

**Учасники
конференції**

Deák József
Imnadze N.
Lintsov A.E.
Révai Róbert
Sallai János
Soliev A.K.

Єфремов Ю.М.
Аблековская О.Н.

Агапій А.П.

Березненко С.М.
Бисерова Н.А.

Вакалюк Т.А.

Василенко О.І.

Величко О.Б.

Волошко В.Л.

Грובה Н.В.

Деркач А.В.

Дубрівна А.П.

Зубрицький В.В.

Исхакова А.М.

Каніщев П.Ю.

Кириєнко Є.О.

Конєва Т.М.

Корібко А.О.

Ладишкова О.Ю.

Ластовецька-Соланська З.М.

Лех О.С.

Маковецька І.Г.

Марушак І.В.

Мироненко О.В.

Миронченко С.І.

Мітін Ю.О.

Нечипорчук Т.Г.

Онофрієнко Н.О.

Опанасюк В.В.

Паска І.М.

Пашукова С.Г.

Ривкінд А.В.

Розенберг І.Л.

Серая З.Н.

Сергієнко Л.Г.

Серый А.И.

Синелєва М.В.

Стешин В.Д.

Стогній А.О.

Стократна С.О.

Тичук Н.В.

Цибулько О.О.

Шовкович О.М.

Щучкин Е.Ю.

Юркова Д.Р.

Яковлева Т.А.



OpenSciLab.org

Наукова платформа
Open Science Laboratory

**СУЧАСНІ ВИКЛИКИ
І АКТУАЛЬНІ ПРОБЛЕМИ
НАУКИ, ОСВІТИ ТА ВИРОБНИЦТВА:
МІЖГАЛУЗЕВІ ДИСПУТИ**

Матеріали

**XXIV Міжнародної науково-практичної
інтернет-конференції
(м. Київ, 28 січня 2022 р.)**

КИЇВ 2022

Наукова платформа



Open Science Laboratory

**СУЧАСНІ ВИКЛИКИ І АКТУАЛЬНІ ПРОБЛЕМИ
НАУКИ, ОСВІТИ ТА ВИРОБНИЦТВА:
МІЖГАЛУЗЕВІ ДИСПУТИ**

Матеріали

**XXIV Міжнародної науково-практичної інтернет-конференції
(м. Київ, 28 січня 2022 року)**

Самостійне електронне текстове
наукове періодичне видання комбінованого використання

УДК 00/9

ББК 1

C-916

ISSN 2708-1257

Сучасні виклики і актуальні проблеми науки, освіти та виробництва: міжгалузеві диспути [зб. наук. пр.]: матеріали ХХІV міжнародної науково-практичної інтернет-конференції (м. Київ, 28 січня 2022 р.). Київ, 2022. 197 с.

Збірник містить матеріали (тези доповідей) ХХІV міжнародної науково-практичної інтернет-конференції «Сучасні виклики і актуальні проблеми науки, освіти та виробництва: міжгалузеві диспути», у яких висвітлено актуальні питання сучасної науки, освіти та виробництва.

Видання призначене для науковців, викладачів, аспірантів, студентів та практикуючих спеціалістів різних напрямів.

ХХІV Міжнародна науково-практична інтернет-конференція
«Сучасні виклики і актуальні проблеми науки, освіти та виробництва»
(м. Київ, 28 січня 2022 р.)

Адреса оргкомітету та редакційної колегії:

м. Київ, Україна

E-mail: conference@openscilab.org

www.openscilab.org

Наукові праці згруповані за напрямками роботи конференції та наведені в алфавітному порядку.

Для зручності, беручи до уваги, що видання є електронним, нумерація та загальна кількість сторінок наведені з врахуванням обкладинки.

Збірник на постійній сторінці конференції: <https://openscilab.org/?p=6268>

*Матеріали (тези доповідей) друкуються в авторській редакції.
Відповідальність за якість та зміст публікацій несе автор.*



ЗМІСТ

* зміст інтерактивний
(натиснення на назву призводить до переходу на відповідну сторінку)

АРХИТЕКТУРА

Паска І.М., Василенко О.І.

АНАЛІЗ ОСНОВНИХ ЧИННИКІВ МОТИВАЦІЇ В УПРАВЛІННІ
ЗАКЛАДОМ ВИЩОЇ ОСВІТИ..... 8

БІОЛОГІЧНІ НАУКИ

Волошко В.Л.

