

АГЕНТ-ОРИЕНТИРОВАННЫЕ МОДЕЛИ В МУНИЦИПАЛЬНОМ УПРАВЛЕНИИ¹



ЧЕКМАРЕВА ЕЛЕНА АНДРЕЕВНА

Вологодский научный центр Российской академии наук

Россия, 160014, г. Вологда, ул. Горького, д. 56а

E-mail: miteneva@inbox.ru

В статье поднимается проблема инструментария и научной обоснованности разработки плано-прогнозных документов на муниципальном уровне. Потребность в таком инструментарии обусловлена зависимостью социально-экономического развития муниципалитета от качества стратегического планирования, актуальна в свете действующего законодательства, в частности, Федерального закона «О стратегическом планировании в Российской Федерации», принятого Государственной Думой в 2014 году. В ходе исследования развивается идея специалистов ЦЭМИ РАН о целесообразности использования агент-ориентированных моделей в качестве инструмента планирования развития территорий. Принципиальным отличием проведенной работы от уже существующих публикаций, затрагивающих данную тему, является цель исследования, которая заключалась не в обзоре существующих моделей и описании примеров, что можно найти во многих статьях, а в анализе и систематизации накопленного наукой и практикой опыта разработки агент-ориентированных моделей, предназначенных для целей муниципального управления. В частности, научную новизну исследования составляет выполненная автором классификация агент-ориентированных моделей в муниципальном управлении по четырем основным критериям: область применения, цель применения, способ включения в модель органов власти, способ задания в модели управляющих воздействий. Так, по области применения выделены агент-ориентированные модели, решающие задачи территориального планирования, бюджетного проектирования, налоговой политики, охраны окружающей среды, транспортного обслуживания, обеспечения детскими садами, школами, медицинской помощью, а также другие вопросы в соответствии с полномочиями муниципальных

¹ Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 16-36-60011 мол_а_дк

органов власти. По цели применения определены агент-ориентированные модели, предназначенные для прогнозирования рисков социально-экономического развития, апробации управленческих воздействий, оценки эффективности проводимой политики, тренировки навыков принятия решений. По способу включения в модель органов власти выделены агент-ориентированные модели, содержащие их в явном и неявном виде, по способу задания управляющих воздействий – модели, в которых поведение органов власти определяется эндогенно, частично эндогенно, экзогенно. Также в статье описаны этапы разработки агентной модели для целей формирования научно обоснованной социально-экономической политики на местах, а также минимально необходимый состав команды разработчиков, обоснована перспективность и целесообразность использования агент-ориентированного моделирования в муниципальном управлении, рассмотрены мнения ведущих российских и зарубежных специалистов относительно потребности в новом инструментарии, приведены многочисленные аргументы в пользу его применения.

Агент-ориентированное моделирование, агент-ориентированный подход, управление, политика.

Согласно Федеральному закону «О стратегическом планировании в Российской Федерации», стратегии социально-экономического развития различного уровня управления должны разрабатываться и корректироваться в нашей стране на основе и с учетом результатов прогнозирования научно-технологического и социально-экономического развития территорий. При этом муниципальное управление, понимаемое в законе как «деятельность органов местного самоуправления по реализации своих полномочий в сфере социально-экономического развития» (ст. 3, п. 3), также должно носить стратегическую направленность. В частности, к документам стратегического планирования, разрабатываемым на муниципальном уровне (ст. 11, п. 5), относятся прогноз социально-экономического развития муниципального образования на среднесрочный или долгосрочный период, стратегия социально-экономического развития и план мероприятий по ее реализации, бюджетный прогноз муниципального образования на долгосрочный период и муниципальная программа [15]. Таким образом, можно говорить о постепенном расширении деятельности органов местного самоуправления в рамках полномочий, пред-

усмотренных п. 6 ст. 17 Федерального закона «Об общих принципах организации местного самоуправления в Российской Федерации» в части «принятия и организации выполнения планов и программ комплексного социально-экономического развития муниципального образования» [16].

Следует отметить, что, определяя прогноз социально-экономического развития муниципального образования как «документ стратегического планирования, содержащий систему научно обоснованных представлений о направлениях и ожидаемых результатах социально-экономического развития муниципального образования на среднесрочный или долгосрочный период» [15] и тем самым подчеркивая важность научной обоснованности муниципального управления, закон о стратегическом планировании не дает каких-либо рекомендаций относительно инструментария выработки указанных «научно обоснованных представлений».

В то же время вопрос инструментария, на наш взгляд, является одним из важнейших, поскольку от его качества напрямую зависит качество прогноза и, как следствие, реалистичность достижения поставленных целевых показателей, целе-

сообразность и эффективность принятых мер, а в результате и социально-экономическое развитие муниципалитета в целом. Мы разделяем мнение Н.Н. Лычкиной о том, что «в условиях становления основ стратегического планирования в РФ существует необходимость совершенствования информационно-аналитической и экспертно-аналитической деятельности на базе информационно-аналитических центров органов государственной власти, инструментария обоснования и реализации государственных проектов и программ стратегического развития на всех уровнях управления» [7, с. 168].

Вместе с тем, как справедливо отмечает В.Е. Кириенко, описывая современное состояние проблемы, «текущий этап внедрения информационных технологий в государственном и муниципальном управлении характеризуется акцентом на создании широкого спектра электронных услуг». Однако, по мнению практика, следующим этапом информатизации органов управления должно стать создание современных систем поддержки принятия решений, которые по своей стоимости, степени сложности и удобству интерфейса будут соответствовать реальным возможностям муниципалитетов и квалификации муниципальных служащих [6].

