ДЖУРКА
Наталья
Геннадьевна

Кандидат экономических наук, старший научный сотрудник

Институт экономических исследований ДВО РАН,
ул. Тихоокеанская, 153,
Хабаровск, Россия, 680042

DZHURKA
Natalia
Gennadyevna

Ph.D. in economics, senior research fellow

Economic Research
Institute FEB RAS, 153,
Tikhookeanskaya Street,
Khabarovsk, Russia, 680042

zakharchenko@ecrin.ru

© Джурка Н.Г., 2018

УДК 332 + 330.4 + 338.2

ПРИНЦИПЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ ДИНАМИКИ УПРАВЛЯЕМЫХ ЭКОНОМИЧЕСКИХ СИСТЕМ СУБНАЦИОНАЛЬНОГО УРОВНЯ

В работе обсуждаются вопросы построения траекторий развития регионов на основе моделей экономических взаимодействий. Особое внимание уделяется принципам описания регионов как управляемых динамических систем. Делается вывод о том, что в моделях экономических взаимодействий с рекурсивной зависимостью временных периодов используются принципы преемственности инструментов управления, абсолютного приоритета федеральных финансовых ресурсов, закрепления структуры собственности и отраслевых правил инвестирования, а в моделях экономических взаимодействий с одновременной зависимостью временных периодов (полностью динамических) – принципы закрепления краевых условий, относительного приоритета федеральных финансовых ресурсов, «свободного»/проектного инвестирования.

Модель экономических взаимодействий, задача управления, траектория, регион, инструменты политики

PRINCIPLES OF MODELLING THE DYNAMICS OF CONTROLLED SUBNATIONAL ECONOMIC SYSTEMS

The author discusses the development trajectories of regions estimated on the basis of models of economic interactions. The researcher pays special attention to the principles of describing regions as controlled dynamic systems. It is concluded that in recursive models of economic interactions, the description of the region as a controlled dynamic system is based on three principles: the succession of policy instruments, the absolute priority of federal financial resources, the conservation of the ownership structure and industry investment rules. On the contrary, the completely dynamic models of economic interactions use the principles of fixing the boundary conditions, the relative priority of federal financial resources, «free»/project investment behavior.

Model of economic interactions, optimal control problem, trajectory, region, policy instruments.

Качество государственной экономической политики, в том числе в региональном измерении, во многом определяется тем, каким образом протекал этап планирования её результатов, насколько он был тщательным и последовательным. Безусловно, при высокой интенсивности процессов выработки управленческих решений полностью вывести за их рамки метод «проб и ошибок» достаточно сложно, но свести к минимуму частоту обращений к этому методу при условии существования богатого опыта концептуальных и инструментальных разработок перспективного планирования необходимо.

Значительную часть вопросов, возникающих на этапе подготовки планов развития конкретного региона, можно разрешить на основе анализа эффектов уже реализуемых или реализованных когда-либо в прошлом стратегий, концепций, программ или отдельных инструментов управления. В определённых случаях полезными оказываются и адаптированные к условиям внедряющей стороны заимствования из опыта управления регионами других стран. Наряду с получаемыми из ретроспективного анализа знаниями имитационных возможностей экономической системы региона для осуществления итогового выбора плана её развития необходимо располагать регулярным инструментом воспроизведения траекторий движения системы от одного состояния к другому.

Формализованное описание динамики экономической системы любого уровня (глобального, национального, субнационального) так или иначе сводится к решению задачи управления, то есть к определению последовательности состояний системы и оператора изменения состояний во времени¹. Специфика постановки задачи управления для системы субнационального уровня состоит, во-первых, в выстраивании каналов трансляции импульсов между целым и его частью, во-вторых, в дифференциации генерирующих импульсы инструментов управления в зависимости от уровня системы, их применяющей.

В самом общем виде задача управления формулируется в терминах фазовой траектории, управления и уравнений движения.

