МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РФ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«ДАГЕСТАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Факультет математики и компьютерных наук

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Статистические методы в естественных науках

Кафедра прикладной математики факультета математики и компьютерных наук

Образовательная программа бакалавриата
01.03.05 Статистика

Направленность (профиль) программы:
Математическое моделирование и вычислительная математика

Форма обучения
Очная

Статус дисциплины: входит в часть, формируемая участниками образовательных отношений; дисциплина по выбору

Махачкала 2023

Рабочая программа дисциплины «статистические методы в естественных науках» составлена в 2022 году в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки *01.03.05 – «Статистика»* от 14.08.2020 г. № 1032

Разработчик: *кафедра прикладной математики*
Аливердиев А.А., д.ф.-м.н., профессор.
Бейбалаев В.Д., к.ф.-м.н., доцент,

Рабочая программа дисциплины одобрена:
на заседании кафедры прикладной математики от « 20 »января 2023 г., протокол № 5

Зав. кафедрой _____ Кадиев Р.И.

на заседании Методической комиссии факультета математики и компьютерных наук от « 25» 01 2023г., протокол № 4

.

Председатель _____ Ризаев М.К.

Рабочая программа согласована с учебно-методическим управлением «20 » февраля 2023 г.

Начальник УМУ _____ Гасангаджиева А.Г.

Аннотация рабочей программы дисциплины

Дисциплина «*Статистические методы в естественных науках*» входит в часть, формируемая участниками образовательных отношений образовательной программы бакалавриата по направлению *01.03.05 – «Статистика»*.

Дисциплина реализуется на факультете математики и компьютерных наук кафедрой прикладной математики.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с одной стороны – с методологией статистического анализа, с другой – вопросов применения методов математического (в том числе статистического) моделирования на разных этапах подготовки и планирования эксперимента.

Дисциплина нацелена на формирование следующих компетенций выпускника: универсальных - УК-1, общепрофессиональных – ОПК-1 и профессиональных - ПК-1.

Преподавание дисциплины предусматривает проведение следующих видов учебных занятий: *лекции, лабораторные занятия, самостоятельная работа).*

Рабочая программа дисциплины предусматривает проведение следующих видов контроля успеваемости в форме *индивидуальный опрос, тестирование, контроля текущей успеваемости – контрольная работа, коллоквиум* и промежуточный контроль в форме *зачета*.

Объем дисциплины по учебному плану составляет 2 зачетные единицы (**72** часа), в том числе по видам учебных занятий.

Семестр	Учебные занятия							Форма промежуточной аттестации (зачет, дифференцированный зачет, экзамен)
	в том числе							
	Всего	Контактная работа обучающихся с преподавателем					СРС, в том числе экзамен	
		из них						
		Лекции	Лабораторные занятия	Практические занятия	КСР	консультации		
6	72	24	24				24	Зачет
Итого	**72**	24	24				24	

1. Цели освоения дисциплины

Цели освоения дисциплины *Статистические методы в естественных науках* состоят в овладении студентами основами использования аппарата теории вероятностей и статистических методов в естественных науках и сопутствующих приложениях.

Для достижения этих целей основными задачами дисциплины являются:

изучение основ теории вероятностей;

изучение основных статистических методов;

изучение дисперсионного, корреляционного и регрессионного анализа экспериментальных данных;

изучение основ проектирования баз данных для хранения и обработки экспериментальных данных;

изучение вопросов применения методов математического (в том числе статистического) моделирования на разных этапах подготовки и планирования эксперимента.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП бакалавриата

Дисциплина «*Статистические методы в естественных науках*» в формируемую участниками образовательных отношений часть ОПОП читается на 3-ем курсе после изучения дисциплин «Теория вероятностей» и других общематематических дисциплин и является, таким образом, логическим продолжением в изучении вероятностных законов и их роли на практике.

В результате изучения курса студент должен овладеть теоретическими основами методов статистической обработки экспериментальных данных, сопоставления и анализа результатов, полученных из различных источников.

3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (перечень планируемых результатов обучения) .

