

МНОГОПОДХОДНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ: ПРАКТИКА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ

Т. В. Попков (Санкт-Петербург)

Введение

В настоящее время в бизнес-моделировании доминируют три основных подхода (метода) к описанию системы.

1. Системная динамика – метод изучения динамики процессов в сложных системах. Особое внимание в нем уделяется учету и моделированию многочисленных обратных связей в системе. Системно-динамические модели обычно задаются в виде потоковых диаграмм, состоящих из накопителей, потоков между ними, петель обратной связи и вспомогательных переменных, которые затем транслируются в систему алгебро-дифференциальных уравнений.

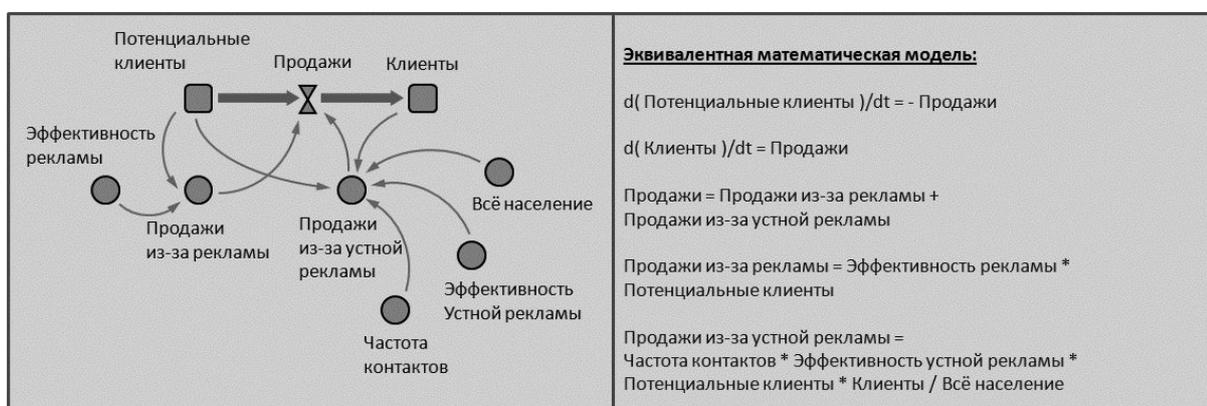


Рис. 1. Пример потоковой диаграммы AnyLogic

2. Дискретно-событийное, или процессное моделирование – метод описания процессов, происходящих в системе, в виде последовательности операций над заявками, представляющими людей, документы, транспортные средства, пакеты данных и т.д. Фактически это способ задания систем массового обслуживания (СМО) любой сложности. Описываются дискретно-событийные модели в виде блоков, обрабатывающих заявки в соответствии с заданными параметрами, и соединений между ними, определяющих последовательность операций.

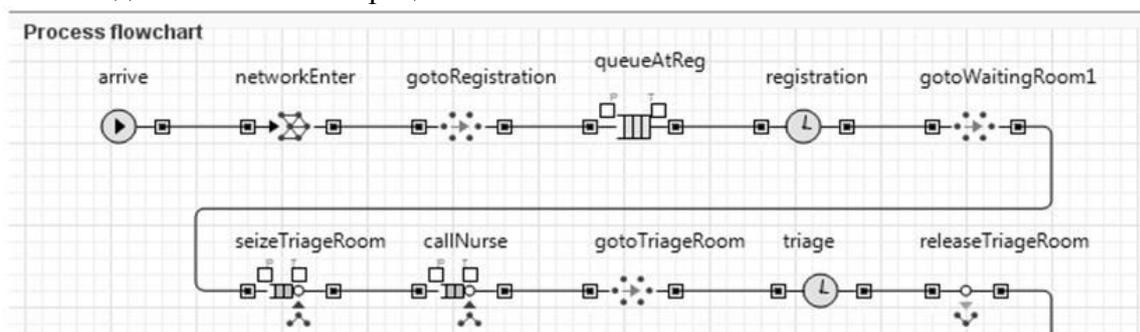


Рис. 2. Пример процессной диаграммы AnyLogic

3. Агентное моделирование – метод описания системы как множества независимых объектов, каждый из которых может следовать собственным правилам, взаимодействовать друг с другом и с окружающей их средой. Для задания агентных моделей могут использоваться различные конструкции, в том числе и программный код, но наибо-

лее удобным способом задания поведения агента являются конечные автоматы (statecharts).

