

МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«ДАГЕСТАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
*Факультет математики и компьютерных наук*  
*Кафедра прикладной математики*

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**  
по дисциплине  
**«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

Фонд оценочных средств по дисциплине «Статистические методы в естественных науках» составлена в 2023 году в соответствии с требованиями ФГОС ВО бакалавриата по направлению подготовки 01.03.05 - статистика от 14.08.2020 г. № 1032

Разработчики:

1. кафедра прикладной математики,

Аливердиев А.А., д.ф.-м.н., профессор.

Бейбалаев В.Д. к.ф.-м. н., доцент;

Фонд оценочных средств по дисциплине «Информационные системы и технологии в статистике» одобрен:


на заседании кафедры ПМ от «20» января 2023 г., протокол № 5

Зав. кафедрой  Кадиев Р.И.

на заседании Методической комиссии факультета МиКН от «25» января 2023г., протокол № 4.

Председатель  Ризаев .М.К.

Фонд оценочных средств «Статистические методы в естественных науках» согласован с учебно-методическим управлением

«20» февраль 2023г. 

## 1. ПАСПОРТ ФОНДА ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

**по дисциплине**  
«Статистические методы в естественных науках»

**1.1. Основные сведения о дисциплине**

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетные единицы (72 академических часов).

Вид работы	Трудоемкость, академических часов		
	б семестр	___ семестр	всего
<b>Общая трудоёмкость</b>	72		72
<b>Контактная работа:</b>	32		32
Лекции (Л)	16		16
Практические занятия (ПЗ)	-		-
Лабораторные занятия (ЛЗ)	16		16
Консультации			
Промежуточная аттестация (зачет, экзамен)	зачет		
<b>Самостоятельная работа</b>			
1. работа с лекционным материалом, с учебной литературой	10		10
2. опережающая самостоятельная работа (изучение нового материала до его изложения на занятиях)	8		8
3. подготовка к лабораторным работам, к практическим и семинарским занятиям	10		10
4. подготовка к контрольным работам, коллоквиумам, зачету	12		12
<b>Всего</b>	40		40

**1.2. Требования к результатам обучения по дисциплине, формы их контроля и виды оценочных средств**

*ПАСПОРТ ФОНДА ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ*  
*по дисциплине «Статистические методы в естественных науках»*

№п/п	Код компетенции	Уровни сформированности компетенции			
		Недостаточный	Удовлетворительный (достаточный)	Базовый	Повышенный
		Отсутствие признаков удовлетворительного уровня	Знать: Уметь: Владеть:	Знать: Уметь: Владеть:	Знать: Уметь: Владеть:
1	УК-1	Не знает на достаточном уровне: (1) основные методы научно-	Знает на достаточном уровне: (1) основные методы научно-	Знает на хорошем уровне: (1) основные методы научно-исследовательск	Знает в совершенстве: (1) основные методы научно-исследовательск

		<p>исследовательской деятельности; (2) принципы математического моделирования разнородных явлений; (3) современные методы сбора и анализа научного материала.</p> <p>Не умеет на достаточном уровне: 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; применять современные методы и средства анализа и систематизации научных данных.</p> <p>Не владеет на достаточном уровне: (1) навыками сбора, обработки, анализа и систематизации информации по теме исследования; навыками выбора методов</p>	<p>исследовательской деятельности; (2) принципы математического моделирования разнородных явлений; (3) современные методы сбора и анализа научного материала.</p> <p>Умеет на достаточном уровне: 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; применять современные методы и средства анализа и систематизации научных данных.</p> <p>Владеет на достаточном уровне: (1) навыками сбора, обработки, анализа и систематизации информации по теме исследования; навыками выбора методов</p>	<p>ой деятельности; (2) принципы математического моделирования разнородных явлений; (3) современные методы сбора и анализа научного материала.</p> <p>Умеет на хорошем уровне: 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; применять современные методы и средства анализа и систематизации научных данных.</p> <p>Владеет на хорошем уровне: (1) навыками сбора, обработки, анализа и систематизации информации по теме исследования; навыками выбора методов и средств решения задач</p>	<p>ой деятельности; (2) принципы математического моделирования разнородных явлений; (3) современные методы сбора и анализа научного материала.</p> <p>Умеет в совершенстве: 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; применять современные методы и средства анализа и систематизации научных данных.</p> <p>Владеет в совершенстве: (1) навыками сбора, обработки, анализа и систематизации информации по теме исследования; навыками выбора методов и средств решения задач</p>
--	--	--	--	---	---

