

Artificial societies. 2013-2020

ISSN 2077-5180

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

All right reserved

Issue 1-4 Volume 5. 2010



Agent-based model «How having natural recourses affects innovative economy»

I. Zulkarnay

*Bashkiria state university
Russian Federation, Ufa,*

N. Gizatov

Russian Federation, Ufa,

Abstract

The paper uses agent-based modeling to study “resource curse”. Resource curse deals with the fact that countries rich in natural resources usually demonstrate low degree of technologic development, low level of life of their citizens, and high inequality in private income. The findings are proved by econometric research.

Keywords list (en): agent-based model, natural recourses, innovative economy

Date of publication: 01.12.2010

Citation link:

Gizatov N., Zulkarnay I. Agent-based model «How having natural recourses affects innovative economy» // Artificial societies. 2010. V. 5. Issue 1-4 [Electronic resource]. Access for registered users. URL: <https://artsoc.jes.su/s207751800000061-6-1/> (circulation date: 10.07.2020).

1 Регрессивное воздействие ренты на экономическую мотивацию хозяйствующих субъектов отмечал еще Адам Смит: «...несоответствие вознаграждения и усилий в рентной экономике формирует социальное иждивенчество, так называемый «менталитет рантье»...» [1]. В этой связи особый интерес представляют исследования академика В.М.Полтеровича, проведенные также эконометрическими методами, согласно которым при общей корреляции наличия значительных природных ресурсов с низким уровнем развития экономики, показано,

что страны, имеющие развитые институты, свободны от эффекта «ресурсного проклятия».

2 Отсюда делается вывод, что институты, а не наличие/отсутствие ресурсов являются детерминантой успешности экономического развития, в том числе инновационного ее характера. При этом, безусловно, надо помнить, что «правильные» институты Швеции формировались во время, когда нефть на ее прибрежном шельфе еще не была открыта и не поставила ее в ряд богатейших нефтегазовыми запасами стран.

3 В связи с этим обсуждением связи экономических результатов стран с качеством институтов и наличием природных ресурсов, возникает несколько взаимосвязанных вопросов, касающихся соотношения абсолютной и относительной обеспеченности природными ресурсами:

- 4 1. Если бы все страны обладали значительными и одинаковыми природными ресурсами, то все они оказались бы подвержены менталитету рантье, или все они одинаково ступили бы на путь интенсивного развития, поскольку находились в одинаковом положении?
2. Если бы все страны обладали весьма незначительными, но в одинаковой степени незначительными природными ресурсами, то все они вынуждены были бы ступить на путь интенсивного развития, или они все оказались бы подвержены менталитету рантье, но на низком уровне потребления?
3. Если одни страны обладают значительными природными ресурсами, а другие меньшими, но достаточными для обеспечения и нормального воспроизводства, то обе категории стран окажутся подверженными менталитету рантье или сыграет роль фактор относительности богатства природными ресурсами и более бедные на ресурсы страны станут на путь интенсивного развития?
4. Если одни страны обладают значительными природными ресурсами, а другие крайне незначительными, то это неизбежно, именно в силу сочетания трех факторов (относительной разницы в обеспеченности стран, достаточной обеспеченности одних стран и недостаточной – других стран), ведет к рентоориентированному поведению первых, и интенсивного развития – вторых?

5 Поиску ответов на эти вопросы посвящена агент-ориентированная модель, реализованная нами в среде NetLogo.

6 В модели описано 2 типа агентов: государство и ресурс. Агенты «государство» наделены следующими жизненными целями и свойствами:

- 7
 - Производство продуктов для жизнеобеспечения населения
 - Оценка прибыльности производства
 - Оценка запасов природных ресурсов внутри государства
 - Оценка запасов природных ресурсов других государств для потенциального импорта
 - Своевременное реагирование на снижение количества ресурсов путем внедрения инноваций
 - Торговля природными ресурсами

8 В нашей модели создано 4 агента типа «государство». Все они наделены одинаковыми свойствами и отличаются лишь величиной природных ресурсов. То есть, условные государства имеют идентичные по площади и благоприятности условий территории, одинаковую численность населения и равные условия для импорта или экспорта природных ресурсов.

9 Агенты типа «ресурс», естественно, не имеют жизненных целей, но имеют свойство - уменьшаться. На сколько условных единиц сократится численность природных ресурсов на определенном шаге, зависит от качества институциональных условий государства, которому ресурсы принадлежат и от объема экспорта в нуждающиеся в ресурсах государства. Стоит отметить, что государства взаимодействуют напрямую со своими ресурсами, а доступ к чужим ресурсам получают только через государства-хозяев.