ДЕЯКІ МАТЕМАТИЧНІ АСПЕКТИ ВИКЛАДАННЯ СИСТЕМНОГО
АНАЛІЗУ ДЛЯ СПЕЦІАЛЬНОСТІ «ЕКОЛОГІЯ»..... 14

Марущак І.В.

ОСОБЛИВОСТІ ФЕНОЛОГІЇ БІЛАНА КАПУСТЯНОГО (*PLUTELLA
MACULIPENNIS*) В НАСАДЖЕННЯХ КАПУСТИ БІЛОГОЛОВОЇ (С.
БУЧАК, ЧЕРКАСЬКА ОБЛАСТЬ)..... 22

ВІЙСЬКОВІ НАУКИ ТА НАЦІОНАЛЬНА БЕЗПЕКА

Deák József, Révai Róbert, Sallai János

МЕЖДУНАРОДНАЯ МИГРАЦИЯ – АСПЕКТЫ ЗДРАВООХРАНЕНИЯ В
ВЕНГРИИ..... 27

ЕКОНОМІЧНІ НАУКИ

Исхакова А.М., Яковлева Т.А.

ПРОБЛЕМЫ ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА ПОДГОТОВКИ ОЦЕНЩИКОВ
В СОВРЕМЕННЫХ УСЛОВИЯХ..... 32

Онофрієнко Н.О.

СУСПІЛЬСТВО, ДЕРЖАВА, БАНКИ, ГРОШІ – ЩО Є
НАЙГОЛОВНІШИМ В ЕКОНОМІЦІ?..... 39

ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ ТА СИСТЕМИ

Зубрицький В.В.

ОГЛЯД МЕТОДІВ ТА ТЕХНОЛОГІЙ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ В
ЕЛЕКТРОННОМУ НАЧАННІ..... 43

Стогній А.О.

ВИМОГИ БЕЗПЕКИ ПІД ЧАС ПРОХОДЖЕННЯ ВИРОБНИЧОЇ ПРАКТИКИ..... 86

Юркова Д.Р., Цибулько О.О., Грובה Н.В.

ВИКОРИСТАННЯ СОЦІАЛЬНО-ПСИХОЛОГІЧНОГО ТРЕНІНГУ У ПІДГОТОВЦІ МАЙБУТНЬОГО ФАХІВЦЯ..... 92

ТЕХНІЧНІ НАУКИ

Мироненко О.В.

ДИФЕРЕНЦІАЛЬНІ МЕТОДИ ОЦІНКИ ПОХИБКИ РІШЕНЬ 98

Сергієнко Л.Г., Березненко С.М.

КАМУФЛЯЖ ЯК МАСКУВАЛЬНИЙ ЗАСІБ ДЛЯ ВІЙСЬКОВОСЛУЖБОВЦІВ ТА МИСЛИВЦІВ..... 103

Тичук Н.В., Вакалюк Т.А., Єфремов Ю.М.

ВИКОРИСТАННЯ РЕДАКТОРА ГРАЛЬНОГО РУШІЯ UNREAL ENGINE 4 В ЯКОСТІ ГРАФІЧНОЇ ОБОЛОНКИ ДЛЯ СИСТЕМИ ГЕНЕРАЦІЇ ІГРОВОЇ КАРТИ 108

Щучкин Е.Ю.

АВТОМАТИЗАЦІЯ ЕТАПОВ МАРШРУТА ПРОЕКТИРОВАНИЯ ИМПУЛЬСНЫХ ИСТОЧНИКОВ ПИТАНИЯ..... 112

ТРАНСПОРТНІ ТЕХНОЛОГІЇ

Мітін Ю.О.

РЕСУРСИ НАВИГАЦІЙНОГО МІСТКА ТА ЕРГОНОМІЧНІ АСПЕКТИ ДІЯЛЬНОСТІ СУДНОВОДІЯ ПРИ ВИРІШЕННІ ЗАВДАНЬ НА РОЗХОДЖЕННЯ МІЖ СУДНАМИ..... 119

ФАРМАЦЕВТИЧНІ НАУКИ

Imnadze N.

EVALUATION OF THE RELIABILITY IMMUNOASSAY OF 1.4 - BENZODIAZEPINES IN CHEMICAL-TOXICOLOGICAL ANALYSIS 126

ФІЗИКО-МАТЕМАТИЧНІ НАУКИ

Серый А.И., Серая З.Н.