Состояние экономической системы субнационального уровня в момент времени t характеризуется фазовым вектором из n переменных: $y_t = (y_{1,t}, \dots, y_{n,t})'$. Фазовая траектория $\{y_t\} = \{y_t \in E^n | 0 \leq t \leq T\}$ представляет собой вектор-функцию времени, значениями которой являются фазовые векторы. Управление системой осуществляется посредством набора инструментов федеральной и региональной политики. Для момента времени t имеем вектор управления $u_t = (u_{g_1,1,t}, \dots, u_{g_1,k,t}, u_{g_2,1,t}, \dots, u_{g_2,m,t})'$, для всего горизонта планирования – управление («траекторию управления») $\{u_t\} = \{u_t \in E^{k+m} | 0 \leq t \leq T\}$. Фазовая траектория определяется из уравнений движения, в которых скорость изменения каждой точки фазового вектора представлена в виде функции фазовых переменных, инструментов федеральной и региональной политики и времени $\dot{y} = f(y_t, u_t, t)$.

Особо следует отметить свойственные задаче управления субнациональными системами сложности формулировки её следствий, имеющих прикладное значение и, в частности, касающихся оптимума. Эти сложности обусловлены прежде всего наличием информационной асимметрии между системами разных уровней, вследствие которой любая структура распределения полномочий и, соответственно, варианты управлений являются неустойчивыми [2].

¹ Задача управления может рассматриваться в узком и широком контекстах, то есть как определённый математический аппарат оптимизации (узкий контекст) или концепция выбора режимов управления сложными объектами (широкий контекст). В данной работе речь идёт о концепции, но при обобщении опыта моделирования траекторий развития экономических систем субнационального уровня подчёркивается факт использования в моделях математического аппарата решения экстремальных задач.

Вышесказанное отнюдь не отменяет научно-исследовательских претензий на получение решения задачи управления экономическими системами субнационального уровня, тем не менее определяет характер этих претензий. С учётом весьма обширного опыта, накопленного в области прикладного моделирования траекторий развития регионов, естественным является вывод о том, что ставка делается на расширение границ экспериментирования, нацеленного на преодоление ограничений информационной асимметрии и понимание закономерностей взаимоотношенного формирования траекторий развития систем разных уровней.

Полезным инструментом для подобного экспериментирования в силу своей лояльности к включению новационных элементов – инструментов управления являются динамические модели экономических взаимодействий, представляющие собой наборы локальных экономических задач, объединяемых в рамках одного временного периода параметрами ценового механизма, за рамками одного временного периода – уравнениями, характеризующими процессы формирования основных фондов и движения трудовых ресурсов¹.

Динамические модели экономических взаимодействий, как правило, создаются со ссылкой на оригинальные работы Э.Б. Эйбела и О.Ж. Бланшара [4], Ф. Хаяси [21], Д.С. Го [19] и Ш. Дэвараджана [8], в которых даётся описание локальных задач выбора потребления и инвестиций. Данные работы не имеют регионального измерения, поэтому заимствование содержащихся в них идей в целях определения влияния тех или иных инструментов управления на экономическую систему региона требует использования ряда дополнительных предпосылок, основными из которых являются: 1) высокая степень мобильности факторов производства (прежде всего трудовых ресурсов), и не только межотраслевая, но и межрегиональная; 2) отсутствие строгого соответствия сбережений и инвестиций в основной капитал.

Разработка динамических моделей экономических взаимодействий для регионов велась ещё в 1970-х гг., но их активное использование началось во второй половине 1990-х – в начале 2000-х гг., когда первые образцы доказали свою эффективность в проведении сценарных расчётов и, в частности, в получении с позиций задаваемых целевых функций оценок достаточности или избыточности инструментов политики. Эксплуатируемые в настоящее время модели с точки зрения архитектуры различаются главным образом возможностями определения оптимальных траекторий развития регионов.

Поиск таких траекторий на основе динамических моделей экономических взаимодействий может быть организован двумя способами. Если в модели предполагается рекурсивная связь временных периодов, поиск оптимума, точнее – попадание в его эпсилон-окрестность осуществляется лишь в рамках многовариантных расчётов. Игнорирование в случае прямой рекурсии долгосрочных целей развития, а в случае обратной рекурсии – ограничений начальных и промежуточных этапов развития, преодолевается посредством построения репрезентативного множества допустимых управлений и соответствующих данным управлениям траекторий развития региона. Таким образом, прямого отношения к задаче оптимального управления рекурсивные модели не имеют. Вместе с тем, наличие принципиальной возможности оценки на основе рекурсивных моделей оптимума, а также относительная простота их численного решения дают право на проведение содержательных аналогий. Пользуясь данным правом, определим управление в рекурсивных моделях, являющееся в сущности экзогенной функцией времени, как управление по разомкнутому контуру.

