

УДК 330.4

**МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ВОПРОСЫ АГЕНТ-ОРИЕНТИРОВАННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ
ЭКОНОМИЧЕСКИ ЦЕЛЕСООБРАЗНЫХ ГРАНИЦ ЮРИСДИКЦИЙ**

© И. У. Зулъкарнай

*Башкирский государственный аграрный университет
Россия, Республика Башкортостан, 450001 г. Уфа, ул. 50-летия Октября, 34.**Тел./факс: +7 (347) 229 96 06.**Email: ef_dekanat@mail.ru*

Статья посвящена обсуждению методологических вопросов, возникающих на этапе постановки задачи агент-ориентированного моделирования, когда исследователь должен определить агенты модели, их поведенческие функции, формализованное описание этих функций. Здесь фокусом изучения являются наиболее сложные методологические вопросы, возникающие в задачах формирования границ юрисдикций. Один методологический вопрос – как сформулировать критерий оптимизации. Этот вопрос возникает не в каждой агент-ориентированной модели, но имеет место в задачах формирования границ юрисдикций, как это показано в статье. При этом предлагаются три плоскости действия экономических факторов, в каждой из которых предложены несколько критериев оптимизации. Второй методологический вопрос – как калибровать функции поведения агентов, т.е. придавать им количественную определенность. Наиболее разработан в статье первый вопрос, второй вопрос предложено решить путем, аналогичным решению обратных задач в математической физике.

Ключевые слова: агент-ориентированное моделирование, оптимизация, экономическая целесообразность, границы юрисдикции.

Историю человечества из уроков, которые мы получили в школе, можно рассматривать как историю захватнических войн одних стран и племен против других, оборонительных войн, переселения народов, миграции их части на новые территории, в результате которых перекраивались политические и административные границы государств. Сами историки в качестве причин войн часто указывают на субъективные факторы, связанные с индивидуальными особенностями правителей и их амбициями.

Посмотрим на историю с позиций экономическо-го империализма – течения в экономике, в котором явления, традиционно не рассматриваемые как экономические отношения, такие как семейно-брачные отношения, преступная деятельность и борьба с ней, изучаются с точки зрения экономики, и во всех этих процессах выявляется экономическая составляющая. [1–3]. Например, Беккер в своей известной работе «Преступление и наказание: экономический подход» строит математическую модель для исследования, в каком размере общество должно тратить свои ресурсы на борьбу с преступностью, чтобы выгоды от этой борьбы превышали затраты общества [4].

Если следовать этому течению экономической мысли, то в основе всех изменений политико-административных границ лежит экономический интерес групп людей, хотя на поверхности мы видим, как правило, какие-то идеологические мотивы. Конечно, это очень дискуссионная мысль, но безусловно, экономические интересы, по крайней мере, являются одной из причин пересмотра границ между странами. С точки зрения экономической теории, только экономические причины, которые включают также географические и природные особенности каждой территории как экономические факторы, и должны определять оптимальные границы каждого политико-административного образования. Перечислим такие политико-административные образования по возрастанию охвата территории: поселение, район, город, регион (область, штат, земля, автономное государство, унитарное государство), федеративное государство, состоящее из автономных или унитарных государств, союз государств (Европейский союз, НАТО, различные организации экономического или политического сотрудничества).

Решение задач такого типа является, очевидно, сложной научной проблемой в силу ее многофакторности. Эффективным методом решения многофакторных проблем является метод агент-ориентированного или мультиагентного моделирования с применением программных средств [5–8]. Этими методами хорошо решаются задачи государственного строительства, такие как проблемы распределения функций по уровням государства, конкуренции территорий в рамках концепции экономического (конкурентного) федерализма, самоорганизации государств. Такие модели совершенно аналогичны моделям самоорганизации корпоративных структур в рыночной экономике и конкуренции фирм между собой, конкуренции как ценовой, так и пространственной за рынки сбыта. Логистические задачи, решаемые для целей оптимизации производственных процессов, в нашем случае аналогичны логистическим задачам оптимального размещения производственных комплексов в пространственной экономике [9; 10].

Построение агент-ориентированных моделей требует детальной и максимально приближенной к реальности спецификации агентов: а) какие агенты реально участвуют в экономическом процессе, не упущены ли какие-либо из них из внимания исследователя; б) как описать поведение агентов, наиболее точно отразив их реальное поведение, и как это описание отразить в формализованной форме; в) при этом в целях корректного выбора агентов и описания их поведения может быть необходимо сформулировать критерий оптимальности решения, который мы ищем в данном экономическом процессе.