		и средств решения задач исследования; (2) навыками систематизации разнородных явлений; (3) навыками и пользования информационных технологий	и средств решения задач исследования; (2) навыками систематизации разнородных явлений; (3) навыками и пользования информационных технологий.	исследования; (2) навыками систематизации разнородных явлений; (3) навыками и пользования информационных технологий.	исследования; (2) навыками систематизации разнородных явлений; (3) навыками и пользования информационных технологий.
2	ОПК-1	<p>Не знает на достаточном уровне: (1) теоретические основы базовых математических дисциплин; (2) способы использования знаний в различных областях математики при решении конкретных задач в области математики и естественных наук; (3) основы теории вероятностей и математической статистики, численные методы и современные языки программирования.</p> <p>Не умеет на достаточном уровне: (1) решать задачи, связанные с исследованием различных методов, полученных в области математических и физических</p>	<p>Знает на хорошем уровне: (1) теоретические основы базовых математических дисциплин; (2) способы использования знаний в различных областях математики при решении конкретных задач в области математики и естественных наук; (3) основы теории вероятностей и математической статистики, численные методы и современные языки программирования.</p> <p>Умеет на хорошем уровне: (1) решать задачи, связанные с исследованием различных методов, полученных в области математических и физических</p>	<p>Знает на достаточном уровне: (1) теоретические основы базовых математических дисциплин; (2) способы использования знаний в различных областях математики при решении конкретных задач в области математики и естественных наук; (3) основы теории вероятностей и математической статистики, численные методы и современные языки программирования.</p> <p>Умеет на достаточном уровне: (1) решать задачи, связанные с исследованием различных методов, полученных в области математических и физических</p>	<p>Знает в совершенстве: (1) теоретические основы базовых математических дисциплин; (2) способы использования знаний в различных областях математики при решении конкретных задач в области математики и естественных наук; (3) основы теории вероятностей и математической статистики, численные методы и современные языки программирования.</p> <p>Умеет в совершенстве: (1) решать задачи, связанные с исследованием различных методов, полученных в области математических и физических</p>

		<p>наук; (2) применять различные методы по исследованию математических и естественнонаучных задач; (3) корректно выбрать методы решения конкретной задачи в области математики и естественных наук..</p> <p>Не владеет на достаточном уровне: базовыми методами по исследованию математических и естественнонаучных задач; навыками применения математических методов при решении конкретных задач в области математики и естественных наук.</p>	<p>наук; (2) применять различные методы по исследованию математических и естественнонаучных задач; (3) корректно выбрать методы решения конкретной задачи в области математики и естественных наук..</p> <p>Владеет на хорошем уровне: базовыми методами по исследованию математических и естественнонаучных задач; навыками применения математических методов при решении конкретных задач в области математики и естественных наук.</p>	<p>наук; (2) применять различные методы по исследованию математических и естественнонаучных задач; (3) корректно выбрать методы решения конкретной задачи в области математики и естественных наук..</p> <p>Владеет на достаточном уровне: базовыми методами по исследованию математических и естественнонаучных задач; навыками применения математических методов при решении конкретных задач в области математики и естественных наук.</p>	<p>наук; (2) применять различные методы по исследованию математических и естественнонаучных задач; (3) корректно выбрать методы решения конкретной задачи в области математики и естественных наук..</p> <p>Владеет в совершенстве: базовыми методами по исследованию математических и естественнонаучных задач; навыками применения математических методов при решении конкретных задач в области математики и естественных наук.</p>
3	ПК-1	<p>Не знает: (1) на достаточном уровне основы теории вероятностей и математической статистики, численные методы и современные языки программирования; (2) терминологический аппарат</p>	<p>Знает: (1) на достаточном уровне основы теории вероятностей и математической статистики, численные методы и современные языки программирования; (2) терминологический аппарат</p>	<p>Знает: (1) на хорошем уровне основы теории вероятностей и математической статистики, численные методы и современные языки программирования; (2) терминологический аппарат</p>	<p>Знает: (1) основы теории вероятностей и математической статистики, численные методы и современные языки программирования; (2) терминологический аппарат</p>

