



## Artificial societies. 2013-2020

ISSN 2077-5180

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

All right reserved

Issue 4 Volume 14. 2019

# Agent-based modeling of competitive federalism

**R. Ramazanov**

*Ufa federal research center of the Russian academy of sciences  
Russian Federation, Ufa*

## Abstract

A description and mathematical formalization of models of competitive federalism has been carried out. A relatively new direction of simulation, the agent-oriented approach, was chosen as the study methodology. Its essence is to present complex socio-economic systems and processes in the form of a set of interacting and environmental entities (or agents) seeking to optimize their target function according to the rules established by the researcher. From the local interactions of agents, the global dynamics of the system are born, of particular interest to the study. As agents, in the proposed model are factors of production, territorial entities and a federal center. Actors, competing for capital and labour, seek to choose the optimal regime of taxation and the provision of economic agents with public services.

**Keywords list (en):** simulation modeling, agent-based modeling, market-preserving federalism, jurisdictional competition, Tiebout hypothesis

**Date of publication:** 19.12.2019

## Acknowledgment:

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 18-310-00384 мол\_a

## Citation link:

Ramazanov R. Agent-based modeling of competitive federalism // Artificial societies. 2019. V. 14. Issue 4 [Electronic resource]. Access for registered users. URL: <https://artsoc.jes.su/s207751800007785-2-1/> (circulation date: 28.09.2020). DOI: 10.18254/S207751800007785-2

1 Эффективность модели административно-территориального устройства государства определяется множеством факторов. В небольших странах, как правило, практикуется унитарная модель, при которой административно-территориальные единицы лишены субъектности, играя роль медиатора в отношениях между центром и населением.

2 В крупных странах гетерогенный характер условий жизни в разных экономических зонах создает для государства объективные сложности при обеспечении населения общественными услугами. Унификация предложения не позволяет учитывать специфику территориального спроса, а связанная с ней необходимость финансовой централизации ведет к избыточному сосредоточению властных полномочий в руках верхнего уровня управления. Государство, функционирующее в условиях асимметрии информации и отсутствия системы сдержек и противовесов, имеет низкий потенциал административной эффективности. Поэтому в крупных государствах практикуется федеративная модель управления.

3 Теорию федерализма в разное время развивали такие видные ученые-экономисты, как Р. Масгрейв [1], Ч. Тибу [11], Б. Вайнгаст, У. Оутс. Последний, исследуя проблему эффективного обеспечения населения локальными общественными услугами, сформулировал теорему о децентрализации, согласно которой производство локальных общественных услуг при условии отсутствия внешних эффектов и возможностей для экономии на масштабе всегда более эффективно или, по крайней мере, не менее эффективно осуществлять на местном уровне. Близость к населению позволяет локальным властям эффективнее учитывать потребности граждан. Население в свою очередь получает возможность для осуществления гражданского контроля за работой местных органов исполнительной власти [8, 9].

4 Разработкой позитивной теории государственного устройства занимается американский экономист Б. Вайнгаст, известный своей концепцией федерализма, сохраняющего рынок [12, 13]. Примером страны, успешно практикующей принципы данной концепции в качестве инструмента стимулирования экономического развития он называет Китай, что отмечают и другие авторы [2].

5 В своей концепции Вайнгаст выделяет пять необходимых условий эффективного функционирования федеративной модели. Первое условие говорит о необходимости четкого разграничения предметов ведения между уровнями государственного управления; второе – о необходимости автономии местных уровней в вопросах локального управления; третье – касается необходимости обеспечения свободного перемещения товаров и факторов производства между субъектами; четвертое требует функционирования фискальной системы в рамках жестких бюджетных ограничений; и, наконец, пятое условие требует институционализации границ автономии субнационального уровня в эксплицитной правовой форме. Невыполнение хотя бы одного из условий чревато дезинтеграцией государства или его выражением в унитарную форму.

6 Соблюдение всех выше обозначенных условий ведет к установлению в государстве особого режима функционирования институтов – федерализма, сохраняющего рынок, или конкурентного федерализма. Регионы получают мощные фискальные стимулы вступать в конкуренцию за население и инвестиции; федеральный центр начинает играть роль арбитра, следящего за соблюдением «правил игры», не позволяя участникам создавать препятствия на пути свободного движения капитала и рабочей силы. Стремление привлечь под свою юрисдикцию капитал вынуждает субъектов создавать на своей территории благоприятную деловую среду. Регионы, проводящие неэффективную социально-экономическую политику, сталкиваются с оттоком факторов производства.

