

УДК 338+004:33

© В. М. РАМЗАЕВ<sup>1</sup>, И. Н. ХАЙМОВИЧ<sup>2</sup>, В. Г. ЧУМАК<sup>3</sup>, Е. А. КУКОЛЬНИКОВА<sup>4</sup>, 2017

<sup>1,2,3,4</sup> *Международный институт рынка (МИР), г. Самара, Россия*

<sup>2</sup> *Самарский национальный исследовательский университет  
им. С. П. Королева (Самарский университет), Россия*

*E-mail* <sup>1,2,3,4</sup>: kovalek68@mail.ru

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ АГЕНТ-ОРИЕНТИРОВАННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ДЛЯ АНАЛИЗА ВЫСОКОТЕХНОЛОГИЧНЫХ ИНТЕГРИРОВАННЫХ СТРУКТУР ПРОМЫШЛЕННОСТИ РЕГИОНА

*В статье проведен анализ высокотехнологичных интегрированных структур промышленности региона, проведена оценка возможности применения агент-ориентированного моделирования для принятия проектных решений в данной области, сформированы основные этапы для разработки принципиально новой методологии развития высокотехнологичных интегрированных структур промышленности с учетом динамики внутренней среды и неопределенности внешней среды региона.*

**Ключевые слова:** теория управления, социально-экономическое развитие региона, имитационное агент-ориентированное моделирование, кластерный подход, корреляционно связанные факторы.

В современных экономических условиях проблематика моделирования социально-экономических процессов и явлений часто используется для целей управления и прогнозирования. При этом одна из ключевых современных научных проблем данной области заключается в необходимости разработки моделей, основанных на принципе ограниченной рациональности поведения хозяйствующих субъектов Г. Саймона [1].

Принцип Саймона позволяет преодолеть ограничения, накладываемые подходом абсолютной рациональности, в первую очередь — на соответствие реалиям, и обеспечить высокую адекватность моделей.

Таким образом, теория ограниченной рациональности дала импульс новым научным направлениям в моделировании, к числу которых относится агент-ориентированное моделирование [2, 3].

Агент-ориентированное моделирование (АОМ) — это новое направление имитационного моделирования, получающее все большее распространение в экономической науке и практике, поскольку позволяет обеспечить максимальное соответствие реаль-

ности, в том числе по уровню сложности, и, тем самым, повысить эффективность управления и прогнозирования.

Долгое время развитие АОМ сдерживалось возможностями вычислительной техники и отсутствием специализированных программных продуктов. Однако сейчас, с появлением суперкомпьютеров, технологий больших данных, пакетов типа AnyLogic, перед исследователями АОМ открывается широкий спектр перспектив.

В западных странах ученые уже активно применяют агент-ориентированное моделирование для решения прикладных задач (например, широко известна модель прогнозирования распространения заболеваний среди населения США).

Отечественные разработки в данной области преимущественно сосредоточены в рамках лаборатории агентного моделирования Центрального экономико-математического института Российской академии наук (ЦЕМИ РАН) — это демографические модели, модели обществ, отраслей, рынков и регионов. Вместе с тем многие значимые области знаний пока остаются не охваченными. К их числу относится и агент-ориентированное моделирование инновационного развития интегрированных структур промышленности региона.

Задача глобального технологического лидерства, поставленная Президентом РФ в Послании Федеральному Собранию 04.12.2014 г. [4], обуславливает необходимость промышленного прорыва в седьмой технологический уклад посредством новых продуктов и технологий для будущих рынков, видение которых формируется в рамках Национальной технологической инициативы.

В экономическом разрезе задача глобального технологического лидерства трансформируется в задачу глобальной конкурентоспособности за счет непрерывного опережающего инновационного развития высокотехнологичных отраслей и производств. Роль фундаментальной науки при этом заключается в предоставлении методологического аппарата и инструментария, адекватных поставленным задачам и учитывающих передовые достижения мировой экономической мысли.

