



## Artificial societies. 2013-2022

ISSN 2077-5180

URL - <http://artsoc.jes.su>

All right reserved

Issue 3 Volume 14. 2019

# The concept of an artificial society in the study of the oil industry structure in Russia

**Sergei Marichev**

*CSIR UFRC RAS*

*Russian Federation, Ufa*

## Abstract

Agent-based modeling allows to solve a large number of problems in all fields of science. At the same time, socio-economical processes and phenomena are being researched with the help of building an artificial society, a system consisting of a multitude of artificial agents with many functions and specific tasks. This concept was investigated at different times by such scientists as Conway, Epstein, Makarov. The use of agent-based models within this concept allows us to predict the behavior of individual agents embedded in the system and explain emergent properties of such system. In order to be called an artificial society, the model must match the criteria defined by Epstein: the autonomy of agents, their heterogeneity, limited rationality, multi-interactions of agents with each other. Nowadays, agent-based modeling by the type of artificial society makes it possible to solve such problems as the regulation of traffic flow, development of the territory, organization of logistics, maintenance, etc. This article explores the possibility of building a model of oil sector in Russia in the context of a tax maneuver. This tax reform gives rise to a lot of contradictions that directly affect the behavior of economic agents operating there and, possibly, the structure of the oil industry as a whole.

**Keywords list (en):** agent-based modeling, artificial society, oil industry, tax maneuver

**Date of publication:** 10.09.2019

## Acknowledgment:

Статья подготовлена в рамках выполнения НИР по государственному заданию Министерства науки и высшего образования РФ №075-00326-19-00 от 27.12.2018

## Citation link:

Marichev S. The concept of an artificial society in the study of the oil industry structure in Russia // Artificial societies. – 2019. – V. 14. – Issue 3. URL: <https://artsoc.jes.su/s207751800005946-9-1/> DOI: 10.18254/S207751800005946-9

1 Темой статьи является возможность применения концепции искусственного общества в рамках агент-ориентированного моделирования (АОМ) в нефтяном секторе российской экономики для прогнозирования его будущей структуры в связи с введением налогового маневра. Данной концепции посвящены исследования таких ученых как Д. Конвей, Д. Эпштейн, И. Шоэм, В. Макаров, А. Бахтизин, Ш. Хемелрик и других [7, 8, 9]. Агент-ориентированное моделирование позволяет исследовать (моделировать) поведение децентрализованных элементов общества (системы), которое формирует поведение всей системы в целом. В контексте реальной экономики это означает, что АОМ позволяет симулировать «эмерджентное» рыночное поведение путем анализа поведения одиночных агентов. Эмерджентность системы означает наличие у неё свойств и характеристик, отсутствующих у её отдельных элементов и возникающих за счет их взаимодействия между собой [2].

2 Необходимо отметить, что такой подход подразумевает обработку большого массива данных, поскольку предполагает анализ поведения множества отдельных экономических агентов в системе. Ввиду развития компьютерных технологий появился естественный способ обойти сложность математических моделей, описывающих такие системы, для анализа каких бы то ни было процессов. Компьютерная модель может быть сколь угодно сложной и комплексной, для неё нет никаких ограничений (кроме технологических, обусловленных возможностями используемого компьютерного оборудования). Такая модель общественных процессов получила название «искусственное общество». Искусственное общество - симуляционная модель общества, состоящего из агентов с заданными параметрами и подчиненная определенным условиям [13]. Отметим, что разные исследователи приводят свои определения понятия «агент» (Макаров - некие существа в системе; Шоэм - «прозрачный ящик» с набор внутренних переменных; Хемелрик - система функций; Бахтизин, Фаттахов - участники системы) [7, 8, 9]. В данной статье под агентом понимается некая сущность, которая стремится выполнить поставленную перед ней задачу путём осуществления заложенных в неё функций в заданных условиях.

3 Эпштейном были предложены критерии соответствия той или иной агент-ориентированной модели понятию искусственного общества:

1. Неоднородность (агенты должны отличаться друг от друга - либо составом параметров, либо их значением);
2. Автономия (каждый агент действует независимо от других и непосредственно исходя из поставленных перед ним задач);
3. Заданная «окружающая среда» (пространство, в котором действуют агенты, должно быть локализовано и ограничено);
4. Локальные взаимодействия (несмотря на то, что агенты являются автономными, в процессе выполнения своих задач они должны осуществлять взаимодействия друг с другом);
5. Ограниченная рациональность (каждый агент обладает ограниченным объемом информации об окружающей среде и других агентах);
6. Неравновесное состояние системы [7].