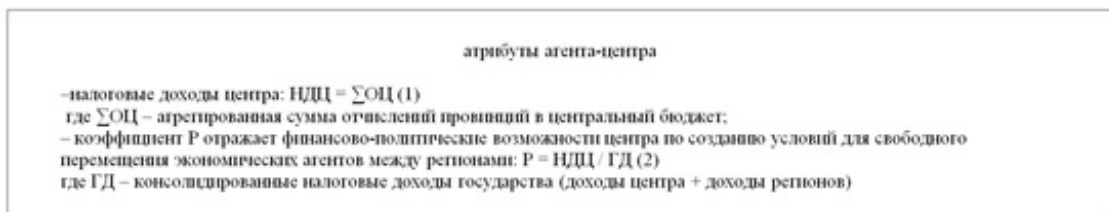
7 Настоящая работа продолжает наши исследования федеративных моделей [6, 10, 3, 4]. Предметом здесь являются модели современных западных федераций (США, Германии,

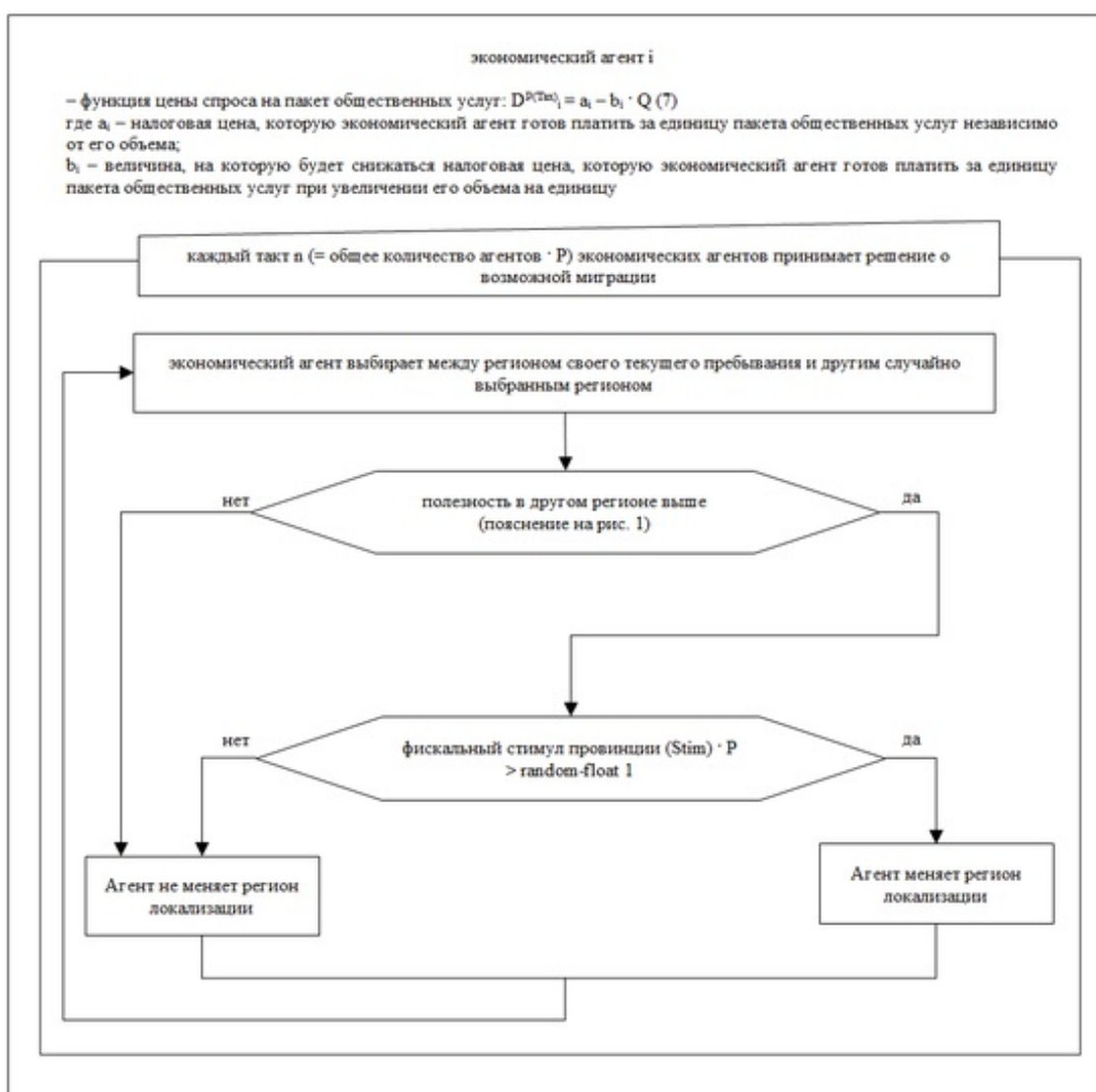
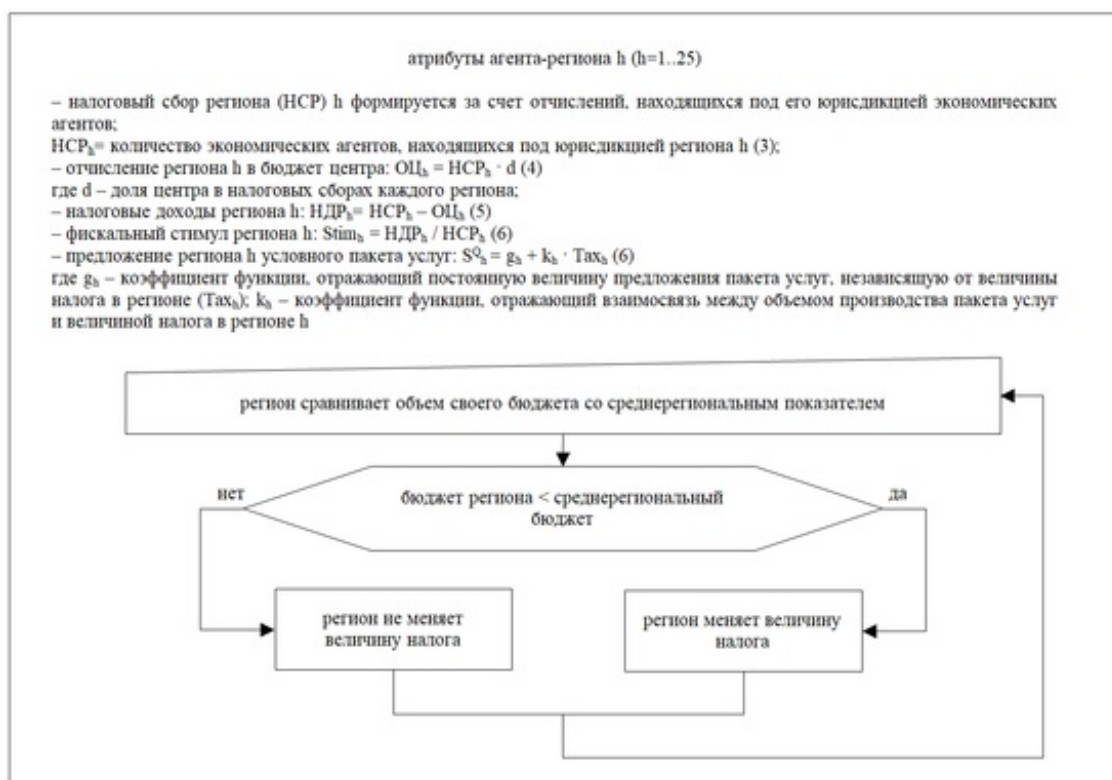
Швейцарии) и модель Китая. В качестве методологии исследования выбран агент-ориентированный подход. Далее приводится схематизация и аналитическая концептуализация модели. В заключении обсуждаются результаты имитационных экспериментов, проведенных на ее основе.

8 Итак, федеративную модель государства характеризует обладание регионами ограниченной автономией. Такая автономия может выражаться в возможностях для субъектов самостоятельно определять культурную, правовую и социально-экономическую политику на своей территории. Для нас особый интерес представляет рассмотрение фискального аспекта автономии территорий, которая может выражаться в возможностях для субъектов самостоятельно определять параметры корзины локальных общественных услуг и регулировать налоговую политику. Отметим, что степень фискальной свободы субнационального уровня отличается в разных странах. Так, в США и Швейцарии власти субъектов могут регулировать налоговую политику; в Китае фискальная система провинций подчинена директивам Пекина.