ОБОБЩЕНИЕ ОСНОВНЫХ СВЕДЕНИЙ ПО СТАТИСТИЧЕСКИМ МЕТОДАМ ИССЛЕДОВАНИЙ СИСТЕМ МНОГИХ ЧАСТИЦ 128

ФІЗИКО-МАТЕМАТИЧНІ НАУКИ

ОБОБЩЕНИЕ ОСНОВНЫХ СВЕДЕНИЙ ПО СТАТИСТИЧЕСКИМ МЕТОДАМ ИССЛЕДОВАНИЙ СИСТЕМ МНОГИХ ЧАСТИЦ

Серый Алексей Игоревич

к.ф.-м.н., доцент, доцент кафедры общей и теоретической физики физико-математического факультета Учреждения образования «Брестский государственный университет имени А.С. Пушкина»

Серая Зоя Николаевна

к.ф.-м.н., доцент, доцент кафедры алгебры, геометрии и математического моделирования физико-математического факультета Учреждения образования «Брестский государственный университет имени А.С. Пушкина»

Среди теоретических методов исследования поведения систем многих частиц важное место занимают методы молекулярной динамики и Монте–Карло. Поскольку область их применения довольно широка, представляет интерес систематизация основных сведений о них (с учетом того, что внимание, которое уделяется вопросам такой систематизации, нельзя признать достаточным). Ниже предложены соответствующие блок-схема и сравнительные таблицы, которые могут быть использованы, в частности, в образовательном процессе при изучении дисциплины «Основы математического моделирования». Необходимые сведения для составления таблиц взяты из [1, с. 196–198, 211–213].

Таблиця 1 – Сравнение методов молекулярной динамики и Монте–Карло

Методы	Молекулярной динамики	Монте–Карло
Исторические предшественники метода	некоторые методы классической динамики и статистической термодинамики по отдельности	статистическое моделирование (19 век), «игла Бюффона»
Когда был сформулирован	а) в 1957 г.; б) в 1964 г.	в 1949 г.
Авторы	а) Б. Одлер, Т. Вайнрайт; б) А. Рахман	Дж. Нейман, С. Улам, Н. Метрополис
Область применения	более широкая	более узкая
Применяется для	описания приближения системы к состоянию равновесия	вычисления равновесных величин

Таблиця 2 – Основные вопросы для характеристики метода молекулярной динамики

Вопрос	Ответ
1. Объект исследования	многочастичная система (атомы, молекулы, коллоидные частицы и др.)
2. Предмет исследования	а) движение совокупности частиц системы; б) микро- и макроскопические характеристики системы
3. Модельные приближения	а) эргодичность системы; б) модельные потенциалы взаимодействия между частицами (парные, трехчастичные и т.д.); в) для описания движения частиц применимы законы классической динамики
4. Основные этапы реализации метода	1) численное интегрирование уравнений механики для того, чтобы проследить за движением частиц; 2) усреднение характеристик движения частиц по времени и по всем частицам с выводом микро- и макроскопических характеристик изучаемой системы

Таблиця 3 – Применимость метода молекулярной динамики и теории возмущений при различных соотношениях между средней потенциальной энергией U и средней кинетической энергией K

U/K	$\gg 1$	~ 1	$\ll 1$
Соответствует	твердому телу	жидкости или плотной плазме	газу
Малый параметр	K/U	отсутствует	U/K
Можно ли развивать теорию возмущений	да	нет	да
Можно ли применять метод молекулярной динамики	да	да	да

Таблица 4 – Примеры применения метода молекулярной динамики

Объект или предмет исследования	Основные результаты
1А. Жидкость (модель твердых шаров)	а) обнаружен фазовый переход типа плавления; б) получена оценка скорости перемешивания
1Б. Простые жидкости Ван-дер-Ваальса	определены (с хорошим согласием с экспериментом): а) уравнения состояния; б) бинарные и тернарные функции распределения; в) различные сведения о микроструктуре; г) коэффициенты переноса
1В. Одноатомные жидкости и газы Ван-дер-Ваальса в тонких слоях и вблизи адсорбирующих стенок	смоделированы: а) некоторые фазовые переходы; б) адсорбция; в) образования кластеров
2. Жидкие металлы	выяснение: а) структурных свойств; б) динамических (транспортных) свойств; в) уравнений состояния; г) некоторых свойств поверхностей
3. Растворы и расплавы полимеров, отдельные полимерные цепи	а) изучена динамика; б) рассчитана вязкость в потоке
4. Вода, водные растворы	а) изучена адсорбция воды; б) рассчитана вязкость в потоке
5. Классические химические реакции и коагуляция коллоидов	рассчитана вязкость в потоке