10

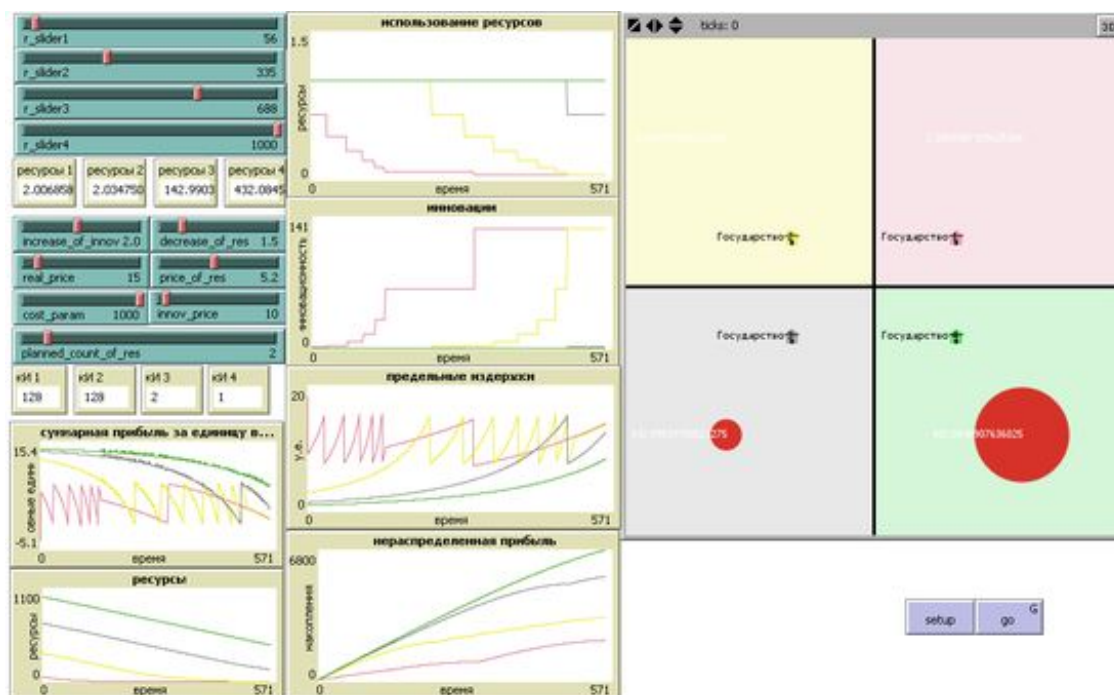


Рис.1. Интерфейс модели. Все государства обладают разным запасом природных ресурсов и разной интенсивностью развития.

11 Рассмотрим интерфейс модели. Задание количества природных ресурсов происходит в регуляторах $r_slider1$, $r_slider2$, $r_slider3$ и $r_slider4$. Визуально размер ресурсов представлен в модели в виде кругов с диаметрами, пропорциональными их величинам. Под регуляторами находятся мониторы для вывода текущего количества ресурсов для каждого государства. Для задания полезности последующей инновации и уменьшения ресурсозатратности производства с применением последующей инновации предусмотрены регуляторы $increase_of_innov$ и $decrease_of_res$ соответственно. Далее идут регуляторы для калибровки модели, затрагивающие взаимосвязи между государствами и ресурсами. Это доход от производимой продукции для жизнеобеспечения населения в условных единицах, цена за единицу природного ресурса, цена одного уровня инноваций, коэффициент, регулирующий соотношение текущего количества природных ресурсов к начальному количеству и пороговое количество ресурсов, после которого происходит импорт из относительно богатых запасами государства. Мониторы “кИ1”, “кИ2”, “кИ3” и “кИ4” отображают коэффициент интенсивности развития, то есть, характер инновационности производства.

12 Графики модели отображают: суммарную прибыль за единицу времени (от производства продукции и продажи ресурсов), изменение количества ресурсов, объемы использования ресурсов, интенсивность развития (инновационность), предельные издержки при производстве и нераспределенная прибыль (накопления суммарных прибылей за все время действия модели).

13 Переход к следующему уровню инноваций для каждого государства происходит в случае потери суммарной прибыли в данный момент времени. Суммарная прибыль за единицу

времени вычисляется в модели по формуле:

$$14 \quad profit = price_p - \frac{K_{cost}}{R_{sum} \cdot R_i \cdot kI_i} + N_i \cdot price_{res},$$

15 где - цена за всю продукцию, производимую каждым государством за один шаг. Производимая продукция не имеет различий ни по видам, ни по ценам, принята одинаковой для всех государств и регулируется в интерфейсе модели с помощью регулятора *real_price*.

16 - параметр, устанавливаемый регулятором *cost_param*.

17 - общий запас ресурсов и запас ресурсов в опрашиваемом государстве

18 - коэффициент интенсивности развития, отражающий качество институциональных условий

19 - количество ресурсов, идущее на экспорт или импорт. В случае с импортом будет принимать отрицательное значение.

20 - цена за единицу ресурса, которая устанавливается регулятором *price_of_res*.

