



Artificial societies. 2013-2020

ISSN 2077-5180

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

All right reserved

Issue 1-4 Volume 11. 2016

Agent modelling of incentives for economic development of territories and their economic relations

R. Ramazanov

Abstract

The article studies incentives for economic development of territories and also development of their economic relations by using agent modelling approach. In the model individuals create communities to implement of economic activities and to defend themselves against enemies. How a country is developing depends on how much natural resources it has got. The recourses and technological potential define the trade activity of the country. To maximize economic utility the individuals move among jurisdictions (territories) and it change economic potential of countries. The model gives an opportunity to change parameters of particular agents and states. In particular, it is possible to prohibit to change citizenship for some agents, for trading with some countries, for changing borders between countries.

Keywords list (en): agent modelling, agent-based modelling, incentives for economic development, economic relations of territories

Date of publication: 29.12.2016

Citation link:

Ramazanov R. Agent modelling of incentives for economic development of territories and their economic relations // *Artificial societies*. 2016. V. 11. Issue 1-4 [Electronic resource]. Access for registered users. URL: <https://artsoc.jes.su/s207751800000015-5-1/> (circulation date: 09.08.2020). DOI: 10.18254/S0000015-5-1

1 В 1996 году Джошуа Эпштейн и Роберт Экстелл разрабатывают первую, ставшую широко известной агентную модель, ориентированную на изучение и описание сложных социально-экономических явлений, к числу которых относятся сезонная миграция, загрязнение окружающей среды, распространение эпидемий и культурных предпочтений (Epstein, 1996). Модель Эпштейна-Экстелла основывалась на идеях американского

экономиста Томаса Шеллинга, изложенных в его труде «Модели сегрегации» (Schelling, 1969).

2 Настоящая работа также принадлежит к области исследований социально-экономических явлений, а именно стимулирующей роли ресурсов, технологий и торговли в процессе развития экономики и межгосударственных отношений. В этой проблемной области есть работы Макарова В.Л., Бахтизина А.Р., Зулькарная И.У. (Makarov, Bakhtizin, 2009; Бахтизин, 2008; Зулькарная, 20141, 20142, 2015). Так, модель В.Л.Макарова и А. Бахтизина, демонстрирует, как издержки на предоставление локальных общественных услуг влияют на формирование юрисдикций разных уровней: городов, регионов, государств (Makarov, Bakhtizin, 2009). Здесь юрисдикции формируются по критерию минимизации издержек на душу населения, которые зависят от количества индивидов, проживающих в пределах территориального образования. Результатом реализации модели Макарова-Бахтизина становится пирамида юрисдикций, в основу которой ложатся муниципалитеты одинаковой размерности, на среднем уровне возникают идентичной размерности регионы, а венчает структуру объединяющая регионы государственная юрисдикция. И.У.Зулькарная была предложена АОМ конкуренции уже существующих юрисдикций (городов, регионов, стран) (Зулькарная, 20142). Модель иллюстрирует, как гетерогенный характер предпочтений населения порождает неудовлетворённость индивидов качеством и количеством общественных услуг. Стремясь максимизировать свою полезность, индивиды перемещаются между юрисдикциями. Итогом реализации модели становится формирование нескольких устойчивых по размерности юрисдикций, состоящих из индивидов с близкими предпочтениями.

3 Однако в реальной жизни основу сил, выстраивающих государственные структуры составляют не только соображения связанные с оптимизацией предоставления общественных услуг. Развивая данное направление, мы предлагаем вариант агентной модели, объясняющий механику формирования территориальных образований. Одним из стержневых факторов существования государства являются отношения людей по поводу ресурсов. Доступ к ресурсам является ключевым фактором, определяющим экономическое благосостояние человека и общества. Ресурсы – это материальные и нематериальные объекты, используемые человеком в процессе создания экономических благ (Осадчая, 2000). Далее под ресурсами будут пониматься факторы производства сырьевого характера и земля. Итак, по поводу ресурсов люди вступают в кооперационные отношения. Совместное владение ресурсами и ведение хозяйственной деятельности через механизм разделения труда и специализацию позволяет индивидам увеличить экономическую эффективность. Другой причиной, подталкивающей людей к кооперации, является совместная оборона и коллективная защита принадлежащих сообществу ресурсов.

4 Фундаментальная аксиома экономической теории постулирует невозможность удовлетворения безграничных потребностей человека в условиях ограниченности ресурсов (Нуреев, 2005). Ограниченность выражается в невозможности обладания ресурсами в данный конкретный момент. Данное обстоятельство может обуславливаться нахождением ресурсов в чужом владении или отсутствием информации об их существовании и/или локализации. Таким образом, можно выделить несколько путей преодоления ресурсной ограниченности: Расширение ресурсной базы за счет: а) поиска и присвоения не принадлежащих никому ресурсов; б) экспроприации чужих ресурсов. Развитие технологий.

