

УДК 330.567.2; 330.4

МОДЕЛИРОВАНИЕ ЭКОНОМИЧЕСКОГО ПОВЕДЕНИЯ КОГНИТИВНЫХ ДОМАШНИХ ХОЗЯЙСТВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ АГЕНТНО-ОРИЕНТИРОВАННОГО ПОДХОДА: СИСТЕМАТИЧЕСКИЙ ОБЗОР

Е. А. Колопенко

Аспирант, ассистент кафедры экономической информатики, УО «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники», Минск, Беларусь, e-mail: e.kolopenko@bsuir.by

Реферат

Концепция репрезентативного агента все чаще подвергается критике и становится вопрос о моделировании более реалистичных реакций экономических агентов, в частности, такой неоднородной и неструктурированной социальной макрогруппы, как домашние хозяйства, особенно при «провалах» рынка, вызванных действиями частных предпринимателей или внешними для экономических агентов шоками. Актуальность изучения методологических и практических подходов к моделированию гетерогенных и не всегда рациональных домашних хозяйств обусловлена необходимостью их адаптации к институциональным трансформациям и решения связанных с ней задач прогнозирования и оценки последствий управленческих решений, с одной стороны, и стремительным развитием инструментов моделирования и прогнозирования социально-экономических процессов, с другой. В целях определения современных подходов к моделированию когнитивных домашних хозяйств в статье выполнен систематический обзор эмпирических исследований, сосредоточенных на конструировании агентно-ориентированных моделей, представленных в том числе домашними хозяйствами и нацеленных на имитацию их экономического поведения. На основе поиска в журнале «Journal of Artificial Societies and Social Simulation» и базе данных РИНЦ были отобраны 235 научных статей. Выбранные в последующем с учетом критериев включения и исключения 38 публикаций были распределены по категориям моделей в зависимости от (i) источника правил принятия решений, (ii) формы выдачи предпочтений, (iii) факторов протекания когнитивных процессов. Раскрыты отличительные характеристики данных групп моделей, описаны значение и возможное применение факторов психологических механизмов и ограничений по информационным ресурсам в агентно-ориентированных моделях.

Ключевые слова: экономическое поведение домашних хозяйств, агентно-ориентированное моделирование, ограниченная рациональность, систематический обзор.

SIMULATION OF THE ECONOMIC BEHAVIOR OF COGNITIVE HOUSEHOLDS USING THE AGENT-BASED APPROACH: SYSTEMATIC REVIEW

E. A. Kolopenko

Abstract

The concept of representative agent is increasingly being questioned and the issue of modeling more realistic reactions of economic agents, in particular, such heterogeneous and unstructured social macro groups as households is becoming relevant, especially in the context of crises caused by entrepreneurs' actions and external shocks. The relevance of the study of methodological and practical approaches to simulation of heterogeneous and not always rational households is due to the need for their adaptation to institutional changes and solving related problems on assessing the management decisions' consequences on the one hand and the rapid development of tools for modeling and forecasting socio-economic processes on the other. In order to identify modern approaches to the simulation of cognitive households, a systematic review of empirical articles focused on building agent-based models with households imitating their economic behavior was completed. Search in the journal «Journal of Artificial Societies and Social Simulation» and the RSCI database yielded 235 articles. 38 articles selected based on inclusion and exclusion criteria were categorized into categories depending on (i) the source of decision-making rules, (ii) the form of issuing preferences, (iii) the cognitive process factors. The distinctive characteristics of these groups are revealed, and the significance and possible application of the factors of psychological mechanisms and information limits in agent-based models are discussed.

Keywords: economic behavior of households, agent-based modeling, bounded rationality, systematic review.

Введение

Экономическая наука, в русле своего мейнстрима (основного течения) на современном этапе изучающая «человеческое поведение с точки зрения соотношения между целями и ограниченными средствами, которые имеют альтернативное использование» [1, с. 15], определяет домашние хозяйства, по меньшей мере, в четырех аспектах:

а) как макроэкономический субъект, формирующий предложение рабочей силы и спрос на товары и услуги, потребляющий часть получаемого дохода и сберегающий другую (кейнсианцы);

б) как совокупность атомарных экономических агентов, делающих на множестве благ выбор некоторых из них, обеспечивающий максимальное значение функции полезности в условиях наличия полных знаний и существующих бюджетных ограничений (неоклассики);

в) как совокупность коллективных экономических агентов, члены которых в том числе принимают совместные решения о распределении и использовании материальных ресурсов и времени, накоплении нематериального капитала (представители экономики домохозяйства);

г) как совокупность экономических агентов, члены которых действуют ограниченно рационально (представители поведенческой экономики и других гетеродоксальных направлений экономической науки).

Со времени «поворота» к методологическому индивидуализму (1870-е гг.), получившего название «маржиналистская революция», датируется история современной экономической теории. «Экономность» маржиналистской теории, достигаемая взаимосвязью идеального поведения Homo Economicus и рыночного равновесия, универсальностью метода (предельного анализа) и инструментов (дифференциального исчисления и других математических методов), способствовала образованию национальных экономических ассоциаций и мирового научного сообщества экономистов [2, с. 185].

Кроме рациональности, домашние хозяйства или индивидуумы наделялись свойством гомогенности, то есть множество идентичных рациональных субъектов с идентичными вкусами и идентичными исходными накопленными богатствами заменяется репрезентативным домашним хозяйством. В терминах теоремы Гормана это означает, что соответствующие различным потребителям «кривые Энгеля должны быть прямыми линиями, параллельными для всех потребителей при фиксированных ценах» [3, с. 70]. Названная предпосылка позволяет получить функцию совокупного спроса из решения оптимизационной задачи агрегированного домашнего хозяйства и анализировать ситуации, в которых не происходит значительного перераспределения дохода

или отсутствует большое расхождение в предельной склонности к потреблению у различных групп домохозяйств.

Эти упрощения позволяют широко применять математические методы и модели для повышения научной обоснованности постулатов экономической теории и выявления закономерностей функционирования социально-экономических систем. Кроме того, приведенное выше определение экономической науки, сформулированное Л. Роббинсом, позволило перенести логику экономического действия на все большее число сфер человеческой деятельности. С 1950–1960-е гг. математический аппарат стал использоваться для анализа социологических феноменов, таких как дискриминация и преступность, человеческого капитала, а с последней четверти XX в. домашнее хозяйство стали активно включать в экономические исследования в качестве объекта исследования. Так, в теории Г. Беккера домашнее хозяйство максимизирует полезность, извлекаемую не столько из купленных благ, сколько из благ (commodities), производимых домашним хозяйством с использованием рыночных благ, времени и нематериального капитала, причем такого рода блага включают детей, престиж и признание, здоровье, альтруизм, зависть и удовольствие [4, с. 23–24].

Недостатки данного подхода также известны – это избыточная абстрактность. Одним из первых на нереалистичность базовых предпосылок неоклассического направления и, в частности, на отсутствие у людей полного знания об экономике указал Ф. А. фон Хайек, мотивировав объяснение реальных практических ситуаций через действия и взаимодействия отдельных индивидов, обладающих лишь частичным знанием, следующим образом: «Вряд ли в мире существует что-либо, что не повлияло бы на решение, которое он [индивид] должен принять. Но ему не нужно знать обо всех событиях как таковых или всех их эффектах ... Тот факт, что для любого товара определена некоторая цена ..., дает решение, которое (и это возможно на концептуальном уровне) могло быть достигнуто единственным разумом, владеющим всей информацией, которая в действительно распределена среди всех людей, участвующих в процессе» [5, с. 525–526].

Нестабильность рынков, информационная асимметрия, а также необходимость объяснения окружающей действительности приводят к формированию микросоциальных в макроэкономике. Агентно-ориентированное моделирование, как современный тип компьютерного имитационного моделирования, позволяет построить систему снизу-вверх. Модели этого класса представлены большим числом гетерогенных автономных агентов, взаимодействующих как друг с другом, так и с окружающей средой.

