МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
СТАРООСКОЛЬСКИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ ИМ. А.А. УГАРОВА
(филиал) федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования
«Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС»
СТИ НИТУ «МИСИС»

Рабочая программа утверждена
решением Ученого совета
СТИ НИТУ «МИСИС»
от 20 июня 2023 г.
протокол №5

Рабочая программа дисциплины
МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ

Закреплена за кафедрой **Высшей математики и информатики**
Направление подготовки 08.03.01 Строительство
Профиль Промышленное и гражданское строительство

Квалификация **Бакалавр**

Форма обучения **Очная**

Общая трудоемкость **2 ЗЕТ**

Часов по учебному плану 72

в том числе:

аудиторные занятия 51

самостоятельная работа 21

Формы контроля в семестрах:

Зачёт 3

Распределение часов дисциплины по семестрам

семестр	3		Итого	
Вид занятий	УП	РП	УП	РП
Лекции	17	17	17	17
Лабораторные	17	17	17	17
Практические	17	17	17	17
Итого ауд.	51	51	51	51
Сам. работа	21	21	21	21
Итого:	72	72	72	72

Год набора 2020 г.
В редакции 2023 г.

Программу составила:
старший преподаватель
Тамбыя Татьяна Владимировна
Должность,уч.ст., уч.зв ФИО полностью *подпись*

Рабочая программа дисциплины
Математическое моделирование
наименование

Разработана в соответствии с ОС ВО НИТУ «МИСИС»:
Самостоятельно устанавливаемый образовательный стандарт высшего образования - бакалавриат Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС» по направлению подготовки 08.03.01 строительство (приказ 95 о.в. от 05.03.2020)

Составлена на основании учебного плана 2023 года
08.03.01 строительство,
Профиль: Промышленное и гражданское строительство, утвержденного Ученым советом СТИ НИТУ «МИСИС» 20 июня 2023 г., протокол № 5.

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры
Высшей математики и информатики
наименование кафедры

Протокол от «5» июня 2023 г. № 9.

Зав. кафедрой ВМиИ Е.Г. Кабулова
аббревиатура наименования кафедры *подпись* *И.О. Фамилия*

«5» июня 2023 г.

Руководитель ОПОП ВО
заведующий кафедрой, к.э.н., доцент С.В. Чуев
должность, уч.ст., уч.зв. *подпись* *И.О. Фамилия*

«5» июня 2023 г.

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ
Цель освоения дисциплины – ознакомиться с основными понятиями теории вероятностей и математической статистики; пользоваться языком дискретной математики для построения математических моделей объектов дискретной природы, обучить методам исследований конечной математики для использования их при решении основных задач, связанных с дискретными объектами, исследовать недетерминированные (вероятностные) процессы и оценивать их статистическими методами.
Задачи дисциплины - научить: - исследовать недетерминированные (вероятностные) процессы и оценивать их статистическими методами; - оперировать основными понятиями качественного и численного анализа стохастических математических моделей; - пользоваться недетерминированными методами для построения и анализа математических моделей.

2. МЕСТО В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ	
Цикл (раздел) ОП:	Б1.В
2.1	**Требования к предварительной подготовке обучающихся:**
2.1.1	математика
2.1.2	информатика
2.2	**Дисциплины и практики, для которых освоение данной дисциплины необходимо как предшествующее:**
2.2.1	Инженерная и компьютерная графика
2.2.2	Прикладная механика

