

АГЕНТНЫЙ ПОДХОД К ФОРМИРОВАНИЮ ЭКОНОМИКО-ИНФОРМАЦИОННОГО ПРОСТРАНСТВА РЕГИОНА

В статье рассмотрены актуальные вопросы формирования экономико-информационного пространства региона в рамках реализации государственной стратегии модернизации и интенсификации региональной промышленной политики. Предложенная концепция агентной архитектуры регионального экономико-информационного пространства позволяет реализовать системы поддержки принятия решений регионального уровня, адаптивные к изменениям внешней среды.

Ключевые слова: регион, информационное пространство, экономическое пространство, агент, мультиагентная среда, базы знаний, аккумуляция знаний

В настоящее время одним из основных направлений государственной программы развития РФ являются модернизация и интенсификация региональной промышленной политики, при этом регионы позиционируются как проводники новой высокотехнологичной стратегии экономического развития страны. При этом, для сбалансированного развития местных производственных систем региональным органам власти необходимо принимать управленческие решения в условиях полного и актуального обеспечения информацией о состоянии рынка и хозяйствующих субъектов. Это делает актуальным предлагаемую концепцию системы поддержки принятия решения (СППР) регионального уровня, функционирующую на базе экономико-информационного пространства региона.

В настоящее время формирование единого информационного пространства, как на уровне РФ, так и на уровне ее регионов является одной из приоритетных стратегических и политических государственных задач. Информация и знания, обрабатываемые в СППР регионального уровня, представлены сложной совокупностью информационных потоков, циркулирующих в информационном пространстве региона. Чтобы обеспечить интеграцию информационных ресурсов, возможность проведения анализа текущего состояния рынка и выработки стратегических решений на уровне региональных властей, необходимо создание единого информационного пространства социально-экономических субъектов региона. Для постановки и решения научно-исследовательских задач целесообразно говорить об информационном пространстве применительно к какой-то общности, конкрет-

ной предметной области, (вне зависимости от степени обобщения), для которой существует общепринятая эталонная система координат и представлений. Например, образовательное информационное пространство, маркетинговое информационное пространство и т.д. Но, остается проблематичным определение информационного пространства региона.

Понятие информационного пространства региона тесно связано с понятием экономического пространства региона. Рассмотрим информационный подход к определению экономического пространства, представленный в работах Парина С. [4] и Иванова Е. [2]. В рамках данного подхода считается, что экономическое пространство формируется информационными потоками, циркулирующими между хозяйствующими субъектами, и именно они определяют структуру этого пространства. Хозяйствующие субъекты интерпретируются как экономические агенты, которые в процессе осуществления своей хозяйственной деятельности обмениваются информационными сигналами и формируют этим экономическое пространство. В работе Калининой А. [3] отмечается, что «...обмен информацией и другие виды информационной активности, являются основой реализации экономических процессов. Более совершенная среда информационной активности, снижая неопределенность хозяйственной деятельности субъектов, позволяет им достигать более высокого уровня возможной эффективности использования ресурсов».

В результате анализа современных условий развития информационно-коммуникационных технологий автор отмечает наличие техниче-

ких возможностей (сеть Интернет) вовлечения в этот обмен стремительно нарастающего объема информационных ресурсов. Этот факт обуславливает необходимость перехода к новому типу технологической составляющей экономического процесса. Кроме этого, в условиях нарастающего доминирования сетевой экономики и (как следствие) возрастающих требований к скорости обмена информацией наличие информационного пространства для взаимодействия региональных хозяйствующих субъектов становится объективной необходимостью.

Таким образом, в современных технологических и экономических условиях, можно говорить о проекции экономического пространства региона в единое информационное пространство региональных экономических субъектов, при этом каждый экономический субъект образует свое информационное подпространство. На настоящем уровне развития региональной информатизации такое подпространство может быть представлено совокупностью разрозненных информационных ресурсов, распределенных в региональных порталах внутри глобальной информационной инфраструктуры. В этом аспекте представляет интерес работа Швецова А.Н. [7], в которой проводится анализ эволюционных процессов и современного состояния инфосферы. Само понятие *инфосфера* не является терминологически устойчивым, на настоящий момент принято следующее определение: *инфосфера* – это универсальная интеллектуальная информационная среда, созданная обществом посредством объединения глобальных телекоммуникационных сетей и интеллектуальных компьютерных систем. В [7] современное состояние инфосферы характеризуется сложившейся многоуровневой иерархией информационных и информационно-управляющих систем, которые можно расположить по мере нарастания сложности следующим образом:

1. Локальные информационные и информационно-управляющие системы различных классов – от вычислительных приложений до экспертных систем и СППР.