Одним из наиболее приоритетных направлений дальнейших исследований в рамках агентно-ориентированного моделирования и прогнозирования экономического поведения домашних хозяйств является наполнение моделей реалистичными, когнитивными агентами. Как отмечают В. Л. Макаров и А. Р. Бахтизин, «в отдельных случаях поведение индивидуумов действительно рационально ... Но при других условиях, под воздействием эмоций, в частности страха, переходящего в массовую панику, далекие от оптимальных действия людей могут вызвать обвалы на финансовых рынках, этническое насилие и другие негативные общественные явления» [6, с. 29]. Объяснение перечисленных явлений представляется неполным без учета не только и не столько текущего экономического, сколько когнитивных и социальных состояний индивидов. В рамках настоящей работы предпринимается попытка в первом приближении ответить на вопрос о том, какие способы в настоящее время используются для формализации процессов принятия экономических решений домашними хозяйствами.

Описание методики систематического обзора

Изучение накопленного исследовательского материала базируется на методологии систематического обзора, изложенной в работе [7, с. 136–137], в соответствии с которой отбор документов (оригинальных работ – статей из журналов) осуществлялся в два этапа. На первом этапе из архива номеров ведущего журнала в области искусственных обществ и социальных симуляций «Journal of Artificial Societies and Social Simulation» (JASSS) и базы данных РИНЦ отбираются публикации, содержащие различные грамматические формы терминов, характеризующих исследуемый феномен. Уточнить последний позволил последовательный поиск следующих сочетаний:

1) домашнее хозяйство & экономическое поведение & (потребление | сбережение | работа | бюджет) = household & economic behavior & (consumption | saving | labor | work | budget);

2) агентно-ориентированная/ое/ый модель/ моделирование/ подход = agent-based & (model/ing | simulation | approach).

Для того чтобы очертить границы экономического поведения и отделить его от других, «неэкономических» типов человеческого поведения, используется подход В. В. Радаева в данном отношении, который объединяет формальные признаки экономического действия (ограниченность ресурсов и наличие выбора) с признаком обеспечения жизнедеятельности [8, с. 21]. Всего было отобрано 235 наименований: 153 публикации из журнала JASSS и 82 – из базы данных РИНЦ.

На втором этапе отбор документов проводится с учетом критериев включения и исключения:

а) статья должна быть сфокусирована на разработке агентно-ориентированной модели, представленной, помимо прочих экономических агентов, домашними хозяйствами;

б) язык представления статьи – русский или английский, год публикации – не раньше 2016 г.;

в) представленные статьи должны методологически различаться; если в нескольких статьях позиции в моделировании базируются на общей методологии, то выбирается работа, описывающая поведение домашних хозяйств более детально, или общий использованный источник.

В итоговую выборку вошли 38 документов, 33 и 5 документов из журнала JASSS и базы данных РИНЦ соответственно.

Результаты обзора

Анализ моделей из отобранных документов позволил выделить три классификационных признака: источник критериев (правил) принятия решений, форму выдачи предпочтений, подход к формализации когнитивных процессов. Существующее множество агентно-ориентированных моделей, представленных агентами-домохозяйствами, может быть проиллюстрировано в виде следующей концептуальной схемы (рисунок 1).

Следует отметить, что процедуры принятия решений во всех рассмотренных моделях, исходя из объекта исследования, учитывают главным образом экономические стимулы индивидов. Однако признак обеспечения жизнедеятельности, взятый за один из элементов экономического поведения, непременно приводит к учету контекста (прежде всего социального), в котором делается выбор. В этом случае мы можем полагать, что решения на текущем шаге симуляции через изменение свойств окружающей среды воздействуют на решения, генерируемые агентами в будущем, что согласуется с теорией экономического поведения совокупности людей. Поэтому, если обратное не оговаривается, процедуры принятия решений домашними хозяйствами в явном виде учитывают социальные элементы.

Действия могут ограничиваться, определяться параметрами эксперимента и характеристиками агентов. В первом случае имеются экзогенно заданные критерии принятия решений. Так, при использовании модели, настроенной на имитацию функционирования электроэнергетической системы, пользователь задает ежегодный темп прироста совершенно неэластичного спроса на электроэнергию, на который с учетом случайной компоненты агенты увеличивают потребление на каждом шаге имитации, но может и оценить удовлетворенность потребителей в отсутствие адаптивного поведения и при уменьшении спроса в ответ на ценовые сигналы о будущем дефиците в электроснабжении [9]. В модификации модели «Кейнса и Шумпетера» (K+S) все домашние хозяйства потребляют весь свой доход и желают быть трудоустроенными, что указывает на их однородность в части потребительского и трудового поведения [10]. В модели распространения мер по защите от наводнений в Лондоне все агенты обязаны застраховать дом от наводнения, а процент желающих инвестировать в защитные меры и процент учитывающих риск наводнения при покупке дома являются экспертными оценками [11]. С другой стороны, в течение имитации обновляются значения характеристик агентов. Например, использование механизма формирования семей делает имитацию таких действий, как покупка жилья, максимально приближенной к реальности [12], в противовес экзогенному заданию процента семей, выходящих на рынок, на каждом шаге имитации [13]. Большинство рассмотренных моделей основаны на эндогенно определяемых критериях принятия решений.

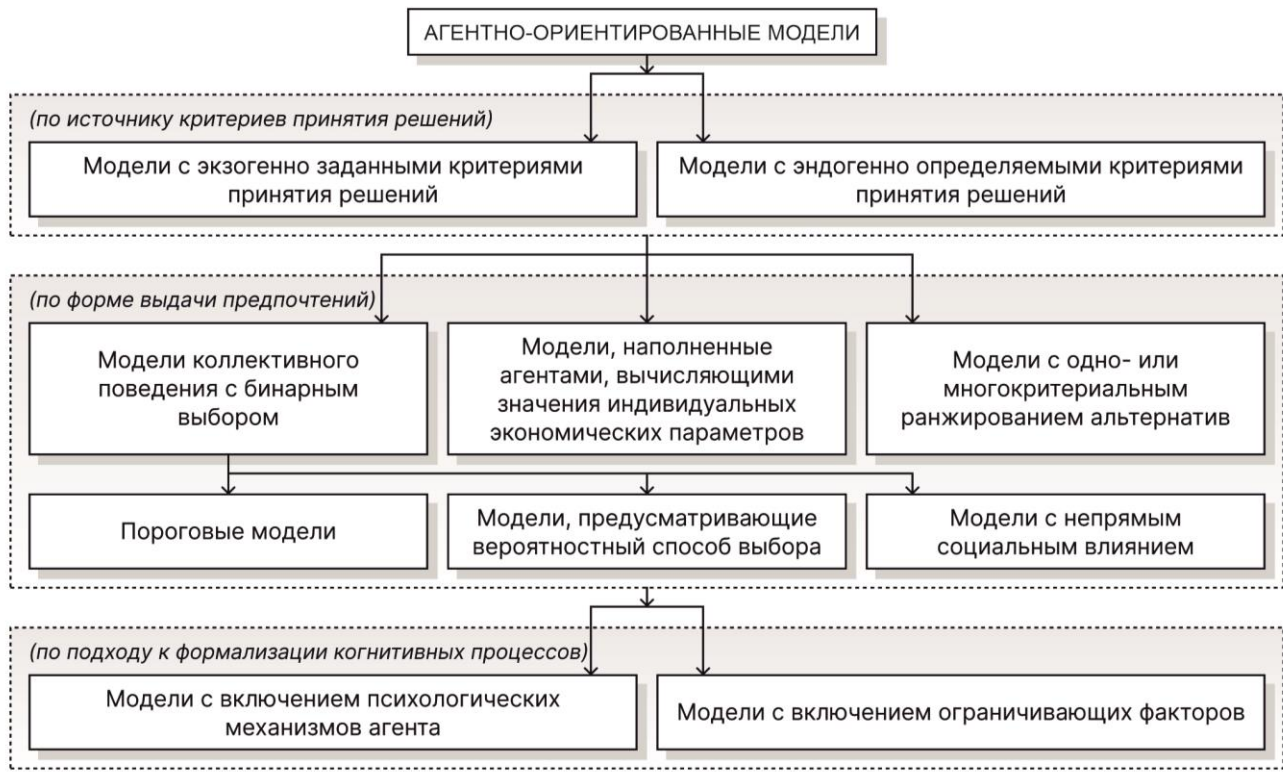


Рисунок 1 – Концептуальный взгляд на агентно-ориентированные модели экономического поведения домашних хозяйств
Примечание – Источник: собственная разработка.