3. ИНДИКАТОРЫ ФОРМИРОВАНИЯ КОМПЕТЕНЦИЙ, СОВМЕЩЕННЫЕ С РЕЗУЛЬТАТАМИ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ	
УК-1: Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, умение анализировать процессы и системы с использованием соответствующих аналитических, вычислительных и экспериментальных методов, применять системный подход для решения поставленных задач	
Знать:	УК-1-З1 основные методы исследования стохастических и вероятностных явлений.
Уметь:	УК-1-У1 применять теоретико-вероятностные методы к решению задач.
Владеть:	УК-1-В1 навыками самостоятельной работы с литературой для поиска информации об отдельных понятиях, математических терминах из теории вероятностей.
ОПК-1: Способность решать задачи профессиональной деятельности на основе использования теоретических и практических основ естественных и технических наук, а также математического аппарата	
Знать:	ОПК-1-З1 естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности.
Уметь:	ОПК-1-У1 привлечь для решения естественнонаучных проблем соответствующий физико-математический аппарат.
Владеть:	ОПК-1-В1 навыками использования основных законов естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применения методов математического анализа и математического моделирования, теоретического и экспериментального исследования.
ОПК-2: Способность понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности, вести обработку, анализ и представление информации, осуществлять моделирование и анализ для проведения детальных исследований и поиска решения технических вопросов в соответствующей области исследования	
Уметь:	ОПК-2-У1 применять методы математического анализа и математического моделирования, теоретического и экспериментального исследования.
Владеть:	ОПК-2-В1 навыком компьютерного поиска решения естественнонаучных и технических проблем.
ПК-3: Способность пользоваться методами и средствами физического и математического (компьютерного) моделирования, владеть методами испытаний строительных конструкций и изделий, методами постановки и проведения экспериментов по заданным методикам, искать научно-техническую информацию, отечественного и зарубежного опыта по профилю деятельности.	
Уметь:	ПК-3-У1 пользоваться методами и средствами физического и математического (компьютерного) моделирования
Владеть:	ПК-3-В1 методами постановки и проведения экспериментов по заданным методикам

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ						
Код занятия	**Наименование разделов и тем /вид занятия/**	**Семестр**	**Количество часов**	**Компетенции**	**Литература и электронные ресурсы**	**Примечание**
1.	**Раздел 1. Элементы теории вероятностей**					
1.1	Случайные события. Классическое определение вероятности. Правила сложения и умножения вероятностей. Формула полной вероятности. Формула Бернулли. Дискретные и непрерывные случайные величины. Функция и плотность распределения случайной величины. Числовые характеристики случайных величин. Примеры законов распределения. /Лек/	3	9	УК-1-З1, ОПК-1-З1	Л1.1 Л1.2 Э1	
1.2	Случайные события. Классическое определение вероятности. Правила сложения и умножения вероятностей. Формула полной вероятности. Повторные независимые испытатния. /Лаб/	3	4	УК-1-У1, УК-1-В1	Л1.1 Л1.2 Л 3.1 Э1	
1.3	Функция и плотность распределения случайной величины. Числовые характеристики случайных величин. Математическое ожидание и дисперсия. /Лаб/	3	4	УК-1-У1, УК-1-В1, ОПК-1-У1	Л1.1 Л1.2 Л 3.1 Э1	
1.4	Случайные события. /Пр/	3	4	УК-1-У1, УК-1-В1, ОПК-1-У1	Л1.1 Л1.2 Л 3.1	
1.5	Случайные величины. /Пр/	3	4	УК-1-У1, УК-1-В1, ОПК-1-У1	Л1.1 Л1.2 Л 3.1	
1.6	Подготовка к ЛР. Выполнение ДЗ. /Ср/	3	12	УК-1-У1, УК-1-В1, ОПК-1-У1, ОПК-1-В1	Л 3.1	
	Раздел 2. Элементы математической статистики					
2.1	Основные определения, понятия и задачи математической статистики. Статистические оценки функций плотности и распределения случайной величины. Оценка числовых параметров выборки. Построение доверительных интервалов и проверка статистических гипотез. /Лек/	3	8	УК-1-З1, ОПК-1-З1,	Л1.1 Л2.1 Э1	

2.2	Первичная обработка данных. Группировка. Построение гистограммы и полигона частот выборки. Точечное и интервальное оценивание с помощью MS Excel. /Лаб/	3	3	ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ПК-3-У1 ПК-3-В1	Л2.1 Л3.1	
2.3	Оценка числовых параметров выборки. Построение доверительных интервалов и проверка статистических гипотез. /Пр/	3	3	ОПК-1-У1 ОПК-1-В1		
2.4	Проверка статистических гипотез с помощью MS Excel. /Лаб/	3	3	ОПК-2-У1 ОПК-2-В1 ПК-3-У1 ПК-3-В1	Л2.1 Л3.1	
2.5	Критерий. Мощность критерия. Ошибки. Доверительная вероятность. /Пр/	3	3	ОПК-1-У1 ОПК-1-В1		
2.6	Исследование линейной корреляции с помощью MS Excel. /Лаб/	3	3	ОПК-2-У1 ОПК-2-В1 ПК-3-У1 ПК-3-В1	Л2.1 Л3.1	
2.7	Значимость коэффициента линейной корреляции. Критерий Стьюдента. /Пр/	3	3	ОПК-1-У1 ОПК-1-В1	Л2.1 Л3.1	
2.8	Подготовка и выполнение ЛР. /Ср/	3	9	ОПК-2-У1 ОПК-2-В1	Л 3.1	

