

*Минязев А. И., младший научный сотрудник,
сектор экономико-математического моделирования, Институт социально-
экономических исследований УФИЦ РАН, г. Уфа*

АГЕНТНО – ОРИЕНТИРОВАННЫЙ ПОДХОД В ИМИТАЦИОННОМ МОДЕЛИРОВАНИИ

Аннотация: в статье рассматриваются теоретические аспекты моделирования, области его применения в современное время, в частности приводится описание имитационного моделирования, существующих подходов в имитационном моделировании. Подробно рассмотрен агентный подход имитационного моделирования, описаны области применения агентного моделирования в различных ситуациях, приведены способы задания поведения агентов, описаны преимущества агентного подхода по сравнению с другими подходами имитационного моделирования.

Ключевые слова: моделирование, имитационное моделирование, агентное моделирование, агент.

Abstract: the article discusses the theoretical aspects of modeling, the scope of its application in modern times, in particular, a description of simulation modeling, existing approaches to simulation modeling is given. The agent-based approach to simulation is considered in detail, the areas of application of agent-based modeling in various situations are described, methods of specifying the behavior of agents are given, the advantages of the agent-based approach in comparison with other approaches of simulation are described.

Keywords: modeling, simulation modeling, agent-based modeling, agent.

Моделирование - один из способов решения практических задач. Часто решение проблемы невозможно найти путем больших экспериментов: строительство новых объектов, разрушение или изменение существующих может быть слишком дорогим, опасным или просто невозможным. В таких случаях мы создаем модель реальной системы, то есть описываем ее на языке моделирования. Этот процесс подразумевает переход к определенному уровню абстракции: если мы опускаем незначительные детали, мы смотрим только на то, что считаем важным. Система в реальном мире всегда сложнее своей модели [2].

Компьютеры - мощные инструменты моделирования, так как они обеспечивают легко управляемый виртуальный мир, в котором мы можем создать почти все, что мы можем представить. Конечно, существует множество различных типов компьютерных моделей, от электронных таблиц, которые моделируют расходы, до сложных инструментов моделирования, которые можно использовать для исследования динамических систем, таких как потребительский рынок или зона боевых действий.

Формулы, которые могут хорошо описывать статические зависимости между переменными, обычно плохо подходят для систем с динамическим поведением. Поэтому для анализа динамических систем, таких как макроэкономика, мы используем другую технологию - моделирование.

Моделирование зарекомендовало себя во многих отраслях. Появление новых методов моделирования и рост вычислительной мощности компьютеров предполагают, что количество этих областей будет только увеличиваться [3].

В современном моделировании используются три подхода: моделирование дискретных событий, моделирование на основе агентов и системная динамика.

На рисунке 1 приведено распределение областей применения имитационного моделирования соответственно используемым в моделях уровням абстракции [1].

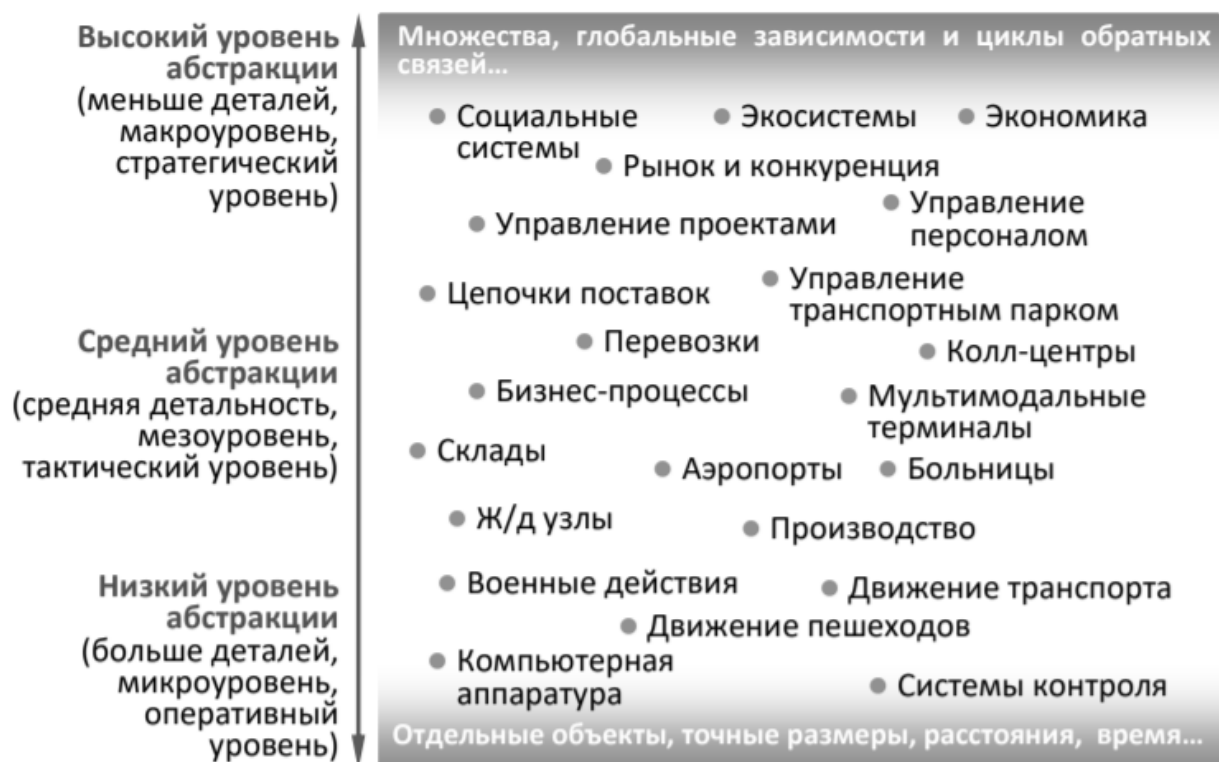


Рис. 1. Области применения имитационного моделирования

Агентное моделирование - относительно новая техника моделирования. Сначала он был преимущественно предметом теоретических дискуссий в науке, а с 2000-х годов оно начало широко использоваться на практике.

