

УДК 330.35+330.837+332.1  
JEL: O43, R11  
DOI 10.24147/1812-3988.2020.18(4).122-131

## МОДЕЛИРОВАНИЕ КОЭВОЛЮЦИИ ЭКОНОМИЧЕСКИХ ИНСТИТУТОВ И ЭКОНОМИКИ РЕСУРСОДОБЫВАЮЩИХ РЕГИОНОВ

В.Ф. Исламутдинов, С.П. Семенов

Югорский государственный университет (Ханты-Мансийск, Россия)

### Информация о статье

Дата поступления  
12 октября 2020 г.

Дата принятия в печать  
15 ноября 2020 г.

### Тип статьи

Исследовательская статья

### Ключевые слова

Козволюция, экономический институт, экономика региона, ресурсодобывающий регион, моделирование

**Финансирование.** Статья выполнена на средства гранта РФФИ № 19-010-00527 «Прогнозирование эволюции социально-экономической системы регионов с падающей добычей нефти: проблемы выхода из институциональной ловушки "голландской болезни" (на примере Республики Татарстан и Ханты-Мансийского автономного округа – Югры)».

**Аннотация.** Цель исследования – разработка модели коэволюции региональной экономики и экономических институтов. Использованные методы исследования: абстрактно-логический – для изучения теоретических аспектов и опыта моделирования коэволюции – и экономико-математический – для разработки собственной модели коэволюции. Полученные результаты исследования: рассмотрены подходы к моделированию эволюции экономических институтов, а также коэволюции региональной экономики и экономических институтов, определены сильные стороны и недостатки существующих подходов к моделированию коэволюции, на основе логистической модели и уравнений Лотки–Вольтерра разработана собственная модель коэволюции, включающая три сущности: региональная экономика, «хороший» институт и «плохой» институт. Разработано три варианта модели: коэволюция региональной экономики и «хорошего» института, коэволюция региональной экономики и «плохого» института и вариант коэволюции всех трех сущностей одновременно, в котором «хороший» и «плохой» институты взаимодействуют по модели «хищник – жертва», а их кумулятивное действие определяет развитие региональной экономики. В среде MathLab проведены численные эксперименты, которые показали возможности модели по отражению результатов коэволюции экономики ресурсодобывающего региона и экономических институтов. В первом варианте «хороший» институт способствует экономическому росту сверх уровня, определяемого ресурсной обеспеченностью. Во втором варианте «плохой» институт оказывает дестимулирующий эффект на ВРП, в результате чего ВРП становится ниже уровня, определяемого ресурсной обеспеченностью. В третьем варианте взаимодействие «хорошего» и «плохого» институтов всё-таки способствует экономическому росту сверх уровня, определяемого ресурсной обеспеченностью, но вызывает циклические колебания ВРП.

## MODELING THE CO-EVOLUTION OF ECONOMIC INSTITUTIONS AND THE ECONOMY OF RESOURCE PRODUCING REGIONS

V.F. Islamutdinov, S.P. Semenov

Yugra State University (Khanty-Mansiysk, Russia)

### Article info

Received  
October 12, 2020

Accepted  
November 15, 2020

### Type paper

Research paper

**Abstract.** The purpose of the study is to develop a model for the co-evolution of the regional economy and economic institutions. The research methods used: abstract-logical for the study of theoretical aspects and the experience of modeling co-evolution; and economic-mathematical for the development of own model of coevolution. The results of the study: approaches to modeling the evolution of economic institutions, as well as the co-evolution of the regional economy and economic institutions are considered, strengths and weaknesses of existing approaches to modeling co-evolution are identified, on the basis of the logistic model and Lotka-Volterra equations, an own co-evolution model has been developed, which includes three entities: regional economy, "good" institution and "bad" institution. Three versions of the model have been developed: the co-evolution of the regional economy and the "good" institution, the co-evolution of the regional economy and the "bad institution," and a variant of the co-evolution of all three entities simultaneously, in which the "good" and "bad" institutions interact according to the "predator-prey" model, and their the cumulative effect determines the development of the regional economy. Numerical experiments have been carried out in the MathLab, which have shown the capabilities of the model to reflect the results of the co-evolution of the

**Keywords**

Co-evolution, economic institution, regional economy, resource-producing region, modeling

**Acknowledgements.** The reported study was funded by RFBR, project number 19-010-00527 "Forecasting the evolution of social-economic system of regions with falling oil production: the problems of getting out of the institutional trap of the "Dutch disease" (on the example of the Republic of Tatarstan and the Khanty-Mansiysk Autonomous Okrug – Yugra).

**1. Введение.** Достижения институциональной и эволюционной экономики стимулируют исследования на их стыке, когда исследуется эволюция институциональной среды экономики. Однако, необходимо отметить, что эволюция институтов не может быть рассмотрена в отрыве от эволюции экономики, в которой они действуют и развиваются. И в этой связи возникает дилемма, похожая на притчу о том, что было раньше – курица или яйцо. То есть, рассматривая эволюцию экономики и эволюцию экономических институтов, нельзя сказать, что экономика появилась раньше, а институты позже, или наоборот. То есть эти две сущности всегда развивались и развиваются одновременно и при этом очень сильно влияют друг на друга. Такая ситуация называется коэволюцией, или совместной эволюцией.