5 Перечисленные пути прямо или косвенно связаны с развитием знаний и технологий. Дадим краткое описание каждому пункту и обозначим влияние ресурсного изобилия на социально-экономическое развитие.

6 **Поиск ресурсов и развитие технологий.** Данные палеонтологии и истории красноречиво показывают, как недостаток ресурсов вынуждает человека идти по пути

технологического развития. Около 130 тысяч лет назад гомо сапиенс вышел из Африки. Рост популяции обострил проблему ограниченности ресурсов и вынудил человека начать осваивать Евразию. Следуя за миграцией диких зверей, древние охотники приходили на просторы далеких северных земель и оседали там. Ученные полагают, что именно приход в Европу и северную Азию в верхнем палеолите создал предпосылки для периода «творческого взрыва», который по силе и яркости не имел аналогов в каменном веке (Вишняцкий, 2014).

7 Преодолевая ограничения в таких важных для жизни ресурсах, как тепло, безопасность, пища, людям приходилось придумывать все более совершенные виды орудий, строить укрытия, шить одежду создавать эффективные способы самоорганизации в быту и на охоте. В погребениях верхнепалеолитического периода археологи обнаруживают украшения и предметы ритуальной утвари, что, безусловно, свидетельствует и о высоком уровне неутилитарной культуры древних людей Евразии. Инерция от технологического рывка, совершенного человеком в период верхнего палеолита до сих пор находит свое отражение в материальном превосходстве Европейских и Азиатских народов над народами Африканского континента. **Борьба за ресурсы и развитие технологий.** Не касаясь этической стороны вопроса, отметим, что войны и материальный прогресс шли рука об руку на протяжении всей истории человечества. Стороны, стремясь одержать верх в противостоянии, придумывали изощренные способы нанесения ущерба друг другу. Только за последний век в процессе военной и квазивоенной конкуренции человек научился преобразовывать ядерную энергию в электричество, получать инсулин, строить вычислительные машины. Для решения военных задач был изобретен интернет. Вернадский писал: «научная техника применима к войне не только в ее разрушительной части: она также необходима и столь же выдвигается на первый план и в ее части защитительной и в залечивающей ужасы войны» (Вернадский, 2995). Сама по себе организация и подготовка такого сложного процесса как война, в котором участвует множество разрозненных агентов, требует больших логистических усилий. Войны, безусловно, учили человека эффективно взаимодействовать, планировать и управлять. **Развитие технологий как попытка преодоления ресурсной ограниченности.** Эпоха открытых военных агрессий и захватов закончилась с появлением ядерного оружия. Конкурентное противостояние между государствами переместилось в экономическую плоскость. После окончательной победы капитализма настала эра свободной торговли. В условиях новой экономической реальности ресурсы под действием естественных экономических сил устремляются к тем, кто способен эффективнее ими распорядиться. Таким образом, определяющим фактором в борьбе за ресурсы стало развитие социальных и производственных технологий.

8 **Ресурсное изобилие и развитие.** В 1993 году Ричард Аути, описывая ситуацию, когда богатые ресурсами страны вопреки интуиции имеют относительно низкие темпы экономического роста, вводит понятие «ресурсного проклятия» (Auty, 1993). Многие исследователи полагают, что ресурсное изобилие оказывает крайне негативный эффект на социально-экономическое развитие. В частности, одним из сопутствующих недугов богатых ресурсами стран является Голландская болезнь, также известная в литературе как эффект Гронингена (Auty, 2001; Corden, Neary, Booming, 1982; Krugman, 1987; Matsuyama, 1992). Суть данного эффекта объясняется следующим образом: рост производства отдельных отраслей экономики, продукция которых пользуется спросом на внешнем рынке (речь, как правило, идет о добывающих отраслях), приводит к значительному притоку иностранной валюты, который в конечном итоге оборачивается чрезмерным укреплением национальной. Данное обстоятельство приводит к удорожанию рабочей силы внутри страны и делает продукцию других отраслей экономики неконкурентоспособной. Очевидно, что структура экономики формирует требования к рынку рабочей силы. Страна, ориентированная на экспорт сырья не нуждается в специалистах, обслуживающих сложные производства.

