



Artificial societies. 2013-2021

ISSN 2077-5180

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

All right reserved

Issue 3-4 Volume 2. 2007

Artificial Societies: A powerful Tool to study Economics and Related Systems

Valery Makarov

*Director of the Central Economics and Mathematics Institute
Russian Federation, Moscow*

Abstract

The methodology of artificial societies, coming from sophisticated development of so called agent based models, is going to be a breakthrough in social sciences. In this paper I try to demonstrate it on the examples of mathematical economics and related topics. The growing complexity of mathematical models can be overcome by construction of artificial worlds and computer experiments. The first non trivial results on the basis of this methodology are already in place. We may also formulate a number of intriguing issues, the answer to which one can expect under further application of the new methodology.

Keywords list (en): artificial societies, economics systems, agent based models

Date of publication: 30.10.2007

Citation link:

Makarov V. Artificial Societies: A powerful Tool to study Economics and Related Systems // Artificial societies. – 2007. – V. 2. – Issue 3-4 [Electronic resource].
URL: <https://artsoc.jes.su/s207751800000080-7-1/> (circulation date: 08.05.2021).

1 Границы математического моделирования

2 Математическое моделирование реальности является практически универсальным инструментом. Чаще всего теория считается серьезной или современной, только если она основана на математических моделях. В любой области знаний можно с легкостью привести множество примеров таких теорий.

3 Экономические науки не являются исключением. Хочется отметить, например, широко используемый аппарат моделей общего экономического равновесия, рассматриваемый в качестве одной из составляющих теории игр. В ведущих экономических журналах всегда присутствует большое количество математических расчетов.

4 Однако с очевидностью математическое моделирование имеет свои ограничения. Реальность достаточно сложна для моделирования с достаточно подробным уровнем точности. Создавая все более достоверные математические модели, мы порождаем монстров, анализировать которые стандартными логическими методами становится невозможно.

5 Поэтому современная экономика развивается по направлению к естественным наукам. Сейчас стало возможным осуществлять эксперименты в экономике, о которых сто лет назад нельзя было и задуматься. Первым прорыв связан с методологией Вернона Смита и возникновением лабораторной экономики. Следующим ключевым шагом является быстрое развитие виртуальных миров и искусственных обществ. Можно привести и более широкий спектр вопросов, которые невозможно сформулировать в математических терминах.

6 Мне хочется проиллюстрировать данный тезис математической моделью экономики, являющейся комбинацией хорошо известных экономических моделей.

7 В современной экономической литературе часто используется термин экономический агент. Агент автономен в принятии решений. Ниже приведена стандартная классификация этих решений.

8 **1d.** Агент выбирает так называемую потребительскую корзину из всех видов товаров и услуг.

9 **2d.** Агент выбирает юрисдикцию (муниципалитет) для проживания.

10 **3d.** Агент выбирает профессию и фирму для работы.

11 **4d.** Агент голосует за: (a) политическую партию, (b) экономическую политику, (c) предоставление определенной корзины общественных благ, (d) создание или модификацию юрисдикций.

12 **5d.** Агент принимает решение об участии в клубах, в том числе таком клубе, как семья.

13 **6d.** Агент выбирает портфель инвестиций.

14 Данные решения агентов определяют агрегированный спрос в обществе. Агрегированное предложение в обществе может быть определено с помощью следующих действий и механизмов.

15 **1s.** Производство товаров и услуг экономическими институтами.

16 **2s.** Механизм создания и модификации юрисдикций.

17 **3s.** Виды профессий и виды занятости.

18 **4s.** Политическая система, тип демократии.

19 **5s.** Создание клубов.

20 **6s.** Инвестиционная политика.

21 Базовый подход традиционной теории заключается в определении равновесия и

исследовании свойств этого равновесия. Экономическая литература содержит много ярких моделей, уравнивающих спрос и предложение для каждого пункта, обозначенного в выше перечисленном списке.

