

среде, предусматривает развитие нормативно-правовой базы и совершенствование организационного обеспечения системы экологического образования и просвещения, повышение качества кадрового и учебно-методического обеспечения системы экологического образования и просвещения, а также создание материально-технической базы и информационной среды, обеспечивающих деятельность системы экологического образования и просвещения.¹

Известно, что само по себе «наличие образования еще не является реализацией его действительного общественного значения. Экологическое образование предполагает воплощенность его в поведении, образе жизни, системе ценностей, семейном воспитании и внутренней жизни в целом».² К сожалению, реализация целей и принципов экологического образования затруднена тем, что население недостаточно мо-

тивировано к пониманию необходимости изменения своего поведения в повседневной жизни.

Несмотря на нормативно-правовое закрепление, развитие и поддержку системы экологического образования на республиканском уровне, к числу первоочередных мер, необходимых для улучшения состояния сферы экологического образования республики, относятся: определение федерального органа исполнительной власти по реализации единой государственной экологической политики в области экологического образования, просвещения, воспитания и информирования; создание в обществе обстановки востребованности носителей экологической культуры на основе творческого использования республикой всех имеющихся в ее распоряжении средств и методов; привлечение самих граждан и их общественных объединений к решению вопросов по сохранению окружающей среды и природных ресурсов.

Повышение экологической культуры и уровня образования граждан – длительный процесс, не дающий быстрых ощутимых результатов. В то же время именно повышение экологической культуры и образования граждан обеспечит надлежащее отношение к окружающей среде и природным богатствам.

¹Постановление Правительства РД от 22.12.2014 г. № 657 «Об утверждении государственной программы Республики Дагестан «Охрана окружающей среды в Республике Дагестан на 2015-2020 годы» // Спс Консультант плюс.

²Кавтарадзе Д.Н., Брудный А.А Основы экологического мировоззрения как задача народного образования // Общее среднее образование России: сб. нормативных документов 1992-1993 г.

**«Математическое моделирование социально-экономических процессов»,
ОАЭ (Дубай), 16–23 октября 2015 г.**

Экономические науки

**СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕХАНИЗМА
МЕЖБЮДЖЕТНЫХ ОТНОШЕНИЙ
ПОСРЕДСТВОМ АДАПТИВНЫХ
ЭКОНОМИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИХ
МОДЕЛЕЙ**

¹Стрельцова Е.Д., ²Матвеева Л.Г.,
¹Богомякова И.В., ¹Стрельцов В.С.

¹Южно-Российский государственный
политехнический университет (НПИ), Новочеркасск,
e-mail: el_strel@mail.ru;

²Южный федеральный университет, Ростов-на-Дону

В [1, 2, 3] предложена экономико-математическая модель долевого распределения поступлений от уплаты конкретного вида налога в виде абстрактного адаптивного устройства, способного хорошо приспосабливаться к условиям изменения внешней среды – модель стохастического автомата A , функционирующего в стационарной случайной среде. В реальной ситуации бюджетного регулирования в процессе долевого распределения участвуют поступления от некоторого подмножества налогов. Для решения такой задачи авторами статьи предложена математическая модель поведения описанного в [4,5] автомата A в переключаемых случайных средах. При этом для каждого вида

налога N_x предлагается рассматривать свою отдельную случайную среду, вероятностные характеристики которой описываются вектором $P^x = (P_1^x, P_2^x, \dots, P_k^x)$, где P_i^x – оценка вероятности выигрыша автомата A в состоянии с номером i при воздействии случайной среды, формируемой поступлениями от уплаты налога N_x , $i = 1, k$ – номера состояний автомата A . Выигрыш автомата понимается в смысле, описанном в [1]. Допустим, что в процессе долевого распределения доходов в порядке бюджетного регулирования участвуют n видов налогов: N_1, N_2, \dots, N_n . Тогда имеем систему векторов P^x , $x = 1, n$, описывающих вероятностные характеристики случайных сред N_x , в которые погружается автомат A [6,7]: $P^1 = (P_1^1, P_2^1, \dots, P_k^1)$; $P^2 = (P_1^2, P_2^2, \dots, P_k^2)$; ... $P^n = (P_1^n, P_2^n, \dots, P_k^n)$.