5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

5.1. Вопросы для самостоятельной подготовки к экзамену

Экзамен не предусмотрен.

5.2. Перечень работ, выполняемых по дисциплине

Домашнее задание по теории вероятностей (УК-1-У1, УК-1-В1)

1. Необходимо выбрать студенческий совет, состоящий из R человек. Среди кандидатов N первокурсников, M второкурсников и K третьекурсников. Найти вероятности следующих событий:

а) в студсовет попадет n первокурсников, m второкурсников и k третьекурсников;
б) хотя бы один первокурсник попадет в студсовет.

2. Три стрелка стреляют по мишени. Предполагается, что события попадания в мишень для стрелков независимы и вероятности попадания стрелков в мишень равны p_1, p_2, p_3. Какова вероятность того, что:

а) все три выстрела окажутся успешными;
б) хотя бы один из трёх выстрелов окажется успешным;
в) точно один выстрел окажется успешным, два неуспешными?

3. Имеется три одинаковые коробки с коллекционными монетами. В первой коробке m_1 российских и m_2 канадских монет, во второй – n_1 российских и n_2 канадских, в третьей – r_1 российских и r_2 канадских. Наудачу выбирается коробка, и из нее вынимают две монеты.

а) Найти вероятность, что они разные (российские и канадские).
б) Они оказались разными. Из какой коробки вероятнее всего они были извлечены?

4. Вероятность того, что некий студент может сдать экзамен сессии на отлично равна p. В сессию он должен сдать N экзаменов. Найти вероятности того, что студент сдаст на отлично:

а) n экзаменов;
б) от n_1 до n_2 экзамена;
в) хотя бы один экзамен;
г) найти наиболее вероятное число экзаменов, сданных на отлично, и его вероятность.

5. Вероятность изготовления бракованной детали равна p. Определить вероятность того, что из N деталей число бракованных составит:

а) n деталей;
б) хотя бы две.

6. Вероятность своевременного выполнения заказа цехами службы быта равна p. Найти вероятность того, что из N заказов будет выполнено в срок:

а) n_1 заказов;
б) от n_1 до n_2 заказов.

7. Страховая компания выплачивает страховые суммы в связи с наступлением страхового случая в среднем по 1 договоров из ста. Пусть X – число таких договоров среди наудачу отобранных n. Требуется:

а) составить ряд распределения X;
б) вычислить математическое ожидание, дисперсию, среднеквадратическое отклонение, моду;
в) вычислить вероятность того, что число договоров, по которым будет произведена выплата, не менее m.

8. Плотность распределения случайной величины X на промежутке $[z_1; z_2]$ имеет вид $f(x) = A \cdot |x - z_3|$, для $x \notin [z_1; z_2]$ $f(x) = 0$. Требуется:

а) найти значение A;
б) указать плотность распределения, функцию распределения и построить их графики;
в) вычислить математическое ожидание m_x, дисперсию D_x, моду, медиану, среднеквадратическое отклонение σ_x случайной величины X;
г) найти вероятность $P(|X - m_x| < \sigma_x)$.

9. Измерительный прибор работает без систематических ошибок (работа измерительного прибора без систематических ошибок означает, что $m_x = 0$). Известно, что вероятность ошибки измерения, превышающей по абсолютной величине Δ, равна p. Пусть случайная величина X — это величина ошибки измерения. Предполагая, что случайная величина X нормально распределена, найти

а) приближенное значение дисперсии;

б) вероятность того, что ошибка измерения не превысит ε;

в) Вероятность того, что ошибка измерения изменяется от α до β;

Вопросы для защиты ДЗ (УК-1-З1, УК-1-У1, ОПК-1-З1, ОПК-1-У1)