Естественно, для роста эффективности стратегического планирования и обеспечения высокой вероятности исполнения планово-прогнозных документов не достаточно только качественного инструментария, в частности, анализ государственного и муниципального прогнозирования в России, проведенный А.М. Петровым, показал, что для повышения полезности прогнозных документов необходим целый ряд условий, к которым кроме развитой системы прогнозной деятельности относятся также достоверная и полная информационная база, обширный штат высококвалифицированных спе-

циалистов, владеющих различными методами, технологиями и приемами прогнозирования, сформированная инфраструктурная и институциональная база [17, с. 62]. Безусловно осознавая наличие кадровых и других проблем муниципального управления в России [24], мы все же придерживаемся тезиса А.С. Маршаловой и А.С. Новоселова о том, что на сегодняшний день «одно из условий повышения эффективности механизма муниципального управления – создание новой технологии разработки планово-прогнозных документов» [12, с. 174]. На наш взгляд, в основу такой технологии должно лечь агент-ориентированное моделирование социально-экономического развития муниципалитетов.

Как известно, главная особенность моделирования состоит в том, что это «метод опосредованного познания с помощью объектов-заместителей» [4, с. 16], называемых моделями. Основным отличием агент-ориентированных моделей от других классов моделей является «наличие в них большого числа взаимодействующих друг с другом агентов» [11, с. 11].

Формально, агент-ориентированное моделирование – это вычислительный метод, позволяющий исследователю создавать и анализировать модели, состоящие из агентов, которые взаимодействуют в среде, а также экспериментировать с построенными моделями [34, с. 2]. Такие модели основаны на индивидуальном поведении агентов и создаются для компьютерных симуляций, а конечная цель их разработки заключается в отслеживании «влияния флуктуаций агентов, действующих на микроуровне, на показатели макроуровня» [3, с. 24].

В настоящее время зарубежной наукой накоплен значительный опыт разработки агент-ориентированных моделей (АОМ), предназначенных для целей государственного и муниципального управ-

ления. Как отмечают итальянские ученые G. Fagiolo и A. Roventini, число агент-ориентированных моделей, решающих управленческие проблемы, становится настолько большим, что обзор всей литературы, вероятно, заслуживает целой книги, а не статьи. Пытаясь ограничить круг рассматриваемых моделей, исследователи фокусируют свое внимание на подмножестве АОМ, затрагивающих вопросы макроэкономической политики, и классифицируют их, разбивая на 5 групп: налоговая политика, денежно-кредитная политика, макропруденциальная политика, политика на рынке труда и политика в области изменения климата [31]. Российский опыт разработки агент-ориентированных моделей, предназначенных для апробации управленческих решений, представлен в основном работами исследовательского коллектива ЦЭМИ РАН под руководством академика В.Л. Макарова. Краткий обзор российского и зарубежного опыта и примеры практических разработок в данной области можно встретить во многих публикациях [8; 18; 19; 23]. В частности, В.Л. Макаровым, А.Р. Бахтизиным, Е.Д. Сушко наглядно показано, что спектр проблем, для решения которых создаются агент-ориентированные модели, на сегодняшний день очень широк: управление в условиях стихийных бедствий, управление природными ресурсами, управление расширением городской территории, управление транспортной инфраструктурой города, управление сегрегацией населения, управление деловой активностью населения и др. [9].

Поддерживая и развивая идею специалистов ЦЭМИ РАН о «целесообразности использования АОМ как инструмента планирования развития территорий, в том числе стратегического», [8, с. 16] в представляемой работе мы не ставили своей целью дать обзор существующих моделей и описать конкретные примеры, а пред-

приняли попытку проанализировать и систематизировать накопленный наукой и практикой опыт разработки агент-ориентированных моделей, предназначенных для целей муниципального управления, показать их виды и особенности, обосновать перспективность и целесообразность применения агент-ориентированного моделирования в муниципальном управлении. В частности, научную новизну исследования составляет выполненная автором классификация агент-ориентированных моделей в муниципальном управлении. Также в статье приведены аргументы в пользу применения агент-ориентированного моделирования и описаны основные предпосылки внедрения нового инструментария в практику муниципального управления.

Хотелось бы отдельно подчеркнуть, что автор сознательно избегает употребления термина «местное самоуправление» и использует понятие «муниципальное управление», поскольку разделяет позицию В.И. Шамова в том, что «в современной России произошло некое опережение в создании административной составляющей системы местного самоуправления. В основной массе регионов в подавляющем большинстве случаев сформировано не «местное самоуправление» как единство права народовластия местного населения и организационных форм его исполнения в пределах муниципальных образований, а именно «местная власть» в виде структуры органов муниципальной административной власти» [24, с. 57].

Агент-ориентированное моделирование государственного и муниципального управления является прикладным видом социального имитационного моделирования и может применяться для формирования стратегической политики в общественном секторе. [30, с. 1]. Как показывает ряд зарубежных исследований [25; 29; 38], это мощный и гибкий инструмент для вы-

работки оптимальных управленческих решений различного уровня. В частности, что касается экономической политики, АОМ имеют существенные преимущества по сравнению с традиционными неоклассическими инструментами, такими как динамические стохастические модели общего равновесия (DSGE) [32, с. 19]. В российских исследованиях также встречается мнение о необходимости обновления инструментария и «поиска эффективных модельных конструкций», поскольку «традиционные методы прогнозирования и эконометрики, применяемые на макроуровне и в территориальном управлении, не эффективны для адекватного описания сложных социально-экономических систем в современных нестационарных экономических условиях, характеризующихся изменчивостью внешней среды, структурными перестройками» [7, с. 169].

Пытаясь обосновать необходимость применения агент-ориентированного моделирования в муниципальном управлении, мы последовали примеру Роберта Акстелла, который, доказывая перспективность использования агент-ориентированного моделирования в социальных науках, в 2000 году озадачил научный мир вопросом «Why agents?», послужившим названием для одной из наиболее цитируемых впоследствии его работ [27].