9 Перейдем к описанию и формализации агентной модели. В качестве агентов в ней выступают: факторы производства, субъекты (регионы) и федеральный центр. Факторы производства в нашей модели – это мобильные экономические агенты, обладающие индивидуальной функцией спроса на условный пакет локальных услуг, предоставляемый пассивными агентами-регионами. Последние при определенных режимах реализации могут самостоятельно регулировать свою налоговую политику или являться объектом фискального регулирования агента-центра, принимающего их налоговые отчисления. Регионы конкурируют за экономических агентов, пытаются подобрать наиболее оптимальную политику налогообложения. В этом аспекте проявляется конкурентная сущность рассматриваемой модели федерализма.

10

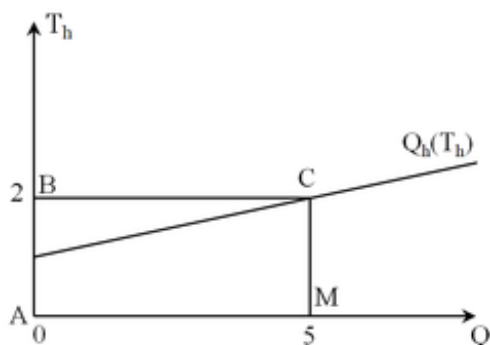




производства пакета услуг в регионе  $h$  от ставки налогообложения  $T_h$ . Так, при налогообложении в 2 ден.ед. за единицу объема пакета услуг производство в регионе  $h$  составит 5 ед. Каждый агент должен будет заплатить сумму, эквивалентную площади треугольника  $ABCM$  (10 ден. ед.). На рисунке 1б изображена кривая спроса ( $D_i$ ) условного агента  $i$ . Если исходить из того, что агент будет потреблять 5 ед. пакета услуг по цене в 2 ден.ед., его чистая полезность будет эквивалентна разности между площадью трапеции  $AGEM$  (13.75 ден.ед) и площадью прямоугольника  $ABCM$  (10 ден.ед.). Чистая полезность индивида  $i$  таким образом составит 3.75 ден.ед.

14

а) Зависимость объема производства пакета услуг от размера налога, устанавливаемого регионом  $h$



б) Зависимость полезности, получаемой индивидом  $i$  от потребления пакета услуг, производимого регионом  $h$

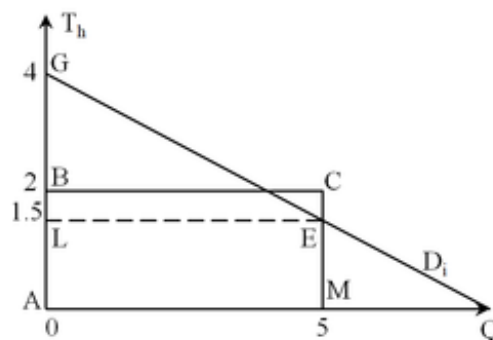


Рисунок 1. Графическая интерпретация процедуры вычисления полезности экономического агента

15 На рисунке 1 представлен интерфейс модели, реализованной в интегрированной среде разработки NetLogo. Модуль с рычажками и переключателями на панели позволяет задавать условия имитационных экспериментов. Рычажок «число\_агентов» отвечает за количество экономических агентов, генерируемых программой в начале эксперимента; «доля\_центра» – задает часть налоговых доходов, отчисляемых каждым регионом в федеральный бюджет. Режим переключателя «Tax\_полномочия» определяет возможность для регионов регулировать величину налогов на своей территории. Рычажок «налог» регулирует величину налога, императивно устанавливаемого центром для всех регионов. Рычажки «mean» и «sd» регулируют параметры коэффициентов функций предложения регионов и функций спроса индивидов. Например, если рычажок «a\_mean» установлен на уровне 10, а «a\_sd» – на уровне 3, величина коэффициента  $a_i$  каждого агента перед запуском имитации будет определяться случайным образом по нормальному закону распределения с математическим ожиданием 10 и стандартным отклонением 3.

16 График в правой верхней части рисунка визуализирует среднерегиональный объем производства пакета услуг в зависимости от величины налога, устанавливаемого центром; график снизу отражает динамику изменения величины совокупной полезности агентов в процессе конкуренции регионов.