Модели коллективного поведения с бинарным выбором предполагают выбор из двух взаимоисключающих альтернатив: исходного состояния (статус-кво) и нового состояния. Механизмы, которые обеспечивают отклонение от статус-кво, обосновывают индивидуальными «порогами», индивидуальной вероятностью выбора альтернативы и социальным влиянием. В пороговых моделях агент принимает соответствующее решение только после того, как определенное число или доля агентов выберут эту альтернативу [14, с. 1422]. В моделях, предусматривающих вероятностный способ выбора, вероятность выбора агентом нового состояния зависит от числа сделавших его агентов. Наглядным примером различия данных подходов является мультиплексная сеть из двух слоев в модели распространения новой сельскохозяйственной культуры [15], где первый слой определяет отношения родства, второй – отношения соседства. Вероятность высаживания новой культуры зависит от количества агентов-родственников, выращивающих ее, но из-за различий в режимах полива новой и традиционной культур агент вынужден высадить новую культуру, когда доля выращивающих ее агентов-соседей достигнет порога. Концепция социального влияния предоставляет более гибкий инструментальный по сравнению с первыми двумя подходами и выражается, как правило, в том, что воспринимаемая полезность альтернативы тем больше, чем выше статус, меньше удаленность в пространстве и времени и больше число агентов, выбравших ее [16, с. 344].

В моделях, наполненных агентами, вычисляющими значения индивидуальных экономических параметров, таких как доход, потребление, поведенческих функций, действия агентов, как правило, сводятся к решению задачи оптимизации. Здесь необходимо отдельно оговориться о синтезе агентно-ориентированного подхода, с одной стороны, и подхода таблиц «затраты – выпуск» или подхода общего равновесия, с другой. В агентно-ориентированной межрегиональной модели «затраты – выпуск», разработанной авторским коллективом ИЗОПП СО РАН под руководством В. И. Сулосова, домохозяйства выбирают доли потребления, делают заказы по «пакетам» (цена, количество товара), корректируют информацию о ценах, выходят на рынок труда в поисках работы в разрезе секторов действу-

ющей нормативной модели [17, с. 119–120]. Т. С. Новикова и А. А. Цыплаков, значительно расширив социальный блок, добавили в индивидуальную полезность общественные блага (в качестве эндогенной переменной, в качестве экзогенного множителя их уровень используется, например, в работе [18]) и скорректировали ее в соответствии с понижающим коэффициентом социальной незащищенности. В контексте оптимизации территориальной социальной политики на базе индивидуальных полезностей вычисляется функция общественного благосостояния [19, с. 18–19]. Ряд исследователей принимают попытки интеграции вычислимых моделей общего равновесия [20] или динамических стохастических моделей общего равновесия [21] с агентно-ориентированными моделями. По сравнению с данной группой моделей, агенты в моделях с одно- или многокритериальным ранжированием альтернатив являются близорукими и выбирают альтернативу, дающую максимальное значение многокритериальной функции полезности.

Если классифицировать различные направления использования агентно-ориентированных моделей на основании форм выдачи предпочтений, то можно увидеть следующую картину (таблица 1).

Поскольку «никакое влияние внешних факторов ..., в том числе социальных, на поведение индивида не осуществляется без участия личных психологических механизмов последнего» [22, с. 31], чтобы описать, как процесс принятия решений кодируется в агентно-ориентированных моделях, целесообразно выделить факторы психологических механизмов и ограничивающие факторы принятия решений. Их краткие операциональные определения и способы их введения в агентно-ориентированные модели сведены в таблицу 2.

Таким образом, первой движущей силой являются теоретические концепции социальной психологии и поведенческой экономики. Подходы к объяснению человеческого поведения чрезвычайно разнообразны, однако в агентно-ориентированном моделировании широкое распространение получили теория запланированного поведения, теория социальных сетей и теория фреймов. Если на теоретическом уровне отмечается важность этих концепций, то при конструировании моделей ряд исследователей опираются на постулаты соответствующей теории частично.

Таблица 1 – Классификация направлений использования агентно-ориентированных моделей на основании форм выдачи предпочтений

Направления использования		
моделей коллективного поведения с бинарным выбором	моделей, наполненные агентами, вычисляющими значения индивидуальных экономических параметров	моделей с одно- или многокритериальным ранжированием альтернатив
а) диффузия инноваций; б) тепловая модернизация жилых домов; в) использование (в том числе совместное) возобновляемых источников энергии; г) статусное потребление; д) согласование интересов социальных групп; е) миграция	а) выбор потребительской корзины, содержащей набор товаров и услуг; б) выбор портфеля для инвестиций; в) распределение ресурсов или времени	а) потребительское поведение на рынке товаров и услуг, рынке жилья; б) деловые сети; в) выбор состояния занятости

Примечание – Источник: собственная разработка на основе изучения эмпирических исследований.

В теории запланированного поведения И. Айзена (1991) намерение возникает под воздействием трех концептов:

а) установок – личной оценки действия в шкале благоприятное – неблагоприятное;

б) субъективных норм – оценки того, насколько с точки зрения индивида то или иное действие санкционировано обществом;

в) воспринимаемого поведенческого контроля – представления индивида о том, насколько легко или сложно будет совершить намеренное действие [23, с. 188].

При синтезе теории запланированного поведения и агентно-ориентированного моделирования могут учитываться субъективные нормы, но исключаются воспринимаемый поведенческий контроль [24–26], что на концептуальном уровне согласуется с более ранней (1975) теорией обоснованного действия М. Фишбейна и И. Айзена. Х. Мейлдер и Т. Филатова, приняв во внимание все перечисленные концепты теории запланированного поведения, сравнили программные реализации теории в агентно-ориентированных моделях. Их воспринимаемый поведенческий контроль ограничен по материальным ресурсам, из-за чего редуцируется к фактическому поведенческому контролю, и включен в модель двумя способами: в форме фильтра (агенты будут определять полезность установки солнечных панелей и статус-кво, только если их доход превышает пороговое значение – случайное число или экономический критерий) и в форме одного из критериев (вместе с факторами установок и субъективных норм) функции полезности [27]. Переходу от намерения к действию в компьютерных моделях внимания уделено значительно меньше (см., например, [28–29]).

Идея о том, что межличностные сети воздействуют на экономические действия, и наличие эмпирического материала формирует основу для более реалистичного моделирования воздействия референтных групп агентов: членов домашних хозяйств, соседей, коллег, знакомых. В моделях двумерных клеточных автоматах, где пространство представлено решеткой, а агенты – клетками, состояния которых меняются в зависимости от состояния окружения, ближайшими соседями для каждой клетки считаются ближайшие клетки, имеющие общую сторону (окрестность Неймана, 4 соседа) или вершину (окрестность Мура, 8 соседей) с исходной. В некоторых задачах является обоснованным расширение свойства локальности с помощью включения дальних соседей – как правило, четырех клеток, выбранных случайным образом [30, с. 1474]. Для создания социальных сетей могут применяться достаточно простые эмпирические правила, учитывающие расстояние между потенциальными участниками сети [31], в дополнении к расстоянию – схожесть их экономических, культурных и социальных состояний [32], и специальные модели, например, модель эффекта «мир тесен» Дж. Клейнберга [33]. Сила воздействия участников различных сетей может изменяться в ходе имитации (см., например: [34], в части использования статических сетей для членов домашних хозяйств и друзей и динамической – для знакомых) и варьироваться в зависимости от типа межличностных отношений и моделируемого поведения.

Воздействие всей популяции агентов в силу его автоматичности хорошо иллюстрируется на примере статусного потребления, а также согласования интересов. В работе [35] характеристики нового образа жизни – демонстративная и скрытая формы благополучия – выбираются с помощью двумерного нормального распределения с отрицательным коэффициентом корреляции и центрами, соответствующими текущему демонстративному благополучию в среднем по всем агентам и среднему

демонстративному благополучию, умноженному на коэффициент наклона прямой регрессии, проходящей через главную ось эллипса равной вероятности. В модели [36], настроенной на имитацию влияния неравенства в распределении доходов и богатства на финансовую стабильность, автономное потребление равняется квантилю порядка 0,2 распределения доходов: ни одно домохозяйство не желает отставать от других. В работе [37] на примере конфликта интересов фермеров при экспроприации земель показано, что эволюционная теория игр также вписывается в агентно-ориентированный подход.