22 Так например, в случае пунктов (1d – 1s) мы имеем известную модель общего равновесия Эрроу-Дебре, ставшую классической. Теорема о равновесии основана на теореме Какутани о неподвижной точке. Оптимальность равновесия связана с теоремой Куна-Такера о разделимости. Доказательство конечного числа равновесий использует определенные факты геометрической алгебры.

23 Пункты (2d – 2s) связаны с моделью Тибу (Tiebout Ch., 1956), которая в настоящее время столь популярна, что является одной из наиболее цитируемой в числе экономических терминов. Доказательство существования равновесия в данном случае достаточно сложное, см. Caplin and Neilbuff. Пункты (4d – 4s) создают ряд относительно простых и изящных моделей, большинство из которых читатель может найти у Person and G. Tabellini.

24 То же относится и к остальным пунктам.

25 Однако попытка объединить все эти пункты в одну модель порождает монстра с точки зрения математики. Становится совершенно невозможным доказать или рассмотреть что-либо, объединив все условия воедино.

26 Существует ряд попыток соединить лишь определенные из вышеперечисленных пунктов (два или три) и получить содержательные выводы. Однако до сих пор не было создано сколько бы то ни было существенных результатов в этой области.

27 **Что является искусственным обществом?**

28 Компьютеры предоставляют естественную возможность преодолеть сложность математических моделей. Компьютерная модель может быть сколь угодно перегруженной. Здесь нет практически никаких границ, за исключением компьютерной памяти и человеческих усилий. Компьютерная модель реального общества называется искусственным обществом.

29 Искусственное общество состоит из *агентов*, живущих в определенном мире (*среде*) и действующих по заданным *правилам*. Согласно стандартной терминологии искусственное общество является подклассом более широкой группы *агент-ориентированных моделей*. Агент-ориентированные модели применяются в ряде наук для анализа таких задач, как транспортные потоки, городской дизайн, общественные работы и т.д. Однако не всякая агент-ориентированная модель может считаться искусственным обществом.

30 Агенты искусственного общества ведут себя достаточно автономно. Они *принимают решения, осуществляют действия и взаимодействуют* с другими агентами. Действия агентов являются их ответом на изменения среды и действия других агентов. Ключевое слово – это взаимодействие между агентами. Оно может быть определено как социальные способности агентов, давая нам возможность говорить об искусственном обществе как определенном классе агент-ориентированных моделей.

31 Исторически первым примером искусственного общества стали клеточные автоматы Неймана. Простейшее общество клеточных автоматов, предложенное Конвеем (Conway J., 1970), называлось «Жизнь». Игра «Жизнь» выглядит достаточно просто с точки зрения правил поведения агентов (черных клеток). Тем не менее, клеточные автоматы проливают свет на проблемы, которые трудно анализировать другими методами (см. например, Hu Bin and Debing Zhang, 2006).

32 Подробное описание истории в данной области можно найти в известной работе

(Epstein Joshua M. and Axtell Robert, 1996) «Growing Artificial Societies». Здесь авторы разрабатывают методологию искусственных обществ на основе простой Сахарной модели, ставшей весьма популярной благодаря данной книге. Сахарная модель действительно чрезвычайно проста, даже в сравнении с набором из конечного числа клеточных автоматов фон Неймана или Цетлина (Цетлин М.Л., 1969). Несмотря на это сахарная модель является прекрасным инструментом для обсуждения и экспериментального исследования ряда научных вопросов.

33 Следует отметить, что Epstein and Axtell сравнивают клеточные автоматы со средой или пространством в их сахарной модели. С этой точки зрения сахарная модель рассматривает агентов, путешествующих среди клеточных автоматов.

34 **Сахарная модель**

35 Перейдем к описанию оригинальной версии модели.

36 В каждый момент времени t существует конечное число агентов, расположенных в пространстве. Пространство является двумерной сеткой с равными клетками. В каждый момент времени t каждая клетка (x, y) имеет:

- 37 1. агента $a(a_t(x,y) = a)$, если агент a находится в клетке (x, y) , или ни одного агента ($a_t(x, y) = \text{пустое множество}$).
2. количество «сахара» $r_t(x,y)$.

