

Список использованной литературы

1. <http://edu-lider.ru> – статья «Облачные технологии в образовании»
2. Батура, Т.В., Мурзин, Ф.А., Семич, Д.Ф. Облачные технологии: основные модели, приложения, концепции и тенденции развития // Программные продукты и системы. – 2014. – №3. – С. 64–72.
3. Степанова, Т.Ю., Есмурзаева, Ж.Б. Роль облачных сервисов в образовательном процессе в формировании ИКТ-компетентности // Научно-методический электронный журнал «Концепт». – 2019. – №5. – 0,4 п.л.

УДК 330.4

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ В ЭКОНОМИКЕ

Исаченко Е.М., ст. преподаватель

*Белорусский государственный аграрный технический университет,
г. Минск*

Ключевые слова: имитационная модель, экономическое моделирование, системная динамика, дискретно-событийное моделирование, агентно-ориентированное моделирование, AnyLogic.

Key words: simulation model, economic modeling, system dynamics, discrete-event modeling, agent-based modeling, AnyLogic.

Аннотация: рассмотрены существующие подходы к имитационному моделированию: системная динамика, дискретно-событийное моделирование и агентно-ориентированное моделирование. Проанализировано программное обеспечение имитационного моделирования экономических систем.

Abstract: the existing approaches to simulation modeling are considered: system dynamics, discrete-event modeling, and agent-based modeling. The software of simulation modeling of economic systems is analyzed.

Одним из наиболее интенсивно развивающихся инструментов исследования экономических процессов, является имитационное (симуляционное) моделирование, что вполне соответствует ведущему тренду современной экономической науки, нацеленной на максимально реалистичное исследование экономики, в том числе, с помощью моделирования.

Имитационное моделирование является наиболее мощным и универсальным методом исследования и оценки эффективности систем, поведение

которых зависит от воздействия случайных факторов. К таким системам относятся и летательные аппараты, и популяция животных, и предприятия, работающие в условиях слабо регулируемых рыночных отношений.

В основе имитационного моделирования лежит статистический эксперимент, реализация которого практически невозможна без применения средств вычислительной техники. Поэтому любая имитационная модель, в конечном счете, является более или менее сложным программным продуктом.

В настоящее время нельзя назвать область человеческой деятельности, в которой в той или иной степени не использовались бы методы моделирования. Не составляет исключения и экономическая деятельность. Однако в области имитационного моделирования экономических процессов до сих пор наблюдаются некоторые сложности. Это обстоятельство объясняется следующими причинами [1]:

1. Экономические процессы происходят в значительной мере стихийно, неуправляемо. Они плохо поддаются попыткам волевого управления со стороны политических, государственных и хозяйственных руководителей отдельных отраслей и экономики страны в целом. По этой причине экономические системы плохо поддаются изучению и формализованному описанию.

2. Специалисты в области экономики, как правило, имеют недостаточную математическую подготовку вообще и по вопросам математического моделирования в частности. Большинство из них не умеет формально описывать (формализовывать) наблюдаемые экономические процессы. Это, в свою очередь, не позволяет установить, адекватна ли та или иная математическая модель рассматриваемой экономической системе.

3. Специалисты в области математического моделирования, не имея в своем распоряжении формализованного описания экономического процесса, не могут создать адекватную ему математическую модель.

Несмотря на это, сегодня все активнее используется симуляционное моделирование, поскольку оно позволяет изучать и моделировать абсолютно любые аспекты экономических систем. Более того, многие имитационные модели позволяют с высокой степенью достоверности прогнозировать динамику экономических процессов.

Системная динамика позволяет моделировать сложные системы на высоком уровне абстракции, без учета мелких деталей: индивидуальных свойств отдельных продуктов, событий или людей. Такие модели дают общее представление о системе и хорошо подходят для стратегического планирования.

Большинство бизнес-процессов легко описать как серию дискретных событий. При использовании метода дискретных событий система моделируется на среднем уровне абстракции, конкретные физические

детали обычно не учитываются. Дискретно-событийное моделирование широко используется в производстве и логистике.