21 Условие внедрения государством очередной инновации:

$$22 \quad price_p - \frac{K_{cost}}{R_{sum} \cdot R_i \cdot kI_i} + N_i \cdot price_{res} \leq 0,$$

23 - переменная величина, при переходе к очередной инновации она умножается на параметр из регулятора *increase_of_innov*.

24 Кроме того, каждое государство обладает параметром *dr* (величина потребления ресурса за один ход модели), который снижается после внедренной инноваций в *x* раз, где *x* устанавливается в регуляторе *decrease_of_res*.

25 Попробуем ответить на поставленные в начале статьи вопросы путем проведения эмуляций в реализованной нами модели и попутно рассмотрим, как она работает.

26 Если бы все страны обладали значительными и одинаковыми природными ресурсами, то все они оказались бы в объятиях менталитета рантье, или все они одинаково ступили бы на путь интенсивного развития, поскольку находились в одинаковом положении?

27 Шкала ресурсов в модели позволяет задать величину от 0 до 1000 условных единиц ресурсов. Так как улучшение технологий в дальнейшем приводит к меньшему использованию ресурсов, то на производство единицы продукции может хватить 0,5 единицы ресурса и даже значительно меньше, в зависимости от степени инновационности производства. На начальном этапе, при стартовом коэффициенте инноваций, каждое государство затрачивает 1 условную единицу ресурса за единицу времени.

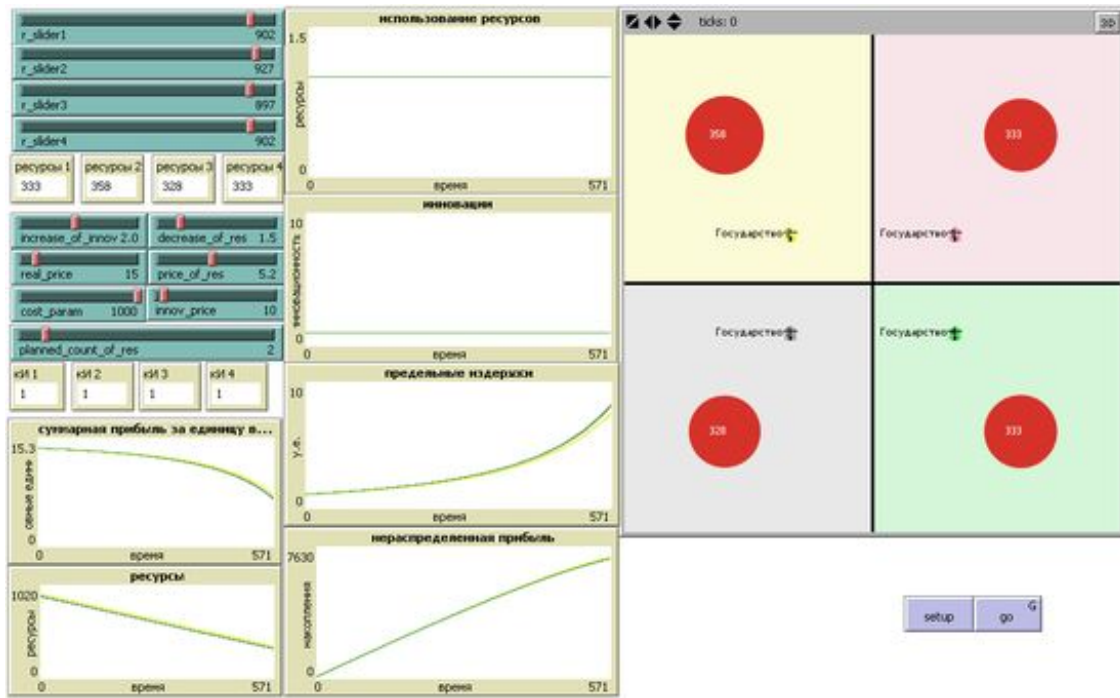


Рис.2. Все государства обладают значительными и приблизительно равными ресурсами и не внедряют инновации.

29 Как видно из рисунка 2, государства, обладающие значительными ресурсами и при этом находящиеся в одинаковом положении, не занимаются внедрениями инноваций, равномерно тратят свои ресурсы, накапливают прибыль. Заметно, что кривая предельных издержек, поначалу поднимающаяся постепенно и равномерно, с течением времени стремительно увеличивает темп роста. Во-первых, запас ресурсов в системе, то есть, суммарный запас четырех государств, заметно уменьшается. Во-вторых, уменьшается запас ресурсов непосредственно в каждом государстве. Поэтому, производство каждого последующего продукта при такой стратегии, естественно, порождает нарастающие издержки. Но пока предельные издержки меньше дохода от продажи продукции, государство продолжает получать прибыль и не внедряет новые технологии на производстве.