Таблица 5 – Основные разновидности метода молекулярной динамики

Разновидность	I. Самая общая	II. Броуновская (ланжевенская) динамика	III. Динамические методы Монте-Карло
Объект исследования	отдельные частицы (любой природы)	отдельные частицы (например, броуновские в растворителе)	функция распределения по координатам и импульсам
Предмет исследования	движение всех частиц системы	движение некоторых сортов частиц	динамика функции распределения по координатам и импульсам
Примеры	широкий спектр примеров	растворы полимеров, коллоидные растворы	широкий спектр примеров
Интегрирование уравнений (систем уравнений)	Ньютона (правая часть не содержит того, что указано для уравнений в разновидности II)	Ланжевена (правая часть уравнений содержит случайную силу со спектром белого шума и силу трения, пропорциональную скорости частицы)	Больцмана (кинетических), Ландау, Власова, Фоккера-Планка, Колмогорова, Смолуховского, основного кинетического, Лиувилля (стохастического)
Примечание	образует замкнутый аппарат вместе с разновидностью II	случайные силы и компоненты тензора трения можно детально изучить с помощью разновидности I	кинетические коэффициенты и некоторые важные свойства функции распределения можно получить с помощью разновидностей I и II

Таблица 6 – Метод молекулярной динамики в простейшем случае
одноатомного газа Ван-дер-Ваальса

Вопрос	Ответ
Уравнения	$\frac{dx_i^{(k)}}{dt} = \frac{p_i^{(k)}}{m_i}, \frac{dp_i^{(k)}}{dt} = -\frac{\partial U}{\partial x_i^{(k)}}, U \equiv U(x_i^{(k)}) = \frac{1}{2} \sum_{j \neq i} U_{ij}$
Начальные условия	$x_i^{(k)}(t=0) = x_{i0}^{(k)}, p_i^{(k)}(t=0) = p_{i0}^{(k)}$
Пояснения	$0 \leq t \leq t_{max}$, $0 \leq t_1 < t_2 < \dots \leq t_{max}$ – моменты времени; $i = 1, \dots, N$ – номера частиц; $k = 1, 2, 3$ – проекции координат и импульсов на 3 координатные оси

Таблица 7 – Способы начального задания координат и скоростей

Задаваемые величины	Характер начального задания	
	Случайный	Упорядоченный
Координаты	допустимо	допустимо, так как через 10^2 – 10^3 шагов порядок исчезнет
Скорости	обязательно	плохо, так как переход к равновесию замедляется

Таблица 8 – Особенности метода в зависимости от особенностей модели

Если	То
1. Система из N частиц является частью макроскопической изотропной системы	обычно используют периодические граничные условия, т. е. рассматривают N частиц в ограниченном объеме, который, периодически повторяясь, заполняет все пространство
2. $N \geq 3$, с использованием большинства разновидностей межмолекулярных потенциалов	аналитическое решение системы уравнений невозможно, поэтому надо выбирать дискретный шаг по времени; численная схема решения должна быть такой, чтобы при $\Delta t \rightarrow 0$ вычисленные отображения сходились к точному решению

Таблица 9 – Изначально задаваемые величины и требования к ним

Величины	Требования	Примечания
$x_i^{(k)}(t=0)$ $= x_{i0}^{(k)}$	а) результат не должен зависеть от произвола начального выбора; б)	достаточна начальная расстановка в виде правильной решетки, так как уже через несколько сотен шагов этот порядок полностью исчезнет
$p_i^{(k)}(t=0)$ $= p_{i0}^{(k)}$	должны быть вариации; в) те же требования, что и к t_{max}	начальные скорости надо задавать случайным образом, так как излишняя упорядоченность может привести к процессам типа столкновения пучков, что резко затягивает переход к термодинамическому равновесию (рост t_{max})
t_{max}	должны быть вариации t_{max} , с ростом t_{max} средние по времени должны устанавливаться по возможности быстрее	для замкнутой системы $K = \frac{1}{t_{max}} \int_0^{t_{max}} \varepsilon_{кин}(t) dt = \frac{3}{2} NkT$ ($\varepsilon_{кин}(t)$ – кинетическая энергия в момент времени t , k – постоянная Больцмана) – устанавливается (при хороших начальных условиях) со скоростью, пропорциональной $\sqrt{t_{max}}$
Δt	величина Δt должна быть на несколько порядков меньше периода колебаний атомов τ_0	более точно Δt подбирают в зависимости от: а) используемой численной схемы; б) вычислительных возможностей процессора; в) конкретного вида $U(r)$; г) полной энергии; д) требуемой точности вычисляемых средних значений величин

