

УДК 519.865.7

*И.В. Яковенко***ТЕОРЕТИКО-МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЙ ПОДХОД КОНВЕРГЕНЦИИ МЕТОДОВ КАЧЕСТВЕННОГО И КОЛИЧЕСТВЕННОГО АНАЛИЗА ПРИ МОДЕЛИРОВАНИИ УПРАВЛЕНИЯ МЕЖБЮДЖЕТНЫМИ ОТНОШЕНИЯМИ**

Представлено посвящена построение экономико-математической модели для поддержки принятия решений при управлении межбюджетными отношениями в решении вопросов повышения качества сбалансированности бюджетов по вертикали посредством увеличения налоговой составляющей их доходной части. Предложена теоретико-игровая модель, предназначенная для решения проблемы долевого распределения налоговых поступлений между бюджетами различных уровней бюджетной системы Российской Федерации в сопряжении со стратегиями социально-экономического развития административно-территориальных единиц различных уровней иерархии. Для учёта стратегических ориентиров социально-экономического развития территорий предложен теоретико-методологический подход конвергенции методов количественного и качественного анализа на базе применения математического аппарата нечёткой логики. Предложен метод решения игры в нечётких стратегиях, позволяющий определять пропорции распределения налоговых поступлений между бюджетами различных уровней с учётом согласованности интересов территорий, детерминируемых стратегиями их социально-экономического развития.

*Ключевые слова:* межбюджетное регулирование, экономический рост, экономико-математическая модель, теоретико-игровая модель, нечёткие стратегии.

**Введение**

В настоящее время отсутствие положительной динамики экономики России и её подверженность кризисным явлениям связано с множеством факторов, основным среди которых является зависимость от топливно-энергетического сектора. Геополитическая напряжённость и санкционные воздействия со стороны западных стран привели к отрицательному результату в темпах роста ВВП, который в 2015 и 2016 гг. составил соответственно  $-3,7\%$  и  $-0,8\%$  к аналогичному периоду предыдущего года [1]. Экспортно-сырьевая модель, основанная на наращивании объёмов энергосырьевого экспорта, полностью исчерпала себя. Кроме внешних воздействий, в российской экономике обозначены препятствующие экономическому росту внутренние проблемы, среди которых, прежде всего, следует обратить внимание на дисбалансы регионального и муниципального развития. Для демонстрации дисбалансов в табл. 1 приведены основные характеристики субъектов Южного федерального округа [2].

В соответствии с приведёнными социально-экономическими показателями валовой региональный продукт субъектов Южного федерального округа изменяется в пределах от 37867,6 млн руб. (г. Севастополь) до 1946759,7 (Краснодарский край). Минимальные среднедушевые доходы населения наблюдаются в республике Калмыкия (14569 руб. в месяц), максимальные – в Краснодарском крае (32785 руб. в месяц). На рис. 1 и 2 приведены гистограммы этих характеристик субъектов Южного федерального округа. Анализ субъектов других округов Российской Федерации даёт аналогичные результаты. Значимой внутренней проблемой, препятствующей экономическому росту России, является отставание от мировых темпов технологического развития в таких областях, как нанотехнологии, информационные технологии, системотехника, микроэлектроника и др.

В связи с этим целевым ориентиром государственной политики России является формирование и реализация новой модели экономического развития, обеспечивающей выход отечественной экономики на новый, превышающий среднемировой, уровень экономического роста посредством активизации различных, неиспользованных ранее факторов. Выход на намеченные ориентиры предполагается реализовать посредством разработки и воплощения стратегии пространственного развития экономики РФ, совершенствования механизмов регионального развития при обеспечении межрегиональной интеграции. На сегодняшний день наиболее актуальным и перспективным направлением является формирование экономических зон опережающего социально-экономического развития, как инструмента, ориентированного на глобальную конкурентоспособность территории.

