

## Менталитет экономических агентов и институциональные изменения: в поисках модели равновесия

Георгий Борисович Клейнер

Центральный экономико-математический институт РАН,  
Финансовый университет при Правительстве РФ, г. Москва, Россия  
e-mail: george.kleiner@inbox.ru

Максим Александрович Рыбачук

Центральный экономико-математический институт РАН,  
Финансовый университет при Правительстве РФ, Москва, Россия  
e-mail: m.ribachuk@gmail.com

Дмитрий Викторович Ушаков

Институт психологии РАН, Москва, Россия  
e-mail: dv.usakov@gmail.com

**Цитирование:** Клейнер Г.Б., Рыбачук М.А., Ушаков Д.В. (2021). Менталитет экономических агентов и институциональные изменения: в поисках модели равновесия // *Terra Economicus* 19(4): 6–20. DOI: 10.18522/2073-6606-2021-19-4-6-20

*В статье описывается обобщенная агент-ориентированная модель функционирования системы «менталитет экономических агентов – общественные институты». Предлагается комплекс признаков, качественным образом характеризующий менталитет агента. Доминирование одного из признаков определяет классификацию агентов по типу менталитета. Соответственно, общественные институты классифицируются в зависимости от их поддержки агентов той или иной ментальной группы. Модельное пространство в традициях агент-ориентированного моделирования представлено в виде решетки (совокупности клеток), находящейся в ограниченной области плоскости. Каждая клетка представляет одну из рыночных ниш для ведения агентами хозяйственной деятельности. Состояние агентов в каждом временном такте характеризуется параметрами, отражающими их результативность и удовлетворенность. В ходе функционирования агенты перемещаются из одной ниши в другую, стремясь добиться максимальной результативности деятельности и удовлетворенности своим положением, в зависимости от институционального окружения. Анализируются результаты экспериментов на базе сценарного подхода и условных синтетических данных, позволяющих оценить процесс достижения равновесного состояния системой «менталитет экономических агентов – общественные институты». Полученные результаты подтверждают предположение о том, что чем выше минимальная производительность труда в обществе, тем быстрее система достигает равновесного состояния и тем меньшее количество агентов вынуждено покидать ее, не найдя подходящей ниши для ведения деятельности.*

**Ключевые слова:** агент-ориентированная модель; менталитет; институты; равновесие; расчетный эксперимент

# The mentality of economic agents and institutional change: In search of an equilibrium model

George Kleiner

Central Economics and Mathematics Institute RAS,  
Financial University, Moscow, Russia, e-mail: george.kleiner@inbox.ru

Maxim Rybachuk

Central Economics and Mathematics Institute RAS,  
Financial University, Moscow, Russia, e-mail: m.ribachuk@gmail.com

Dmitry Ushakov

Institute of Psychology RAS, Moscow, Russia, e-mail: dv.usakov@gmail.com

**Citation:** Kleiner G., Rybachuk M., Ushakov D. (2021). The mentality of economic agents and institutional change: In search of an equilibrium model. *Terra Economicus* 19(4): 6–20. DOI: 10.18522/2073-6606-2021-19-4-6-20

*The article deals with an generalized agent-based model which describes the system “mentality of economic agents – social institutions”. A complex of features that qualitatively characterize the mentality of the agent is proposed. The dominance of one of these features determines the agents’ mentality type. Social institutions are classified depending on the support of a particular agents’ mental group. In the tradition of agent-based modeling, the model’s space is represented as a lattice (a set of cells) located in a limited plane’s domain. Each cell represents one of the market niches for agents to conduct business activities. The agents’ state in each time step is characterized by parameters of performance and satisfaction. While functioning, agents move from one niche to another, striving to achieve maximum performance and satisfaction with their position, depending on the institutional environment. The results of experiments are analyzed based on scenario approach and conditional synthetic data, which make it possible to estimate the process of achieving an equilibrium state by the system “mentality of economic agents – public institutions”. Research findings confirm the following. First, the higher the minimum labor productivity in society, the faster the system reaches an equilibrium state. Second, fewer agents are forced to leave the system, not finding a suitable niche to conduct activities.*

**Keywords:** agent-based model; mentality; institutions; equilibrium; computational experiment

**JEL codes:** D01, D02, C61, C63

## Введение

Подходы к определению модели человека как участника экономической деятельности, выявлению механизмов принятия решений индивидами и поиска факторов, влияющих на поведение агентов, в экономической науке постоянно эволюционируют (см., напр., Thaler, 2000; Комаровская, 2016; Капелюшников, 2020 и др.). Исследователи все чаще критикуют и отказываются от идеализированной модели *homo economicus* – человека, обладающего совершенной рациональностью и максимизирующего собственную выгоду, в пользу более комплексных междисциплинарных моделей (Сторчевой, 2011; Hodgson, 2014; Белянин, 2017; Taffler et al., 2017; Urbina, Ruiz-Villaverde, 2019 и др.). Одним из наиболее перспективных

направлений, на наш взгляд, здесь является учет психологических характеристик в экономическом поведении агентов (Kahneman, 2003; Newell et al., 2015; Schiliro, 2016; Клейнер и др., 2018 и др.).

Восприятие действительности экономическими агентами, их действия и поступки определяются *менталитетом*, являющимся предметом изучения психологии и представляющим собой уникальный набор социально-психологических характеристик и целевых установок индивида. Менталитет агента формируется кумулятивно под действием внешней среды (общественных институтов, культурных образцов, информации о поступках и решениях других агентов и т.д.) на базе опыта, приобретенного человеком в различных жизненных ситуациях. Из этого можно заключить, что решения, принимаемые агентом в текущий момент времени, отражают эффект *path dependence* (Koch et al., 2009; Bednar et al., 2015; Bednar, Page, 2018), т.е. зависимость от предшествующего пути развития.

В целом две основные группы факторов оказывают определяющее влияние на поведение агента: его психология, прежде всего менталитет, и внешняя среда, в первую очередь общественные институты. Между этими факторами наблюдается нелинейная двусторонняя динамическая зависимость, реализация которой приводит к изменению менталитета экономических агентов под влиянием динамики институциональной системы общества и *vice versa* изменения институциональной системы общества под влиянием перестройки менталитета значимого множества агентов. Данные изменения происходят итерационно, дискретно и требуют в целом значительного времени.

Вопросы изучения указанных выше зависимостей между менталитетом и общественными институтами стоят достаточно остро ввиду их недостаточной исследованности и высокой значимости как для конкурентоспособности экономики, так и для устойчивости развития общества (Журавлев и др., 2013; 2017; Ушаков, 2020).