(Болезненная трансформация постсоветской экономики в свое время создала условия для пресловутой «утечки мозгов»). В связи с тем, что в ресурсо-ориентированных экономиках наука не имеет обратной связи с высокотехнологичным производством (в силу его отсутствия или слабой развитости), система образования не может готовить высококлассных технических специалистов. Так формируется порочный круг – отсутствие специалистов – отсутствие производства. Приток легких сырьевых денег в бюджет лишает госбюрократию стимулов для проведения ответственной фискальной политики. В обделенных ресурсами странах налоговая нагрузка ложится на простых граждан, что становится основанием для так называемого социального контракта: заинтересованные граждане более внимательно следят за реализацией бюджетного процесса. Бюрократия стран, бюджет которых формируется за счет продажи ресурсов, не испытывает подобного давления со стороны общественного контроля. В слабо диверсифицированных экономиках постоянно ведется борьба за контроль над потоками экспортных денег. У элит формируется рентоориентированное поведение (Tullock, 1967). Заинтересованные структуры, используя административный ресурс, стремятся замкнуть денежные потоки на себя. Управленческие органы вместо совершенствования работы государственных институтов деформируют их в свою пользу. Часто элиты богатых ресурсами регионов, пытаясь выбить для себя преференции у федерального центра, намеренно раздувает националистические и сепаратистские настроения, изменяют законы в свою пользу, вступают в коррупционные сговоры с местным бизнесом и т.п. Другая проблема богатых ресурсами стран – макроэкономическая нестабильность. Стоимость ресурсов на мировых биржах может сильно колебаться, что существенно осложняет процедуры планирования и прогнозирования. Нестабильность делает рискованными долгосрочные инвестиции. Инвесторы и органы управления при осуществлении проектов часто вынуждены придерживаться излишне консервативной тактики.

9 Еще одной проблемой ресурсо-ориентированных экономик является коррупция. Как правило, крупнейшие предприятия добывающего сектора прямо или косвенно находятся под управлением государства. Во-первых, освоение месторождений требует огромных денежных ресурсов, аккумулировать которые во многих случаях в состоянии только государство. Во-вторых, в конституциях многих стран за ресурсами закрепляется статус «национального достояния» и деятельность по их добыче и продаже обременена большим количеством административно-правовых положений. Издержки, связанные с лоббированием, оценкой и контролем над месторождением могут быть неподъемными для агентов, не обладающих административным ресурсом. По вышеизложенным причинам, государство в ресурсо-ориентированных экономиках вынужденно, помимо всего прочего выступать в качестве перераспределителя экспортных доходов. Очевидно, что государство не в состоянии полноценно выполнять функцию «невидимой руки». Так как государственный аппарат – это ограниченный круг лиц и одновременно с тем заинтересованная сторона, коррупция и неэффективное расходование при перераспределении денежных средств неизбежны. С ростом числа инстанций перераспределения растут объемы коррупции. Резюмируем. Недостаток ресурсов естественным образом стимулирует человека и общество идти по интенсивному пути развития. Наиболее успешными и жизнеспособными могут быть страны, обладающие относительно небольшими, но достаточными запасами ресурсов. Ресурсное изобилие если и не оборачивается деградацией, тормозит научно-технический прогресс и развитие социально-экономических институтов (Полтерович, Попов, Тонис, 2007; Некипелов, 2015)

10 Используя инструментарий агентного моделирования, построим концептуальную модель, отражающую стимулирующую роль ресурсов, технологий и торговли в процессе развития экономики страны и межгосударственных отношений. Прежде чем приступить к непосредственному описанию модели, дадим определение специфическим понятиям, которые будут использоваться нами при дальнейших теоретических построениях. Агент (или индивид)

в модели – это отдельный субъект, автономно принимающий решение относительно своей принадлежности к той или иной стране. Под страной будет пониматься группа агентов, располагающаяся на ограниченном участке модельного пространства. Ключевой характеристикой каждого индивида является показатель его интеллектуального капитала (ИК) – технический и технологический потенциал агента, реализуемый в процессе производства.

11 **Поведение агентов.** Главный стимул активности агентов – получение прибыли. Агенты объединяются в группы (страны) для ведения совместной хозяйственной деятельности, захвата и защиты ресурсов. Как было сказано ранее, каждого агента характеризует определенный уровень интеллектуального капитала. От величины ИК зависят производственные возможности страны агента и величина его личного дохода. Характер роста интеллектуального капитала агентов зависит: 1) от объема обладаемых ресурсов; 2) от интенсивности неэкономического соперничества за ресурсы. Правила увеличения ИК агентов будут обозначены при дальнейшем описании модели.

12 **Среда функционирования агентов** представляет собой двумерное торообразное пространство, поделенное на множество симметричных клеток (патчей) (рис. 1). Каждая клетка является единицей ресурсов и имеет статус принадлежности. В случае если клетка никому не принадлежит, любой агент или группа агентов может установить над ней свою юрисдикцию. Если клетка принадлежит чужой группе, группа-претендент для захвата клетки должна обладать на данном участке количественным и экономическим преимуществом.