**2. Обзор литературы**

**2.1. Подходы к исследованию эволюции и коэволюции институтов.** Прежде чем говорить о коэволюции институтов и экономики региона, необходимо отметить работы по эволюции самих экономических институтов, в частности работы Е.В. Попова [1; 2], в которых он показывает, что динамика распространения экономического института связана с уровнем транзакционных издержек и имеет диффузионный характер.

В статье J. Van den Bergh и S. Stagl [3] дается обзор эволюционных теорий институтов в биологии, социологии, антропологии и экономики. Эти теории впоследствии сравниваются с неэволюционными теориями институтов. Затем эти идеи и подходы авторы интегрировали в структуру для анализа институтов, основанных на понятии коэволюции.

С.В. Папушкин в своей диссертации [4] предложил разноуровневую характеристику коэволюционных процессов: «диффузная коэволюция», отражаемая переливами знаний между взаимодействующими популяциями фирм, и «коэволюция экономических агентов», по-

economy of a resource-producing region and economic institutions. In the first variant, a "good" institution promotes economic growth in excess of the level determined by resource availability. In the second variant, the "bad" institution has a disincentive effect on the GRP, as a result of which the GRP falls below the level determined by the resource endowment. In the third variant, the interaction of "good" and "bad" institutions still contributes to economic growth above the level determined by resource availability, but causes cyclical fluctuations in the GRP.

зволяющая выявить особенности взаимосвязи между инновациями и взаимодействием отдельных агентов, а не их популяций. Им разработана авторская классификация видов (сотрудничество, конкурентный и эксплуататорский виды взаимодействия) и типов (продуктивный и непродуктивный типы) коэволюционных взаимодействий экономических агентов, в основу которой положены институциональные различия в механизмах взаимодействия и их влияние на стимулы развития инновационной активности. Установлены теоретические основания выявленных взаимосвязей между интенсивностью сотрудничества и конкуренции как видов продуктивного типа коэволюционных взаимодействий экономических агентов и инновационной активностью фирм, особо проявляющиеся в перевернутой U-образной кривой.

Очень интересный взгляд на коэволюцию представлен в работе Ch. Freeman [5]. В ней утверждается, что пять пересекающихся исторических процессов, или подсистем общества: наука, технология, экономика, политика и общая культура, – являются относительно автономными, хотя взаимодействуют между собой и оказывают большое влияние на процесс экономического роста. Каждый из пяти других исторических процессов имеет свою собственную частично автономную «среду отбора» и является исключительно человеческим, что является одной из причин, по которой биологические эволюционные аналогии имеют ограниченную ценность. Хотя у каждой из пяти подсистем есть свои отличительные особенности и относительная автономия, именно их взаимозависимость и взаимодействие позволяют лучше понять процессы «продвижения вперед», «наверстывания» и «отставания» в экономическом росте. Именно эта коэволюция порождает возможность несовпадения между ними и периодических радикальных институциональных инноваций, которые пытаются

восстановить гармоничное развитие. Положительная конгруэнтность и взаимодействие между ними обеспечивает наиболее плодородную почву для роста, а отсутствие конгруэнтности может полностью предотвратить рост или замедлить его.

Достаточно фундаментальной работой, основанной на принципах коэволюции, является монография S. Nygaard [6]. В этой работе автор рассмотрел концепцию коэволюции трех сущностей: институтов, рынков и инноваций – на примере топливных элементов и водородных технологий в Европе. Особо детально автор рассмотрел причины коэволюции инновационных систем и пришел к выводу, что это коэволюция, движимая стратегическими действиями и участниками. На основе этого он ввел понятие о механизмах стабилизации коэволюции и обосновал две формы стратегии коммерциализации инноваций: организованную и восходящую. Также он пришел к выводу, что технологическая платформа является наиболее эффективным инструментом совместной эволюции, поскольку она позволяет участникам согласовать общее видение, создать долгосрочную стратегию коммерциализации и реализовать эту стратегию в рамках частно-государственного партнерства.

Еще одной работой, посвященной коэволюции институтов и технологий, является статья К.-J. Lee [7], в которой теория совместной эволюции технологических инноваций и институтов авторского права применяется для изучения развития музыкального бизнеса в Японии и Корее. В Японии бизнес мобильной музыки контролируется существующими звукозаписывающими компаниями и дополняет офлайн-продажи компакт-дисков. В Корее, наоборот, в музыкальном онлайн-бизнесе (включая мобильный и фиксированный интернет) доминируют операторы мобильной связи, и он пришел на смену офлайновому бизнесу, что привело к радикальным изменениям в структуре музыкальной индустрии. В этой статье предполагается, что разнонаправленные национальные институты авторского права приводят к контрастирующим изменениям в промышленности, что, в свою очередь, подчеркивает, как политические процессы управляют взаимодействием между технологиями и институтами.

