



Агентное моделирование как новый взгляд на деятельность предприятия

Ценина Е.В.¹

¹ Российский экономический университет им. Г.В. Плеханова

АННОТАЦИЯ:

В статье рассмотрен новый метод исследования сложных и динамических систем — агентное моделирование. Представлены преимущества его использования по сравнению с традиционными методами имитационного моделирования, выявлены основные этапы процедуры агентного моделирования, приведены примеры использования данного подхода для анализа деятельности бизнес организаций.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: агентное моделирование, имитационное моделирование, бизнес организация.

Agent-based modeling as a new point of view on the company activities

Tsenina E.V.¹

¹ Plekhanov Russian University of Economics

Глобализация, индивидуальная адаптация под клиента, непрерывный процесс улучшения качества являются одними из движущих сил, стимулирующих менеджеров совершенствовать существующие методы и средства анализа. Учитывая революционные изменения, происходящие сегодня в сфере технологий и коммуникаций, а также возрастающую роль знаний, простое в использовании, интерактивное моделирование и визуализация сложных, неконкретных задач, требует инновационного решения [8] (Tsenina, Tsenina, 2014).

Агентное моделирование (agent-based model (ABM)) является одним из новых методов исследования сложных, комплексных и динамических систем, и в последние два десятилетия активно развивается. Причина высокого уровня интереса к агентному моделированию заключается в том, что данный инструмент позволяет имитировать поведение и отношения в сложных социальных условиях, где традиционные аналитические инструменты часто не справляются.

Традиционные методы имитационного моделирования рассматривают работников предприятия, поставщиков, клиентов, продукцию, проекты и т.п. как среднее арифметическое или как пассивные

ресурсы. Например, в моделях системной динамики зачастую используются такие формулировки как «на предприятии работает 100 работников, они могут создать около 20 новых продуктов в год», или «у предприятия имеется 100 грузовиков, которые могут перевезти такое-то количество продукции в неделю, и 2% из них списываются каждый год и заменяются новыми». В процессном моделировании (или дискретно-событийном моделировании) предприятие рассматривается как совокупность различных процессов, например, «клиент звонит в колл-центр, звонок обрабатывается оператором А, который, в среднем, затрачивает 2 минуты на вызов, после чего 30% запросов должны быть переадресованы...». Эти методы в отличие от аналитического моделирования позволяют рассматривать динамику предприятия, но они не учитывают, что все эти работники предприятия, поставщики, клиенты, продукция, проекты очень различаются — у каждого из них своя история, цели, желания, качества и свойства. Работники могут иметь разные карьерные истории и доходы, обладать различной производительностью труда; проекты могут иметь конфликтующие цели, взаимодействовать и зависеть друг от друга; у каждого грузовика есть свой график технического обслуживания, при несоблюдении которого машина может выйти из строя; клиенты, прежде чем приобрести продукцию, могут консультироваться с членами своей семьи. Исходя из вышесказанного, агентное моделирование удобно в использовании тем, что оно предполагает сосредоточение непосредственно на отдельных объектах, их поведении и коммуникации. Агентная модель — это ряд взаимодействующих активных объектов, которые отражают объекты и отношения в реальном мире [1,3,5,6] (Al-Azazi, Maslennikov, 2014; Katalevskiy, 2015; Kireeva, 2012).

ABSTRACT:

The article describes a new method of study of complex and dynamic systems — agent-based modeling. It presents the benefits of using this approach in comparison with traditional methods of simulation. We show the basic steps of the procedure for agent-based modeling and give examples of the of this approach to analyze the activities of business organizations.

KEYWORDS: agent-based modeling, imitation simulation, business organizations.

Received: 02.01.2017 / Published: 16.02.2017

© Author(s) / Publication: CREATIVE ECONOMY Publishers
For correspondence: Tsenina E.V. (cakie@yandex.ru)

CITATION:

Tsenina E.V. (2017) Agentnoe modelirovanie kak novyy vzglyad na deyatelnost predpriyatiya [Agent-based modeling as a new point of view on the company activities]. Rossiyskoe predprinimatelstvo. 18. (3). — P. 367-374. doi: [10.18334/rp.18.3.37303](https://doi.org/10.18334/rp.18.3.37303)

Особенности агентного моделирования как метода имитационного моделирования

Поведение агента определяется набором правил. В результате моделирования можно оценить конечные результаты деятельности всей социально-экономической системы.

Это можно назвать подходом «снизу-вверх»: можно сделать выводы о работе системы в целом, основываясь на поведении ее отдельных элементов — индивидуальных агентов. С практической точки зрения агентное моделирование можно определить как метод имитационного моделирования, исследующий поведение децентрализованных агентов и то, как это поведение определяет поведение всей системы в целом [12]. Другой причиной высокого интереса является широта возможностей применения моделей, а также их гибкость.