Моделирование на основе агентов предлагает разработчику альтернативный взгляд на поведение системы. Вы, возможно, не знаете поведение системы в целом, ее основных переменных и связей между ними, или вы не видите четкой схемы процесса, но в то же время понимаете, как ведут себя отдельные элементы системы. В этом случае вы можете начать строить модель, определив объекты (агенты), которые будут моделироваться, и их поведение. Иногда вы можете использовать сетевые агенты и позволять им общаться друг с другом, или вы можете размещать агентов в среде, которая имеет свою динамику. Итак, глобальное поведение системы состоит из десятков тысяч параллельных процессов. Пока не существует стандартного языка моделирования на основе агентов. Структуру модели на основе агентов можно определить, как графически, так и с помощью скриптов. Поведение агента

можно определить несколькими способами. Когда агент находится в состоянии, от которого зависят его действия и реакции, лучшим способом определения его поведения является использование диаграммы состояния. Иногда поведение агента определяется действиями, предпринимаемыми, когда происходят определенные события. Иногда внутреннюю динамику агента лучше определять с помощью дискретных событий или системной динамики. Аналогично, динамику среды, в которой живут агенты, можно смоделировать с помощью обычных методов. По этой причине многие модели на основе агентов сочетают несколько подходов моделирования.

Возможна прямая соответствие между вычислительными агентами в модели и фактическими участниками, облегчает разработку модели и интерпретацию его результатов, чем, например, для моделей на основе уравнений. Например, бизнес-модель может включать агентов, представляющих работников, заказчиков, поставщиков и других ключевых заинтересованных сторон. В любом случае модель может иметь одного агента, представляющего весь класс (например, «Сотрудник»), либо он может иметь отдельного агента для каждого работника в зависимости от того, насколько важны различия между работниками [2].

В области экономики и организации науки упрощено, что все предметы являются одинаковыми или подобными в важнейшие моменты [5]. Например, вы имеете дело с "типичной компанией" или менеджером. Это потому, что очень трудно или невозможно найти аналитические решения с неоднородными активными компонентами. Вычислительная модель обходит это ограничение: каждый агент может действовать в соответствии с собственными предпочтениями или даже собственными правилами эксплуатации.

Важным преимуществом моделирования на основе агентов является то, что вы можете моделировать взаимодействие между агентами. Эти взаимодействия могут состоять из передачи данных от одного агента к другому, обычно находящимся в пределах моделируемой среды.

Многие модели неявно предполагают, что люди, которые их моделируют, рациональные, то есть они придерживаются разумных правил, чтобы оптимизировать их полезность или благосостояние. Агентное моделирование упрощает создание конечных рациональных агентов. На самом деле сложно не ограничить рациональности агентов, а повысить их интеллект для принятия решений по таким же правилам, как и люди.

Агентные модели могут имитировать обучение как на индивидуальном, так и на популяционном уровне [6]. Обучение можно моделировать одним или всеми тремя способами: как взаимное обучение, в котором агенты учатся на собственном опыте; как эволюционное учение, в котором популяция агентов учится, поскольку некоторые агенты «погибают» и заменяются лучшими агентами; и социальное обучение, в котором одни агенты имитируют или учатся у других агентов, что ведет к обмену опытом.

Агентный подход - это основа, на которой можно построить достаточно нетривиальные системы обучения. Отсюда следует, что моделирование на основе агентов имеет большое будущее. Поэтому лучше моделировать процессы, используя метод на основе агентов.

Данное исследование выполнено в рамках государственного задания УФИЦ РАН № 075-01211-20-01 на 2020 г.

Библиографический список:

1. Григорьев И. AnyLogic за три дня. Практическое пособие по имитационному моделированию [Электронный ресурс] // Режим доступа: <https://www.anylogic.ru/resources/books/free-simulation-book-and-modeling-tutorials> (дата обращения 03.08.20).
2. Куприяшкин, А.Г. Основы моделирования систем. - Норильск: НИИ, 2015. 135 с.
3. Лебедюк Э. А. Агентное моделирование: состояние и перспективы // Вестник Российского экономического университета им. ГВ Плеханова. – 2017. – №. 6 (96).

4. Шахбазова О. П., Чистофор Н. Н. Имитационное моделирование как метод экономико-математического исследования экономических процессов и систем //Научные основы развития АПК. – 2019. – С. 419-421.

5. Шермадини М. В. Агентное моделирование как современный метод исследования инновационных экономических систем //Экономика: вчера, сегодня, завтра. – 2018. – Т. 8. – №. 7А. – С. 135-142.

6. Эльберг М. С., Цыганков Н. С. Имитационное моделирование. - Красноярск: СФУ, 2017. 128 с.