Если в модели поддерживается режим одновременных расчётов для всех временных периодов, оптимальное управление рассчитывается внутри модели, не требуя при этом много-

¹ См. обзорные работы, посвящённые моделям экономических взаимодействий субнационального уровня: [15; 26].

кратных её запусков. Модели с указанным режимом расчётов представляют собой синтез двух математических конструкций – статичной модели экономических взаимодействий и задачи оптимального управления. Назначение первой конструкции состоит в обеспечении структурной целостности описания связей экономической системы региона, не допускающей автономного развития ни одного из важнейших элементов этой системы; назначение второй конструкции – в наделении экономических агентов региона способностями принимать решения с учётом условий перспективного развития. Различают модели со «слабой» и «сильной» взаимосвязанностью временных периодов [1, с. 220]. Взаимосвязанность периодов признаётся «слабой», если в модели она обеспечивается исключительно интегральной целевой функцией, выражающей общественное благосостояние на всём горизонте планирования. «Сильная» же взаимозависимость подразумевает наличие не только интегральной целевой функции, но и локальных задач межвременного выбора потребления и инвестиций. В моделях с одновременными расчётами управление может осуществляться как по разомкнутому контуру, то есть полностью определяться в начальный момент времени (но при этом оставаться эндогенным), так и по замкнутому контуру, допускающему возможность пересмотра управления с учётом новой информации, которую несут текущие значения фазовых переменных. Формально управление по замкнутому контуру является функцией времени и текущих значений фазовых переменных.

Долгое время в арсенале исследователей присутствовали лишь модели, построенные по рекурсивному принципу. Распространённой являлась практика создания нескольких поколений одной модели, эволюционирующих в части описания связей региона с внешним миром. Яркими примерами служат модели ORANI, FEDERAL и AMOS, в первых версиях которых объект управления – регион, связанный с абстрактным внешним миром экзогенными потоками (ORES и ORANI-R [10; 11; 12], FEDERAL [25], AMOS [17; 20] соответственно), в поздних версиях – многорегиональная система с детализированными эндогенно формируемыми материальными и финансовыми потоками между регионами (MMRF [5; 6; 24], FEDERAL-F [13; 14] и AMOSRUK [16; 18] соответственно). Регион в данных моделях как управляемая динамическая система описывается на основе следующих общих принципов:

1. Принцип преемственности инструментов управления, означающий, что траектория развития региона может измениться лишь под влиянием смены рестрикционной политики на экспансионистскую и наоборот. Приоритет отдаётся вопросу «Как различаются результаты управлений A и A' (полагая, что в A' входят те же инструменты управления, что и в A , но с другими значениями)?», а не вопросу «Как необходимо изменить управление A для достижения больших результатов?».

2. Принцип закрепления структуры собственности и отраслевых правил инвестирования, в соответствии с которым в вектор управления такие инструменты, как приватизация и акционирование в регионе, не включаются. Большинство динамических моделей экономических взаимодействий создаются для рыночных систем, для них отсутствие необходимости подобного включения возражений не вызывает. Однако следует признать, что возможности рекурсивных моделей описывать ситуации изменения структуры собственности в принципе ограничены, поскольку связаны со способностями экономических агентов предвидеть «перекрытие» будущими прибылями текущих убытков.

3. Принцип абсолютного приоритета федеральных финансовых ресурсов. В рекурсивных моделях в силу предполагаемого дисбаланса региональных сбережений и инвестиций в основной капитал отсутствует строгое разграничение потоков государственных капиталовложений по их источникам. При этом региональная политика за редким исключением рассматривается

как игра с нулевой суммой – обусловленное капиталовложениями увеличение темпов роста одних отраслей сопровождается снижением темпов роста других отраслей, доступ к капиталовложениям не получивших.