Таблица 10 – Влияние количества частиц на распределение по импульсам и на средние значения величин

N	Распределение по импульсам	Средние значения
Конечное значение	биномиальное	зависит от N
$\rightarrow \infty$	стремится от биномиального к максвелловскому	в случае микроканонического ансамбля приближаются к средним по каноническому ансамблю Гиббса

Таблица 11 – Последствия перемешивания и неустойчивости движения

Явление	К чему приводит	Это является причиной
Неустойчивость движения	к расходимости (обычно экспоненциальной) близких траекторий	возникновения эргодичности
Перемешивание	к эргодичности	

Таблица 12 – Возможное модельное поведение зависимости полной энергии от времени в стационарных и нестационарных задачах

Задачи	Какой вывод можно сделать при появлении зависимости полной энергии (вследствие численного решения обыкновенных дифференциальных уравнений) не только от времени, но и от шага по времени	Пояснение
Стационарные	одно из двух: а) ошибка в выборе Δt ; б) непригодность численной схемы	в стационарном случае должно быть непременно $E_{\text{полн}} = \text{const}$
Нестационарные	этот факт ни о чем не говорит	в нестационарном случае требование $E_{\text{полн}} = \text{const}$ лишено смысла

Таблица 13 – Требование при разработке конкретных разновидностей метода молекулярной динамики

Требование	Возможность автоматического выполнения	Примечания
Полная энергия $E_{\text{полн}}$ консервативной динамической системы должна сохраняться	да	возможные трудности: обычные методы интегрирования обыкновенных дифференциальных уравнений приводят к зависимости $E_{\text{полн}}(t, \Delta t)$, т.е. к зависимости не только от времени, но и от шага по времени (см. также таблицу 12)
Сохранение импульса	да	это объясняется тем, что при вычислении межмолекулярных сил явно используется 3-й закон Ньютона
Обратимость во времени траекторий динамических систем	да	таким образом, в методе молекулярной динамики проблемы стохастичности динамических систем и обратимость уравнений механики во времени никак не связаны между собой

Перейдем к более подробному рассмотрению метода Монте-Карло.

Таблица 14 – Алгоритмы экспериментального нахождения числа π

	Игла Бюффона	Генерирование пар случайных чисел
Это разновидность метода Монте–Карло	исторически первая (1777 г.)	более современная (с использованием компьютера)
Начальные действия	случайное бросание иглы на горизонтальную поверхность, на которую нанесены параллельные равноотстоящие линии	случайное заполнение квадрата точками
Анализ результатов	выясняем, пересекла ли игла какую-либо прямую	выясняем, попала ли при этом точка внутрь четверти круга, центр которого находится в одной из вершин квадрата
Связь с числом π	вероятность пересечения (или математическое ожидание количества пересечений) иглы с какой-либо прямой связана (в том числе) с числом π	вероятность попадания внутрь указанной выше четверти круга связана с числом π
Модификации метода	Фокс (1864 г.; вращение плоскости, выбор различных соотношений между длиной иглы и расстояния между прямыми)	случайное заполнение куба точками с проверкой попадания в $1/8$ шара, центр которого находится в одной из вершин куба
Количество попыток, необходимых для определения числа π с точностью до первого знака после запятой	несколько сотен	несколько сотен

Таблица 15 – Роль метода Монте–Карло в численном интегрировании

Кратность интеграла	Примеры использования в физике	Методы интегрирования
1	многочисленные	прямоугольников, трапеций, Симпсона, Гаусса и др., но можно и Монте–Карло [2, с. 126–163]
10–20	некоторые задачи физики элементарных частиц	Монте–Карло
$\sim 10^6$	расчеты на решетке (например, в квантовой хромодинамике)	Монте–Карло