13

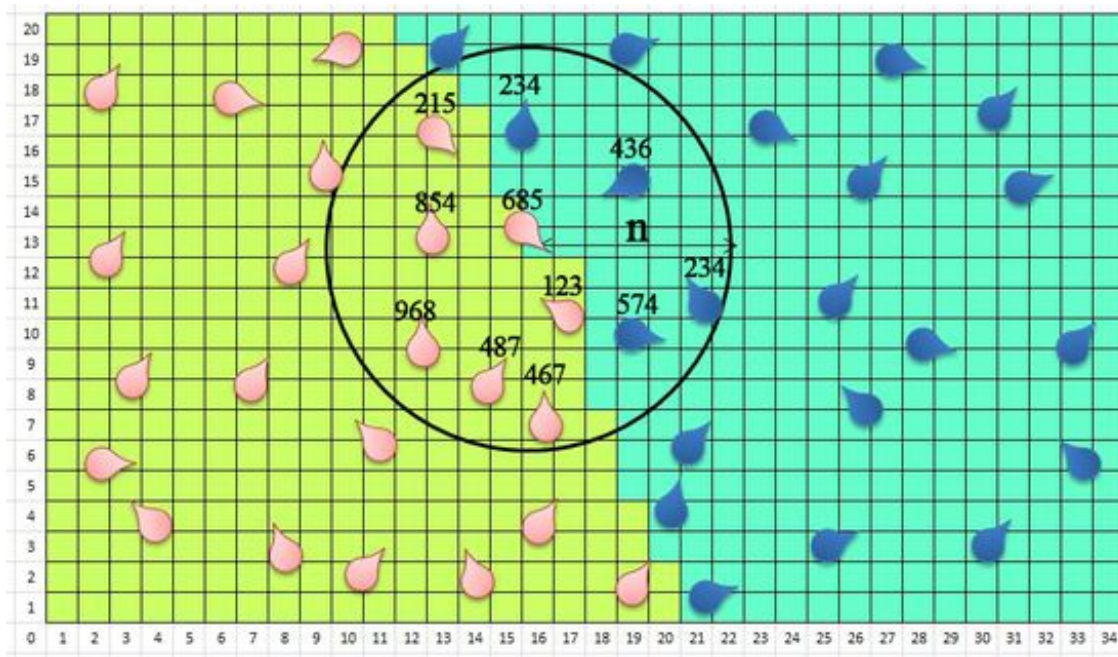


Рисунок 1. Иллюстрация процесса борьбы за ресурсы

14 Если сила группы-претендента на участке больше силы группы-владельца, клетка переходит под новую юрисдикцию. Сила группы на участке рассчитывается как произведение количества членов группы в радиусе n от спорной клетки на сумму принадлежащих им средств. Например, клетка с координатами (13;16) (рис. 1), принадлежащая синим агентам, попав в зону интересов группы красных, перейдет под их юрисдикцию, так как их сила на участке больше:

$$7 \cdot (215 + 854 + 968 + 685 + 123 + 467 + 487) > 4 \cdot (234 + 436 + 234 + 574) \quad 26593 > 5912$$

15 Здесь, как и в реальности, победителем оказывается наиболее заинтересованная (количество агентов в радиусе) и оснащенная (совокупная экономическая мощь агентов в

радиусе) сторона. Агенты, оставшиеся без жизненного пространства, погибают. **Первое правило начисления баллов интеллектуального капитала агентам.** Захватывая свободную или чужую клетку (ресурс), агент получает балл интеллектуального капитала (A_{ij}). В данном случае реализуется принцип побочного роста технологий (интеллектуального капитала) в результате неэкономического (военного) противостояния. Подчеркнем, что в отличие от ресурсов (R), полностью расходуемых в процессе производства, интеллектуальный капитал аккумулируется (накапливается) на протяжении реализации модели.

16 Путем комбинированного использования ресурсов (R_i) и интеллектуального капитала, страны создают продукт стоимостью Y_i . $Y_i = R_i^{\alpha_1} \cdot (\sum_{j=1}^{n_i} A_{ij})^{\alpha_2}$ (1) где, $\sum_{j=1}^{n_i} A_{ij}$ – суммарный интеллектуальный капитал агентов i -ой страны, R_i – объем ресурсов, которым обладает i -ая страна; n_i – население страны i ; α_1 и α_2 коэффициенты эластичности по ресурсам и интеллектуальному капиталу, для которых выполняются следующие условия: $\alpha_1 \geq 0$; $\alpha_2 \geq 0$; $\alpha_1 + \alpha_2 = 1$.