Первые модели с режимом одновременных расчётов появились в начале 2000-х гг.¹ Используемая в этих моделях идея взаимосвязи временных периодов, пусть и «слабой», позволила расширить спектр включаемых в вектор управления инструментов и в целом привела к смещению акцентов с исследований эффектов федеральной политики на исследования эффектов региональной политики. Процесс развития и распространения моделей с режимом одновременных расчётов по интенсивности значительно уступает процессу развития рекурсивных моделей, что во многом обусловлено так называемым «проклятием размерности» и неопределённостью дисконта, на основе которого сравниваются будущие выгоды с сегодняшними затратами². В настоящее время этот процесс связан с переходом от «слабой» к «сильной» взаимозависимости временных периодов, а не от простых к более сложным описаниям объекта управления (от региона с экзогенными связями с внешним миром к многорегиональной системе).

Примеров моделей с «сильной» взаимосвязанностью временных периодов немного³, объединяют их следующие принципы построения траекторий развития региона:

1. Принцип закрепления краевых условий. Управление системой осуществляется при заданном состоянии системы в начальный момент времени и сформированном образе состояния системы в конечный момент времени. Приоритет отдаётся вопросу о том, каким должно быть управление в каждый момент времени для максимизации интегральной целевой функции и достижения сформированного образа системы в будущем.

2. Принцип «свободного»/проектного инвестирования, означающий, что любая отрасль вне зависимости от текущего уровня её рентабельности может быть вовлечена в процесс инвестирования, формализуемый в модели посредством задач максимизации чистой приведённой стоимости фирм при заданном законе формирования их фондов.

3. Принцип относительного приоритета федеральных финансовых ресурсов. Наиболее масштабные инвестиционные проекты, прежде всего инфраструктурного характера, имеют федеральное значение и, следовательно, осуществляются под контролем и за счёт федерации. Вместе с тем региональная политика перестаёт рассматриваться как игра с нулевой суммой и также подчиняется задачам максимизации интегральной целевой функции.

При осуществлении выбора конкретной постановки модели экономических взаимодействий помимо сформулированных принципов построения траекторий развития регионов необходимо учитывать ещё два момента, связанных с использованием оптимизационного контекста. Во-первых, модель, его поддерживающая, всё-таки должна описывать регион как систему с эндогенными связями с остальной страной, в противном случае получаемые модельные результаты обречены иметь серьёзные ограничения в использовании, а то и вовсе быть ошибочными. Во-вторых, постановка оптимизационной модели сопряжена с необходимостью осмысления, а в определённых случаях и конструирования её содержательной основы, определяющей пространство состояний системы, в котором происходит движение, цели и судьбу результатов оптимизации. Соответственно, следует заключить, что появившиеся в недавнем

¹ См., например: [7; 27].

² Проблеме выбора дисконта и влияния данного выбора на результаты модельных расчетов посвящено достаточно много работ; одной из последних является [3].

³ См.: [22; 23]. Интерес представляют также модели для многорегиональных систем, в которых регионом является страна, в частности, модель MERCOSUR, описанная в [9].

прошлом исследования, представляющие варианты моделей экономических взаимодействий с «сильной» взаимосвязанностью временных периодов, с одной стороны, вселяют надежду на получение универсального инструмента определения оптимума с детализированной информацией, его характеризующей, с другой стороны, не раскрывают вопросов формирования содержательной, позитивной основы модельных результатов, без которой последние оказываются лишь благодатной почвой для количественных спекуляций.