1. Основные формулы комбинаторики и элементы теории множеств.
2. Классическое определение вероятности и его свойства.
3. Теорема сложения вероятностей событий.
4. Произведение событий, условная вероятность. Теорема умножения вероятностей.
5. Независимые события. Теорема умножения для независимых событий. Вероятность появления хотя бы одного события.
6. Полная группа событий. Формула полной вероятности. Вероятность гипотез. Формулы Байеса.
7. Повторные независимые испытания. Формула Бернулли, Пуассона, локальная и интегральная теоремы Лапласа.
8. Случайные величины дискретного типа. Закон распределения, примеры (биномиальное распределение, распределение Пуассона).
9. Случайные величины непрерывного типа. Функция распределения вероятностей, ее свойства, графическое изображение. Плотность распределения вероятностей непрерывной случайной величины, ее свойства.
10. Числовые характеристики случайной величины дискретного и непрерывного типа. Их свойства.

Лабораторная работа №1 (ОПК-1-У1, ОПК-2-В1, ОПК-2-У1, ПК-3-У1, ПК-3-В1)

Первичная обработка результатов эксперимента

1. Обработка результатов измерений

- Записать выборку объема $n = n_1 + n_2$ в виде вариационного ряда.
- Найти $x_{\min}, x_{\max}$, размах выборки.
- Найти моду и медиану вариационного ряда.
- Записать выборку объема $n = n_1 + n_2$ в виде группированного статистического ряда. Для этого интервал, содержащий все элементы выборки, разбить на $k \approx 1 + \log_2 n$ непересекающихся интервалов. Вычислить частоты.
- Найти эмпирическую функцию распределения и построить ее график.
- Построить гистограмму и полигон частот группированной выборки.

2. Точечные оценки параметров

- Найти оценку математического ожидания, дисперсии и среднеквадратического отклонения для объединённых данных.

3. Интервальные оценки параметров

- Построить доверительные интервалы для полученных оценок при заданной доверительной вероятности (надежности) P = 0,95.

Лабораторная работа №2 (ОПК-1-У1, ОПК-2-В1, ОПК-2-У1, , ПК-3-У1, ПК-3-В1)

Проверка статистических гипотез

- Найти оценку математического ожидания, дисперсии и среднеквадратического отклонения по каждой серии.
- Проверить гипотезу о равенстве дисперсий (критерий Фишера) при заданной доверительной вероятности (надежности) P = 0,95.
- Вычислить сводную оценку дисперсии.
- Проверить гипотезу о равенстве математических ожиданий (критерий Стьюдента) при заданной доверительной вероятности (надежности) P = 0,95.
- Проверить гипотезу о нормальном распределении объединенных данных двух выборок (критерий Пирсона) при заданной доверительной вероятности (надежности) P = 0,95.
- По всем гипотезам сделать выводы.

При выполнении работы рекомендуется принять следующие обозначения:

$\overline{x}_1$, $\overline{x}_2$ – оценка математического ожидания по 1-й и 2-й сериям;

S_1, S_2 – оценка среднеквадратического отклонения по 1-й и 2-й сериям;

$S^2_{св.}$ - сводная оценка дисперсии;

F^* – эмпирическое значение критерия Фишера;

T^* – эмпирическое значение критерия Стьюдента;

p_i - вероятности теоретического распределения;

χ^2 – эмпирическое значение критерия Пирсона.

Лабораторная работа №3 (ОПК-1-У1, ОПК-2-В1, ОПК-2-У1, ПК-3-У1, ПК-3-В1)

Исследование линейной корреляции

Заданы результаты N экспериментов, в каждом из которых измерялось значение величин X и Y. Требуется найти эмпирический коэффициент корреляции, уравнения эмпирических прямых регрессии и сделать вывод о силе и характере связи между X и Y.

Для этого необходимо рассчитать:

- Оценку математического ожидания $\overline{x}$, $\overline{y}$ для каждой величины.
- Оценку стандартного отклонения S_x, S_y.
- Оценку ковариации $\tilde{K}_{xy}$.
- Эмпирический коэффициент линейной корреляции r_{xy}.
- Уравнения эмпирических прямых регрессии.
- Построить поле корреляции.
- Проверить гипотезу о значимости коэффициента линейной корреляции r_{xy} с доверительной вероятностью 0,95.