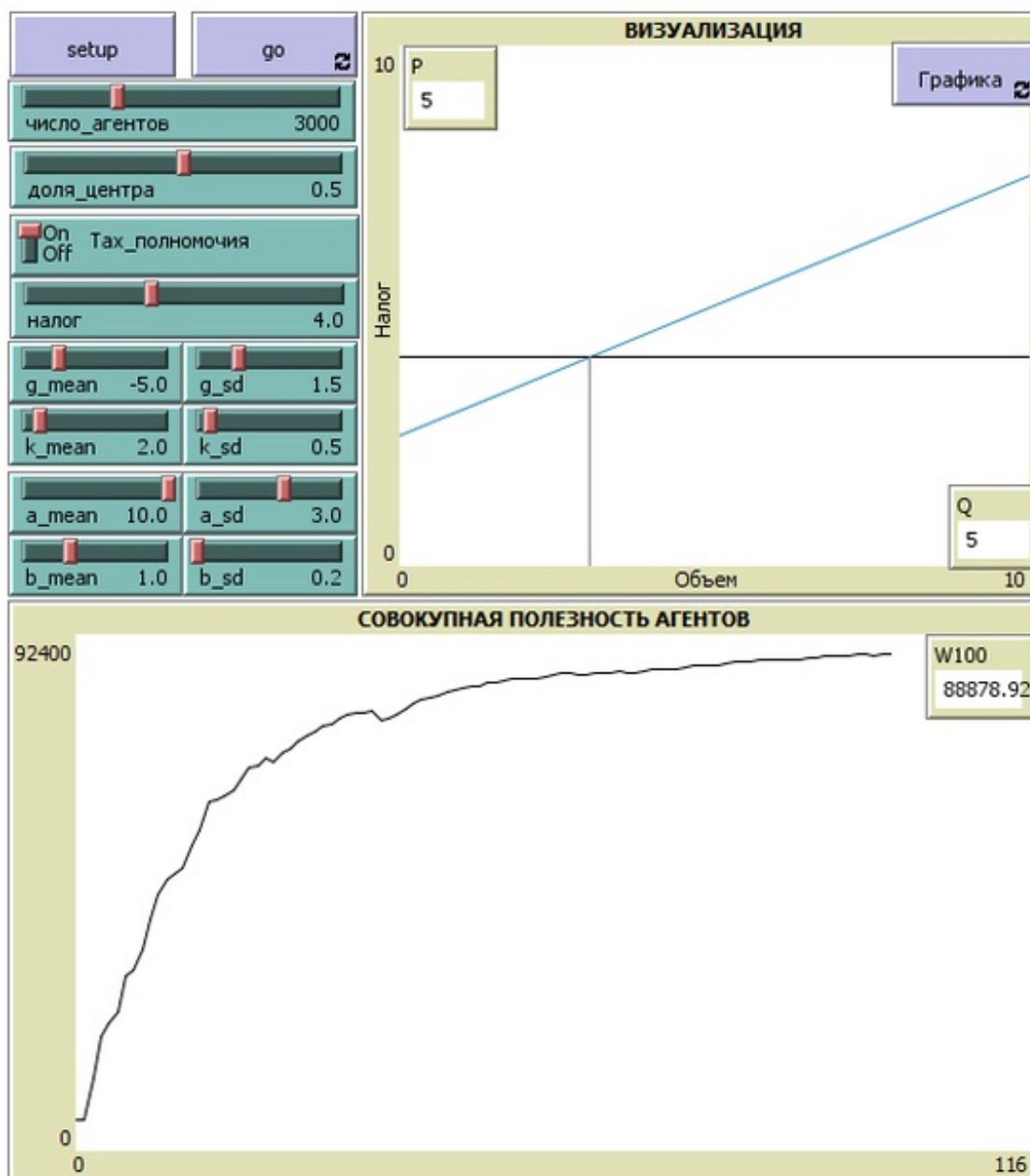


Рисунок 2. Интерфейс модели, реализованной в NetLogo

18 Далее перейдем к описанию имитационных экспериментов с моделью, которые проводились в двух режимах. Первый режим предполагал невозможность для регионов самостоятельно регулировать величину налога. Во втором режиме регионы могли увеличивать или уменьшать величину налога по своему усмотрению. На рисунке 3 представлена инфографика реализации 4-х имитационных экспериментов, проведенных с моделью. Синие столбцы диаграмм обозначают результаты экспериментов, проведенных в первом режиме, когда величину региональных налогов определял федеральный центр; красный столбец – результаты, когда регионы автономно выбирали размер налога. Практически во всех экспериментах, реализованных в первом режиме, максимизация полезности агентов наблюдалась, когда величина налога устанавливалась центром на уровне 2-х денежных единиц. Полученный результат позволяет сделать предположение о существовании (при централизованном определении налоговой политики) размера налога, максимизирующего совокупную полезность агентов. И, тем не менее, эксперименты демонстрируют, что агенты стабильно получали максимальную полезность, когда регионы функционировали в режиме фискальной автономии – могли самостоятельно регулировать величину налога на своей территории.

