппарата математического моделирования при решении различных профессиональных задач.
--	-------------------------------------	--

4. Объем, структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет **4** зачетные единицы, **144** акад. часов.

№ п/п	Темы (разделы) дисциплины, их содержание	Семестр	Виды учебных занятий, включая самостоятельную работу студентов, и их трудоемкость (в академических часах)						Формы текущего контроля успеваемости Форма промежуточной аттестации (по семестрам)
			Контактная работа						
			лекции	практические	лабораторные	консультации	аттестационные испытания		
1	Производящие функции в теории вероятностей. Производящие функции последовательностей.	2	6			1		24	КР №1
2	Характеристические функции в теории вероятностей. Примеры ХФ. Предельные теоремы.	2	4	2		1		24	КР №2
3	Вероятностные модели. Функции Радемахера и их свойства. Моделирование задачи о подбрасывании монеты. Неравенство Чебышева. Сильная и слабая предельные теоремы. Нормальные числа. Генераторы случайных величин	2	6	14		2		24	опрос
						2	0,5	33,5	экзамен
	ИТОГО		16	16		6	0,5	105,5	

5. Образовательные технологии, в том числе технологии электронного обучения и дистанционные образовательные технологии, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

В процессе обучения используются следующие образовательные технологии:

Академическая лекция с элементами лекции-беседы – последовательное изложение материала, осуществляемое преимущественно в виде монолога преподавателя. Элементы лекции-беседы обеспечивают контакт преподавателя с аудиторией, что позволяет привлекать внимание студентов к наиболее важным темам дисциплины, активно вовлекать их в учебный процесс, контролировать темп изложения учебного материала в зависимости от уровня его восприятия.

Практическое занятие – занятие, посвященное освоению конкретных умений и навыков по закреплению полученных на лекции знаний.

Консультации – вид учебных занятий, являющийся одной из форм контроля самостоятельной работы студентов. На консультациях по просьбе студентов рассматриваются наиболее сложные моменты при освоении материала дисциплины, преподаватель отвечает на вопросы студентов, которые возникают у них в процессе самостоятельной работы.

6. Перечень лицензионного и (или) свободно распространяемого программного обеспечения, используемого при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

В процессе осуществления образовательного процесса по дисциплине используются:
для формирования материалов для текущего контроля успеваемости и проведения промежуточной аттестации, для формирования методических материалов по дисциплине:

- программы Microsoft Office;
- издательская система LaTeX;
- Adobe Acrobat Reader.

7. Перечень современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (при необходимости)

В процессе осуществления образовательного процесса по дисциплине используются:

- Автоматизированная библиотечно-информационная система «БУКИ-NEXT»_

http://www.lib.uniyar.ac.ru/opac/bk_cat_find.php

- Электронная библиотечная система «Лань» <https://e.lanbook.com>

- Электронная библиотечная система «Юрайт» <https://urait.ru>

- Электронная библиотечная система «Консультант студента»
<https://www.studentlibrary.ru>

8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» (при необходимости), рекомендуемых для освоения дисциплины

а) основная литература:

1. Севастьянов Б. А. Вероятностные модели. / Б. А. Севастьянов - М.: Наука, 1992. - 175 с.
2. Романовский И. В. Дискретный анализ. - СПб.: Невский Диалект, БХВ-Петербург, 2008.
<https://djvu.online/file/uym5sN0b0SiNe?ysclid=llqthnnxp0166996976>

б) дополнительная литература:

1. Кац М. Статистическая независимость в теории вероятностей, анализе и теории чисел. / М. Кац; пер. сангл. Ю. В. Прохорова - М.: Изд-во иностр. лит., 1963. - 156 с.: ил.
2. Резник В. Г. Дискретные и вероятностные математические модели: методические указания по самостоятельной и индивидуальной работе студентов. - Томск, ТУСУР, 2016.
https://asu.tusur.ru/learning/mag010400/d09/m010400_d09_work.pdf

9. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине включает в свой состав специальные помещения:

- учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа;

- учебные аудитории для проведения практических занятий (семинаров);
- учебные аудитории для проведения групповых и индивидуальных консультаций;
- учебные аудитории для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации;
- помещения для самостоятельной работы;
- помещения для хранения и профилактического обслуживания технических средств обучения.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа к электронной информационно-образовательной среде ЯрГУ.

Автор:

Д.ф.-м.н., профессор

Бережной Е.И.