		<p>общей теории статистики, основные источники статистической информации; (3) методы исследования прикладных задач; современные информационные технологии. Не умеет на достаточном уровне: (1) применять современные научные исследования для решения различных задач математических и естественных наук; (2) систематизировать и обобщать статистическую информацию; (3) применять методы исследования прикладных задач; современных информационных технологий. Не владеет на достаточном уровне: (1) навыками программирования на современных языках и методами построения математических моделей; (2) методами статистического анализа; (3)</p>	<p>общей теории статистики, основные источники статистической информации; (3) методы исследования прикладных задач; современные информационные технологии. Умеет на достаточном уровне: (1) применять современные научные исследования для решения различных задач математических и естественных наук; (2) систематизировать и обобщать статистическую информацию; (3) применять методы исследования прикладных задач; современных информационных технологий. Владеет на достаточном уровне: (1) навыками программирования на современных языках и методами построения математических моделей; (2) методами статистического анализа; (3)</p>	<p>статистики, основные источники статистической информации; (3) методы исследования прикладных задач; современные информационные технологии. Умеет на хорошем уровне: (1) применять современные научные исследования для решения различных задач математических и естественных наук; (2) систематизировать и обобщать статистическую информацию; (3) применять методы исследования прикладных задач; современных информационных технологий. Владеет на хорошем уровне: (1) навыками программирования на современных языках и методами построения математических моделей; (2) методами статистического анализа; (3) навыками проведения статистического</p>	<p>основные источники статистической информации; (3) методы исследования прикладных задач; современные информационные технологии. Умеет: (1) применять современные научные исследования для решения различных задач математических и естественных наук; (2) систематизировать и обобщать статистическую информацию; (3) применять методы исследования прикладных задач; современных информационных технологий. Владеет: (1) навыками программирования на современных языках и методами построения математических моделей; (2) методами статистического анализа; (3) навыками проведения статистического исследования экспериментальных данных;</p>
--	--	--	--	---	--

		навыками проведения статистического исследования экспериментальных данных; навыками анализа статистической информации, содержащейся в различных источниках, с применением изученных в курсе методов.	навыками проведения статистического исследования экспериментальных данных; навыками анализа статистической информации, содержащейся в различных источниках, с применением изученных в курсе методов.	исследования экспериментальных данных; навыками анализа статистической информации, содержащейся в различных источниках, с применением изученных в курсе методов.	навыками анализа статистической информации, содержащейся в различных источниках, с применением изученных в курсе методов.
--	--	--	--	--	---

## 2. КОНТРОЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ И ИНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

### ОЦЕНКИ знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности,

характеризующие этапы формирования компетенций в процессе освоения дисциплины «Статистические методы в естественных науках»

#### Вопросы для коллоквиумов, собеседования

##### Модуль 1: *Основы теории вероятности в анализе данных*

1. Виды случайных величин. Какие случайные величины называются дискретными? Какие случайные величины называются непрерывными?
2. Основные дискретные случайные величины: Бернулли, биномиальное, 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. Доверительные интервалы и доверительные вероятности.



8. Задача оценки параметров в статике, закон Стьюдента. Распределение Стьюдента.
9. Статистические гипотезы. Критерий Пирсона. Коэффициент корреляции.
10. Корреляционный и регрессионный анализ данных. Корреляционная зависимость.
11. Метод наименьших квадратов.
12. Оценка мат. ожидания и доверительных интервалов коэффициентов регрессии.

