



УДК 681.3; 681.518 + 658.511

ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ СРЕДСТВАМИ СИСТЕМНО-ОБЪЕКТНОГО ПОДХОДА

Н.О. ЗАЙЦЕВА*Белгородский государственный
национальный исследовательский
университет**e-mail: zaitseva_n_o@bsu.edu.ru*

Рассматривается обобщенная процедура имитационного моделирования путем анализа ряда программных инструментов. Данная процедура адаптируется для последующего внедрения в пакет «UFO-toolkit».

Ключевые слова: имитационное моделирование, системно-объектный подход, «UFO-toolkit».

Введение.

Одним из наиболее перспективных направлений планирования и управления производством является имитационное моделирование (ИМ), которое позволяет получить качественные и количественные оценки возможных последствий принимаемых решений. В работе [1] высказывается мнение, что имитационные методы – наиболее распространенные средства теории управления и исследования операций в управлении промышленными предприятиями и организациями. Это объясняется тем, что они могут дать инструментальную поддержку анализа функционирования предприятий в целях совершенствования производственных и управленческих процессов, скоординированной и контролируемой работы всех подсистем [1].

Проведение имитационного моделирования может обеспечить решение различных исследовательских задач:

- определение реального алгоритма работы той или иной системы с учётом вероятностных характеристик отдельных элементов и сигналов;
- вычисление статистических характеристик (средние, максимальные и минимальные значения, коэффициент использования);
- оптимизация структуры или параметров исследуемой системы;
- поиск сбоев и неисправностей в реальной системе и причин их возникновения;
- создание компьютерных деловых игр как компонентов систем поддержки принятия решений.

Цель имитационного моделирования состоит в воспроизведении поведения исследуемой системы на основе результатов анализа наиболее существенных взаимосвязей между ее элементами [2].

Желание ускорить процесс разработки имитационных моделей привело к созданию специализированного программного обеспечения, которое избавляет исследователя от написания программного кода. Это является перспективным направлением развития средств ИМ.

Современные программные средства ИМ позволяют автоматизировать процесс создания модели за счет использования различных компонент, из которых строится модель, а также графического интерфейса [1].

Основной проблемой при проведении ИМ, согласно работе [3], являются необходимость построения комплексных математических моделей и разработка программного кода имитационной модели.



В настоящее время предпринимаются попытки разрешения данной проблемы при помощи автоматизации построения кода имитационной модели на основании визуализации моделей и с использованием методов объектно-ориентированного проектирования. Такой подход значительно облегчает задачу построения имитационной модели и делает ее более понятной для пользователей такого моделирования.

Автор считает целесообразным также использование в целях развития средств ИМ системно-объектного подхода, который позволяет учесть возможности системного анализа.

Необходимо, чтобы система ИМ включала в себя следующие возможности [3]:

– построение имитационной модели с минимальными трудовыми и временными затратами (это реализуется за счет использования визуальных моделей деловых процессов в виде диаграмм какой-либо из распространенных нотаций);

– прогон полученной модели и проведение имитационного эксперимента;

– представление полученных результатов в удобном для анализа виде.

Сложность современных организационных, информационных и технических систем делает их проектирование традиционными (ручными) методами с обязательным изготовлением макета практически невозможным. Современные языки ИМ позволяют создавать программы небольшого объема и сложности, и не требуют больших затрат времени [4].

Автор предприняла попытку выявления обобщенного алгоритма ИМ средствами наиболее распространенных программных инструментов. Результаты данного анализа используются для создания нового алгоритма ИМ средствами системно-объектного подхода «Узел-Функция-Объект».

Анализ программных средств имитационного моделирования.

Среди программных средств, которые используются для разработки имитационных моделей, можно выделить следующие: Arena, AnyLogic, GPSS World. Их называют имитационными средами.

Имитационные среды не требуют программирования в виде последовательности команд. Вместо написания программы пользователи составляют модель из библиотечных графических модулей, и/или заполняют специальные формы. Как правило, имитационная среда обеспечивает возможность визуализации процесса имитации, а также позволяет проводить сценарный анализ и поиск оптимальных решений [5].

При сравнении имеющихся на рынке программного обеспечения средств ИМ были выделены следующие программные продукты, имеющие наиболее широкое практическое применение [4]:

– AnyLogic;

– Arena;

– GPSS World.

Перечисленные программные средства имеют возможность графического конструирования модели.