Таблица 16 – Прямое и косвенное моделирование методом Монте–Карло

Моделирование	Сущность	Математически это эквивалентно
Прямое	см. таблицу 17	вычислению интеграла по некоторой многомерной области
Косвенное	процесс описывается одним или несколькими дифференциальными уравнениями, которые решаются методом Монте–Карло	

Таблица 17 – Сущность прямого моделирования методом Монте–Карло

Что дано или что требуется	Как это реализуется
Физический процесс описывается величинами $p_1 \dots p_s$	многократно генерируется набор величин $q_1 \dots q_s$ (это и есть моделирование физического процесса), которые отождествляются с $p_1 \dots p_s$
Совокупность указанных выше величин можно рассматривать как случайную величину с плотностью распределения $F(p_1 \dots p_s)$	плотность вероятности моделируется как $F(q_1 \dots q_s)$
Требуется оценить плотность распределения некоторой характеристики $f(p_1 \dots p_s)$ данного процесса	для каждого i -го набора $\{q_j^i\}$ вычисляют величину $f(q_1^i \dots q_s^i)$, а после N наборов оценивают \bar{f} , дисперсию и поведение функции распределения плотности вероятности

Таблица 18 – Типы случайных чисел в методе Монте–Карло

	1. Истинно случайные	2. Псевдослучайные	3. Квазислучайные
Как их получают	путем преобразования сигнала от радиоактивного источника или шумового диода	с помощью некоторого алгоритма	с помощью некоторого алгоритма с требованием равномерного заполнения точками заданного многомерного объекта
Применение	таким способом можно довольно быстро получить большие последовательности некоррелированных случайных чисел	внешне похожи на случайные, хотя на самом деле они детерминированные; необходимы специальные тесты для того, чтобы убедиться в равномерности распределения и отсутствии корреляций	известен ряд алгоритмов, дающих точки, распределенные в гиперкубе более равномерно, чем случайные и псевдослучайные, что приводит к более быстрой сходимости результата

Таблица 19 – Применения метода Монте-Карло в нейтронной физике, физике элементарных частиц и квантовой теории поля

Раздел физики	Примеры задач	Подробности алгоритма	Успехи метода	Примечания
1. Нейтронная физика	а) моделирование прохождения потока нейтронов в среде; б) расчет коэффициента размножения нейтронов в реакторе; в) расчет защиты реактора	см. таблицу 20	позволяет учесть любую геометрическую форму реактора	при использовании классических методов затруднительно решать большие и сложные системы интегральных уравнений
2. Физика элементарных частиц	а) моделирование электронно-фотонных ливней	последовательное моделирование судьбы каждой частицы (гамма-кванта, электрона, позитрона)	по сравнению с классическим описанием получается быстрее	а) у классических методов нет принципиальных трудностей, но мало пользы из-за большого числа переменных; б) при энергиях от 1 ТэВ машинное время заметно возрастает
	б) анализ данных, полученных в экспериментах с элементарными частицами	расчет плотностей вероятности различных величин	определение эффективности детекторов	есть взаимосвязь с методами наименьших квадратов и максимального правдоподобия
3. Квантовая теория поля	расчеты в калибровочных теориях на решетке (в частности, в квантовой хромодинамике)	вычисление функциональных интегралов, средних по квантовым флуктуациям полей в каждой точке пространства-времени	а) исследование спектра масс глюоболов и адронов; б) оценка температуры фазового перехода адронной материи в кварк-глюонную плазму; в) расчет потенциала взаимодействия на больших расстояниях	в квантовой хромодинамике с ростом расстояния невозможно применять теорию возмущений

Таблица 20 – Прямое и косвенное моделирование в нейтронной физике

Моделирование	Время расчета	Сущность подхода	Основной метод
Прямое	может быть больше	а) задание начального набора нейтронов; б) прослеживание за каждым нейтроном; в) усреднение результатов	Монте-Карло
Косвенное	может быть существенно меньше	решение интегральных уравнений переноса	через цепи Маркова

Таблица 21 – Применения метода Монте-Карло в статистической физике, аэро- и гидромеханике