Вопросы для защиты ЛР (ОПК-2-З1, ОПК-2-У1)

1. Нормальное распределение: определение, параметры, числовые характеристики.
2. Предмет и задачи математической статистики, основные понятия. Способы отбора. Статистическое распределение выборки. Вариационный ряд, статистический ряд.
3. Эмпирическая функция распределения. Графическое представление выборки.
4. Статистические оценки параметров распределения, требования к ним. Генеральная и выборочная дисперсия.
5. Точность оценки, доверительная вероятность (надежность). Доверительный интервал.
6. Статистическая гипотеза. Нулевая и конкурирующая гипотезы. Ошибки, появляющиеся при проверках статистических гипотез.
7. Выборочные уравнения линейной регрессии. Выборочный коэффициент корреляции. Значимость линейной корреляции.

5.3. Оценочные материалы, используемые для экзамена

Экзамен не предусмотрен.

5.4 Методика оценки результатов обучения по дисциплине

Шкала оценивания при проведении промежуточной аттестации

По курсу предусмотрен зачет. Зачет проставляется на основе выполнения и защиты домашних заданий и лабораторных работ.

Оценка **«зачет»** - обучающийся показывает глубокие, исчерпывающие знания в объеме пройденной программы, уверенно действует по применению полученных знаний на практике, грамотно и логически стройно излагает материал при ответе, умеет формулировать выводы из изложенного теоретического материала, знает дополнительно рекомендованную литературу, допускает незначительные ошибки при освещении заданных вопросов.

Оценка **«незачет»** - обучающийся допускает грубые ошибки в ответе, не понимает сущности излагаемого вопроса, не умеет применять знания на практике, дает неполные ответы на дополнительные и наводящие вопросы.

Оценка **«неявка»** – обучающийся на зачет не явился.

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

6.1. Рекомендуемая литература

6.1.1 Основная литература

Обозначение	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л 1.1	Кремер Н.Ш.	Теория вероятностей и математическая статистика	НТБ СТИ НИТУ «МИСИС»	М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2001.
Л 1.2	Овсянникова С. Н.	Краткий курс теории вероятностей и математической статистики	ЭБС elibrary.ru https://www.elibrary.ru/item.asp?id=19464490	М.: Экон-Информ, 2011
6.1.2 Дополнительная литература				
Л 2.1	Ермаков В.И.	Теория вероятностей и математическая статистика. Учебное пособие	НТБ СТИ НИТУ «МИСИС»	М.: ИНФРА-М, 2004.
6.1.3 Методические материалы				
Л 3.1	Долгополова Э.Э. Тамбыя Т.В.	Теория вероятностей и математическая статистика. Учебное пособие	НТБ СТИ НИТУ «МИСИС»	СТИ НИТУ МИСиС, 2017
6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»				
Э 1	Гмурман В.Е. Теория вероятностей и математическая статистика. учебное пособие для бакалавров. М.: Юрайт, 2012.	https://www.elibrary.ru/item.asp?id=19464975		
6.3. Перечень программного обеспечения				
П 1	Microsoft Windows			
П 2	Microsoft Office			
6.4. Перечень информационных справочных систем и профессиональных баз данных				
И 1	Научная электронная библиотека eLIBRARY https://elibrary.ru/			

7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ	
7.1	**Аудитория№305** Перечень основного оборудования, учебно-наглядных пособий: - комплект мебели для преподавателя, - комплект мебели для обучающихся на 30 посадочных мест, - компьютер – 10шт, - колонки, - веб-камера, - мультимедиа-проектор, - экран. Программное обеспечение: - Microsoft Windows, - Microsoft office, - 7- Zip, - Google Chrome, - Microsoft Teams, - AutoCAD.

8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Лекционные занятия нацелены на изучение студентами общих вопросов теории вероятностей и математической статистики, а также на получение навыков стандартных приемов решения практических задач.

Лабораторные занятия нацелены на использование прикладных программных средств для выполнения предусмотренных РП лабораторных работ.

Качественное освоение дисциплины возможно только при систематической самостоятельной работе и регулярной сдаче всех контрольных мероприятий, что поддерживается системой текущей и рубежной аттестации.