Код и наименование компетенции из ОПОП	**Код и наименование индикатора достижения компетенций** *(в соответствии с ОПОП)*	**Планируемые результаты обучения**	**Процедура освоения**
УК-1. Способен: 1) осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации.применять системный подход для решения поставленных задач; 2) к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях.	**УК-1.1.** Анализирует задачу, выделяя ее базовые составляющие.	**Знает:** основные методы научно-исследовательской деятельности. **Умеет:** выделять и систематизировать основные идеи в научных текстах; критически оценивать любую поступающую информацию, вне зависимости от источника; избегать автоматического применения стандартных формул и приемов при решении задач. **Владеет:** навыками сбора, обработки, анализа и систематизации информации по теме исследования; навыками выбора методов и средств решения задач исследования.	Контрольные работы, лабораторные работы, экзамен
	УК-1.2. Определяет и ранжирует информацию, требуемую для решения поставленной задачи.	**Знает:** принципы математического моделирования разнородных явлений, **Умеет:** системно подходить к решению задач на разнородные явления в области математики и компьютерных наук. **Владеет:** навыками систематизации разнородных явлений.	
	УК-1.3. Четко описывает состав и структуру требуемых данных и информации, грамотно реализует процессы их сбора, обработки и интерпретации.	**Знает:** современные методы сбора и анализа научного материала. **Умеет:** применять современные методы и средства анализа и систематизации научных данных. **Владеет:** навыками и пользования информационных технологий.	

ОПК-1. Способен применять фундаментальные знания, полученные в области математических и (или) естественных наук, и использовать их в профессиональной деятельности.	**ОПК-1.1.** Обладает базовыми знаниями, полученными в области математических и (или) естественных наук.	**Знает:** теоретические основы базовых математических дисциплин, а также теоретической механики, физики. **Умеет:** решать задачи, связанные с исследованием различных методов, полученных в области математических и физических наук. **Владеет:** базовыми методами по исследованию математических и естественнонаучных задач.	Контрольные работы, лабораторные работы, экзамен
	ОПК-1.2. Умеет использовать фундаментальные знания в профессиональной деятельности.	**Знает:** способы использования знаний в различных областях математики при решении конкретных задач в области математики и естественных наук. **Умеет:** применять различные методы по исследованию математических и естественнонаучных задач. **Владеет:** навыками применения математических методов при решении конкретных задач в области математики и естественных наук	
	ОПК-1.3. Имеет навыки выбора методов решения задач профессиональной деятельности на основе теоретических знаний, полученных в области математических и (или) естественных наук.	**Знает:** различные методы исследованию математических и естественнонаучных задач. **Умеет:** корректно выбрать методы решения конкретной задачи в области математики и естественных наук. *Владеет:* навыками выбора методов решения задач.	
ПК-1. Способен собирать, обрабатывать и интерпретировать данные современных научных исследований, необходимые для формирования выводов по соответствующим научным исследованиям	**ПК-1.1.** Обладает умением сбора и обработки данных, полученных в области математических и (или) естественных наук, программирования и информационных технологий для формирования выво-	**Знает:** основы теории вероятностей и математической статистики, численные методы и современные языки программирования. **Умеет:** применять современные научные исследования для решения различных задач	Контрольные работы, лабораторные работы, экзамен

	дов по соответствующим научным исследованиям.	математических и естественных наук. **Владеет:** навыками программирования на современных языках и методами построения математических моделей.	
	ПК-1.2. Умеет находить, формулировать и решать стандартные задачи в собственной научно-исследовательской деятельности в статистическом анализе.	**Знает:** терминологический аппарат общей теории статистики, основные источники статистической информации; **Умеет:** систематизировать и обобщать статистическую информацию. **Владеет:** методами статистического анализа..	
	ПК-1.3. Имеет практический опыт использования методов современных научных исследований.	**Знает:** методы исследования прикладных задач; современные информационные техно- логии. **Умеет:** применять методы исследования прикладных задач; современных информационных технологий. **Владеет:** навыками проведения статистического исследования экспериментальных данных; навыками анализа статистической информации, содержащейся в различных источниках, с применением изученных в курсе методов.	

4. Объем, структура и содержание дисциплины.

4.1. Объем дисциплины составляет 2 зачетных единиц, 48 академических часов.

4.2. Структура дисциплины.

№ п/п	Раздел дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)				Самостоят. работа	Формы текущего контроля успеваемости *(по неделям семестра)* Форма промежуточной аттестации *(по семестрам)*
				Лекции	Практические занятия	Лаборатор-мост. раб	Контроль са-		
Модуль 1. ***Основы теории вероятности в анализе данных***									
1.	*Тема 1. Случайные величины и их распределения*	6		4	4			4	Устный опрос
2.	*Тема 2. Элементы математической статистики.*	6		4	4			4	Устный опрос
3.	*Тема 3. Корреляции. Регрессионный анализ экспериментальных результатов в естественных науках.*	6		4	4			4	Письменный опрос
	Итого по модулю 1			12	12			12	коллоквиум
Модуль 2. ***Основы статистических методов моделирования***									
1.	*Тема 4. Обсуждение общих вопросов применения методов математического моделирования на всех этапах постановки и интерпретации физического (натурного) эксперимента. Особенности статистических методов моделирования.*	6		4	4			4	Устный опрос
2.	*Тема 5. Общие сведения из теории переноса излучений.*	6		4	4			4	Устный опрос
3.	*Тема 6. Прямое моделирование процесса переноса излучений.*	6		4	4			4	Письменный опрос
	Итого по модулю 2			12	12			12	зачет
	ИТОГО			**24**	**24**			**24**	

***4.3.* Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам).**

Содержание лекционных занятий по дисциплине.

