

## ТЕНДЕНЦИИ ДАЛЬНЕЙШЕЙ КОМПЬЮТЕРИЗАЦИИ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Чебелко И.Ю., мл. науч. сотрудник ГУ «БелИСА», Минск, Беларусь

*Статья посвящена одному из перспективнейших методов исследования децентрализованных систем, выработавшемуся благодаря глобальной компьютеризации проводимых научных исследований, — мультиагентному компьютерному моделированию. В статье также приводится краткий обзор программных сред, поддерживающих имитационное моделирование.*

Одна из важных закономерностей науки — нарастание сложности и абстрактности научного знания. Предпосылками для компьютеризации науки в свое время явились такие факты, как колоссально превосходящие человеческие возможности компьютеров при обработке данных и резкое увеличение объема научной информации.

Уже достаточно разносторонне проанализированы положительные и отрицательные моменты компьютеризации общества, однако незыблемым остается тот факт, что преимущества использования современных технологий в разы превосходят некоторые отрицательные нюансы, из чего можно сделать вывод, что процесс внедрения электронной обработки информации будет продолжаться так же стремительно, как и сейчас, и что компьютеризация будет с каждым годом все больше охватывать различные аспекты жизни человечества, в том числе, разумеется, и научные исследования.

Говоря о компьютеризации научных исследований, в первую очередь необходимо упомянуть использование современной вычислительной техники при моделировании и прогнозировании. Благодаря быстрому наращиванию вычислительных мощностей за последние годы, теперь можно рассчитывать настолько крупномасштабные многовариативные модели, что это выглядело бы совершенно неправдоподобным еще пару лет назад.

### ***Компьютерное моделирование***

В настоящее время компьютерные модели стали обычным инструментом математического моделирования и широко применяются в физике, астрофизике, механике, химии, биологии, экономике, социологии и других науках. Компьютерные модели используются для получения новых знаний о моделируемом объекте или для приближенной оценки поведения математических систем, слишком сложных для аналитического исследования. Основными преимуществами компьютерных моделей являются возможность использования вычислительных экспериментов в тех случаях, когда реальные эксперименты затруднены из-за финансовых или физических препятствий, и возможность выявления основных факторов, определяющих свойства изучаемого объекта (например, исследовать отклик моделируемой физической системы на изменения ее параметров и начальных условий).

Различают аналитическое и имитационное моделирование. При аналитическом моделировании изучаются математические (абстрактные) модели реального объекта в виде алгебраических, дифференциальных и других уравнений, а также предусматривающих осуществление однозначной вычислительной процедуры, приводящей к их точному решению. При имитационном моделировании исследуются математические модели в виде алгоритмов, воспроизводящих функционирование исследуемой системы путем последовательного выполнения большого количества элементарных операций [1].

### ***Агентное моделирование***

Новое и наиболее перспективное направление для научной деятельности в имитационном моделировании называется агентным (мультиагентным) моделированием

(agent-based modeling). Агентная модель представляет реальный мир в виде многих специфических подсистем, называемых агентами. Каждый из агентов взаимодействует с другими агентами, которые образуют для него внешнюю среду, и в процессе функционирования может изменять как внешнюю среду, так и свое поведение.

Многоагентные (или просто агентные) модели используются для исследования децентрализованных систем, динамика функционирования которых определяется не глобальными правилами и законами, а наоборот, эти глобальные правила и законы являются результатом индивидуальной активности членов группы. Например, в области экономики гораздо интереснее и адекватнее анализ моделей, позволяющих сформировать правила и тенденции глобального поведения как интегральных характеристик поведений многих составляющих активных игроков [2].