17 Предполагается, что глобальная экономическая система функционирует по рыночным законам. Страны могут продавать и покупать ресурсы на рынке по цене, формирующейся по следующему алгоритму: Рассчитывается цена ресурса (P_i) для каждой страны, как предельный продукт от использования единицы ресурсов. $P_i = \frac{\partial Y_i}{\partial R_i} = \alpha_1 R_i^{\alpha_1 - 1} \cdot (\sum_{j=1}^{n_i} A_{ij})^{\alpha_2}$

(2) Рассчитывается мировая стоимость единицы ресурсов как среднестрановая. $P_w = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m P_i$ (3) где m – количество образовавшихся стран в модели. Каждая страна сравнивает свою цену на ресурсы с ценой на мировом рынке. Из условия $P_i < P_w$ следует, что экономика группы в среднем менее эффективна, чем общемировая экономика. То есть для страны выгоднее продажа части ресурсов на мировом рынке, нежели их использование внутри своей экономики. Итак, если $P_i < P_w$ страна экспортирует экзогенно заданную долю ресурсов (например, десятую часть). $S_i = R_i \cdot \omega \cdot P_w$ (4) где S_i – доходы i -й группы от продажи ресурсов; ω – экспортируемая доля ресурсов i -й группы (R_i). Если $P_i > P_w$ группа импортирует часть ресурсов, предлагаемых на мировом рынке. $D_i = Q \cdot x \cdot P_w$ (5) где D_i – затраты i -й группы от импорта ресурсов; x – доля от предлагаемых на рынке ресурсов (Q), которую приобретает i -я группа. После каждой операции по продаже или покупке ресурсов по ф. 2, 3 производится пересчет цен. Таким образом, через ценовой механизм и торговлю ресурсы перераспределяются в пользу стран, способных наиболее эффективно задействовать их в производстве. **Второе правило увеличения интеллектуального капитала агентов.** В процессе реализации модели каждый агент, в зависимости от ресурсной обеспеченности его страны, получает баллы интеллектуального капитала. Чем выше предельная производительность ресурсов в стране, тем больше в среднем интеллектуальных баллов получает каждый ее гражданин. Для большей реалистичности величина начисляемых баллов агентам будет носить стохастический характер. $A_{ij}(t) = A_{ij}(t-1) + \text{равн. расп.}(P_i)$ (6)

18 Например, если предельная производительность ресурсов в стране (ф.1) равна $P_i = 2.65$, каждый ее гражданин получит случайную величину интеллектуальных баллов, равномерно распределенную между 0 и 2.65. Данное правило начисления интеллектуальных баллов актуализирует стимулирующее воздействие недостатка ресурсов на интенсификацию технологического развития. Доход группы за период рассчитывается как сумма производственных доходов и доходов (расходов) от экспорта (импорта) ресурсов. $V_i = (R_i - R_i \cdot \omega + Q \cdot x)^{\alpha_1} \cdot (\sum_{j=1}^{n_i} A_{ij})^{\alpha_2} + S_i - D_i$ (7) где $R_i \cdot \omega$ – количество экспортированных ресурсов (выведенных из экономики страны); $Q \cdot x$ – количество импортированных ресурсов (введенных в экономику).

19 Величина интеллектуального капитала агента определяет его положение (M_{ij}) в

производственной иерархии его страны. $M_{ij} = \frac{\sum_{j=1}^n A_{ij}}{A_{ij}}$ (8) где $\sum_{j=1}^n A_{ij}$ – совокупный интеллектуальный капитал страны i ; A_{ij} – интеллектуальный капитал j -го агента i -ой страны. От положения в производственной иерархии зависит доход агента, который рассчитывается как доля от дохода группы, членом которой он является. $V_{ij} = M_{ij} \cdot V_i$ (9) где V_{ij} – доход за период j -го агента i -ой группы; M_{ij} – место агента в иерархии его группы; V_i – доход i -ой группы за период.