Модуль 1. Основы теории вероятности в анализе данных

Тема 1. Случайные величины и их распределения.

Случайные величины и их распределения. Дискретные и непрерывные случайные величины. Функция распределения, плотность распределения числовые характеристики. Законы распределения случайных величин. Примеры распределений случайных величин: биномиальное распределение, распределение Пуассона, гипергеометрическое распределение, равномерное распределение на отрезке, показательное распределение, нормальное распределение.

Тема 2. Элементы математической статистики.

Оценка параметров распределений. Точечные оценки параметров по случайным выборам. Принцип наибольшего правдоподобия. Доверительные интервалы и доверительные вероятности. Задача оценки параметров в статике, закон Стьюдента. Распределение Стьюдента. Статистические гипотезы. Критерий Пирсона. Коэффициент корреляции.

Тема 3. Корреляции. Регрессионный анализ экспериментальных результатов в естественных науках.

Корреляционный и регрессионный анализ данных. Корреляционная зависимость. Метод наименьших квадратов. Анализ приближенной регрессии. Случайная регрессия. Оценка мат. ожидания и доверительных интервалов коэффициентов регрессии. Нелинейная регрессия.

Модуль 2. ***Основы статистических методов моделирования***

Тема 4. Обсуждение общих вопросов применения методов математического моделирования на всех этапах постановки и интерпретации физического (натурного) эксперимента. Особенности статистических методов моделирования.

Примеры из оптики, физики плазмы и др. История и общая схема метода Монте-Карло. Статистическая оценка параметров распределений. Статистические оценки для математического ожидания, дисперсии, коэффициента корреляции и др. Погрешность метода Монте-Карло. Сведение задачи об определении некоторой величины к вычислению средних значений. Задачи метода Монте-Карло. Примеры вычисления площади сложной фигуры и определенного интеграла, вероятности вылета элементарной частицы через плоскую пластику.

Тема 5. Общие сведения из теории переноса излучений.

Общие сведения из теории переноса излучений. Физические величины, участвующие в описании процесса переноса (коэффициенты рассеяния и поглощения, индикатриса и матрица рассеяния, функция пропускания, альбедо и др. Интегро-дифференциальное уравнение переноса. Характеристики поля излучения (поток, плотность, интенсивность и др.).

Тема 6. Прямое моделирование процесса переноса излучений.

Процесс переноса, как Марковская цепь траекторий движения частиц излучения. Распределения вероятностей элементов траекторий. Моделирование элементов траекторий. Прямое моделирование процесса переноса. Общая схема моделирования процесса переноса методом Монте-Карло. Различные способы моделирования длины пробега в сложных областях: сферическая геометрия, геометрия ядерного реактора, взаимопересекающиеся эллипсоиды и др. Методы максимального сечения и минимальных длин моделирования длины пробега. Использование специального метода моделирования показательного закона.

Содержание лабораторных занятий по дисциплине.

Модуль 1.

Лабораторная работа №1

Статистическая проверка равномерности псевдослучайных чисел (ПСЧ), получаемых с помощью датчика ПСЧ «RANDOM»

Теоретическая часть.

1) Равномерное распределение(определения, функция распределения, плотность распределения, графики, числовые характеристики, характеристические функции и т. д.).
2) Равномерное распределение в интервале (0,1).
3) Статистические характеристики выборки, точечные и интервальные оценки для математического ожидания и дисперсии.
4) Проверка гипотез, критерии χ^2 и Колмогорова.
5) Как построить гистограмму распределения по выборке $x_1, x_2, ..., x_n$.
6) Стандартный метод моделирования непрерывной случайной величины.

Задание:

1) С помощью датчика RANDOM получить n псевдослучайных чисел $\alpha_1, ..., \alpha_n$.
2) Найти среднее значение $\overline{X} = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}\alpha_i$ и выборочную дисперсию $S^2 = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}x_i^2 - \overline{x}^2$. Сравнить их с точными значениями $M\alpha=1/2$ и $D\alpha=1/12$ для различных n.