Исследованию проблематики инновационного развития в Российской Федерации уделяется особое внимание, что находит свое отражение в числе публикаций по данному вопросу в ведущих отечественных и международных изданиях, однако высокая научная разработанность проблемы пока не смогла оказать достаточно положительного влияния на практику хозяйствования. Так, Глобальный инновационный индекс [5] определяет 49 и 48 позицию России среди стран мира в 2014 и 2015 годах соответственно. При этом значение индекса (0,66) осталось без изменений в обоих пе-

риодах. Динамика инновационного индекса субъектов РФ показывает его снижение для многих регионов (например, Самарская область потеряла 5 позиций в 2012 г. по сравнению с 2010 г., переместившись на 20 позицию).

Указанный разрыв между теорией инновационного развития и практикой его реализации объясняется целым комплексом причин. Значимое место среди них занимает недостаточное соответствие предлагаемого наукой инструментария реальному характеру поведения экономических систем. Данная проблема имеет не только важное практическое, но и методологическое значение, поскольку обуславливает смену классической парадигмы исследований в области инновационного развития на институциональную, основанную на концепте ограниченной рациональности.

Таким образом, актуальность научной проблемы развития высокотехнологичных интегрированных структур промышленности (ВИСП) определяется, с одной стороны, необходимостью решения задачи глобального технологического лидерства, что возможно за счет опережающего инновационного развития высокотехнологичных отраслей промышленности [6, 7]; с другой стороны – неразработанностью необходимых эффективных моделей с использованием агент-ориентированного подхода. Данная научная проблематика имеет дуальный характер, *аккумулируя проблемы инновационного развития высокотехнологичных интегрированных структур промышленности и проблемы агент-ориентированного моделирования.*

Вопросам, связанным с проблематикой инновационного развития социально-экономических систем (в том числе интегрированных промышленных структур), посвящены исследования Ю. П. Анискина, А. И. Анчишкина, М. И. Бажановой, В. П. Баранчеева, А. В. Быкова, А. Е. Варшавского, С. Б. Гальперина, С. Ю. Глазьева, Е. С. Кеневич, М. С. Кувшинова, Б. Н. Кузыка, Д. С. Львова, В. Л. Макарова, В. В. Свечниковой, А. А. Трофиловой, Г. Менша, Б. Санто, Б. Твисса, К. Фримэна, Й. Шумперета и других ученых. Современный контекст данного научного направления лежит в русле инновационной экономики и ее передового рубежа – экономики знаний. Здесь весьма значимыми представляются исследования Э. Тоффлера, Ф. Фукуямы, Д. Белла, Дж. Нейсбитта, А. Н. Новицкого, С. Д. Валентей, Н. В. Смородинской, В.Л. Макарова, Д.С. Львова, Г.Б. Клейнера, Ю.А. Корчагина, В. А. Медведева, О. Г. Голиченко, А. Г. Герасимова, А. И. Амосова, Е. Б. Ленчук, А. В. Барышевой, Б.З. Мильнера, Г. А. Власкина, Р. Бакмена, Б. Гейтса, Б. Шмита, Л. Брауна, Дж. Б. Куинна, Л. Чарли, Р. Флориды и др. При этом основное внимание отечественных и зарубежных ученых со-

средоточено на вопросах создания, распространения, использования знаний и управления ими. В целом можно сказать, что в настоящее время актуализируется методология экономики знаний в части организационно-экономических механизмов, технологий, структур, форм институциональной поддержки, моделей, методов и т.п. и идет процесс накопления и развития знаний по указанным аспектам.

Актуальные задачи АОМ включают непосредственно разработку и описание моделей значимых социально-экономических процессов и явлений, повышение корректности спецификации агентов, усложнение апробированных моделей для целей долгосрочного моделирования и применение адекватных средств вычислительной техники (суперкомпьютеров).

Наиболее значимыми российскими учеными-исследователями в области агент-ориентированного моделирования являются В. Л. Макаров, А. Р. Бахтизин, Е. Д. Сушко, М. И. Гольцман, А. С. Акопов, А. А. Афанасьев и др. В число западных ведущих исследователей в данной области входят Дж. Эпштейн, Р. Акстелл, Д. Паркер, Д. Хелбинг, С. Петленд, Й. Шохам, П. Виттек и др., исследовательские работы которых сосредоточены в лабораториях крупнейших университетов, научно-исследовательских центров и IT-компаний.