4 Исходя из этого, становится понятно, что процесс создания искусственных обществ наиболее эффективен при помощи АОМ, поскольку компьютерная модель способна удовлетворять всем приведенным критериям. При этом необходимо понимать, что можно объяснить сложные микро- и макропроцессы при помощи простых моделей (например, кривая Филлипса, объясняющая зависимость уровня безработицы и инфляции). Однако чем больше факторов принимается во внимание, тем тяжелее определить их влияние. АОМ применяется во многих областях науки: биология - модель деспотичных и эгалитарных обществ, сахарная модель; химия и физика - модель хроматографии газов, модели структуры полимеров, социология - модель социальных сетей, психология - модель игры Выготского. Чем более комплексными являются описываемые процессы (чем больше групп агентов и исходных параметров), тем сложнее их интерпретация. Большинство из существующих моделей имеют очевидные недостатки: модель Вулдриджа - отсутствие четкой цели модели,

отсутствуют мультивзаимодействия между агентами; модель Ван Линдера – теоретическая направленность модели, её излишняя сложность; модель Цетнаровича – поведение агентов задается неточно [12]. Какие-то из указанных моделей позволяют решать лишь узкий набор задач, другие являются теоретическими и позволяют только объяснить существующие явления и результаты и не позволяют просчитать и спрогнозировать возможные будущие процессы.

5 Для осуществления прогнозирования могут быть использованы различные подходы, в частности – «сверху-вниз» и «снизу-вверх». Отметим, что они также широко используются для математического и компьютерного прогнозирования. В рамках первого подхода («сверху-вниз») рассматривается та или иная система (в любых масштабах – домохозяйство, фирма, общество, государство) в целом, исследуются её обобщенные и совокупные показатели, и на основе этого анализа делается прогноз сначала для всей системы, а затем для её подструктур и отдельных элементов. Второй подход («снизу-вверх») предполагает исследование отдельных элементов, их самостоятельных действий и взаимодействий; в результате анализа формулируются выводы, которые потом переносятся на всю систему [10, 11].

6 Исследование процессов по принципу «снизу-вверх» получило свое развитие в рамках АОМ для решения ряда очевидных социально-экономических проблем [13], например регулирование транспортного потока, застройка территории, организация логистики, обслуживания и т.д. Одной из таких очевидных проблем также является ориентированность экономик некоторых стран на продажу энергоресурсов – нефти, газа и производных, а не на инновационное развитие, основанное на знаниях и новых технологиях, не связанных с добычей и продажей природных ресурсов. Проблема зависимости страны от продажи природных ресурсов исследуется многими учеными – так, например, В.М. Полтерович применял эконометрические методы для сравнения стран, богатых природными ресурсами, и стран, у которых этих ресурсов не так много. Таким образом, он оценивал влияние «ресурсного проклятия» на экономический рост. Итоги его анализа показали, что «ресурсное проклятие» влияет на величину экономического роста не напрямую (регрессии показали незначимость влияния большого количества ресурсов, либо в некоторых случаях даже их положительное влияние), а опосредованно, через совокупность институтов, технологическое развитие («голландскую болезнь») и силу политического влияния.

7 В России тема «нефтяной иглы», то есть зависимости национальной экономики от цен на сырую нефть и её экспорта за рубеж, является далеко не новой. Структура нефтяной отрасли России традиционно сформирована следующим образом:

- 50% всей добытой сырой нефти и нефтепродуктов отправляется на экспорт;
- 25% отправляется на первичную переработку и также экспортируется;
- 25% перерабатываются и реализуются внутри страны.

Такая структура подразумевает её наивысшую оптимальность в текущих экономических условиях. Поскольку национальная экономика является ориентированной на экспорт углеводородного сырья, предполагается, что нефтяная стратегия реализуется максимально эффективно.