38 Агент рождается с двумя параметрами: зрение (количество клеток в решетке, которое можно видеть) и уровень метаболизма (количество сахара, съедаемое в единицу времени для выживания). Агент может переносить любое количество сахара. Если у агента нет должного количества сахара для еды, то он умирает.

39 Авторы исследуют ряд правил, связанных с рождением агентов. Так, например, одновременно со смертью одного агента другой агент рождается со случайно выбранными параметрами его месторасположения. Таким образом, численность всей популяции агентов в этом случае является стабильной.

40 **Правила поведения агентов.**

- 41 • Изучает четыре (восемь) направлений решетки и определяет свободную клетку, имеющую наибольшее количество сахара.
- Передвигается в эту клетку и собирает весь сахар.

42 На основе этой простой версии сахарной модели авторы осуществили ряд вычислительных экспериментов и получили результаты, которые вполне соответствуют обычному пониманию законов человеческого общества. Модель очень красива, так как в этой версии нет взаимодействий между агентами, которые могли бы рассматриваться в качестве неотъемлемой части человеческого общества.

43 Вспомним, например, о фундаментальной проблеме, волновавшей многих мыслителей разного времени. Она связана с распределением богатства между членами общества. Распределение богатства всегда неравномерно. Для современного общества растущее неравенство внутри стран и между странами становится одним из важнейших вопросов. Авторы книги находят, что «при большом количестве условий распределений богатства в сахарной модели сильно смещено, так что большинство агентов бедны».

44 Агенты конкурируют друг с другом за сахар. Это приводит к следующему макроструктурному эффекту – население концентрируется на территориях, богатых сахаром. Даже в такой простейшей версии модели без взаимодействий между агентами, авторы исследуют вопрос о возможностях борьбы с концентрацией населения, в особенности в связи с таким неизбежным следствием, как загрязнение окружающей среды.

45 Загрязнение среды может быть введено в модель как влияние сбора и потребления сахара. Итак, каждая клетка теперь содержит сахар и некий уровень загрязнения. Агент передвигается в свободную клетку, где соотношение (сахар: уровень) загрязнения максимально. Такое правило коренным образом изменяет всю картину в модели. Во-первых, увеличивается количество смертей, а во-вторых, распределение популяции на всей территории становится более равномерным.

46 В более поздних версиях сахарной модели рассматриваются разные виды взаимодействий между агентами и некоторые усложнения модели. Это позволяет анализировать более широкий круг явлений, присущих человеческим обществам. Культура, конфликты, смерть, наследование и ряд других тем можно изучать в рамках сахарной модели.

47 В области экономики применение сахарной модели позволяет получить особенно интересные результаты. Здесь авторы усложняют модель, вводя второй товар - специи.

48 Поведение агентов в сахарной модели с двумя товарами становится более сложным. Агент передвигается в соседнюю пустую клетку, где совокупный уровень богатства максимален. Функция благосостояния агента определена на основе корзины из двух товаров. С этой точки зрения, поведение агентов похоже на случай одного товара. Но у агента появляется новая возможность обмениваться товарами с другим агентом, если это выгодно им обоим.

49 В условиях конечного временного горизонта можно сформулировать сахарную модель как стандартную модель Эрроу-Дебре, базовую в теории общего равновесия. Иными словами, агент a имеет начальный набор благ $w_{a,t}(x,y)$, где для каждого t и заданной пары (x,y) пара $w_{a,t}(x,y)$ показывает количество сахара и специй, (x,y) это клетка его расположения в момент t , $t = 1, 2, \dots, T$. В таком случае становится возможным сравнить равновесие модели Эрроу-Дебре и вычислений для сахарной модели. Авторы книги произвели множество вычислений для разных исходных расположений агентов. Средняя цена обменов сахара и специй всегда движется в сторону равновесной цены. Однако итоговое положение агентов зависит от исходных условий. В частности, это означает, что два абсолютно идентичных агента с одинаковым начальным набором благ в конечном итоге могут оказаться в разных точках. Это еще раз подтверждает неравномерность распределения богатства в обществе, независимо от разнообразия начальных условий и генетических характеристик агентов.