Интегрированные структуры промышленности высоких технологий, аккумулируя инновации, способствуют их распространению в связанных и зависимых отраслях, что обеспечивает синергетический эффект в инновационном развитии региональной экономики. Под ВИСП понимаются кластеры высокотехнологичной промышленности на мезоуровне.

Для развития высокотехнологичных интегрированных структур промышленности региона необходимо решение следующих задач:

1) формирование набора и параметризация экономических агентов – участников процесса инновационного развития высокотехнологичных интегрированных структур промышленности региона, разработка правил межагентного и агентно-средового взаимодействия;

2) разработка агент-ориентированной модели инновационного развития ВИСП региона, анализ модели на чувствительность к изменениям параметров;

3) имитационное моделирование сценариев инновационного развития ВИСП региона, исследование регулирующих воздействий и выбор оптимальных целевых траекторий;

4) разработка методологических аспектов управления инновационным развитием ВИСП региона.

Разработанная методология в дальнейшем позволит повысить эффективность инновационного развития региональных ВИСП, и как следствие, региона в целом, а в конечном итоге — решить задачу достижения глобального технологического лидерства и обеспечения глобальной конкурентоспособности страны.

Новизна будущей методологии будет связана с применением новых возможностей агент-ориентированного подхода, который ранее не использовался в моделировании инновационного развития высокотехнологичных интегрированных структур промышленности.

При этом АОМ позволит построить модели сложных адаптивных систем (к которым относятся региональные ВИСП), максимально приближенных к реальной действительности, и обеспечить новое качество знаний для управления, прогнозирования и формирования наилучших траекторий развития.

В рамках данного проекта рассматриваются ВИСП региональных кластеров сетевого типа как структуры высокого уровня гибкости и интеграции, способные к саморазвитию за счет непрерывных обновлений, то есть привносящие инновационную ориентированность, а значит, и большую устойчивость в процессы экономического роста. Помимо агентов — кластеров высоких технологий, в модель включаются агенты — органы государственной власти и институты поддержки инновационного развития мезоуровня, что обеспечит комплексность модели.

Сформированная принципиально новая методология управления социально-экономическим развитием будет учитывать динамику внутренней среды и неопределенность внешней среды региона.

В конечном итоге можно получить новые, оригинальные результаты, заключающиеся в следующем:

1. Новая методология управления социально-экономическим развитием региона на основе инновационного развития высокотехнологичных интегрированных структур промышленности (ВИСП) региона, которая включает в себя:

- кластерную структуризацию ВИСП;
- моделирование процесса управления развитием региональных кластеров на основе корреляционных взаимосвязей факторов развития;
- выявление доминант социально-экономического развития региона;
- имитационное агент-ориентированное моделирование процесса управления социально-экономическим развитием регион на основе ВИСП.

Оригинальность новой методологии будет заключаться в сочетании агент-ориентированного и кластерного подходов к управлению сложными социально-экономическими системами, что позволяет эффективно структурировать систему как субъект управления в целях максимального приращения конкурентоспособности региона и эффективно управлять динамикой развития социально-экономической системы региона, учитывая действительные свойства системы и механизмы самоорганизации.

2. Сформированный комплекс необходимых и достаточных условий для существования кластера. Оригинальность полученного в итоге результата — в определении четких научно-обоснованных критериев, позволяющих подтвердить либо отвергнуть гипотезу о существовании кластера на основе ВИСП в регионе.

3. Процедура нечеткого вывода для определения состава и границ ВИСП как сложных агент-ориентированных систем. Оригинальность результата — в использовании аппарата нечеткой логики применительно к задаче установления состава, структуры и границ социально-экономической системы ВИСП как кластера.

4. Сформированный комплекс критериев оценки состояния кластера. Оригинальность результата — в научном обосновании критериев оценки параметров состояния ВИСП.

5. Выполненная оценка состояния региональных кластеров по разработанному комплексу критериев. Оригинальность результата — в новизне разработанного комплекса оценочных критериев.

6. Результаты опроса экспертов анализа социальных сетей в целях выявления ключевых факторов развития ВИСП региона.

