

УДК 303.717, 303.732, 004.81

**МУЛЬТИАГЕНТЫ И РАСПРЕДЕЛЕННЫЕ ВЫЧИСЛЕНИЯ В СИСТЕМЕ  
ПОДДЕРЖКИ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ (ЭКОНОМИКА)**

Г.А. Лисьев

*ГОУ ВПО «Магнитогорский государственный университет»*

e-mail: a\_sys@mail.ru

В статье представляются некоторые результаты по части исследования специфики статистического мониторинга взаимодействующих экономических процессов внутри отраслей (на примере образования), внутри макроэкономики страны, внутри мировой экономической системе. В работах автора и его студенческой исследовательской группы (см. литературу к статье), на основе анализа статистических данных, доступных на сайтах статистических служб и сайте ЦРУ (CIA, USA), рассмотрены специфические условия современных экономических процессов, названных «гравитационной» экономикой (1) и «экономикой индивидуального импульса» (5). Эта специфика, а также наличие направленных «информационных войн» (9), как против отдельных организаций, социальных институтов, так и экономической системы РФ в целом обуславливает необходимость проведения направленных исследований и работ концептуального, методологического и практического уровней по созданию систем оценки возможностей принятия удовлетворительных<sup>1</sup> решений (системы поддержки принятия решений – СППР/DSS). Основой систем СППР являются информационные базы данных, содержащие информационные массивы числовых и качественных данных, описывающих исследуемую проблемную область во времени и в пространстве. Очевидно, что каждая проблемная область будет содержать специфические ряды данных, которые будут носить как объективный характер (например, количество учебных заведений в выбранной местности и в заданном времени измерения), так и субъективные оценки (например, оценка степени удовлетворенности полученным образованием выпускников вузов). Оценка возможности использования официальных статистических данных в области образования для принятия решений приведена в работе (4).

Другая обязательная составляющая СППР – это используемые математические модели и логические, и эвристические методы, обеспечивающие обработку статистической, логической, текстовой (контент-анализ) информации. В частном случае, перед методическим аппаратом ставится задача оценки размеров допустимой области решения и, при интерактивном взаимодействии с ЛПР, нахождение в этой области «удовлетворительное» решение. В последние десятилетия, наряду с формальными методами поиска оптимума развиваются направления, основанные на эвристических подходах: генетическое программирование (алгоритмы), нечеткие и гибридные системы, мультиагентные (multi-agent)<sup>2</sup> технологии.

Мультиагентный подход к поиску «удовлетворительного» решения обычно основан на следующем: решение задачи любой сложности ищется путем переговоров программных агентов (специальных программ), работающих автономно и параллельно. Они действуют от лица и по поручению их владельцев, а не путем построения одного общего последовательного алгоритма, который комбинаторно перебирает все мысленные

---

<sup>1</sup> В сложных проблемных ситуациях понятия «оптимальное» решение заменяется понятием «удовлетворительное» или «достаточно хорошее». Этим лингвистическим приёмом подчеркивается факт того, что в многомерном пространстве поиск оптимума не может быть формализуемым. К тому же определяющим фактором для такого поиска становятся предпочтения «лица принимающего решения» (ЛПР).

<sup>2</sup> В российской литературе также параллельно используется термин «многоагентные».

варианты решения проблемы<sup>3</sup>. При этом, в зависимости от решаемой задачи агенты могут, как вступать в переговоры, направленные на согласование решений, так и применять метод проб и ошибок – в особенности там, где рассуждать слишком сложно или долго. При этом риск, что агенты не найдут приемлемого решения, очень мал – поскольку за счёт многочисленности агентов, каждый из которых старается улучшить результат, решение так или иначе будет найдено. Подключение новых агентов, отвечающих за новые и новые цели, предпочтения и ограничения, позволяющих увеличивать сложность задачи, происходит без изменения фундаментальных принципов организации всей системы и её полного перепрограммирования, и, тем самым, позволяет без ограничений наращивать сложность. Подобные агенты «живут» большими колониями на сервере, заранее «знают» друг о друге всё необходимое для ускорения взаимодействий. В некоторых специальных инструментальных программных средствах (например, Magenta Technology (1)) есть возможность создавать не только простых реактивных<sup>4</sup> агентов, но и гораздо более сложных делиберативных<sup>5</sup> агентов, имеющих цели, механизмы рассуждений, внутреннее состояние памяти и доступ к знаниям, а также способных осуществлять согласованные действия, подобные действию коллективов людей.

