

ОСНОВЫ ПРОЦЕССА СИМУЛЯЦИОННОГО И СТОХАСТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

Мэй Ифань¹, Е.А. Аникеев¹, Н.В. Акамсина¹

¹ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет
имени Г.Ф. Морозова»

Аннотация. В этой статье мы подробно обсудим процесс моделирования и стохастическое моделирование. Этап процесса моделирования заключается в моделировании реальной системы путем создания модели системы и ее запуска. Стохастическое моделирование предназначено для устранения неопределенности эксперимента, поскольку неопределенность является важным фактором, который в значительной степени влияет на результаты эксперимента. Поэтому для моделирования стохастического процесса используется вероятностно-статистический метод. В этой статье излагается ряд проблем и методов, таких как концепция и тип этих двух методов. Чтобы более подробно описать их преимущества и характеристики, я подробно остановлюсь на каждой функции в сочетании с примерами.

Ключевые слова: процесс моделирования; стохастическое моделирование; анализ неопределенности; Поддержка принятия решений.

INTRODUCTION, SIMULATION PROCESS AND STOCHASTIC MODELING

Mei Yifan¹, E.A. Anikeev¹, N.V. Akamsina¹

¹Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov

Abstract. This paper is to discuss the simulation process and stochastic modeling in depth. The step of the simulation process is to simulate the real system by establishing a system model and running it. Stochastic modeling is to solve and dispose of the uncertainty of the experiment, because uncertainty is an important factor that greatly affects the experimental results. Therefore, the probability and statistics method is used to model the stochastic process. In this paper, a series of problems and methods such as the concept and type of the two are expounded. In order to describe their advantages and characteristics in more detail, I will elaborate each feature in combination with examples.

Key words: Simulation process; Stochastic modeling; Uncertainty analysis; Decision support.

Моделирование представляет собой методологию, основанную на создании виртуальных представлений систем и последующем проведении многократных экспериментов для анализа их производительности и результатов. Этот подход позволяет изучать поведение систем в условиях, которые невозможно или крайне сложно воссоздать в реальности. С его помощью можно оценить адаптацию системы к различным сценариям, проверить её эффективность, удобство использования и другие характеристики. Такой метод предоставляет интуитивное понимание особенностей работы системы, существенно экономя ресурсы и увеличивая общую продуктивность. В современном мире моделирование имеет огромный практический потенциал.

В зависимости от типа исследуемых систем выделяют три ключевых класса процессов моделирования. Первый класс — это моделирование непрерывных систем, где состояние системы изменяется плавно во времени. Для таких систем часто используются дифференциальные уравнения, позволяющие точно учитывать временные параметры. Второй класс — дискретные системы, характеризующиеся резкими изменениями состояния в определённые моменты времени. Каждое новое состояние здесь возникает как следствие конкретного события. Третий класс — гибридные системы, сочетающие в себе как непрерывные процессы, так и дискретные события. Эти системы объединяют особенности первых двух типов, что делает их более сложными и менее предсказуемыми.

Что касается этапов имитации, то важно начинать с чёткого формулирования целей моделирования. Необходимо определить граничные условия и рамки эксперимента, чтобы обеспечить структурированность всего процесса. Например, при моделировании производственной системы нужно ответить на вопросы: "Какой продукт мы создаём?" "Какова последовательность операций?" "Какое оборудование задействовано?" и т.д. На следующем этапе создаётся модель, которая отражает реальную систему согласно поставленным задачам. После этого проводится верификация модели: сравниваются реальные данные с полученными результатами, анализируются возможные расхождения и их причины. Это гарантирует достоверность и точность симуляции.

После завершения проверки разрабатывается план эксперимента, включающий входные параметры, ключевые метрики и процедуры. Затем используется специализированное программное обеспечение для проведения моделирования.

Оно отслеживает работу системы в реальном времени и фиксирует важные показатели. На заключительном этапе проводится детальный анализ результатов, который помогает сделать выводы, применимые для управления производством. Каждый шаг этого процесса требует внимательного выполнения, так как ошибки могут существенно повлиять на конечные результаты.