Независимые агенты обладают заранее определенными характеристиками. На основе заранее прописанного набора правил, каждый агент оценивает текущую ситуацию и принимает решения, а это влияет на систему, которая соответственно изменяется [5] (Katalevskiy, 2015).

Агенты представляют собой реальные компоненты системы (например, людей, группы лиц, организации, предприятия, даже города или компьютерные программы и т.д.), которые действуют и реагируют в контексте определенных условий. На основе первоначальных или постоянно изменяющихся параметров в процессе моделирования оценивается поведение агентов в течение определенного времени с целью прогнозирования возможного развития системы в целом. Единого мнения по поводу определения понятия «агент» в научной литературе не существует, в целом можно определить агента как активный элемент системы, созданный человеком для определенной цели.

Каждый агент должен обладать способностью решать анализируемые проблемы в определенной среде. Выбор способностей зависит от сложности и типа решаемой проблемы. К наиболее важным способностям относятся [2] (Macal, North, 2010):

- способность обрабатывать информацию, поступающую от других агентов, и передавать ее;
- способность принимать решения на основе данной информации;
- способность ставить собственные цели (в конечном итоге цели для других агентов) и осуществлять действия для их выполнения;

ОБ АВТОРАХ:

Ценина Екатерина Владимировна, доцент кафедры предпринимательства и логистики, кандидат экономических наук, доцент (cakie@yandex.ru)

ЦИТИРОВАТЬ СТАТЬЮ:

Ценина Е.В. Агентное моделирование как новый взгляд на деятельность предприятия // Российское предпринимательство. — 2017. — Том 18. — № 3. — С. 367-374. doi: [10.18334/rp.18.3.37303](https://doi.org/10.18334/rp.18.3.37303)

- умение сотрудничать с другими агентами и обдумывать их способности;
- способность к изменению моделей собственного поведения.

Процедура по формированию агентной модели

Формальной универсальной процедуры по формированию агентной модели не существует. Каждый раз надо создавать индивидуально исходя из специфических условий каждой среды. Несмотря на это, можно выделить следующие общие основные этапы процедуры агентного моделирования [4,2,5] (Ivashkin, 2013; Macal, North, 2010; Katalevskiy, 2015): формулировка проблемы (задачи); выбор среды реализации; определение агентов; характеристика агентов (создание атрибутов и правил поведения); реализация модели; экспериментов с моделью (поиск стабильности); проверка модели; анализ результатов.

Большинство агентных моделей состоит из следующих компонентов [2] (Macal, North, 2010):

- отдельные агенты, определенные в соответствии с определенными признаками,
- правила принятия решений и правила для обучения агентов (их адаптация),
- правила для взаимодействия между агентами,
- внешняя среда,
- правила для реализации в рамках программного обеспечения для моделирования.

Агентные модели создаются с помощью специальных программных средств. Используемые для этого в большинстве случаев языки программирования — Java или C++.

Есть один принципиальный недостаток этих методов — требование умения программировать на соответствующих языках программирования. К счастью, есть некоторые интегрированные компьютерные среды — например, Netlogo или AnyLogic, которые делают определение графического интерфейса и контроль элементов управления проще для пользователей. Модели обычно используют такие языки коммуникации как ACL, KQML или KIF [12].

Примеры использования агентного моделирования для анализа деятельности бизнес-организаций

Хорошим примером применения агентного моделирования может служить потребительский рынок. В очень динамичной, конкурентной и сложной рыночной среде (телекоммуникации, страхование, лизинг, здравоохранение и т.д.) выбор потребителя во многом зависит от его индивидуальных характеристик, его активности, окружения, внешнего влияния, для учета которых лучше всего подходит агентное моделирование, особенно если использовать при моделировании данные из индивидуально-ориентированных CRM систем (CRM — Управление взаимоотношениями с клиентами), с целью параметризации агентов.

Другим стандартным примером применения агентного моделирования является имитация потребительского поведения (в супермаркете или парке аттракционов ит.п.). Характер поведения тысяч потребителей очень сложно смоделировать, так как они взаимодействуют друг с другом: например, время ожидания посетителя в очереди у аттракциона зависит от того, какие аттракционы выбрали другие люди. В такой модели (например, парк аттракционов), агенты могут представлять реальный и изменчивый состав элементов предложения (аттракционы, магазины, кафе) и спроса (посетители с разными предпочтениями). Использование имеющихся ресурсов и данных, таких как опросы клиентов, результаты маркетинговых исследований, сегментация, таймеры очередей, оценки посещаемости и данные о производительности, модель генерирует информацию о потоке посетителей. Пользователи могут проектировать и запустить бесконечное количество сценариев для исследования динамики пространства парка, проверять эффективность различных управленческих решений, а также отслеживать удовлетворенность посетителя на протяжении дня.