Задаваясь аналогичным вопросом по отношению к предмету нашего обсуждения, мы обнаружили следующие основные аргументы в пользу применения агент-ориентированных моделей в практике муниципального управления:

- являются наиболее приближенными к реальности, они адекватны реальным экономическим явлениям и процессам;
- соответствуют современному уровню развития экономической науки и господствующей парадигме;
- позволяют учесть роль человеческого фактора в экономике, индивидуаль-

ность и ограниченную рациональность экономических агентов;

- имитируют процессы макроуровня как результат деятельности множества агентов микроуровня;
- позволяют уловить процессы самоорганизации и самовоспроизводства экономических систем;
- обладают свойством эмерджентности, то есть возникновения у системы свойств, не присущих ее элементам;
- соответствуют принципам стратегического планирования в России [15, статья 7];
- повышают качество прогноза социально-экономического развития муниципального образования;
- усиливают научную обоснованность планово-прогнозных документов;
- позволяют использовать «сценарный подход в стратегическом управлении муниципальным образованием» [1];
- имеют внушительный арсенал готового программного обеспечения;
- постоянно совершенствуются и обладают большим потенциалом развития [42].

На наш взгляд, это более чем достаточное количество доводов за использование агент-ориентированных моделей в качестве базового инструментария разработки планово-прогнозных документов муниципального уровня. Мы полностью согласны с мнением М. Varuffini, что качественно построенные агент-ориентированные модели при их применении к исследованию реальных проблем управления могут действовать как своего рода «увеличительное стекло», позволяющее обеспечить лучшее понимание действительности [28, с. 90].

Анализ современного опыта в данной области позволил нам провести классификацию агент-ориентированных моделей в муниципальном управлении. Основные их виды обобщенно представлены на рис.

Классификация выполнена по четырем критериям:

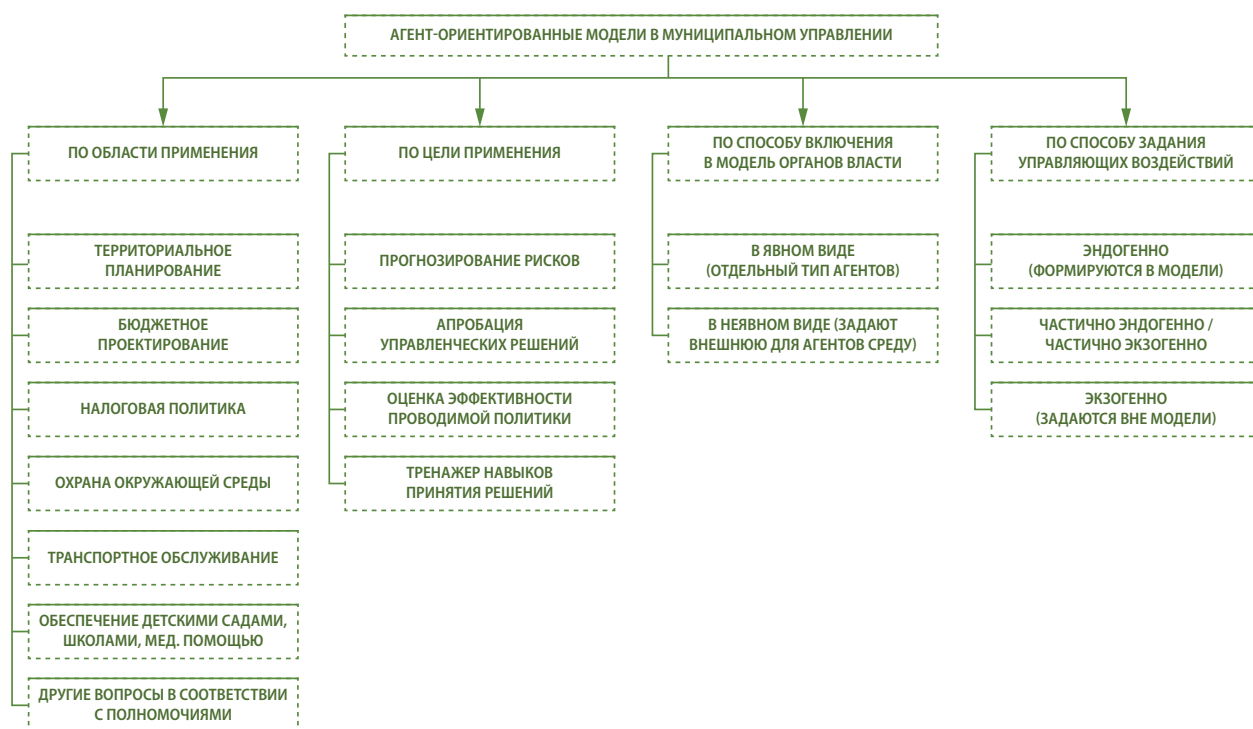


Рис. Классификация агент-ориентированных моделей в муниципальном управлении

Источник: составлено автором.

- область применения модели;
- цель применения;
- способ включения в модель органов власти;
- способ задания управляющих воздействий в модели.

Следует заметить, что предлагаемый перечень критериев, разумеется, не является полным, однако отражает основные особенности и возможности применения агент-ориентированных моделей в муниципальном управлении. При желании перечень может быть расширен, например, за счет использования критериев, рассматриваемых А.Г. Гранбергом при общей классификации экономико-математических моделей [4, с. 28–31]. В частности, как и все модели, агент-ориентированные модели в управлении бывают теоретическими и прикладными.

Теоретические модели важны для понимания сущности происходящих процессов и явлений и предназначены для расширения знаний об изучаемом объекте. Примером такой модели можно назвать агент-ориентированную модель, разработанную М.