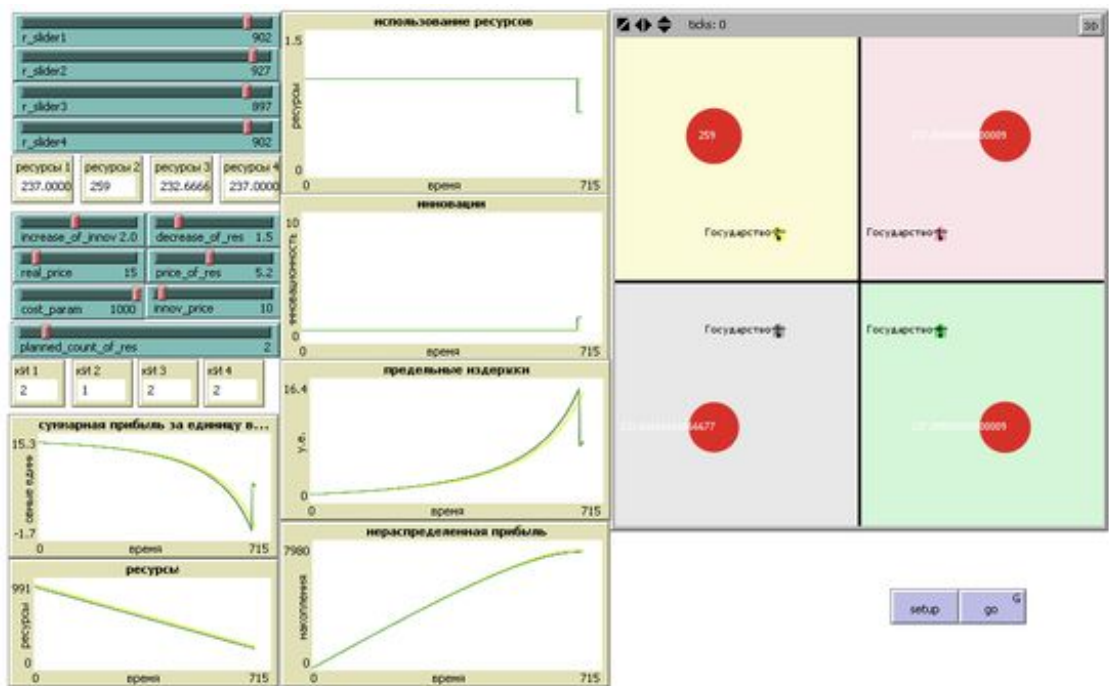


Рис.3. Три государства из четырех внедряют первую инновацию из-за наступающего дефицита ресурсов.

31 На рисунке 3 три государства внедрили первую инновацию. Государство номер 2, которое в модели окрашено желтым цветом, на старте имело 927 единиц ресурсов, в текущий момент располагает 259 единицами и продолжает существовать без инноваций. Те государства, которые пару ходов назад внедрили первую инновацию, обладали в начале 897-902 единицами, а в текущий момент имеют 232-237 единиц ресурсов. Из этого можно сделать вывод, что с нашими начальными данными пороговая величина перехода на первую ступень инноваций лежит в промежутке (237 - 259) единиц ресурсов. Как видно из рисунка 3, в государствах 1, 3 и 4 (во всех, кроме желтого) сократилось использование ресурсов и резко снизились предельные издержки. В модели за характер изменения количества используемых за шаг ресурсов и полезность инноваций отвечают 2 регулятора: decrease_of_res и increase_of_innov соответственно. Первый регулятор показывает, во сколько раз последующая технология будет расходовать меньше ресурсов. В этой симуляции регулятор выставлен в положение 1,5. То есть, если государство поначалу в каждом ходе использовало 1 условную единицу ресурса, то после введения первой инновации будет расходоваться только 0,67 условных единиц ресурсов. Второй регулятор показывает, во сколько раз сократятся предельные издержки при использовании нового уровня технологий. В этой симуляции регулятор выставлен в положение 2, значит использование новой инновации сокращает предельные издержки в 2 раза.