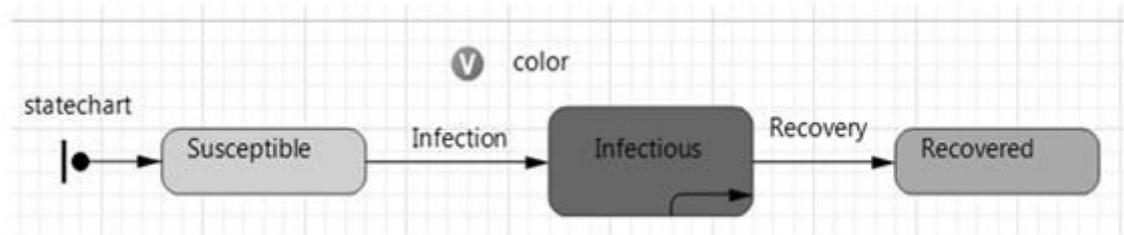


Рис. 3. Пример конечного автомата в продукте AnyLogic

Данные подходы используются в различных ситуациях. Например, системная динамика имеет дело с глобальными зависимостями и используется на высоком уровне абстракции. Дискретно-событийные модели в основном относятся к среднему уровню абстракции, когда физические размеры объектов, скорости, расстояния не важны и основной параметр для таких моделей – время (сколько времени заявка обрабатывается, сколько времени нужно чтобы попасть из одной точки в другую и т.д.).



Рис. 4. Подходы к моделированию в зависимости от уровня абстракции

Агентные модели имеют более широкий спектр применения и используются от физического уровня абстракции до стратегического, но ошибочно думать, что они являются заменой дискретно-событийным и системно-динамическим моделям. При моделировании надо использовать тот подход, который позволяет проще и быстрее создать модель.

Что такое многоподходное моделирование

Выбор метода (подхода) моделирования зависит от решаемой задачи и целей, которые необходимо достигнуть. Но не все задачи можно решить с использованием только одного подхода, часто необходимо комбинировать подходы в пределах одной модели, чтобы достигнуть желаемого результата.

Многоподходным моделированием называется метод описания системы, при котором используется более одного из описанных выше подходов. Например, если задача состоит в моделировании производства, то будет достаточно одного дискретно-событийного подхода. Но если производство зависит от спроса, то необходимо моделировать рынок, где дискретно-событийный метод не работает, и нужно использовать системную динамику или агентное моделирование.

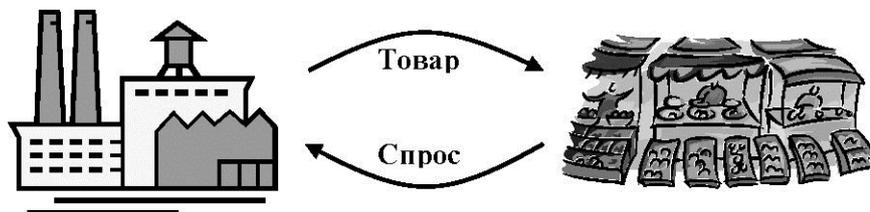


Рис. 5. Пример задачи для многоподходного моделирования

Фактически многоподходное моделирование снимает рамки, накладываемые тем или иным методом. Получая возможность выбирать подходы и комбинировать их, пользователь значительно расширяет арсенал средств моделирования. Именно поэтому AnyLogic, как единственный инструмент, поддерживающий многоподходное моделирование, занимает уникальную позицию на рынке продуктов имитационного моделирования.

Когда применяется многоподходное моделирование

Известно, что применимость подходов связана с областью применения. Например, для моделирования производства и бизнес-процессов обычно используется дискретно-событийное моделирование. Для моделирования социальной динамики, эпидемий и рынка используется агентное или системно-динамическое моделирование, а для моделирования пешеходной динамики, перевозок, цепочек поставок – агентное. Необходимость в многоподходном моделировании возникает в следующих случаях:

1. Моделируемая система состоит из разных по сути объектов, моделирование которых требует использования разных подходов. Например, если взять описанный выше пример с производством и рынком, понятно, что если моделировать эти объекты отдельно, то можно обойтись только одним подходом, но так как эти объекты влияют друг на друга и это взаимное влияние необходимо учитывать, то комбинирование подходов является единственным выходом в данной ситуации;
2. В пределах одной модели необходимо варьировать уровень абстракции. Например, моделирование динамики населения страны, с детальным моделированием одного из регионов с учетом этнических групп, семей, уровня образования и т.д. Глобальную динамику можно здесь можно моделировать, используя системно-динамический подход, но, чтобы «опуститься» до уровня семей, социальной среды, климатических условий, нужно использовать агентное моделирование;
3. Различные части модели проще описывать, используя разные подходы. Например, в случае моделирования рынка, можно описать среду, где «живут» клиенты, с помощью системной динамики, а самих клиентов – с помощью агентного моделирования.

В целом можно сделать вывод, что необходимость в многоподходности появляется, когда нужно решить не локальную задачу, а посмотреть на проблему шире и решить ее комплексно.