Переход к составной случайной среде приводит к следующим изменениям поведения автомата A . Кроме переходов из одного состояния в другое, автомат A может осуществлять переходы из одной случайной среды в другую.

Автомат A находится в переключаемой случайной среде $C = (P^1, P^2, \dots, P^n)$, если в каждый момент времени $t_i \in T$ он функционирует в одной из случайных сред P^i множества $\{P^i\}_{i \in I}$,

где $I = 1, 2, \dots, n$ – множество индексов. Обозначим через Ψ_i^α такое состояние системы «автомат – переключаемая среда», при котором автомат A находился в состоянии Φ_i , а переключаемая среда – в состоянии P^α . В качестве выходного воздействия системы «автомат – переключаемая среда» на внешнюю среду в момент времени $t_i \in T$ в состоянии Ψ_i^α примем величину $Z_i^\alpha(t)$, смысл которой совпадает со смыслом выходного воздействия автомата A в однородной случайной среде [1]. Следовательно, выход системы $Z_i^\alpha(t)$ интерпретируется как величина текущего запаса бюджета в условиях таких отчислений от уплаты налога вида N_α , доля которых составляет Ψ_i^α .

При этом если в момент $t \in T$ система находится в состоянии Ψ_i^α и произвела действие $Z_i^\alpha(t)$, то в момент времени $t+1 \in T$ это действие повлечёт за собой поступление входного сигнала $v_1(t+1) = 1$ (т.е. «выигрыш») с вероятностью P_i^α и поступление входного сигнала $v_0(t+1) = 0$ (т.е. «проигрыш» или «штраф») с вероятностью $q_i^\alpha = 1 - P_i^\alpha$. Если автомат A в момент времени $t \in T$ находился в случайной среде P^α , то в момент $t+1 \in T$ он осуществит переход в случайную среду P_i^β с вероятностью $\delta_{\alpha\beta}$. Оценка вероятности $\pi_{ij}^{\alpha\beta}$ перехода системы «автомат – переключаемая среда» из состояния Ψ_i^α в состояние Ψ_j^β определяется следующим об-

разом: $\pi_{ij}^{\alpha\beta} = [P_i^\alpha \cdot a_{ij}(1) + q_i^\alpha a_{ij}(0)] \cdot \delta_{\alpha\beta} = P_{ij}^{\alpha\beta} \cdot \delta_{\alpha\beta}$, где P_i^α , q_i^α – соответственно оценки вероятностей выигрышей и проигрышей системы «автомат – переключаемая среда» в состоянии Ψ_i^α ; $a_{ij}(1)$ – оценка вероятности перехода автомата A из состояния Φ_i в состояние Φ_j при поступлении входного сигнала $v_1(t) = 1$, т.е. при «выигрыше»; $a_{ij}(0)$ – оценка вероятности перехода автомата A из состояния Φ_i в состояние Φ_j при поступлении входного сигнала $v_1(t) = 0$, т.е. при «проигрыше» (или «штрафе»); P_{ij}^α – вероятность перехода автомата A из состояния Φ_i в состояние Φ_j при любом входном сигнале.

Следовательно, вероятностные характеристики P_i^α и q_i^α , $i = \overline{1, k}$, $j = \overline{1, n}$ представляют собой оценки вероятностей соответственно дефицита и профицита, к которым приведёт пребывание системы «автомат – переключаемая среда» в состоянии Ψ_i^α , интерпретируемом как доля отчислений денежных средств в бюджет нижестоящего уровня бюджетной системы РФ от уплаты налога вида N_α в порядке бюджетного регулирования. Матрица перехода $\pi_{ij}^{\alpha\beta}$ системы «автомат – переключаемая среда», когда автомат A переходит из состояния с номером i в состояние с номером j при переключении случайной среды, в которую погружён автомат, из состояния с номером α в состояние с номером β , имеет следующий вид [8]:

$$\|\pi_{ij}^{\alpha\beta}\| = \begin{pmatrix} \pi_{11}^{11} & \dots & \pi_{1k}^{11} & \pi_{11}^{12} & \dots & \pi_{1k}^{12} & \dots & \pi_{11}^{1n} & \dots & \pi_{1k}^{1n} \\ \pi_{21}^{11} & \dots & \pi_{2k}^{11} & \pi_{21}^{12} & \dots & \pi_{2k}^{12} & \dots & \pi_{21}^{1n} & \dots & \pi_{2k}^{1n} \\ \dots & \dots \\ \pi_{k1}^{11} & \dots & \pi_{kk}^{11} & \pi_{k1}^{12} & \dots & \pi_{kk}^{12} & \dots & \pi_{k1}^{1n} & \dots & \pi_{kk}^{1n} \\ \pi_{11}^{21} & \dots & \pi_{1k}^{21} & \pi_{11}^{22} & \dots & \pi_{1k}^{22} & \dots & \pi_{11}^{2n} & \dots & \pi_{1k}^{2n} \\ \pi_{21}^{21} & \dots & \pi_{2k}^{21} & \pi_{21}^{22} & \dots & \pi_{2k}^{22} & \dots & \pi_{21}^{2n} & \dots & \pi_{2k}^{2n} \\ \dots & \dots \\ \pi_{k1}^{21} & \dots & \pi_{kk}^{21} & \pi_{k1}^{22} & \dots & \pi_{kk}^{22} & \dots & \pi_{k1}^{2n} & \dots & \pi_{kk}^{2n} \\ \dots & \dots \\ \pi_{11}^{n1} & \dots & \pi_{1k}^{n1} & \pi_{11}^{n2} & \dots & \pi_{1k}^{n2} & \dots & \pi_{11}^{nn} & \dots & \pi_{1k}^{nn} \\ \pi_{21}^{n1} & \dots & \pi_{2k}^{n1} & \pi_{21}^{n2} & \dots & \pi_{2k}^{n2} & \dots & \pi_{21}^{nn} & \dots & \pi_{2k}^{nn} \\ \dots & \dots \\ \pi_{k1}^{n1} & \dots & \pi_{kk}^{n1} & \pi_{k1}^{n2} & \dots & \pi_{kk}^{n2} & \dots & \pi_{k1}^{nn} & \dots & \pi_{kk}^{nn} \end{pmatrix}.$$

Финальные вероятности R системы «автомат-составная среда» представляют собой вектор

$$R = (r_1^1, r_2^1, \dots, r_k^1, r_1^2, r_2^2, \dots, r_k^2, \dots, r_1^n, r_2^n, \dots, r_k^n),$$

где r_i^j – финальная вероятность пребывания автомата в состоянии Ψ_i^j , т.е. когда автомат находится в состоянии с номером i , а вероятностная среда – в состоянии с номером j . Для матрицы $\|\pi_{ij}^{\alpha\beta}\|$, элементы которой определяются выражениями, приведёнными в таблице 1, системы уравнений для определения финальных вероятностей r_i^j структуры «автомат-переключаемая среда» запишутся в следующем виде.

Системы уравнений для определения финальных вероятностей при состоянии случайной среды $j = n$.

$$\left\{ \begin{array}{l} r_1^n = r_1^1 P_1^1 \delta^{1n} + r_2^1 \frac{1}{k-1} q_2^1 \delta^{1n} + \dots + r_k^1 \frac{1}{k-1} q_k^1 \delta^{1n} + \\ + r_1^2 P_1^2 \delta^{2n} + r_2^2 \frac{1}{k-1} q_2^2 \delta^{2n} + \dots + r_k^2 \frac{1}{k-1} q_k^2 \delta^{2n} + \\ \dots + r_1^n P_1^n \delta^{nn} + r_2^n \frac{1}{k-1} q_2^n \delta^{nn} + \dots + r_k^n \frac{1}{k-1} q_k^n \delta^{nn}; \\ \dots \\ r_k^n = r_1^1 \frac{1}{k-1} q_1^1 \delta^{1n} + r_2^1 \frac{1}{k-1} q_2^1 \delta^{1n} + \dots + r_{k-1}^1 \frac{1}{k-1} q_{k-1}^1 \delta^{1n} + r_k^1 P_k^1 \delta^{1n} + \\ r_1^2 \frac{1}{k-1} q_1^2 \delta^{2n} + r_2^2 \frac{1}{k-1} q_2^2 \delta^{2n} + \dots + r_{k-1}^2 \frac{1}{k-1} q_{k-1}^2 \delta^{2n} + r_k^2 P_k^2 \delta^{2n} + \\ \dots r_1^n \frac{1}{k-1} q_1^n \delta^{nn} + r_2^n \frac{1}{k-1} q_2^n \delta^{nn} + \dots + r_{k-1}^n \frac{1}{k-1} q_{k-1}^n \delta^{nn} + r_k^n P_k^n \delta^{nn}. \end{array} \right.$$