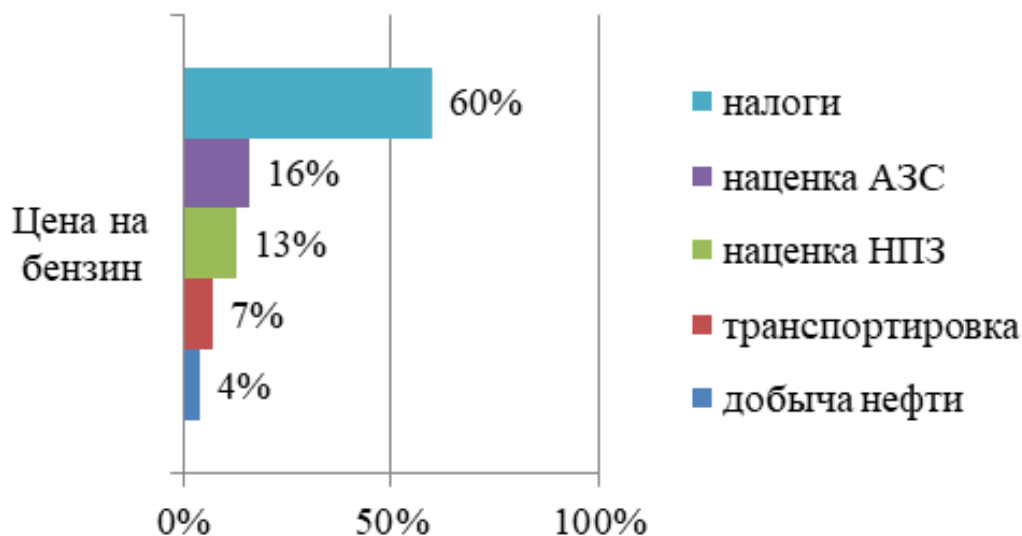
8 Добыча полезных ископаемых и обрабатывающие производства, основой которых являются как раз нефтедобыча и нефтепереработка, составляют почти треть (31%) ВВП страны по итогам 2017 г., 63% от совокупного экспорта. При этом вопрос, подвержена ли национальная экономика «голландской болезни», является весьма дискуссионным. С одной стороны, основной признак – укрепление национальной валюты при росте сырьевого (нефтегазового) сектора и цен на нефть – не соблюдается: курс рубля остается весьма волатильным и практически не коррелирует с котировками цен на нефть. С другой стороны, другие признаки «голландской болезни» просматриваются весьма явно: переток ресурсов из промышленного сектора, ухудшение положения населения, не занятого в нефтяной промышленности, стагнация обрабатывающего сектора, что повлекло за собой общее промышленное развитие страны. Очевидно, что подобный перекося экономики в сторону сырьевого сектора сильно тормозит её развитие в долгосрочной перспективе. С другой

стороны, отказ от экспорта сырой нефти и немедленное переориентирование экономики невозможны: слишком большая часть бюджета зависит от нефтегазовых доходов. Кроме того, отказ от экспорта повлечет за собой стремительное ослабление и без того слабого рубля, падение доходов населения, занятого в бюджетных учреждениях и нефтяной промышленности; рост структурной безработицы, общий рост цен. Образуется порочный круг: замкнутость российской экономики на нефтегазовой отрасли и экспорте сырой нефти грозит еще большим промышленным и технологическим отставанием от развитых стран. С другой стороны, быстрая переориентация экономики также невозможна.

9 Следовательно, все возможные изменения должны происходить эволюционно и постепенно, однако ключевой вопрос в темпах такой постепенности. Для того чтобы определить оптимальную скорость перестроения нефтяной отрасли наиболее удобно использовать АОМ искусственного общества. При этом необходимо понимать, что агент-ориентированная модель, создаваемая для решения подобной задачи, должна включать в себя всех функционирующих в отрасли агентов и большое число эндогенно задаваемых параметров. Изменение параметров АОМ должно вести к изменению структуры экспорта, производства, отраслевой диверсификации – это безусловно приведет к усложнению модели и сложности трактовки и интерпретации результатов. Для упрощения будущей модели и уменьшения возможных ошибок в интерпретации результатов возьмем за основу фактор налогового маневра, в котором часть параметров (например, процентная ставка налога) меняется, в результате чего изменяется величина экспорта и внутреннего рынка нефтепродуктов (бензин, дизельное топливо, газойль).