Таблица 1

**Основные характеристики субъектов Южного федерального округа**

Название субъекта РФ	Средне-годовая численность занятых, тыс. чел.	Средне-душевые денежные доходы (в месяц), руб.	Потребительские расходы в среднем на душу населения (в месяц), руб.	Среднемесячная номинальная начисленная заработная плата работников организаций, руб.	Валовой региональный продукт в 2015 г., млн руб	Инвестиции в основной капитал, млн руб.
Республика Адыгея	151,1	23600	17817	23109	82583,7	15391
Республика Калмыкия	112,3	14569	7441	21318	47291,7	13510
Республика Крым	825,4	18071	13585	24140	248280,1	52965
Краснодарский край	2553,2	32785	27018	28734	1946759,7	428972
Астраханская область	473,7	22760	17684	27493	320735,0	118625
Волгоградская область	1147,6	20739	16088	26554	735293,1	181485
Ростовская область	1968,2	27104	21843	26689	1171784,1	287413
г. Севастополь	171,3	24937	21050	24259	37867,6	12087

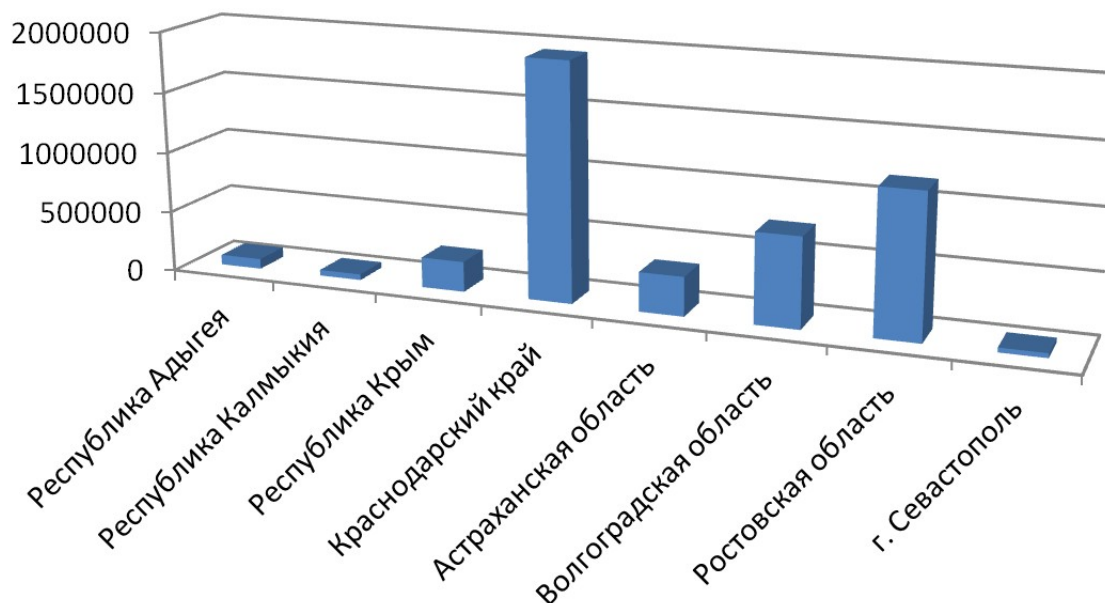


Рис. 1. Гистограмма величины ВРП по Южному федеральному округу

Важной задачей, поставленной для развития субъектов Российской Федерации, является правильное определение приоритетов регионального развития на основе формирования и развития «точек экономического роста» с учётом территориальных конкурентных преимуществ, которые создадут импульсы субфедерального хозяйствования, формирующие новые виды экономической деятельности и хозяйственных образований при переходе к новой модели пространственного развития российской экономики.