AnyLogic — программное обеспечение для ИМ сложных систем и процессов, разработанное российской компанией XJ Technologies. Данный программный продукт предназначен для проектирования и оптимизации бизнес-процессов или любых сложных систем, таких как производственный цех, аэропорт, госпиталь и т.д. [6]

AnyLogic поддерживает иерархическое моделирование, а также создание собственных моделирующих конструкций и объединение их в библиотеки. В редакторе AnyLogic возможно разработать анимацию и интерактивный графический интерфейс модели. Анимация может быть иерархической и поддерживать несколько перспектив [6].

Arena — один из наиболее эффективных инструментов имитационного моделирования, разработанный компанией Systems Modeling. Arena позволяет строить имитационные модели, проигрывать их и анализировать результаты. С помощью Arena могут быть построены модели для самых разных сфер деятельности — производственных технологических операций, складского учета, банковской деятельности, обслуживания клиентов в ресторане и т.д. и т.п. [7]



Арена предоставляет пользователю удобный графический интерфейс с набором шаблонов моделирующих конструкций. Для создания модели в пакете Арена моделирующие конструкции сначала перетаскивают в окно модели, а затем соединяют, чтобы обозначить движение объектов в моделируемой системе. Затем моделирующие конструкции детализируются с помощью диалоговых окон или встроенных таблиц. В иерархии модели может быть неограниченное число уровней. Арена обеспечивает вывод на экран двухмерной и трехмерной (Arena 3DPlayer) анимации и позволяет выводить на экран динамическую графику (гистограммы и графики временной зависимости). Данный пакет позволяет выполнять функционально-стоимостной анализ при использовании ABC-метода, благодаря чему можно учитывать дополнительные и обычные затраты, а также создавать временные отчеты. Результаты моделирования сохраняются в базе данных и отображаются на экране после прогона модели в виде отчета [7].

GPSS World – общецелевая система моделирования, разработанная компанией Minuteman Software (США). В основном этот язык был разработан Джеффри Гордоном приблизительно в 1960 году в IBM. Программный продукт позволяет оперативно получать достоверные результаты с наименьшими усилиями. В GPSS World хорошо проработана визуализация процесса моделирования, а также встроены элементы статистической обработки данных [8].

Система GPSS предназначена для написания имитационных моделей систем с дискретными событиями. В системе GPSS моделируемая система представляется с помощью набора (сети) абстрактных элементов, называемых объектами [8].

Очень часто решающую роль в выборе того или иного программного средства для проведения ИМ играют:

- удобство программирования;
- наличие проверенных математических методов;
- легкость представления результатов проведенного процесса моделирования.

Каждая из приведенных имитационных сред обладает достаточной функциональностью. Одним из преимуществ данных программных продуктов является быстрая реализация модели.

Изучив логику работы и приведя описание данных средств ИМ, была выделена обобщенная схема, которая может быть сведена к следующему алгоритму:

- 1) Модель вводится в ЭВМ и поступает на обработку.
- 2) Проводится синтаксический контроль модели и преобразование данных во внутреннюю форму, удобную для проведения моделирования. Данные во внутренней форме передаются с помощью программы ввода интерпретатору модели.

Интерпретатор выполняет моделирование. Во внутренней форме все объекты, описанные в модели, получают последовательные номера в порядке поступления. Последовательности номеров выстраиваются отдельно по типам объектов. Эти номера могут быть напрямую указаны в модели программистом.

Функции интерпретатора в этих программных продуктах объединены по следующим признакам:

1. Создание транзактов (Проводка их через блоки модели с одновременным выполнением действий, связанных с каждым блоком. Движение транзактов в модели соответствует движению отображаемых ими объектов в реальной системе.)
2. Ведение модельного времени (Всякое изменение состояния модели можно рассматривать как некоторое событие, происходящее в определенный момент условного (системного) времени, задаваемого "часами" системы, работа которых организуется интерпретатором. Фактически, "часы" в интерпретаторе – это целая переменная, значение которой соответствует текущему моменту условного времени модели.)
3. Очередность событий (В процессе моделирования интерпретатор автоматически определяет правильную очередность наступления событий).

Использование системно-объектного подхода для проведения имитационного моделирования.

Системно-объектный подход реализован в CASE-инструментарии «UFO-toolkit». Программный пакет «UFO-toolkit» представляет собой современный инструментарий, основан-



ный на знаниях. Программа предназначена для моделирования и проектирования сложных систем, в том числе организационных, информационных и технических. В основе «UFO-toolkit» лежит метод системно-объектного анализа – UFO-анализ. UFO-анализ является первым методом системного анализа, который согласуется с объектно-ориентированным подходом. Инструментарий «UFO-toolkit» автоматизирует технологические процессы UFO-анализа для наиболее эффективного практического применения [9].