3) Построить гистограмму; для чего разделить интервал (0,1) на m подинтервалов одинаковой длины $\Delta\ell$. Гистограмму необходимо построить для различных значений n. Для сравнения на той же схеме, где гистограмма, привести график плотности равномерного в (0,1) распределения.
4) Построить при разныхn эмпирическую функцию распределения; сравнить с теоретической функцией распределения равномерной в (0,1) случайной величины.
5) С помощью критерия χ^2 проверить гипотезу о равномерности ПСЧ, получаемых с помощью датчика RANDOM.

Замечание: Индивидуальность заданий обеспечивается варьированием значений m и n.

Лабораторная работа №3

Метод наименьших квадратов в приложении к температурным зависимостям эффективной теплопроводности композиционных материалов

Теоретическая часть.

Применение метода наименьших квадратов к интерполяции экспериментальных данных.

Задание:

1) Проанализировать данные температурной зависимости эффективной теплопроводности образца.

2) По выбранной двухпараметрической модели привести экспериментальные данные к уравнению линейной аппроксимации.

3) Найти методом наименьших квадратов значения параметров линейного уравнения.

4) Найти значение коэффициента корреляции.

Замечание: Индивидуальность заданий обеспечивается варьированием исходных экспериментальных значений.

Модуль 2.

Лабораторная работа № 4

Тема: Вычисление определенных интегралов методом Монте-Карло.

Теоретическая часть:

1. Приближенное вычисление определенных интегралов. Методы прямоугольников (левых, правых), трапеций, Симпсона, Гаусса, Ньютона – Котесса.
2. Моделирование случайных векторов, равномерно распределенных в некоторых областях.
3. Оценка определенных интегралов методом Монте-Карло, как площади.
4. Оптимизация методов оценки интегралов методом Монте-Карло:
   а) выборка по важности (существенная выборка).
   б) выделение главной части.
   в) метод аналитического осреднения.

Задание:

1. Вычислить определенный интеграл $I = \int\limits_G (x)dx$ методами Монте-Карло и методами Симпсона (Трапеций, Гаусса др.). Сравнить результаты метода Монте-Карло при различных значениях количества реализаций n с более точными численными методами. В методе Монте-Карло в качестве вспомогательной плотности выбрать равномерное в (a,b) плотность. Оценить погрешности методов интегрирования и сравнить точность полученных результатов.
2. Вычислить заданный интеграл I:
   а) как площади (или объема);

б) используя метод выделения главной части;

с) используя метод существенный выборки.

3. Сравнить дисперсии оценок а), в), с) при разных значениях числа реализаций n.

4. Вычислить интеграл вида

$$I = \int_{a_1}^{b_1}\int_{a_2}^{b_2}\int_{a_3}^{b_3} (x, y, z)dxdydz$$ методом Монте-Карло.

Метод вычисления – по выбору студента.

Пример: Вычислить двойной интеграл

$\iint_G (x \cdot y + y)dxdydz$, где область G ограничена прямыми $x = 0, x = 1, y = 0, y = 3$.

Замечание: Индивидуальность лабораторных работ обеспечивается заданием как различных подынтегральных функций, областей интегрирования, так и сочетанием различных методов интегрирования (например метод Симпсона и метод Монте-Карло, метод трапеций и метод Монте-Карло и т.д.).

Лабораторная работа № 5

Тема: Вычисление электрического поля, создаваемого равномерно заряженным тором методом Монте-Карло.

Теоретическая часть:

1. Приближенное вычисление определенных интегралов методом Монте-Карло.
2. Оптимизация методов оценки интегралов методом Монте-Карло.
3. Поиск и исправление регулярных ошибок, связанных с неправильным выбором функции распределения.

Задание:

1. Вычислить распределение электрического поля, создаваемого равномерно заряженным тором вдоль его оси симметрии Методом Монте-Карло с 3D интегрированием.
2. Попытаться свести задачу к 2D интегрированию. Провести вычисление. Сравнить результаты с результатами 3D интегрирования. В случае расхождения найти ошибку, исправить ее добавлением весовых множителей.

Замечание: Индивидуальность лабораторных работ может обеспечиваться заданием как различных параметров тора, но в общем случае задание даётся всей группе.

Лабораторная работа №6

Тема: Решение задач переноса излучения методом Монте-Карло (прямое моделирование и весовые модификации).