Теория фреймов целей, активно использующаяся в моделях с бинарным выбором и ранжированием альтернатив, была предложена З. Линденбергом (2001) [38]. В рамках данной теории цель одного из трех типов: гедонистическая («чувствовать себя лучше»), получения выгоды («увеличить имеющиеся ресурсы или прибыль, которую они производят»), нормативная («действовать надлежащим образом») – определяет, какие убеждения, установки, знания являются значимыми для ее достижения, через ментальную рамку или фрейм цели [38, с. 652–654, 656–659]. После эту теорию применили для исследования проэкологического поведения [39]. Сначала, как правило, для каждого агента вероятностным способом выбираются веса ценностей, нормированные к единице. Среди них можно выделить две группы. Во-первых, это эгоцентрические ценности, к которым относятся ценности эгоизма и гедонизма – увеличение индивидуальных ресурсов и чувственное удовлетворение соответственно. Вторую группу образовали самотрансцендентные ценности: проэкологические (защита окружающей среды), альтруистические (обеспечение социального благополучия), нормативные (конформизм). Далее выбирается альтернатива с максимальным значением многокритериальной функции полезности, получаемой из значений критериев (например, сбережений от экономии энергии или периода окупаемости, изменения теплового комфорта, сокращения выбросов CO₂, нагрузки на генерирующие мощности электроэнергетической системы, доли референтных агентов, совершивших намеренное действие и т. д.) с весами соответствующих ценностей [24–25, 27]. В других моделях для каждого агента выбирается фрейм цели, направляющий поведение в терминах дерева решений. Это объясняет, например, почему одни потребители выбирают случайный бытовой прибор, другие – наиболее энергоэффективный, третьи – наиболее дешевый [40]. Подход на основе ценностей также применяется для вычисления индивидуальных экономических параметров, как, например, количества рабочих часов, затрачиваемых на производство общественных благ, частных благ и досуг, в зависимости от базовых ценностей по Ш. Шварцу [41].

Каждый человек располагает историей и памятью, которые влияют на его поведение и которые, хотя и учитываются, например, при формировании воспринимаемого поведенческого контроля, в контексте данной статьи рассматриваются отдельно. К хорошо формализуемым и потому распространенным процедурам с использованием памяти относятся следующие: формирование ожиданий, формирование доверия в деловых сетях и накопление клиентского опыта, извлечение из памяти похожих ситуаций при принятии решений. Первый пункт приводит к рациональным ожиданиям в классических макроэкономических моделях и к эвристикам (адаптивным ожиданиям) – в агентно-ориентированных [42–43]. Второй пункт подразумевает коррекцию действий опытом взаимодействий [44–45]. Актуальным направлением реализации третьего пункта является технология Retrieval-Augmented Generation для создания долговременной памяти [46].

Поведенческие основания, как один из факторов психологического характера, представляют собой концепции (феномены) поведенческой экономики [47, с. 54–57]. Например, когда предельная склонность к потреблению для текущего дохода превышает предельную склонность к потреблению для текущего богатства [36], действует ментальный учет [47, с. 56].

Вторая движущая сила экономических действий в агентно-ориентированных моделях – ограничивающие факторы, под которыми в настоящей работе понимаются ограничения по информационным ресурсам: ограниченная видимость и транзакционные издержки поиска. Ограниченная видимость предполагает, что не все имеющие возможность (в некоторых ситуациях и желающие), например, купить товар или услугу, приобрести жилье или устроиться на работу приобретут некоторое благо, станут обладателями новой жилплощади или трудоустроятся из-за неосведомленности о существующих (в случае множественного выбора –

и доступных) возможностях. На рынках товаров данный фактор рассматривается чаще всего в контексте диффузии инноваций [48]. Рынок недвижимости выделен среди других рынков активов ввиду его неэффективности, поскольку агенты-домохозяйства могут прибегнуть к услугам риэлторов, которые выбирают заданное число произвольных домов, соответствующих максимальной готовности агента-домохозяйства платить [49], в противоположность моделям аукциона [50] или в некоторой степени моделям с переговорами [51]. Поиск необходимой информации продолжится до тех пор, пока предельная полезность дополнительных усилий, затрачиваемых на поиск, не сравняется с предельными издержками (транзакционными) этого усилия [52, с. 1281]. Формализация этого принципа в агентно-ориентированных моделях также предполагает, что ожидания агентов (*reservation utility*) относительно альтернатив (например, предложений о работе) уменьшаются по мере поиска [53] (таблица 2).

Таблица 2 – Возможные способы формализации когнитивных процессов домашних хозяйств в агентно-ориентированных моделях

Фактор принятия решения агентом	Сущность	Значение в агентно-ориентированном моделировании экономического поведения домашних хозяйств
Факторы психологических механизмов		
Воспринимаемый поведенческий контроль	Субъективное восприятие легкости или сложности совершения интересующего действия, формируемое на базе опыта (индивида и социального окружения) совершения аналогичных действий и информационных потоков	Может быть введен в модель в качестве барьера для возникновения намерения, требующего больше вычислительных ресурсов, или как один из критериев многокритериальной функции полезности, то есть как часть намерения
Социальное воздействие	Воспринимаемое или фактическое социальное воздействие в части совершения действия со стороны референтных групп агентов (членов домашнего хозяйства, соседей, коллег и пр.) или всей популяции агентов	Возможно использование для разграничения влияния различных социальных микрогрупп, в которые входит индивид, на соответствующие формы его экономического поведения (например, семьи – на пищевое поведение, соседей – на удовлетворение витальных потребностей, связанных с обеспечением комфортных условий проживания и т. д.)
Фрейм цели	Склонность индивида принимать решения на основе убеждений, установок, знаний, которые являются для него (нее) ситуационно значимыми в смысле достижения цели	Может использоваться для задания «архетипа» агента через придание весов критериям полезности альтернатив
Память	Способность индивида запоминать информацию о своих прошлых состояниях, характеристиках окружающей среды, взаимодействиях с другими агентами, прежде всего описание событий и результаты действий	Необходимо учитывать как то, что запас знаний индивида опосредует изменения в поведении, так и их поступление из различных по степени убедительности потоков (предыдущие ситуации выбора, объективные знания об окружающей среде, рекламные кампании, нарративы)
Поведенческие основания	Факторы отклонения поведения когнитивных агентов в моделях от поведения рационального агента, предписываемого неоклассикой в своих теоретических моделях	Могут быть добавлены к стандартным экономическим концептам, а именно при учете воздействия внешних по отношению к совокупности агентов-домохозяйств факторов, прежде всего, изменения фирмами ценовой политики и стратегии маркетинга
Ограничивающие факторы		
Ограниченная видимость	Неравномерное распространение информации о ситуации выбора среди агентов одного типа	Следует учитывать, что индивиды не осуществляют оптимальный выбор, а выбирают удовлетворительный вариант
Транзакционные издержки поиска	Затраты ресурсов и времени, связанные с поиском информации, которая движется отдельно от объекта	Блокирующий эффект данного фактора следует учитывать по причине и для более правдоподобного учета неоптимального распределения активов, особенно в ситуациях выбора из множества вариантов

Примечание – Источник: собственная разработка на основе изучения эмпирических исследований.

Другой взгляд на флуктуации в поведении агентов приводит к использованию свойств стохастичности в дополнении к представленным в моделях источникам гетерогенности [54–55]. Например, функция полезности потребителя может включать случайную компоненту, выбор альтернативы с максимальной многокритериальной полезностью может не являться достоверным событием (если вероятность выбора альтернативы пропорциональна ее ожидаемой полезности) и др.

