

Назаров Александр Алексеевич**Nazarov Alexander Alekseyevich**

старший преподаватель кафедры
бухгалтерского учета и электронного бизнеса
Чувашского государственного университета
имени И.Н. Ульянова

Senior Lecturer,
Accounting and E-business Department,
Chuvash State University

ХАРАКТЕРИСТИКА СОВРЕМЕННЫХ ИНСТРУМЕНТОВ ДЛЯ ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРИ ИССЛЕДОВАНИИ МЕХАНИЗМОВ УПРАВЛЕНИЯ СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИМИ ПРОЦЕССАМИ И СИСТЕМАМИ [1]

DESCRIPTION OF MODERN TOOLS OF SIMULATION MODELING WHEN STUDYING THE MECHANISMS OF SOCIO-ECONOMIC SYSTEMS AND PROCESSES MANAGEMENT [1]

Аннотация:

В статье представлен обзор прикладного программного обеспечения и интегрированных систем программирования, призванных существенно облегчить моделирование социально-экономических систем, проведение экспериментов и выведение результатов в виде как таблиц, так и визуальных интерпретаций.

Ключевые слова:

имитационное моделирование, системная динамика, агент-ориентированное моделирование, дискретно-событийное моделирование, управление социально-экономическими системами, программное обеспечение для имитационного моделирования, вычислимые модели, прогнозирование.

Summary:

The article presents an overview of applied software and integrated software engineering systems designed to simplify considerably the process of modeling of socio-economic systems, experimentation and display of the results in both tabular form and visual interpretation one.

Keywords:

simulation modeling, system dynamics, agent-based modeling, discrete event simulation, management of social and economic systems, simulation software, computable model, prediction.

Благодаря интенсивному и широкому развитию информационных технологий, связанных с развитием высокопроизводительных компьютерных систем, стало намного проще решать задачи, требующие огромных временных и финансовых ресурсов. Особенно это касается сфер, в которых натурные эксперименты невозможны в силу нарушения фундаментальных принципов проведения научных экспериментов (с точки зрения воспроизведения всех условий среды). Также следует отметить, что аналитическое решение математических моделей и само их построение, включающее обратные связи, нелинейность, недостаток числа уравнений в системе для получения однозначного решения и даже рекурсивность формул в рамках одной системы, делают этот процесс непригодным для выработки адекватных выводов по реальным микро- и макроэкономическим системам [2].

Тем не менее в подобных ситуациях не требуются фундаментальные выводы по всему классу изучаемых моделей. Достаточно и конкретного численного эксперимента, чтобы судить о возможности или невозможности практической реализации идеи либо об оптимальности или неоптимальности функционирования существующей системы, а также предположений и определенных направлений для повышения эффективности системы в рамках ограничений в ресурсах. Такие численное решение и визуальное представление результатов могут дать модели, формируемые по принципам и методам имитационного моделирования [3].

В данной статье представлен обзор прикладного программного обеспечения и интегрированных систем программирования, призванных существенно облегчить построение модели, проведение экспериментов и выведение результатов как в табличном виде, так и в виде визуальных моделей. Условно программное обеспечение для имитационного моделирования социально-экономических систем можно разбить на следующие четыре группы.

1. К первой относятся интегрированные программные среды и отдельные универсальные языки программирования высокого уровня (Pascal, Basic, C, C++ и др.). В этом случае строится алгоритмическая модель решаемой задачи, описывается либо в качественном виде, либо в виде блок-схемы, далее алгоритм кодируется при помощи стандартного синтаксиса выбранного языка программирования.

2. Ко второй группе относится программное обеспечение с применением специализированных языков моделирования (GPSS, SIMULA, SIMSCRIPT, CSL, SOL, GASP, SLAM и др.), написанных на универсальных языках. В данных программных инструментах для имитационного моделирования реализованы способы взаимодействия и динамика системы через отношения составных элементов во времени и пространстве. Данная группа языков требует от пользователя знаний и подготовки в области имитационного моделирования, чтобы описать механизмы организации модели в терминах выбранного языка. Программное обеспечение имеет обширный круг практического приложения, само программное обеспечение компактно и нетребовательно к вычислительным ресурсам ЭВМ.

3. К третьей группе относятся специализированные программные среды с включением всего цикла создания имитационной модели от разработки визуальной схемы функционирования до визуального вывода процесса и результатов моделирования (Arena, AnyLogic, GPSS World, VisSim). При этом программная среда менее требовательна к знаниям пользователя в области программирования и управление имитационной моделью осуществляется через специальные формы. В таких средах реализован удобный интерфейс ввода управляющих параметров для проведения экспериментов и получения оптимального значения целевых критериев.

4. К четвертой группе программного обеспечения относятся стандартные специализированные математические среды с включением пакета имитационного моделирования (пакет Simulink системы Matlab, Mathcad, Mathematica, SPSS, Statistica). В данном программном обеспечении инструмент имитационного моделирования рассматривается как отдельная надстройка и поставляется в виде инсталляционного пакета как расширение стандартных функций. Как и стандартные математические пакеты, подобная надстройка предоставляет возможность ввода, вывода и расчета функций, построения графиков и др.

В таблице 1 рассмотрены основные существующие на данный момент интегрированные программные системы для имитационного моделирования AnyLogic, Arena, Simulink.