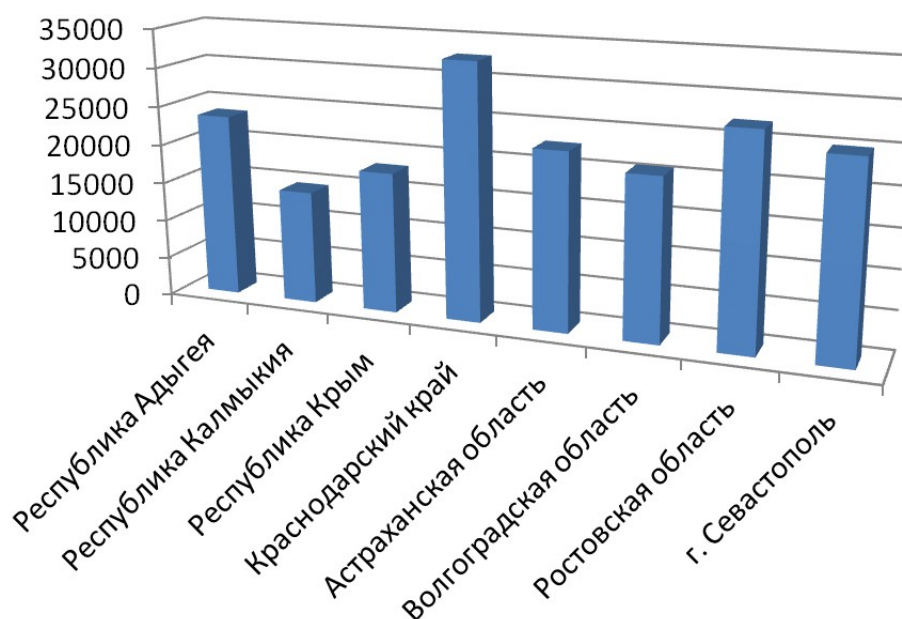


Рис. 2. Гистограмма среднедушевых денежных доходов в месяц по южному федеральному округу

Всё это актуализирует вопросы совершенствования механизмов усиления процессов стимулирования органов государственной власти субъектов РФ и местного самоуправления для создания благоприятных условий сбалансированного социально-экономического развития территорий и сокращения дифференциации в их социально-экономическом состоянии. Надёжным драйвером этих процессов является совершенствование механизмов межбюджетного регулирования, создающих условия для роста налоговых доходов административно-территориальных образований и повышающих устойчивость региональных и местных бюджетов.

### Методы исследований

В проводимых в настоящее время исследованиях фокусируется внимание на построении новой модели экономического роста [3-6]. При этом заостряется особое внимание на существующей российской системе межбюджетного регулирования, которая не порождает заинтересованность региональных и муниципальных властей в активизации хозяйственной деятельности на подведомственных им территориях и тем самым не обуславливает наращивание их налогового потенциала [7-9]. Централизация налоговой системы, приводящая к концентрации налоговых поступлений на высших уровнях иерархии бюджетной системы, вызывает встречные финансовые потоки в виде трансфертов, что не создаёт условий мотивации к саморазвитию.

В настоящее время в рамках реализации принципов бюджетного федерализма ставится вопрос повышения качества сбалансированности бюджетов на всех уровнях бюджетной системы посредством увеличения в их доходах налоговой компоненты. В условиях ограниченности собираемости налогов решение поставленной задачи требует применения экономико-математических моделей для принятия оптимальных решений, обеспечивающих компромисс экономических интересов территорий по вертикальной линии власти при определении нормативов долевого распределения налоговых поступлений. Концентрация процессов управления на платформе цифровой экономики обуславливает необходимость взаимодействия властных структур различных уровней иерархии при распределении налоговой базы посредством программных комплексов как цифровой среды, при выборе компромиссных вариантов решений, обеспечивающих согласование территориальных социально-экономических интересов между бюджетами вышестоящего и нижестоящего уровней бюджетной системы РФ. Вышестоящим уровнем является бюджет субфедерации, а нижестоящим – бюджет субрегиона. Поставленная задача является слабоструктурированной по причине неточности информации о прогнозах относительно объёмов собираемости налогов в течение планируемого периода, зависящих от темпов социально-экономического развития, а также из-за происходящих изменений эконо-

мической конъюнктуры в стране и изменений в стратегических ориентирах территории. Прогнозируемые величины темпов экономического роста территорий по вертикали, как правило, определяются наличием или отсутствием формируемых на них точек экономического роста, обеспечивающих развитие по определённом, вербально описанному сценарию. Вербальное представление сценариев не даёт возможности их использования как аргументов при формальном описании темпов экономического роста, хотя опытный специалист способен аппроксимировать представленную в размытой форме информацию количественными аналогами.