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

13. Законы больших чисел.
14. Центральная предельная теорема теории вероятностей.
15. История возникновения метода Монте-Карло.
16. Общая схема метода статистических испытаний метода Монте-Карло.
17. Задача моделирования случайных величин. Роль равномерной в  $(0,1)$  случайной величины.
18. Приближенное моделирование нормального распределения.
19. Моделирование нормального распределения.
20. Моделирование показательного распределения.
21. Погрешность метода статистических испытаний.
22. Задача оптимизации алгоритмов метода Монте-Карло.
23. Вычисление определенного интеграла методом Монте-Карло, как площади.
24. Вычисление определенного интеграла методом Монте-Карло, как среднего значения подынтегральной функции.
25. Методы понижения дисперсии оценок интеграла.
26. Интегральное уравнение переноса излучений.
27. Оптические параметры среды (коэффициенты рассеяния и поглощения, индикатриса рассеяния).
28. Уравнение переноса.  
Процесс переноса излучения - как цепь Маркова. Распределения

вероятностей для элементов траекторий. Плотность столкновений; поток фотонов.

### **Критерии оценки:**

- оценка «отлично» выставляется студенту, если изложение полученных знаний в устной форме полное, в системе, в соответствии с требованиями учебной программы; допускаются единичные незначительные ошибки, самостоятельно исправляемые учащимися;
- оценка «хорошо» выставляется студенту, если изложение полученных знаний в устной форме полное, в системе, в соответствии с требованиями учебной программы; допускаются, отдельные незначительные ошибки, исправляемые учащимися после указания преподавателя на них;
- оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если изложение полученных знаний неполное, однако это не препятствует усвоению последующего программного материала; допускаются отдельные существенные ошибки, исправляемые с помощью преподавателя;
- оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, если изложение учебного материала неполное, бессистемное, что препятствует усвоению последующей учебной информации; существенные ошибки, не исправляемые даже с помощью преподавателя;

## **Темы лабораторных работ**

### **Лабораторная работа №1**

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

##### *Теоретическая часть.*

10 Равномерное распределение (определения, функция распределения, плотность распределения, графики, числовые характеристики, характеристические функции и т. д.).

- 11 Равномерное распределение в интервале (0,1).
- 12 Статистические характеристики выборки, точечные и интервальные оценки для математического ожидания и дисперсии.
- 13 Проверка гипотез, критерии  $\chi^2$  и Колмогорова.
- 14 Как построить гистограмму распределения по выборке  $x_1, x_2, \dots, x_n$ .
- 15 Стандартный метод моделирования непрерывной случайной величины.

**Задание:**

5. С помощью датчика RANDOM получить  $n$  псевдослучайных чисел  $\alpha_1, \dots, \alpha_n$ .

6. Найти среднее значение  $\bar{X} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \alpha_i$  и выборочную

дисперсию  $S^2 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \alpha_i^2 - \bar{x}^2$ . Сравнить их с точными значениями

$M\alpha = 1/2$  и  $D\alpha = 1/12$  для различных  $n$ .

7. 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.

8. Построить при разных  $n$  эмпирическую функцию распределения; сравнить с теоретической функцией распределения равномерной в (0,1) случайной величины.

9. С помощью критерия  $\chi^2$  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  $I = \int_G (x)dx$  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 существенной выборки.

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

4. Вычислить интеграл вида

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

Метод вычисления – по выбору студента.

Пример: Вычислить двойной интеграл

$$\iint_G (x \cdot y + y) dx dy dz, \text{ где область } G \text{ ограничена}$$

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:*

10. Моделирование показательного закона  $f(x) = \lambda e^{-\lambda x}, 0 \leq x < \infty$ .

11. Моделирование случайной величины с плотностью

$$f(x) = c \lambda e^{-\lambda x}, 0 \leq x \leq L.$$

12. Моделирование плотностей, заданных кусочно-постоянно и кусочно-линейно.
13. Стандартный метод моделирования дискретной случайной величины.
14. Метод исключения для моделирования непрерывной случайной величины. Моделирование изотропного вектора.
15. Оптические параметры среды, необходимые для описания процесса переноса.
16. Характеристики процесса переноса.
17. 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  $\theta$  с осью  $oz$ . Среда однородная с коэффициентами рассеяния и поглощения  $\sigma_s, \sigma_a$ .