50 В этой связи замечание авторов о принципиальном различии между равновесием в смысле теории общего экономического равновесия и так называемым статическим равновесием в сахарной модели кажется несколько странным. Авторы отмечают, что согласно теории общего равновесия идентичные агенты с равными первоначальными наборами благ ведут себя одинаково и в равновесии имеют одинаковые значения функции полезности. С этим можно согласиться. Однако далее в книге утверждается, что идентичные агенты с одинаковым исходным набором благ в сахарной модели в конце концов оказываются в разных точках. Более точно, в сахарной модели у агентов набор благ различен, так как в набор благ следует включить и расположение этих благ.

52 Методология искусственных обществ наилучшим образом соответствует экономике коллективных благ. По определению, коллективные блага являются результатом взаимодействий или совместных действий агентов. Термин «коллективные блага» появился достаточно недавно. Первые работы в этой области принадлежат двум лауреатам нобелевской премии по экономике – Самуэльсону и Бьюкенону (см. Samuelson, P. A., 1954), (Buchanan, J. M., 1965).

53 Процесс производства, распределения и потребления коллективных благ по определению коллективен. Он не регулируется рынком, хотя для производства необходимо использовать частные блага, торгуемые на обычном рынке. Объем материальных и нематериальных коллективных благ, появляющихся в экономике, постоянно растет. Сейчас в большинстве стран он превышает треть ВВП. Не стоит и говорить, что эти оценки весьма условны, так как коллективные блага не измеряются рыночными величинами. Иногда затраты на производство коллективных благ велики, как например, для создания инфраструктуры, а иногда – близки к нулю, в случае брака.

54 Основным вопросом в экономике коллективных благ является формирование групп. Ниже я привожу пример формирования групп для производства и потребления коллективного блага, называемого «совместное времяпрепровождение» (см. подробнее Макаров В. Л., 2007).

55 Рассмотрим искусственное общество агентов, решающих задачу о распределении своего времени на две части. Первая часть используется для производства частного блага, а вторая – для проведения времени с партнером, которого необходимо найти. Партнер должен согласиться проводить в точности то же самое количество времени, которое хочет проводить исходный агент.

56 Обозначения.

57 N – общее число агентов;

58 i - порядковый номер агента;

59 w_i –общий резерв времени у агента;

60 $(w_i - c_i)$ – количество частного блага, производимого агентом;

61 x_i – количество частного блага, потребляемого агентом;

62 c_i – время, проводимое агентом с партнером;

63 a_i – уровень склонности к одиночеству;

64 $u_i(x_i, c_i) = a_i * x_i + x_i * c_i$ – функция полезности агента;

65 $d(i,j)$ – характеристическая функция, определенная для пар (i,j) с дополнительным условием, что если $d(i,j) = 1$, то $d(i, k) = 0$, $d(k, j) = 0$ для всех остальных k .

66 Задача социального планирования

67 Как обычно, имеет смысл принять понятные критерии оптимальности для того, чтобы иметь возможность сравнить разные подходы. Здесь критерием становится сумма всех индивидуальных функций полезности. После этого можно сформулировать оптимизационную задачу по нахождению максимума суммы индивидуальных функций полезности агентов.

68 А именно, найти: $\{(x_i, c_i)\}, i = 1, 2, \dots, N; d(i,j), i = 1, 2, \dots, N, j = 1, 2, \dots, N, i = j$, так что

69 $x_i = w_i - c_i$

70 $c_i = c_j$, если $d(i,j) = 1$,

71 $c_i = c_j = 0$, если $d(i,j) = 0$,

72 $\sum_i (u_i(x_i, c_i))$ достигает максимума.

73 Каждый агент стремится выбрать партнера, который согласился бы взаимодействовать с ним с минимальным отклонением (измеряемым значением функции полезности) от оптимального c . Таким образом, агент подает своего рода заявку другим агентам. Сделка (взаимодействие) происходит при согласии обоих участников.