**2.2. Модели коэволюции.** В самом общем виде модели коэволюции довольно подробно

описаны в монографии Е.Г. Пугачевой и К.Н. Соловьяненко [8]. В их работе описаны такие модели коэволюции, как модель Мальтуса, логистическая модель, экспоненциальная модель с отловом, логистическая модель с отловом, мягкая логистическая модель с отловом, модель Лотки–Вольтерра. Также хорошо модели эволюции и коэволюции в экономике описаны в монографии В.-Б. Занга [9].

Что касается математического аппарата для моделирования коэволюции, то в статье А. Вусси и J.В. Pollack [10] представлена теоретическая основа для изучения коэволюции на основе математики упорядоченных множеств. Авторы используют эту структуру для описания решений задач коэволюционной оптимизации, обобщения понятия фронта без доминирования Парето из области многоцелевой оптимизации.

Интересные результаты моделирования коэволюции институтов и устойчивого потребления через отбор культурных групп показаны в статье Т.М. Waring, S.H. Goff и P.E. Smaldino [11]. В этой работе авторы предположили, что экономические институты, поддерживающие сохранение ресурсов, такие как режимы собственности и системы производства, могут возникать в результате процесса культурного группового отбора среди социально-экологических систем. Чтобы исследовать это предположение, ими была разработана многоуровневая модель отбора институтов управления ресурсами с эндогенной групповой динамикой. Моделирование показало, что нормы собственности больше всего способствуют достижению устойчивых результатов, за ними следуют маркировка социальных групп и нормы производства. Авторами описаны институциональные переходы, которые происходят по эволюционной траектории с наибольшей вероятностью достижения устойчивости. Анализ модели показал, что когда группы косвенно конкурируют за выживание в суровых условиях, культурный отбор группы благоприятствует институтам, поддерживающим сохранение ресурсов. Однако, когда группы соревнуются за изобилие ресурсов, возникают институты, поддерживающие чрезмерное потребление.

Однако, наиболее разработанной нам представляется модель, представленная в работе F. Fatas-Villafranca, J. Sanchez-Choliz и G. Jarne [12]. В этой статье авторы опирались на предыдущие вклады в формальные теории эволю-

ции, чтобы построить модель совместной эволюции, подходящую для динамического анализа промышленного лидерства. Эта модель предполагает, что национальные фирмы конкурируют на мировом уровне в наукоемкой отрасли и развиваются совместно с соответствующими национальными университетскими системами. Отдельные национальные фирмы могут влиять на финансирование университетов посредством институциональной структуры, в то время как национальные университетские системы решающим образом влияют на конкурентные преимущества указанных фирм на мировом рынке. Модель выделяет важные механизмы, посредством которых институциональные, технологические и рыночные взаимосвязанные факторы определяют динамику лидерства в отрасли и, в конечном итоге, появление смены отраслевого лидерства.

**2.3. Специфика коэволюции институтов и экономики в регионе.** В статье М. Sotarauta и S. Srinivas [13] кратко рассмотрены региональные кейсы коэволюции экономической политики и развития экономики. Авторы разработали концепцию эмерджентности и рассмотрели ее применение в исследованиях регионального развития. Они обсудили эволюционное мышление и обрисовали концептуальную основу для обсуждения кейсов. В конце они обсудили развитие региональных кейсов в свете эволюционного подхода.

Интересной работой является статья М. Carney и E. Gedajlovic [14]. Они рассмотрели семейные бизнес-группы в Юго-Восточной Азии как форму бизнес-предприятия, а также существующие теоретические объяснения их поведения. Для этого ими была разработана и описана коэволюционная структура, которая включает понятия взаимозависимости, зависимости от пути и «открытости системы». Эта коэволюционная структура используется для закрепления тематического исследования, описывающего пути развития семейных бизнес-групп и их институциональную среду.

Еще более крайний случай коэволюции институтов и семейных групп предпринимателей рассмотрен в статье М. Dieleman и W. Sachs [15] Авторы исследовали, могут ли большие семейные группы в странах с развивающейся экономикой проактивно изменять свою институциональную среду. Было обнаружено, что предприниматели могут формиро-

вать институты в своих интересах, о чем свидетельствует *Salim Group*, которая достигла роста за счет взаимодействия с политиками и влияния на них, в конечном итоге «трансформировавшись в институт». Группа стала одновременно институциональным предпринимателем и предпринимательским институтом, демонстрируя, что компании и институты не обязательно являются взаимоисключающими.

**2.4. Недостатки существующих моделей.** Несмотря на то, что моделей эволюции и коэволюции экономических институтов и экономики регионов достаточно много, у них есть ряд недостатков. Во-первых, большинство моделей рассматривают коэволюцию институтов и отдельных элементов региональной экономики: фирм, рынков, технологий, семей, – в то время как наш интерес лежит в области моделирования коэволюции институтов и экономики региона в целом. Во-вторых, значительная часть моделей опирается на традиционные классы моделей на основе производственных функций типа Кобба–Дугласа, Солоу и др., в то время как общим недостатком этих моделей является искусственность учета влияния научно-технического прогресса и инноваций. Более того, модели этого класса не приспособлены для учета взаимного влияния экономических институтов и региональной экономики. В-третьих, все модели так или иначе учитывают денежные потоки, в то время как для эволюции российских регионов денежные потоки не играют значительной роли, так как регионы в Российской Федерации не обладают финансовой самостоятельностью и не могут воспользоваться макроэкономическими инструментами (например, наращиванием госдолга) для стимулирования экономического роста.