В обсуждаемой в этой статье задаче формирования границ юрисдикций как раз возникают вопросы, какие экономические факторы мы должны принять во внимание и каков критерий оптимизации, если мы говорим об оптимальности границ того или иного политико-административного территориального образования. В качестве критерия оптимизации будем использовать обычно применяемые в экономических задачах критерии: минимизация затрат, максимизация дохода, максимизация прибыли. В чем выражаются затраты, доходы и прибыль в случае оптимизации географических границ политико-административных образований?

Отвечая на этот вопрос, можно выделить несколько плоскостей рассуждений. Одна плоскость – это область государственных и муниципальных финансов и бюджетных услуг. В этой плоскости критериями оптимального решения были бы минимизация затрат на единицу предоставляемых администрацией территории услуг, максимизация объема услуг с учетом их качества при ограниченном (фиксированном) бюджете, максимизация эффективности администрирования налогами, максимизация эффективности мобилизации налогов.

Другая плоскость – это целостность экономического комплекса логистически взаимосвязанных предприятий, что в советской региональной (пространственной) экономике обозначалось термином «размещение производительных сил» [9; 10]. В этой плоскости критерием оптимизации может быть минимизация логистических издержек. К примеру, это может выражаться в размещении таких энергоемких производств, как производство алюминия в непосредственной близости от производителей дешевой электроэнергии (гидроэлектростанций). При этом поиск решения лежит не в простом размещении производства рядом с электростанциями, а именно в поиске оптимального решения, когда действуют, как минимум, два разнонаправленных фактора – в данном случае размещение производства рядом с электростанцией может оказаться слишком далеко от мест добычи руды.

Третья плоскость – это устойчивое использование определенных технологических культур, под которыми мы имеем в виду традиции использования преимущественно одних и тех же технологий управления, организации экономики и жизни общества. К примеру, подсечно-огневая форма земледелия, сформировавшаяся в древней Руси в сложившихся на определенном этапе ее развития, сформировала устойчивую культуру экстенсивного развития экономики, которая красной нитью прошла через всю историю страны и сохраняется до настоящего времени. Напротив, культура интенсивной модели развития экономики, сложившаяся в Англии, Германии к XVII–XVIII вв., приобрела столь устойчивую форму, что переселенцы на Североамериканский континент, основную часть которых составляли как раз выходцы из этих двух стран, сохранили эту культуру, и экономика США до сих пор развивается по интенсивной модели, хотя страна имеет большую территорию и также огромные природные богатства, включая нефть.

Можно было бы подумать, что критерием оптимизации здесь является максимизация территории, на которую распространяется такая культура-технология. Но это, очевидно, спорная мысль, т.к. интенсивная модель, практикуемая в Японии, как мы видим, локализуется на маленькой, по сравнению с соседними странами, территории. Это позволяет предположить, что культура интенсивной модели экономики распространяется в той мере, в какой действует фактор целесообразности развития экономической системы, обсужденный выше в качестве второй плоскости поиска критериев оптимизации.

Однако исторические факты, когда Япония вела завоевательные войны (наиболее известная – ее участие во Второй мировой войне, попытка экспансии в Китай и островные государства Тихого Океана), дают аргументы в пользу мысли, что и интенсивная модель имеет склонность к безграничной экспансии. В пользу этого говорит также история завоеваний Англии, построившей самую крупную в истории человечества империю – Великобританию. Тот факт, что страны с

интенсивной моделью, даже если экспандировали, в конечном счете не сохраняли завоеванные территории под своим контролем, позволяет выдвинуть гипотезу, что сила экспансии обеих моделей разная. Здесь под силой мы подразумеваем аналог сил в физике, равнодействующая которой определяет направление движения материи.

Кроме этих трех плоскостей, в которых мы можем формулировать критерии оптимизации, в оптимизационных задачах всегда присутствуют ограничения. В моделировании административных границ такими границами являются природно-географические факторы, носящие как абсолютный характер, так и относительный. К абсолютным мы отнесем границы суши и моря: экономическая деятельность, специфическая для суши, как, например, сталелитейное производство, не может располагаться в море. К относительным географическим преградам отнесем реки и горы. В случае рек для распространения экономической деятельности на территорию за рекой необходимы мосты или подземные тоннели, ограниченные в пропускной способности и одновременно очень затратные сооружения. В случае гор необходимы тоннели и дороги, на порядок более дорогие, чем на равнинной местности.

В случае морских преград необходимо учесть еще три важных экономических фактора. Первый – это использование морских ресурсов, которые определяются 200-мильной экономической зоной, и ресурсов морских шельфов. Это легко учитываемый фактор, т.к. экономическая зона просто повторяет линию морского берега и носит специфический характер экономической деятельности, которая может существовать только в море, а не на суше. Второй фактор – это распространение экономической деятельности на острова, что особенно важно при наличии их большого количества, как это имеет место быть для Индонезии. Здесь, экономика, специфическая для суши, должна оптимизироваться в пределах территории каждого острова, и во множестве случаев многие виды экономической деятельности, как может оказаться, будут нецелесообразными для размещения на островах. Также экономическая взаимосвязь островов между собой и островов с континентом, осуществляемая по морю, легко моделирует заданием цены транспортировки ресурсов и продуктов.