**Фонд оценочных средств для проведения текущей и промежуточной
аттестации студентов по дисциплине**

**1. Типовые контрольные задания или иные материалы,
используемые в процессе текущей аттестации**

Контрольная работа № 1

1.1. Для случайной величины ξ , распределенной по биномиальному закону с параметрами n и p , вычислить производящую функцию. Через производящую функцию вычислить математическое ожидание и дисперсию этой случайной величины, а также все ее факториальные моменты.

1.2. Для случайной величины ξ , распределенной по закону Пуассона с параметром λ , вычислить производящую функцию. Через производящую функцию вычислить математическое ожидание и дисперсию этой случайной величины.

1.3. Пусть вероятность попадания в цель при одном (каждом) выстреле равна p . Случайная величина τ равна числу выстрелов до первого попадания. Найти производящую функцию для случайной величины τ , а также математическое ожидание и дисперсию для нее.

1.4. Пусть τ_3 равна числу выстрелов до трех первых попаданий. Вычислить производящую функцию для τ_3 . Найти математическое ожидание и дисперсию этой случайной величины.

1.5. Две независимые случайные величины ξ_1 и ξ_2 распределены по закону Пуассона с параметрами 2 и 3 соответственно. Найти закон распределения случайной величины $\xi = \xi_1 + \xi_2$.

1. Для случайной величины ξ , равномерно распределенной на отрезке $[-1, 1]$, вычислить характеристическую функцию, а также математическое ожидание и дисперсию через нее.

Вычислите характеристическую функцию и закон распределения случайной величины 2ξ .

Как выглядит $f_2(t)$ – характеристическая функция случайной величины ξ_2 , равномерно распределенной на отрезке $[-2, 2]$?

2. Пусть случайные величины ξ и ξ_1 равномерно распределены на отрезке $[-1, 1]$ и независимы. Выведите закон распределения суммы этих величин и вычислите характеристическую функцию.

3. По характеристической функции $f(t) = \cos t$ восстановите закон распределения случайной величины η .

4. Восстановите законы распределения случайных величин η_1 и η_2 по их характеристическим функциям $f_1(t) = \cos^2 t$ и $f_2(t) = \cos^3 t$.

5. Найти закон распределения для случайной величины $\zeta = \xi + \eta$, где ξ и η – независимые случайные величины из упражнений 3.4 и 3.6.

6. Докажите, что в случае четной функции плотности $p(x)$ характеристическая функция $f(t)$ действительная.

7. Пусть ξ_1 и ξ_2 – независимые и одинаково распределенные случайные величины с характеристической функцией $f(t)$. Вычислите характеристическую функцию $\eta = \xi_1 - \xi_2$.

3. Методические рекомендации преподавателю по процедуре оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

Целью процедуры оценивания является определение степени овладения студентом ожидаемыми результатами обучения (знаниями, умениями, навыками и (или) опытом деятельности).

Процедура оценивания степени овладения студентом ожидаемыми результатами обучения осуществляется с помощью методических материалов, представленных в разделе «Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций»

3.1 Критерии оценивания степени овладения знаниями, умениями, навыками и (или) опытом деятельности, определяющие уровни сформированности компетенций

Пороговый уровень (общие характеристики):

- владение основным объемом знаний по программе дисциплины;
- знание основной терминологии данной области знаний, стилистически грамотное, логически правильное изложение ответа на вопросы без существенных ошибок;
- владение инструментарием дисциплины, умение его использовать в решении стандартных (типовых) задач;

- способность самостоятельно применять типовые решения в рамках рабочей программы дисциплины;
- усвоение основной литературы, рекомендованной рабочей программой дисциплины;
- знание базовых теорий, концепций и направлений по изучаемой дисциплине;
- самостоятельная работа на практических и лабораторных занятиях, периодическое участие в групповых обсуждениях, достаточный уровень культуры исполнения заданий.

Продвинутый уровень (общие характеристики):

- достаточно полные и систематизированные знания в объёме программы дисциплины;
- использование основной терминологии данной области знаний, стилистически грамотное, логически правильное изложение ответа на вопросы, умение делать выводы;
- владение инструментарием дисциплины, умение его использовать в решении учебных и профессиональных задач;
- способность самостоятельно решать сложные задачи (проблемы) в рамках рабочей программы дисциплины;
- усвоение основной и дополнительной литературы, рекомендованной рабочей программой дисциплины;
- умение ориентироваться в базовых теориях, концепциях и направлениях по изучаемой дисциплине и давать им сравнительную оценку;
- самостоятельная работа на практических и лабораторных занятиях, участие в групповых обсуждениях, высокий уровень культуры исполнения заданий.