**3. Гипотезы и методы исследования.** Учитывая недостатки рассмотренных выше моделей коэволюции, мы предлагаем собственный подход, основанный на логистической модели и уравнениях Лотки–Вольтерра, при следующих допущениях:

1. Рост ВРП в базовом варианте обеспечивается только двумя факторами: приростом населения и уровнем обеспеченности ресурсами, причем максимально возможный размер ВРП для ресурсодобывающих регионов определяется именно обеспеченностью ресурсами.

2. Существующий набор экономических институтов не учитывается, так как он одина-

ковый в среднем по России для всех регионов и по составу относительно нейтральный, т. е. не влияет на темпы роста ВРП.

3. На каком-то этапе в регионе появляются новые институты, которые коэволюционируют вместе с экономикой.

4. Уровень распространенности нового института определяется по доле экономически активного населения, использующего этот институт.

В основу построения модели положена работа А.Д. Базыкина [16]. При этом рассматривается динамика взаимодействия нескольких сущностей: региональной экономики и экономических институтов.

Пусть  $x(t)$  – некая числовая характеристика, определяющая уровень региональной экономики в момент времени  $t$ , например ВРП, измеряемый в миллионах рублей. Соответственно,  $y(t)$  – уровень развития института, определяемый по доле экономически активного населения, использующего этот институт. Для сопоставления с ВРП используется агрегированная числовая характеристика затрат на содержание и развитие институтов, т. е. трансакционные и трансформационные издержки, измеряемые также в миллионах рублей.

В первом варианте модели предполагается, что совместное взаимодействие полезно для обеих сущностей, но не является обязательным, т. е. каждая из них может существовать в отсутствие партнера (протокооперация). При этом вторая сущность, т. е. экономический институт, рассматривается как полезный для развития экономики, условно говоря «хороший». Например, это может быть институт кредитования, институт стимулирования инноваций и т. д.

Предположим, что динамика уровней обеих сущностей в отсутствие партнера описывается логистическим уравнением, коэффициенты которого, вообще говоря, различны для экономики и институтов. Что касается влияния на динамику уровней самих отношений протокооперации, то в первом приближении представляется естественным предположить, что они могут быть описаны билинейными членами, входящими в оба уравнения с положительными знаками. Соответствующая система дифференциальных уравнений имеет вид:

$$\begin{aligned} \frac{dx}{dt} &= ax - bx^2 + \frac{cxy}{1+ky}; \\ \frac{dy}{dt} &= ey - fy^2 + \frac{gxy}{1+lx}; \\ x(0) &= x_0, y(0) = y_0. \end{aligned}$$

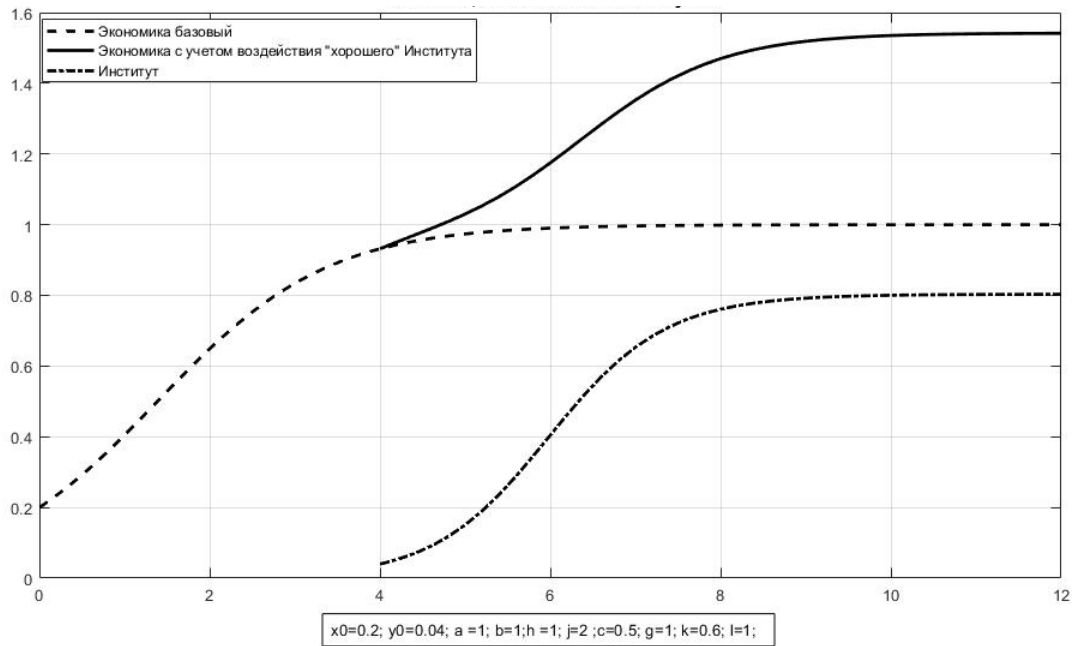
Все коэффициенты, обозначенные латинскими буквами, неотрицательны.

