

## КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ В НАУКЕ

А.К. Назарова<sup>1</sup>, И.С. Голубятников<sup>1</sup>, А.С. Фролов<sup>1</sup>

<sup>1</sup>ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова»

Аннотация. В данной работе рассматриваются различные аспекты компьютерного моделирования в науке. Компьютерное моделирование — это построение с помощью компьютеров и компьютерных устройств символьных и физических моделей объектов. Компьютерное моделирование применяется в различных областях деятельности, таких как: наука, техника, медицина, искусство и др.

Ключевые слова: моделирование, модель, компьютерная модель, виды моделирования.

## COMPUTER MODELING IN SCIENCE

A.K. Nazarova<sup>1</sup>, I.S. Golubyatnikov<sup>1</sup>, A.S. Frolov<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov

Abstract. This paper examines various aspects of computer modeling in science. Computer modeling is the construction of symbolic and physical models of objects using computers and computer devices. Computer modeling is used in various fields of activity, such as: science, technology, medicine, art, etc.

Keywords: modeling, model, computer model, types of modeling.

Компьютерное моделирование применялось в метеорологии и ядерной физике в послевоенный период. Оно стало частью растущего числа дисциплин, включая астрофизику, физику элементарных частиц, материаловедение, инженерию, механику жидкости и газа, климатологию, эволюционную биологию, экологию, экономику, теорию принятия решений, медицину, социологию и многие другие.

Компьютерное моделирование в узком смысле — это программа, выполняемая на компьютере и использующая пошаговые методы исследования поведения математической модели. Модель, представляющая реальную систему

мира, может быть воображаемой. Компьютерная программа — это имитационная модель, которая принимает входные данные и рассчитывает состояние системы в следующий момент времени. Числовая картина эволюции состояния системы создается при расчете состояния системы алгоритмом.

Последовательность значений переменных модели может храниться в виде большого набора данных и отображаться на экране компьютера с использованием методов визуализации. Методы моделирования часто предназначены для имитации выходных сигналов научного прибора, чтобы моделирование было похоже на измерение интересующей системы.

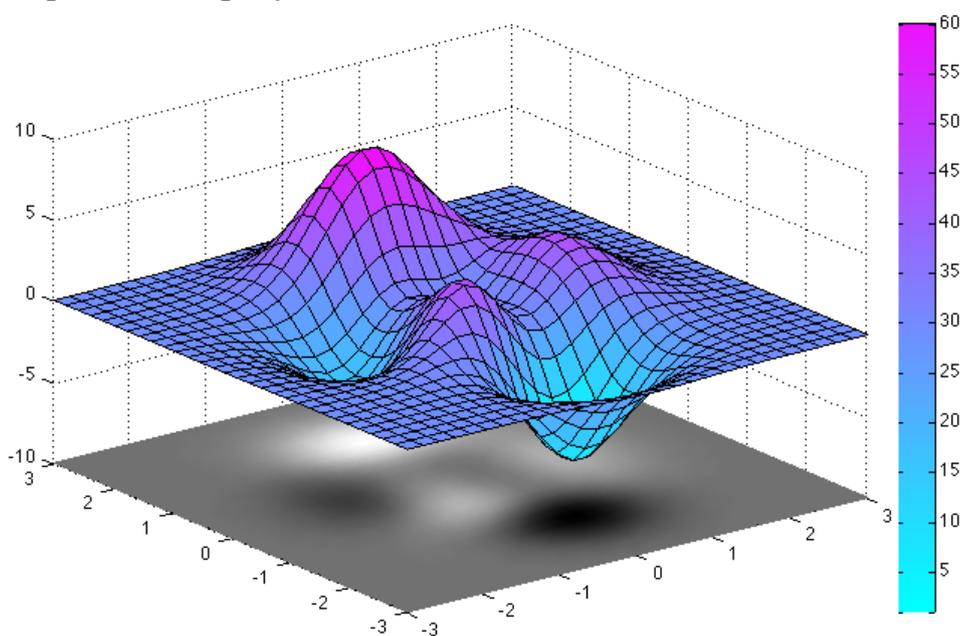


Рисунок 1 – Имитация выходных сигналов научного прибора

Иногда для моделирования систем с непрерывными уравнениями используются методы пошагового компьютерного моделирования.

Компьютерное моделирование можно считать комплексным методом изучения систем. В этом смысле он подразумевает весь процесс, включающий в себя:

- выбор модели;
- модель может быть реализована в форме, которую можно запустить на компьютере;
- вычисление выходных данных алгоритма;
- визуализацию и изучение результирующих данных.

Использование компьютера для решения или аппроксимации математических уравнений модели, представляющей реальную или гипотетическую систему, подразумевается обоими определениями. Существует способ определить

«моделирование» независимо от концепции компьютерного моделирования, а затем композиционно определить его как моделирование, выполняемое запрограммированным цифровым компьютером. Имитация – это любая система, достаточно похожая на другую систему, о которой можно узнать, изучая первую.

Существует два основных типа компьютерного моделирования: моделирование на основе уравнений и моделирование на основе агентов. Тремя основными целями являются прогнозирование, понимание и исследование.

Существует устоявшаяся теория, которая может служить основой для построения математических моделей на основе дифференциальных уравнений, а моделирование на основе уравнений наиболее распространено в физических науках и других областях. Существует набор уравнений, описывающих развитие сплошной среды или поля в моделировании на основе частиц. Некоторые примеры моделирования на основе уравнений включают моделирование формирования галактик, где взаимодействие между объектами дискретизировано во времени и пространстве, и метеорологическую систему, где система рассматривается как жидкость, а поле представляет собой распределение переменных в пространстве.