В совершенном обществе менталитет экономических агентов и общественные институты находятся в состоянии динамически близком к равновесию, а само общество обладает свойством антихрупкости (Taleb, 2012; Markey-Towler, 2018; de Bruijn, Größler, Videira, 2020 и др.). В этом случае имеют место гармония, согласованность и отсутствие долговременных противоречий между менталитетом экономических агентов и общественными институтами, влияющими на принятие решений индивидами. В такой ситуации экономические агенты не испытывают психологического дискомфорта и давления со стороны институциональной системы, а институциональная система, в свою очередь, не предпринимает корректирующих действий по отношению к поступкам агентов.

Не следует смешивать данное равновесие с рыночным или товарно-денежным равновесием, неоднократно исследовавшимся в экономической литературе (Von Neumann, 1971; Arrow, 1974; Hicks, 1980; King, 2000; Wilkin, 2011; Салыев, 2007; Горбунов, 2013 и др.). В то же самое время система «менталитет агентов – общественные институты» тесно связана с понятиями институционального равновесия (Shepsle, 1979; 1986; Кондратьева, 2014) и рынка институтов (Тамбовцев, 2001; 2005). С одной стороны, представленная связка отражает спрос со стороны экономических агентов на некоторые общественные институты, формирующийся под действием менталитета агентов, а с другой – демонстрирует предложение институтов, влияющих на поступки индивидов. При этом в равновесной ситуации предложение институтов соответствует ментальным запросам (спросу) агентов. В противном случае система находится в неравновесном состоянии, и тогда начинают действовать механизмы ментальных и институциональных изменений, подталкивающие систему к обретению равновесия. На каждом этапе экономического агента сравнивает цену, которую ему придется заплатить за соответствующие институциональные изменения, с ценой ментальных изменений и делает выбор в пользу того или иного варианта. Отказ экономического агента от изменений негативно влияет на уровень его удовлетворенности жизнью в целом.

Большую роль в процессе ментально-институциональной адаптации играют социально-психологические характеристики агентов. Так, консерваторы предпочитают устоявшиеся

традиции, а новаторы стремятся поддержать нововведения; индивидуалисты ориентируются на собственное мнение и представление мира, а коллективисты принимают решения, опираясь на мнение своего окружения; интроверты, как правило, делятся своими мыслями только с близким кругом людей, а экстраверты стараются распространить свои идеи максимально широко и т.д.

В данной работе, выполненной при финансовой поддержке Российского научного фонда (проект № 17-78-30035), предлагается концептуальная агент-ориентированная модель системы «менталитет экономических агентов – общественные институты», а также проводится ряд экспериментов на базе условных синтетических данных, позволяющих оценить процесс достижения равновесного состояния указанной системой в зависимости от минимальной производительности труда агентов. Отметим, что агент-ориентированное моделирование представляет собой инструмент, применяющийся для решения широкого ряда задач в области исследования сложных систем, анализа и оптимизации их функционирования (см., напр., Акоров et al., 2019; Макаров и др., 2020; 2021), в том числе для описания психологических факторов поведения агентов (Jackson et al., 2017; Yin et al., 2019).

### **Структуризация внутреннего наполнения социально-экономических систем и институциональная структура общества**

Функционирование социально-экономической системы, независимо от характеристик экономики, к которой она относится, в значительной мере определяется поведением входящих в нее агентов. В то же самое время социально-экономическая система оказывает влияние на поведение, поступки и принятие решений такими агентами и, соответственно, на формирование и изменение их менталитета.

На базе системной парадигмы во внутреннем пространстве каждой социально-экономической системы (страны, региона, предприятия и др.) можно выделить семь подсистем, отражающих процессы формирования основных факторов ее поведения (см. Клейнер, 2002; 2008). Отметим, что любой экономический агент также может быть рассмотрен как социально-экономическая система. Представим краткую характеристику подсистем, определяющих идентичность агента с точки зрения групп факторов его поведения.

Первая подсистема – «Мировоззрение», определяющая жизненную позицию человека, его идеалы, отношение к окружающему миру и своему месту в нем. Эти принципы непосредственно влияют на принятие агентом экономических решений. Вторая подсистема – «Культура» отражает особенности взаимодействия человека с другими людьми и артефактами, оценки таких отношений, особенности языка коммуникаций. Культурная подсистема также влияет на субъективность или объективность принятия решений индивидом. Третья подсистема – «Нормы и правила» включает как формальные, так и неформальные установки, влияющие на жизнедеятельность агента. Четвертая подсистема – «Знания» отвечает за отбор, восприятие и обработку информации человеком. Объединяет все механизмы и результаты познания, используемые индивидом. Пятая подсистема – «Инфраструктура» представляет собой артефакты материального мира, обеспечивающие жизненные потребности человека. Шестая подсистема – «Бенчмаркинг» отражает ориентацию человека на опыт других людей и включает различные поведенческие образцы, паттерны и кейсы, трансплантируемые из окружающего мира. Седьмая подсистема – «Архив» содержит историю жизни агента, его собственный опыт взаимодействия с другими людьми, опыт самостоятельного принятия решений, соответствующие оценки, переживания, эмоциональные потрясения и т.д.

Перечисленные подсистемы формируют менталитет агента, причем в большинстве случаев можно выделить одну из подсистем, которая доминирует по отношению к остальным.

Схематично структуру агента как социально-экономической системы можно представить в виде пирамиды, включающей семь указанных подсистем (слоев), см. рис. 1.



**Рис. 1.** Типовая структура агента как совокупности подсистем, формирующих менталитет агента

Форма пирамиды для представления социально-экономической системы отражает степень сложности изменения и управления низлежащими слоями пирамиды по сравнению с изменениями и управлением ее верхними слоями. Нижние уровни являются менее управляемыми и менее специфичными по сравнению с верхними уровнями социально-экономической системы и, соответственно, в большей степени определяют ее отличительные черты и индивидуальность.

Институциональная поддержка каждой из подсистем осуществляется определенной группой социально-экономических институтов в структуре общества. Так, функционирование подсистемы «Мировоззрение» поддерживается институтами коммуникации и институтами религии, подсистемы «Культура» – социально-культурными институтами, подсистемы «Нормы и правила» – нормативно-санкционирующими институтами и институтами политических партий, подсистемы «Знания» – образованием, подсистемы «Инфраструктура» – институтами прав собственности, подсистемы «Бенчмаркинг» – институтами статистики, подсистемы «Архив» – институтами стратегического планирования и корпоративного гражданства.

Отметим, что такой подход является значительным упрощением, сводящим многообразие существующих институциональных форм, влияющих на поведение агентов, к семи укрупненным группам.

### **Модельное пространство как поле взаимодействия экономических агентов и общественных институтов**

Исследование системы «менталитет экономических агентов – общественные институты» проводится на основе модели деятельности заранее заданного сообщества агентов, поэтому их численность, так же как и число групп институтов, влияющих на деятельность агентов, не изменяется.