Коэффициенты  $a$ ,  $e$  отражают внутреннюю скорость роста уровней региональной экономики и распространенности института, если бы ресурсов было достаточно и без учета влияния друг на друга. При этом коэффициент  $a$  отражает темпы прироста населения региона, а коэффициент  $e$  – скорость распространения нового института среди экономически активного населения (восприимчивость к институту).

Коэффициенты  $b$ ,  $f$  регулируют замедление неограниченного роста уровней в силу нехватки ресурсов. Величина  $a/b$  определяет максимальный уровень (емкость) развития региональной экономики в базовом варианте с учетом имеющихся ресурсов и со сложившимся набором институтов. Аналогично для второго уравнения величина  $e/f$  определяет максимальный уровень распространения нового института среди экономически активного населения. Третье слагаемое описывает рост уровней в результате взаимодействия, причем учтен эффект насыщения уровней. Коэффициенты  $c$ ,  $k$ ,  $g$  и  $l$  в третьем слагаемом отражают взаимное влияние сущностей на динамику друг друга, т. е. их коэволюцию.

**4. Результаты исследования.** Эксперимент, выполненный в вычислительной среде *MatLab*, показал следующие результаты (рис. 1).

На рис. 1 видно, что первоначально экономика региона растет за счет демографических процессов (рождаемость и миграция) до уровня, ограниченного ресурсной обеспеченностью (пунктирная линия). Затем, с появлением «хорошего» института, региональная экономика получает хороший стимул для дальнейшего развития (сплошная линия), не ограниченного при этом демографическими факторами и ресурсной обеспеченностью. При этом «хороший» институт распространяется, пока не охватит всё экономически активное население. После этого рост экономики за счет этого института прекращается.



**Рис. 1.** Модель коэволюции (протокооперации) региональной экономики и «хорошего» экономического института

**Fig. 1.** Model of co-evolution (protocooperation) of the regional economy and a "good" economic institution

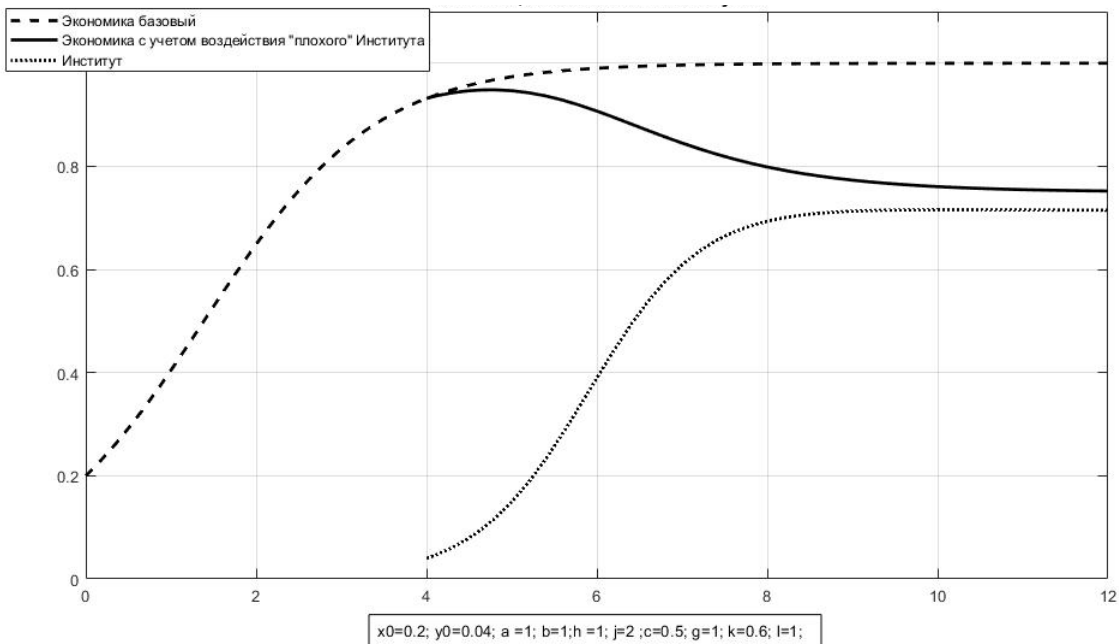
Во втором варианте модели предполагается, что совместное взаимодействие вредно для первой сущности (региональной экономики), однако полезно для второй сущности  $z(t)$  – «плохого» института (например, это может быть коррупция или поиск ренты):

$$\frac{dx}{dt} = ax - bx^2 + \frac{cxy}{1 + ky};$$

$$\frac{dy}{dt} = ey - fy^2 + \frac{gxy}{1 + lx};$$

$$x(0) = x_0, y(0) = y_0.$$

Результаты численных расчетов приведены на рис. 2.



**Рис. 2.** Коэволюционная динамика в случае наличия «плохого» института

**Fig. 2.** Co-evolutionary dynamics in the presence of a "bad" institution

На рис. 2 видно, как действует «плохой» институт. При его появлении и распространении среди экономически активного населения размер ВРП начинает сокращаться и, в конечном итоге, стабилизируется значительно ниже потенциально возможного уровня с учетом ресурсной обеспеченности региона и демографических факторов.