2. Корпоративные информационные системы, объединяющие информационные ресурсы предприятий, организаций и крупных корпораций.

3. Региональные глобальные информационные системы, обеспечивающие взаимодей-

ствии и доступ к разнородным источникам информации миллионов пользователей.

Для систем второго и третьего уровней характерно функционирование в *гетерогенной информационной среде*, под которой понимается множество территориально-распределенных источников и приемников информации, осуществляющих информационный обмен посредством различных информационных языков, обеспечивающих соответствующие уровни и подуровни взаимодействия открытых систем. Специфика функционирования корпоративных систем все в большей мере требует применения распределенных СППР. Распределенные СППР состоят из локальных СППР, функционирующих в узлах корпоративной вычислительной сети, и совместно решающих общие проблемы на основе обмена информацией и знаниями. Обмен осуществляется как между СППР, так и между СППР и другими подсистемами и распределенными приложениями.

Таким образом, при разработке интеллектуальных информационных систем регионального уровня использование традиционных методологий проектирования информационных систем не даст желаемого эффекта. Это обусловлено тем, что традиционные информационные системы не обеспечивают требуемого качества информационного анализа и необходимой эффективности формирования управляющих воздействий в условиях недостаточности априорной информации о внешней среде функционирования; большого количества трудно учитываемых факторов. Традиционные информационные системы обладают следующими характерными ограничениями:

– необходимость преодоления границ операционных сред, вызываемая тем, что в распределенных информационных системах применяются различные операционные системы, протоколы и интерфейсы;

– разнородность объектных моделей проявляется в том, что классы и объекты, построенные в различных инструментальных средах, имеют определенные отличия, не представленные эксплицитно;

– методологические ограничения, связанные с использованием различных моделей и методов построения компонентов информационной системы.

Распределенные объектные архитектуры (CORBA, DCOM, Java RMI, WEB-services) стремятся преодолеть указанные ограничения, но оставляют нерешенными следующие проблемы развития информационных систем:

- необходимость перекомпиляции программных кодов при внесении изменений в объекты и интерфейсы;
- невозможность динамической адаптации поведения программных объектов в зависимости от состояний и поведения среды;
- невозможность работы в явной форме с моделями знаний, ценность которых в корпоративных системах постоянно возрастает;
- накопление гигантских объемов корпоративной информации, которые невозможно семантически обработать и представить в формах, удобных для ЛПР без иерархической организации уровней знаний (знания, метазнания, метаметазнания и т.д. – пирамида знаний).

Для преодоления вышеуказанных ограничений необходимо использовать принципиально отличную от традиционных архитектуру информационных систем. Рассмотрим эту проблему в аспекте формирования регионального экономико-информационного пространства. Как было отмечено выше, в работах Паринова С. [4] каждый субъект хозяйствования интерпретируется как экономический агент, осуществляющий взаимодействие с другими экономическими агентами. Подобный агент может быть рассмотрен как субъект информационного пространства. В процессе преобразования информации субъекты информационного пространства воспринимают окружающую среду путем фильтрации и обработки информации с помощью ментальных моделей, обеспечивающих понимание окружающей среды и решения возникающих проблем. Концептуальная модель информационного пространства представлена в [3] следующим образом:

$$IS = \langle A_i, M_i, B_{ij} \rangle, \quad (1)$$

где: IS – информационное пространство;

A_i – i -ый агент информационного пространства (т.е. информационная система);

M_i – ментальная модель A_i агента об окружающей среде и самом себе, зафиксированная в форме информационного ресурса;

B_{ij} – характер информационного взаимодействия A_i и A_j агентов;

$i = 1...N$, где N – количество агентов в информационном пространстве.