Раздел физики	Примеры задач	Подробности алгоритма	Успехи метода
1. Статистическая физика	а) исследование физики жидкости	модель – система твердых сфер или твердых дисков ($\sim 10^1 - 10^3$); варьирование конкретного вида взаимодействия	в исследованиях поведения плазмы
	б) фазовые переходы	модель Изинга	в исследованиях поведения магнитных систем
	в) исследование квантовых жидкостей и кристаллов	уравнение Шредингера для бозонной системы	точные численные оценки для характеристик основного состояния бозонной системы
2. Аэро- и гидромеханика	обтекание тела произвольной геометрии высокоскоростной струей разреженного газа	решение нелинейного уравнения Больцмана	оценки распределения потоков импульса и энергии на поверхности тела проще, чем другими методами

На рисунке 1 приняты следующие обозначения: I – интеграл, I – его приближенное значение после N итераций, f – подынтегральная функция, \bar{f}_N – ее среднее значение после N итераций, x – совокупность переменных интегрирования, Ω – область интегрирования, V – объем этой области в соответствующем пространстве, V_{Π} – объем параллелепипеда, содержащего объем V , N – количество точек x_j , сгенерированных в V_{Π} , M – количество точек,

попавших при этом в V , $p(x)$ – плотность вероятности распределения точек в области ($p(x) \equiv 1$ при равномерном распределении).

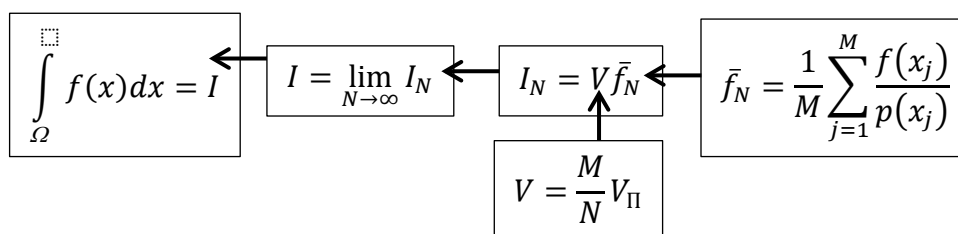


Рис. 1. Схема вычисления интегралов методом Монте-Карло

С точки зрения классификации математического характера, задачи, в которых чаще всего применяется метод Монте-Карло, можно разделить на 4 типа:

1. Моделирование случайных процессов (случайных блужданий, шумов), когда интересен, прежде всего, сам процесс, а не его интегральные характеристики. 2. Задание случайной величины в прямом методе моделирования (см. таблицу 17). 3. Нахождение среднего значения (или значений констант) без вычисления интегралов (см. таблицу 14). 4. Вычисление определенных интегралов любой кратности (таблица 15 и рисунок 1). 5. Решение интегральных уравнений и других типов уравнений.

Перечень основных классификаций представлен в таблице 22.

Таблица 22 – Типология задач, которые могут быть решены методом Монте-Карло, и самих методов Монте-Карло

Классификационный признак	Соответствующие разновидности задач (методов)
Использование метода для задания случайной величины или для решения уравнений с целью нахождения этой величины	прямые и косвенные (см. таблицы 16, 17, 20)
С точки зрения типов используемых случайных чисел	методы с истинно случайными, псевдослучайными и квазислучайными числами (см. таблицу 18)
С точки зрения физического (биологического и др.) содержания	см. таблицы 19–21
С точки зрения математического содержания	см. выше перед таблицей 22

Отдельно взятую задачу, при решении которой может быть использован метод Монте-Карло, можно охарактеризовать по следующим пунктам.

1. Тип задачи с точки зрения физической (или др.) тематики. 2. Тип задачи с математической точки зрения. 3. Прямым или косвенным является метод Монте-Карло, который предполагается использовать. 4. Имеет ли влияние выбор разновидности случайных чисел на требуемый результат. 5. Существуют ли альтернативные методы решения задачи; если да, то какие преимущества и при каких условиях имеет перед ними метод Монте-Карло (или, наоборот, какие преимущества и при каких условиях они имеют перед методом Монте-Карло; под преимуществами понимается относительная математическая простота, более высокая скорость сходимости, более широкая область применимости и т.д.).

Список использованных источников

1. Физическая энциклопедия / гл. ред. А. М. Прохоров ; редкол.: Д. М. Алексеев [и др.]. – М. : Большая рос. энцикл., 1992. – Т. 3 : Магнитноплазменный – Пойнтинга теорема. – 672 с.
2. Сборник задач по методам вычислений / под ред. П. И. Монастырного. – Минск : Изд-во БГУ, 1983. – 287 с.