Теоретическая часть:

1. Моделирование показательного закона $f(x) = \lambda e^{-\lambda x}, 0 \le x < \infty$.
2. Моделирование случайной величины с плотностью
$$f(x) = c\ \lambda e^{-\lambda x}, 0 \le x \le L.$$
3. Моделирование плотностей, заданных кусочно-постоянно и кусочно-линейно.
4. Стандартный метод моделирования дискретной случайной величины.
5. Метод исключения для моделирования непрерывной случайной величины. Моделирование изотропного вектора.
6. Оптические параметры среды, необходимые для описания процесса переноса.
7. Характеристики процесса переноса.
8. Общая схема моделирования процесса переноса методом Монте – Карло, как цепи Маркова.

Задание 1: Пусть на плоскую поверхность пластины толщины H падает параллельный поток излучения под углом θ_0 с осью oz. Среда однородная с коэффициентами рассеяния и поглощения $\sigma_\eta и \sigma_c$.

После рассеяния в некоторой точке z частица продолжает движение в направлении, определяемом плотностью $f(\mu) = 1/2,$ где μ – косинус угла с осью oz, т.е имеет место изотропное рассеяние.

Необходимо в результате моделирования задачи найти:

1) Вероятность P_b вылета частицы через поверхность z=0;

2) Вероятность отражения (вылета через верхнюю границу пластины z=H) P_o.

3) Вероятность поглощения частицы средой P_n.

Задание 2: Ввести в задачу задания 1 отражение от поверхности $z=0$: при пересечении частицей поверхности $z=0$ она забывает свою «историю» и отражается от поверхности с вероятностью P_a а с вероятностью 1- P_a поглощается поверхностью. Новое направление в случае отражения определяется законом $f(\mu) = 2\mu, 0 \le \mu \le 1$. Вычислить указанные в задании величины (P_b – в этом случае будет – вероятность прихода на поверхность $z=0$).

Задание 3: Использовать весовые методы моделирования длины пробега «без вылета» и моделирование траекторий «без поглощения» по отдельности и в сочетании.

Сравнить дисперсии разных способов расчета величин P_b, P_o и P_n.

Замечание: индивидуальность заданий обеспечивается варьированием геометрических и оптических параметров среды H, σ_η, σ_c.

5. Образовательные технологии

Для проведения лекционных занятий необходима аудитория, оснащенная мульмедиа-проектором, экраном, доской, ноутбуком (с программным обеспечением для демонстрации слайд-презентаций). В процессе преподава-

ния дисциплины при чтении лекций применяются такие виды лекций, как вводная обзорная лекция, проблемная лекция, лекция визуализация с использованием компьютерной презентационной техники. Для этого на факультете математики и компьютерных наук имеются специальные, оснащенные такой техникой, лекционные аудитории.

При выполнении лабораторных работ используются интернет ресурсы, пакеты прикладных программ СТАТИСТИКА, MathCAD, Matlab, Python и др. Для проведения таких занятий используются 4 компьютерных класса.

На кафедре имеются методические указания к выполнению лабораторных работ, в библиотеке ДГУ есть необходимая литература, имеются методические разработки, размещенные в Интернет сайте ДГУ.

При кафедре прикладной математики функционирует студенческая научно-исследовательская лаборатория «Математическое моделирование, оснащенная 5 новыми ПК, презентационной и оргтехникой.

6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов.

При выполнении самостоятельной работы рекомендуются:

1. Назаралиев М.А., Гаджиева Т.В., Фаталиев Н.А. Теория вероятностей и математическая статистика. Часть 1: Теория вероятностей: учебное пособие. – Махачкала: Изд-во ДГУ, 2014. – 192 с.; Часть II. Математическая статистика. – Махачкала: Изд-во ДГУ, 2015. – 155 с.

2. Назаралиев М.А., Магомедов И.И. Лабораторные задания по математической статистике: методическое пособие. Махачкала: Изд. ДГУ, 2013. – 32 с.

6.1 Задачи и примеры для самостоятельного решения

1. Вычислить методом Монте-Карло интеграл

$$I = \int_0^{\pi 2} \sin x dx$$

а) как площади; б)используя в качестве плотности распределения $f(x)$ - плотность равномерного распределения в интервале $\left(0, \frac{\pi}{2}\right)$; в) при $f(x) = cx$ (сначала определить постоянную c).

2. Оценка интеграла из примера (1) при условии пункта б) имеет вид $I * \pi/2 \cdot \sum_{i=1}^{n} \sin\xi_i / n$, где ξ_i - случайные числа, равномерно распределенные в интервале $\left(0, \frac{\pi}{2}\right)$. Найти минимальное число испытаний, при котором верхняя граница ошибки $\delta = 0{,}05$.

3. Вычислить методом Монте-Карло определенный интеграл $I = \int_0^2 e^x dx$, беря в качестве вспомогательной плотность распределения $f(x) = c(1 + x)$, $0 \le x \le 2$. . Сначала определить постоянную c.