Принципиальное отличие агентно-ориентированного моделирования от ранее заявленных методов заключается в том, что здесь моделируются конкретные агенты (их свойства, принципы поведения, способность к обучению). Моделируя действия отдельных агентов, становится проще описать динамику всей исследуемой системы, а также причины возникновения тех или иных явлений в ее рамках.

Программное обеспечение имитационного моделирования экономических систем условно классифицируется специалистами по четырем группам [2; 3]:

1. Интегрированные программные среды и отдельные универсальные языки программирования высокого уровня (Pascal, Basic, C, C++ и др.). В ходе их использования строится алгоритмическая модель, а затем алгоритм кодируется средствами стандартного синтаксиса выбранного языка программирования.

2. Специализированные языки моделирования (GPSS, SIMULA, SIMSCRIPT, CSL, SOL, GASP, SLAM и др.), Основанные на универсальных языках программирования.

В рамках таких программных сред реализованы способы взаимодействия и динамика систем через соотношение составляющих элементов во времени и пространстве. В ходе построения модели используются термины и концепции конкретной специальной среды. Программное обеспечение, как правило, компактное и имеет сегодня значительные прикладные приложения.

3. Стандартные специализированные математические среды с включением пакета имитационного моделирования (пакет Simulink системы Matlab, Mathcad, Mathematica, SPSS, Statistica). В этой конфигурации инструмент имитационного моделирования выступает как отдельная надстройка и предоставляется пользователям как установочный пакет, развивает стандартные функции. Такая специфическая надстройка предоставляет возможности ввода, вывода и расчета функций, графические возможности и тому подобное.

4. Специализированные программные среды с включением всего цикла создания имитационной модели от разработки визуальной схемы функционирования к визуальному выводу процесса и результатов моделирования (AnyLogic, Arena, GPSS World, VisSim). Такие системы имеют дружественный интерфейс по отношению к пользователю, возможности ввода многочисленных параметров настройки и управления экспериментами, возможности получения оптимальных значений целевых критериев, проведение различных типов имитационных экспериментов и др.

Одной из наиболее технологичных программных платформ на сегодня является система имитационного моделирования AnyLogic. Система

опирается на парадигму объектно-ориентированного моделирования с использованием активных объектов и возможностью взаимодействия с внешними сущностями; предусматривает реализацию трех главных методологических подходов к имитации – системной динамики, дискретно-событийного и агентно-ориентированного. При необходимости в моделях может использоваться смешанная (комбинированная) парадигма. Благодаря гибкости и мощности платформы реализуются модели любой сложности с поддержкой различных уровней детализации. Имеющиеся инструменты и библиотеки системы, а также ее развитый графический интерфейс обеспечивают реализацию широкого спектра задач, в частности, связанных с исследованием рыночных процессов.

Спектр прикладного использования высокотехнологичных платформ имитационного моделирования, в частности системы моделирования AnyLogic, является практически неограниченным. Имитационные эксперименты на моделях, созданных на этой платформе, предоставляют исследователям систем рынка следующие возможности:

- создавать имитационные модели с использованием различных методологий и языков моделирования, включая дискретно-событийное моделирование, агентную динамику, системную динамику, стохастическое моделирование, блок-схемы процессов, диаграммы состояний и диаграммы действий;

- имитацию различных сценариев развития событий с поиском наиболее эффективного (оптимального) решения для унификации сложных бизнес-систем;

- создание моделей-тренажеров для определения обоснованных управленческих решений с последующим анализом их последствий.

- представления имитационных моделей в 2D и 3D формате, что позволит сделать визуальные модели с графическими объектами более наглядными;

- сравнения реальных процессов с их модельным представлением с целью выявления причин и источников нарушения нормального функционирования бизнес-систем.

Список использованной литературы

1. Снетков, Н.Н. Имитационное моделирование экономических процессов: Учебно-практическое пособие. / Н.Н. Снетков. – Москва: Изд.центр ЕАОИ, 2008. – 228 с.

2. Борщев, А. Имитационное моделирование: состояние области на 2015 год, тенденции и прогноз // Имитационное моделирование. Теория и практика: материалы конф. ИММОД-2015. Режим доступа: http://www.anylogic.ru/upload/pdf/immod15_borshchev_statia.pdf

3. Назаров А.А. Характеристика современных инструментов для имитационного моделирования при исследовании механизмов управления социально-экономическ