74 Правила взаимодействия участников

75 Каждый агент определяет оптимальный период времени, который он или она хочет провести с другим агентом. Иными словами, агент решает задачу максимизации функции $a_i * x_i + x_i * c_i$ относительно параметра c_i , где $x_i = w_i - c_i$. Условием первого порядка становится $c_i = (w_i - a_i)/2$. Будем считать значение c_i желаемым для агента.

76 Затем определенный (случайным образом выбранный агент) смотрит на агентов в своем окружении. Окружением считаются объекты, находящиеся в поле зрения агента. Данный агент делает предложение тому агенту, чье желаемое значение близко к желаемому значению исходного агента. Выбранный агент принимает предложение, если у него или нее нет лучших предложений со стороны окружающих агентов. Период времени, проводимый агентами друг с другом, является арифметическим средним между двумя желаемыми значениями агентов. Если сделка не состоялась, второй агент делает предложение своим наиболее подходящим агентам. Процесс завершается, когда не остается агентов, желающих сделать кому-либо предложение. Возникает естественный вопрос: приводит ли вышеописанный процесс к оптимальному решению задачи социального планировщика или нет?

77 Получить ответ на этот вопрос можно с помощью вычислений по методологии «искусственных обществ». Нами был произведен ряд вычислений для случая, где пространство было двумерной решеткой. Очевидно, что в принципе процесс не приводит к максимуму (решению задачи социального управляющего). Однако интересно узнать зависимость этого критерия от значений параметров, начальных условий и случайных величин.

78 Ограничимся случаем, когда у всех агентов есть одна и та же последовательность времени и разные склонности к одиночеству. Здесь не было найдено никаких сюрпризов. Результаты вполне соотносятся с интуицией. Так например, чем длиннее горизонт «обозрения» агента, тем решение ближе к максимуму, при прочих равных условиях. Чем длиннее горизонт – тем слабее зависимость от начальных условий агентов. В принципе, максимум в наших вычислениях никогда не достигался. Это также понятно, так как арифметическое среднее не является идеальным решением в сделке агентов. Другое более сложное правило заключается в максимизации суммы двух индивидуальных значений, что не совпадает с арифметическим средним.

79 **Коллективное поведение агентов (продолжение)**

80 Существует очень много разных типов коллективного поведения. Придерживаясь языка простых клеточных автоматов, можно изучить относительно сложные виды коллективного поведения. Работа Hu Bin and Debing Zhang (2007) прекрасно показывает, как мир клеточных автоматов может быть использован для объяснения группового поведения, сфокусированного на преданности группе (фирме) ее членов. Члены группы могут

преследовать разные цели, например, иметь мотивацию к зарабатыванию денег (экономические существа) или желание чувствовать себя комфортно в группе (социальные существа).

81 В данном случае имеется решетка с конечным количеством клеток, каждая из которых представляет одного из членов группы. Преданность измеряется тремя уровнями: «высокий», «средний» и «низкий».

82 Теперь агенты могут быть разделены согласно двум видам характеристик, которые приводят к разным типам мотиваций. Одна группа становится «экономической», а другая – «социальной». Согласно теории «поведения работников», экономические существа мотивируются материальными и денежными способами. Социальные существа мотивируются социальным статусом и уважением со стороны коллег.

83 **Конкуренция между политическими партиями**

84 Как было отмечено выше, попытки принять во внимание много факторов приводят к модели, которую трудно изучать с помощью математических методов. В этой главе я проиллюстрирую этот тезис на примере известной модели Тибу, см. Tiebout Ch. (1956).

85 Модель Тибу рассматривает людей, расположенных в конечном числе юрисдикций (регионы, города и т.д.). Каждый житель принимает решение остаться в юрисдикции своего проживания или переехать в другую юрисдикцию для максимизации значения своей функции полезности. Это решение основывается на следующей информации о юрисдикциях: набор предоставляемых локальных общественных благ и уровень местного налогообложения. Большое количество литературы, посвященной модели Тибу, рассказывает о множестве численных результатов, связанных с существованием равновесия (равновесий) и его оптимальными свойствами.