Метод моделирования активно применяется в различных сферах деятельности. В инженерной практике, например, в машиностроении, электротехнике и аэрокосмической промышленности, он используется для оценки качества продукции, оптимизации производственных процессов и диагностики неисправностей технических систем. В научных исследованиях, таких как физика, химия и биология, моделирование служит мощным инструментом для изучения сложных явлений и процессов. Например, с его помощью можно смоделировать изменения климата, что позволяет прогнозировать будущие тренды и разрабатывать соответствующие стратегии в метеорологии.

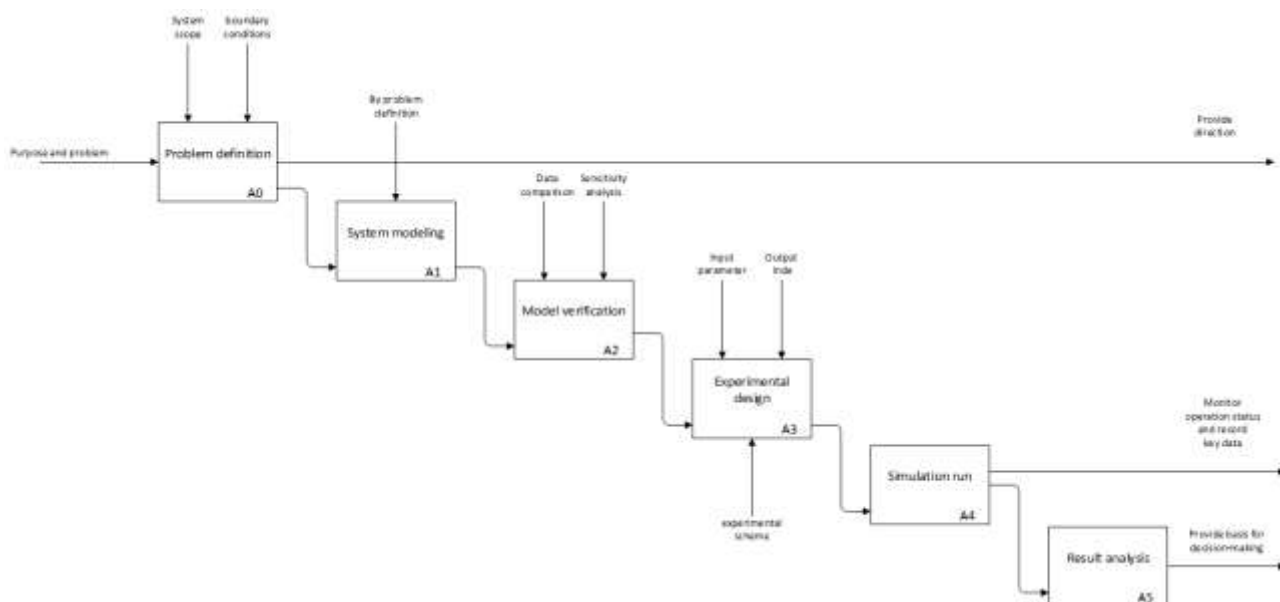


Рисунок 1 –Эмулированная схема ступенек

Стохастическое моделирование представляет собой особый вид математического моделирования, который использует вероятностные и статистические методы для описания систем с элементами случайности или неопределенности. Этот подход позволяет соединить математические расчеты с реальными процессами, сохраняя при этом соответствие математическим принципам.

Применение стохастического моделирования открывает возможности для оценки рисков, прогнозирования будущих изменений и повышения обоснованности принимаемых решений. Поскольку результаты зависят от случайных величин, такая симуляция становится более близкой к реальным условиям и менее

предсказуемой. Несмотря на то что точное моделирование подобных процессов может быть сложным, этот метод считается наиболее эффективным для анализа сложных явлений.

Одним из главных преимуществ данного подхода является способность детально учитывать случайные характеристики в сложных системах. В отличие от детерминированного моделирования, которое проще и технически, но ограничено в возможностях анализа, стохастический метод обеспечивает более глубокое понимание динамики исследуемых процессов.

Комбинирование традиционного моделирования со стохастическим позволяет компенсировать недостатки обоих методов. Например, такие факторы как внешние помехи, случайные шумы или колебания параметров могут быть учтены только через использование стохастического подхода. Это помогает точнее описать динамические закономерности и характеристики распределения, что значительно увеличивает достоверность моделирования. Кроме того, такой метод полезен для оптимизации решений, поскольку учитывает динамические факторы, которые часто остаются вне поля зрения при обычной имитации.

