

**УДК 338.24**  
**ББК 65.050.22**  
**Р 19**

**М.С. Ракитина**

*Кандидат экономических наук, доцент кафедры государственного и муниципального права и управления Южного федерального университета, г. Ростов-на-Дону. Тел.: (8634) 31 14 26, e-mail: rakitinams@gmail.com*

## **МОДЕЛИРОВАНИЕ СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ РЕГИОНА ОПРЕДЕЛЕННОГО ТИПА**

*(Рецензирована)*

Исследование выполнено при финансовой поддержке РГНФ в рамках научно-исследовательского проекта РГНФ «Факторы и пути преодоления неравномерности социально-экономического развития регионов в условиях реформирования бюджетного сектора» (проект №13-32-01256)

**Аннотация.** В статье рассмотрены модели социально-экономического развития региона; представлена мультиагентная модель региона в условиях реформирования бюджетного сектора.

**Ключевые слова:** моделирование, устойчивое развитие региона, мультиагентная модель, межбюджетные отношения, теоретико-игровой подход.

**M.S. Rakitina**

*Candidate of Economic Sciences, Associate Professor of State and Municipal Law and Administration Department, Southern Federal University. Rostov-on-don, Ph.: (8634) 31 14 26, e-mail: rakitinams@gmail.com*

## **MODELING OF SOCIAL AND ECONOMIC INDICATORS OF A CERTAIN REGION TYPE**

The study is performed with the financial support of the RHSF under research project of RHSF «Factors and Ways of Overcoming of Irregularities of social and economic development of the regions under reform of the public sector» (Project №13-32-01256)

**Abstract.** The article discloses the model of social and economic development of the region. It represents a multi-agent model of the region in conditions of the public sector reforming.

**Keywords:** modeling, sustainable development of the region, multi-agent model, intergovernmental relations, game-theoretic approach.

Посткризисный период экономического развития России определил необходимость повышения качества государственных и муниципальных услуг населению, причем оказываемый набор услуг должен быть надлежащего качества, независимо от типа и уровня развития региона. Следовательно, особую актуальность приобретает вопрос формирования адекватной бюджетной политики, в том числе в области межбюджетных отношений.

В соответствии с Законом №83-ФЗ реформирование бюджетного процесса является неотъемлемой частью становления регионов на путь устойчивого развития. Необходимо развивать направление совершенствования системы межбюджетных отношений в части субсидирования бюджетных организаций, что, в свою очередь, предполагает широкое применение научно-обоснованных инструментов реализации межбюджетных отношений. Но по-

прежнему остается открытым вопрос соблюдения баланса интересов как населения, так и бюджетных учреждений, а также повышения качества и доступности услуг, предоставляемых населению и субсидируемых из вышестоящих бюджетов.

Из вышесказанного следует, что в исследовании целесообразно проводить решение задачи предоставления субсидий на региональном уровне на основе мультиагентной модели, сопряженной с теоретико-игровым подходом. Применение теоретико-игрового подхода, в частности рефлексивных игр, обусловлено необходимостью создания универсальной модели для любого типа социально-экономического развития региона [1].

В качестве агентов будут выступать федеральные органы власти, являющиеся главенствующим агентом в принятии того или иного решения; регионы, в целом участвующие в принятии решений, которые взаимодействуют между собой и федеральными органами власти по причине совпадения / не совпадения их интересов; бюджетные учреждения сферы образования, здравоохранения, культуры, социальной сферы и т.д., нуждающиеся в тех или иных субсидиях (финансировании) для реализации своей деятельности и оказания услуг населению; население, предъявляющее требования к качеству государственных и муниципальных услуг, а также способное оценить предоставляемые услуги.

В описание игры будут входить следующие параметры [2]:

- множество агентов;
- множество предпочтений агентов;
- множество допустимых действий агентов;
- степень информированности агентов;
- порядок функционирования, т.е. последовательность выбора действий.

Как и в любой другой теоретико-игровой модели, результатом полученной игры является построение равновесия, в данном случае выбор согласованного решения агентов. Многообразие вариантов решений будет определено рангом игры.