Примем, что составная вероятностная среда P^i , $i = \overline{1, n}$ переключается из одного состояния P^α в другое состояние P^β с одинаковой вероятностью $\delta^{\alpha\beta} = \delta$, $\alpha = \overline{1, n}$, $\beta = \overline{1, n}$. Тогда на основе полученных уравнений для финальных вероятностей можно сделать вывод, что в условиях принятых допущений имеют место равенства:

$$r_1^1 = r_1^2 = \dots = r_1^n; r_2^1 = r_2^2 = \dots = r_2^n, \dots, r_k^1 = r_k^2 = \dots = r_k^n.$$

Обозначим эти вероятности переменными соответственно r_1, r_2, \dots, r_n . Решение составленных систем уравнений с учётом условия нормировки $nr_1 + nr_2 + \dots + nr_k$ позволило получить следующие выражения для финальных вероятностей пребывания системы «автомат–переключаемая среда» в своих состояниях [9]:

$$r_k = \frac{1}{n(1 - \delta \sum_{\alpha=1}^n P_k^\alpha + \delta \frac{1}{k-1} \sum_{\alpha=1}^n q_k^\alpha) \sum_{i=1}^k (1 - \delta \sum_{\alpha=1}^n P_i^\alpha + \delta \frac{1}{k-1} \sum_{\alpha=1}^n q_i^\alpha)}.$$

Финальные вероятности r_i , $i = \overline{1, k}$ зависят от вероятностей выигрышей P_i^α и проигрышей q_i^α , $i = \overline{1, k}$, $\alpha = \overline{1, n}$ в каждом состоянии автомата, вычисление которых предполагается осуществлять на базе функционирования имитационной модели, воспроизводящей изменение величины остатков денежных средств в бюджете при случайном характере вариаций доходов и расходов.

Список литературы

1. Стрельцова Е.Д. Экономико-математические модели систем поддержки принятия решений (при управлении процессами бюджетного регулирования): Дис... докт. эк. наук. – Ростов-на-Дону. – 2005. – 342 с.
2. Богомякова И.В. Модель долевого распределения налогов в системе поддержки принятия решений по управлению межбюджетным регулированием // Научные ведомости Белгородского государственного университета (серия Информатика). – 2010. – Выпуск 13/1.
3. Стрельцова Е.Д., Матвеева Л.Г., Богомякова И.В., Стрельцов В.С. Дискретно-стохастическая модель межбюджетного регулирования // Международный журнал при-

кладных и фундаментальных исследований. – 2014. – №4. – С. 187-189.

4. Стрельцова Е.Д. Математическое обеспечение межбюджетного регулирования в регионе// Прикладная информатика. – 2006. – №2. – С.114-120.

5. Стрельцова Е.Д., Богомякова И.В., Стрельцов В.С. Совершенствование инструментария стратегического управления межбюджетным регулированием // Вестник удмуртского университета. – 2014. – Вып. 3. – С.112-115.

6. Стрельцова Е.Д., Богомякова И.В., Стрельцов В.С. Система «Автомат-переключаемая среда» для моделирования долевого распределения налогов// Научные ведомости Белгородского государственного университета, Сер. История. Политология. Экономика. Информатика. – 2010. – № 19(90), вып.16/1. – С. 109-117.

7. 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 серия Экономика и управление. – 2014. – №1(16). – С. 71-74.

8. Streltsova E.D., Srteltsov V.S. Adaptive model of budget regulation based on probabilistic automation // European researcher. – 2011. -T.1. – №5. – С.733-735.

9. Streltsova E.D., Bogomyakova I.V., Srteltsov V.S. Model of Stochastic Automation Asumptotically Optimal Behavior for Inter-budget Regulation // European Researcher. – 2013. – С. 2096-2103.