10 Налоговый маневр является реформой налогообложения в нефтяной отрасли, законопроект был принят в июле 2018 года. Суть его заключается в том, чтобы к 2024 году снизить экспортную пошлину, взимаемую с нефтедобывающих компаний, с 30 % до нуля, при этом пропорционально увеличив ставку НДС (налог на добычу полезных ископаемых). Главная цель данной реформы – пополнить доходы бюджета (предполагается дополнительно получить поступлений на 1,3-1,6 трлн руб.), а также снизить их зависимость от цен на нефть. Кроме того планируется, что налоговый маневр будет стимулировать нефтеперерабатывающие компании проводить модернизацию. Для сдерживания цен на нефть на внутреннем рынке вводятся два механизма – обратный акциз на сырую нефть для НПЗ и демпфирующий акциз [5]. Суть налогового маневра, его необходимость и степень влияния на нефтяную отрасль является темой для отдельного анализа. В рамках данной статьи ключевым моментом являются противоречия, порождаемые этой налоговой реформой:

- 11 1. Основная цель налогового маневра – не допустить дефицита бюджета. С этой позиции получение дополнительных доходов за счет переноса основной налоговой нагрузки на добываемую сырую нефть является эффективной мерой. Однако подобные действия являются недостаточными в плане долгосрочного развития. Недостаточные темпы разработки и внедрения инноваций, а также отсутствие стимулов для инновационного развития в масштабе целой отрасли потенциально могут привести к её значительному технологическому отставанию [4]. А поскольку нефтяной сектор является ключевым для российской экономики, это грозит издержками, значительно превышающими сиюминутную выгоду.
2. в Министерстве финансов, которое является инициатором проведения налогового маневра, заявляют, что одной из задач реформы является повышение эффективности переработки нефти, то есть более адресная поддержка отрасли. Обратный акциз для технологически развитых предприятий переработки будет способствовать очищению сектора от мелких неэффективных НПЗ, а также повышению общего уровня технологий. Однако в действительности отмена экспортной пошлины лишь увеличит объемы отгружаемой сырой нефти и снизит и без того невысокую в современных условиях рентабельность нефтеперерабатывающего сектора еще больше [4]. Например, цена бензина АИ-95 в современных условиях сформирована таким образом, что более половины цены (60%) относится на налоги, то есть 27,37 руб. из 45,63 руб. уходит государству; 7,3 руб. получает АЗС (16%), и всего 5,93 руб. – нефтеперерабатывающий завод (13%) (Рисунок 1).



13 *Рисунок 1. Составляющие компоненты цены 1 литра бензина АИ-95*

14 Управлению производственными системами нефтепродуктообеспечения посвящены отдельные исследования, в частности разработана АОМ-модель, целью которой является оптимизация издержек производства для каждого элемента таких систем, например, снижение издержек на транспортировку нефтепродуктов [3]. Другое нововведение реформы – акцизный демпфер, когда при высоких ценах на нефть государство компенсирует определенную часть нефтяным компаниям, а при низких ценах – наоборот, пока также не работает – экспортные цены на нефть остаются низкими и нефтяные компании несут дополнительные издержки.

15 Увеличение ставки НДС означает корректировку внутренних цен на нефть по отношению к мировым котировкам, фактически – подорожание нефти на внутреннем рынке, и рост розничных цен для потребителя. Население и так весьма болезненно реагирует на постоянное подорожание бензина, который стал практически товаром первой необходимости, поэтому государство так или иначе вынуждено придумывать различные механизмы для сдерживания темпов роста цен. Получается, что на достаточно простую концепцию – обнуление экспортной пошлины и рост НДС – надстраиваются множественные механизмы и коэффициенты, что увеличивает издержки на её использование [6].

16 Таким образом, введение налогового маневра порождает вопросы для дальнейшего исследования относительно того, как будут вести себя экономические агенты в новых условиях, и как их поведение повлияет на структуру нефтяной отрасли в перспективе:

- 17 1. Повышение цен на нефтепродукты, в частности – бензин и дизельное топливо. В теории введение налогового маневра в действие означает подорожание цен на бензин на внутреннем рынке, поскольку для нефтеперерабатывающих компаний цена сырой нефти возрастает значительно. С другой стороны, появившиеся балансирующие механизмы в виде обратного акциза и акцизного демпфера, а также заявления представителей различных министерств и ведомств о том, что повышения цен не будет. Тем не менее, с начала действия налогового маневра бензин на АЗС уже подорожал, в конце прошлого года наблюдалась его нехватка на НПЗ. При этом до конца не понятно, какой из составляющих компонентов цены на топливо повлиял на рост сильнее всего.
2. Повышение налоговой нагрузки на экономических агентов в нефтяном секторе до