В третьем варианте модели рассматривается взаимодействие трех сущностей: региональной экономики  $x(t)$ , «хорошего» института  $y(t)$  и «плохого» института  $z(t)$ , – при этом

взаимодействие институтов моделируется по типу «жертва – хищник»:

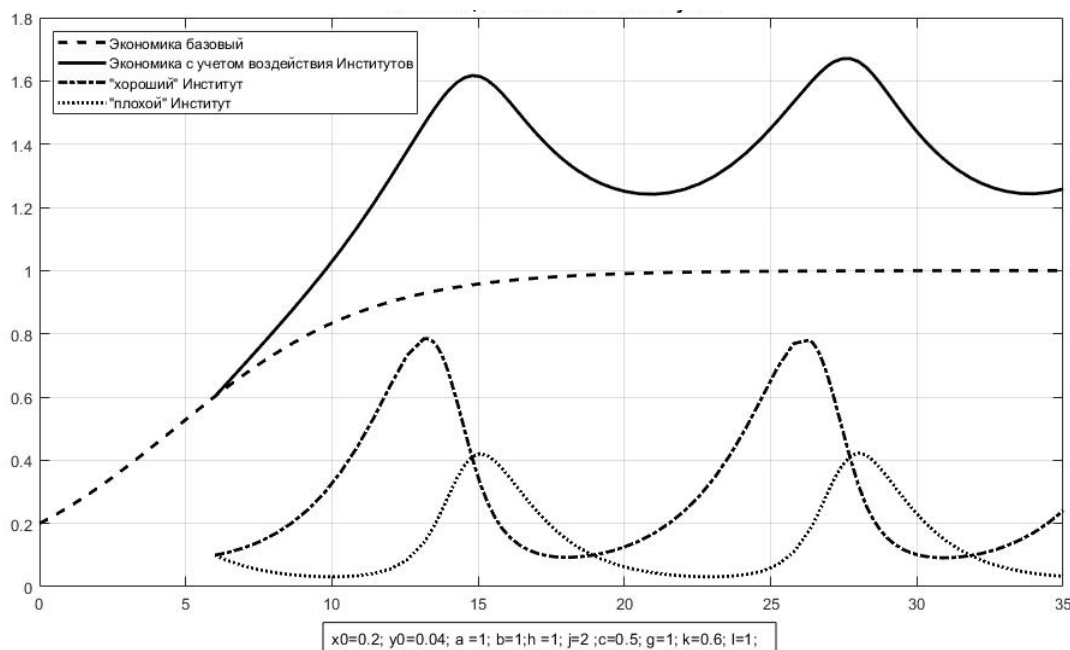
$$\frac{dx}{dt} = ax - bx^2 + \frac{cxy}{1+ky} - \frac{dxz}{1+mz};$$

$$\frac{dy}{dt} = ey - gyz;$$

$$\frac{dz}{dt} = -hz + jyz;$$

$$x(0) = x_0, y(0) = y_0, z(0) = z_0.$$

Результаты численных расчетов приведены на рис. 3.



**Рис. 3.** Козволюция экономики ресурсодобывающего региона при наличии «плохого» и «хорошего» институтов одновременно

**Fig. 3.** Co-evolution of the economy of a resource-producing region in the presence of both "bad" and "good" institutions

Видно, что «плохой» институт не дает «хорошему» институту проявиться в полной мере, и на определенном этапе «хороший» институт перестает распространяться, и даже наоборот, число его пользователей начинает сокращаться. Вслед за этим начинает сокращаться распространенность и «плохого» института, так как питательной средой для него являются экономические акторы, использующие «хороший» институт, что приводит к развороту динамики «хорошего» института, и цикл повторяется. В результате такого взаимодействия «плохого» и «хорошего» институтов развитие региональной экономики также становится циклическим. Однако средний уровень развития всё-таки несколько выше за

счет, пусть и урезанного, действия «хорошего» института.

**5. Заключение.** Таким образом, предложенная модель позволяет достаточно адекватно описать коэволюцию экономики ресурсодобывающих регионов и экономических институтов. При этом удалось выявить влияние как «хорошего», так и «плохого» института на темпы роста ВРП, а также взаимное влияние «хорошего» и «плохого» институтов и их куммулятивное влияние на региональную экономику.

Несмотря на достигнутые результаты моделирования, остаются нерешенными следующие вопросы:

– Как учесть одновременное взаимное влияние изменения региональной экономики,

динамики «хорошего» института и динамики «плохого» института? Попытка построить подобную модель не удалась, так как модель содержит внутренние противоречия, что не позволило провести численные расчеты.

– Как построить численные модели коэволюции для реальных регионов, поскольку если темпы роста населения и обеспеченность ресурсами еще можно определить достаточно

просто, то оценить скорость распространения института и максимально возможную долю экономически активного населения, которое пользуется институтом, – это пока сложная задача? Как вариант можно предложить провести полевые исследования для оценки этих показателей либо использовать косвенные оценки на основе имеющейся статистики.