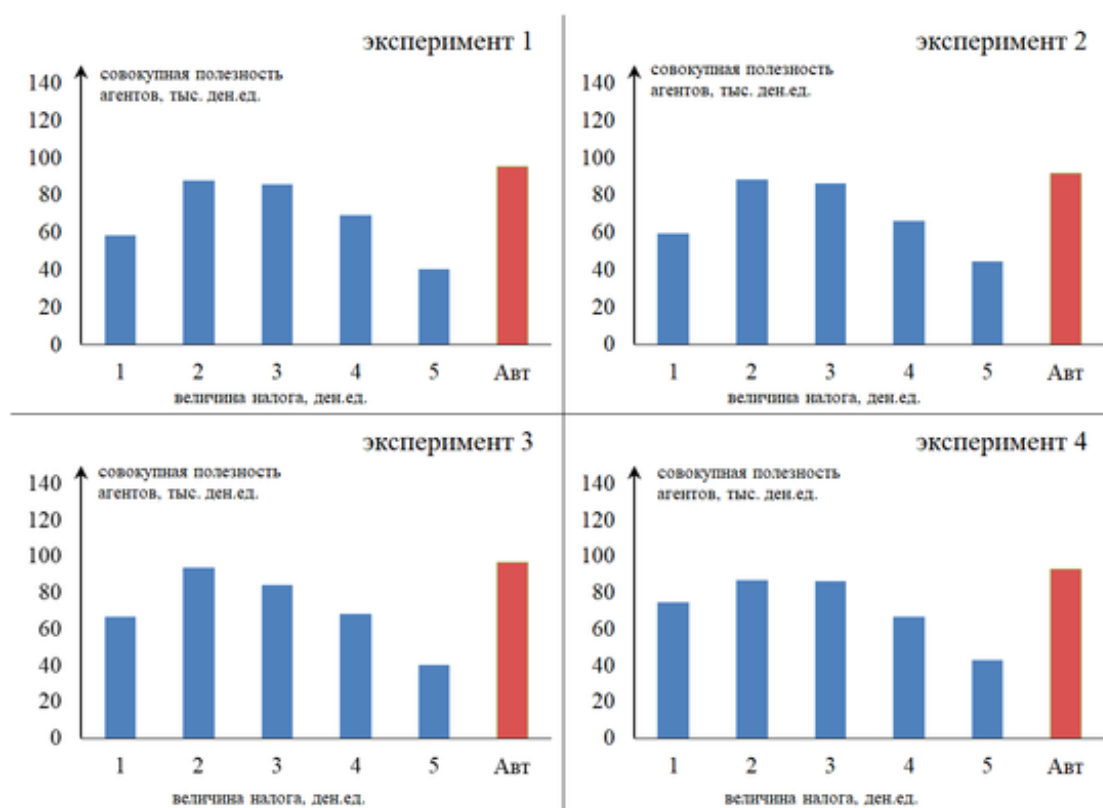
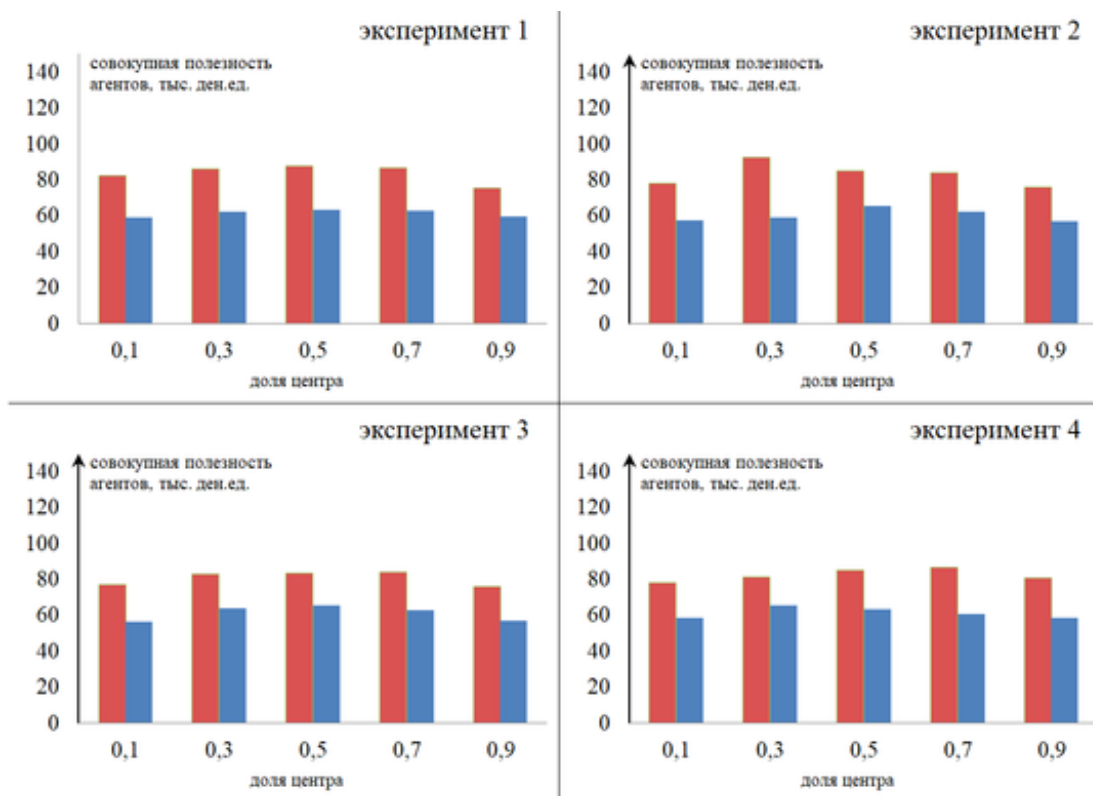