Модельное пространство (виртуальный мир) в соответствии с традициями агент-ориентированного моделирования можно представлять как ограниченную область на плоскости, покрытую решеткой. В узлах решетки размещаются, условно говоря, клетки, своеобразные ниши для ведения агентами хозяйственной деятельности. Занимая такую нишу, агент сосредоточивает свое функционирование на определенном виде деятельности и осуществляет ее в определенной географической локации. Каждая клетка, таким образом, обладает двумя координатами на плоскости, интерпретируемыми как один из видов деятельности (ось абсцисс) и территориальная локация экономического агента (ось ординат). Упорядоченность видов деятельности может осуществляться, например, с помощью показателя наукоемкости, и тогда расположение по оси абсцисс будет показывать уровень наукоемкости данного вида деятельности. Подобным образом можно упорядочить множество локаций в соответствии с их расстоянием до условного центра географического пространства, например, столицы страны.

Первоначальное распределение агентов по клеткам виртуального мира задается в модели случайным образом, при этом на одной клетке может находиться не более одного агента. Клетка, на которой находится агент, граничит с четырьмя другими клетками модельного пространства, часть из которых свободна, в то время как другая часть занята другими агентами. Соответственно, каждый агент может иметь от 0 до 2 «соседей», близких ему по виду экономической деятельности (ось абсцисс) и от 0 до 2 «соседей», близких ему по территориальному признаку (ось ординат). Предполагается, что число связей, доступное одному агенту, ограничивается четырьмя. Так проявляется своеобразная ограниченность кругозора агента, т.е. агент может в своем поведении ориентироваться только на двух ближайших «соседей» по технологии и только на двух ближайших «соседей» по территории.

### **Экономические агенты и их модельные характеристики: менталитет, результативность, удовлетворенность**

Экономические агенты обладают менталитетом, который определяется доминантой (доминирующей особенностью, сверхценностью), влияющей как на поведение агента в различных экономических ситуациях, так и на восприятие им окружающего мира. Роль доминанты в данной модели играет один из семи типов подсистем, рассмотренных в п. 1 (см. рис. 1).

Предполагается также, что экономическая деятельность в разных рыночных нишах регулируется разными группами общественных институтов. При этом в зависимости от положения в той или иной рыночной нише менталитет агента будет либо поддерживаться соответствующей группой регулятивных институтов, либо противостоять ей.

Менталитет агента и общественный институт, регулирующий занятую агентом рыночную нишу, первоначально назначаются случайным образом. При этом в рыночных нишах, в которых отсутствуют агенты, отсутствуют и институты. Если нет агента, то нет и хозяйственной деятельности, соответственно, отсутствует предмет институционального регулирования.

Функционирование модели «менталитет экономических агентов – общественные институты» рассматривается в дискретном времени. Каждый временной такт агент достигает определенных экономических результатов деятельности в занимаемой рыночной нише (*result*). Данные результаты зависят от следующих факторов: 1) минимальной производительности труда каждого агента в обществе; 2) интенсивности усилий, вкладываемых агентом в производственную деятельность; 3) накопленного агентом опыта и знаний; 4) условий деятельности агента.

Минимальная производительность труда каждого агента в обществе за один временной такт (*productivity*) задается в модели экзогенно (по умолчанию – от 1 до 30 ед.). Интенсивность усилий, вкладываемых агентом в производственную деятельность (*individuality*), определяется случайным образом в диапазоне от 0,5 до 2, считается, что всегда есть агенты, работающие вполсилы, а есть агенты, которые, наоборот, демонстрируют двойную производительность труда. До начала первого такта агенты не имеют опыта (*experience*), но за каждый такт работы в одной и той же рыночной нише получают его прирост в размере 1 ед., так как становятся более квалифицированными. Накопленный опыт положительно влияет на производительность труда (*experience\_coefficient*). Принимается, что при наличии от 10 до 19 ед. опыта агент получает прирост производительности труда равный 10%, при наличии от 20 до 29 ед. опыта – 20%, при наличии свыше 30 ед. опыта – 30%.

Считается, что условия деятельности агента являются благоприятными, если: а) институт, действующий в занятой агентом нише, поддерживает его менталитет; б) хотя бы одна из смежных ниш занята каким-либо агентом; в) в смежных нишах действуют институты, поддерживающие менталитет агента. Выполнение этих условий характеризуется вектором, состоящим из булевых переменных. Переменная принимает значение «+», если условие выполняется, и значение «-», если условие не выполняется. Координаты этого вектора агрегируются в обобщенную переменную *environment\_coefficient* в соответствии с табл. 1.

Таблица 1

## Обобщенная характеристика условий функционирования агента

Условия деятельности агента	Комбинация булевых переменных				
	1	2	3	4	5
Институт, действующий в занятой агентом нише, поддерживает его менталитет	–	–	+	+	+
Хотя бы одна из смежных ниш занята каким-либо агентом	–	+	–	+	+
В смежных нишах действуют институты, поддерживающие менталитета агента	–	–	–	–	+
Значение параметра <i>environment_coefficient</i>	0,8	0,9	0,9	1,0	1,1

В целом производственные результаты, которых достигает экономический агент за один временной такт, формируются следующим образом:

$$\sum_{t=1}^n result = productivity \cdot individuality \cdot experience\_coefficient_t \cdot environment\_coefficient_t$$

где  $n$  – количество тактов работы модели,  $t$  – номер такта,  $t = 1, \dots, n$ .

Удовлетворенность агента функционированием в занятой рыночной нише отражается параметром *satisfaction*, начальное значение которого задается случайным образом в диапазоне от 0,5 до 1,5. После этого при выполнении всех условий, перечисленных в табл. 1 (вектор булевых переменных содержит только значения «+»), значение параметра *satisfaction* увеличивается на 0,1 каждый временной такт. Если хотя бы одно из данных условий не выполняется, то значение параметра *satisfaction* каждый временной такт, наоборот, уменьшается на 0,1.

### Механизмы поиска равновесия в системе «менталитет экономических агентов – общественные институты»

В модели реализован ряд механизмов, применение которых позволяет системе «менталитет экономических агентов – общественные институты» достичь равновесия. Каждый временной такт агент принимает решение: переместиться в новую рыночную нишу для ведения деятельности или остаться на прежнем месте. Целью агента является занятие рыночной ниши, в которой он может достичь максимальной результативности своей производственной деятельности, возможной в случае соответствия этой ниши условиям, указанным в табл. 1. При этом, если все агенты занимают такие ниши, считается, что система достигла равновесия, и симуляция завершается. Вторым условием завершения симуляции является ее длительность – не более 200 временных тактов. Ниже представлено описание данных механизмов.

1. *Прямая замена института, регулирующего деятельность в занятой агентом рыночной нише, либо смена рыночной ниши и/или территориальной локации для выхода из-под действия института.* Если агент занимает рыночную нишу, которая регулируется институтом, не поддерживающим его менталитет, тогда у агента есть два варианта действий. Первый вариант – изменить институциональное наполнение данной рыночной ниши с целью укрепления позиций и установления доминирующего положения другого института, соответствующего менталитету агента. Второй вариант – изменить вид экономической деятельности/территориальную локацию, переместившись в другую рыночную нишу. При этом предпочтительным для агента является первый вариант, но если в текущем временном такте невозможно выполнить указанные изменения, то агент переходит к реализации второго варианта действий.