Таким образом, СППР регионального уровня, аккумулирующая знания в едином информационном пространстве региональных экономических субъектов, может быть представлена как распределенная интеллектуальная система, архитектура которой должна отражать информационные взаимодействия агентов в экономическом пространстве. В этом случае *субъектами аккумуляции знаний* выступают *интеллектуальные агенты*, представляющие собой информационные проекции региональных экономических агентов. Построение интеллектуальных систем с подобной архитектурой основано на *мультиагентном подходе*. *Интеллектуальные агенты* – новый класс программных и программно-аппаратных сущностей, которые действуют от имени пользователя, чтобы:

- находить и обрабатывать информацию,
- вести переговоры в системах электронной торговли и услуг,
- автоматизировать выполнение рутинных операций и поддерживать решение трудных задач,
- сотрудничать с другими программными агентами при возникновении сложных проблем, снимая тем самым с человека избыточную информационную нагрузку.

Фундаментальным базисом для формирования агентно-ориентированных представлений послужили труды: Колмогорова А. по теории информации и алгоритмической сложности объектов; Пригожина И., Стенгерс И., Хакена Г. по теории самоорганизации и эволюции открытых систем [5, 8]; у Эшби Р. – по моделям гомеостазиса и разнообразию систем [9]. Технология мультиагентных систем – это новая парадигма информационной технологии, ориентированной на совместное использование научных и технических достижений и преимуществ, которые дают идеи и методы искусственного интеллекта, современные локальные и глобальные компьютерные сети, распределенные базы данных и распределенные вычисления, аппаратные и программные средства поддержки теории распределенности и открытости.

В концепции мультиагентных интеллектуальных систем «агент» – это развитие известного понятия «объект», представляющего абстракцию множества экземпляров предметов ре-

ального мира, имеющих одни и те же свойства и правила поведения. Точное определение агента на сегодняшний день отсутствует. В данной работе под агентом понимается некоторая информационная подсистема, порожденная посредством развития агентного прототипа, при этом в мультиагентной системе изначально заложено несколько прототипов, соответствующих основным видам региональных экономических агентов («предприятие-производитель», «предприятие-поставщик», «инвестор», «региональный маркетинг» и т.п.).

Агенты функционируют в виртуальном мире – мультиагентной среде (МАС), в которой инициируется та или иная проблема. В процессе решения проблемы агенты взаимодействуют между собой путем посылки сообщений. Результатом деятельности агентов является текущее решение проблемы, которое гибко меняется в соответствии с динамикой среды.

Часто агентов определяют через те свойства, которыми они должны обладать. Агентам присущи следующие основные свойства:

- автономность – способность действовать без внешнего управляющего воздействия и осуществлять контроль собственных действий и внутреннего состояния;
- активность – способность ставить цели и выполнять заданные действия для их достижения;
- реактивность – адекватное восприятие состояния среды и реакция на его изменение;
- коммуникативность – взаимодействие с другими агентами;
- целенаправленность – предполагает наличие собственных источников мотивации;
- открытость – любой агент представляет собой открытую систему;
- базовые знания – знания агента о себе, других агентах, окружающей среде.

В задачи программного агента входят:

- самостоятельная работа и контроль своих действий;
- взаимодействие с другими агентами;
- изменение поведения в зависимости от состояния внешней среды;
- выдача достоверной информации о выполнении заданной функции и т.п.

Агенты функционируют в среде и избирают те действия, которые они могут выполнить. Модель этой среды состоит из модели инфор-

мационных ресурсов, их свойств, правил работы с ними и средств задания сообщений. В результате выполнения функций агенты создают некоторое поведение среды, которое в любой момент времени находится в некотором состоянии, а агент, выполняя заданные действия, изменяет его в целевое состояние и учитывает возможность возникновения нерегулярных состояний (тупиков, отсутствие ресурса и др.). В общем случае среда, в которой действует агент, имеет определенное поведение, которое может быть известно полностью или частично. Состояние среды зависит от таких ее свойств как: дискретность состояния, детерминированность действий, динамичность или статичность, синхронное или асинхронное изменение состояния и т.п. Кроме этого состояние среды зависит от информации, имеющейся у агента. В [6] дается следующее формализованное определение МАС:

$$MAS = (A, E, R, ORG, ACT, COM, EV), \quad (2)$$

где: A – множество агентов; E – множество сред, находящихся в определенных отношениях R и взаимодействующих друг с другом; ORG – некоторая организация, формирующаяся в процессе взаимодействия сред; ACT – набором индивидуальных и совместимых действий (стратегия поведения и поступков), включая возможные коммуникативные действия COM и возможность эволюции EV .