Авторское видение решения задачи создания инструментария долевого распределения налоговых поступлений между бюджетами различных уровней иерархии состоит в конвергенции методов количественного и качественного анализа для принятия согласованных решений, обеспечивающих компромисс интересов, определяемых стратегиями социально-экономического развития при распределении ограниченных налоговых ресурсов. При этом для формального представления сценариев социально-экономического развития территорий предложена логико-лингвистическая модель, в которой сценарий представлен лингвистической переменной  $Scenar = \{ Stagnaz, Inert, SbalRost \}$ . Значениями этой переменной являются нечёткие множества, описывающие следующие сценарии социально-экономического развития территории: стагнация, инертное развитие, сбалансированный рост. Нечёткие множества представлены кортежами  $Inert = \langle U, \mu_{A_i}^{Inert} \rangle$ ,  $SbalRost = \langle U, \mu_{A_i}^{SbalRost} \rangle$ ,  $Stagnaz = \langle U, \mu_{A_i}^{Stagnaz} \rangle$  с трапецидальными функциями принадлежности  $\mu_{A_i}^{Inert}$ ,  $\mu_{A_i}^{SbalRost}$ ,  $\mu_{A_i}^{Stagnaz}$ :

$$\mu_{A_i}^{Stagnaz} = \begin{cases} 0, & \Psi \leq 0, \\ 1, & 0 < \Psi \leq 3, \\ \frac{10 - \Psi}{10 - 3}, & 3 < \Psi \leq 10, \\ 0, & \Psi > 10 \end{cases}, \quad \mu_{A_i}^{Inert} = \begin{cases} 0, & \Psi \leq 0, \\ \frac{\Psi}{3}, & 0 < \Psi \leq 3, \\ 1, & 3 < \Psi \leq 6, \\ \frac{10 - \Psi}{10 - 6}, & 6 < \Psi \leq 10, \\ 0, & \Psi > 10, \end{cases}$$

$$\mu_{A_i}^{SbalRost} = \begin{cases} 0, & \Psi \leq 0, \\ \frac{\Psi}{6}, & 0 < \Psi \leq 6, \\ 1, & 6 < \Psi \leq 10. \end{cases}$$

Задача распределения налоговых поступлений ставится таким образом, чтобы обеспечить согласование интересов субфедерации с интересами субрегионов в соответствии с их сценарными ориентирами социально-экономического развития. Для решения поставленной задачи предложена теоретико-игровая модель  $G^\alpha$ , участниками которой являются стохастические автоматы  $A_1$  и  $A_2$  как экономико-математические модели, отражающие интересы административно-территориальных единиц  $i$ -го и  $(i+1)$ -го уровней при распределении поступлений от уплаты налогов. Структура автоматов  $A_1$  и  $A_2$  описана в [10-12]. В качестве чистых стратегий игровой модели рассматриваются различные варианты нормативов отчислений в бюджеты  $i$ -го и  $(i+1)$ -го уровней от налога вида  $\alpha$ . Множество допустимых чистых стратегий  $\Psi^\alpha = \{\Psi_i^\alpha(1)\}_{i \in J, \alpha \in S} \times \{\Psi_j^\alpha(2)\}_{j \in J, \alpha \in S}$  игроков интерпретируются как состояния стохастических автоматов [3]. Платёжная матрица игры  $G^\alpha$  представлена в табл. Величинами  $u_{ij}^\alpha$ ,  $l_{ij}^\alpha$  платёжной матрицы обозначены выигрыши участников игры при выборе ими набора чистых стратегий  $(\Psi_i^\alpha(1), \Psi_j^\alpha(2))$ . Аналитические выражения для выигрыша игрока  $A_1$  имеют вид:

$$u_{ij}(\Psi_i^\alpha(1), \Psi_j^\alpha(2)) = 0, \text{ если } j \neq k - i + 1;$$

$$u_{ij}(\Psi_i^\alpha(1), \Psi_j^\alpha(2)) = r_i^\alpha \cdot p_i^\alpha, \text{ если } j = k - i + 1.$$

Матрица теоретико-игровой модели  $G^\alpha$ 

		Состояния автомата $A_2$ в случайной среде $\alpha$				
		$\Psi_1^\alpha(2)$	$\Psi_2^\alpha(2)$	$\Psi_3^\alpha(2)$	...	$\Psi_k^\alpha(2)$
Состояния автомата $A_1$ в случайной среде $\alpha$	$\Psi_1^\alpha(1)$				...	$(u_1^\alpha, l_{k1}^\alpha)$
	$\Psi_2^\alpha(1)$			$(u_2^\alpha, l_{32}^\alpha)$	...	
	$\Psi_3^\alpha(1)$		$(u_3^\alpha, l_{23}^\alpha)$		...	
	...	...	...	...	...	...
	$\Psi_k^\alpha(1)$	$(u_k^\alpha, l_{1k}^\alpha)$			...	

В приведённых выражениях величины  $r_i^\alpha$  и  $p_i^\alpha$  означают соответственно финальные вероятности и оценки вероятностей выигрыша автомата  $A_1$  в своих состояниях [13; 14]. Принято, что относительно выигрышей  $l_{ij}^\alpha$  игрока  $A_2$  информация отсутствует и в связи с этим игра рассматривается в условиях информационной асимметрии. Решение игры ищется во множестве смешанных стратегий. С этой целью на области определения величин нормативов долевого распределения налоговых поступлений как на универсуме задана лингвистическая переменная  $Normativ = (T(Normativ), U_{Normativ}, \mu_{Normativ})$ , описывающие эти нормативы с качественной точки зрения. При этом функции принадлежности  $\mu_{Normativ}^i : U_{Normativ} \rightarrow [0,1]$ ,  $i = \{High, Average, Low\}$  нечётких множеств  $High, Average, Low$ , формально описывающих качественные характеристики долей распределения налоговых поступлений, заданы трапецевидными функциями вида:

$$\mu_{Normativ}^{LOW} = \begin{cases} 0, & \Psi \leq 0; \\ 1, & 0 < \Psi \leq 0.2; \\ \frac{0.3 - \Psi}{0.3 - 0.2}, & 0.2 < \Psi \leq 0.3; \\ 0, & \Psi > 0.3; \end{cases} \quad \mu_{Normativ}^{Average} = \begin{cases} 0, & \Psi \leq 0.3; \\ \frac{\Psi - 0.3}{0.4 - 0.3}, & 0.3 < \Psi \leq 0.4; \\ 1, & 0.4 < \Psi \leq 0.6; \\ \frac{0.8 - \Psi}{0.8 - 0.6}, & 0.6 < \Psi \leq 0.8; \\ 0, & \Psi > 0.8; \end{cases}$$

$$\mu_{Normativ}^{High} = \begin{cases} 0, & \Psi \leq 0.5; \\ \frac{\Psi - 0.5}{0.7 - 0.5}, & 0.5 < \Psi \leq 0.7; \\ 1, & 0.7 < \Psi \leq 1; \\ 0, & \Psi > 1. \end{cases}$$