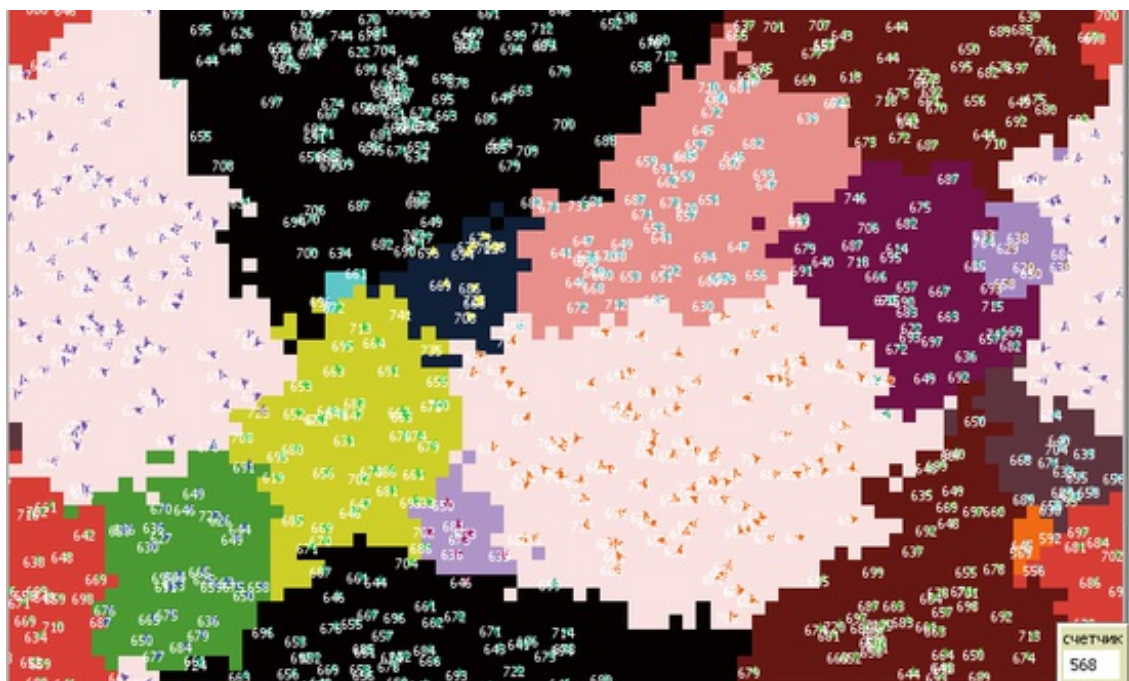
20 **Правило миграции агента.** Столкнувшись с членом чужой страны, агент может принять решение о смене гражданства (миграции). Если место в новой иерархии и производственные возможности страны потенциального перехода будет сулить ему больше выгод, агент сменит юрисдикцию.

21 $M_{uj} \cdot V_u < M_{kj} \cdot V_k \Rightarrow$ агент переходит в группу k (10)

22 Если доход текущей страны агента ниже дохода новой ($V_1 < V_2$), однако место в новой иерархии для него окажется не слишком высоким ($M_1 > M_2$), агент откажется от гражданства новой страны. Возможна и другая ситуация: когда доход текущей страны агента выше дохода новой ($V_1 > V_2$), в то время как место в новой иерархии может позволить ему рассчитывать на больший доход ($M_1 < M_2$), агент сменит юрисдикцию. Когда страна потенциального перехода экономически успешнее (а уготованное для агента место в новой производственной иерархии обещает быть более высоким), исход выбора индивида в пользу миграции очевиден.

Описание процесса реализации модели. В процессе реализации модели система приходит в состояние динамического равновесия. Из разрозненной совокупности индивидов складывается подвижная структура, состоящая из нескольких крупных стран, периодически теряющих и завоевывающих жизненное пространство (читай ресурсы) (рис.2). Страны, обладающие большими запасами ресурсов, в среднем развиваются менее интенсивно, чем страны, обладающие меньшими запасами. Со временем экономическое преимущество богатых ресурсами стран нивелируется технологическим преимуществом обделенных ресурсами стран. «Отнимая» часть ресурсов у богатых ресурсами соседей и занимая их место, некогда бедные ресурсами страны частично лишаются стимулов для продолжения интенсивного (технологического пути) развития. На описанной дихотомии технологического и ресурсного развития экономики покоится колеблющееся равновесие между государствами.

23



24 Возможность торговли и свободного перемещения агентов между государствами способствует выравниванию подушевого дохода. В реальной жизни на пути экономической миграции индивидов встают этнокультурологические факторы (языковой барьер, трудности социальной адаптации и т.п.), а изменению государственных границ (нерыночному перераспределению ресурсов, или проще говоря, войне) препятствует, покоящийся на балансе сил, политический консенсус между государствами. С помощью модели был проведен ряд концептуальных экспериментов. В процессе компьютерной реализации целенаправленно вносились изменения в условия функционирования отдельных элементов. В частности проверялась реакция индикаторов системы на запрет: 1) участия отдельных стран в процессе торговли ресурсами; 2) миграции индивидов; 3) нерыночного (захватнического) передела ресурсов.

25 Результаты проведенных экспериментов не противоречат экономической интуиции и здравому смыслу. Так, **невозможность участия страны в международной торговле** негативно сказывается на ее экономике. Отсутствие давления международной конкуренции в купе с оттоком высококвалифицированной рабочей силы тормозит технологическое развитие страны. Слабеющая экономика стимулирует индивидов покинуть страну и подрывает ее обороноспособность. Следствием падения обороноспособности становится потеря контроля над частью территории (ресурсов), что замыкает порочный круг ослабления экономики (рис. 3). В модели неучастие страны в международной торговле медленно ведет ее к поглощению более успешными соседями. Неучастие отдельной страны в торговле также негативно сказывается на экономиках других стран: в случае технологического превосходства они не могут купить дополнительные ресурсы, а в случае отставания сбывать их. Также следует отметить, что отсутствие торговли, обостряя экономическую асимметрию между странами, стимулирует процессы нерыночного передела ресурсов (войны).