В основе алгоритма UFO-анализа лежит концептуальная классификационная модель «Узлы-Функции-Объекты». В результате «UFO-toolkit» обеспечивает представление системы в виде UFO-элемента, который является единой трех элементной конструкцией, включающей в себя «Узел» связей (потоков) с другими системами; «Функцию», обеспечивающую баланс "притока" и "оттока" по входящим и выходящим связям и «Объект», реализующий данную функциональность. В результате появляется возможность использовать формализованные правила выявления классов и объектов предметной области в процессе объектно-ориентированного анализа. Кроме того, пакет «UFO-toolkit» позволяет собирать и использовать библиотеки UFO-элементов различного уровня иерархии для построения моделей систем различной природы, что и обеспечивает знаниеориентированность данного инструмента [9].

Как знаниеориентированный, системно-объектный CASE-инструмент нового поколения, «UFO-toolkit» обладает рядом свойств, которые позволяют накапливать, систематизировать и использовать в дальнейшем знания о предметных областях, а также полноценно использовать результаты системного анализа бизнеса в ходе объектно-ориентированного проектирования информационной системы. «UFO-toolkit» достаточно прост для описания бизнес-процессов и проведения вычислительных экспериментов.

Однако, он не лишен недостатков. Отсутствие механизма проведения имитационного моделирования делает «UFO-toolkit» не достаточно функциональным программным продуктом.

Таким образом, существует актуальная проблема адаптации алгоритма проведения ИМ к системно-объектному подходу и реализации его в CASE-инструментарии «UFO-toolkit». Эта цель может быть достигнута путем решений следующих задач:

1. создание средств синтаксического контроля и преобразования модели «Узел-Функция-Объект» во внутреннюю форму, удобную для имитационного моделирования;
2. разработка процедуры имитационной модели на основе на модели «Узел-Функция-Объект»;
3. разработка обработчика, выполняющего имитацию.

Обработчик осуществляет индексацию каждого элемента модели. Нумерация производится последовательно в зависимости от принадлежности к той или иной категории: узел, функция, объект. Каждому проиндексированному элементу должна быть присвоена переменная, значение которой соответствует времени обработки того или иного действия (времени системы, времени модели).

Заключение.

Проведение имитационного моделирования является достаточно трудоемкой задачей. Основные трудности, с которыми сталкиваются специалисты при его проведении, связаны с недостатком или отсутствием исходных данных о процессах и ресурсах, потребляемых этими процессами, а также с появлением фактора времени, который влияет на исход процесса.

Поскольку данная работа является трудоемкой, возникает необходимость использования соответствующих средств обработки информации.

Литература

1. Михеева Т.В. Обзор существующих программных средств имитационного моделирования при исследовании механизмов функционирования и управления производственными системами // Журнал теоретических и прикладных исследований «Известия Алтайского государственного университета». Сер. Управление, вычислительная техника и информатика. №1(61), 2009



2. Компания CEO Consulting. [Электронный ресурс] – Режим доступа: http://www.ceoconsulting.ru/conception/process_modeling/ – свободный
3. Рванцов Ю.А. Сравнительный анализ систем имитационного моделирования деловых процессов по критерию функциональной полноты // Вестник ДГТУ. 2011. Т. 11, № 1(52)
4. Кошуняева Н.В., Патронова Н.Н. Сравнительный анализ методов моделирования сложных экономических систем // Всероссийская научно-практическая конференция по имитационному моделированию социально-экономических систем (ВКИМСЭС). ГОУ ВПО ВЗФЭИ. Труды конференции 15 мая 2012г., Москва: ООО «Принт-Сервис», 2012. – С. 130-133.
5. Карпов Ю.Г. Имитационное моделирование систем / Ю.Г. Карпов. – СПб., 2006
6. XJTechnologies: Имитационное моделирование для науки и бизнеса [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.xjtek.ru/anylogic/overview/> – свободный
7. Arena – система имитационного моделирования [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.interface.ru/home.asp?artId=252> – свободный
8. Имитационное моделирование [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.gpss.ru/> – свободный
9. UFO-Toolkit – open source VI -инструментарий нового поколения [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://ufo-toolkit.ru/content//docs.html> – свободный

SIMULATION MEANS OF SYSTEM-OBJECT APPROACH

N.O.ZAITSEVA

*Belgorod National
Research University*

e-mail: zaitseva_n_o@bsu.edu.ru

In this paper we consider the generalized procedure of simulation by analyzing a number of software tools. This procedure is adapted for introduction into the package «UFO-toolkit».

Key words: simulation, system-object approach, «UFO-toolkit».