Построение рефлексивной игры начинается с формирования управления центром (в нашем исследовании — это регион) такой структуры информированности агентов (субъектов), при которой субъективным равновесием является требуемый для центра вектор действия агентов, а объективным — максимально выгодный. Пусть на множестве состояний системы введен функционал  $\Phi(\cdot)$ , описывающий интересы регионального центра на множестве  $X$  векторов действий агентов (запросов субъектов об объемах финансовых средств на выравнивание бюджетной обеспеченности).

Глубина информационной структуры ограничена  $x_i$  (некоторое конечное число, все рассуждения производятся от  $i$ -го агента), из чего следует, что в соответствии с формулой 1

$$AX_i^*(\psi_i^{V_i}) = X_i^{V_i-2}, \quad (1)$$

где  $v_i=2,3,\dots$

что означает несимметричность общего знания на нижнем уровне множества субъектов равновесий  $i$ -го агента (несовпадение интересов субъектов).

Следовательно, изменяя информационную структуру, центр имеет возможность побудить агента выбрать субъективное равновесие, т.е. выбрать любое действие  $X_i^{V_i-2}$ , которое можно [3] назвать множеством реализованных действий. Иными словами, регион представляет информацию таким образом, чтобы субъекты были ограничены в выборе того или иного решения, то есть происходит «навязывание» игры остальным субъектам.

Задача управления заключается в нахождении вектора  $x^*$  реализованных действий (определение оптимального объема финансирования всем типам субъектам). Целевую функцию регионального центра можно определить следующим образом

$$x^* = \arg \max_{\{x_i \in X_i^{V_i}\}_{i \in N}} \Phi(x_1, x_2, \dots, x_n) \quad (2)$$

Когда определена целевая функция, можно перейти к формированию равновесного состояния игры. Следует уточнить, что равновесным состоянием в данном случае будет субъективное равновесие, так как изначально участники

модели ставятся в неравные условия законодательством Российской Федерации.

Расчет в соответствии с классическим равновесием Нэша для двух

агентов, в котором информация о значениях  $\theta_1, \theta_2 \in \Omega$  является общим знанием, т.е. первоначальная информация о бюджетной обеспеченности субъектов.

$$\begin{aligned}
 E_N(\theta_1, \theta_2) &= \{(x_1(\theta_1, \theta_2), x_2(\theta_1, \theta_2)) \in X\} \\
 \forall y_1 \in X_1 & f_1(\theta_1, x_1(\theta_1, \theta_2), x_2(\theta_1, \theta_2)) \geq f_1(\theta_1, y_1, x_2(\theta_1, \theta_2)) \\
 \forall y_2 \in X_2 & f_2(\theta_2, x_1(\theta_1, \theta_2), x_2(\theta_1, \theta_2)) \geq f_2(\theta_2, x_2(\theta_1, \theta_2), y_2)
 \end{aligned}
 \tag{3}$$

Данным равенством обеспечивается субъективное равновесие, то есть лидерство, приоритетность региона.

Введем множество лучших ответов  $i$ -го агента на выбор оппонентом действий из множества  $X_{-i}$  при множе-

стве  $\Omega$  возможных состояний системы. Подразумевается, что происходит определение одного из возможных предложенных центром объемов финансирования субъектов с целью повышения уровня бюджетной обеспеченности:

$$BR_1(\Omega, X_{-i}) = \bigcup_{x \in X, \theta \in \Omega} \text{Arg max}_{\{x_i \in X\}_{i \in N}} f_i(\theta, x_i, x_{-i}), i = 1, 2
 \tag{4}$$

Также введем свойства множеств ответов агентов (данные свойства характеризуют информированность субъектов):

$$E_N = \bigcup_{\theta_1, \theta_2 \in \Omega} E_N(\theta_1, \theta_2), E_N^0 = \bigcup_{\theta \in \Omega} E_N(\theta_1, \theta_2)
 \tag{5}$$

Если базовый набор действий агентов можно определить как (таблица 1):

$$X_i^0 = \bigcup_{\theta_1, \theta_2 \in \Omega} x_i(\theta_1, \theta_2) = \text{Proj}_i E_N, i = 1, 2
 \tag{6}$$

Таблица 1

Стратегии агентов в общем виде

K	1	2	3	4	5	...
$x_1^*$	$\varepsilon$	$\varepsilon + \delta$	$\varepsilon + \delta$	$\varepsilon + 2\delta$	$\varepsilon + 2\delta$	...
$x_2^*$	$\varepsilon + \delta$	$\varepsilon + \delta$	$\varepsilon + 2\delta$	$\varepsilon + 2\delta$	$\varepsilon + 3\delta$	...