Рисунок 3. Зависимость совокупной полезности агентов от величины налога и фискальных полномочий регионов

20 Графики на рисунке 4 описывают зависимость совокупной полезности экономических агентов от доли федерального центра в налоговых доходах регионов. Как и в предыдущих экспериментах, цвет столбцов обозначает режим реализации модели (красный – режим налоговой автономии регионов; синий – подчиненности центру). Визуальный анализ графиков позволяет установить, что независимо от доли центра, совокупная полезность агентов выше, когда регионы автономно определяют величину налога. Отметим также другую менее очевидную закономерность – экономические агенты получают максимальную полезность, когда доля центра в налоговых доходах провинции составляет более 10%, но менее 70%. Так, в первом эксперименте при децентрализованном режиме совокупная полезность экономических агентов достигла максимального значения при доле центра в 50%; во втором эксперименте – при доле в 30%, в третьем и четвертом – при 70%. При централизованном режиме (синие столбцы) совокупная полезность индивидов была максимальной при доле центра в 50% во всех экспериментах, кроме четвертого (30%).



*Рисунок 4. Зависимость совокупной полезности экономических агентов от доли федерального центра в налоговых доходах субъектов*

22 Режим доминирования центра при определении налоговой политики регионов больше соответствует специфике федеративных моделей Китая и Германии – субъекты имеют невысокую степень фискальной автономии, значительная часть бюджетных средств перераспределяется между регионами через механизмы федеральных трансфертов. Федеративные модели Швейцарии и Соединенных Штатов более демократически ориентированы – регионы обладают широкой фискальной автономией, интервенции федерального центра носят умеренный характер.

23 Полученные результаты позволяют сделать вывод о большей эффективности федеративной модели швейцарско-американского типа. Самостоятельно определяя налоговую политику, регионы создают для капитала и рабочей силы возможность выбора юрисдикции с максимально комфортными условиями обеспечения общественными услугами (гипотеза Тибу). Сталкиваясь с оттоком капитала и населения, субъекты получают сигнал о необходимости внесения изменений в политику территориального управления. Однако необходимо подчеркнуть условный характер полученных результатов. Специфика конкретной страны, которая может выражаться в низкой мобильности населения или авторитарной ориентированности элит отдельных субъектов может генерировать отрицательные эффекты при наделении регионов избыточной автономией.