В [1] в основу описания поведения агентов положена модель жизненного цикла. Каждый интеллектуальный агент развивается в соответствии с собственной моделью поведения, которая может изменяться в рамках его индивидуального жизненного цикла. Жизненный цикл конкретного агента представлен в виде дискретной системы, при определенных условиях меняющей свои внутренние состояния, и может быть задан в виде графа переходов между стадиями (режимами) его существования (рис. 1).

Динамическая модель перехода интеллектуального агента из одного режима функционирования в другой представлена в виде продукционной системы: $PS = \langle R, B, I \rangle$, где R – множество режимов функционирования агента; B – множество правил преобразования (база знаний); I – интерпретатор (машина логического вывода). Структура k -го правила $p_k, i = \overline{1, K}$ имеет форму $p_k: if (R_v \wedge \{q_j\}) then (R_m)$, где R_v – текущий режим функционирования аген-

та; $q_j, j = \overline{1, J}$ множество параметров, контролируемых в данном состоянии; R_m – новый режим функционирования агента.

По уровням определения модели агентов можно разделить на 2 типа:

1. Глобальные модели (извне): на уровне множества объектов, объединенных на основании определенного признака (например, модели рождаемости, смертности, миграции и др.).

2. Локальные модели (изнутри): на уровне отдельного объекта (например, модель потребления человека).

По принципам построения моделей агентов и исходных данных можно выделить несколько подходов (рис. 2):

1. Использование регрессионных зависимостей, для определения логики на уровне множеств агентов.

2. Формирование базы знаний агентов на основании интеллектуального анализа данных, для определения логики поведения отдельных агентов.

3. Использование целевых функций для определения логики поведения агентов.

Существенным недостатком подхода на основе построения регрессионных зависимостей является невозможность точно соотнести выполняемое действие с конкретным агентом. К плюсам такого подхода можно отнести меньшие требования к статистике, в данном случае, более важным является временной интервал, за который собрана статистика, а не наличие данных статистики по всем возможным сочетаниям признаков агентов.

В случае использования базы знаний агентов

существует возможность построения локальных моделей определяющих логику поведения на уровне отдельного агента. Такой подход основывается на предположении, что социальные и производственные агенты, имеющие одинаковые наборы характеристик в одних и тех же условиях ведут себя сходным образом. То есть вероятность принятия положительного решения по какому-либо вопросу изменяется с изменением характеристик агента и переходов его в