В супермаркете также можно связать все точки посещаемые, скажем, не менее 30% клиентов, чтобы сформировать наиболее популярный путь. Тогда алгоритм оптимизации может изменить месторасположение различных товаров в супермаркете, и таким образом минимизировать или максимизировать длину среднего торгового пути. Покупатели, конечно, не хотят тратить время впустую, поэтому им нужен кратчайший путь. Но менеджер магазина хотел бы, чтобы они прошли практически через все полки для стимулирования импульсивных покупок. Т.е. существует динамическое напряжение между минимальным и максимальным торговыми путями.

Еще одним из перспективных направлений применения агентного моделирования является организационное моделирование [10]. Вполне возможно смоделировать возникающее коллективное поведение в организации или части организации в определенном контексте и при определенном уровне описания. По крайней мере, процесс такого моделирования дает ценные качественные выводы. Но в некоторых случаях возможно сделать и полуколичественные выводы.

Применение агентного моделирования может помочь управлять конфликтом в организации. Делается это через моделирование виртуального конфликта, в процессе которого изучаются процессы, протекающие в конфликте, с помощью введения в симуляцию новых элементов (агентов, например, представителей силовых структур, социальных институтов и организаций, и т.д.) и выявляются максимально-эффективные, как с экономической, так и с социальной точек зрения, методы разрешения конфликта.

Введение новых элементов в модель должно отображать реальную ситуацию (т.е. введение тех лиц и действий, которых ЛПР могут действительно пригласить к решению данного конфликта). Задача модели с этой точки зрения — показать ЛПР (менеджерам) насколько эффективными или напротив вредоносными могут оказаться те или иные действия, показать возможные варианты развития конфликта, позволить

протестировать на виртуальной модели конфликта свои управленческие действия и дать возможность «просчитать» свои управленческие ходы [11].

Организационная структура предприятия состоит из людей, а значит, подвержена операционному риску. Опираясь на определение операционного риска финансовых институтов, можем сделать вывод, что операционный риск возникает из-за сбоя информационных систем, ошибок в операциях, нарушений в системе внутреннего контроля, мошенничества, а также непредвиденных катастроф и приводит к неожиданным потерям. Подход к моделированию «снизу-вверх» деятельности предприятия является оптимальным. Нужна структура, которая включала бы возможность нелинейных эффектов из-за взаимодействия между подразделениями и каскадности событий. Эта структура должна быть способна работать даже с небольшим объемом данных. Имитация операций «снизу вверх» создает большой объем искусственных данных, которые включают в себя большие события. Искусственно сгенерированные данные могут быть использованы для применения классических методов размещения капитала [7] (Tsenina, Tsenina, 2013).

Агентное моделирование целесообразно применять не только для симуляции операционного риска (особенно для финансовых учреждений), но и для рисков в целом. Это будет корректно, потому что чаще всего риск — это свойство субъектов в организации: рискованные события воздействуют на деятельность людей, а не процессы. Например, правильнее сказать, что кто-то в бухгалтерии ошибся (выставили неправильный счет клиенту), чем сказать, что на процесс погашения дебиторской задолженности повлияли ошибки в подпроцессе выставления счета. Это новый взгляд на деятельность предприятия (и своего рода революция для риск-менеджмента), т.к. позволяет уйти от процессно-ориентированных моделей.

Заполнение, проверка и адаптация агент-ориентированной модели рисков — это на порядок легче и имеет гораздо больше смысла, чем использование других моделей. Агент-ориентированная модель также облегчает задачу выбора стратегий управления рисками в дальнейшем [8] (Tsenina, Tsenina, 2014). Однако, не следует думать, что агентное моделирование применимо только для решения задач коммуникативного характера [12]. Этот инструмент позволяет решать задачи, связанные с логистикой и цепями поставок, производством, бизнес-процессами. Например, можно смоделировать поведение сложной машины отдельным агентом с картами состояний, описывающими ее систему таймеров, внутренних состояний, разного рода реакции в различных ситуациях и т.д. Такую модель можно использовать для воссоздания технологических процессов на производстве [9] (Tsenina, 2014). В агентном моделировании участники цепи поставок (производители, оптовики, розница) могут быть представлены как агенты, каждый со своими особенностями и правилами работы и индивидуальными целями

Заключение

Несмотря на то, что компьютерные симуляции и агентное моделирование в экономике является еще новым, мало апробированным подходом, видно, что потенциальный спектр его использования очень широкий. Всегда необходимо учитывать достоинства и недостатки используемых методов для решения конкретных задач. Но в любом случае все методы служат для упрощения сложности системы, и описания ее на более доступном уровне, для того, чтобы понимать как те или иные изменения повлияют на процессы, происходящие в системе.