26



Рисунок 3. Причинно-следственная диаграмма неучастия страны в международной

27 **Запрет на миграцию лишает** индивидов возможности улучшить свое экономическое положение. Однако подобная мера положительно сказывается на стране в целом, позволяя ей сохранить интеллектуальный и оборонный потенциал. Не случайно политика многих государств направлена на поддержку родного языка и культуры как основных рычагов удержания граждан в своем социально-экономическом поле. И напротив, когда страны нацеливаются на строительство экономических союзов, их политика ориентируется на стимуляцию процессов культурной и языковой ассимиляции. В модели следствием запрета миграции становится экономическое расслоение и невозможность построения более крупных и эффективных экономических объединений. Интуиция подсказывает, что между глубиной хозяйственной интеграции стран и развитием их экономик существует положительная связь. Общий рынок создает благоприятные условия для разделения труда, расширяет возможности для сбыта продукции, снижает трансакционные издержки, снимает препятствия на пути движения капитала и рабочей силы. Другими словами, большой рынок позволяет генерировать большой валовый продукт. Однако до сих пор все попытки создать единое экономическое пространство, включающее в себя все без исключения страны, упираются в неразрешимые противоречия, объяснить которые можно следующим образом. Интеграция ведет к изменению структуры экономик ее участников. Отдельные субъекты, некогда обособленных экономик, в силу неконкурентоспособности теряют свои традиционные ниши. Их место в новой, пусть и в целом более успешной производственной иерархии, не позволяет им иметь прежний уровень доходов. Подобные противоречия формируют силы, препятствующие интеграционным процессам. Опишем механизм реализации данного эффекта в модели. Если место в производственной иерархии страны позволяет индивиду получать 0.025% ее дохода, а в стране потенциального перехода он может рассчитывать только на 0.001%, решение о миграции будет принято только в случае, если 0.001% дохода новой страны больше 0.025% дохода страны текущего пребывания индивида. Не исключено, что при одновременной интеграции всех индивидов в одну страну издержки агентов от изменения места в производственной иерархии будут компенсированы положительными эффектами всеобщего слияния. Однако очевидно, что на практике подобная ситуация невозможна. Не беря в расчет осложняющие интеграционный процесс этнокультурологические факторы, для формирования эффективных экономических связей требуется много времени: на начальном этапе интеграции необходим ресурс гражданской солидарности, когда выгоды от объединения не являются очевидными.

28 Эксперименты, с условием **невозможности перераспределение ресурсов между странами нерыночным (военным) путем**, продемонстрировали следующую динамику. Начальный этап характеризует отставание в интеллектуальном капитале богатыми ресурсами стран от стран, обделенных ресурсами. Второй этап характеризует высокая миграционная активность и экономическая дифференциация населения. Индивиды с высоким интеллектуальным капиталом перебираются в богатые ресурсами страны, население которых, в основном, состоит из индивидов с низким интеллектуальным капиталом. Происходит это по причине того, что высокое место в новой производственной иерархии гарантирует им большой доход. Часть индивидов с низким интеллектуальным капиталом вытесняется в обделенные ресурсами страны. На последнем этапе миграционная активность, как и имущественное расслоение несколько снижается. Отношение интеллектуального капитала и ресурсов во всех странах стремится к одинаковой величине. Во всех случаях система через механизм торговли, миграции или перераспределение ресурсов стремится к состоянию баланса. Однако в реальной жизни на пути сил, приводящих систему в равновесие, встают осознанные и неосознанные усилия заинтересованных сторон, стремящихся сохранить выгодный для себя статус-кво либо

нарушить его в свою пользу. Стараясь сохранить контроль над ресурсами, страны тратят огромные средства на оборону. Через визовую политику государства осуществляют контроль над миграционными потоками. Стремясь одержать победу в геополитической борьбе за рынки и ресурсы, страны формируют торговые и военные блоки.

29 Построенная модель отражает стимулирующую роль ресурсов, технологий и торговли в процессе экономического развития и межгосударственных отношений. Агентный подход позволяет представить механику воздействия данных стимулов более детально, однако существует риск чрезмерной математизации и непродуктивного усложнения модели. Выход на более низкий уровень абстрагирования (большая детализация) требует разделения изучаемой области на отдельные, условно независимые сегменты. В противном случае на этапе калибровки неизбежны трудности, связанные с корректным определением параметров модели. К тому же неоправданная детализация осложняет интерпретацию результатов реализации модели. Помимо включенных в модель факторов, рассмотренные заслуживают стимулы демографии, географии и климата, объективно влияющие на экономическое развитие и отношения между странами.

30 Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 16-06-532.