Таблица 1 – Сравнение программного обеспечения для разработки имитационных моделей

| Характеристика | Система | | |
|-------------------------------------|--|--|---|
| | AnyLogic 7.3 | Simulink 9.1 | Arena 15.0 |
| Продукт | Инструмент имитационного моделирования, который поддерживает все подходы к созданию имитационных моделей: дискретно-событийный, системно-динамический и агентный. Гибкость и мощность языка моделирования AnyLogic позволяют учесть каждый аспект моделируемой системы с любым уровнем детализации. Графический интерфейс AnyLogic, инструменты и библиотеки дают возможность быстро реализовывать модели для широкого спектра задач от моделирования производства, логистики, бизнес-процессов до стратегических моделей развития компании и рынков [4] | Графическая среда имитационного моделирования, позволяющая при помощи блок-диаграмм в виде направленных графов строить динамические модели, включая дискретные, непрерывные, гибридные, нелинейные и разрывные системы. Интерактивная среда Simulink дает возможность использовать готовые библиотеки блоков для моделирования электросиловых, механических и гидравлических систем, а также применять развитый модельно-ориентированный подход при разработке систем управления, средств цифровой связи и устройств реального времени [5] | Является интегрированной программной средой для дискретно-событийного моделирования и построения бизнес-процессов. Пользователь может разрабатывать модель путем размещения модулей (из библиотеки), которые представляют собой процессы или логику. Готовые модули интерпретируются как реальные процессы, потоки и действия, определяемые по аналогии самим разработчиком имитационной модели. Реализован удобный интерфейс вывода статистических данных – результата моделирования [6] |
| Язык интерфейса | Русский | Английский | Английский |
| Поддержка и обучение | Да (расширенная) | Да | Да |
| Визуализация процесса моделирования | Да | Да | Да |
| Открытая архитектура | Да | Да | Да |
| Анимация | Да | Да | Да |
| Анализ данных | Да | Да | Да |

Продолжение таблицы 1

| Характеристика | Система | | |
|-----------------------|---|--|---|
| | AnyLogic 7.3 | Simulink 9.1 | Arena 15.0 |
| Библиотека моделей | Да (расширенная) | Да | Да |
| Системные требования | Microsoft Windows 10, 8, 7 SP1, x86-32 и x64 Apple Mac OS X 10.7.3 (Lion) или выше, Universal SuSE Linux, x86-32 Ubuntu Linux 10.04 или выше, x86-32 | MATLAB Simulink требуется для всех продуктов автоматизированного проектирования и моделирования | Microsoft Windows 10, 8, 7 SP1, x86-32 и x64 Apple Mac OS X 10.7.3 (Lion) или выше, Universal SuSE Linux, x86-32 Ubuntu Linux 10.04 или выше, x86-32 |
| Аппаратные требования | 500 Мб свободного дискового пространства 2 Гб памяти | 500 Мб свободного дискового пространства 2 Гб памяти | 500 Мб свободного дискового пространства 2 Гб памяти |

Описанные специализированные интегрированные системы для имитационного моделирования обладают достаточной функциональностью и высокой эффективностью при разработке имитационных моделей реальных и гипотетических социально-экономических систем. На современном этапе развития имитационного моделирования все большую популярность завоевывают комбинированные способы построения имитационных моделей с точки зрения подходов к построению моделей. Этому условию достаточно полно отвечает интегрированная система AnyLogic, так как в ней реализованы данные механизмы и существует обширная готовая библиотека модулей и разработанных моделей. Конечно, выбор той или иной системы моделирования или инструмента зависит от многих условий. В некоторых случаях удобнее использовать универсальные языки моделирования для более тонкой настройки модели.

Ссылки и примечания:

1. Исследование выполнено при финансовой поддержке РГНФ (проект № 16-02-00600а).
2. Никитин В.В., Бобин Д.В., Назаров А.А. Моделирование интегрального показателя комплексной оценки объектов исследования // Вестник Чувашского университета. 2015. № 3. С. 172–177.
3. Nikitin V.V., Krasnov A.S., Nazarov A.A. Comparative estimation of Russia's regions investment potential on the base of the multivariate statistical analysis // *European researcher. Series A*. 2013. No. 1-1 (38). P. 20–27.
4. Почему AnyLogic? [Электронный ресурс]. URL: <http://www.anylogic.ru/features> (дата обращения: 20.12.2016).
5. Simulink [Электронный ресурс]. URL: <http://matlab.ru/products/simulink> (дата обращения: 20.12.2016).
6. Discrete Event Simulation Software [Электронный ресурс]. URL: <https://www.arenasimulation.com> (дата обращения: 20.12.2016).

References:

- Discrete Event Simulation Software* 2016, viewed 20 December 2016, <<https://www.arenasimulation.com>>.
- Nikitin, VV, Bobin, DV & Nazarov, AA 2015, 'Integral index modeling of complex evaluation of research objects', *Vestnik Chuvashskogo universiteta*, no. 3, pp. 172-177, (in Russian).
- Nikitin, VV, Krasnov, AS & Nazarov, AA 2013, 'Comparative estimation of Russia's regions, investment potential on the base of the multivariate statistical analysis', *European researcher, Series A*. No. 1-1 (38), pp. 20-27.
- Simulink* 2016, viewed 20 December 2016, <<http://matlab.ru/products/simulink>>, (in Russian).
- Why AnyLogic?* 2016, viewed 20 December 2016, <<http://www.anylogic.ru/features>>, (in Russian).