86 Ситуация значительно усложняется при введении в модель процесса политических выборов. Каждая политическая партия стремится выиграть выборы и таким образом, привлечь максимально возможное число голосов. Формализация политического процесса приводит к модификации модели Тибу, которая становится похожим на искусственное общество. В этой модификации агенты осуществляют следующие действия. Они передвигаются из одной юрисдикции в другую и голосуют за ту или иную политическую партию или за тот или иной вопрос, в случае прямой демократии.

87 Ниже приводится модификация модели, основанная на работах Collman, Ken, John H. Miller and Scott E. Page (1997) и Данков А. Н. и Макаров В. Л. (2002).

88 Рассматривается N жителей, каждый живет в юрисдикции $j = 1, 2, \dots, G$. Политический процесс представлен n политическими партиями, действующими во всех юрисдикциях. Каждая партия k ($k = 1, 2, \dots, n$) вырабатывает и предлагает электорату свою платформу $p_k = (p_{ki})_{i=1, 2, \dots, I}$. Платформа не зависит от юрисдикции и формально является i -размерным булиновским вектором, где $p_{ki} = 1$, если партия выступает за определенный вопрос i и $p_{ki} = 0$, если партия агитирует против этого вопроса. Содержание каждого вопроса может быть весьма разным, например, война в Чечне, подходящий налог или запрет человеческого клонирования.

89 Каждый гражданин имеет собственное мнение по всем вопросам. Это мнение выражается числом, которое может иметь положительное или отрицательное значение. Обозначим это число как v_{ai} . Мнения v_{ai} равномерно распределены на интервале $[-1, +1]$.

90 Зная v_{ai} , можно вычислить полезность агента a , при условии реализации платформы p_k . А именно, $U_a(p_k) = \sum_i (p_{ki} * v_{ai})$.

91 Агент голосует при условии существования различных политических систем. Он или она голосует за партию, которая предлагает платформу, обеспечивающую агенту максимальную полезность. Или же, агент голосует за вопрос, приносящий максимальную полезность.

92 Мировая политическая практика демонстрирует различные подходы к переводу индивидуальных голосов в политические решения. Простейшим является *референдум* или прямая демократия. Результатом референдума становится политика (платформа) $p = (p_i)$, при которой количество людей с $v_{ai} > 0$ больше числа людей с v_{ai}

93 Другая форма представительной демократии называется *прямая конкуренция*. На практике прямая конкуренция приводит к *президентскому правлению* с условием «победитель получает все». Формально, в наших терминах это означает, что люди голосуют за партии и партия с максимальным числом голосов приходит к власти.

94 Третья рассматриваемая нами форма – пропорциональное представительство. Это тип представительной демократии называемой *парламентская власть*. Каждая принимающая участие в выборах политическая партия получает «влияние», пропорциональное количеству поданных за нее голосов.

95 **Анализируемые нами вопросы:**

- 96 1. Какой режим является наилучшим (в терминах агрегированной функции благосостояния) и при каких условиях?
2. Каким образом количество политических партий влияет на значение функции благосостояния?
3. Как число юрисдикций связано со значением функции благосостояния?
4. Какой тип партийного поведения является наилучшим с точки зрения функции благосостояния и вероятности выиграть или собрать наибольшее число голосов?

97 Конечно, спектр затрагиваемых вопросов на самом деле намного шире. Тем не менее, можно предположить, что чисто математический подход не позволит найти ответы на обозначенные вопросы.

98 Поведение агентов описано нами выше. Они голосуют и при необходимости переезжают. Поведение же политических партий намного сложнее. Политическая партия имеет платформу, которая становится фундаментом партии. Однако партия может изменить платформу для привлечения голосов электората. Таким образом, необходимо определить партийную среду, в рамках которой партия придерживается своего фундамента. Одни партии более гибкие, чем другие, это связано с размером партийной среды платформ.

99 Очевидно, что симуляции могут быть организованы различным образом. Один из них следующий.