Список литературы

1. Гранберг А.Г. Динамические модели народного хозяйства. М.: Экономика, 1985. 240 с.
2. Либман А.М. Информационная асимметрия в федерациях // Пространственная экономика. 2014. № 4. С. 9–25. DOI: 10.14530/se.2014.4.009-025.
3. Луговой О.В., Полбин А.В. О распределении бремени сокращения выбросов парниковых газов между поколениями // Журнал Новой экономической ассоциации. 2016. № 3. С. 12–39.
4. Abel A.B., Blanchard O.J. An Intertemporal Model of Saving and Investment // *Econometrica*. 1983. Vol. 51. No. 3. Pp. 675–692.
5. Adams P.D., Dixon J.M., Giesecke J.A., Horridge J.M. MMRF: Monash Multiregional Forecasting Model: A Dynamic Multiregional Model of the Australian Economy. General Working Paper G-223. Melbourne: Centre of Policy Studies, 2010. 185 p.
6. Adams P.D., Horridge J.M., Parmenter B.R. MMRF-Green: A Dynamic, Multi-Sectoral, Multi-Regional Model of Australia. Preliminary Working Paper OP-94. Melbourne: Centre of Policy Studies, 2000. 23 p.
7. Deepak M.S., West C.T., Spreen T.H. Local Government Portfolios and Regional Growth: Some Combined Dynamic CGE/Optimal Control Results // *Journal of Regional Science*. 2001. Vol. 41. No. 2. Pp. 219–254.
8. Devarajan S., Go D.S. The Simplest Dynamic General-Equilibrium Model of an Open Economy // *Journal of Policy Modeling*. 1998. Vol. 20. No. 6. Pp. 677–714.
9. Diao X., Somwaru A. An Inquiry on General Equilibrium Effects of MERCOSUR – An Intertemporal World Model // *Journal of Policy Modeling*. 2000. Vol. 22. No. 5. Pp. 557–588.
10. Dixon P.B., Parmenter B.R., Sutton J. Spatial Disaggregation of ORANI Results: A Preliminary Analysis of the Impacts of Protection at the State Level // *Economic Analysis and Policy*. 1978. Vol. 8. No. 1. Pp. 35–86.
11. Dixon P.B., Rimmer M.T., Tsigas M. Regionalising Results from a Detailed CGE Model: Macro, Industry and State Effects in the US of Removing Major Tariffs and Quotes // *Papers in Regional Science*. 2007. Vol. 86. No. 1. Pp. 31–55.
12. Giesecke J.A. Development of a Large-Scale Single U.S. Region CGE Model Using IMPLAN Data: A Los Angeles County Example with a Productivity Shock Application. General Working Paper G-187. Melbourne: Centre of Policy Studies, 2009. 27 p.
13. Giesecke J.A. The FEDERAL-F Model. CREA Paper № TS-07. Hobart: Centre for Regional Economic Analysis, University of Tasmania, 1997. 104 p.
14. Giesecke J.A., Madden J.R. Competition Reforms and Collaborative Federalism: A Dynamic Multiregional Applied General Equilibrium Analysis. Paper to be presented to 42nd Congress of the European Regional Science Association (27–31 August, 2002). University of Dortmund.
15. Giesecke J.A., Madden J.R. Evidence-based Regional Economic Policy Analysis: The Role of CGE Modelling // *Cambridge Journal of Regions, Economy and Society*. 2013. Vol. 6. No. 2. Pp. 285–301.
16. Gillespie G., McGregor P.G., Swales J.K., Yin Y.P. A Computable General Equilibrium Approach to the Ex Post Evaluation of Regional Development Agency Policies // *Regional Policies and Comparative Advantage*. Ed. by B. Johansson, C. Karlsson, R.R. Stough. Cheltenham: Edward Elgar. 2002. Pp. 253–282.

17. Gillespie G., McGregor P.G., Swales J.K., Yin Y.P. The Displacement and Multiplier Effects of Regional Selective Assistance: A Computable General Equilibrium Analysis // *Regional Studies*. 2001. Vol. 35. No. 2. Pp. 125–139.
18. Gilmartin M., Learmonth D., McGregor P., Swales K., Turner K. Regional Policy Spillovers: The National Impact of Demand-Side Policy in an Interregional Model of the UK Economy. Discussion Papers in Economics No. 11–28. Glasgow: University of Strathclyde, 2011. 57 p.
19. Go D.S. External Shocks, Adjustment Policies and Investment in a Developing Economy: Illustrations from a Forward-Looking CGE Model of the Philippines // *Journal of Development Economics*. 1994. Vol. 44. No. 2. Pp. 229–261.
20. Harrigan F., McGregor P.G., Dourmachin N., Perman R., Swales J.K., Yin Y.P. AMOS: A Macro-Micro Model of Scotland // *Economic Modelling*. 1991. Vol. 8. No. 4. Pp. 424–479.
21. Hayashi F. Tobin's Marginal q and Average q: A Neoclassical Interpretation // *Econometrica*. 1982. Vol. 50. No. 1. Pp. 213–224.
22. Lecca P., McGregor P.G., Swales J.K. Forward Looking and Myopic Regional Computable General Equilibrium Models. How Significant is the Distinction? // *Economic Modelling*. 2013. Vol. 31. Pp. 160–176.
23. Lecca P., McGregor P.G., Swales J.K., Yin Y.P. Balanced Budget Multipliers for Small Open Regions within a Federal System: Evidence from the Scottish Variable Rate of Income Tax // *Journal of Regional Science*. 2014. Vol. 54. No. 3. Pp. 402–421.
24. Lkhanaajav E. CoPS Style Modelling and Analysis. CoPS Working Paper № G-264. Melbourne: Centre of Policy Studies, 2016. 31 p.
25. Madden J.R. FEDERAL: A Two-Region Multisectoral Fiscal Model of the Australian Economy. Thesis for the Degree of Doctor of Philosophy. University of Tasmania, 1990. 333 p.
26. Partridge M.D., Rickman D.S. Computable General Equilibrium (CGE) Modeling for Regional Economic Development Analysis // *Regional Studies*. 2010. Vol. 44. No. 10. Pp. 1311–1328.
27. Seung C.K., Kraybill D.S. The Effects of Infrastructure Investment: A Two-Sector Dynamic Computable General Equilibrium Analysis for Ohio // *International Regional Science Review*. 2001. Vol. 24. No. 2. Pp. 261–281.