С этим тесно связан третий экономический фактор, связанный с морским берегом, а именно, возможности экономических связей страны с другими странами, которые открываются при наличии выхода к морю. Это связано с дешевизной морских перевозок по сравнению с перевозками по морю и по воздуху. Как пример, таким ресурсом обладает Китай, что определило размещение основной части их производств вдоль южного и юго-восточного побережья страны.

Обсудим теперь неэкономические факторы, которые являются следствием экономических, согласно экономическому империализму, но приобретших самостоятельную форму устойчивого существования. В какой-то мере неэкономическим фактором является обсужденная выше технологическая культура, сложившаяся в определенных экономических условиях существования людей.

Другим и не таким очевидным неэкономическим фактором является языковая общность. Если мы зададимся вопросом, каким образом формировались моноэтнические государства в истории человечества, то увидим, что языковая общность на больших территориях возникала после формирования политико-административных границ и после длительного и устойчивого их существования, а не наоборот. Когда

границы государства менялись, охватывая территории с иноязычным населением, то спустя столетия происходила языковая и культурная ассимиляция иноязычных народов (часто сопровождаемая также их физическим истреблением). Тем самым, логично при агент-ориентированном моделировании, в котором мы пытаемся понять экономически оптимальные границы государств, административных образований внутри них и границы надгосударственных образований, не принимать во внимание такие неэкономические факторы, как языковая и религиозная общность.

Выяснив экономические факторы, влияющие на формирование границ юрисдикций и критерии оптимизации границ, обсудим вопрос, как формализовать и как калибровать эти факторы. В части формализации накоплен достаточно большой опыт в агент-ориентированном моделировании пространственных задач. В части первой плоскости оптимизации агентами будут правительства разных уровней, предоставляющие чистые общественные услуги (центральное правительство), локальные услуги (региональные и местные правительства) и частные услуги, такие как услуги образования и здравоохранения в соответствии с теоремой децентрализации Оутса [11] и гипотезой Тибу «голосования ногами» [12].

Калибровка представляет собой более сложную проблему. Здесь мы должны придать функциональным зависимостям количественную определенность, опирающуюся на реальные процессы в экономике. Если мы не сделаем этого и будем произвольно задавать эти параметры в модели, то результат, в данном случае формирование границ юрисдикций, будет полностью зависеть от весомости того или иного экономического фактора. Для объективизации этого процесса предлагается алгоритм, опирающийся на сложившиеся за столетия границы государств, аналогичный решению обратных задач в физике. В данном случае при калибровке модели, варьируя входные данные (количественные значения параметров функционального поведения агентов), исследователь должен стремиться к достижению юрисдикциями границ, соответствующих

реальным границам государств в ту или иную историческую эпоху. Детальная разработка такого алгоритма, как и вообще решение обратных задач, является самостоятельной научной проблемой, которая будет обсуждена в следующей статье.

Статья подготовлена при финансовой поддержке гранта РФФИ 13-06-00309.

ЛИТЕРАТУРА

1. Автономов В. С. От «экономического империализма» к стремлению к взаимообогащению // *Общественные науки и современность*. 2010. №3. С. 173–176.
2. Беккер Г. С. Человеческое поведение: экономический подход. Избранные труды по экономической теории. М., 2003.
3. Olson M. *The logic of collective actions*. Cambridge, Mass.: Harvard University Press, 1965, 1971.
4. Becker G. S. Crime and Punishment: An economic approach // *Journal of Political Economy*. 1968. Vol.76, №2. P. 169–217.
5. Зулькарнай И. У. Моделирование горизонтальной конкуренции юрисдикций // *Ежеквартальный интернет – журнал «Искусственные общества»*. 2014. Т. 9, №1–4. С. 133–143.
6. Луман Н. Социальные системы. Очерк общей теории. СПб.: Наука, 2007. 648 с.
7. Макаров В. Л. Коллективные блага в АОМ // *Ежеквартальный интернет – журнал «Искусственные общества»*. 2007. Т. 2, №2. С. 6–15.
8. Макаров В. Л., Бахтизин А. Р. Социальное моделирование – новый компьютерный прорыв (агент-ориентированные модели). М.: Экономика, 2013. 295 с.
9. Гранберг А. Г. Моделирование пространственного развития экономики // *Стратегическое планирование в регионах и городах России*. Вып. 9. СПб, 2009. С. 32–34.
10. Минакир П. А. Экономика и пространство (тезисы размышлений) // *Пространственная экономика*. 2005. №1. С. 4–26.
11. Oates W. *Fiscal Federalism*. N. Y.: Harcourt, Brace, Jovanovich, 1972.
12. Tiebout Ch. A Pure Theory of Local Expenditures // *Journal of Political Economy*. October 1956. 64. P. 416–424.
13. Сапир Жак. Империализм экономической науки: Размышления о современном состоянии экономической мысли и ее взаимоотношениях с общественными науками // *Неприкосновенный запас*. 2003. №2(28).
14. Бахтизин А. Р. Агент-ориентированные модели экономики. М.: Экономика, 2008. 279 с.