После рассеяния в некоторой точке  $z$  частица продолжает движение в направлении, определяемом плотностью  $f(\mu) = 1/2$ , где  $\mu$  – 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  $f(\mu) = 2\mu, 0 \leq \mu \leq 1$ . 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  $H$ ,  $\sigma_n$ ,  $\sigma_c$ .

**...Критерии оценки:**

- оценка «отлично» выставляется студенту, если выполнены все задания лабораторной работы, составлен отчет по работе, согласно требованиям;
- оценка «хорошо» выставляется студенту, если выполнены почти все задания, за исключением отдельных пунктов, лабораторной работы, составлен отчет по работе, согласно требованиям;
- оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если выполнены больше половины заданий лабораторной работы, составлен отчет по работе, согласно требованиям;
- оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, если выполнены меньше половины заданий лабораторной работы и не составлен отчет по работе, согласно требованиям;

**Контрольные работы**

**Контрольная работа №1**

- Написать формулу способа «выделения главной части» для вычисления

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

- Написать алгоритм метода исключения для моделирования непрерывной случайной величины  $\xi$  с плотностью

$$f(x) = c(1+x), 1 \leq x \leq 3.$$

- 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

- 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  $m = M \xi$
- Написать общую схему вычисления интеграла, как площади:

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

- Найти оценку интеграла

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

### Контрольная работа №3

- Пусть методом Монте-Карло оценивается некоторая величина  $m = M \xi$ ; по плотности распределения  $f(x)$  путем моделирования получены  $n$  значений  $\xi$ . Написать выражение для оценки дисперсии оценки  $m$ .

- Интеграл  $I = \int_0^1 e^x dx$  оценивается методом Монте – Карло, как

среднее значение подынтегральной функции:  $I = M\left(\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n e^{\alpha_i}\right)$ . Найти

дисперсию этой оценки.

- Написать алгоритм вычисления интеграла  $I = \int_0^{\pi/2} \sin x dx$ , как площади.

### Критерии оценки:

- оценка «отлично» выставляется студенту, если изложение полученных

- знаний в устной форме полное, в системе, в соответствии с требованиями учебной программы; допускаются единичные несущественные ошибки, самостоятельно исправляемые учащимися;
- оценка «хорошо» выставляется студенту, если изложение полученных знаний в устной форме полное, в системе, в соответствии с требованиями учебной программы; допускаются, отдельные несущественные ошибки, исправляемые учащимися после указания преподавателя на них;
  - оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если изложение полученных знаний неполное, однако это не препятствует усвоению последующего программного материала; допускаются отдельные существенные ошибки, исправляемые с помощью преподавателя;
  - оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, если изложение учебного материала неполное, бессистемное, что препятствует усвоению последующей учебной информации; существенные ошибки, не исправляемые даже с помощью преподавателя;

### **Темы эссе (рефератов, докладов, сообщений)**

1. Метод наименьших квадратов полиномиальной модели.
2. Обобщённый метод наименьших квадратов
3. Корреляционный и регрессионный анализ данных
4. Законы больших чисел
5. Приближенное моделирование с различными распределениями
6. История метода Монте-Карло
7. Моделирования процесса переноса методом Монте-Карло
8. Оптимизации алгоритмов метода Монте-Карло

### **Критерии оценки:**

- «зачтено» выставляется студенту, если изложение полученных знаний в устной форме полное, в системе, в соответствии с требованиями учебной программы; допускаются, отдельные несущественные ошибки, исправляемые учащимися после указания преподавателя на них;

- «не зачтено» выставляется студенту, если изложение учебного материала неполное, бессистемное, что препятствует усвоению последующей учебной информации; существенные ошибки, не исправляемые даже с помощью преподавателя.