Выполненное исследование мнений экспертов — представителей органов региональной власти и бизнес-сообщества области и социальных сетей позволит оценить эффективность управления ВИСП региона.

7. Экономико-математическая модель управления развитием ВИСП региона. Ее оригинальность будет заключаться в учете корреляционно связанных эффектов управления ключевыми факторами развития региональных кластеров, что максимизирует конечный результат управления кластерной системой в целом.

8. Сформированный комплекс доминант развития ВИСП региона. Оригинальность результата — в использовании кластерного подхода к структуризации ВИСП региона, экстраполяции факторов инновационного развития региональных промышленных кластеров с учетом различий в масштабах и специфике систем.

9. Имитационные агент-ориентированные модели управления ВИСП региона.

Применение синергетического подхода и агент-ориентированного моделирования определяет научную новизну и оригинальность результата, т.к. позволяет учесть действительные свойства и проявления механизмов самоорганизации сложных социально-экономических систем.

10. Выполненная оценка и интерпретация результатов Оригинальность результата – в новизне применяемых динамических моделей управления инновационным развитием ВИСП региона. динамического моделирования процесса управления ВИСП области.

В конечном итоге сформированная принципиально новая методология управления инновационным развитием ВИСП региона с учетом динамики внутренней среды и неопределенности внешней среды региона сможет быть апробирована в любом из регионов Российской Федерации (например, в Самарской области).

Данная методология управления инновационным развитием ВИСП региона позволит провести кластерную структуризацию экономической системы региона, смоделировать процесс управления инновационным развитием региональных кластеров на основе корреляционных взаимосвязей факторов развития, выявить доминанты инновационного развития ВИСП региона, провести имитационное агент-ориентированное моделирование процесса управления инновационным развитием региона.

В результате область получит удобный инструмент для определения эффективности управления инновационным развитием ВИСП региона с учетом ключевого понятия «конкурентоспособность территорий». Разработанные методы позволят использовать не только данные статистики, но и собирать данные из социальных сетей [8, 9], структурировать и анализировать их, используя агент-ориентированные модели, что окажет существенную помощь в разработке своевременных мероприятий по стабилизации социально-экономической ситуации в регионе.

### **Литература**

1. Simon H. Rational Decision Making in Business Organizations // American Economic Review. 1979. Vol. 69. Pp. 493-512.
2. Хаймович И. Н., Дровяников В. И., Чумак В. Г. Математический аппарат для выбора стратегии вуза в конкурентной среде // Научное обозрение. 2012. № 4. С. 388-392.
3. Haimovich I., N., Frolov M. A. Improvement of Technological Process of Multiproduct Production on the Bases of Simulation Modeling of Production Unit // Key engineering materials. 2016. Vol. 684. Pp. 487-507.

4. Послание Президента РФ Федеральному Собранию от 04.12.2014 г. «Послание Президенту РФ Федеральному Собранию». URL: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_171774/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_171774/).

5. Global Innovation Index. URL: <https://www.globalinnovationindex.org/>.

6. Нестерова С. И. Комплексная оценка устойчивости социально-экономического развития региона // Социально-гуманитарный вестник Юга России. 2012. № 7-8. С. 213-218.

7. Нестерова С. И. Рейтинговая оценка уровня социально-экономического развития центров субъектов Приволжского федерального округа // Экономика. Управление. Право. 2012. № 8. С. 23-27.

8. Chumak V. G., Ramzaev V. M., Khaimovich I. N. Challenges of Data Access in Economic Research based on Big Data Technology // CEUR Workshop Proceedings. 2015. 1490. С. 327-337.

9. Горбунов Д. В., Нестерова С. И., Рамзаев В. М., Хаймович И. Н., Чумак В. Г. Управление развитием малого бизнеса в регионе на основе интеллектуального анализа данных (технология BIG DATA) // Фундаментальные исследования. 2016. № 4. Ч. 2. С. 381-386.

*Статья поступила в редакцию 16.05.17 г.*

*Рекомендуется к опубликованию членом Экспертного совета  
канд. экон. наук М. М. Васильевым*