31 Литература 1. Auty R.M. (ed.). *Resource Abundance and Economic Development*. Oxford University Press, 2001. 2. Auty Richard M. *Sustaining Development in Mineral Economies: The Resource Curse Thesis*. – London: Routledge, 1993. 3. Corden M., Neary J.P. *Booming Sector and De/Industrialization in a Small Open Economy* // *Economic Journal*. 1982. Vol. 92. P. 825–848. 4. Epstein, J.M. and R. Axtell (1996) *Growing Artificial Societies. Social Science from the Bottom up*. The MIT Press, Cambridge Ma. 5. Krugman P.R. *The Narrow Moving Band, the Dutch Disease and the Competitive Consequences of Mrs. Thatcher* // *Journal of Development Economics*. 1987. Vol. 27. P. 41–55. 6. Makarov V.L., Bakhtizin A.R. *How Public Goods can generate regional structure: simulations on the agent-based model* / *Conference Proceedings* (edited by Bruce Edmonds and Nigel Gilbert). The 6th Conference of the European Social Simulation Association, 14th – 18th September, 2009, University of Surrey, Guildford, United Kingdom. 7. Matsuyama K. *Agricultural Productivity, Comparative Advantage, and Economic Growth* // *Journal of Economic Theory*. 1992. Vol. 58. P.317–334. 8. Schelling Thomas C. (1969) «Models of segregation», *American Economic Review*, 1969, 59(2), 488–493 9. Tullock, Gordon (1967). «The Welfare Costs of Tariffs, Monopolies, and Theft». *Western Economic Journal* (now *Economic Inquiry*) 5:P. 224-232. 10. Бахтизин А.Р. *Агент-ориентированные модели экономики*. М.: Экономика. 2008. - 279 с. 11. Вернадский В. И. *Публицистические статьи*. М.: Наука, 1995. 12. Вишняцкий Л. *Как Номо стали sapiens. Происхождение и ранняя история нашего вида*. Санкт-Петербург: Российский гуманитарный научный фонд, 2014. – 138 с. 13. Зулькарнай И.У. *Задача агент-ориентированного моделирования распределения функций по вертикали в асимметричной федерации* // *Вестник Башкирского университета*. – 2014. – Т. 19. – № 4. – С. 1249-1255. 14. Зулькарнай И.У. *Моделирование горизонтальной конкуренции юрисдикций*. // *Ежеквартальный Интернет – журнал «Искусственные общества»* Том 9, номер 1-4, I-IV квартал – 2014. с. 133-143 15. Зулькарнай И.У. *Методологические вопросы агент-ориентированного моделирования экономической целесообразности границ юрисдикций* // *Вестник Башкирского университета*. – 2015. – Т. 20. – № 3. – С. 903-906 16. Некипелов А.Д. *О ресурсном проклятии и его влиянии на тактику и стратегию экономического развития*. *Журнал НЭА*, № 2 (26), 2015, с 205-210. 17. Нуреев Р.М. *Курс микроэкономики: Учебник для вузов*. – 2-е изд., изм. – М.: Норма, 2005. – 576 с. 18. Осадчая И.М. *Экономика. Толковый словарь*. – М.: «ИНФРА-М», 2000. 19. Полтерович В., Попов В., Тонис А., *Экономическая политика, качество институтов и механизмы «Ресурсного проклятия»*. – М.: Издательский дом ГУ ВШЭ 2007. – 101 с.



Агентное моделирование стимулов развития экономики территорий и их экономических отношений

Рамазанов Р. Р.

Аннотация

В настоящей статье представлена агентная модель, отражающая стимулирующую роль ресурсов, технологий и торговли в процессе развития экономики и межгосударственных (межтерриториальных) отношений. В модели в качестве аксиоматических оснований существования государств принимаются отношения людей по поводу ресурсов: индивиды объединяются для ведения совместной хозяйственной деятельности и обороны. Интенсивность технологического развития стран носит эндогенный характер и является производной от их ресурсной обеспеченности. Обеспеченность ресурсами и технологический потенциал определяют степень торговой активности страны. Индивиды, стремясь максимизировать свою экономическую полезность, перемещаются между юрисдикциями, меняя вместе с тем экономические потенциалы стран. Модель позволяет проводить сценарные эксперименты: выборочно изменять в ходе реализации параметры отдельных агентов или государств. В частности, существует возможность введения запрета на изменения гражданства для некоторых агентов; на торговлю с некоторыми странами; на передел государственных границ и т. п.

Ключевые слова: агентные модели, агент-ориентированное моделирование, стимулы развития экономики, межгосударственные отношения.

Дата публикации: 29.12.2016

Ссылка для цитирования:

Рамазанов Р. Р. Агентное моделирование стимулов развития экономики территорий и их экономических отношений // Искусственные общества. 2016. Т. 11. Выпуск 1-4 [Электронный ресурс]. Доступ для зарегистрированных пользователей. URL: <https://artsoc.jes.su/s207751800000015-5-1/> (дата обращения: 09.08.2020). DOI: 10.18254/S0000015-5-1