32

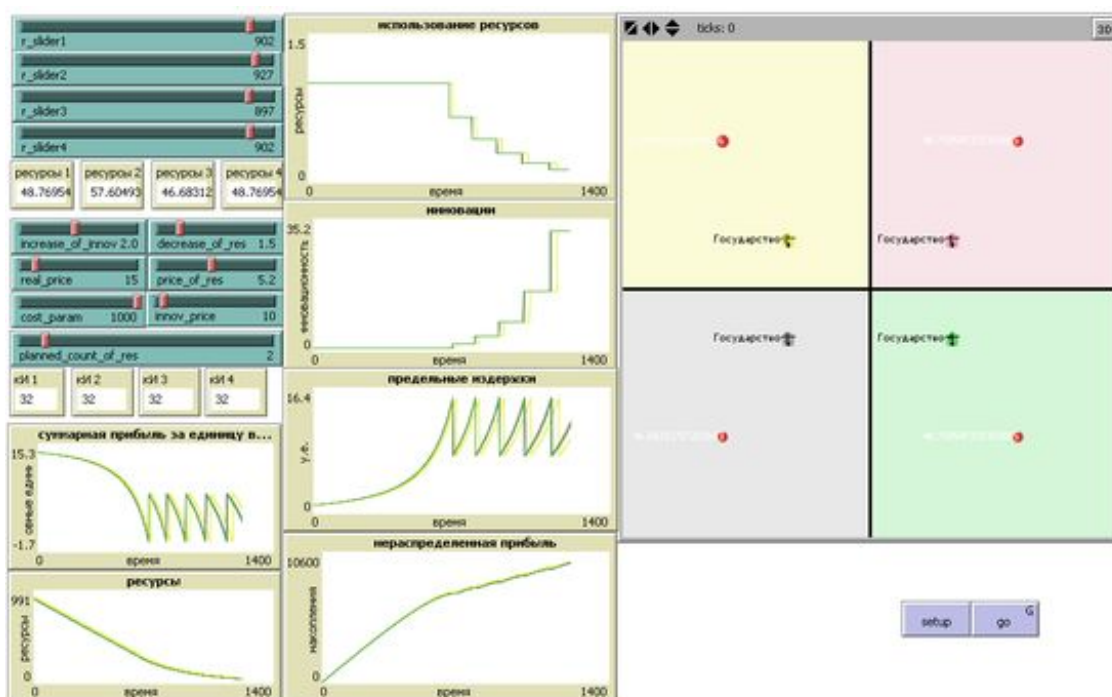


Рис.4. Все государства внедрили несколько уровней инноваций и снизили использование ресурсов.

33 На рисунке 4 представлена та же симуляция, но запас ресурсов во всех государствах успел значительно сократиться. Все государства поднялись на 5 ступеней инновационной лестницы, издержки 5 раз снижались вдвое, использование ресурсов заметно сократилось.

34 Переход на новую ступень интенсивности и уменьшение потребления ресурсов наступает в один и тот же момент (рисунок 5), когда внедряется очередная инновация. Но их графики не симметричны, потому что эти параметры изменяются в зависимости от разных

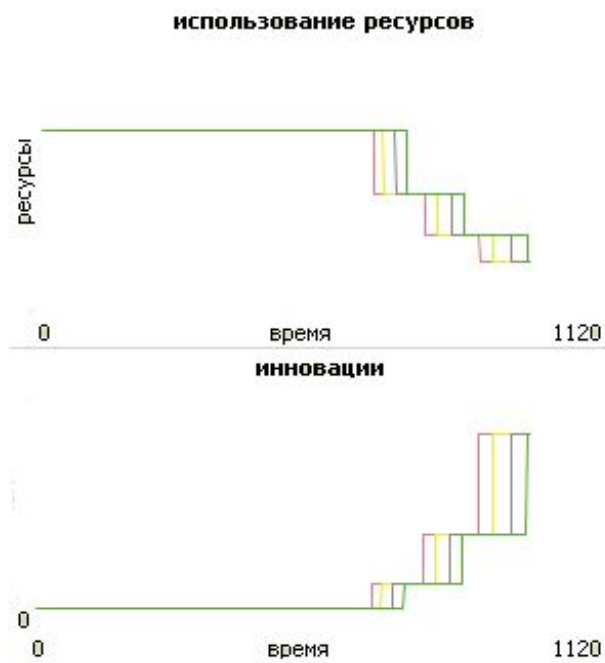


Рис. 5. Графики использования ресурсов и интенсивности развития.

36 График суммарной прибыли за единицу времени в этой симуляции симметричен графику предельных издержек (рисунок 6). График перестанет быть симметричным, если произойдет купля-продажа природных ресурсов, которая повлечет дополнительную положительную прибыль одному государству и дополнительную отрицательную прибыль другому.

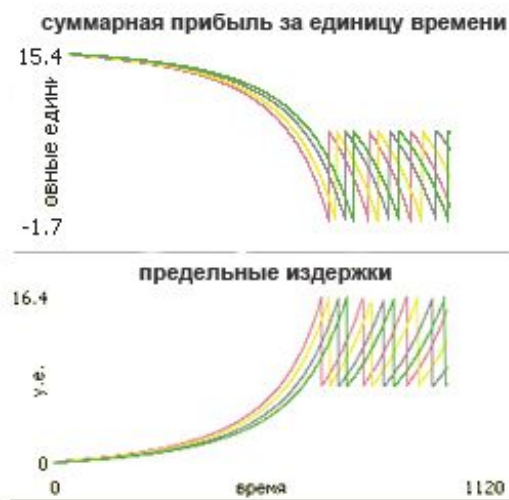


Рис. 6. Графики суммарной прибыли за единицу времени и предельных издержек.

38 Можно сделать вывод, что пока государство обладает достаточным для функционирования запасом природных ресурсов, оно сохраняет менталитет рантье.