той степени, когда компании с низкой рентабельностью будут вынуждены уходить в другие отрасли, осуществлять слияние или поглощение с другими, более рентабельными агентами на рынке. Нечто подобное происходило в банковской отрасли, когда законодательно был увеличен минимальный размер уставного капитала банка (с 150 до 300 млн руб.), что привело к слиянию и уходу с рынка большого количества мелких банков, и концентрации банковского сектора. Налоговый маневр, как уже было сказано, вынуждает мелкие и средние НПЗ покупать сырую нефть для переработки фактически по мировым ценам, что делает их неконкурентоспособными. Проблема в том, что налоговые льготы в виде обратного акциза для таких компаний зачастую недоступна ввиду их технологической отсталости, а провести модернизацию они не могут из-за низкой рентабельности своей деятельности. В таком случае оптимальным вариантом является продажа бизнеса более крупной вертикально-интегрированной компании, либо уход из отрасли.

3. Дестимулирование инновационного развития национальной экономики в целом. Долгосрочный эффект, которого правительство, очевидно, пытается добиться с введением налогового маневра – технологическое обновление нефтяной отрасли, а конкретно – в нефтеперерабатывающем секторе. Однако это никак не решает проблему общего отставания российской экономики в инновационном развитии. Кроме того, стимулирование нефтепереработки, по объемам и качеству которой Россия находится в топ-5 мирового рейтинга [1], говорит о попытке опережающего развития, в то время как большинство остальных отраслей экономики нуждаются в развитии догоняющем.

18 Для ответа на эти вопросы наиболее оптимальным методом выглядит построение модели искусственного общества, то есть применение агент-ориентированного моделирования. Первым шагом в построении модели является определение агентов для этой модели и факторов, помимо налогового маневра, которые можно включить в будущую модель.

19 Для начала выделим следующих экономических агентов, осуществляющих деятельность в нефтяной отрасли – они и будут являться агентами для проектируемой АОМ-модели:

- вертикально-интегрированные нефтяные компании, осуществляющие добычу, переработку и реализацию нефти и нефтепродуктов;
- малые нефтяные компании, осуществляющие только добычу нефти;
- нефтеперерабатывающие компании;
- государство;
- потребители на внутреннем рынке;
- страны-импортеры.

20 Деятельность данных экономических агентов в рыночных условиях подвержена влиянию множества факторов, однако для точности интерпретации проектируемой АОМ-модели налогового маневра использованы только самые значимые:

- цена экспортируемой нефти;
- спрос на внутреннем рынке;
- издержки на добычу и продажу сырой нефти;
- издержки на переработку нефти и транспортировку нефтепродуктов;
- государственная налоговая политика в отношении добычи, переработки и экспорта нефти.

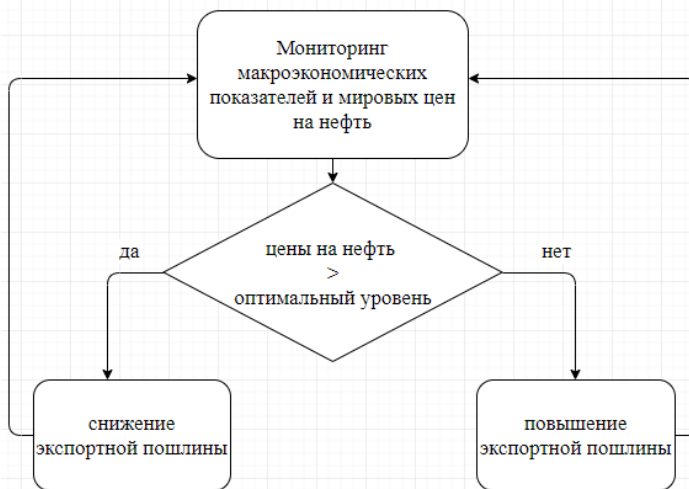
Это основные факторы, которые предопределяют поведение агентов в отношении добычи и реализации нефти и нефтепродуктов.

21 Далее представлен примеры алгоритмов поведения агентов в проектируемой модели нефтяной отрасли в условиях налогового маневра (Рисунок 2).