Субъективная равновесная степень возможности, предоставляемая игроку  $A_1$  при выборе своей чистой стратегии, задаётся лингвистической переменной  $Strateg = (T(Strateg), U_{Strateg}, \mu_{Strateg})$  с терм-множеством  $T(Strateg) = (High, Average, Low)$ , универсумом  $U_{Strateg} = [0,1]$  и набором треугольных функций принадлежности  $\mu_{Strateg} = \{\mu_{High}, \mu_{Average}, \mu_{Low}\}$ :

$$\mu_{Strateg}^{LOW} = \begin{cases} 0, & \Psi \leq 0; \\ 1, & 0 < \Psi < 0.2; \\ \frac{0.3 - \Psi}{0.3 - 0.2}, & \end{cases} \quad \mu_{Strateg}^{Average} = \begin{cases} 0, & \Psi < 0.3; \\ \frac{\Psi - 0.3}{0.4 - 0.3}, & \\ 1, & 0.4 < \Psi < 0.6; \\ \frac{0.8 - \Psi}{0.8 - 0.6}, & \\ 0, & \Psi > 0.8; \end{cases} \quad \mu_{Strateg}^{High} = \begin{cases} 0, & \Psi < 0.5; \\ \frac{\Psi - 0.5}{0.7 - 0.5}, & \\ 1, & 0.7 < \Psi < 1; \\ 0, & \Psi > 1. \end{cases}$$

Качественно выраженная зависимость  $f : \{(Scenar(A_1), Scenar(A_2), Normativ)\} \rightarrow Strateg$  устанавливается, исходя из продукционных правил базы знаний (рис. 3).