Заключение

В результате когнитивного картирования текстов 38 эмпирических исследований разработана классификация 7 групп агентно-ориентированных моделей первого (высшего) уровня, имитирующих экономическое поведение домашних хозяйств, на основе трех классификационных признаков: источника критериев принятия решений, формы выдачи предпочтений, подхода к формализации когнитивных процессов. Факторы принятия решений агентами-домохозяйствами описаны с позиций их разделения на факторы психологических ме-

ханизмов и ограничивающие (информационные) факторы. Изучение проблематики наполнения агентно-ориентированных моделей когнитивными агентами приводит к необходимости формализации поведенческого акта с учетом трех ментальных барьеров: (1) информационной асимметрии, (2) когнитивного состояния агента, (3) бюджетных ограничений агента. Поведенческое намерение зачастую возникает до того, как альтернативы получают «ценник», причем агент должен быть осведомлен о возможности совершения намеченного действия, что ни интуитивно, ни аналитически не вызывает возражений.

Агентно-ориентированное моделирование, позволяющее на микроуровне учитывать многоступенчатость процесса совершения экономических действий и неоднородность агентов в когнитивных терминах, как представляется, является перспективным подходом в рамках изучения социально-экономических явлений и процессов в условиях институциональных трансформаций различной природы, а именно для моделирования их воздействия на массовые экономические решения.

Список цитированных источников

- Robbins, L. An Essay on the Nature and Significance of Economic Science / L. Robbins. – 1st ed., reprinted. – Auburn : Ludwig von Mises Institute, 2007. – 141 p.
- История экономических учений : учеб. пособие / под ред. В. Автономова, О. Ананьина, Н. Макашевой. – М. : ИНФРА-М, 2002. – 784 с.
- Gorman, W. M. Community Preference Fields / W. M. Gorman // *Econometrica*. – 1953. – Vol. 21, No. 1. – P. 63–80.
- Becker, G. S. A Treatise on the Family / G. S. Becker. – Enl. ed. – Cambridge : Harvard University Press, 1991. – 424 p.
- Hayek, F. A. The Use of Knowledge in Society / F. A. Hayek // *The American Economic Review*. – 1945. – Vol. 35, No. 4. – P. 519–530.
- Макаров, В. Л. Современные инструменты моделирования социально-экономических процессов / В. Л. Макаров, А. Р. Бахтизин // *Экономика Северо-Запада: проблемы и перспективы развития*. – 2024. – № 1 (76). – С. 21–32. – DOI: 10.52897/2411-4588-2024-1-21-32.
- Раицкая, Л. К. Обзор как перспективный вид научной публикации, его типы и характеристики / Л. К. Раицкая, Е. В. Тихонова // *Научный редактор и издатель*. – 2019. – Т. 4, № 3–4. – С. 131–139. – DOI: 10.24069/2542-0267-2019-3-4-131-139.
- Радаев, В. В. Что такое «экономическое действие»? / В. В. Радаев // *Экономическая социология*. – 2002. – Т. 3, № 5. – С. 18–25.
- An Energy Systems Modelling Tool for the Social Simulation Community / L. A. Bollinger, M. J. van Blijswijk, G. P. J. Dijkema, I. Nikolic // *Journal of Artificial Societies and Social Simulation*. – 2016. – Vol. 19, Iss. 1. – DOI: 10.18564/jasss.2971.
- Finance and Market Concentration Using Agent-Based Modeling: Evidence from South Korea / Y. Seo, Z. Altiner, S. Lee [et al.] // *Journal of Artificial Societies and Social Simulation*. – 2025. – Vol. 28, Iss. 3. – DOI: 10.18564/jasss.5710.
- An Agent-Based Model of Flood Risk and Insurance / J. Dubbelboer, I. Nikolic, K. Jenkins, J. Hall // *Journal of Artificial Societies and Social Simulation*. – 2017. – Vol. 20, Iss. 1. – DOI: 10.18564/jasss.3135.
- ReMoTe-S. Residential Mobility of Tenants in Switzerland: An Agent-Based Model / A. Pagani, F. Ballestrazzi, E. Massaro, C. R. Binder // *Journal of Artificial Societies and Social Simulation*. – 2022. – Vol. 25, Iss. 2. – DOI: 10.18564/jasss.4752.
- Furtado, B. A. A Simple Agent-Based Spatial Model of the Economy: Tools for Policy / B. A. Furtado, I. D. R. Eberhardt // *Journal of Artificial Societies and Social Simulation*. – 2016. – Vol. 19, Iss. 4. – DOI: 10.18564/jasss.3071.
- Granovetter, M. Threshold Models of Collective Behavior / M. Granovetter // *American Journal of Sociology*. – 1978. – Vol. 83, No. 6. – P. 1420–1443.
- Xiong, H. Identifying Mechanisms Underlying Peer Effects on Multiplex Networks / H. Xiong, D. Payne, S. Kinsella // *Journal of Artificial Societies and Social Simulation*. – 2018. – Vol. 21, Iss. 4. – DOI: 10.18564/jasss.3797.
- Latané, B. The Psychology of Social Impact / B. Latané // *American Psychologist*. – 1981. – Vol. 36, No. 4. – P. 343–356. – DOI: 10.1037/0003-066X.36.4.343.
- Агент-ориентированная многорегиональная модель «затраты–выпуск» российской экономики / В. И. Суслов, Д. А. Доможиров, Н. М. Ибрагимов [и др.] // *Экономика и математические методы*. – 2016. – Т. 52, № 1. – С. 112–131.
- Кузьмин, И. С. Применение агент-ориентированного подхода для моделирования эффектов от различных налоговых режимов / И. С. Кузьмин // *Искусственные общества*. – 2025. – Т. 20, № 2. – DOI: 10.18254/S207751800034521-2.