References

1. Granberg A.G. *Dynamic Models of National Economy*. Moscow, 1985. 240 p. (In Russian)
2. Libman A.M. Information Asymmetry in Federations. *Prostranstvennaya ekonomika = Spatial economics*. 2014. No. 4. Pp. 9–25. DOI: 10.14530/se.2014.4.009-025 (In Russian)
3. Lugovoy O.V., Polbin A.V. On Intergenerational Distribution of the Burden of Greenhouse Gas Emissions. *Zhurnal Novoy ekonomicheskoy assotsiatsii* [Journal of the New Economic Association]. 2016. No. 3. Pp. 12–39. (In Russian)
4. Abel A.B., Blanchard O.J. An Intertemporal Model of Saving and Investment. *Econometrica*. 1983. Vol. 51. No. 3. Pp. 675–692.
5. Adams P.D., Dixon J.M., Giesecke J.A., Horridge J.M. *MMRF: Monash Multiregional Forecasting Model: A Dynamic Multiregional Model of the Australian Economy*. General Working Paper G-223. Melbourne: Centre of Policy Studies, 2010. 185 p.
6. Adams P.D., Horridge J.M., Parmenter B.R. *MMRF-Green: A Dynamic, Multi-Sectoral, Multi-Regional Model of Australia*. Preliminary Working Paper OP-94. Melbourne: Centre of Policy Studies, 2000. 23 p.
7. Deepak M.S., West C.T., Spreen T.H. Local Government Portfolios and Regional Growth: Some Combined Dynamic CGE/Optimal Control Results. *Journal of Regional Science*. 2001. Vol. 41. No. 2. Pp. 219–254.