Особенности и свойства мультиагентных систем (МАС) позволяют строить концептуальные модели и практические реализации СППР для решения сложных экономических задач. Общая структура МАС, разрабатываемая в рамках проекта «Автоматизированная система поддержки научных исследований» - АСПНИ (7), представлена на Рис. 1.

В общей структуре СППР, МАС занимает промежуточный слой между базами данных двух типов. Первый тип – «регулярная» статистическая информация. Это данные объективного характера (см. выше), которые импортируются из доступных БД различных статистических служб, а также собираются в ходе направленных статистических исследований. Для агентов эти БД представляют собой «ресурсы»<sup>6</sup>, имеющие различную «ценность». В частности, одним из критериев ценности является **длина** (глубина) **временного ряда** конкретного статистического показателя. Другим критерием ценности – **общее количество показателей**, характеризующих данный объект (процесс). В первом случае по запросу агента-потребности оценивается возможность построения прогнозной модели по данным временного ряда, во втором случае – возможность построения значимой регрессионной модели. В АСПНИ эти данные сосредоточены в Пользовательских БД.

<sup>3</sup> Формально – перебор всех возможных вариантов может дать решение в виде глобального оптимума, однако для этого подхода может не хватить вычислительной мощности/времени расчета.

<sup>4</sup> **Реактивность** – свойство агента адекватно реагировать на изменения окружающей среды.

<sup>5</sup> **Делиберативную** архитектуру построение агентной системы принято определять как архитектуру агентов, содержащих точную символическую модель мира и принимающих решения на основе логического вывода (Т.А. Гаврилова, В.Ф. Хорошевский: 2000).

<sup>6</sup> Программный агент, имеющий возможность предоставлять некоторый ресурс. Взаимодействует с агентом потребностей, который отражает запросы ЛПР. Общее решение находится в результате переговоров между агентами ресурсов и агентами потребностей.

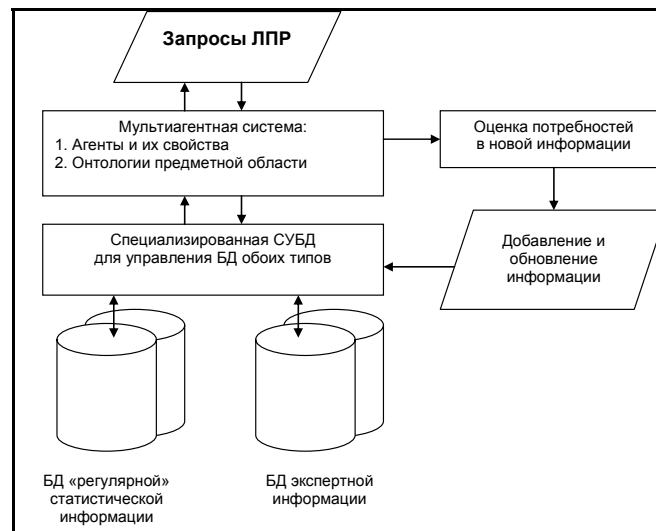


Рис. 1. Общая структура СППР с использованием МАС

Второй тип БД – экспертная информация, которая, являясь в «непроявленном» виде нерегулярной информацией, в результате организованной индивидуальной или групповой экспертизы становится ресурсом для соответствующего агента. В АСПНИ реализован модуль интерактивного экспертного опроса и согласования мнения экспертов (6).

Слой СППР, который представлен МАС и процедурами оценки потребностей в новой информации, проводит моделирование и поиск решения в результате переговоров агентов. В случае «малой ценности» ресурсов или их принципиального отсутствия, здесь генерируются запросы для ЛПР/экспертной группы о необходимости пополнения БД. Онтологии предметной области связывают между собой «знания» экспертов и существующие/возможные статистические ресурсы.

Данный подход реализуется сейчас в виде экспериментальных работ с программным обеспечением Magenta Toolkit. Это средство предоставлено в рамках договора о сотрудничестве с ГОУ ВПО «МаГУ» и компанией Magenta Technology, Великобритания.