Neugart для оценки эффективности политики на рынке труда. Модель содержит всего сто работников и сто фирм, в каждой из которых по одной вакансии, однако позволяет сделать вывод о влиянии политики субсидирования обучения безработных на общий уровень занятости [40].

Прикладные модели являются практико-ориентированными и предназначены для решения реальных проблем. Зачастую они реализованы в виде конкретных программных приложений. Например, в настоящее время за рубежом агент-ориентированный подход успешно применяется для моделирования и оценки аграрной политики, при этом нам известно как минимум четыре программных приложения, разработанных для данных целей: Agripolis, RegMAS, MP-MAS, SWISSland [37].

Вопросы землепользования и территориального планирования на данный момент являются одним из наиболее популярных направлений использования агент-ориентированных моделей в муниципальном управлении.

В целом, как видно из рис. 1, по области применения выделяются АОМ, решающие задачи:

- территориального планирования;
- бюджетного проектирования;
- налоговой политики;
- охраны окружающей среды;
- транспортного обслуживания;
- обеспечения детскими садами, школами, медицинской помощью;
- другие вопросы в соответствии с полномочиями муниципальных органов власти.

Например, агент-ориентированная модель, разработанная L. Stricker, M. Baruffini, отражает отношения между 45 агломерированными муниципалитетами в южной части Швейцарии (Тичино) и посвящена проблемам территориального планирования [44]. Большая территориальная агент-ориентированная модель В.Л. Макарова, А.Р. Бахтизина и Е.Д. Сушко, по словам авторов, также «разрабатывается в качестве инструмента территориального планирования и должна служить полигоном для постановки различных компьютерных экспериментов, позволяющих оценить динамику параметров управляемой социально-экономической системы при возможных изменениях внешней среды, а также вследствие планируемых управляющих воздействий» [8, с. 22]. Один из аспектов территориального планирования – управление расширением городской территории – нашел отражение в моделях, разработанных Н. Zhang [39], S. Sun [45] и другими исследователями [26; 35].

Другая проблема, тесно связанная с ростом городов, – охрана окружающей среды и экологическая политика. Примером применения данной области агент-ориентированных моделей в муниципальном управлении служит модель, разработанная М.Р. Гузу и соавторами и предназначенная для оценки возможных последствий расширения городов в земли сельскохозяйственного назначе-

ния и леса [41]. Агент-ориентированное моделирование землепользования также востребовано при разработке аграрной политики [37].

При этом, как показано в исследовании G.V. Villamog и соавторов, в настоящее время существует два основных подхода к агент-ориентированному моделированию процесса принятия решений в области землепользования и территориального планирования: эвристический и оптимизационный. При эвристическом подходе для описания поведения агентов, принимающих решения, чаще всего используются деревья решений и принцип разумной достаточности, при оптимизационном – генетическое программирование, математическое программирование и нейронные сети [36]. Выделенные подходы используются также в агент-ориентированном моделировании принятия управленческих решений в иных вопросах, соответствующих полномочиям муниципальных органов власти.

В качестве примеров агент-ориентированных моделей, относящихся к другим возможным областям применения, хотелось бы отметить некоторые российские разработки. Так, эксперименты в агент-ориентированной региональной модели «Губернатор» позволяют «проследить влияние перераспределения налоговых поступлений на такие характеристики муниципальных районов, как самообеспеченность их бюджетов и бюджетная обеспеченность» [21, с. 41]. Агент-ориентированная демографическая модель Санкт-Петербурга «Social Petersburg» дает возможность оценить потенциальную результативность «реализации программы строительства новых детских образовательных учреждений для повышения обеспеченности детей местами в ДОУ» [10, с. 31]. А комплексная агент-ориентированная модель развития г. Москвы «СABMUD» помогает проработать сцена-

рии решения проблемы высокой загруженности дорожной сети мегаполиса [22].

Следующим рассматриваемым нами критерием классификации агент-ориентированных моделей в муниципальном управлении являлась цель их применения.

Как показал анализ литературы, по заявленной авторами цели применения выделяются АОМ, предназначенные для:

- прогнозирования рисков социально-экономического развития;
- апробации управленческих воздействий;
- оценки эффективности проводимой политики;
- тренировки навыков принятия решений.

Описанные в зарубежных публикациях агент-ориентированные модели муниципального уровня зачастую сразу позиционируются разработчиками как «tools for policy» [33], то есть инструменты для выработки политики. Ведущие российские разработчики в данной области, говоря о предназначении и цели применения предлагаемых ими моделей, чаще всего употребляют выражение «инструмент апробации управленческих решений» [8], реже встречается – «инструмент для апробации механизмов регионального управления» [9]. Тем самым ученые подчеркивают важность и необходимость проведения компьютерных экспериментов на искусственном обществе прежде, чем будут приняты управленческие решения, касающиеся реальных людей. Как справедливо отмечают ученые ИСЭИ УНЦ РАН, проведение практического эксперимента для реальной территориальной социально-экономической системы (ТСЭС) невозможно, поэтому «необходимость разработки многоагентной модели ТСЭС обусловлена потребностью в создании инструментария, позволяющего прогнозировать динамические изменения ее состояния на микро-, мезо- и

макроуровне, анализировать последствия управленческих воздействий, исследовать эффективность принимаемых мер на различных уровнях власти» [18, с. 133].

При этом важно понимать, что агент-ориентированные модели могут использоваться не только для апробации возможных управленческих воздействий, но и для оценки потенциальной эффективности уже принятых решений и прогнозирования рисков, которые эти решения принесут в будущем. Так, например, по словам коллектива екатеринбургских ученых, предлагаемая ими мультиагентная имитационная модель муниципального образования «способна стать инструментом комплексного анализа и прогноза развития ситуации в городе, позволяя оценить возможные риски реализации тех или иных проектов, их влияние друг на друга и на качество жизни горожан» [14, с. 86]. Развитие и усовершенствование данной модели позволило исследователям предложить управленцам онлайн-сервис прогнозирования развития социально-экономических процессов муниципальных образований². Разработанный сервис, центральным звеном которого стала агент-ориентированная модель, предназначен для проведения оптимизационных экспериментов, ситуационного моделирования, оценки стратегических проектов, а также для коллективной работы по поиску и принятию оптимальных управленческих решений [13].