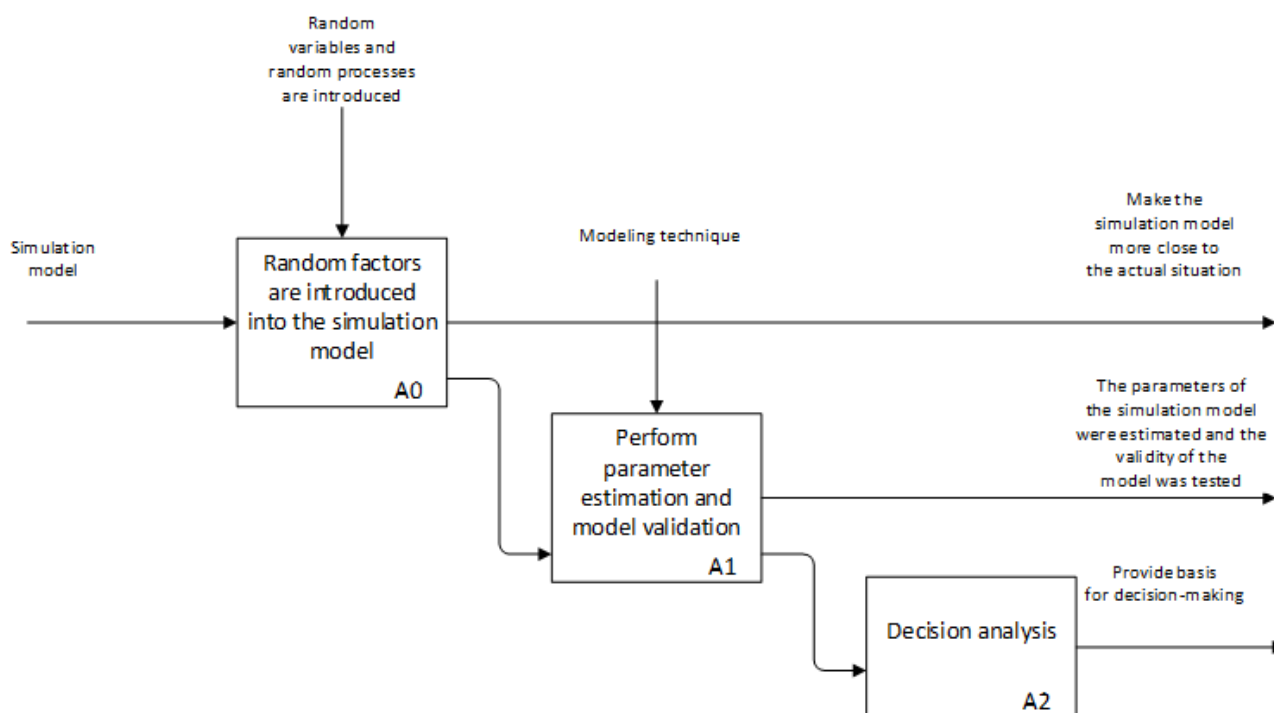


Рисунок 2 – Схема методов, связывающая процесс моделирования с случайным моделированием

Интеграция стохастического моделирования в существующие симуляционные системы требует точного задания параметров и постоянной корректировки структуры модели. Например, добавление случайных переменных в производственные процессы помогает учесть такие аспекты, как задержки оборудования или изменения сроков выполнения заказов. Повторное использование методов стохастического моделирования для тестирования параметров значительно повышает точность последующих экспериментов.

Данный подход широко применяется в различных сферах. В управлении цепочками поставок сочетание симуляции и стохастического моделирования способствует повышению эффективности за счет оптимизации запасов, расширения выбора поставщиков и разработки планов действий на случай чрезвычайных ситуаций. В финансовом секторе он используется для анализа колебаний рыночных цен и учета неопределенностей на аналитических рынках, что помогает принимать более обоснованные инвестиционные решения.