- 100 1. Начнем с определения начальных условий: реализация случайного распределения агентов между юрисдикциями и случайного распределения мнений (v_{ai}) между агентами.
2. Платформы политических партий являются заданными.
3. Каждая партия старается найти поправки к своей платформе, которые принесли бы ей больше голосов. Для этого партия выбирает так называемую фокус группу (случайно выбранное заданное количество людей). Фокус группа показывает, какая политика в партийной среде принесет наибольшее число голосов.
4. Население голосует за предложенные программы.
5. Пункты 3 и 4 могут повторяться несколько раз.

6. Итоги голосования становятся обнародованными. В случае референдума это означает, что указываются победившие темы в каждой из юрисдикций. Президентские выборы дают политику выигравшей партии в каждой из юрисдикций. А для парламентских выборов каждая юрисдикция определяет вид политики, которую она хочет реализовать.
7. Агенты передвигаются в предпочитаемые юрисдикции, зная ситуацию в них после голосования.
8. Процесс возобновляется с пункта 3 и может быть повторен конечное число раз.

101 Итоговое распределение населения между юрисдикциями и значение функции благосостояния сравниваются с решением задачи социального планирования.

102 Подробные результаты можно найти в работе Данков А. Н. и Макаров В. Л. (2002). Здесь же хочется упомянуть два наиболее интересных вывода. Вычисления показывают, что если имеется только одна юрисдикция, что президентский режим дает лучшие результаты в терминах значений функции благосостояния при небольшой численности партий. Если же партий больше двух, то лучшим становится парламентский режим. В случае множества юрисдикций оба режима приводят к лучшим результатам, если юрисдикций больше, чем одна.

103 Не стоит и говорить, что результаты весьма качественны. Читатель может попытаться более четко оценить конкретный исход при поиске оптимального числа партий и юрисдикций для различных режимов.

104 **Искусственные общества и виртуальные миры**

105 Для многих является очевидным связь между искусственными обществами и виртуальными мирами. В определенном смысле искусственное общество можно считать одним из типов виртуального мира. Так, виртуальный мир становится более широким понятием с менее четко определенными границами.

106 Ключевой чертой виртуального мира является вовлечение одного или нескольких участников в эксперименты. Некоторые могут привести возражения данному утверждению, вспомнить о таком примере, как «Звездные войны», где нет участия наблюдателя. Однако этот пример можно считать скорее исключением, чем правилом. Тем не менее, «Звездные войны» показывают, что новый научный результат можно получить с помощью такого инструмента. Можно отметить власть – правило распределения богатства (в «Звездных войнах и похожих играх») в качестве конечного результата всей процедуры. Действительно, было проверено, что практически в каждом случае конец войны наступает в тот момент, когда распределение богатства совпадает с распределением власти. При таком условии стимул продолжать войну пропадает.

107 Так, можно видеть, что виртуальные миры созданы не только для научных целей. Даже наоборот, они в большей степени отвечают другим задачам.

108 Где используются виртуальные миры?

- 109● Коммерческие игры.
- Социализаций, создание сообществ он-лайн.
- Образование.
- Инструмент выражение политических взглядов в политических дебатах.
- Военные тренировки.
- Исследовательский инструмент для изучения естественных миров.

110 Можно заключить, что в настоящее время мы находимся на заре соединения естественного и виртуального мира. Виртуальный мир становится частью настоящего. Для человека уже сложно различить естественную и виртуальную реальность. Так, популярный фильм «Матрица» может быть причиной и следствием психических заболеваний. Поэтому мы приходим к подобному логическому кругу: создание виртуального мира, содержащего виртуальный мир, так называемого второго порядка. Вспомним, что первым логическим циклом в области искусственных миров был следующий: идеальное искусственное общество, точная копия естественного мира, должно включать и себя, как соответствующую подчасть.

111 **Амбициозные планы для будущих исследований**

112 Пользуясь аппаратом искусственных обществ можно сформулировать вопросы, ответа на которые человечество ждало в течение столетий. Почему же формулировка в терминах искусственных обществ будет более обещающей, чем постулирование задач в обычных терминах?

113 Покажем это с помощью ряда примеров.