Высокий уровень (общие характеристики):

- систематизированные, глубокие и полные знания по всем разделам дисциплины;
- точное использование терминологии данной области знаний, стилистически грамотное, логически верное изложение ответа на вопросы, умение делать обоснованные выводы;
- безупречное владение инструментарием дисциплины, умение его использовать в постановке и решении научных и профессиональных задач;
- способность самостоятельно и творчески решать сложные задачи (проблемы) в рамках рабочей программы дисциплины;
- глубокое усвоение необходимого материала из основной и дополнительной литературы, рекомендованной рабочей программой дисциплины;
- умение ориентироваться в основных теориях, концепциях и направлениях по изучаемой дисциплине и давать им критическую оценку;
- активная самостоятельная работа на практических и лабораторных занятиях, творческое участие в групповых обсуждениях, высокий уровень культуры исполнения заданий.

3.2 Описание процедуры выставления оценки

В зависимости от уровня сформированности каждой компетенции по окончании освоения дисциплины студенту выставляется оценка. Для дисциплин, изучаемых в течение нескольких семестров, оценка может выставляться не только по окончании ее освоения, но и в промежуточных семестрах. Вид оценки («отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно», «зачтено», «не зачтено») определяется рабочей программой дисциплины в соответствии с учебным планом.

Оценка «отлично» выставляется студенту, у которого каждая компетенция (полностью или частично формируемая данной дисциплиной) сформирована на высоком уровне.

Оценка «хорошо» выставляется студенту, у которого каждая компетенция (полностью или частично формируемая данной дисциплиной) сформирована не ниже, чем на продвинутом уровне.

Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, у которого каждая компетенция (полностью или частично формируемая данной дисциплиной) сформирована не ниже, чем на пороговом уровне.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, у которого хотя бы одна компетенция (полностью или частично формируемая данной дисциплиной) сформирована ниже, чем на пороговом уровне.

Оценка «зачтено» выставляется студенту, у которого каждая компетенция (полностью или частично формируемая данной дисциплиной) сформирована не ниже, чем на пороговом уровне.

Оценка «не зачтено» выставляется студенту, у которого хотя бы одна компетенция (полностью или частично формируемая данной дисциплиной) сформирована ниже, чем на пороговом уровне.

Методические указания для студентов по освоению дисциплины

Студенту желательно проявлять активное участие на занятиях, задавать вопросы, поскольку умение обосновывать свою точку зрения, нахождение компромиссного решения в этически выдержанной дискуссии не только важно для лучшего усвоения материала, но и ценится в реальной жизни. Важным моментом при изучении любой дисциплины является организация самостоятельной работы.

Самостоятельная работа - планируемая учебная, учебно-исследовательская, научно-исследовательская работа студентов, выполняемая во внеаудиторное (аудиторное) время по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия (при частичном непосредственном участии преподавателя, оставляющем ведущую роль за работой студентов).

Самостоятельная работа студентов в ВУЗе является важным видом учебной и научной деятельности студента. Государственным стандартом предусматривается, как правило, 50% часов из общей трудоемкости дисциплины на самостоятельную работу студентов (далее СРС). В связи с этим, обучение в ВУЗе включает в себя две, практически одинаковые по объему и взаимовлиянию части – процесса обучения и процесса самообучения. Поэтому СРС должна стать эффективной и целенаправленной работой студента.

Концепцией модернизации российского образования определены основные задачи профессионального образования - «подготовка квалифицированного работника соответствующего уровня и профиля, конкурентоспособного на рынке труда, компетентного, ответственного, свободно владеющего своей профессией и ориентированного в смежных областях деятельности, способного к эффективной работе по специальности на уровне мировых стандартов, готового к постоянному профессиональному росту, социальной и профессиональной мобильности».

Решение этих задач невозможно без повышения роли самостоятельной работы студентов над учебным материалом, усиления ответственности преподавателей за развитие навыков самостоятельной работы, за стимулирование профессионального роста студентов, воспитание творческой активности и инициативы.

Формирование такого умения происходит в течение всего периода обучения через участие студентов в практических занятиях, выполнение контрольных заданий и тестов, написание курсовых и выпускных квалификационных работ. При этом самостоятельная работа студентов играет решающую роль в ходе всего учебного процесса.

В освоении дисциплины (модуля) инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья большое значение имеет индивидуальная работа. Под индивидуальной работой подразумевается две формы взаимодействия с преподавателем: индивидуальная учебная работа (консультации), т.е. дополнительное разъяснение учебного материала и углубленное изучение материала с теми обучающимися, которые в этом заинтересованы, и индивидуальная воспитательная работа. Индивидуальные консультации по предмету является важным фактором, способствующим индивидуализации обучения и установлению воспитательного контакта между преподавателем и обучающимся инвалидом или обучающимся с ограниченными возможностями здоровья.