Список литературы

1. Компьютерное моделирование работоспособности финишных процедур и паразитных элементов в программно-аппаратном комплексе проектирования микросхем / А. С. Ягодкин, Н. Н. Литвинов, П. С. Иванин, А. С. Грошев // Моделирование систем и процессов. – 2024. – Т. 17, № 3. – С. 106-115. – DOI 10.12737/2219-0767-2024-104-113. – EDN NICLOY.
2. Создание средств проверки электрической схемы с использованием схемы тестовых внешних воздействий / К. В. Зольников, Д. В. Шеховцов, К. В. Литвинов, М. А. Солодилов // Моделирование систем и процессов. – 2024. – Т. 17, № 3. – С. 36-44. – DOI 10.12737/2219-0767-2024-34-42. – EDN EAGOOO.
3. Юрчишина, М. В. Алгоритмическая модель СППР «Оптимальный учебный план» / М. В. Юрчишина, К. И. Бушмелева // Моделирование систем и процессов. – 2024. – Т. 17, № 4. – С. 84-95. – DOI 10.12737/2219-0767-2024-17-4-84-95. – EDN OJFBGD.
4. Математическое обеспечение информационно-управляющей системы для хранения продукции с ограниченным сроком хранения / Д. В. Арапов, Н. Ю. Юдина, В. А. Курицын, Л. А. Коробова // Моделирование систем и процессов. – 2024. – Т. 17, № 1. – С. 7-18. – DOI 10.12737/2219-0767-2024-17-1-7-18. – EDN CXBIVK.
5. Елифанов, Е. Н. Системный анализ акустических свойств речевых оповещателей / Е. Н. Елифанов, В. Ф. Асминин, С. А. Сазонова // Моделирование

систем и процессов. – 2024. – Т. 17, № 4. – С. 42-53. – DOI 10.12737/2219-0767-2024-17-4-42-53. – EDN BMZBYL.

6. Ищенко, Е. А. Применение технологий электродинамического моделирования для определения эффективной площади рассеяния малых объектов / Е. А. Ищенко, С. М. Федоров, Д. М. Федоров // Моделирование систем и процессов. – 2024. – Т. 17, № 4. – С. 53-59. – DOI 10.12737/2219-0767-2024-17-4-53-59. – EDN PPJTCT.

References

1. Computer Modeling of the Operational Capability of Finishing Procedures and Parasitic Elements in the Software – Hardware Complex for Microcircuit Design / A. S. Yagodkin, N. N. Litvinov, P. S. Ivanin, A. S. Groshev // Modeling of Systems and Processes. – 2024. – Vol. 17, No. 3. – Pp. 106 – 115. – DOI 10.12737/2219 – 0767 – 2024 – 104 – 113. – EDN NICLOY.

2. Creation of Means for Checking an Electrical Circuit Using a Circuit of Test External Influences / K. V. Zolnikov, D. V. Shekhovtsov, K. V. Litvinov, M. A. Solodilov // Modeling of Systems and Processes. – 2024. – Vol. 17, No. 3. – Pp. 36 – 44. – DOI 10.12737/2219 – 0767 – 2024 – 34 – 42. – EDN EAGOOO.

3. Yurchikina, M. V. The Algorithmic Model of the SPPR “Optimal Study Plan” / M. V. Yurchikina, K. I. Bushmeleva // Modeling of Systems and Processes. – 2024. – Vol. 17, No. 4. – Pp. 84 – 95. – DOI 10.12737/2219 – 0767 – 2024 – 17 – 4 – 84 – 95. – EDN OJFBGD.

4. Mathematical Support of an Information – Control System for Storing Products with a Limited Shelf Life / D. V. Arapov, N. Yu. Yudina, V. A. Kuritsyn, L. A. Korobova // Modeling of Systems and Processes. – 2024. – Vol. 17, No. 1. – Pp. 7 – 18. – DOI 10.12737/2219 – 0767 – 2024 – 17 – 1 – 7 – 18. – EDN CXBIVK.

5. Epifanov, E. N. System analysis of acoustic properties of speech annunciators / E. N. Epifanov, V. F. Asminin, S. A. Sazonova // Modeling of systems and processes. – 2024. – Vol. 17, No. 4. – pp. 42-53. – DOI 10.12737/2219-0767-2024-17-4-42-53. – EDN BMZBYL.

6. Ishchenko, E. A. Application of electrodynamic modeling technologies to determine the effective scattering area of small objects / E. A. Ishchenko, S. M. Fedorov, D. M. Fedorov // Modeling of systems and processes. – 2024. – Vol. 17, No. 4. – pp. 53-59. – DOI 10.12737/2219-0767-2024-17-4-53-59. – EDN PPJTCT.