Не менее важной, чем апробация и оценка эффективности политики, является предоставляемая агент-ориентированными моделями возможность тренировки навыков принятия решений, что особенно актуально для начинающих работ-

² Москалев И. М., Бегунов Н. А. Сервис прогнозирования развития экономико-социальных процессов территориальных образований // Научное обозрение: экономика и управление. – 2012. – № 4. – С. 69–76.

ников муниципального управления. Как известно, в любой российской автошколе ученика не выпустят на дорогу, пока он не отъездит необходимое количество часов на автотренажере, а затем на специальной площадке. Такая практика хорошо себя зарекомендовала, позволяет существенно улучшить навыки вождения и снизить аварийность на дорогах. Казалось бы, это вполне очевидно. Однако, когда речь заходит о «тренажерах» для управленцев, мало кто осознает их необходимость, хотя последствия неграмотного управленческого решения могут быть куда серьезнее, чем дорожно-транспортные происшествия.

В качестве положительного примера подобного рода можно привести разработку В.Е. Кириенко, который вместе с программным продуктом, обеспечивающим технологию административного процесса, предлагает его учебную версию (симулятор модели РОДАР+), предназначенную «для тренинга руководителей и муниципальных служащих органов местного самоуправления в процессе обучения и получения навыков взаимодействия в корпоративной информационной системе органов местного самоуправления в процессе принятия управленческих решений» [6, с. 16].

По способу включения в модель органов власти выделяются АОМ, содержащие их:

- в явном виде: в таких моделях присутствует отдельный тип агентов, чаще всего носящий название «агенты – органы власти»;

- в неявном виде: в данных моделях «органы власти» задают внешнюю для агентов среду и не присутствуют в модели в явном виде.

В первом случае государственная и муниципальная власть может быть представлена в модели как одним, так и несколькими типами агентов. Например, в исследовании В.И. Сулова, Т.С. Новиковой и А.А. Цыплакова включение «государства»

в модель осуществляется на микро- и макроэкономическом уровнях путем добавления нескольких новых типов агентов, которыми являются государственные предприятия, региональные правительства, Пенсионный фонд, Правительство РФ [20].

В агент-ориентированной модели расширения китайского города Чанша [39] органы власти являются агентом особого типа и могут принимать решения, способствующие наиболее рациональному использованию земель, обеспечивая устойчивое развитие города при одновременной защите и сохранении плодородных сельскохозяйственных земель. Другими примерами моделей, в которых органы власти присутствуют в качестве отдельного типа агентов, служат модель расширения Большого Торонто [43] и модель внутригородской миграции в столичной агломерации штата Миннесота [45].

Второй способ включения в модель органов власти наблюдается в агент-ориентированных моделях специалистов ЦЭМИ РАН. В частности, в мультиагентной модели региона, разработанной Е.Д. Сушко, муниципальные образования образуют среду для действий агентов нижних уровней иерархии [21]. Этот же принцип реализован в мультиагентной модели территориальной социально-экономической системы, разработанной уфимскими учеными [18].

По способу задания управляющих воздействий выделяются АОМ, в которых поведение органов власти определяется:

- эндогенно (формируется в модели как реакция на действия других агентов и состояние внешней среды);

- частично эндогенно / частично экзогенно;

- экзогенно (задается вне модели до начала ее работы).

Например, в агент-ориентированной модели расширения Большого Торонто [43] поведение органов власти задается эндо-

генно: управленцы принимают решение об утверждении либо отклонении проекта застройки в зависимости от наличия или отсутствия протеста местных жителей, дома которых прилежат к району потенциальной застройки. В случае положительного решения происходит застраивание новых территорий и расширение города.

Примером использования второго подхода является разработанная новосибирскими учеными агент-ориентированная межотраслевая многорегиональная модель, в которой «поведение государства частично эндогенизируется за счет выбора бюджетной политики в соответствии с функцией общественного благосостояния». При этом ставки налогов и структура бюджетных расходов задаются экзогенно [20, с. 954].

Если говорить о третьем подходе, в качестве примера можно привести агент-ориентированную модель «Social Petersburg», в которой управляющие воздействия (в частности, программа строительства новых детских садов) задаются экзогенно до запуска модели, а затем в ходе компьютерного эксперимента отслеживается результат внедрения предложенных мер [10].

В любом случае выбор того или иного способа задания управляющих воздействий и включения в модель органов власти остается за разработчиками и определяется ими исходя из цели и задач конкретного исследования.

При этом, как отмечает международный исследовательский коллектив, в состав которого входят представители университетов Англии, Германии и Италии (S. Scherer, M. Wimmer, U. Lotzmann, S. Moss и D. Pinotti), в процессе разработки агент-ориентированной модели, предназначенной для использования в практике государственного и муниципального управления, должны участвовать как минимум

две стороны: во-первых, управленцы и «основные игроки» (заинтересованные стороны), а во-вторых, аналитики и программисты [30]. То есть требуется целая команда разработчиков.

Процесс разработки АОМ для управленческих целей также специфичен и, по мнению ученых, состоит из шести последовательных этапов:

1. Сбор информации.
2. Определение сценариев.
3. Анализ политики и разработка концептуальной модели.
4. Программная реализация модели.
5. Проведение компьютерных экспериментов, генерация сценариев.
6. Оценка и валидация сценариев [30, с. 5].