- Новикова, Т. С. Разработка социальной политики на основе сочетания агент-ориентированного и межотраслевого подходов / Т. С. Новикова, А. А. Цыплаков // *Журнал Новой экономической ассоциации*. – 2021. – № 4 (52). – С. 12–36. – DOI: 10.31737/2221-2264-2021-52-4-1.
- Бахтизин, А. Р. Гибридные методы моделирования общего экономического равновесия с использованием агент-ориентированных моделей : автореф. дис. ... д-ра эконом. наук : 08.00.13 / Бахтизин Альберт Рауфович ; Центр. эконом.-мат. ин-т РАН. – М., 2008. – 49 с.
- Серков, Л. А. Объединение агентного подхода и подхода общего равновесия для анализа влияния теневого сектора на российскую экономику / Л. А. Серков, С. С. Красных // *Компьютерные исследования и моделирование*. – 2020. – Т. 12, № 3. – С. 669–684. – DOI: 10.20537/2076-7633-2020-12-3-669-684.
- Тамбовцев, В. Л. Концепт укоренённости в теории и эмпирических исследованиях / В. Л. Тамбовцев // *Вопросы теоретической экономики*. – 2022. – № 4. – С. 25–45. – DOI: 10.52342/2587-7666VTE_2022_4_25_45.
- Ajzen, I. The theory of planned behavior / I. Ajzen // *Organizational Behavior and Human Decision Processes*. – 1991. – Vol. 50, Iss. 2. – P. 179–211. – DOI: 10.1016/0749-5978(91)90020-T.
- An Agent-Based Model of Electricity Consumer: Smart Metering Policy Implications in Europe / J. Vasiljevska, J. Douw, A. Mengolini, I. Nikolic // *Journal of Artificial Societies and Social Simulation*. – 2017. – Vol. 20, Iss. 1. – DOI: 10.18564/jasss.3150.
- Krebs, F. An Empirically Grounded Model of Green Electricity Adoption in Germany: Calibration, Validation and Insights into Patterns of Diffusion / F. Krebs // *Journal of Artificial Societies and Social Simulation*. – 2017. – Vol. 20, Iss. 2. – DOI: 10.18564/jasss.3429.
- An Agent-Based Model to Simulate Meat Consumption Behaviour of Consumers in Britain / A. Scalco, J. I. Macdiarmid, T. Craig [et al.] // *Journal of Artificial Societies and Social Simulation*. – 2019. – Vol. 22, Iss. 4. – DOI: 10.18564/jasss.4134.
- Muelder, H. One Theory – Many Formalizations: Testing Different Code Implementations of the Theory of Planned Behaviour in Energy Agent-Based Models / H. Muelder, T. Filatova // *Journal of Artificial Societies and Social Simulation*. – 2018. – Vol. 21, Iss. 4. – DOI: 10.18564/jasss.3855.
- Hailegiorgis, A. An Agent-Based Model of Rural Households' Adaptation to Climate Change / A. Hailegiorgis, A. Crooks, C. Cioffi-Revilla // *Journal of Artificial Societies and Social Simulation*. – 2018. – Vol. 21, Iss. 4. – DOI: 10.18564/jasss.3812.
- Egner, L. E. Effect of Policy Implementation on Energy Retrofit Behavior and Energy Consumption in a Simulated Neighborhood / L. E. Egner, C. Klöckner // *Journal of Artificial Societies and Social Simulation*. – 2022. – Vol. 25, Iss. 4. – DOI: 10.18564/jasss.4936.
- Шмидт, Ю. Д. Моделирование межрегиональных миграционных потоков клеточными автоматами / Ю. Д. Шмидт, Н. В. Ивашина, Г. П. Озерова // *Компьютерные исследования и моделирование*. – 2020. – Т. 12, № 6. – С. 1467–1483. – DOI: 10.20537/2076-7633-2020-12-6-1467-1483.
- Understanding the Effects of China's Agro-Environmental Policies on Rural Households' Labor and Land Allocation with a Spatially Explicit Agent-Based Model / Y. Wang, Q. Zhang, S. Sannigrahi [et al.] // *Journal of Artificial Societies and Social Simulation*. – 2021. – Vol. 24, Iss. 3. – DOI: 10.18564/jasss.4589.
- Friege, J. Exploring Homeowners' Insulation Activity / J. Friege, G. Holtz, É. J. L. Chappin // *Journal of Artificial Societies and Social Simulation*. – 2016. – Vol. 19, Iss. 1. – DOI: 10.18564/jasss.2941.
- Moglia, M. An Agent-Based Model of Residential Energy Efficiency Adoption / M. Moglia, A. Podkalicka, J. McGregor // *Journal of Artificial Societies and Social Simulation*. – 2018. – Vol. 21, Iss. 3. – DOI: 10.18564/jasss.3729.
- Identifying Personal and Social Drivers of Dietary Patterns: An Agent-Based Model of Dutch Consumer Behavior / N. Davis, B. Dermody, M. Koetse, G. van Voorn // *Journal of Artificial Societies and Social Simulation*. – 2024. – Vol. 27, Iss. 1. – DOI: 10.18564/jasss.5020.
- Thron, C. Lifestyle Tradeoffs and the Decline of Societal Well-Being: An Agent-Based Model / C. Thron // *Journal of Artificial Societies and Social Simulation*. – 2016. – Vol. 19, Iss. 2. – DOI: 10.18564/jasss.3024.
- Fischer, T. Can Redistribution by Means of a Progressive Labor Income-Taxation Transfer System Increase Financial Stability? / T. Fischer // *Journal of Artificial Societies and Social Simulation*. – 2017. – Vol. 20, Iss. 2. – DOI: 10.18564/jasss.3405.
- Conflicts Induced by Different Responses to Land Expropriation Among the Farmers Involved During Urbanization in China / H. Bao, X. Wu, H. Wang [et al.] // *Journal of Artificial Societies and Social Simulation*. – 2019. – Vol. 22, Iss. 1. – DOI: 10.18564/jasss.3931.

