

УДК 519.95:330.115

ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ДИНАМИЧЕСКИХ СИСТЕМ В ЭКОНОМИКЕ НА ОСНОВЕ МУЛЬТИАГЕНТНОГО ПОДХОДА

© О.А. Ковалева

Ключевые слова: имитационное моделирование; экономическая система; мультиагентный метод. Рассмотрены достоинства и недостатки существующих методов моделирования систем в экономике. Показана возможность применения мультиагентного подхода к решению задачи моделирования динамических экономических систем.

Анализ и прогноз поведения различных систем в настоящее время становится весьма актуальной задачей. Решение этой задачи невозможно без построения моделей для описания процессов, происходящих в системах.

Экономические системы существуют в условиях изменяющейся внешней среды. Под *экономической системой* можно понимать как отдельное предприятие, так и совокупность субъектов хозяйствования, находящихся между собой в определенных отношениях и связях и образующих определенную целостность. Для стратегического управления развитием экономических систем необходимо разработать инструменты прогнозирования, учитывающие специфику таких систем.

Целью работы является разработка имитационной модели развития экономической системы с использованием мультиагентного подхода.

В табл. 1 рассмотрены достоинства и недостатки существующих методов моделирования развития экономических систем [1].

Методы имитационного моделирования получили значительное развитие в последние десятилетия. Одним из достижений в этой области стало *агентное моделирование*. Появление данного метода можно рассматривать как результат эволюции методологии моделирования: переход от мономоделей (одна модель – один алгоритм) к мультимоделям (одна модель – множество независимых алгоритмов). Мультиагентное моделирование сумело заменить множество других методов, поскольку оказалось наиболее адекватным средством решения задач, требующих учитывать динамику процессов, т. е. действие всех существенных причинно-следственных связей, проявляемое в пространстве и времени в виде соответствующих событий.

Таблица 1

Методы моделирования экономических систем

Метод	Описание	Область применения	Достоинства метода	Недостатки метода
Экономико-математическое моделирование	Составляется математический «эквивалент» процесса или объекта, отражающий его основные свойства. Раздел включает в себя методы для решения экономических задач	Любые экономические процессы, поддающиеся математическому описанию	Широкая область применения	Зачастую достаточно сложно построить модель, адекватно учитывающую все факторы
Статистическое моделирование	Модель основывается на выявленных статистических закономерностях	Процессы, по которым можно собрать массив статистических данных	При наличии качественных данных метод точен, а при использовании специализированного ПО – прост в применении	Большие требования к статистическим данным
Имитационное моделирование	Изучаемая система заменяется моделью, с достаточной точностью описывающей реальную систему. С ней проводятся эксперименты с целью получения информации	Метод используется, когда дорого или невозможно использовать реальную и/или аналитическую модель	Создается максимально приближенная к реальности модель; можно управлять временем системы и другими ее характеристиками	Сложность описания всех условий и требований вычислительной мощности

Соответствие основных характеристик модели, разрабатываемой на основе мультиагентного подхода, и экономической системы

Основные характеристики экономической системы	Соответствующие характеристики модели при мультиагентном подходе
Экономическая система состоит из отдельных элементов (объектов)	Модель представляет собой совокупность объектов (агентов)
Каждый объект экономической системы наделен определенным набором свойств	Агент обладает набором свойств, аналогичных наиболее важным свойствам реального объекта
Существует набор относительно простых правил, характеризующих взаимодействия объектов между собой и с окружающей средой	Существует набор правил, характеризующих взаимодействия агентов между собой и с окружением
Поведение системы зависит от свойств составляющих ее объектов и правил их взаимодействия	Результаты моделирования зависят от свойств агентов и правил их взаимодействия

Мультиагентный метод позволяет, задавшись начальными параметрами по каждому типу объектов, а также системой правил, согласно которой объекты взаимодействуют друг с другом и окружающей средой, вычислить динамические закономерности развития экономической системы.

В табл. 2 показано соответствие основных характеристик модели, разрабатываемой на основе мультиагентного подхода, и экономической системы.

В экономической теории агенты – субъекты экономических отношений, участвующие в производстве, распределении, обмене и потреблении экономических благ. Агентами в данном случае выступают предприятия, отрасли экономики, рынки, внешняя среда и др. Каждый экономический агент осуществляет взаимодействие с другими экономическими агентами и обладает определенными правилами поведения в экономическом пространстве.

Особенностью модели экономической системы является представление каждого элемента системы как отдельной структуры моделирования, со свойственным ему набором параметров. При этом моделируется его поведение в зависимости от собственных характеристик и согласно системе правил. Формальная модель экономического пространства (системы) представлена следующим образом:

$$G = \{A_k, F_k, U_k\},$$

где G – экономическое пространство (система); $A_k = \{A_{k1}, A_{k2}, \dots, A_{kn}\}$ – множество агентов системы типа k ; $k = \overline{1, p}$; n – общее количество агентов типа k в начальный момент времени в системе; F_k – набор индивидуальных параметров (свойств) агентов типа k ; $U_k = \{U_{kl}\}$ – характер взаимодействия агента типа k с агентом типа l .

На основе мультиагентных моделей и информации о пространственно-временных структурах в реальных системах возможно оценивать масштаб взаимодействий объектов и, наоборот, зная таковой, получать инструмент предсказания возможной пространственно-временной организации экономической системы [2].

Поскольку мультиагентный метод рассчитан именно на компьютерное моделирование, то теория данного метода должна развиваться путем программной реализации характерных поведенческих свойств реальных элементов системы и правил их взаимодействия.

Таким образом, технология моделирования динамических систем на основе мультиагентного подхода может служить инструментом комплексного анализа и прогноза развития ситуаций. Применение аппарата мультиагентного имитационного моделирования является целесообразным, т. к. многие из задач прогнозирования и анализа вариантов действий руководства можно решить только при условии детального описания моделей поведения конкретных субъектов экономики, что достигается в рамках агентного моделирования.

ЛИТЕРАТУРЫ

1. Сироткин М.Е. Методы моделирования производственных процессов предприятия машиностроения. URL: <http://technomag.edu.ru/doc/203858.html>. Загл. с экрана.
2. Борцев А.В. Практическое агентное моделирование и его место в арсенале аналитика // Exponenta Pro. 2004. № 3–4. С. 38–47.

Поступила в редакцию 23 ноября 2012 г.

Kovaleva O.A. IMITATION MODELING OF DYNAMIC SYSTEMS IN ECONOMICS BASED ON MULTI-AGENT APPROACH

The advantages and disadvantages of the existing methods for modeling systems in economics are considered. The possibility of the use of multi-agent approach to the problem of modeling dynamic economies is shown.

Key words: imitation modeling; economic system; multi-agent method.