В первом случае агенту необходимо заплатить за изменение институционального наполнения занятой им рыночной ниши (*change\_price*). Цена такого изменения зависит от характера окружения агента и от цены занятия этой ниши (*buy\_price*), которая, в свою очередь, не зависит от агента и номера временного такта, является постоянной и задается на множестве ниш слу-

чайным образом в диапазоне от 50 до 250 ед. Если деятельность в смежных рыночных нишах регулируется тем же институтом, то цена изменения институциональной структуры в данной рыночной нише равна  $buy\_price \cdot k$ , где коэффициент  $k$  принимает значение 1,25 при наличии одной смежной ниши, 1,5 – двух смежных ниш, 1,75 – трех смежных ниш и 2 – при наличии четырех смежных ниш из окружения агента, регулируемых тем же институтом. Данное условие отражает предположение о том, что стоимость изменения институционального наполнения тем выше, чем шире распространен этот институт в окружении агента.

Таким образом, если средства, накопленные агентом с начала симуляции, больше цены изменения институциональной структуры  $\sum_{t=1}^n result > change\_price$ , осуществляется ее успешное изменение. Одновременно с этим величина  $\sum_{t=1}^n result$  уменьшается на уплаченную агентом цену изменений. Опыт агента обнуляется, в случае отрицательной удовлетворенности функционированием в рыночной нише значение параметра *satisfaction* агента приравнивается к нулю. Здесь и далее подобным образом отражается адаптация агента к существованию в новых условиях.

Во втором случае агенту необходимо заплатить за занятие новой рыночной ниши (*buy\_price*). При этом данная ниша должна удовлетворять следующим условиям: 1) рыночная ниша свободна; 2) хотя бы в одной из четырех смежных с ней ниш доминирует институт, соответствующий менталитету агента; 3) агент должен обладать средствами для преодоления входного барьера для занятия выбранной ниши. Достаточность средств *enough\_money*, необходимых для перемещения агента в новую рыночную нишу, определяется суммой, затраченной им на преодоление входного барьера при занятии ниши *buy\_price*, которую он покидает, и накопленными с начала симуляции средствами  $\sum_{t=1}^n result$ . Перемещение в новую рыночную нишу происходит, если  $enough\_money \geq buy\_price$  этой рыночной ниши. Если агент обладает большими средствами, чем необходимо для занятия новой рыночной ниши, то их остаток присоединяется к величине  $result = enough\_money - buy\_price$ . После перемещения в новую рыночную нишу соответствующим образом изменяются параметры *satisfaction*, *experience* и *experience\_coefficient* агента.

2. *Удовлетворение потребности в окружающих агентах и поиск институционального окружения, соответствующего менталитету агента.* Агент стремится стать частью сообщества, найти агентов-«соседей», функционирующих в смежных рыночных нишах, чтобы получить поддержку со стороны окружения. Для этого он ищет свободную рыночную нишу, где хотя бы одна смежная с ней ниша занята каким-либо агентом.

Наилучшим решением для агента является отыскание такой ниши, в которой он не просто перестанет быть «одиноким», но и получит возможность функционировать в благоприятном институциональном окружении, соответствующем его менталитету. Данная задача решается поиском такой свободной ниши, у которой хотя бы в двух из четырех смежных с ней нишах деятельность агентов регулируется институтом, поддерживающим менталитет этого агента. Перемещение в новую рыночную нишу и изменение параметров агента как в первом, так и во втором случае происходит с учетом адаптации к новым условиям.

3. *Поиск эталонной группы и изменение менталитета агента.* В случае снижения удовлетворенности условиями деятельности в рыночной нише  $satisfaction \leq 0,5$ , агент обращает внимание на популярные виды деятельности и стремится к тому, чтобы стать частью некоторой эталонной для него группы других агентов. Для этого агент проводит поиск такой свободной ниши, у которой минимум три смежные с ней ниши заняты другими агентами. Условием перемещения в рыночную нишу является возможность агента заплатить цену изменения институциональной структуры в ней  $enough\_money \geq change\_price$ . Если у агента получается занять данную рыночную нишу, то он выбирает одного из новых «соседей» с наибольшим совокупным результатом  $\sum_{t=1}^n result$  и, ориентируясь на данного агента как на самого успешного в группе, перенимает его менталитет. Затем так же как и в механизмах, рассмотренных выше, в установленном порядке изменяются параметры *satisfaction*, *experience* и *experience\_coefficient* агента.

Отметим также, что механизм 3 применяется в случае поиска агентом институционального окружения, поддерживающего его менталитет, когда в модельном пространстве отсутствуют

рыночные ниши с требуемыми параметрами и агент уже больше двух раз перемещался в новые рыночные ниши  $number\_of\_moves > 2$ .

4. *Исключение агента из модельного пространства.* Некоторые экономические агенты могут не найти подходящей рыночной ниши для функционирования и, соответственно, перестать осуществлять хозяйственную деятельность. В модели предусмотрено два сценария удаления (выбытия) агента из системы «менталитет экономических агентов – общественные институты», разработанных специально для таких случаев. Первый сценарий срабатывает в случае снижения удовлетворенности агента условиями деятельности  $satisfaction \leq -2,5$ . Второй сценарий – в случае большого числа попыток ведения деятельности агентом в различных рыночных нишах, выраженных в перемещениях в них  $number\_of\_moves > 3$ .

5. *Проверка текущего статуса агентов и общественных институтов, переопределение совокупных экономических результатов агента.* В конце каждого временного такта после применения агентом одного из перечисленных выше механизмов 1–4, проводится обновление величины  $\sum_{t=1}^n result$  и переоценка характеристик агента  $experience\_coefficient$  и  $institution\_coefficient$ , которые будут влиять на его производственные результаты в следующем временном такте. Также проводится контроль текущего состояния общественных институтов, регулирующих деятельность в занятых агентами рыночных нишах: дополнительно для всех рыночных ниш переопределяется параметр цены изменения института  $change\_price$ , так как расстановка агентов по рыночным нишам и состав регулирующих их деятельность институтов изменяются каждый временной такт.

### Программная реализация модели и анализ результатов экспериментов

Для программной реализации агент-ориентированной модели системы «менталитет экономических агентов – общественные институты», базовые условия и механизмы которой описаны выше, была использована платформа NetLogo, хорошо зарекомендовавшая себя в качестве среды для моделирования и проведения экспериментов с различными многоагентными системами (см., напр., Chiacchio et al., 2014; Wilensky, Rand, 2015; Carbo, Sanchez-Pi, Molina, 2018; Жаха-Роже et al., 2019; Sulis, Tambuscio, 2020 и др.).