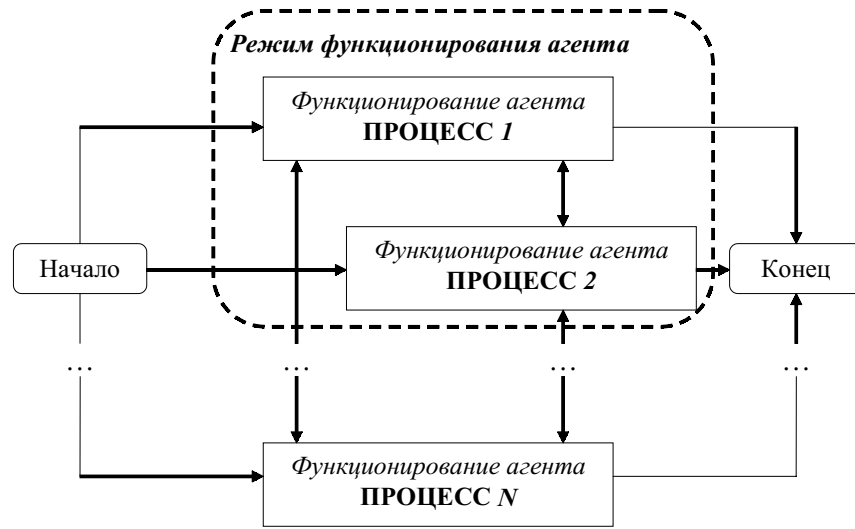


Рисунок 1. Жизненный цикл агента

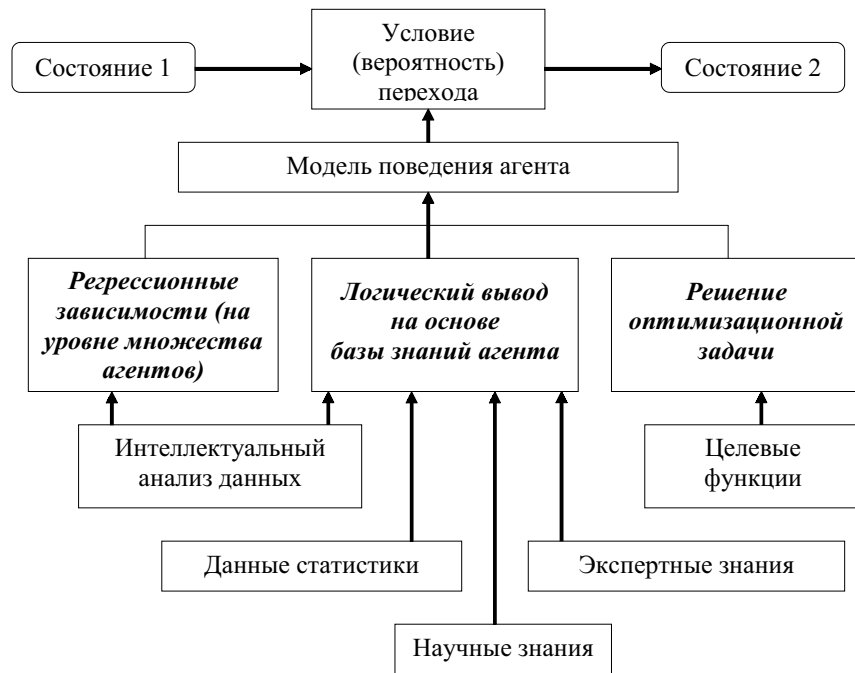


Рисунок 2. Классификация подходов к моделированию поведения агентов

другую группу. При таком подходе удастся учесть все особенности характеристик объектов. Можно выделить два основных преимущества использования данного метода:

1. Получение нового качества прогнозных данных по сравнению с регрессионными зависимостями: прогнозирование динамики развития на уровне отдельных групп объектов, а не только на уровне всего массива агентов.

2. Возможность использования исходных данных статистики только за предшествующий период, а не за несколько периодов (как в случае использования регрессионных зависимостей). Однако следует отметить, что в таком случае требуется значительно больше исходных данных для прогнозирования: необходима статистика по всем группам с различными сочетаниями отличительных признаков.

Два описанных выше подхода могут быть использованы при наличии достаточного объема статистики и возможности выделить устойчивые зависимости между факторами влияния и конечными результатами. Однако такой подход может быть неэффективен при моделировании условий, с которыми прежде не приходилось сталкиваться (например, кризисные ситуации). В этом случае становится целесообразным использование для определения логики поведения агентов целевых функций, определяющих поведение объектов модели в различных ситуациях. Такой подход, например, необходимо использовать при определении логики производственных агентов, в силу отсутствия ста-

тики необходимой для формирования базы знаний и необходимости оценки последствий развития в различных условиях.

Для достижения целей интеллектуальные агенты взаимодействуют друг с другом, устанавливая связь между собой через сообщения или запросы и выполняют заданные действия или операции в соответствии с имеющимися знаниями. В процессе взаимодействия агенты аккумулируют знания в своих базах знаний, за счет этого происходит процесс адаптации к изменениям среды и эволюционирование агентов. Как было отмечено выше, аккумуляция знаний невозможна без процесса формализации. В настоящее время существует широкий спектр способов формализации знаний – моделей представления знаний. Одной из наиболее перспективных и успешно применяемых в мультиагентных интеллектуальных системах моделей является гибридная фреймово-продукционная модель, позволяющая формализовать не только статические, но и динамические знания. Таким образом, представленная концепция интеллектуальной СППР регионального уровня на основе мультиагентного подхода может служить инструментом комплексного анализа и прогноза экономического развития ситуации региона. В свою очередь знания, аккумулируемые региональными экономическими субъектами (агентами), позволяют генерировать и выбирать наилучшие стратегии экономического развития региона.