В социальных и поведенческих науках широко распространено агентное моделирование. Поведение отдельных агентов представлено моделями. Не существует глобальных дифференциальных уравнений, описывающих движения агентов. Поведение агентов определяется их местными правилами. Существуют модели искусственной жизни, эпидемиологии и экологии, где изучаются сетевые взаимодействия множества особей.

Имитационные модели могут комбинировать методы. Методы грубого и мелкозернистого моделирования можно комбинировать в многомасштабных имитационных моделях для достижения лучших результатов. Грубое математическое описание можно использовать для больших областей материала, а более подробное описание — для небольших областей, где происходят важные эффекты. Методы моделирования могут быть основаны на квантовой механике.

В науке о климате используется метод замены сложных или мелкомасштабных процессов более простым математическим описанием, называемый параметризацией. При моделировании климата можно использовать параметры для представления таких процессов, как образование дождя или облаков. Параметры не имеют никакого значения, но используются для управления значениями в сетке.

Грюн-Янофф и Веирх предлагают следующее объяснение: "Метод Монте-Карло используется не для моделирования системы с целью ее замены, а служит альтернативным способом расчета характеристик этой системы". Таким образом, моделирование методом Монте-Карло не соответствует ни одному из описанных определений. Однако можно преодолеть разрыв между философией и обычным языком, отметив, что моделирование методом Монте-Карло имитирует воспроизводимый процесс, который может быть использован для расчета свойств другого процесса. Например, моделирование орбиты планеты методом Монте-Карло предполагает случайное распределение объектов в квадрате, но на самом деле моделируется орбита планеты. Таким образом, моделирование методом Монте-Карло является формой моделирования, но не имитацией изучаемых систем. Однако некоторые модели Монте-Карло (которые используют методы Монте-Карло для решения стохастических динамических уравнений в физической системе) на самом деле являются моделями этих систем.

Существует три основные категории, для которых можно использовать компьютерное моделирование. Моделирование можно использовать для понимания и прогнозирования недостающих данных.

Другой широкой категорией целей, для достижения которых используется компьютерное моделирование, является прогнозирование поведения конкретной системы в реальном мире при заданных обстоятельствах. Это основано на использовании моделирования для прогнозирования. Модели могут использоваться для прогнозирования будущих событий или для анализа событий прошлого; они могут давать точные прогнозы или общие и неопределенные. Можно различать прогнозы, сделанные с использованием моделирования:

- Точные прогнозы: где будет находиться планета Марс 21 октября 2300 года?
- "Качественные", общие или системные прогнозы: стабильна ли орбита этой планеты? Какой вид масштабирования проявляется в таких системах? Какова фрактальная размерность владельца в таких системах?
- Диапазон прогнозов: вероятность того, что средняя глобальная температура поверхности повысится на 2-5 градусов по Цельсию к 2100 году, составляет 66%; "очень вероятно", что уровень моря поднимется как минимум на два фута; "маловероятно", что термохалин будет отключен в ближайшие 50 лет.

Наконец, моделирование можно использовать для понимания систем и их поведения. Если у нас уже есть данные о поведении системы, мы можем использовать компьютерное моделирование, чтобы ответить на вопросы о том, как эти события могли произойти или как они произошли на самом деле.

## Список литературы

1. Бейзбарт, К., Дж. Нортона, 2012. “Почему моделирование методом Монте-Карло — это выводы, а не эксперименты”, в международных исследованиях по философии науки, 26: 403-422.
2. Бейзбарт, К., 2017. “Продвижение знаний с помощью компьютерного моделирования? Сократическое упражнение”, М. Реш, А. Камински и П. Геринг (ред.), Наука и искусство моделирования (том I), Cham: Springer, стр. 153-174./
3. Дардашти Р., Хартманн С., Теболт К. и Уинсберг Э., 2019. “Излучение Хокинга и аналоговые эксперименты: байесовский анализ”, в исследованиях по истории и философии современной физики, 67: 1-11.
4. Гир, Р. Н., 2009. “Меняет ли компьютерное моделирование облик экспериментов?”, Философские исследования, 143: 59-62
5. Моррисон М. Модели, измерения и компьютерное моделирование: меняющийся облик экспериментов // Философские исследования, 2012;143: 33-57.
6. Полуэктов А.В., Макаренко Ф.В., Ягодкин А.С. Использование сторонних библиотек при написании программ для обработки статистических данных // Моделирование систем и процессов. – 2022. – Т. 15, № 2. – С. 33-41.

## References

1. Beisbart, C. and J. Norton, 2012. “Why Monte Carlo Simulations are Inferences and not Experiments,” in International Studies in Philosophy of Science, 26: 403–422.
2. Beisbart, C., 2017. “Advancing knowledge through computer simulations? A socratic exercise,” in M. Resch, A. Kaminski, & P. Gehring (eds.), The Science and Art of Simulation (Volume I), Cham: Springer, pp. 153–174./
3. Dardashti, R., Hartmann, S., Thebault, K., and Winsberg, E., 2019. “Hawking radiation and analogue experiments: A Bayesian analysis,” in Studies in History and Philosophy of Modern Physics, 67: 1–11.
4. Giere, R. N., 2009. “Is Computer Simulation Changing the Face of Experimentation?,” Philosophical Studies, 143: 59–62
5. Morrison, M., 2012. “Models, measurement and computer simulation: The changing face of experimentation,” Philosophical Studies, 143: 33–57.
6. Poluektov A.V., Makarenko F.V., Yagodkin A.S. The use of third-party libraries when writing programs for processing statistical data // Modeling of systems and processes. - 2022. – Vol. 15, No. 2. – pp. 33-41.