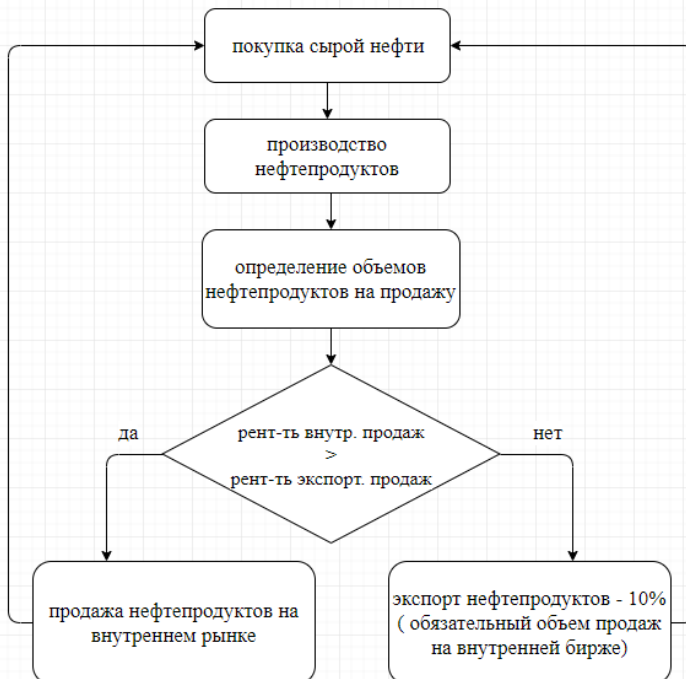
### Нефтедобывающая компания

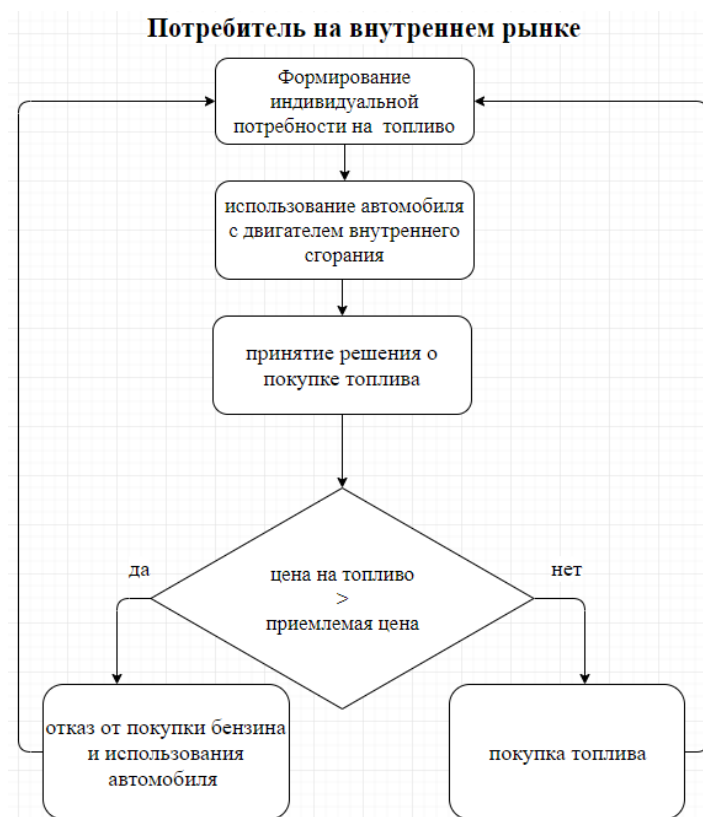


### Государство



### НПЗ





23 *Рисунок 2. Алгоритмы поведения агентов в агент-ориентированной модели налогового маневра нефтяной отрасли*

24 В итоге можно сформулировать выводы в пользу использования агент-ориентированного моделирования и концепции искусственного общества для исследования поведения экономических агентов в нефтяной отрасли в условиях введенного налогового маневра:

1. Исследование поведения агентов является одним из принципиальных этапов построения искусственного общества, что доказывает соответствие поставленного вопроса тем задачам, которые решает агент-ориентированное моделирование (и не соответствует целям использования, например, вычислимых моделей);
2. Совокупность поведений каждого конкретного агента при заданных условиях даёт системе новое, эмерджентное свойство – в контексте нефтяной отрасли таким свойством является, например, реализация социальной политики. Основной целью каждой отдельной нефтяной компании является увеличение прибыльности бизнеса, однако выстраиваясь в более сложную систему взаимодействий друг с другом, странами-импортерами и государством, это результирует в новый комплекс свойств и правил.
3. Фактор налогового маневра в нефтяной отрасли порождает вопросы и противоречия относительно поведения экономических агентов, структуры отрасли в будущем, а также возможности и необходимости инновационного развития. Для ответа на эти вопросы оптимальным является применение агент-ориентированного моделирования
4. Агенты предполагаемой модели – нефтяные компании, государство, страны-импортеры – соответствуют всем свойствам агентов в искусственном обществе (автономность, неоднородность, наличие локальных взаимодействий, ограниченная рациональность). Соответственно, АОМ-модель может быть построена.