В настоящее время мультиагентные системы получили широкое применение в таких областях, как системы телекоммуникации, поисковые системы в Интернете, логистика, компьютерные игры, САПР, системы управления и контроля сложными процессами в медицине и промышленности, программы для электронной коммерции, системы защиты информации [3]. Это также и моделирование поведения агентов на фондовых рынках, и моделирование поставок, и предсказание распространения эпидемий, и угрозы биологических войн и т. д. Есть все основания полагать, что тенденция использования все более сложных мультиагентных систем для разработок в самых различных сферах не только технического, но и социального характера будет нарастать.

### ***Программные среды для агентного моделирования***

Рост производительности компьютеров и достижения в информационных технологиях сделали возможным реализацию агентных моделей, содержащих десятки и даже сотни тысяч активных агентов.

Для имитационного моделирования сложных систем и процессов используются различные программные среды, причем агентное моделирование может быть реализовано на небольших, настольных компьютерах или с использованием крупных кластеров компьютеров.

Крупномасштабные системы агентного моделирования расширяют возможности простых агентных настольных моделей и позволяют большему числу агентов (от тысяч до миллионов) участвовать в сложных взаимодействиях.

Благодаря значительным открытым разработкам и инвестициям в разработку многие из сред доступны широкому пользователю. Это Repast, Swarm и NetLogo.

**The REcursive Porous Agent Simulation Toolkit (Repast)** — это ведущий открытый и свободный источник библиотек для крупномасштабного агентного моделирования. Repast поддерживает разработку чрезвычайно гибких моделей агентов и используется в моделировании социальных процессов.

Repast обладает сложным встроенным планировщиком, который поддерживает дискретно-событийное моделирование. Repast позволяет использовать большой набор коммуникационных механизмов с разнообразными топологиями взаимодействия, включает полный набор утилит для хранения и отображения состояния агентов. В систему также включены утилиты для автоматической интеграции как с коммерческими, так и свободно доступными географическими информационными системами (ГИС). Интеграция с коммерческими ГИС включает в себя автоматическое подключение к широко используемым географическим информационным системам, таким как ESRI и ArcGIS.

Repast базируется на языке Java, платформе Microsoft .NET.

**Swarm** (англ. — стая, рой) был первой средой разработки агентно-моделируемых приложений, впервые запущен в 1994 г. Chris Langton at the Santa Fe Institute. Swarm — это открытый и бесплатный набор библиотек с открытым кодом.

Система моделирования Swarm состоит из двух основных компонентов. Компоненты ядра запускают код моделирования, написанный на языке общего назначения Objective-C, Tcl/Tk и Java. В отличие от Repast, Swarm-планировщик поддерживает только продвижение времени через фиксированные промежутки.

Поскольку Swarm базируется на комбинации Java и Objective-C, то он объектно-ориентирован. Но эта смесь языков является причиной некоторых трудностей с интеграцией в некоторые крупномасштабные среды разработки, например Eclipse. Swarm поддерживает ГИС через библиотеку Kenge.

**NetLogo** — это другая кросс-платформенная мультиагентная среда для моделирования, которая в настоящее время широко используется и поддерживается. Первоначально основанная на системе StarLogo, NetLogo приспособливает агентные системы, состоящие из комбинации живых и программных агентов-участников [3].

Пакет имитационного моделирования AnyLogic разработан российской компанией XJ Technologies. Многие крупные компании, такие как «Билайн», «Газпром», General Motors, Mitsubishi, McDonalds, остановили свой выбор на AnyLogic.

AnyLogic основан на Java и базируется на платформе Eclipse — современном стандарте для бизнес-приложений. Благодаря Eclipse AnyLogic работает на всех распространенных операционных системах (Windows, Mac, Linux и т. д.).

В редакторе AnyLogic можно разработать анимацию и интерактивный графический интерфейс модели. Анимация может быть иерархической и поддерживать несколько перспектив. Например, есть возможность определить глобальный взгляд на процесс производства, а также детальные анимации конкретных операций и переключаться между ними [4].