4. Написать алгоритм вычисления методом Монте-Карло площади круга, вписанного в квадрат с вершинами (-1,-1), (-1,1), (1,1), (1,-1).

5. В классической задаче Бюффона на геометрические вероятности на разграфленную параллельными линиями поверхность бросается игла длины $l < L$, где L - расстояние между параллельными линиями. Методом Монте-Карло оценить вероятность пересечения иглой какой - либо параллельной линии. Сравнить с точным решением при различных значениях числа испытаний n.

6.2. Темы рефератов. Распределение по модулям и разделам.

Раздел дисциплин	Тема реферата
Модуль 1. ***Основы теории вероятности в анализе данных***	
Тема 1. Случайные величины и их распределения	Реферат: Приближенное моделирование нормальности N(0,1) распределения.
Тема 2. Элементы математической статистики.	Реферат: Критерии Пирсона и Колмогорова.
Тема 3. Корреляции. Регрессион-	Реферат: Коэффициенты корреляции

ный анализ.	
Модуль2. ***Основы статистических методов моделировани***	
Тема 4. Обсуждение общих вопросов применения методов математического моделирования на всех этапах постановки и интерпретации физического (натурного) эксперимента. Особенности статистических методов моделирования	Реферат: История создания метода статистического моделирования. Реферат: Первые работы по методу Монте-Карло, опубликованные в США и СССР. Реферат Основные проблемы метода Монте-Карло. О точности метода. Реферат: Вычисление площадей фигур методом Монте-Карло. Моделирование классической задачи теории вероятностей – «задачи о встрече».
Тема 5. Общие сведения из теории переноса излучений.	Реферат: Цепи Маркова. Перенос излучения, как марковская цепь движения частиц от столкновения к столкновению с элементами вещества среды.
Тема 6. Прямое моделирование процесса переноса излучений	Реферат: Общая схема моделирования переноса излучения методов Монте–Карло.

7. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины.

7.1. Типовые контрольные задания.

7.1.1. *Примеры контрольных работ.*

Контрольная работа №1

1. Написать формулу способа «выделения главной части» для вычисления интеграла $I = \int_0^{\pi/2} \sin x dx$.
2. Написать алгоритм метода исключения для моделирования непрерывной случайной величины ξ с плотностью
$$f(x) = c(1+x). 1 \le x \le 3.$$
3. Из точки $x=0$ двигается частица по оси ox, делая шаг, равный 1 см, вправо с вероятностью $p=0,6$ и влево с вероятностью $q=0,4$, в каждой точке. В точках $x=-5$ и $x=10$ расположены отражающие экраны. Написать алгоритм метода Монте-Карло для определения положения частицы после n шагов.

Контрольная работа №2

1. Для оценки некоторой величины m методом Монте-Карло проведено $n = 100$ испытаний. Найти с надежностью 0,99 оценку погрешности метода, если известно, что $\sigma^2 = D\xi = 0{,}6$, а $m = M\xi$
2. Написать общую схему вычисления интеграла, как площади:

$$I = \int_0^3 x^2 dx$$

3. Найти оценку интеграла

$I = \int_0^1 e^{2x} dx$, как среднего значения подынтегральной функции.

Контрольная работа №3

1. Пусть методом Монте-Карло оценивается некоторая величина $m = M\xi$; по плотности распределения $f(x)$ путем моделирования получены n значений ξ. Написать выражение для оценки дисперсии оценки m.
2. Интеграл $I = \int_0^1 e^x dx$ оценивается методом Монте – Карло, как среднее значение подынтегральной функции: $I = M(\frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} e^{\alpha_i})$. Найти дисперсию этой оценки.
3. Написать алгоритм вычисления интеграла $I = \int_0^{\pi/2} \sin x dx$, как площади.

7.1.2 Вопросы для самоконтроля и к зачету

1. Виды случайных величин. Какие случайные величины называются дискретными? Какие случайные величины называются непрерывными?

2. Основные дискретные случайные величины: Бернулли, биноминальное, геометрическое, гипергеометрическое, Пуассоновское распределения. Где применяются?

3. Функция распределения и ее свойства.

4. Непрерывные случайные величины. Основные распределения: равномерное в интервале (а,в), равномерное в (0,1); показательное, нормальное распределения. Применения. Функция распределения и плотность распределения.

5. Числовые характеристики: $M\xi$ и $D\xi$, моменты, коэффициенты корреляции.

6. Многомерные случайные величины. Независимость случайных величин.

7. Законы больших чисел.

8. Центральная предельная теорема теории вероятностей.

9. История возникновения метода Монте-Карло.