Модельное пространство, реализованное на платформе NetLogo, представляет собой ограниченную область, размеченную на клетки. На рис. 2 представлено первичное распределение агентов и общественных институтов в модельном пространстве.

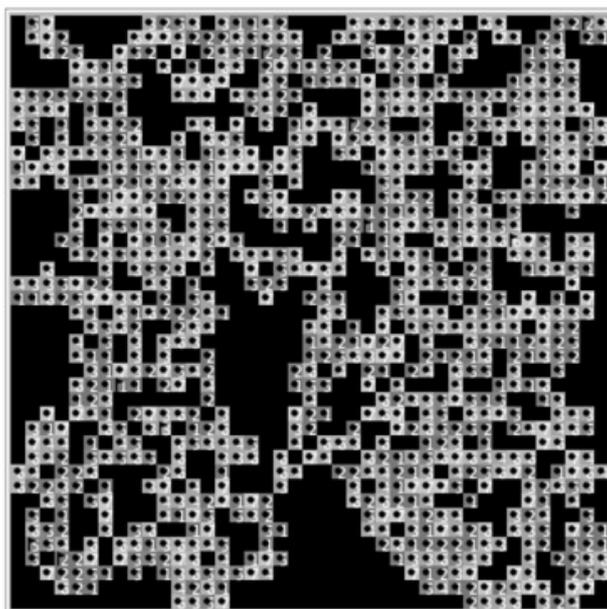
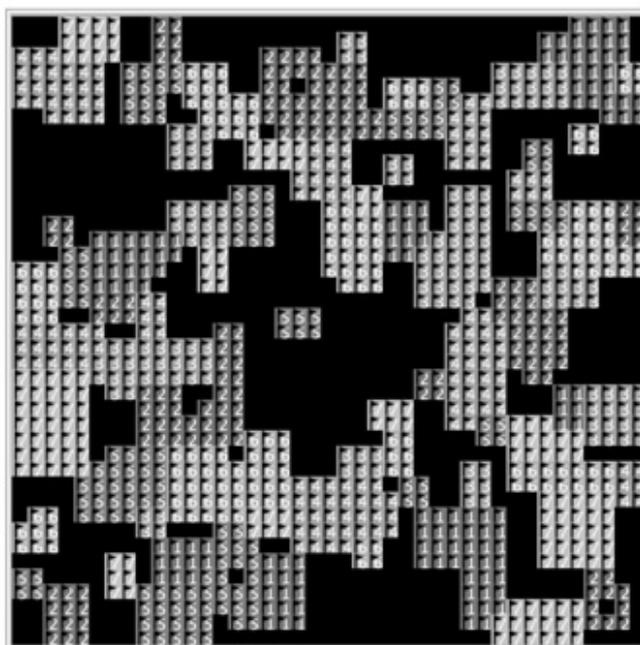


Рис. 2. Первичное распределение агентов и общественных институтов в модельном пространстве

Свободные клетки имеют черный цвет, а клетки, на которых есть общественные институты, обозначены градациями серого и номерами 1, ..., 7, в зависимости от группы институтов, влияющих на них. Агенты, находящиеся в равновесном состоянии, обозначены черными флажками. Если хотя бы одно условие деятельности агента, из представленных в табл. 1, не выполнено – черными кругами. Агенты могут перемещаться только внутри виртуального мира и не могут выходить за его пределы.

Напомним, что симуляция завершается либо в случае достижения системой равновесия, при котором все агенты, находящиеся в системе, занимают рыночные ниши и достигают максимальной результативности деятельности, либо при длительности симуляции более 200 временных тактов. Пример результатов эксперимента поиска равновесия в системе «менталитет экономических агентов – общественные институты» на платформе NetLogo представлен на рис. 3.



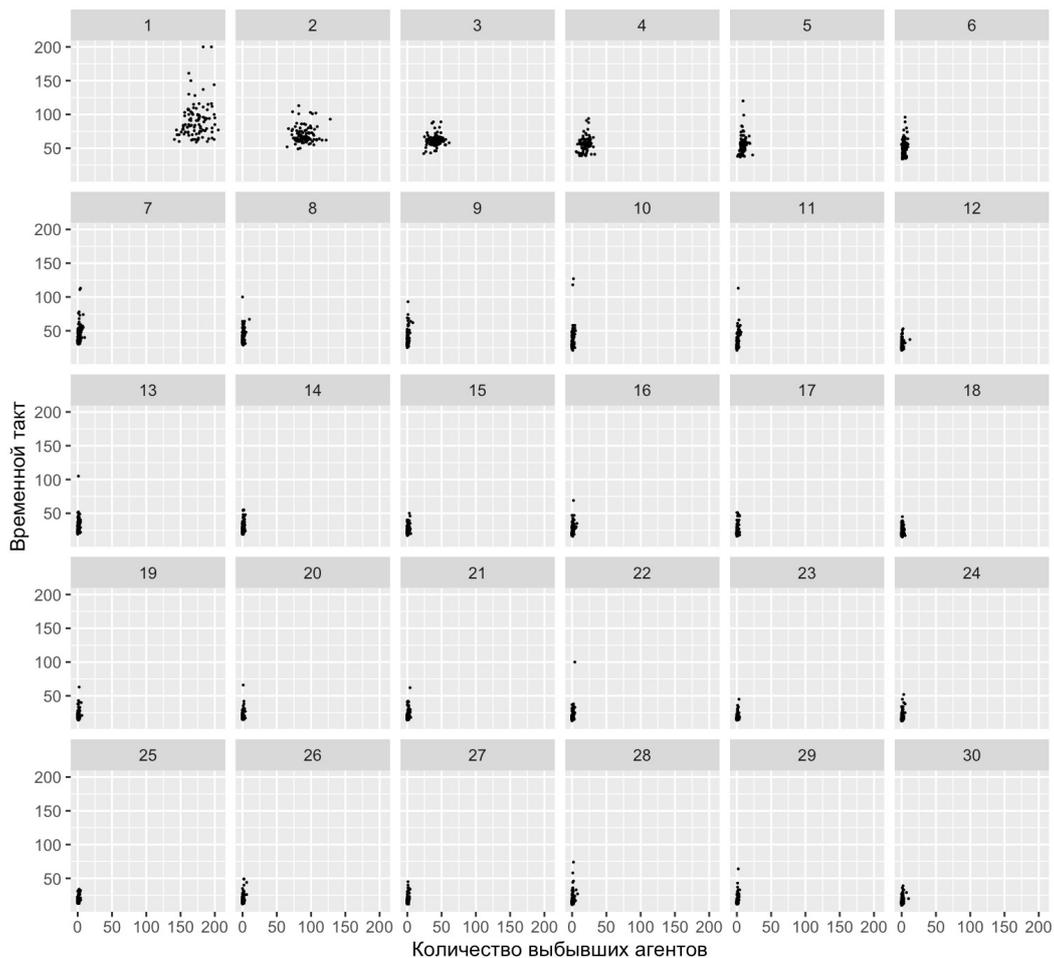
**Рис. 3.** Результаты эксперимента поиска равновесия в системе «менталитет экономических агентов – общественные институты» на платформе NetLogo

Для анализа результатов экспериментов, так же как и в нашей прошлой работе (Клейнер и др., 2019), были использованы платформа NetLogo и язык программирования R. Однако если до этого применялся пакет *RNetLogo* (Thiele et al., 2012; Thiele, 2014), то теперь был использован более современный пакет (набор функций) для R – *nlr*x (Salecker et al., 2019).