Поступила в редакцию 14.09.2015 г.

METHODOLOGICAL PROBLEMS OF AGENT-BASED MODELLING IN TASKS OF OPTIMIZATION OF JURISDICTION'S BORDERS

© I. U. Zulkarnay

Bashkir State University

3/4 Karl Marx St., 450054 Ufa, Republic of Bashkortostan, Russia.

Phone: +7 (347) 229 96 06.

Email: zulkar@mail.ru

This article aimed to discuss of methodological problems that arise on the stage when a researcher formulates agents of the model, their behavior functions, formalize these functions. Here we focus on the most important and difficult for solving problems that arise in tasks of optimization of jurisdiction's borders. One methodological question is how to formulate a criterion of optimization. This question arises not in each agent-based model, but here where we explore borders of jurisdictions and think in terms that these borders have to be "optimal", we need to develop such a criterion. This problem are made clear in the article. The article suggests three fields of factors that influence the situation with borders and there are criteria of optimization in each field. One field relates to public goods that are delivered to population by governments of different levels: federal, regional, local ones and constructions that exist above countries. The second field relates to private sector of economics where we basing on the space economics approach think of how to arrange economic systems across the territory. The third field is about cultural issues that reflect main technologies that population prefer. The second methodological question is how to calibrate the model or in other words how to develop quantity definiteness for the factors that there are in functions. The article mostly develops the first question. As to second question, there is suggestion that we should use a method that is similar to the way of decision so-called inverse problems in mathematical physics.

Keywords: *agent-based model, optimization, economic effectiveness, boundaries of jurisdictions.*

Published in Russian. Do not hesitate to contact us at bulletin_bsu@mail.ru if you need translation of the article.

REFERENCES

1. Avtonomov V. S. *Obshchestvennye nauki i sovremennost'*. 2010. No. 3. Pp. 173–176.
2. Bekker G. S. *Chelovecheskoe povedenie: ekonomicheskii podkhod. Izbrannye trudy po ekonomicheskoi teorii* [Human behavior: economic approach]. Moscow, 2003.
3. Olson M. *The logic of collective actions*. Cambridge, Mass.: Harvard University Press, 1965, 1971.
4. Becker G. S. *Journal of Political Economy*. 1968. Vol.76, No. 2. Pp. 169–217.
5. Zulkarnay I. U. *Ezhekvartal'nyi internet – zhurnal «Iskusstvennye obshchestva»*. 2014. Vol. 9, No. 1–4. Pp. 133–143.
6. Luman N. *Sotsial'nye sistemy. Ocherk obshchei teorii* [Social systems. Essay on the general theory]. Saint Petersburg: Nauka, 2007.
7. Makarov V. L. *Ezhekvartal'nyi internet – zhurnal «Iskusstvennye obshchestva»*. 2007. Vol. 2, No. 2. Pp. 6–15.
8. Makarov V. L., Bakhtizin A. R. *Sotsial'noe modelirovanie – novyi komp'yuternyi proryv (agent-orientirovannye modeli)* [Social simulation – a new computer breakthrough (agent-based models)]. Moscow: Ekonomika, 2013.
9. Granberg A. G. *Strategicheskoe planirovanie v regionakh i gorodakh Rossii*. No. 9. Saint Petersburg, 2009. Pp. 32–34.
10. Minakir P. A. *Prostranstvennaya ekonomika*. 2005. No. 1. Pp. 4–26.
11. Oates W. *Fiscal Federalism*. N. Y.: Harcourt, Brace, Jovanovich, 1972.
12. Tiebout Ch. *Journal of Political Economy*. October 1956. 64. Pp. 416–424.
13. Sapir Zhak. *Imperializm ekonomicheskoi nauki: Razmyshleniya o sovremennom sostoyanii ekonomicheskoi mysli i ee vzaimootnosheniyakh s obshchestvennymi naukami. Neprikosnovennyi zapas*. 2003. No. 2(28).
14. Bakhtizin A. R. *Agent-orientirovannye modeli ekonomiki* [Agent-based economic models]. Moscow: Ekonomika, 2008. 279 c.

Received 14.09.2015.