10 Общая схема метода статистических испытаний метода Монте-Карло.

11. Задача моделирования случайных величин. Роль равномерной в (0,1) случайной величины.

12. Приближенное моделирование нормального распределения.

13. Моделирование нормального распределения.

14. Моделирование показательного распределения.

15. Погрешность метода статистических испытаний.

16. Задача оптимизации алгоритмов метода Монте-Карло.

17. Вычисление определенного интеграла методом Монте-Карло, как площади.

18. Вычисление определенного интеграла методом Монте-Карло, как среднего значения подынтегральной функции.

19. Методы понижения дисперсии оценок интеграла.

20. Интегральное уравнение переноса излучений .

21. Оптические параметры среды (коэффициенты рассеяния и поглощения, индикатриса рассеяния.

22. Уравнение переноса.

23. Процесс переноса излучения - как цепь Маркова. Распределения вероятностей для элементов траекторий. Плотность столкновений; поток фотонов.

24. Описание моделирования процесса переноса методом Монте-Карло

25. Моделирование элементов траекторий частиц.

26. Пример: перенос излучения через плоскую среду

27. Методы максимального сечения и минимальных длин для моделирования длины пробега

28. Интегральное уравнение переноса. Сопряженное уравнение переноса.

29. Локальные оценки

30. Весовые методы. Модификации моделирования длины пробега

31. Моделирование сопряженных траекторий. Основные оценки. Преимущества и недостатки.

7.1.4. Темы практических и семинарских занятий.

Семинарские занятия по курсу не предусмотрены.

7.1. Методические материалы, определяющие процедуру оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций.

Критерии оценивания

- оценки "отлично" заслуживает студент, обнаруживший всестороннее, систематическое и глубокое знание учебно-программного материала, умение свободно выполнять задания, предусмотренные программой, усвоивший основную и знакомый с дополнительной литературой, рекомендованной программой. Как правило, оценка "отлично" выставляется студентам, усвоившим взаимосвязь основных понятий дисциплины в их значении для приобретаемой профессии, проявившим творческие способности в понимании, изложении и использовании учебно-программного материала.

- оценки "хорошо" заслуживает студент, обнаруживший полное знание учебно-программного материала, успешно выполняющий предусмотренные в программе задания, усвоивший основную литературу, рекомендованную в программе. Как правило, оценка "хорошо" выставляется студентам, показавшим систематический характер знаний по дисциплине и способным к их самостоятельному пополнению и обновлению в ходе дальнейшей учебной работы и профессиональной деятельности.

-оценки "удовлетворительно" заслуживает студент, обнаруживший знания основного учебно-программного материала в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по специальности, справляющийся с выполнением заданий, предусмотренных программой, знакомый с основной литературой, рекомендованной программой. Как правило, оценка "удовлетворительно" выставляется студентам, допустившим погрешности в ответе на экзамене и при выполнении экзаменационных заданий, но обладающим необходимыми знаниями для их устранения под руководством преподавателя.

-оценка "неудовлетворительно" выставляется студенту, обнаружившему пробелы в знаниях основного учебно-программного материала, допустившему принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных программой заданий. Как правило, оценка "неудовлетворительно" ставится студентам, которые не могут продолжить обучение или приступить к профессиональной деятельности по окончании вуза без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.

Рекомендуемые границы оценок:

«отлично» - не менее 86% правильных ответов,

«хорошо» - 66-85% правильных ответов,

«удовлетворительно» - 51-65% правильных ответов,

«неудовлетворительно» - менее 50% правильных ответов.

Конечный результат складывается как средневзвешенная оценка текущего и промежуточного контролей соответственно с весами 50% .

Текущий контроль по дисциплине включает:

- посещение занятий – 40 баллов;

-участие на практических занятиях – 60 баллов;

Промежуточный контроль по дисциплине включает:

-защита лабораторных работ – 60 баллов;

-письменная контрольная работа – 40 баллов;

8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины.

а) *основная литература:*

1.Ермаков С.М., Михайлов Г.А. Статистическое моделирование. М., Наука, 198 2http://www.iprbookshop.ru/56202.html .

2. Вентцель Е.С., Овчаров Л.А. Теория вероятностей и ее инженерные приложения: Учебное пособие. – М.: Высшая школа. – 2007. – 497с.