то набор действий  $i$ -го агента будет определен, как представлено в формуле 7, и будет выбран из возможных вариантов действий множества  $\Omega$  возможных состояний системы управления межбюджетными отношениями,

то есть после того, как определен оптимальный объем трансфертов для каждого типа субъекта (таблица 1), необходимо согласовать запросы субъектов между собой (таблица 2):

$$X_i^K = BR_i(\Omega, X_{-i}^{K-1}), K = 1, 2, \dots, i = 1, 2
 \tag{7}$$

Отображение (2.3.7)  $BR_1(\Omega, X_{-i}) : \Omega \times X_{-i} \rightarrow X_i$  называется рефлексивным отображением  $i$ -го агента (рефлексивное отображение одного субъекта),  $i=1, 2..$

Таблица 2

Выигрыши агентов в общем виде

$BR_i(\Omega, X_{-i}^{K-1})$	Выигрышные стратегии					
	1	2	3	4	5	...
$x_1^*$	$\varepsilon + \delta$	$\varepsilon + \delta$	$\varepsilon + 2\delta$	$\varepsilon + 2\delta$	$\varepsilon + 3\delta$	...
$x_2^*$	$\varepsilon + \delta$	$\varepsilon + \delta$	$\varepsilon + 2\delta$	$\varepsilon + 2\delta$	$\varepsilon + 3\delta$	...

Свойства введенных множеств описываются следующим утверждением, истинность которого определена формулами 3—6.

$$E_N^0 \subseteq E_N, X_i^K \subseteq X_i^{K+1}, k=0,1,\dots, i=1,2.$$

Таким образом, если рефлексивные отображения агентов стационарны, то максимальный целесообразный ранг информационной рефлексии равен 2, и при несимметричном общем знании на нижнем уровне множество субъективных равновесий  $i$ -го агента будет равно:

$$AX_i^*(\psi_i^{k_i}) = X_i^{k_i-2}, k_i=2,3,\dots, \tag{8}$$

а при симметричном общем знании на нижнем уровне множество субъективных равновесий  $i$ -го агента равно:

$$SX_i^*(\psi_i^{k_i}) = BR_i(\Omega, \dots, BR_j(\Omega, Proj_i, E_N^0), \dots), k_i=2,3,\dots \tag{9}$$

Тогда (формула 2) является стандартной задачей оптимизации. Сiroванное действие реализуемо как субъективное равновесие.

Если рефлексивное отображение стационарно, то в силу формулы 8 задача 2 примет вид:

$$x^* = \arg \max_{\{y_i \in X_i^0\}_{i \in N}} \Phi(x_1, x_2, \dots, x_n)$$

Фиксируем действие  $x^* \notin X^0$ , которое региональный центр хотел бы реализовать, то есть тот объем трансфертов, который наиболее выгоден для региона в целях экономии ресурсов для последующего их распределения.

Если  $x^* \in X^0 = \prod_{i \in N} X_i^0$ , то фик-

$$k_i^*(x_i) = \min\{k \in X \mid x_i^* \in X_i^{k-2}\}, i \in N \tag{10}$$

Алгоритм решения задачи (2.3.10) в случае двух агентов (один субъект и регион).