39 Продолжительное время ресурсы растрачиваются экстенсивно, но, в конце концов, наступает момент, когда государство в условиях осязаемого уменьшения запаса ресурсов вынуждено снижать большие предельные издержки путем внедрения инноваций. Однако, если это случится слишком поздно, то общего запаса ресурсов в системе не хватит и при очень мощном инновационном производстве. Поэтому в нашей модели государство делает выводы о смене стратегии не только на основе данных о ресурсах, которыми оно само располагает, но и оценивает данные о тех ресурсах, которые можно приобрести у других государств. Экстенсивный путь неизбежно ведет к ресурсозависимости и беспомощности, если природные ресурсы внезапно иссякают, поэтому важно вовремя давать количественную оценку имеющимся ресурсам и оперативно реагировать внедрением инноваций, направленных на меньшую ресурсозатратность.

40 Если бы все страны обладали весьма незначительными, но в одинаковой степени незначительными природными ресурсами, то все они вынуждены были бы ступить на путь интенсивного развития, или все же оказались в объятиях менталитета рантье, но на низком уровне потребления?

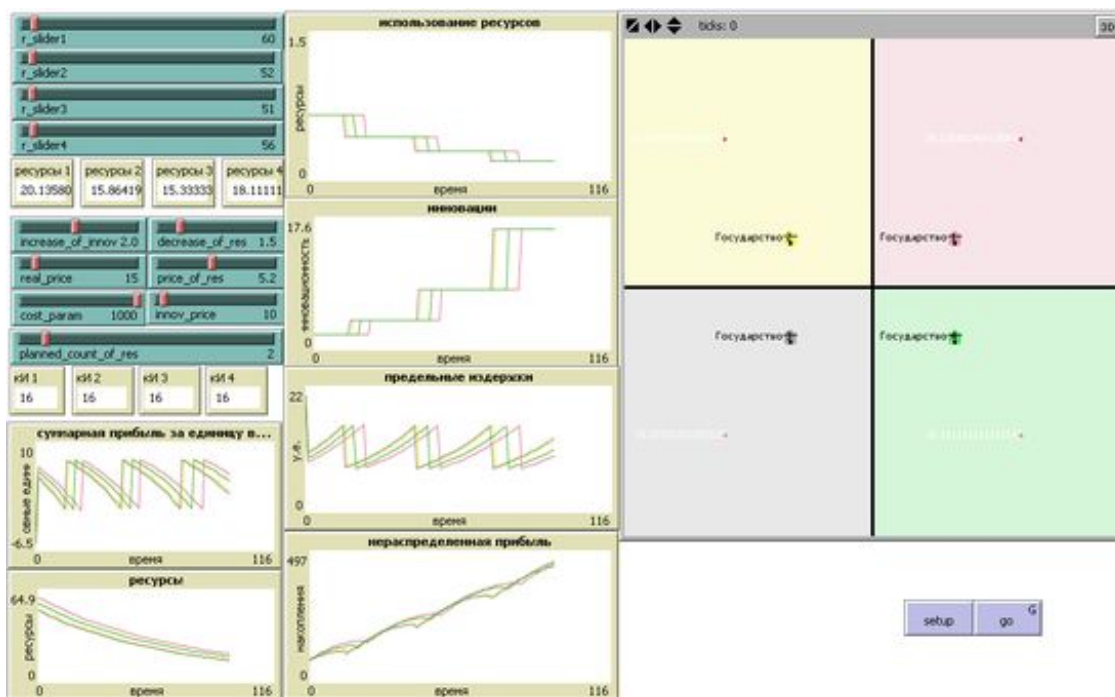


Рис.7. Все государства обладают незначительными и приблизительно равными ресурсами.

42 Оставив все показатели с прошлой симуляции, изменим только начальные количества единиц ресурсов. Выставим на каждом из четырех регуляторов числа в промежутке [51 - 60] и запустим модель (рисунок 7).

43 Предельные издержки по изготовлению единицы продукции в каждом государстве растут стремительно. Сравнявшись с доходом, получаемым от единицы продукции, растущие предельные издержки вынуждают каждое государство внедрить первую инновацию. Вследствие этого издержки снижаются вдвое, использование ресурсов сокращается в полтора раза. Через несколько шагов предельные издержки вновь догоняют доходы и снова вынуждают внедрить инновацию. И так далее. Через достаточно большое количество шагов в нашей модели сосуществуют 4 государства, которые потребляют заметно меньше ресурсов, чем в начале, и интенсивно внедряют новые инновации. Как мы видим, все государства успешно справились с жесткими условиями скудности имеющихся ресурсов и сразу же начали внедрять инновации. В противном случае все 4 государства быстро лишились бы своих ресурсов и утратили жизнеспособность.

44 Если одни страны обладают значительными природными ресурсами, а другие меньшими, но достаточными для обеспечения и нормального воспроизводства, то обе категории стран окажутся во власти менталитета рантье или сыграет роль фактор относительности богатства природными ресурсами и более бедные на ресурсы страны станут на путь интенсивного развития?