Пример многоподходной модели телекоммуникационной компании

Рассмотрим пример многоподходной модели телекоммуникационной компании.

Описание задачи

Основная деятельность телекоммуникационной компании состоит в продаже своих услуг абонентам. Качество услуг, предоставляемых абонентам, зависит от ИТ инфраструктуры компании. На первый взгляд кажется, что чем больше клиентов будет у компании, тем лучше. Но чем больше клиентов, тем больше нагрузка на ИТ инфраструктуру; чем больше нагрузка, тем больше отказов в обслуживании и отток абонентов. Поддержание инфраструктуры и ее развитие требуют значительных расходов, оцениваемых в десятки миллионов долларов, и любая их экономия – это прибыль. Поэтому есть зависимость между маркетинговыми действиями компании по привлечению новых клиентов, ИТ инфраструктуры и планов ее развития. Поэтому требуется построить модель, которая позволяет:

- a) планировать маркетинговые акции;
- b) оценивать их влияние на ИТ инфраструктуру компании;
- c) планировать развитие ИТ инфраструктуры в зависимости от количества новых абонентов и услуг.

Модель ИТ инфраструктуры

Традиционно для моделирования ИТ инфраструктуры используется дискретно-событийное моделирование. Но ИТ инфраструктура большой телекоммуникационной компании состоит из тысяч серверов и сотен коммуникационных узлов и обрабатывает миллионы транзакций в секунду. Очевидно, что дискретно-событийная модель не в состоянии «потянуть» такое количество транзакций. Возникает вопрос: что делать? Ответ прост: надо моделировать систему на высоком уровне абстракции, используя системную динамику (поскольку системная динамика оперирует количеством и не моделирует каждую транзакцию отдельно, модель будет работать быстро), а потенциально узкие места, определяемые системно-динамической моделью, моделировать на детальном уровне с помощью дискретно-событийного подхода.

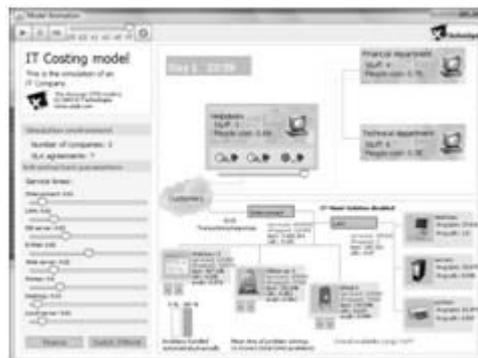


Рис. 6. Пример модели ИТ инфраструктуры

Модель рынка

В модели рынка нас интересует каждый абонент в отдельности, его возраст, уровень образования, работы, доход, семья, место проживания, так как от этого зависят его предпочтения по выбору тарифа и телекоммуникационной компании. Поэтому в качестве подхода было выбрано агентное моделирование. В модели есть три типа объектов – абоненты, операторы и глобальный рынок. Как ведет себя глобальный рынок известно (по условиям задачи), и его проще моделировать, используя системную динамику, а абонентов и операторов – с помощью агентов, т.к. известны их «локальные» правила поведения, в то время как глобальные зависимости неизвестны.

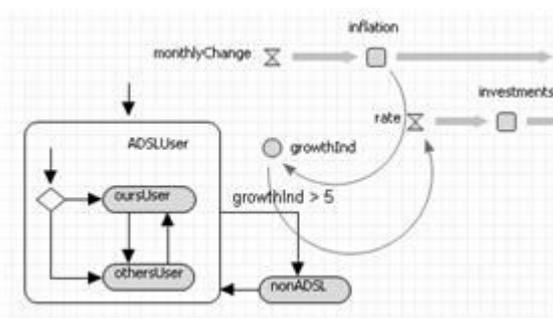


Рис. 7. Часть модели телекоммуникационного рынка

Таким образом, системно-динамическая и агентные части модели работают в «цикле» друг с другом: системно-динамическая часть передает данные в агентную (уровень инфляции, средний уровень заработной платы и т.д.) и наоборот.

Заключение

Многоподходное моделирование – сравнительно новая технология, которая активно развивается и приобретает все больше приверженцев. Согласно последним опросам, количество пользователей, заинтересованных в многоподходном моделировании, значительно увеличилось (рис. 8).