38. Lindenberg, S. Social Rationality versus Rational Egoism / S. Lindenberg // *Handbook of Sociological Theory* / ed. J. H. Turner. – New York, 2001. – Ch. 29. – P. 635–668. – DOI: 10.1007/0-387-36274-6_29.
39. Lindenberg, S. Normative, Gain and Hedonic Goal Frames Guiding Environmental Behavior / S. Lindenberg, L. Steg // *Journal of Social Issues*. – 2007. – Vol. 63, Iss. 1. – P. 117–137. – DOI: 10.1111/j.1540-4560.2007.00499.x.
40. Gotts, N. M. Experiments with a Model of Domestic Energy Demand / N. M. Gotts, J. G. Polhill // *Journal of Artificial Societies and Social Simulation*. – 2017. – Vol. 20, Iss. 3. – DOI: 10.18564/jasss.3467.
41. Schwartz Human Values and the Economic Performance / M. Czupryna, K. Growiec, B. Kamiński, P. Oleksy // *Journal of Artificial Societies and Social Simulation*. – 2024. – Vol. 27, Iss. 1. – DOI: 10.18564/jasss.5023.
42. D'Orazio, P. From Micro Behaviors to Macro Dynamics: An Agent-Based Economic Model with Consumer Credit / P. D'Orazio, G. Giulioni // *Journal of Artificial Societies and Social Simulation*. – 2017. – Vol. 20, Iss. 1. – DOI: 10.18564/jasss.3260.
43. An Agent-Based Approach to Integrated Assessment Modelling of Climate Change / M. Czupryna, C. Franzke, S. Hokamp, J. Scheffran // *Journal of Artificial Societies and Social Simulation*. – 2020. – Vol. 23, Iss. 3. – DOI: 10.18564/jasss.4325.
44. Contract Farming in the Mekong Delta's Rice Supply Chain: Insights from an Agent-Based Modeling Study / H. K. Nguyen, R. Chiong, M. Chica [et al.] // *Journal of Artificial Societies and Social Simulation*. – 2019. – Vol. 22, Iss. 3. – DOI: 10.18564/jasss.4008.
45. Kowalski, L. Comparing Spatial-Interaction and Hybrid Agent-Based Modelling Approaches: An Application to Location Analysis of Services / L. Kowalski // *Journal of Artificial Societies and Social Simulation*. – 2019. – Vol. 22, Iss. 1. – DOI: 10.18564/jasss.3899.
46. Zhang, S. GPLab: A Generative Agent-Based Framework for Policy Simulation and Evaluation / S. Zhang, Z. Peng, Y. Ren // *Journal of Artificial Societies and Social Simulation*. – 2026. – Vol. 29, Iss. 1. – DOI: 10.18564/jasss.5933.
47. Дершень, В. Концепции поведенческой экономики в маркетинге / В. Дершень, В. Пархименко // *Наука и инновации*. – 2022. – № 3. – С. 53–59. – DOI: 10.29235/1818-9857-2022-3-53-59.
48. Pasimeni, F. Community-Based Adoption and Diffusion of Micro-Grids: Analysis of the Italian Case with Agent-Based Model / F. Pasimeni // *Journal of Artificial Societies and Social Simulation*. – 2019. – Vol. 22, Iss. 1. – DOI: 10.18564/jasss.3950.
49. Yun, T.-S. Housing Market Agent-Based Simulation with Loan-To-Value and Debt-To-Income / T.-S. Yun, I.-C. Moon // *Journal of Artificial Societies and Social Simulation*. – 2020. – Vol. 23, Iss. 4. – DOI: 10.18564/jasss.4410.
50. An Agent Based Model of a Thinly Traded Land Market in an Urbanizing Region / Y. Chen, E. Irwin, C. Jayaprakash, K. J. Park // *Journal of Artificial Societies and Social Simulation*. – 2021. – Vol. 24, Iss. 2. – DOI: 10.18564/jasss.4518.
51. Furtado, B. A. PolicySpace2: Modeling Markets and Endogenous Public Policies / B. A. Furtado // *Journal of Artificial Societies and Social Simulation*. – 2022. – Vol. 25, Iss. 1. – DOI: 10.18564/jasss.4742.
52. Wheaton, W. C. Vacancy, Search, and Prices in a Housing Market Matching Model / W. C. Wheaton // *Journal of Political Economy*. – 1990. – Vol. 98, No. 6. – P. 1270–1292.
53. Kant, J.-D. WorkSim: An Agent-Based Model of Labor Markets / J.-D. Kant, G. Ballot, O. Goudet // *Journal of Artificial Societies and Social Simulation*. – 2020. – Vol. 23, Iss. 4. – DOI: 10.18564/jasss.4396.
54. Calisti, R. Promoting Sustainable Food Consumption: An Agent-Based Model About Outcomes of Small Shop Openings / R. Calisti, P. Proietti, A. Marchini // *Journal of Artificial Societies and Social Simulation*. – 2019. – Vol. 22, Iss. 1. – DOI: 10.18564/jasss.3901.
55. Fonteijn, H. M. J. DARTS: Evolving Resilience of the Global Food System to Production and Trade Shocks / H. M. J. Fonteijn, P. A. J. van Oort, G. M. Hengeveld // *Journal of Artificial Societies and Social Simulation*. – 2024. – Vol. 27, Iss. 2. – DOI: 10.18564/jasss.5307.
56. Istorija ekonomicheskikh uchenij : ucheb. posobie / pod red. V. Avtonomova, O. Anan'ina, N. Makashevoj. – M. : INFRA-M, 2002. – 784 s.
57. Gorman, W. M. Community Preference Fields / W. M. Gorman // *Econometrica*. – 1953. – Vol. 21, No. 1. – P. 63–80.
58. Becker, G. S. A Treatise on the Family / G. S. Becker. – Enl. ed. – Cambridge : Harvard University Press, 1991. – 424 p.
59. Hayek, F. A. The Use of Knowledge in Society / F. A. Hayek // *The American Economic Review*. – 1945. – Vol. 35, No. 4. – P. 519–530.
60. Makarov, V. L. Sovremennye instrumenty modelirovaniya social'no-ekonomicheskikh processov / V. L. Makarov, A. R. Bahtizin // *Ekonomika Severo-Zapada: problemy i perspektivy razvitiya*. – 2024. – № 1 (76). – S. 21–32. – DOI: 10.52897/2411-4588-2024-1-21-32.
61. Raickaya, L. K. Obzor kak perspektivnyj vid nauchnoj publikacii, ego tipy i harakteristiki / L. K. Raickaya, E. V. Tihonova // *Nauchnyj redaktor i izdatel'*. – 2019. – T. 4, № 3–4. – S. 131–139. – DOI: 10.24069/2542-0267-2019-3-4-131-139.
62. Radaev, V. V. CHto takoe «ekonomicheskoe dejstvie»? / V. V. Radaev // *Ekonomicheskaya sociologiya*. – 2002. – T. 3, № 5. – S. 18–25.
63. An Energy Systems Modelling Tool for the Social Simulation Community / L. A. Bollinger, M. J. van Blijswijk, G. P. J. Dijkema, I. Nikolic // *Journal of Artificial Societies and Social Simulation*. – 2016. – Vol. 19, Iss. 1. – DOI: 10.18564/jasss.2971.
64. Finance and Market Concentration Using Agent-Based Modeling: Evidence from South Korea / Y. Seo, Z. Altiner, S. Lee [et al.] // *Journal of Artificial Societies and Social Simulation*. – 2025. – Vol. 28, Iss. 3. – DOI: 10.18564/jasss.5710.
65. An Agent-Based Model of Flood Risk and Insurance / J. Dubbelboer, I. Nikolic, K. Jenkins, J. Hall // *Journal of Artificial Societies and Social Simulation*. – 2017. – Vol. 20, Iss. 1. – DOI: 10.18564/jasss.3135.
66. ReMoTe-S. Residential Mobility of Tenants in Switzerland: An Agent-Based Model / A. Pagani, F. Ballestrazzi, E. Massaro, C. R. Binder // *Journal of Artificial Societies and Social Simulation*. – 2022. – Vol. 25, Iss. 2. – DOI: 10.18564/jasss.4752.
67. Furtado, B. A. A Simple Agent-Based Spatial Model of the Economy: Tools for Policy / B. A. Furtado, I. D. R. Eberhardt // *Journal of Artificial Societies and Social Simulation*. – 2016. – Vol. 19, Iss. 4. – DOI: 10.18564/jasss.3071.
68. Granovetter, M. Threshold Models of Collective Behavior / M. Granovetter // *American Journal of Sociology*. – 1978. – Vol. 83, No. 6. – P. 1420–1443.
69. Xiong, H. Identifying Mechanisms Underlying Peer Effects on Multiplex Networks / H. Xiong, D. Payne, S. Kinsella // *Journal of Artificial Societies and Social Simulation*. – 2018. – Vol. 21, Iss. 4. – DOI: 10.18564/jasss.3797.
70. Latané, B. The Psychology of Social Impact / B. Latané // *American Psychologist*. – 1981. – Vol. 36, No. 4. – P. 343–356. – DOI: 10.1037/0003-066X.36.4.343.
71. Agent-orientirovannaya mnogoregional'naya model' «zatraty-vypusk» Rossijskoj ekonomiki / V. I. Suslov, D. A. Domozhirov, N. M. Ibragimov [i dr.] // *Ekonomika i matematicheskie metody*. – 2016. – T. 52, № 1. – S. 112–131.
72. Kuz'min, I. S. Primenenie agent-orientirovannogo podhoda dlya modelirovaniya effektivov ot razlichnyh nalogovyh rezhimov / I. S. Kuz'min // *Iskusstvennye obshchestva*. – 2025. – T. 20, № 2. – DOI: 10.18254/S207751800034521-2.
73. Novikova, T. S. Razrabotka social'noj politiki na osnove sochetaniya agent-orientirovannogo i mezhotraslevogo podhodov / T. S. Novikova, A. A. Cyplakov // *Zhurnal Novoj ekonomicheskoy associacii*. – 2021. – № 4 (52). – S. 12–36. – DOI: 10.31737/2221-2264-2021-52-4-1.
74. Bahtizin, A. R. Gibridnye metody modelirovaniya obshchego ekonomicheskogo ravnovesiya s ispol'zovaniem agent-orientirovannykh modelej : avtoref. dis. ... d-ra ekonom. nauk : 08.00.13 / Bahtizin Al'bert Raufovich ; Centr. ekonom.-mat. int. RAN. – M., 2008. – 49 s.
75. Serkov, L. A. Ob'edinenie agentnogo podhoda i podhoda obshchego ravnovesiya dlya analiza vliyaniya tenevogo sektora na Rossijskuyu ekonomiku / L. A. Serkov, S. S. Krasnyh // *Komp'yuternye issledovaniya i modelirovanie*. – 2020. – T. 12, № 3. – S. 669–684. – DOI: 10.20537/2076-7633-2020-12-3-669-684.