С целью имитации процесса достижения равновесия в системе «менталитет экономических агентов – общественные институты» были установлены следующие условия симуляций. Количество симуляций – 100, количество агентов в виртуальном мире – 1000, минимальная производительность труда агентов в процессе проведения эксперимента меняется в диапазоне от 1 до 30, шаг изменения – 1.

Опираясь на полученные в результате симуляций расчетные данные, исследуем зависимость времени достижения системой равновесного состояния и количества выбывших агентов от их минимальной производительности труда. Для этого построим соответствующий многопанельный график, см. рис. 4.

В каждой панели (окне) на рис. 4 расположены 100 точек, характеризующих результаты проведенных экспериментов при различных уровнях минимальной производительности труда агентов. При увеличении минимальной производительности труда агентов разброс точек постепенно уменьшается, что говорит о снижении времени достижения системой равновесного состояния и сокращении количества выбывших из системы экономических агентов.

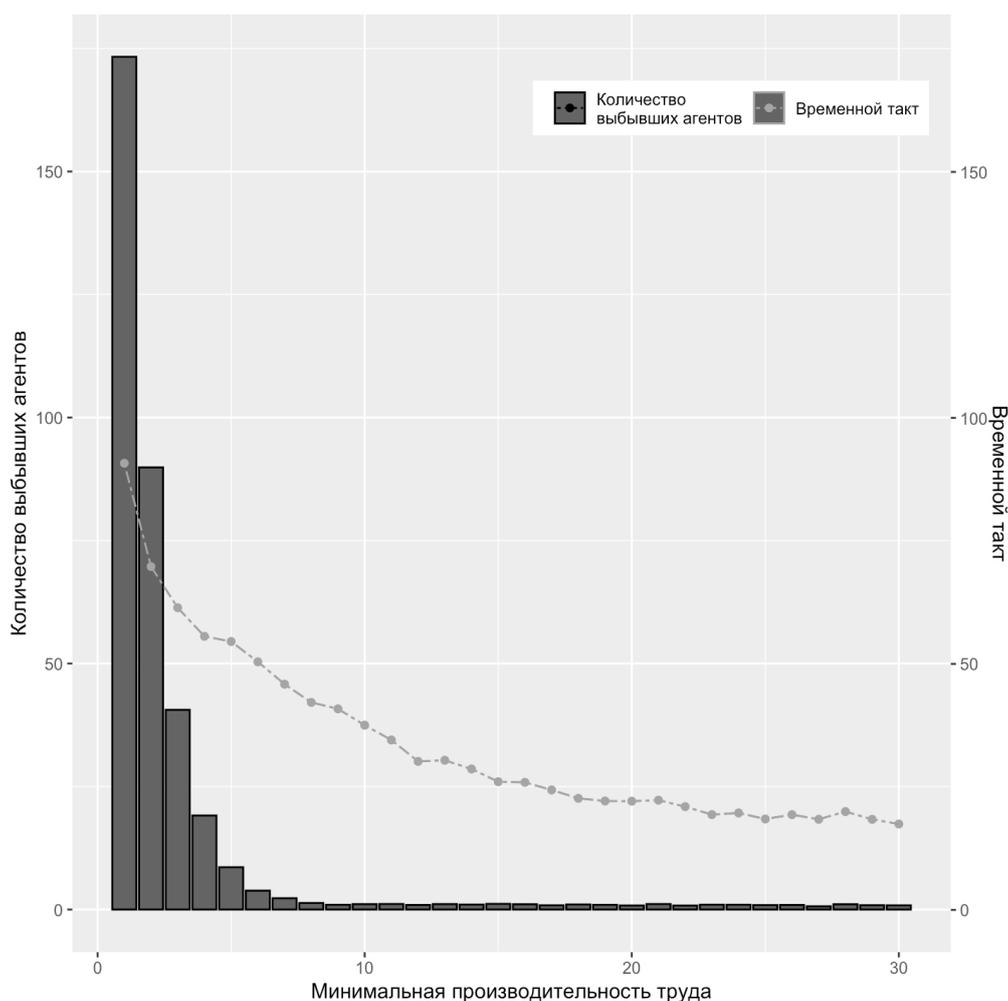


**Рис. 4.** Многопанельный график зависимости времени достижения системой равновесного состояния и количества выбывших агентов от их минимальной производительности труда

Дополнительно построим график динамики средних значений времени достижения системой равновесного состояния и количества выбывших агентов в зависимости от минимальной производительности труда агентов в сообществе. Результаты представлены на рис. 5.

Согласно рис. 5, с увеличением минимальной производительности труда агентов снижается среднее время достижения системой равновесного состояния от 90 до 17 временных тактов, т.е. примерно в 5 раз, а также среднее количество выбывших из системы агентов от 173 (при минимальной производительности труда, равной 1) до 1 (при минимальной производительности труда от 9 до 30).

Таким образом, можно сделать вывод о том, что чем более развитым и обеспеченным является модельное общество, тем быстрее наступает равновесие в системе «менталитет экономических агентов – общественные институты» и меньшее количество агентов терпит неудачу в поиске и занятии максимально эффективных для ведения хозяйственной деятельности рыночных ниш. Обратим также внимание на эффекты группировки агентов по завершении эксперимента, представленные на рис. 3. Мы видим, что экономические агенты собираются в «институциональные блоки» – группы агентов, которые занимают смежные рыночные ниши, регулирующиеся одними и теми же институтами. Данный эффект напоминает результаты, полученные в модели Тибу (Tiebout, 1956), согласно которой индивиды, стремясь получить необходимый набор общественных благ за определенную плату, меняют место своего жительства и присоединяются к соответствующей территориальной общине – «голосуют ногами». В нашей ситуации агенты «голосуют менталитетом» за те или иные группы общественных институтов.



**Рис. 5.** График динамики средних значений времени достижения системой равновесного состояния и количества выбывших агентов в зависимости от минимальной производительности труда агентов в сообществе

## Заключение

Соединение в одной функциональной модели психологической категории «менталитет агента» и экономической категории «общественные институты» позволяет продвинуться в исследовании проблемы выявления природы их взаимодействия и механизмов принятия решений агентами. Несмотря на условность модельных построений и принятия ряда количественных и качественных сценарных допущений, полученные результаты позволяют сделать некоторые выводы, имеющие важное значение для анализа данной предметной области.