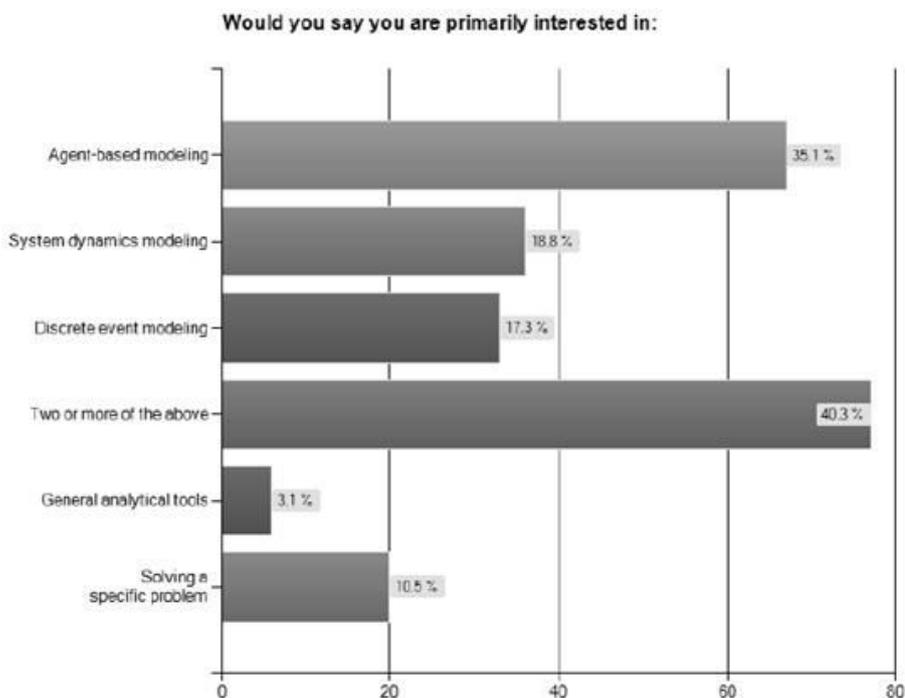


Рис. 8. Опрос пользователей AnyLogic

Спектр областей, где многоподходное моделирование успешно применяется, растет день ото дня, и все больше профессионалов используют данную технологию. Инструменты многоподходного моделирования кроме комбинирования подходов имеют другое очевидное преимущество – пользователи могут использовать один инструмент для создания любых типов моделей вместо приобретения нескольких программных продуктов.

Все это позволяет сделать вывод о том, что с появлением инструментов многоподходного моделирования участь традиционных инструментов предрешена – они уй-

дут с рынка, освободив место более совершенным и гибким инструментам многоподходного моделирования.

Литература

1. **Schieritz Nadine and Milling Peter.** Modeling the Forest or Modeling the Trees – A Comparison of System Dynamics and Agent-Based Simulation// The 21st International Conference of the System Dynamics Society. New York, USA, 2003.
2. **Schieritz, Nadine, and Grosler Andreas.** Emergent Structures in Supply Chains – A Study Integrating Agent-Based and System Dynamics Modeling// The 36th Annual Hawaii International Conference on System Sciences. Washington, USA, 2003.
3. **Solo, Kirk, and Paich Mark.** A Modern Simulation Approach for Pharmaceutical Portfolio Management. International Conference on Health Sciences Simulation (ICHSS'04), San Diego, California, USA, 2004. //URL <http://www.simnexus.com/SimNexus.PharmaPortfolio.pdf>.
4. **Keenan, Philip, and Paich Mark.** Modeling General Motors and the North American Automobile Market// The 22nd International Conference of the System Dynamics Society. Oxford, England, 2004.
5. **Борщёв А. В.** От системной динамики и традиционного ИМ – к практическим агентным моделям: причины, технология, инструменты // URL: <http://www.gpss.ru/paper/borshevarc.pdf>.
6. **Борщев А. В.** Практическое агентное моделирование и его место в арсенале аналитика // Exponenta Pro, 2008. № 3–4. URL: <http://www.xjtek.ru/anylogic/articles/>.
7. **Хромов-Борисов С. Н.** Инструменты стратегического менеджмента. Ч. I // Top-Manager. – М: Издательский дом «Top-Manager». 2008. № 3.
8. **Паринов С. И.** Новые возможности имитационного моделирования социально-экономических систем// Искусственные сообщества. 2007. № 3–4. С. 26–61. URL: http://www.artsoc.ru/docs/Journal/45_r.pdf.
9. **Макаров В. Л., Бахтизин А. Р.** Компьютерное моделирование искусственных миров // URL: <http://scmai.miem.edu.ru/S/s2.htm>.
10. **Лычкина Н. Н.** Технологические возможности современных систем моделирования // Банковские технологии. 2000. № 9. С. 60–63.
11. **Карпов Ю. Г.** Имитационное моделирование систем. Введение в моделирование с AnyLogic 5. СПб.: БХВ-Петербург, 2005. 400 с.
12. **Толуев Ю. И.** Имитационное моделирование логистических сетей //Логистика и управление цепями поставок. 2008. № 2/25.