45 Пусть два государства имеют ресурсы в промежутке [352-355] условных единиц, в другие два – в промежутке [863-897].

46 Поначалу, как видно на рисунке 8, все государства подвержены менталитету рантье. Ресурсы постепенно пропадают, предельные издержки растут. Причем, предельные издержки у двух относительно небогатых государств растут стремительнее вследствие наступающего окончания ресурсов. И в определенный момент времени относительно небогатые государства начинают внедрять инновации. А богатые ресурсами государства продолжают вести экстенсивное производство, кроме того, они начинают продавать ресурсы, что дает этим

государствам дополнительную прибыль и еще больше отдаляет тот миг, когда будет внедрена первая инновация.

47

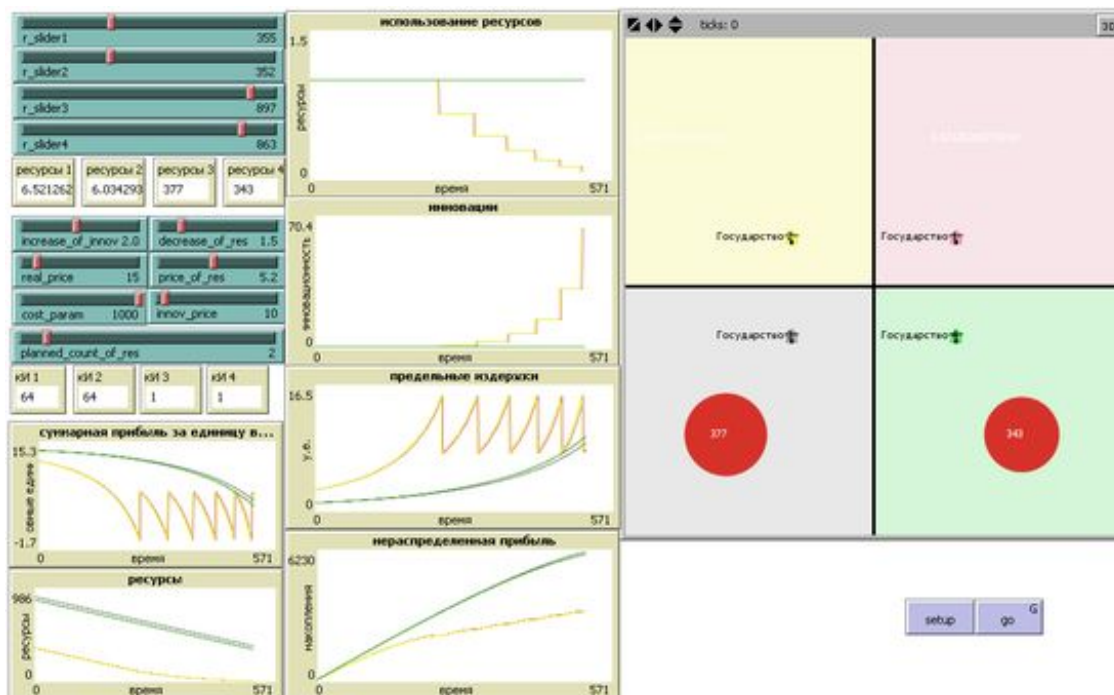


Рис.8. Два государства обладают значительными и приблизительно равными ресурсами, а другие два имеют достаточное для жизнеобеспечения и тоже приблизительно равное количество ресурсов.

48 Если одни страны обладают значительными природными ресурсами, а другие крайне незначительными, то это неизбежно, именно в силу сочетания трех факторов (относительной разницы в обеспеченности стран, достаточной обеспеченности одних стран и недостаточной – других стран), ведет к рентоориентированному поведению первых, и интенсивного развития – вторых?

49 Пусть два государства имеют ресурсы в промежутке [34-43] условных единиц, в другие два – в промежутке [863-897]. Количества ресурсов в бедных государствах так мало, что они на первом же шаге внедряют инновацию. Очень быстро наступает момент, когда ресурсы и вовсе подходят к концу, приходится закупать их у государств со значительными запасами. Дополнительные издержки влекут за собой инновационное развитие, и за короткое время бедные государства поднимаются на 6 ступеней инновационной лестницы. При этом, как видно из рисунка 9, богатые государства продолжительное время имеют почти неизменную суммарную прибыль за единицу времени, постоянно получают дополнительную прибыль от продажи ресурсов, а их предельные издержки растут малозаметно. Не удивительно, что государства, имеющие значительное количество ресурсов, полностью становятся ресурсозависимыми, а те государства, ресурсы которых не исходе, становятся на путь интенсивного развития.