На каждом этапе у членов команды своя роль, и только слаженная коллективная работа способна в результате дать качественный и востребованный программный продукт. Важно понимать, что агент-ориентированное моделирование – это трудоемкий и сложный процесс, требующий больших знаний и умений.

Для того чтобы агент-ориентированные модели могли стать реальным инструментом апробации управленческих воздействий, необходимо выполнение, как минимум, следующего ряда условий:

1. Максимальная приближенность модели к реальности. Здесь под приближенностью к реальности прежде всего подразумевается соответствие модели по своей структуре и связям моделируемой системе.

В подтверждение важности соблюдения данного условия приведем авторитетное мнение Е.Д. Сушко: «Для правомерности использования компьютерной модели в качестве своего рода тренажера необходимо, чтобы она была максимально приближена к реальности, с тем чтобы позволять распространять выводы, полученные в результате компьютерных экспериментов, на существующий в дей-

ствительности объект моделирования» [21, с. 4].

2. Наполнение модели реальными данными. Чем меньше в модели условных данных и чем более качественными и полными являются исходные данные, тем выше точность прогноза. В случае использования пространственных агент-ориентированных моделей [26] особую важность приобретают наличие и качество пространственной информации [2].

3. Соответствие управленческих воздействий, доступных в агент-ориентированной модели, реальным полномочиям органов власти. Например, действия администрации муниципального образования должны соответствовать ее полномочиям, перечисленным в Федеральном законе «Об общих принципах местного самоуправления в Российской Федерации» [16].

4. Наличие политической воли. Данное условие является едва ли не самым главным в этом перечне, поскольку очень многое зависит от заинтересованности органов власти и их желания применять новейшие достижения науки в своей деятельности.

Возвращаясь к вопросу о перспективности использования агент-ориентированного моделирования в муниципальном управлении, следует заключить, что качественно разработанные и наполненные реальными данными компьютерные модели действительно способны стать мощным инструментом поддержки процесса разработки социально-экономической политики на местах. Мы полностью согласны с мнением S. Mendritzki о том, что использование агент-ориентированного подхода в управлении, скорее всего, ста-

нет полезным инструментом, поскольку в его рамках проблема разрабатывается на том же уровне, на котором она рассматривается лицами, принимающими решения [38, с. 121]. В настоящее время потенциал данного подхода не реализован в полной мере [42]. К сожалению, даже за рубежом применение агент-ориентированных моделей для оценки и разработки управленческих мер по-прежнему ограничено: чаще всего ученые предоставляют органам власти только результаты моделирования, которые сильно зависят от выбора сценариев и многих других допущений, и, как правило, не дают доступа к самой модели, поскольку она требует технических знаний для корректного использования и интерпретации [28, с. 90].

Тем не менее проведенное исследование показывает, что сегодня созданы все необходимые предпосылки для внедрения агент-ориентированного моделирования в практику муниципального управления в России. Развитие экономической мысли и информационных технологий, признание роли человеческого фактора в социально-экономическом развитии, а также повышенный интерес власти и общества к проблемам эффективности государственного и муниципального управления совместно с имеющейся нормативно-правовой базой, сформировавшей основы стратегического планирования в нашей стране, неминуемо приведут к постепенной информатизации процесса принятия управленческих решений и поиску новых адекватных инструментов, которыми, на наш взгляд, должны стать агент-ориентированные имитационные модели.

ЛИТЕРАТУРА

1. Агеев, А. И. Сценарный подход в стратегическом управлении муниципальным образованием [Текст] / А. И. Агеев, Ю. С. Зайцева, К. Ю. Зендриков // Экономические стратегии. – 2008. – № 5–6. – С. 134–141.
2. Бахарева, Н. А. Пространственная информация в региональном и муниципальном управлении [Текст] / Н. А. Бахарева // Государственный советник. – 2013. – № 4. – С. 39–42.
3. Бахтизин, А. Р. Агент-ориентированные модели экономики [Текст] / А. Р. Бахтизин. – М. : Экономика, 2008. – 279 с.
4. Гранберг, А. Г. Моделирование социалистической экономики [Текст] : учебник для вузов / А. Г. Гранберг. – М. : Экономика, 1988. – 487 с.
5. Искусственное общество и реальные демографические процессы [Текст] / В. Л. Макаров, А. Р. Бахтизин, Е. Д. Сушко, А. Ф. Агеева // Экономика и математические методы. – 2017. – № 1. – С. 3–18.
6. Кириенко, В. Е. Вызовы и возможности при создании и применении систем поддержки принятия решений [Текст] / В. Е. Кириенко // Проблемы управления в социальных системах. – 2013. – Т. 6. – № 9. – С. 6–16.
7. Лычкина, Н. Н. Имитационное моделирование стратегического развития социально-экономических систем: поиск эффективных модельных конструкций [Текст] / Н. Н. Лычкина // Труды седьмой Всероссийской научно-практической конференции «Имитационное моделирование. Теория и практика» (ИММОД-2015). – М. : 2015. – Т. 2. – С. 168–173.
8. Макаров, В. Л. Агент-ориентированные модели как инструмент апробации управленческих решений [Текст] / В. Л. Макаров, А. Р. Бахтизин, Е. Д. Сушко // Управленческое консультирование. – 2016. – № 12. – С. 16–25.
9. Макаров, В. Л. Компьютерное моделирование взаимодействия между муниципалитетами, регионами, органами государственного управления [Текст] / В. Л. Макаров, А. Р. Бахтизин, Е. Д. Сушко // Проблемы управления. – 2013. – № 6. – С. 31–40.
10. Макаров, В. Л. Ситуационное моделирование – эффективный инструмент для стратегического планирования и управления [Текст] / В. Л. Макаров, А. Р. Бахтизин, Е. Д. Сушко // Управленческое консультирование. – 2016. – № 6. – С. 26–39.
11. Макаров, В. Л. Социальное моделирование – новый компьютерный прорыв (агент-ориентированные модели) [Текст] / В. Л. Макаров, А. Р. Бахтизин. – М. : Экономика, 2013. – 295 с.
12. Маршалова, А. С. Проблемы управления социально-экономическим развитием муниципальных образований [Текст] / А. С. Маршалова, А. С. Новоселов // Регион: экономика и социология. – 2009. – № 1. – С. 167–179.
13. Москалев, И. М. Сервис прогнозирования развития экономико-социальных процессов территориальных образований [Текст] / И. М. Москалев, Н. А. Бегунов // Научное обозрение: экономика и управление. – 2012. – № 4. – С. 69–76.
14. Мультиагентная имитационная модель муниципального образования [Текст] / Клебанов Б. И., Москалев И. М., Бегунов Н. А., Крицкий А. В. // Имитационное моделирование. Теория и практика (ИММОД-2007) : сборник докладов третьей Всероссийской научно-практической конференции. Т. 2. – СПб. : ЦНИИТС, 2007. – С. 86–90.
15. О стратегическом планировании в Российской Федерации [Текст] / Федеральный закон от 28 июня 2014 г. № 172-ФЗ ; принят Государственной Думой 20 июня 2014 года ; в ред. федеральных законов от 23.06.2016 № 210-ФЗ, от 03.07.2016 № 277-ФЗ.
16. Об общих принципах организации местного самоуправления в Российской Федерации [Текст] : Федеральный закон от 6 октября 2003 года № 131-ФЗ ; принят Государственной Думой 16 сентября 2003 года ; в ред. по сост. на 28.12.2016, с изм. и доп., вступ. в силу с 09.01.2017.
17. Совершенствование государственного и муниципального управления в Российской Федерации: проблемы, поиски, решения [Текст] / под общ. ред. М. И. Абрамовой, А. М. Петрова. – Саратов : Саратовский социально-экономический институт (филиал) Российского экономического университета им. Г. В. Плеханова, 2016. – 162 с.
18. Стратегическое управление потенциалом развития территориальных социально-экономических систем: методологические подходы и инструментальное обеспечение [Текст] / монография ; под общ. ред. д-ра экон. наук, проф. Д. А. Гайнанова. – Уфа : ИСЭИ УНЦ РАН, 2016. – 244 с.