8. Devarajan S., Go D.S. The Simplest Dynamic General-Equilibrium Model of an Open Economy. *Journal of Policy Modeling*. 1998. Vol. 20. No. 6. Pp. 677–714.
9. Diao X., Somwaru A. An Inquiry on General Equilibrium Effects of MERCOSUR – An Intertemporal World Model. *Journal of Policy Modeling*. 2000. Vol. 22. No. 5. Pp. 557–588.
10. Dixon P.B., Parmenter B.R., Sutton J. Spatial Disaggregation of ORANI Results: A Preliminary Analysis of the Impacts of Protection at the State Level. *Economic Analysis and Policy*. 1978. Vol. 8. No. 1. Pp. 35–86.
11. Dixon P.B., Rimmer M.T., Tsigas M. Regionalising Results from a Detailed CGE Model: Macro, Industry and State Effects in the US of Removing Major Tariffs and Quotes. *Papers in Regional Science*. 2007. Vol. 86. No. 1. Pp. 31–55.
12. Giesecke J.A. Development of a Large-Scale Single U.S. Region CGE Model Using IMPLAN Data: A Los Angeles County Example with a Productivity Shock Application. General Working Paper G-187. Melbourne: Centre of Policy Studies, 2009. 27 p.
13. Giesecke J.A. *The FEDERAL-F Model*. CREA Paper № TS-07. Hobart: Centre for Regional Economic Analysis, University of Tasmania, 1997. 104 p.
14. Giesecke J.A., Madden J.R. *Competition Reforms and Collaborative Federalism: A Dynamic Multiregional Applied General Equilibrium Analysis*. Paper to be presented to 42nd Congress of the European Regional Science Association (27–31 August, 2002). University of Dortmund.
15. Giesecke J.A., Madden J.R. Evidence-based Regional Economic Policy Analysis: The Role of CGE Modelling. *Cambridge Journal of Regions, Economy and Society*. 2013. Vol. 6. No. 2. Pp. 285–301.
16. Gillespie G., McGregor P.G., Swales J.K., Yin Y.P. A Computable General Equilibrium Approach to the Ex Post Evaluation of Regional Development Agency Policies. In: *Regional Policies and Comparative Advantage*. Ed. by B. Johansson, C. Karlsson, R.R. Stough. Cheltenham: Edward Elgar. 2002. Pp. 253–282.
17. Gillespie G., McGregor P.G., Swales J.K., Yin Y.P. The Displacement and Multiplier Effects of Regional Selective Assistance: A Computable General Equilibrium Analysis. *Regional Studies*. 2001. Vol. 35. No. 2. Pp. 125–139.
18. Gilmartin M., Learmonth D., McGregor P., Swales K., Turner K. *Regional Policy Spillovers: The National Impact of Demand-Side Policy in an Interregional Model of the UK Economy*. Discussion Papers in Economics No. 11–28. Glasgow: University of Strathclyde, 2011. 57 p.
19. Go D.S. External Shocks, Adjustment Policies and Investment in a Developing Economy: Illustrations from a Forward-Looking CGE Model of the Philippines. *Journal of Development Economics*. 1994. Vol. 44. No. 2. Pp. 229–261.
20. Harrigan F., McGregor P.G., Dourmachkin N., Perman R., Swales J.K., Yin Y.P. AMOS: A Macro-Micro Model of Scotland. *Economic Modelling*. 1991. Vol. 8. No. 4. Pp. 424–479.
21. Hayashi F. Tobin's Marginal q and Average q: A Neoclassical Interpretation. *Econometrica*. 1982. Vol. 50. No. 1. Pp. 213–224.
22. Lecca P., McGregor P.G., Swales J.K. Forward Looking and Myopic Regional Computable General Equilibrium Models. How Significant is the Distinction? *Economic Modelling*. 2013. Vol. 31. Pp. 160–176.
23. Lecca P., McGregor P.G., Swales J.K., Yin Y.P. Balanced Budget Multipliers for Small Open Regions within a Federal System: Evidence from the Scottish Variable Rate of Income Tax. *Journal of Regional Science*. 2014. Vol. 54. No. 3. Pp. 402–421.
24. Lkhanaajav E. *CoPS Style Modelling and Analysis*. CoPS Working Paper No. G-264. Melbourne: Centre of Policy Studies, 2016. 31 p.
25. Madden J.R. *FEDERAL: A Two-Region Multisectoral Fiscal Model of the Australian Economy*. Thesis for the Degree of Doctor of Philosophy. University of Tasmania, 1990. 333 p.

26. Partridge M.D., Rickman D.S. Computable General Equilibrium (CGE) Modeling for Regional Economic Development Analysis. *Regional Studies*. 2010. Vol. 44. No. 10. Pp. 1311–1328.

27. Seung C.K., Kraybill D.S. The Effects of Infrastructure Investment: A Two-Sector Dynamic Computable General Equilibrium Analysis for Ohio. *International Regional Science Review*. 2001. Vol. 24. No. 2. Pp. 261–281.

■ ■ ■
Для цитирования:

Джурка Н.Г. Принципы моделирования динамики управляемых экономических систем субнационального уровня // Регионалистика. 2018. Т. 5. № 2. С. 43–51. DOI: [10.14530/reg.2018.2.43](https://doi.org/10.14530/reg.2018.2.43)

For citing:

Dzhurka N.G. Principles of Modelling the Dynamics of Controlled Subnational Economic Systems. *Regionalistica* [Regionalistics]. 2018. Vol. 5. No. 2. Pp. 43–51. DOI: [10.14530/reg.2018.2.43](https://doi.org/10.14530/reg.2018.2.43) (In Russian)