#### ***Пример использования агентного моделирования***

Резюмируя все вышеизложенное, можно сделать вывод, что мировые тенденции в научных исследованиях, в частности использование сложных децентрализованных моделей, с успехом могут применяться как один из инструментов, применяемых для поиска оптимального решения вполне реальных и насущных задач, встающих перед Республикой Беларусь в наши дни.

Примером использования имитационного моделирования может стать анализ и прогнозирование экономического и социального развития Республики Беларусь в условиях текущей экономической ситуации в мире.

Если рассматривать макроэкономические показатели Беларуси в качестве заданных констант на определенный временной период для компьютерного анализа, дополняя его конкретными цифрами с учетом оперативной информации в срезе той задачи, которая поставлена перед системой, то можно получить модель или возможный сценарий развития тех или иных процессов, вероятность правдоподобности которого будет прямо пропорциональна точности исходных данных и количеству переменных оказывающих влияние на данный процесс.

Если строить модель социально-экономического развития отдельной области, то, например будет логично создать модель с тремя следующими блоками: бюджетным (доходы местного бюджета, в том числе и налоги, и его расходы, в том числе и на социальные нужды населения), населением (иммиграция, рождаемость, смертность, доходы населения и потребительские расходы) и промышленный (доходы предприятий выбранной области, их капиталовложения и затраты, выделяя отдельно, в том числе и на фонд заработной платы). Варьируя переменные (в их роли может выступать, например, ставка НДС, ставка подоходного налога, процент расходов государственного бюджета на социальные программы), можно спрогнозировать последующие за этим социально-экономические перемены. Таким образом, применение агентного моделирования может

стать эффективным инструментом для поддержки принятия управленческих решений в социальной и экономических сферах.

### ***Заключение***

Очевидно, что использование современной мощной компьютерной техники открывает принципиально новые возможности в самых различных областях научных исследований.

Ярким и показательным примером использования компьютера как трамплина для развития мышления является программа, выполненная лабораторией Массачусетского технологического института под руководством профессора С. Пейперта. Одна из фундаментальных проблем обучения состояла в том, чтобы соотнести абстрактное представление, например, о движении элементарных частиц с реальными, житейскими представлениями учащихся, ведь многие явления из микромира противоречат нашему интуитивному, природному пониманию, и школа вынуждена представлять учащимся это движение в форме опосредствованного математического описания.

Для развития этой способности группа Пейперта нашла нетрадиционный прием: с помощью компьютера создавались так называемые микромиры, каждый из которых должен был иллюстрировать один из миров, устроенный либо по представлениям Аристотеля, либо по законам Ньютона, либо идеям Эйнштейна. Критериями построения таких микромиров становилась возможность изучать законы движения, работая с простыми и доступными примерами, осуществляя деятельность по этим законам и определяя понятия на основе работы в этом микромире [6].

Как показало исследование группы Пейперта, компьютер в этом случае используется для выявления связи научного знания с личностным, для приближения научного знания к знанию человека, а не к знанию факта или к владению навыком.

Таким образом, можно достаточно смело утверждать, что одной из важнейших и универсальной тенденцией компьютеризации научных исследований станет именно этот факт, названный профессором С. Пейпертом «переворотом в сознании», — использование совершенно нового подхода к способу мышления при постановке и решении самых разнообразных задач.

### **Литература:**

1. Имитационное моделирование / В. П. Строгалев, И. О. Толкачева. — М.: МГТУ им. Баумана, 2008. — 20 с.
2. Моделирование агентов — новая парадигма в имитационном моделировании / Ю. Г. Карпов. — СПбПУ, 2005. — 5 с.
3. Современные теории имитационного моделирования / Специальный курс для магистров второго курса / В. Д. Ланин. — СПбПУ, 2007. — 15 с.
4. Современные системы имитационного моделирования / Г. К. Асафьев. — СПГУИТ, 2007. — 20 с.
5. Переворот в сознании: Дети, компьютеры и плодотворные идеи / С. Пейперт. — М.: Педагогика, 1989. — 15 с.