19. Суперкомпьютерные технологии в общественных науках: агент-ориентированные демографические модели [Текст] / В. Л. Макаров, А. Р. Бахтизин, Е. Д. Сушко, В. А. Васенин, В. А. Борисов, В. А. Роганов // Вестник РАН. – 2016. – № 5. – С. 412–421.
20. Суслов, В. И. Моделирование роли государства в пространственной агент-ориентированной модели / В. И. Суслов, Т. С. Новикова, А. А. Цыплаков // Экономика региона. – 2016. – № 3. – С. 951–965.
21. Сушко, Е. Д. Мультиагентная модель региона: концепция, конструкция и реализация [Текст] / Е. Д. Сушко. – М. : ЦЭМИ РАН, 2012. – 54 с.
22. Фаттахов, М. Р. Агент-ориентированная модель социально-экономического развития Москвы / М. Р. Фаттахов // Экономика и математические методы. – 2013. – № 2. – С. 30–42.
23. Чекмарева, Е. А. Обзор российского и зарубежного опыта агент-ориентированного моделирования сложных социально-экономических систем мезоуровня / Е. А. Чекмарева // Экономические и социальные перемены: факты, тенденции, прогноз. – 2016. – № 2 (44). – С. 225–246.
24. Шмаков, В. И. Проблемы реформирования и роста эффективности местного самоуправления в Российской Федерации / В. И. Шмаков // Вестник Московского университета. Серия 21. Управление (государство и общество). – 2010. – № 2. – С. 54–72.
25. Gaffard J.-L., Napoletano M. *Agent-based Models and Economic*. Paris: OFCE, 2012. 448 p.
26. *Agent-Based Models of Geographical Systems* / A.J. Heppenstall et al. (eds.). Springer Science + Business Media B.V., 2012. 759 p.
27. Axtell R. *Why Agents? On the Varied Motivations for Agent Computing in the Social Sciences: Working Paper No. 17*. Brookings: Center on Social and Economic Dynamics, 2000. 23 p.
28. Baruffini M. Regional Labour Market Analysis and Policy Evaluation: Job Insecurity, Flexibility and Complexity. Evidence from Switzerland. *PhD thesis*. Lugano: Università della Svizzera italiana, 2014. 125 p.
29. Dawid H., Neugart M. Agent-based Models for Economic Policy Design. *Eastern Economic Journal*, 2011, no. 37, pp. 44–50.
30. Scherer S., Wimmer M., Lotzmann U., Moss S., Pinotti D. Evidence Based and Conceptual Model Driven Approach for Agent-Based Policy Modelling. *Journal of Artificial Societies and Social Simulation*, 2015, no. 18, iss. 3, p. 14. URL: <http://jasss.soc.surrey.ac.uk/18/3/14.html>
31. Fagiolo G., Roventini A. Macroeconomic Policy in DSGE and Agent-Based Models Redux: New Developments and Challenges Ahead. *Journal of Artificial Societies and Social Simulation*, 2017, no. 20, iss. 1, p. 1. URL: <http://jasss.soc.surrey.ac.uk/20/1/1.html>
32. Fagiolo G., Roventini A. *On the Scientific Status of Economic Policy: A Tale of Alternative Paradigms*. Laboratory of Economics and Management (LEMB), Sant'Anna School of Adv Studies, Pisa, Italy, LEM Working Paper Series, February, 2008. 28 p.
33. Furtado B. A., Eberhard I. D. R. A simple agent-based spatial model of the economy: tools for policy. *Journal of Artificial Societies and Social Simulation*, 2016, no. 19, iss. 4, p. 10. URL: <http://jasss.soc.surrey.ac.uk/19/4/10.html>
34. Gilbert N. *Agent-based models*. Sage Publications Inc., 2008. 112 p.
35. Heppenstall A., Malleson N., Crooks A.T. “Space, the Final Frontier”: How Good are Agent-based Models at Simulating Individuals and Space in Cities? *Systems*, 2016, no. 4, iss. 1, p. 9. URL: <http://www.mdpi.com/2079-8954/4/1/9/pdf>
36. Villamor G.B., Noordwijk M. van, Troitzsch K.G., Vlek P.L.G. Human decision making for empirical agent-based models: construction and validation. Managing Resources of a Limited Planet. *Proceedings of the sixth biennial meeting of the International Environmental Modelling and Software Society*, Leipzig: International Environmental Modelling and Software Society, 2012, pp. 2529–2536.
37. Kremmydas D. *Agent-based modeling for agricultural policy evaluation: A review: AUA Working Paper Series No.2012-3*, Athens: Agricultural University of Athens, 2012. 19 p.
38. Mendritzki S. Artificial Policy: Examining the Use of Agent-Based Modeling in Policy Contexts. *M.S. Thesis*, Alberta: University of Calgary, 2010. 130 p.
39. Zhang H., Zeng Y., Bian L., Yu X. Modelling urban expansion using a multi agent-based model in the city of Changsha. *Journal of Geographical Sciences*, 2010, no. 20, iss. 4, pp. 540–556.
40. Neugart M. Labor Market Policy Evaluation with ACE. *Journal of Economic Behavior and Organization*, 2008, no. 67, iss. 2, pp. 418–430.