Введем для произвольного действия  $x_i \in X_i$   $i$ -го агента множество

$$U_j(x_i) = \{x_i \in X_j \mid \exists \theta \in \Omega : x_i \in \text{Arg} \max_{x \in X} f_i(\theta, x_i, x_j)\} \tag{11}$$

Алгоритм поиска оптимального решения будет выглядеть следующим образом:

1. Если  $U_j(x_i) = \emptyset$ , то решения не существует, иначе перейти к шагу 2;
2. Если  $x_i \in X_i$ , то решение найдено и  $k_i^*(x_i) = 2$ , иначе перейти в шаг 3;
3. Если  $U_j(x_i) \cap X_j^0 \neq \emptyset$ , то решение найдено и  $k_i^*(x_i) = 3$ , иначе перейти к шагу 4;
4. Если  $\bigcup_{x_i \in U_j(x_i)} U_i(x_i) \cap X_i^0 \neq \emptyset$ , то ре-

Если  $x^* \notin X^0$ , то реализовать данное действие как информационное равновесие невозможно, т.е. это действие не является оптимальным или не входит в допустимый набор состояний системы  $\Omega$  множества возможных состояний системы.

Если рефлексивное отображение не стационарно, то необходимо найти для каждого агента регулирующую информационную структуру глубины  $x^* \notin X^0$ , в рамках которой искомое действие является субъективным равновесием, то есть:

тех действий на оппонента, на которые при некотором допустимом состоянии системы данное действие является лучшим ответом:

пение найдено и  $k_i^*(x_i) = 4$ , иначе перейти к шагу 5;

5. И т.д., расширяя область определения  $x^*$  до некоторой области значений  $\xi$ .

Область значений  $\xi$  — критерии, согласно которым можно определить достаточность объемов финансовой помощи, переданной субъектам.

Таким образом, представленный алгоритм отвечает всем требованиям для поиска оптимального соотношения

интересов населения, органов власти и оказания государственных и муниципальных услуг.  
 бюджетных учреждений для повышения и выравнивания уровня и качества

#### Примечания:

1. Грезина М.А., Колчина О.А., Шевченко И.К. Типология регионов как информационно-аналитический инструмент совершенствования межбюджетных отношений в условиях территориальной дифференциации // Вестник Томского государственного университета. Экономика. 2012. №4 (20).
2. Горелик В.А., Кононенко А.Ф. Теоретико-игровые модели принятия решений в эколого-экономических системах. М.: Радио и связь, 1982. 144 с.
3. Новиков Д.А. Стимулирование в социально-экономических системах (базовые математические модели). М.: ИПУ РАН, 1998.
4. Лямина М.А. Подход к проектированию интеллектуальной системы экспресс-оценки ипотечного климата субъектов Российской Федерации // Известия ЮФУ. Технические науки. 2008. №10 (87). С. 23—28.
5. Ракитина М.С. Когнитивное моделирование межрегионального обмена ресурсами // Вестник Адыгейского государственного университета. Сер. Экономика. 2010. №2 (62). С. 193—201.
6. Ракитина М.С. Исследование проблем межбюджетных отношений на уровне региона и муниципального образования // Известия ЮФУ. Технические науки. 2009. №3 (92). С. 26—32.
7. Поварова А.И., Печенская М.А. Теоретико-методологические аспекты бюджетной обеспеченности региона // Проблемы развития территории. 2010. №5. С. 41—48.

#### References:

1. Gresina M.A., Kolchina O.A., Shevchenko I.K. Typology of regions as an information and analytical tools improve intergovernmental relations in the context of territorial differentiation // Bulletin of the Tomsk State University. №4 (20) 2012г.
2. Gorelik V.A., Kononenko A.F. heoretical game model of decision making in environmental and economic systems. M: Radio and communication, 1982. 144 pp.
3. Novikov D.A. Stimulation in social and economic systems (basic mathematical models). M: ICS RAS, 1998.
4. Lyamina M.A. Approach to the design of intelligent system of rapid assessment of the mortgage climate of RF subjects // Proceedings of the SFU. Engineering. 2008. №10 (87). Pp. 23—28.
5. Rakitina M.S. Cognitive modeling of interregional exchange of resources//Bulletin Adyghe State University. A series of Economics. 2010. №2 (62). Pp. 193—201.
6. RakitinaM.S. Research of problems of interbudgetary relations at the level of regions and municipalities // Proceedings of the SFU. Engineering. 2009. №3(92). Pp. 26—32
7. Povarova A.I., Pechenskaya M.A. Theoretical and methodological aspects of the fiscal capacity of the region // Problems of development of the territory. 2010. №5. Pp. 41—48