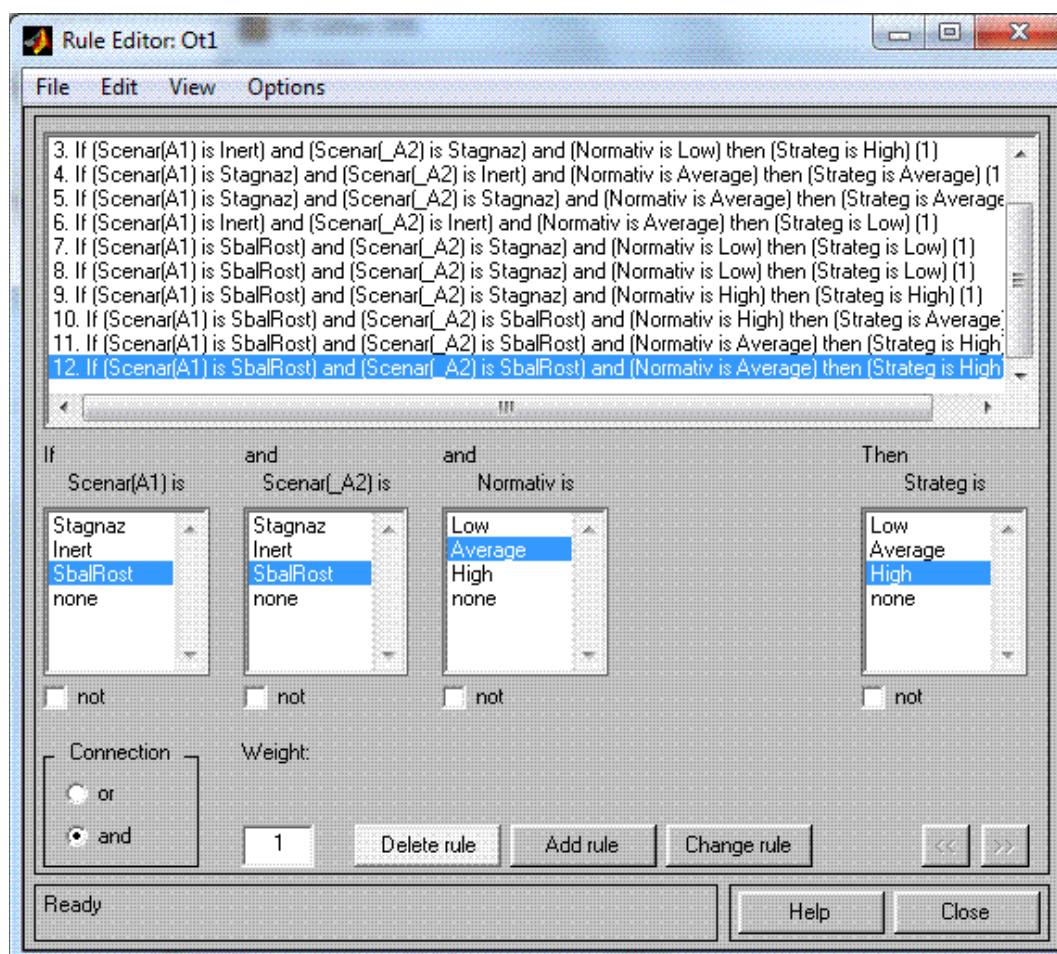


Рис. 3. Продукционные правила базы знаний

Предложенный метод решения игры в нечётких стратегиях позволяет для каждого налога вида  $\alpha$  найти равновесную меру возможности  $\tilde{\mu}(\Psi_i^\alpha)$ , предоставляемую участнику игры  $A_1$  при выборе своей чистой стратегии  $\Psi_i^\alpha$ . Величины  $\tilde{\mu}(\Psi_i^\alpha)$  используются для нахождения компромиссных значений нормативов отчислений от налогов вида  $\alpha$  в бюджет нижестоящего уровня бюджетной системы РФ:

$$S_\alpha = \left( \sum_{i=1}^k (\tilde{\mu}(\Psi_i^\alpha) \cdot u_i) / \sum_{i=1}^k \tilde{\mu}(\Psi_i^\alpha) \right) = \sum_{i=1}^k (r_i^\alpha p_i^\alpha \tilde{\mu}(\Psi_i^\alpha) / \sum_{i=1}^k \tilde{\mu}(\Psi_i^\alpha)).$$

Построенная на основе конвергенции методов количественного и качественного анализа нечётко-игровая модель обладает возможностью обучения процессам принятия решений в условиях вариаций сценарных ориентиров развития административно-территориальных единиц.

## Заключение

В результате проведённых исследований автором получены следующие результаты.

1. Предложен теоретико-методологический подход конвергенции методов количественного и качественного анализа, используемый для построения экономико-математической модели долевого распределения налоговых поступлений между бюджетами по вертикали с учётом стратегических ориентиров социально-экономического развития территорий.

2. Построена теоретико-игровая модель для поддержки принятия согласованных решений по долевого распределению налоговых поступлений между бюджетами различных уровней бюджетной системы РФ.