References

1. Robbins, L. An Essay on the Nature and Significance of Economic Science / L. Robbins. – 1st ed., reprinted. – Auburn : Ludwig von Mises Institute, 2007. – 141 p.

22. Tambovcev, V. L. Koncept ukorenyonnosti v teorii i empiricheskikh issledovaniyah / V. L. Tambovcev // Voprosy teoreticheskoy ekonomiki. – 2022. – № 4. – S. 25–45. – DOI: 10.52342/2587-7666VTE_2022_4_25_45.
23. Ajzen, I. The theory of planned behavior / I. Ajzen // Organizational Behavior and Human Decision Processes. – 1991. – Vol. 50, Iss. 2. – P. 179–211. – DOI: 10.1016/0749-5978(91)90020-T.
24. An Agent-Based Model of Electricity Consumer: Smart Metering Policy Implications in Europe / J. Vasiljevska, J. Douw, A. Mengolini, I. Nikolic // Journal of Artificial Societies and Social Simulation. – 2017. – Vol. 20, Iss. 1. – DOI: 10.18564/jasss.3150.
25. Krebs, F. An Empirically Grounded Model of Green Electricity Adoption in Germany: Calibration, Validation and Insights into Patterns of Diffusion / F. Krebs // Journal of Artificial Societies and Social Simulation. – 2017. – Vol. 20, Iss. 2. – DOI: 10.18564/jasss.3429.
26. An Agent-Based Model to Simulate Meat Consumption Behaviour of Consumers in Britain / A. Scalco, J. I. Macdiarmid, T. Craig [et al.] // Journal of Artificial Societies and Social Simulation. – 2019. – Vol. 22, Iss. 4. – DOI: 10.18564/jasss.4134.
27. Muelder, H. One Theory – Many Formalizations: Testing Different Code Implementations of the Theory of Planned Behaviour in Energy Agent-Based Models / H. Muelder, T. Filatova // Journal of Artificial Societies and Social Simulation. – 2018. – Vol. 21, Iss. 4. – DOI: 10.18564/jasss.3855.
28. Hailegiorgis, A. An Agent-Based Model of Rural Households' Adaptation to Climate Change / A. Hailegiorgis, A. Crooks, C. Cioffi-Revilla // Journal of Artificial Societies and Social Simulation. – 2018. – Vol. 21, Iss. 4. – DOI: 10.18564/jasss.3812.
29. Egner, L. E. Effect of Policy Implementation on Energy Retrofit Behavior and Energy Consumption in a Simulated Neighborhood / L. E. Egner, C. Klöckner // Journal of Artificial Societies and Social Simulation. – 2022. – Vol. 25, Iss. 4. – DOI: 10.18564/jasss.4936.
30. SHmidt, YU. D. Modelirovanie mezhrional'nyh migracionnyh potokov kletochnymi avtomatami / YU. D. SHmidt, N. V. Ivashina, G. P. Ozerova // Komp'yuternye issledovaniya i modelirovanie. – 2020. – T. 12, № 6. – S. 1467–1483. – DOI: 10.20537/2076-7633-2020-12-6-1467-1483.
31. Understanding the Effects of China's Agro-Environmental Policies on Rural Households' Labor and Land Allocation with a Spatially Explicit Agent-Based Model / Y. Wang, Q. Zhang, S. Sannigrahi [et al.] // Journal of Artificial Societies and Social Simulation. – 2021. – Vol. 24, Iss. 3. – DOI: 10.18564/jasss.4589.
32. Friege, J. Exploring Homeowners' Insulation Activity / J. Friege, G. Holtz, É. J. L. Chappin // Journal of Artificial Societies and Social Simulation. – 2016. – Vol. 19, Iss. 1. – DOI: 10.18564/jasss.2941.
33. Moglia, M. An Agent-Based Model of Residential Energy Efficiency Adoption / M. Moglia, A. Podkalicka, J. McGregor // Journal of Artificial Societies and Social Simulation. – 2018. – Vol. 21, Iss. 3. – DOI: 10.18564/jasss.3729.
34. Identifying Personal and Social Drivers of Dietary Patterns: An Agent-Based Model of Dutch Consumer Behavior / N. Davis, B. Dermody, M. Koetse, G. van Voorn // Journal of Artificial Societies and Social Simulation. – 2024. – Vol. 27, Iss. 1. – DOI: 10.18564/jasss.5020.
35. Thron, C. Lifestyle Tradeoffs and the Decline of Societal Well-Being: An Agent-Based Model / C. Thron // Journal of Artificial Societies and Social Simulation. – 2016. – Vol. 19, Iss. 2. – DOI: 10.18564/jasss.3024.
36. Fischer, T. Can Redistribution by Means of a Progressive Labor Income-Taxation Transfer System Increase Financial Stability? / T. Fischer // Journal of Artificial Societies and Social Simulation. – 2017. – Vol. 20, Iss. 2. – DOI: 10.18564/jasss.3405.
37. Conflicts Induced by Different Responses to Land Expropriation Among the Farmers Involved During Urbanization in China / H. Bao, X. Wu, H. Wang [et al.] // Journal of Artificial Societies and Social Simulation. – 2019. – Vol. 22, Iss. 1. – DOI: 10.18564/jasss.3931.
38. Lindenberg, S. Social Rationality versus Rational Egoism / S. Lindenberg // Handbook of Sociological Theory / ed. J. H. Turner. – New York, 2001. – Ch. 29. – P. 635–668. – DOI: 10.1007/0-387-36274-6_29.
39. Lindenberg, S. Normative, Gain and Hedonic Goal Frames Guiding Environmental Behavior / S. Lindenberg, L. Steg // Journal of Social Issues. – 2007. – Vol. 63, Iss. 1. – P. 117–137. – DOI: 10.1111/j.1540-4560.2007.00499.x.
40. Gotts, N. M. Experiments with a Model of Domestic Energy Demand / N. M. Gotts, J. G. Polhill // Journal of Artificial Societies and Social Simulation. – 2017. – Vol. 20, Iss. 3. – DOI: 10.18564/jasss.3467.
41. Schwartz Human Values and the Economic Performance / M. Czupryna, K. Growiec, B. Kamiński, P. Oleksy // Journal of Artificial Societies and Social Simulation. – 2024. – Vol. 27, Iss. 1. – DOI: 10.18564/jasss.5023.
42. D'Orazio, P. From Micro Behaviors to Macro Dynamics: An Agent-Based Economic Model with Consumer Credit / P. D'Orazio, G. Giulioni // Journal of Artificial Societies and Social Simulation. – 2017. – Vol. 20, Iss. 1. – DOI: 10.18564/jasss.3260.
43. An Agent-Based Approach to Integrated Assessment Modelling of Climate Change / M. Czupryna, C. Franzke, S. Hokamp, J. Scheffran // Journal of Artificial Societies and Social Simulation. – 2020. – Vol. 23, Iss. 3. – DOI: 10.18564/jasss.4325.
44. Contract Farming in the Mekong Delta's Rice Supply Chain: Insights from an Agent-Based Modeling Study / H. K. Nguyen, R. Chiong, M. Chica [et al.] // Journal of Artificial Societies and Social Simulation. – 2019. – Vol. 22, Iss. 3. – DOI: 10.18564/jasss.4008.
45. Kowalski, L. Comparing Spatial-Interaction and Hybrid Agent-Based Modelling Approaches: An Application to Location Analysis of Services / L. Kowalski // Journal of Artificial Societies and Social Simulation. – 2019. – Vol. 22, Iss. 1. – DOI: 10.18564/jasss.3899.
46. Zhang, S. GPLab: A Generative Agent-Based Framework for Policy Simulation and Evaluation / S. Zhang, Z. Peng, Y. Ren // Journal of Artificial Societies and Social Simulation. – 2026. – Vol. 29, Iss. 1. – DOI: 10.18564/jasss.5933.
47. Dershen', V. Konceptii povedencheskoj ekonomiki v marketinge / V. Dershen', V. Parhimenko // Nauka i innovacii. – 2022. – № 3. – S. 53–59. – DOI: 10.29235/1818-9857-2022-3-53-59.
48. Pasimeni, F. Community-Based Adoption and Diffusion of Micro-Grids: Analysis of the Italian Case with Agent-Based Model / F. Pasimeni // Journal of Artificial Societies and Social Simulation. – 2019. – Vol. 22, Iss. 1. – DOI: 10.18564/jasss.3950.
49. Yun, T.-S. Housing Market Agent-Based Simulation with Loan-To-Value and Debt-To-Income / T.-S. Yun, I.-C. Moon // Journal of Artificial Societies and Social Simulation. – 2020. – Vol. 23, Iss. 4. – DOI: 10.18564/jasss.4410.
50. An Agent Based Model of a Thinly Traded Land Market in an Urbanizing Region / Y. Chen, E. Irwin, C. Jayaprakash, K. J. Park // Journal of Artificial Societies and Social Simulation. – 2021. – Vol. 24, Iss. 2. – DOI: 10.18564/jasss.4518.
51. Furtado, B. A. PolicySpace2: Modeling Markets and Endogenous Public Policies / B. A. Furtado // Journal of Artificial Societies and Social Simulation. – 2022. – Vol. 25, Iss. 1. – DOI: 10.18564/jasss.4742.
52. Wheaton, W. C. Vacancy, Search, and Prices in a Housing Market Matching Model / W. C. Wheaton // Journal of Political Economy. – 1990. – Vol. 98, No. 6. – P. 1270–1292.
53. Kant, J.-D. WorkSim: An Agent-Based Model of Labor Markets / J.-D. Kant, G. Ballot, O. Goudet // Journal of Artificial Societies and Social Simulation. – 2020. – Vol. 23, Iss. 4. – DOI: 10.18564/jasss.4396.
54. Calisti, R. Promoting Sustainable Food Consumption: An Agent-Based Model About Outcomes of Small Shop Openings / R. Calisti, P. Proietti, A. Marchini // Journal of Artificial Societies and Social Simulation. – 2019. – Vol. 22, Iss. 1. – DOI: 10.18564/jasss.3901.
55. Fonteijn, H. M. J. DARTS: Evolving Resilience of the Global Food System to Production and Trade Shocks / H. M. J. Fonteijn, P. A. J. van Oort, G. M. Hengeveld // Journal of Artificial Societies and Social Simulation. – 2024. – Vol. 27, Iss. 2. – DOI: 10.18564/jasss.5307.

Материал поступил 27.03.2026, одобрен 06.04.2026, принят к публикации 06.04.2026