### Литература

1. Попов Е. В. Модель эволюции экономических институтов // Экономическая теория образования. – 2009. – № 3, ч. 2. – С. 162–172.
2. Попов Е. В. Эволюция экономических институтов по Шумпетеру // Вестник ПНИПУ. Социально-экономические науки. – 2012. – № 14 (38). – С. 30–54.
3. Van den Bergh J., Stagl S. Coevolution of economic behaviour and institutions: towards a theory of institutional change // Journal of Evolutionary Economics. – 2003. – № 13. – P. 289–317. – DOI: 10.1007/s00191-003-0158-8.
4. Папюшкин С. В. Роль коэволюции экономических агентов в инновационном развитии экономики : автореф. дис. ... канд. экон. наук. – Кемерово, 2012. – 26 с.
5. Freeman Ch. History, co-evolution and economic growth : Working Paper. – MERIT, University of Limburg ; SPRU, University of Sussex, 1995. – 95 p.
6. Nygaard S. Co-Evolution of Technology, Markets and Institutions – the Case of Fuel Cells and Hydrogen Technology in Europe. – Lund University, 2008. – 287 p.
7. Lee K.-J. The coevolution of IT innovation and copyright institutions: The development of the mobile music business in Japan and Korea // Journal of Strategic Information Systems. – 2012. – № 21. – P. 245–255.
8. Пугачева Е. Г., Соловьев К. Н. Самоорганизация социально-экономических систем. – Иркутск : Изд-во БГУЭП, 2003. – 172 с.
9. Занг В.-Б. Синергетическая экономика. Время и перемены в нелинейной экономической теории. – М. : Мир, 1999. – 335 с.
10. Vucci A., Pollack J. B. A Mathematical Framework for the Study of Coevolution. – URL: [https://www.researchgate.net/publication/2570392\\_A\\_Mathematical\\_Framework\\_for\\_the\\_Study\\_of\\_Coevolution](https://www.researchgate.net/publication/2570392_A_Mathematical_Framework_for_the_Study_of_Coevolution).
11. Waring T. M., Goff S. H., Smaldino P. E. The coevolution of economic institutions and sustainable consumption via cultural group selection // Ecological Economics. – 2017. – № 131. – P. 524–532.
12. Fatas-Villafranca F., Sanchez-Choliz J., Jarne G. Modeling the co-evolution of national industries and institutions // Industrial and Corporate Change. – 2008. – Vol. 17. – № 1. – P. 65–108. – DOI: 10.1093/icc/dtm039.
13. Sotarauta M., Srinivas S. The Co-evolution of Policy and Economic Development. A Discussion on Innovative Regions. – URL: <https://www.semanticscholar.org/paper/The-Co-evolution-of-Policy-and-Economic-Development-Sotarauta-Srinivas/2edb7e7045670def86b0775e6cab64912ca18768>.
14. Carney M., Gedajlovic E. The Co-evolution of Institutional Environments and Organizational Strategies: The Rise of Family Business Groups in the ASEAN Region // Organization Studies. – 2002. – № 23/1. – P. 1–29.
15. Dieleman M., Sachs W. Coevolution of institutions and corporations in emerging economies: How the Salim group morphed into an institution of Suharto's crony regime // Journal of Management Studies. – 2008. – № 45 (7). – P. 1274–1300. – DOI: 10.1111/j.1467-6486.2008.00793.x.
16. Базыкин А. Д. Нелинейная динамика взаимодействующих популяций. – М. ; Ижевск : Ин-т компьютер. исслед., 2003. – 368 с.

### References

1. Popov E.V. Model' evolyutsii ekonomicheskikh institutov [Model of the evolution of economic institutions]. *Ekonomicheskaya teoriya obrazovaniya*, 2009, no. 3, pt. 2, pp. 162-172. (in Russian).