11.11.2010

Список литературы:

1. Бегунов Н. А., Клебанов Б. И., Москальв И. М. Технология прогнозирования развития муниципального образования с использованием имитационной модели // Журнал «Автоматизация и современные технологии» М.: Машиностроение. 2009, №4. С. 39–45.
2. Иванов Е. Ю. Информатика как категория экономической теории. – <http://rvles.ieie.nsc.ru:8101/parinov/ivanov/ivanov.htm>.
3. Калинина А.Э. Основные теоретические положения развития информационного пространства хозяйственной системы. Волгоградский государственный университет. http://www.volsu.ru/s_conf/tez_htm/062.htm
4. Паринов С. К теории сетевой экономики // Проблемы новой политэкономии. – 2001, №1. – С. 17-38.
5. Пригожин, Илья Романович, Стенгерс И. Порядок из хаоса. Новый диалог человека с природой, М., 1986. – 312 с.
6. Тарасов В. Б. От многоагентных систем к интеллектуальным организациям: философия, психология, информатика. – М.: Эдиториал УРСС, 2002. – 352 с.
7. Швецов А.Н. Агентно-ориентированные системы: от формальных моделей к промышленным приложениям / Всероссийский конкурсный отбор обзорно-аналитических статей по приоритетному направлению «Информационно-телекоммуникационные системы», 2008. – 101 с.
8. Хакен Г. Принципы работы головного мозга: Синергетический подход к активности мозга, поведению и когнитивной деятельности. М.: Изд-во Per Se, 2001. – 353 с.
9. Эшби У. Р. Конструкция мозга. Происхождение адаптивного поведения – М.: ИЛ, 1962. – 397 с.

Сведения об авторах:

Жук Марина Алексеевна, зав. кафедрой прикладной информатики в экономике и управлении, кандидат экономических наук, доцент. 460018 г. Оренбург, пр_т Победы, 13, ауд. 14321, тел. (3532)372565, e_mail: pi@unpk.osu.ru.

Буреш Ольга Викторовна, декан факультета экономики и управления, Оренбургский
государственный университет доктор экономических наук, профессор
460018 г. Оренбург, пр-т Победы, 13, ауд. 6309а, тел. (3532)372440, e_mail: feu@mail.osu.ru

UDC 330.46

Buresh O. V, Zhuck M. A.

THE APPROACH TO FORMATION ECONOMIC-INFORMATION FIELD REGION ON THE BASIS OF THE AGENT

In article formation pressing questions economic-information field region within the limits of realization of the state strategy of modernization and an intensification of a regional industrial policy are considered. The offered concept the agent architecture regional economic-information field allows to realize systems of support of decision-making of regional level, adaptive to environment changes.

Keywords: region, an information field, economic space, the agent, multi agent environment, knowledge bases, accumulation of knowledge.

References:

1. Runners H. A, Klebanov B. I., Moskalev I.M. Technology of forecasting of development of municipal union with use of imitating model//Magazine «Automation and modern technologies» M: Mechanical engineering. 2009, №4. P. 39–45.
2. Ivanov E.J. Informatsija as a category of the economic theory. – [http://rvles.ieie.nsc.ru: 8101/parinov/ivanov/ivanov.htm](http://rvles.ieie.nsc.ru:8101/parinov/ivanov/ivanov.htm).
3. Kalinin A.E. core theoretical positions of development of an information field of economic system. The Volgograd state university. http://www.volsu.ru/s_conf/tez_htm/062.htm
4. Parinov S. To the theory of network economy//Problems of new political economy. – 2001, №1. – P. 17-38.
5. Prigozhin I. R., Stengers I. Porjadok from chaos. New dialogue of the person with the nature, M, 1986. – 312 p.
6. Tarasov V. B. From многоагентных systems to the intellectual organisations: philosophy, psychology, computer science. – M: Editorial, 2002. – 352 p.
7. Shvecov A.N. The Systems of agents: from formal models to industrial appendices / the All-Russia competitive selection of obzorno-analytical articles in a priority direction «information-telecommunication systems», 2008. – 101 p.
8. Haken H. Printsipy of brain work: the Sinergetichesky approach to activity of a brain, behaviour and the cogitative activity. M: Publishing house Per Se, 2001. – 353 p.
9. Eshbi U.R. a brain Design. An origin of adaptive behaviour — M: SILT, 1962. — 397 p.