ИСТОЧНИКИ:

1. Bonabeau, E. Agent-based modeling: Methods and techniques for simulating human systems. In Proceeding of the National Academy of Science of the United States of America [online]. Vol. 99, No. 3, pp 7280-7287. URL <<http://www.pnas.org/content/99/suppl.3/7280.full>>
2. Macal C. North M., Tutorial on agent-based modeling and simulation // Journal of Simulation. — 2010. — Т. 4. — С. 151-162. URL <<http://www2.econ.iastate.edu/tesfatsi/ABMTutorial.MacalNorth.JOS2010.pdf>>
3. Аль-Азази Амин Ахмед, Масленников Б.И. [Сравнительный анализ методов имитационного моделирования](#) // Интернет-журнал Науковедение. — 2014. — № 1 (20). — С. 47-50.
4. Ивашкин Ю.А. Агентные технологии и мультиагентное моделирование. / Учебное пособие. — Москва: МФТИ, 2013. — 267 с.
5. Каталевский, Д.Ю Основы имитационного моделирования и системного анализа в управлении. / учебное пособие; 2-е изд., перераб. и доп. / Д.Ю. Каталевский. — М.: Издательский дом «Дело» РАНХиГС, 2015. — 496 с.
6. Киреева Н.С. [Взаимосвязь службы логистики с другими службами хозяйствования как условие интеграции бизнес-процессов](#) // РИСК: Ресурсы, информация, снабжение, конкуренция. — 2012. — № 4. — С. 47-52.
7. Ценина Е.В., Ценина Т.Т. Управление рисками. / учеб. пособ. — СПб.: Изд-во СПбГЭУ, 2013. — 227 с.
8. Ценина Е.В., Ценина Т.Т. Влияние инноваций в логистике на уровень риска в цепи поставок // Логистика: современные тенденции развития: материалы XIII Междунар. науч.-практ. конф. 24,25 апреля 2014 г.: мат. докл./ ред. кол.: В.С. Лукинский (отв. ред.) и др. — СПб.: ГУСРФ имени адмирала С.О. Макарова. 2014. — С. 309-312.
9. Ценина Е.В. [Риски в производственной логистике \(на примере компаний, работающих на российском рынке\)](#) // Известия Юго-Западного государственного университета. — 2014. — № 2 (53). — С. 85-91.

10. Официальный сайт Национального общества имитационного моделирования URL: <http://simulation.su/ru.html> (дата обращения: 12.11.2016).
11. Информационный портал по агентному моделированию URL: <http://agentnoe-modelirovanie.ru> (дата обращения: 12.11.2016).
12. Официальный сайт компании The AnyLogic Company производителя инструментов и бизнес-приложений имитационного моделирования URL: <http://www.anylogic.ru> (дата обращения: 12.11.2016).

REFERENCES:

- Al-Azazi Amin Akhmed, Maslennikov B.I. (2014). Sravnitelnyy analiz metodov imitatsionnogo modelirovaniya [Comparative analysis of simulation techniques]. Internet-zhurnal Naukovedenie. (1). 47-50. (in Russian).
- Bonabeau E. (0). Agent-based modeling: Methods and techniques for simulating human systems In Proceeding of the National Academy of Science of the United States of America. (3). 7280-7282.
- Ivashkin Yu.A. (2013). Agentnye tekhnologii i multiagentnoe modelirovanie [Agent technologies and multiagent modeling] Moscow: MFTI. (in Russian).
- Katalevskiy, D.Yu (2015). Osnovy imitatsionnogo modelirovaniya i sistemnogo analiza v upravlenii [Basics of simulation modeling and systems analysis in management] M.: Izdatelskiy dom «Delo» RANKhiGS. (in Russian).
- Kireeva N.S. (2012). Vzaimosvyaz sluzhby logistiki s drugimi sluzhbami khozyaystvovaniya kak uslovie integratsii biznes-protsessov [Connection of logistics services and other services as a condition for economic integration of business processes]. RISK: Resursy, informatsiya, snabzhenie, konkurentsia. (4). 47-52. (in Russian).
- Macal C., North M. (2010). Tutorial on agent-based modeling and simulation Journal of Simulation. 4. 151-162.
- Tsenina E.V. (2014). Riski v proizvodstvennoy logistike (na primere kompaniy, rabotayuschikh na rossiyskom rynke) [Risks in the production logistics (on the example of companies working on the russian market)]. Proceedings of the Southwest State University. (2 (53)). 85-91. (in Russian).
- Tsenina E.V., Tsenina T.T. (2013). Upravlenie riskami [Management of risks] SPb.: Izd-vo SPbGEU. (in Russian).
- Tsenina E.V., Tsenina T.T. (2014). Vliyanie innovatsiy v logistike na uroven riska v tsepi postavok [The impact of innovation in logistics in risk in supply chain] Logistics: modern development trends. 309-312. (in Russian).