2. Popov E.V. Evolyutsiya ekonomicheskikh institutov po Shumpeteru [Evolution of economic institutions according to Schumpeter]. *Vestnik PNIPU. Sotsial'no-ekonomicheskie nauki*, 2012, no. 14 (38), pp. 30-54. (in Russian).
3. Van den Bergh J., Stagl S. Coevolution of economic behaviour and institutions: towards a theory of institutional change. *Journal of Evolutionary Economics*, 2003, no. 13, pp. 289-317. DOI: 10.1007/s00191-003-0158-8.
4. Papyushkin S.V. *Rol' koevol'yutsii ekonomicheskikh agentov v innovatsionnom razvitii ekonomiki* [The role of the co-evolution of economic agents in the innovative development of the economy], Author's abstract. Kemerovo, 2012. 26 p. (in Russian).
5. Freeman Ch. *History, co-evolution and economic growth*, Working Paper. MERIT, University of Limburg, Netherlands, SPRU, University of Sussex, UK, 1995. 95 p.
6. Nygaard S. *Co-Evolution of Technology, Markets and Institutions – the Case of Fuel Cells and Hydrogen Technology in Europe*. Lund University, 2008. 287 p.
7. Lee K.-J. The coevolution of IT innovation and copyright institutions: The development of the mobile music business in Japan and Korea. *Journal of Strategic Information Systems*, 2012, no. 21, pp. 245-255.
8. Pugacheva E.G., Solov'enko K.N. *Samoorganizatsiya sotsial'no-ekonomicheskikh sistem* [Self-organization of socio-economic systems]. Irkutsk, Baikal University of Economics and Law publ., 2003. 172 p. (in Russian).
9. Zang V.-B. *Sinergeticheskaya ekonomika. Vremya i peremeny v nelineinoy ekonomicheskoi teorii* [Synergetic economy. Time and changes in nonlinear economic theory]. Moscow, Mir publ., 1999. 335 p. (in Russian).
10. Bucci A., Pollack J.B. *A Mathematical Framework for the Study of Coevolution*. Available at: [https://www.researchgate.net/publication/2570392\\_A\\_Mathematical\\_Framework\\_for\\_the\\_Study\\_of\\_Coevolution](https://www.researchgate.net/publication/2570392_A_Mathematical_Framework_for_the_Study_of_Coevolution).
11. Waring T.M., Goff S.H., Smaldino P.E. The coevolution of economic institutions and sustainable consumption via cultural group selection. *Ecological Economics*, 2017, no. 131, pp. 524-532.
12. Fatas-Villafranca F., Sanchez-Choliz J., Jarne G. Modeling the co-evolution of national industries and institutions. *Industrial and Corporate Change*, 2018, Vol. 17, no. 1, pp. 65-108. DOI: 10.1093/icc/dtm039.
13. Sotarauta M., Srinivas S. *The Co-evolution of Policy and Economic Development A Discussion on Innovative Regions*. Available at: <https://www.semanticscholar.org/paper/The-Co-evolution-of-Policy-and-Economic-Development-Sotarauta-Srinivas/2edb7e7045670def86b0775e6cab64912ca18768>.
14. Carney M., Gedajlovic E. The Co-evolution of Institutional Environments and Organizational Strategies: The Rise of Family Business Groups in the ASEAN Region. *Organization Studies*, 2002, no. 23/1, pp. 1-29.
15. Dieleman M., Sachs W. Coevolution of institutions and corporations in emerging economies: How the Salim group morphed into an institution of Suharto's crony regime. *Journal of Management Studies*, 2008, no. 45(7), pp. 1274-1300. DOI: 10.1111/j.1467-6486.2008.00793.x.
16. Bazykin A.D. *Nelineinaya dinamika vzaimodeistvuyushchikh populyatsii* [Nonlinear dynamics of interacting populations]. Moscow, Izhevsk, Institute of Computer Research publ., 2003. 368 p. (in Russian).

#### **Сведения об авторах**

**Исламутдинов Вадим Фаруарович** – д-р экон. наук, проректор по научной работе, профессор Высшей школы бизнеса и экономики Института цифровой экономики  
 Адрес для корреспонденции: 628012, Россия, Ханты-Мансийск, ул. Чехова, 16  
 E-mail: isvad74@gmail.com  
 ORCID: 0000-0002-5100-8411  
 Scopus AuthorID: 55693747200  
 ResearcherID: I-8665-2012  
 РИНЦ AuthorID: 149865

#### **About the authors**

**Vadim F. Islamutdinov** – Doctor of Economic Sciences, Vice-Rector for Research, Professor of the Higher School of Business and Economics of the Institute of Digital Economics  
 Postal address: 16, Chekhova ul., Khanty-Mansiysk, 628012, Russia  
 E-mail: isvad74@gmail.com  
 ORCID: 0000-0002-5100-8411  
 Scopus AuthorID: 55693747200  
 ResearcherID: I-8665-2012  
 RSCI AuthorID: 149865

**Семенов Сергей Петрович** – канд. физ.-мат. наук, доцент Высшей цифровой школы Института цифровой экономики  
*Адрес для корреспонденции:* 628012, Россия, Ханты-Мансийск, ул. Чехова, 16  
*E-mail:* semenovsp@bk.ru  
*Scopus AuthorID:* 57216739210  
*РИНЦ AuthorID:* 97023

**Вклад авторов**

**Исламутдинов В.Ф.** – введение, обзор литературы, гипотезы и методы исследования, выводы  
**Семенов С.П.** – гипотезы и методы исследования, результаты исследования

**Для цитирования**

*Исламутдинов В. Ф., Семенов С. П.* Моделирование коэволюции экономических институтов и экономики ресурсодобывающих регионов // Вестник Омского университета. Серия «Экономика». – 2020. – Т. 18, № 4. – С. 122–131. – DOI: 10.24147/1812-3988.2020.18(4).122-131.

**Sergey P. Semenov** – PhD in Physical and Mathematical Sciences, Associate Professor of the Higher Digital School of the Institute of Digital Economics  
*Postal address:* 16, Chekhova ul., Khanty-Mansiysk, 628012, Russia  
*E-mail:* semenovsp@bk.ru  
*Scopus AuthorID:* 57216739210  
*RSCI AuthorID:* 97023

**Authors' contributions**

**Islamutdinov V.F.** – introduction, review, hypotheses and methods of research, resume  
**Semenov S.P.** – hypotheses and methods of research, research results

**For citations**

*Islamutdinov V.F., Semenov S.P.* Modeling the co-evolution of economic institutions and the economy of resource producing regions. *Herald of Omsk University. Series "Economics"*, 2020, Vol. 18, no. 4, pp. 122-131. DOI: 10.24147/1812-3988.2020.18(4).122-131. (in Russian).