25 Построению АОМ налогового маневра будет посвящена отдельная статья.

## References:



1. Bashkirtseva N.Yu. Neftepererabatyvayuschij kompleks mira // Vestnik tekhnologicheskogo universiteta. 2015 T.18, №6.
2. Brom A.E., Gorlacheva E.N. Ehmerdzhentnye svojstva i topologicheskaya struktura sinergeticheskoy modeli uspehnogo biznesa // Vestnik MGOU. Seriya: Ehkonomika. 2015 № 3
3. Gimazetdinov R.F., Zul'karnaj I.U. Razrabotka agent-orientirovannogo podkhoda k imitatsionnomu modelirovaniyu upravleniya slozhnymi proizvodstvennymi sistemami, svyazannymi set'yu nefteproduktoobespecheniya // Iskusstvennye obschestva. 2014, T. 9, № 1-4. URL: <https://artsoc.jes.su/s207751800000031-3-1/>
4. Za kraem neftegazovogo gorizonta. // URL: <https://expert.ru/expert/2018/42/za-kraem-neftegazovogo-gorizonta/media/319494/>
5. Zachem nuzhen nalogovyj manevr v neftyanoj otrasli. // URL: <https://tass.ru/ekonomika/5315335>
6. Zul'karnaj I.U. Problemy ucheta nenalogovykh istochnikov pri raschete byudzhetnoj obespechennosti munitsipal'nykh obrazovanij // Ehkonomicheskij analiz: teoriya i praktika. 2006 № 11 S. 37–43.
7. Makarov V.L. Iskusstvennye obschestva // Iskusstvennye obschestva. 2006, T. 1 №1. URL: <https://artsoc.jes.su/s207751800000097-5-1/>
8. Makarov V. L. Iskusstvennye obschestva i budushee obschestvennykh nauk // SPb.: Izd-vo SPbGUP. 2009 40 s. (Izbrannye lektsii Universiteta; Vyp. 99).
9. Makoveev V.N. Primenenie agent-orientirovannykh modelej v analize i prognozirovanii sotsial'no-ehkonomicheskogo razvitiya territorij // Ehkonomicheskie i sotsial'nye peremeny: fakty, tendentsii, prognoz. 2016 № 5 (47). S. 272-289.

# Концепция искусственного общества в исследовании структуры нефтяной отрасли РФ

**Маричев Сергей Геннадьевич**

*ЦСМИ УФИЦ РАН*

*Российская Федерация, Уфа*

## Аннотация

Агент-ориентированное моделирование позволяет решать большое количество задач во всех областях науки. При этом процессы и явления социально-экономического характера исследуются путем построения искусственного общества, то есть системы, состоящей из множества искусственных агентов, обладающих набором функций и выполняющих какую-то задачу. Данную концепцию в разное время исследовали такие ученые как Конвей, Эпштейн, Макаров. Применение в рамках данной концепции агент-ориентированных моделей позволяет предсказать поведение отдельных агентов, встраиваемых в систему и объяснить эмерджентные свойства этой системы. Для того чтобы называться искусственным обществом, модель должна удовлетворять критериям, определенным Эпштейном: автономность агентов, их неоднородность, ограниченная рациональность, взаимодействия агентов между собой. В настоящее время моделирование по типу искусственного общества позволяет решить такие проблемы как регулирование транспортного потока, застройка территории, организация логистики, обслуживания и т.д. Данная статья исследует возможность построения модели нефтяного сектора России в условиях налогового маневра, который порождает массу противоречий, напрямую влияющих на поведение функционирующих в отрасли экономических агентов и, возможно, структуру нефтяной отрасли в целом.

**Ключевые слова:** агент-ориентированное моделирование, искусственное общество, нефтяная отрасль, налоговый маневр

**Дата публикации:** 10.09.2019

**Ссылка для цитирования:**

Маричев С. Г. Концепция искусственного общества в исследовании структуры нефтяной отрасли РФ // Искусственные общества. – 2019. – Т. 14. – Выпуск 3.

URL: <https://artsoc.jes.su/s207751800005946-9-1/> DOI: 10.18254/S207751800005946-9