В качестве базового примера для решения поставленной задачи о разработке мультиагентной системы поддержки принятия решений в экономике проблемной областью выбрана система образования РФ. Разработаны базовые онтологии и базовое подмножество агентов (8). Разрабатываемая СППР (модуль АСПНИ) должна, в частности, давать обоснованные ответы о выборе подходящего (релевантного) подмножества статистических показателей для оценки и прогнозирования заданного процесса. Например, какие показатели действительно актуальны и релевантны для оценки последствий введения ЕГЭ?

Перспективное направление развития СППР в АСПНИ – использование параллельных вычислений на кластерах рабочих станций/серверах БД. Статистическая и экспертная информация в различных форматах может быть распределена по web-пространству и не иметь локализацию на конкретном сервере. Для пополнения БД АСПНИ и/или решения задач их других проблемных областей требуется выполнить ряд действий: поиск → преобразование/согласование → классификация → сопоставление агенту возможностей. Они могут происходить однократно или в режиме непрерывного поиска/пополнения информации (сходном с работой поисковых систем в web-

пространстве). В результате многократного пополнения и фильтрации информации (согласно методологии KDD – Knowledge Discovery in Databases), предполагается накопление значительных объемов информации по заданной проблемной области. Разрешение проблемы производительности системы и обеспечение приемлемого отклика на запрос пользователя лежит в технологии параллельных вычислений. Платформой для организации кластера выбран Apache Hadoop (10). В данном проекте такой выбор обоснован, прежде всего, бесплатностью продукта и его широкой распространенностью в исследовательских проектах.

#### Литература

1. Андреев, В.В. Основы построения мультиагентных систем / И.А. Минаков, В.В. Пшеничников, Е.В. Симонова, П.О. Скобелев // Поволжская государственная академия телекоммуникаций и информатики. – Самара, 2007. – 151 с.
2. Лисьев, Г.А. Некоторые подходы к моделированию неравновесных состояний в образовательных процессах российских регионов / Г.А. Лисьев // Вестник МаГУ: периодический научный журнал. – Магнитогорск: МаГУ, 2009. – Вып. 11. – С. 155 – 159.
3. Лисьев, Г.А. Автоматизированная система поддержки научных исследований в области экономики образования / Г. А. Лисьев // Открытое образование. – 2009. - №1. – С. 60 – 66.
4. Лисьев, Г.А. Статистические индикаторы и управление образовательной системой России в эпоху информационного прессинга / Г.А. Лисьев // Труды Международной конференции «Математическая теория систем», МТС-2009. – М.: Институт системного анализа РАН, 2009. – С. 165 – 169.
5. Лисьев, Г.А. Некоторые аспекты современных условий принятия решений в экономике / Г.А. Лисьев // Системы поддержки принятия решений. Теория и практика. СППР '2009. – Киев: 2009. – С. 125 – 128.
6. Лисьев, Г.А. Экспертная подсистема автоматизированной системы поддержки научных исследований в области экономики образования / Г.А. Лисьев // Третья Международная конференция «Системный анализ и информационные технологии» САИТ-2009, Звенигород: Труды конференции. – М.: 2009. – С. 313 – 315.
7. Лисьев, Г.А. Автоматизированная система поддержки научных исследований. [Электронный ресурс] / Г.А. Лисьев, В.Г. Измайлов, М.Ю. Озерова, А.Л. Трейбач // Хроники объединённого фонда электронных ресурсов «Наука и образование». – 2010, № 3 (10) март. – Режим доступа: <http://ofernio.ru/portal/newspaper/ofernio/2010/3.doc>
8. Трейбач, А.Л. Концепция модуля оценки и выбора информационных ресурсов для поддержки принятия решений в образовании / А.Л. Трейбач //Сборник докладов научно-практической конференции «Современные информационные технологии и ИТ-образование»: учебно-методическое пособие. Под ред. Проф. В.А. Сухомлина. – М.: ИНТУИТ.РУ, 2009. – С. 352-357.
9. Цыганов, В.В. Информационные войны в бизнесе и политике: Теория и методология / В.В. Цыганов, С.Н. Бухарин. – М.: Академический Проект, 2007. – 336 с.
10. The Apache Hadoop project develops open-source software for reliable, scalable, distributed computing. – Электронный ресурс: - <http://hadoop.apache.org>