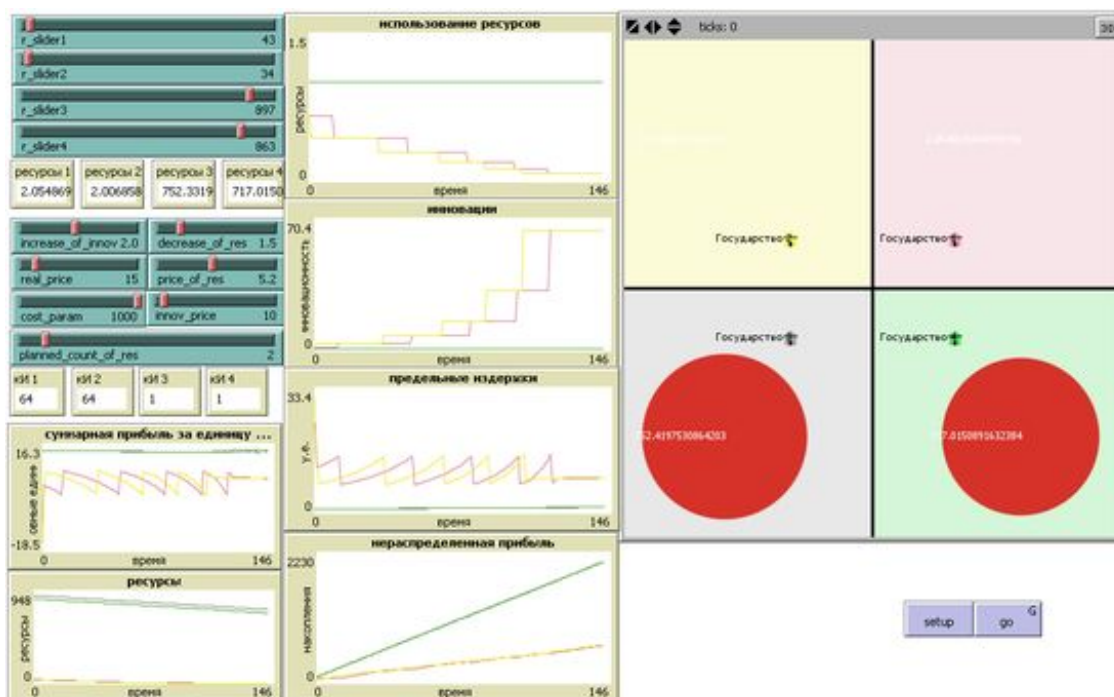


Рис.9. Два государства обладают значительными и приблизительно равными ресурсами, а другие два имеют незначительное и тоже приблизительно равное количество ресурсов.

51 Проведенные эмуляции подтверждают гипотезу о том, что недостаток ресурсов в государстве вынуждает к внедрению инноваций. А большая насыщенность ресурсов приводит к замедлению темпов внедрения инноваций и, как следствие, к подрыву безопасности экономики. Можно сделать вывод, что наличие значительных ресурсов приводит к формированию менталитета рантье и формированию соответствующих институтов. В свою очередь, слабые институты приводят к низкой эффективности использования ресурсов и росту их потребления, несоответственному с ростом производства.

52 Это явление – торможение развития инновационной составляющей экономики в силу наличия значительных природных ресурсов, фактически представляет собой отрицательный внешний эффект.

53 Нормативный вывод, вытекающий из обнаруженной закономерности нам видится в том, что для придания российской экономики инновационной направленности необходимо искусственно внедрить институты, нивелирующие отрицательный внешний эффект наличия огромных природных ресурсов. Разработка таких институтов является целью дальнейших наших исследований.

Агент-ориентированная модель "Влияние наличия природных ресурсов на инновационный характер экономики"

Зулькарнай И. У.

*Заведующий лабораторией исследований социально-экономических проблем регионов
Института экономики, финансов и бизнеса БашГУ
Российская Федерация, Уфа*

Гизатов Н. Р.

*Институт социально-экономических исследований Уфимского научного центра РАН
Российская Федерация, Уфа,*

Аннотация

Данная работа посвящена изучению проблемы «ресурсного проклятия» методами агент-ориентированного моделирования. Суть проблемы в том, что страны, богатые природными ресурсами, как правило, демонстрируют низкое технологическое развитие экономики и невысокий или даже низкий уровень жизни граждан, а также большой разрыв в доходах населения. Это наблюдение подтверждается эконометрическими исследованиями.

Ключевые слова: агент-ориентированная модель, наличие природных ресурсов, инновационный характер экономики

Дата публикации: 01.12.2010

Ссылка для цитирования:

Гизатов Н. Р. , Зулькарнай И. У. Агент-ориентированная модель "Влияние наличия природных ресурсов на инновационный характер экономики" // Искусственные общества. 2010. Т. 5. Выпуск 1-4 [Электронный ресурс]. Доступ для зарегистрированных пользователей. URL: <https://artsoc.jes.su/s207751800000061-6-1/> (дата обращения: 10.07.2020).