Менталитет агентов существенным образом влияет на их отношение к общественным институтам и поведение агентов в ситуациях экономического выбора. При этом если общественный институт, регулирующий деятельность агента, не соответствует его менталитету, то агент будет прикладывать усилия для изменения этого института. Общественный институт, в свою очередь, противостоит таким изменениям, пользуясь поддержкой со стороны тех агентов из ближайшего окружения данного, менталитет которых согласуется с особенностями этого института.

В развитых сообществах с высокой производительностью труда и высоким ВВП на душу населения менталитет агентов и общественные институты приходят в состояние гармонии, поскольку даже при возникновении неравновесных состояний у агентов есть возможность и ресурсы для изменения нишевой локации и/или адаптации институтов. Такие сообщества, как правило, обладают также и прозрачной системой изменения общественных институтов. Напротив, в со-

обществах с низким уровнем жизни и низкой производительностью труда наблюдается обратная ситуация: у агентов нет возможности изменять вид деятельности или институциональное окружение, внешняя среда настроена агрессивно по отношению к агенту, что приводит к возникновению различных теневых схем, позволяющих обходить институциональные нормы. Только немногие агенты адаптируются к данным условиям и могут демонстрировать высокую результативность.

Необходимо также дать пояснения относительно объективности результатов моделирования. Предложенная модель является одной из возможных версий системы «менталитет экономических агентов – общественные институты» и должна быть дополнена альтернативными моделями, которые в совокупности позволят добиться объективности знания.

В дальнейшем предполагается продолжение работы в данном направлении с целью моделирования трансформации институциональной структуры общества в зависимости от различных исходных конфигураций менталитета экономических агентов и общественных институтов.

## Литература / References

- Белянин А.В. (2017). Homo oeconomicus и Homo postoeconomicus // *Журнал Новой экономической ассоциации* (1): 157–161. [Belianin A.V. (2017). Homo Oeconomicus and Homo Postoeconomicus. *Journal of the New Economic Association* (1): 157–161. (In Russian).]
- Горбунов В.К. (2013). К теории рыночного спроса: регулярность и экономическое равновесие // *Экономическая наука современной России* (4): 19–36. [Gorbunov V.K. (2013). To the theory of market demand: regularity and economic equilibrium. *Economics of Contemporary Russia* (4): 19–36. (In Russian).]
- Журавлев А.Л., Ушаков Д.В., Юревич А.В. (2013). Перспективы психологии в решении задач российского общества. Часть III. На пути к технологиям согласования социальных институтов и менталитета // *Психологический журнал* 34(6): 5–25. [Zhuravlev A.L., Ushakov D.V. and Yurevich A.V. (2013). Prospects of psychology on Russian society problems' solving. Part III. Interaction between social institutes and mentality: the ways of optimization. *Psikhologicheskii Zhurnal* 34(6): 5–25. (In Russian).]
- Журавлев А.Л., Ушаков Д.В., Юревич А.В. (2017). Менталитет, общество и психосоциальный человек (ответ участникам дискуссии) // *Психологический журнал* 38(1): 107–112. [Zhuravlev A.L., Ushakov D.V. and Yurevich A.V. (2017). Mentality, society and "homo psychosocialis" (response to the participants of the discussion). *Psikhologicheskii Zhurnal* 38(1): 107–112. (In Russian).]
- Капелюшников Р.И. (2020). Кто такой Homo oeconomicus? // *Экономическая политика* 15(1): 8–39. [Kapeliushnikov R.I. (2020). Who is homo oeconomicus? *Economic policy* 15(1): 8–39. (In Russian).]
- Клейнер Г.Б. (2002). Системная парадигма и теория предприятия // *Вопросы экономики* (10): 47–69. [Kleiner G.B. (2002). System paradigm and the theory of the enterprise. *Voprosy Ekonomiki* (10): 47–69. (In Russian).]
- Клейнер Г.Б. (2008). Системная парадигма и системный менеджмент // *Российский журнал менеджмента* 6(3): 27–50. [Kleiner G.B. (2008). System paradigm and system management. *Russian Management Journal* 6(3): 27–50. (In Russian).]
- Клейнер Г.Б., Рыбачук М.А., Ушаков Д.В. (2018). Психологические факторы экономического поведения: системный взгляд // *Terra Economicus* 16(1): 20–36. [Kleiner G.B., Rybachuk M.A., Ushakov D.V. (2018). Psychological factors of economic behavior: a systemic view. *Terra Economicus* 16(1): 20–37. (In Russian).]
- Клейнер Г.Б., Рыбачук М.А., Ушаков Д.В. (2019). Агент-ориентированная модель профессиональной экспертизы и принятия решений о поддержке индивидуальных общественно значимых инициатив // *Terra Economicus* 17(2): 23–39. [Kleiner G.B., Rybachuk M.A. and Ushakov D.V. (2019). Agent-oriented model of professional expertise and decision making on individual public significant initiatives support. *Terra Economicus* 17(2): 23–39. (In Russian).]
- Комаровская Н.В. (2016). Эволюция «homo economicus» // *Вестник МГИМО университета* (1): 129–141. [Komarovskaia N.V. (2016). The evolution of homo economicus. *MGIMO Review of International Relations* (1): 129–141. (In Russian).]