41. Guzy M.R., Smith C.L., Bolte J.P., Hulse D.W., Gregory S.V. Policy research using agent-based modeling to assess future impacts of urban expansion into farmlands and forests. *Ecology and Society*, 2008, no. 13, iss. 1, p. 37. URL: <http://www.ecologyandsociety.org/vol13/iss1/art37>
42. Richiardi M. The Future of Agent-Based Modelling. *Eastern Economic Journal*, 2017, vol. 43, no. 2, pp. 271–287.
43. Rui Y., Ban Y. Multi-agent Simulation for Modeling Urban Sprawl In the Greater Toronto Area. *Proc. of the 13th AGILE International Conference on Geographic Information Science*, Guimarães (Portugal), 2010. URL: https://agile-online.org/Conference_Paper/CDs/agile_2010/ShortPapers_PDF/124_DOC.pdf
44. Stricker L., Baruffini M. Spatial Planning and Policy Evaluation in an Urban Conurbation: a Regional Agent-Based Economic Model. *Economy of Region*, 2017, no. 13, iss. 1, pp. 261–275.
45. Sun S., Manson S.M. *Simple Agents, Emergent City: Agent-Based Modeling of Intraurban Migration. Computational Approaches for Urban Environments*, Berlin: Springer, 2015, pp. 123–147.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРЕ

Чекмарева Елена Андреевна – кандидат экономических наук, научный сотрудник отдела исследования уровня и образа жизни населения. Федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Вологодский научный центр Российской академии наук». Россия, 160014, г. Вологда, ул. Горького, д. 56а. E-mail: miteneva@inbox.ru. Тел.: +7(8172) 59-78-10.

Chekmareva E.A.

AGENT-BASED MODELS IN MUNICIPAL ADMINISTRATION

The article raises the issue concerning the tools and scientific validity of development of planning and forecasting documents at the municipal level. The need for such tools is due to the dependence of socio-economic development of the municipality on the quality of strategic planning, and it is also relevant with regard to current legislation, particularly Federal Law "On strategic planning in the Russian Federation" adopted by the State Duma in 2014. The study develops the idea of researchers from CEMI RAS on the feasibility of using agent-based models as a tool for planning the development of territories. A fundamental difference between the present work and previous publications devoted to this topic lies in the goal of the present study, which is not to review existing models and describe examples, since all this can be found in many articles, but to analyze and systematize accumulated research and practical experience in the development of agent-based models designed for the purposes of municipal management. In particular, scientific novelty of the research consists in the author's classification of agent-based models in municipal administration based on four main criteria: the scope, the goal of application, the way of their including in the model of authorities, and the way of specifying control actions in the model. Thus, according to the sphere of their application the author specifies agent-based models addressing spatial planning, budget planning, tax policy, environmental protection, transport services, availability of kindergartens, schools, health care and other issues in accordance with the powers of municipal authorities. According to the purpose of application the author defines agent-based models designed to forecast risks of socio-economic development, test management actions, assess the efficiency of the policy carried out, and train in decision making skills. According to the way of inclusion in the model of authorities the author highlights agent-based models that contain them in explicit and implicit form; and according to the means of setting control actions the author distinguishes models in which the behavior of the authorities is determined endogenously, partly endogenously, and

exogenously. The article also describes development stages of agent-based models for the purpose of formation of a scientifically substantiated local socio-economic policy, as well as the minimum required composition of the team of developers; it justifies the prospects and feasibility of using agent-based modeling in municipal administration, considers the views of leading Russian and international experts regarding the need for the new tools, and gives numerous arguments in favor of its application.

Agent-based modeling, agent-based approach, management, policy.

INFORMATION ABOUT THE AUTHOR

Chekmareva Elena Andreevna – Ph.D. in Economics, Research Associate at the Department for the Studies of Lifestyles and Standards of Living. Federal State Budgetary Institution of Science “Vologda Research Center of the Russian Academy of Sciences”. 56A, Gorky Street, Vologda, 160014, Russian Federation. E-mail: miteneva@inbox.ru. Phone: +7(8172) 59-78-10.