3. Разработан метод решения игры в нечётких стратегиях для принятия решений по межбюджетному регулированию, исходя из достижения компромисса интересов территорий, определяемых прогнозируемыми сценариями их социально-экономического развития.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Материалы официального сайта «Мировая экономика». URL: <http://www.ereport.ru/articles/macro/macro09.htm>
2. Регионы России. Социально-экономические показатели. 2017: Р32 Стат. Сб./ Росстат. 2017. 1402 с.
3. Матвеев В.В. Экономический рост и национальная элита // Вестн. Удм. ун-та. Сер. Экономика. 2006. № 2. С. 123-136.
4. Шаш Н.Н., Бородин А.И. Повышение эффективности управления государственными программами: федеральный и региональный аспекты // Вестн. Удм. ун-та. Сер. Экономика и право. 2014. Вып. 4. С. 96-106.
5. Бородин А.И., Сорочайкин А.Н. Социально-экономическое развитие регионов: концепция, механизм, управление // Тр. Карельского научного центра Российской академии наук. 2013. № 5. С. 4-11.
6. Бородин А.И., Коноров В.В. Методология определения ценности информации в региональных задачах принятия управленческих решений в условиях неопределённости // Вестн. Калмыцкого института гуманитарных исследований РАН. 2013. № 2. С. 96-103.
7. Шаш Н.Н., Бородин А.И. Приоритеты бюджетной политики России и проблемы регионов // Вестн. Удм. ун-та. Сер. Экономика и право. 2014. Вып. 1. С. 116-123.
8. Шаш Н.Н., Бородин А.И., Татуев А.А. Проблемы перехода на программный бюджет: новые вызовы бюджетной политики России // Тегеа economicus. 2013. Т. 11. №4-2. С. 145-152.
9. Бородин А.И., Коноров В.В. Методология определения ценности информации в региональных задачах принятия управленческих решений в условиях неопределённости // Вестн. Калмыцкого института гуманитарных исследований РАН. 2013. № 2. С. 96-103.
10. Стрельцова Е.Д. Совершенствование инструментария стратегического управления межбюджетным регулированием / Е.Д. Стрельцова, И.В. Богомякова, В.С. Стрельцов // Вестн. Удм. ун-та. Сер. Экономика и право. 2014. Вып. 3. С. 112-117.
11. Стрельцова Е.Д., Богомякова И.В., Стрельцов В.С. Модельный инструментарий системы поддержки принятия решений по управлению межбюджетным регулированием // Государственное и муниципальное управление. Ученые записки СКАГС. 2014. № 2. С. 76-85.
12. Стрельцова Е.Д., Богомякова И.В., Стрельцов В.С. Агентно-ориентированные модели в системе поддержки принятия решений по управлению межбюджетным регулированием // Економічний вісник Національного гірничого університету. 2014. № 2. С. 108-113.
13. Стрельцова Е.Д., Богомякова И.В., Стрельцов В.С. Модель поведения автоматов в переключаемых случайных средах для принятия решений по межбюджетному регулированию // Вектор науки Тольяттинского государственного университета. Сер.: «Экономика и управление». Тольятти, 2014. № 1 (16). С. 71-74.
14. Яковенко И.В. Модельная конструкция <имитационная модель>↔<стохастический автомат> в системе поддержки принятия решений по межбюджетному регулированию // Вестн. Удм. ун-та. Сер. Экономика и право. 2017. Т. 27, вып. 3. С. 73-80.

Поступила в редакцию 19.06.2018

Яковенко Ирина Владимировна, кандидат экономических наук, доцент кафедры математики  
ФБГОУ ВО «Южно-Российский государственный политехнический университет (НПИ)  
имени М.И. Платова»  
346400, Россия, г. Новочеркасск, ул. Просвещения, 132  
E-mail: Irinayakovenco@bk.ru

*I.V. Yakovenko*

**THEORETICAL AND METHODOLOGICAL APPROACH OF CONVERGENCE OF QUALITATIVE AND QUANTITATIVE ANALYSIS IN THE MODELING OF INTER-BUDGET RELATIONS MANAGEMENT**

The article is devoted to the construction of economic and mathematical models to support decision-making in the management of inter-budget relations in terms of addressing the issues of improving the quality of the balance of budgets vertically by increasing the tax component of their revenue. A game-theoretical model is proposed to solve the problem of the share distribution of tax revenues between the budgets of different levels of the budget system of the Russian Federation in conjunction with the strategies of socio-economic development of administrative-territorial units of different levels of the hierarchy. To take into account the strategic orientations of socio-economic development of the territories, a theoretical and methodological approach of convergence of methods of quantitative and qualitative analysis based on the use of mathematical apparatus of fuzzy logic is proposed. A method of solving the game in fuzzy strategies is proposed, which allows to determine the proportion of tax revenues distribution between budgets of different levels taking into account the consistency of interests of territories determined by the strategies of their social and economic development.

*Keywords:* inter-budget regulation, economic growth, economic-mathematical model, game-theoretical model, fuzzy strategies.

Received 19.06.2018

Yakovenko I.V., Candidate of Economics, Associate Professor at Department of mathematics  
South-Russian State Polytechnic University (NPI) named after M.I. Platov  
Prosveshcheniya st., 132, Novocherkassk, Russia, 346400  
E-mail: Irinayakovenco@bk.ru