## References:

1. Bakhtizin A. R. Agent-orientirovannye modeli ehkonomiki. M.: Ehkonomika. 2008. 279 s.
2. Zul'karnaj I.U. Stimuly ehkonomicheskogo razvitiya, sozdavaemye byudzhethnoj sistemoj Kitaya dlya vsehkh urovnej gosudarstvennogo i mestnogo upravleniya // Vestnik UGNTU. Nauka, obrazovanie, ehkonomika. Seriya: Ehkonomika. 2016. № 4 (18).



3. Ramazanov R.R. Agentnoe modelirovanie mezhbyudzhethnykh otnoshenij Kitaya // *Iskusstvennyye obschestva*. 2018. T. 13. № 4. S. 12. URL: <https://artsoc.jes.su/s207751800000141-4-1/>
4. Ramazanov R.R. Agentnoe modelirovanie stimulov byudzhethnogo federalizma // *Doklady Bashkirskogo universiteta*. 2019, T. 4, № 1.
5. Ramazanov R.R. Sravnitel'naya kharakteristika podkhodov imitatsionnogo modelirovaniya obschestvennykh protsessov // *Vestnik UGNTU. Nauka, obrazovanie, ehkonomika. Seriya: Ehkonomika*. 2017, № 2 (20).
6. Ramazanov R.R. Formalizatsiya nalogovogo i institutsional'nogo regulirovaniya ehkonomiki gosudarstvom // *Vestnik Bashkirskogo universiteta*. 2017, T. 22, № 4.
7. Musgrave R.A. *The Theory of Public Finance: A Study in Public Economy*. // N. Y., 1959. 628 p.
8. Oates W. E. An Essay on Fiscal Federalism // *Journal of Economic Literature*. 1999. 37 (3). Pp. 1120-1149.
9. Oates W.E. *Fiscal Federalism* // Harcourt Brace Jovanovich, New York. 1972.
10. Ramazanov R.R., Zulkarnay I.U. Multiagent modeling in the decision of cognitive tasks understanding the processes of centralization and decentralization of governance // *V sbornike: CEUR Workshop Proceedings 2. Ser. "Selected Papers of the 2nd International Scientific Conference "Convergent Cognitive Information Technologies", Convergent 2017"* 2017. S. 310-317.
11. Tiebout Ch.M. A Pure Theory of Local Expenditures // *Journal of Political Economy*. 1956. Vol. 64, no. 5. P. 416–424. <https://doi.org/10.1086/257839>.
12. Weingast B.R. Second Generation Fiscal Federalism: Implications decentralized Democratic Governance and Economic Development // *Initiative for Policy Dialogue*. 2007. 71 p.
13. Weingast B.R. The Economic Role of Political Institutions: Market-Preserving Federalism and Economic Development // *Law, Economic and Organization*. 1995. Vol.11. No.1. Pp. 3–31.

# Агентное моделирование конкурентного федерализма

**Рамазанов Р. Р.**

*УФИЦ РАН*

*Российская Федерация, Уфа*

## **Аннотация**

Проведено описание и математическая формализация моделей конкурентного федерализма. В качестве методологии исследования было выбрано относительно новое направление имитационного моделирования – агент-ориентированный подход. Суть последнего заключается в представлении сложных социально-экономических систем и процессов в виде совокупности взаимодействующих друг другом и с окружающей средой субъектов (или агентов), стремящихся оптимизировать свою целевую функцию по установленным исследователем правилам. Из локальных взаимодействий агентов рождается глобальная динамика системы, представляющая особый интерес для исследования. В качестве агентов в предлагаемой модели выступают факторы производства, территориальные субъекты и федеральный центр. Субъекты, конкурируя между собой за капитал и рабочую силу, стремятся подобрать оптимальный режим налогообложения и обеспечения экономических агентов общественными услугами.

**Ключевые слова:** имитационное моделирование, агентное моделирование, федерализм, конкуренция юрисдикций, гипотеза Тибу

**Дата публикации:** 19.12.2019

## **Ссылка для цитирования:**

Рамазанов Р. Р. Агентное моделирование конкурентного федерализма // Искусственные общества. 2019. Т. 14. Выпуск 4 [Электронный ресурс]. Доступ для зарегистрированных пользователей. URL: <https://artsoc.jes.su/s207751800007785-2-1/> (дата обращения: 28.09.2020). DOI: 10.18254/S207751800007785-2