3. Назаралиев М.А. Статистическое моделирование радиационных процессов в атмосфере. Новосибирск, Наука, 1991 г.
4. Михайлов Г.А., Войтишек А.В. Численное статистическое моделирование. Методы Монте – Карло. М.: Академия, 2006, 368 с.
5. Ермаков С.М. Метод Монте-Карло в вычислительной математике. Вводный курс. Издательство: Невский Диалект, Бином, Лаборатория знаний,192 с., 2009 г. http://www.lib/tpu.ru/fulltext2/m/2011

б) *дополнительная:*

1. Марчук Г.И., Михайлов Г.А., Назаралиев М.А. и др. «Метод Монте - Карло в атмосферной оптике». Новосибирск, Наука, 1976.
2.Михайлов Г.А. Оптимизация весовых методов Монте - Карло. М., Наука, 1987.
3.Сенатов В.В. Центральная предельная теорема. Точность аппроксимации и асимптотические разложения. М.: Либроком, 2009 г.
4. Ширяев А.Н. Вероятность. Т.1,2.-М.: МЦНМО, 2004 г.

Средства обеспечения освоения дисциплины: программное обеспечение и интернет ресурсы.

1. Программное обеспечение PTC MatCAD 15 F000Russian + Самоучитель (http://ewgk.com/soft/41668-matcad-15-f000-russian-samouchitee.htm).
2. Программное обеспечение MatLABR2011 b (http://www.softforfree.com/programs/matlab-26810. html).
3. Мухин О.И. Моделирование систем. Учебник. (stra-tum/as/ru/textdjjks/modelir/contents/html).

Python

9. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины.

1. Федеральный портал http: //edu.ru

2. Электронные каталоги научной библиотеки ДГУ http: //elib.dgu.ru ; http: //edu.icc. dgu. ru

3. Электронные версии учебников по математике http://www.padabum.com/index,php?id=26938istart==so

10. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.

Перечень учебно-методических изданий, рекомендуемых студентам, для подготовки к занятиям представлен в разделе «Учебно-методическое обеспечение. Литература».

Лекционный курс. Лекция является основной формой обучения в высшем учебном заведении. В ходе лекционного курса проводится систематическое изложение научных материалов, освещение основных понятий дисциплины и закрепление теоретического материала.

В тетради для конспектирования лекций необходимо иметь поля, где по ходу конспектирования студент делает необходимые пометки. Записи должны быть избирательными, своими словами, полностью следует записывать только определения. В конспектах рекомендуется применять сокращения слов, что ускоряет запись. В ходе изучения дисциплины **Статистические методы в естественных науках** особое значение имеют формулы, схемы и рисунки, поэтому в конспекте лекции рекомендуется делать все рисунки, представленные преподавателем в презентации или сделанные на доске. Вопросы, возникшие у студента в ходе лекции, рекомендуется записывать на полях и после окончания лекции обратиться за разъяснением к преподавателю.

Студенту необходимо активно работать с конспектом лекции: после окончания лекции рекомендуется перечитать свои записи, внести поправки и дополнения на полях, используя указанную в разделе 8 литературу. Конспекты лекций следует использовать при подготовке к экзамену, контрольным тестам, при выполнении самостоятельных заданий.

Лабораторные занятия

Лабораторные работы по дисциплине **Статистические методы в естественных науках** имеют целью реально научить студентов решению практических задач, научить их навыкам выполнения расчетных работ с использованием современной вычислительной техники и пакетов прикладных программ, и главное научить их самих алгоритмизации, программированию и статистической обработке данных. Защита и сдача всех лабораторных работ является обязательным условием допуска студента к экзамену. В случае пропуска занятий по уважительной причине пропущенное лабораторное занятие подлежит отработке.

Студент должен вести активную познавательную работу. Важно научиться включать вновь получаемую информацию в систему уже имеющихся знаний. Необходимо также анализировать численные результаты, полученные в ходе выполнения лабораторной работы, делать по ним определенные выводы и находить общие закономерности, даваемые теорией, сравнивать с другими численными результатами (напр. по аналитическим формулам), с экспериментом. Важное место в самостоятельном обучении студентов должна занимать работа в образовательной среде Интернет. Такие ресурсы указаны в разделе «Программное обеспечение и интернет ресурсы» данной Программы.

11. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем.

Для успешного освоения дисциплины обучающийся использует также кроме указанных выше в п. 8 программного обеспечения и интернет-ресурсов следующие пакеты прикладных программ: Mathcad, Matlab, Delphi, Statistica, Python и др.

12. Описание материально-технической базы, необходимой для осу-

ществления образовательного процесса по дисциплине.

Учебные аудитории факультета для проведения лекционных и семинарских занятий, оснащенные современной презентационной техникой; компьютерные классы факультета и ИВЦ ДГУ, лабораторию «Математическое моделирование» при кафедре прикладной математики. В университете имеется комплект лицензионного программного обеспечения.