- Кондратьева Т.В. (2014). Институциональное равновесие как фактор экономического развития // *Азимут научных исследований: экономика и управление* (1): 59–62. [Kondratieva T.V. (2014). Institutional equilibrium as a factor of economic growth. *Azimuth of Scientific Research: Economics and Management* (1): 59–62. (In Russian).]
- Макаров В.Л., Бахтизин А.Р., Бекларян Г.Л., Акопов А.С. (2021). Цифровой завод: методы дискретно-событийного моделирования и оптимизации производственных характеристик // *Бизнес-информатика* 15(2): 7–20. [Makarov V.L., Bakhtizin A.R., Beklaryan G.L. and Akopov A.S. (2021). Digital plant: methods of discrete-event modeling and optimization of production characteristics. *Business Informatics* 15(2): 7–20. (In Russian).]
- Макаров В.Л., Бахтизин А.Р., Сушко Е.Д., Агеева А.Ф. (2020). Моделирование эпидемии COVID-19 – преимущества агент-ориентированного подхода // *Экономические и социальные перемены: факты, тенденции, прогноз* 13(4): 58–73. [Makarov V.L., Bakhtizin A.R., Sushko E.D. and Ageeva A.F. (2020). COVID-19 epidemic modeling – advantages of an agent-based approach. *Economic and Social Changes: Facts, Trends, Forecast* 13(4): 58–73. (In Russian).]
- Салыев В.Р. (2007). О взаимосвязи институционального равновесия и экономического роста // *Terra Economicus* 5(4-2): 207–214. [Salyev V.R. (2007). On the relationship between institutional equilibrium and economic growth. *Terra Economicus* 5(4-2): 207–214. (In Russian).]
- Сторчевой М.А. (2011). Новая модель человека для экономической науки // *Вопросы экономики* (4): 78–98. [Storchevoy M.A. (2011). A new model of man in economics. *Voprosy Ekonomiki* (4): 78–98. (In Russian).]
- Тамбовцев В.Л. (2001). Институциональный рынок как механизм институциональных изменений // *Общественные науки и современность* (5): 25–38. [Tambovtsev V.L. (2001). An Institutional market as a mechanism of institutional change. *Social Sciences and Contemporary World* (5): 25–38. (In Russian).]
- Тамбовцев В.Л. (2005). Роль рынка для институтов в институциональной эволюции // *Terra Economicus* 3(4): 28–36. [Tambovtsev V.L. (2005). The role of the market for institutions in institutional evolution. *Terra Economicus* 3(4): 28–36. (In Russian).]
- Ушаков Д.В. (2020). Менталитет и социально-экономические достижения стран // *Вестник Российской академии наук* 90(3): 224–231. [Ushakov D.V. (2020). Mentality and the socioeconomic achievements of countries. *Herald of the Russian Academy of Sciences* 90(2): 142–148. (In Russian).]
- Akopov A.S., Beklaryan L.A., Saghatelyan A.K. (2019). Agent-based modelling of interactions between air pollutants and greenery using a case study of Yerevan, Armenia. *Environmental Modelling & Software* 116: 7–25.
- Arrow K.J. (1974). General economic equilibrium: purpose, analytic techniques, collective choice. *The American Economic Review* 64(3): 253–272.
- Bednar J., Page S.E. (2018). When order affects performance: culture, behavioral spillovers, and institutional path dependence. *American Political Science Review* 112(1): 82–98.
- Bednar J., Jones-Rooy A., Page S.E. (2015). Choosing a future based on the past: Institutions, behavior, and path dependence. *European Journal of Political Economy* 40: 312–332.
- Carbo J., Sanchez-Pi N., Molina J.M. (2018). Agent-based simulation with NetLogo to evaluate ambient intelligence scenarios. *Journal of Simulation* 12(1): 42–52.
- Chiacchio F., Pennisi M., Russo G., Motta S., Pappalardo F. (2014). Agent-based modeling of the immune system: NetLogo, a promising framework. *BioMed Research International* 2014(1–4): 907171. DOI: 10.1155/2014/907171
- de Bruijn H., Größler A., Videira N. (2020). Antifragility as a design criterion for modelling dynamic systems. *Systems Research and Behavioral Science* 37(1): 23–37.
- Hicks J. (1980). IS-LM: An explanation. *Journal of Post Keynesian Economics* 3(2): 139–154.
- Hodgson G.M. (2014). The evolution of morality and the end of economic man. *Journal of Evolutionary Economics* 24(1): 83–106.

- Jackson J.C., Rand D., Lewis K., Norton M.I., Gray K. (2017). Agent-based modeling: A guide for social psychologists. *Social Psychological and Personality Science* **8**(4): 387–395.
- Jaxa-Rozen M., Kwakkel J.H., Bloemendal M. (2019). A coupled simulation architecture for agent-based/geohydrological modelling with NetLogo and MODFLOW. *Environmental Modelling & Software* **115**: 19–37.
- Kahneman D. (2003). Maps of bounded rationality: Psychology for behavioral economics. *American economic review* **93**(5): 1449–1475.
- King R.G. (2000). The new IS-LM model: language, logic, and limits. *FRB Richmond Economic Quarterly* **86**(3): 45–104.
- Koch J., Eisend M., Petermann A. (2009). Path dependence in decision-making processes: Exploring the impact of complexity under increasing returns. *BuR Business Research Journal* **2**(1).
- Markey-Towler B. (2018). Antifragility, the Black Swan and psychology. *Evolutionary and Institutional Economics Review* **15**(2): 367–384.
- Newell B.R., Lagnado D.A., Shanks D.R. (2015). *Straight Choices: The Psychology of Decision Making*. Psychology Press, 318 p.
- Salecker J., Sciaini M., Meyer K.M., Wiegand K. (2019). The NLRX R package: A next-generation framework for reproducible NetLogo model analyses. *Methods in Ecology and Evolution* **10**(11): 1854–1863.
- Schiliro D. (2016). Economics and psychology. The framing of decisions. *Journal of Mathematical Economics and Finance* **II**(2(3)): 77–88.
- Shepsle K.A. (1979). Institutional arrangements and equilibrium in multidimensional voting models. *American Journal of Political Science* **23**(1): 27–59.
- Shepsle K.A. (1986). Institutional Equilibrium and Equilibrium Institutions, pp. 51–82. In: H. Weisberg (ed.) *Political Science: The Science of Politics*. New York: Agathon.
- Sulis E., Tambuscio M. (2020). Simulation of misinformation spreading processes in social networks: an application with NetLogo. *IEEE 7th International Conference on Data Science and Advanced Analytics (DSAA)*, pp. 614–618.
- Taffler R.J., Spence C., Eshraghi A. (2017). Emotional economic man: Calculation and anxiety in fund management. *Accounting, Organizations and Society* **61**: 53–67.
- Taleb N.N. (2012). *Antifragile: Things That Gain from Disorder*. New York: Random House, 521 p.
- Thaler R.H. (2000). From homo economicus to homo sapiens. *Journal of Economic Perspectives* **14**(1): 133–141.
- Thiele J.C. (2014). R marries NetLogo: Introduction to the RNetLogo package. *Journal of Statistical Software* **58**(2): 1–41.
- Thiele J.C., Kurth W., Grimm V. (2012). RNetLogo: An R package for running and exploring individual-based models implemented in NetLogo. *Methods in Ecology and Evolution* **3**(3): 480–483.
- Tiebout C.M. (1956). A pure theory of local expenditures. *Journal of Political Economy* **64**(5): 416–424.
- Urbina D.A., Ruiz-Villaverde A. (2019). A critical review of homo economicus from five approaches. *American Journal of Economics and Sociology* **78**(1): 63–93.
- Von Neumann J. (1971). A model of general economic equilibrium, pp. 1–9. In: *Readings in the Theory of Growth*. Palgrave Macmillan, London.
- Wilensky U., Rand W. (2015). *An Introduction to Agent-Based Modeling: Modeling Natural, Social, and Engineered Complex Systems with NetLogo*. The MIT Press, 504 p.
- Wilkin J. (2011). Institutional equilibrium. What is it about and what is its role in the economy? *Ekonomia* (15): 26–37.
- Yin X., Wang H., Yin P., Zhu H. (2019). Agent-based opinion formation modeling in social network: A perspective of social psychology. *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications* **532**: 121786.