114.1. Один из интригующих и сложных вопросов связан с проблемой конечной продолжительности жизни агентов. Почему агенты не живут вечно? Почему более эффективно иметь процесс рождения новых агентов, их образования и поглощения знания от старых агентов, по сравнению с аккумуляцией знаний в одном агенте? Иными словами, речь идет о эволюции между агентами нежели о эволюции внутри агента.

2. Тот же вопрос может быть задан о группах агентов. Почему существует большое разнообразие в продолжительности жизни разных групп? Некоторые группы живут в течение одного поколения (преступные кланы, одноклассники, бизнес альянсы). Другие существуют столетиями – империи, народы, религии.

3. В терминах искусственных обществ можно легко сформулировать следующий вопрос: что будет с обществом, если в нем возникает реинкарнация. Это означает, что агент может жить несколько раз, сохраняя собственную идентичность. Мы получаем соединение случаев с конечным и бесконечным горизонтом жизни агентов.

4. Почему человек должен менять виды деятельности в течение дня, года и всей жизни? С этой точки зрения человеческое общество (как и общество животных) отличается от общества роботов.

5. Легко представить популяцию агентов, где нет различия пола и видов пола больше двух. Что произойдет в этом случае? Будет ли это более эффективно по сравнению с обычной популяцией? И каковы возможные преимущества?

6. Возможно, инструмент искусственных обществ приведет к лучшему человеческому развитию в будущем, к появлению новых общественных моделей. Вспомним слова Леонардо да Винчи о том, что он не копирует реальность, а создает ее.

7. Такие науки, как философия и психология находят новые аргументы для понимания эволюции эмоций, сознания и ощущений правильности поведения. Неврологи выделяют шесть основных эмоций: раздражение, презрение, страх, радость, грусть и удивление. Инструмент естественных обществ создает более адекватный язык для определений этих концепций. Интересной проблемой становится расширение этих аспектов от индивидов на группы. Какова память группы, что есть сознание группы, где находится память группы и т.д.?

115 В конце хочется обсудить волнующую всех и, прежде всего, современных экономистов проблему счастья и его измерения. Журнал “Economist” поднял эту тему в последнем номере 2006 года. Здесь стоит упомянуть широко известное высказывание о том,

что богатое в терминах ВВП общество не обязательно самое счастливое. Стандартные макроэкономические индексы (подушевой ВВП, личный доход, индивидуальное потребление, общий уровень богатства в расчете на душу населения) уже не могут служить основными параметрами для оценки благосостояния страны, ее общей успешности или превосходства по сравнению с другими странами. Человек ощущает себя счастливым, если он или она принадлежит к верхушке наиболее значимой с его или ее точки зрения группы. Это приводит к тому, что общество должно быть организовано так, чтобы количество таких групп было достаточным. Как отмечается в журнале “Economist”, в США сейчас более 3000 залов славы. В работе Макаров В. Л. (2007) я писал о производстве коллективных благ, не включенных в ВВП. Это можно считать первым шагом по направлению к корректировке стандартных экономических индексов.

Искусственные общества: мощный инструмент для изучения экономических и подобных систем

Макаров Валерий Леонидович

Директор ЦЭМИ РАН

Российская Федерация, Москва

Аннотация

Методология искусственных обществ восходит к довольно сложному инструменту – так называемым агент-ориентированным моделям – и становится своеобразным прорывом в социальных науках. В данной работе приводятся подтверждения этого тезиса с примерами из математической экономики и схожих дисциплин. Увеличивающаяся сложность математических моделей может быть преодолена путем создания искусственных обществ и проведения вычислительных экспериментов. Нами уже получены первые нетривиальные результаты в этой области. Можно также сформулировать ряд исследовательских задач, ответы на которые могут быть найдены при развитии данной методологии

Ключевые слова: искусственные общества, экономические системы, агент-ориентированные модели

Дата публикации: 30.10.2007

Ссылка для цитирования:

Макаров В. Л. Искусственные общества: мощный инструмент для изучения экономических и подобных систем // Искусственные общества. – 2007. – Т. 2. – Выпуск 3-4 [Электронный ресурс]. URL: <https://artsoc.jes.su/s207751800000080-7-1/> (дата обращения: 08.05.2021).