

on static models and the use of stochastic modeling of the device, which is required for the application of knowledge of the probability characteristics of the main model parameters and special conditions for the realization of the process. We should note that to use the apparatus of stochastic modeling, very strict conditions are required, which in practice are usually not feasible in advance

In this paper, we propose to use a deterministic approach for modeling and solving the original problem in the form of a dynamic programming problem of minimax control (optimization of a guaranteed result) MESSR at the determined point of time, taking into account the availability of risks of deterministic and stochastic nature (combined risks model).

At the same time, under the risks in the social and economic system we understand the factors that negatively catastrophically affect the results of the reviewed processes inside it.

For an effective use, a technique of prediction and assessment of time rows and stochastic risks in MESSR optimization process is presented, which can serve as a basis for the development of appropriate computer software.

To solve the problem of program minimax control MESSR in the presence of risks, we propose a method which is reduced to the realization of a finite number of solutions of linear and convex mathematical programming and discrete optimization problem. The proposed method makes it possible to develop efficient numerical procedures to implement computer simulation of the dynamics of the problem, build program minimax control and gain optimal guaranteed result.

The results presented in this paper are based on studies [2], [3], [7] and [8] and can be used for economic-mathematical modeling and solving other optimization problems of forecasting processes and data management in a lack of information and the availability of risks, as well as to develop appropriate software and hardware systems to support effective management decisions in practice. Economic-mathematical model of such problems are presented, for example, in works [4]-[6].

**Keywords:** economic-mathematical modeling, economical and mathematical modeling, discrete dynamical systems, deterministic and stochastic risks, multi criteria optimization, program minimax control, estimated variety

### References

1. Bazara M., Shetti K. (1982). Nelineynoe programmirovaniye. Teoriya i algoritmy [Non-linear programming. Theory and algorithms]. Moscow, Mir.
2. Krasovskiy N. N. (1968). Teoriya upravleniya dvizheniem [Theory of motion control]. Moscow, Nauka.
3. Krasovskiy N. N., Subbotin A. I. (1974). Pozitsionnye differentsial'nye igry [Positional differential games]. Moscow, Nauka.
4. Lotov A. V. (1984). Vvedenie v ekonomiko-matematicheskoe modelirovaniye [Introduction to economical and mathematical modeling]. Moscow, Nauka.
5. Propoy A. I. (1973). Elementy teorii optimal'nykh diskretnykh protsessov [Elements of the theory of optimal discrete processes]. Moscow, Nauka.
6. Ter-Krikorov A. M. (1977). Optimal'noye upravleniye i matematicheskaya ekonomika [Optimal control and mathematical economics]. Moscow, Nauka.
7. Shorikov A. F. (2005). Algoritm resheniya zadachi optimal'nogo terminal'nogo upravleniya v lineynykh diskretnykh dinamicheskikh sistemakh [An algorithm for solving the problem of optimal terminal control for linear discrete dynamical systems]. Informatsionnye tekhnologii v ekonomike: teoriya, modeli i metody: sb. nauchn. tr. [Information technology in economics: theory, models and methods: digest of scientific works] — Yekaterinburg, Ural State University of Economics Publ., 119-138.
8. Shorikov A. F. (1997). Minimaksnoye otsenivaniye i upravleniye v diskretnykh dinamicheskikh sistemakh [Minimax estimation and control in discrete dynamical systems]. Yekaterinburg, Ural State University Publ.

### Information about the author

**Shorikov Andrey Fedorovich** (Yekaterinburg, Russia) — Doctor of Physics and Mathematics, Professor at the Chair for Management Theory and Innovations, Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Professional Education «Ural Federal University named after the first President of Russia B. N. Yeltsin» (620014, Yekaterinburg, pr. Lenina, 13 “B”, e-mail: afshorikov@mail.ru).

УДК 336.02

**А. В. Васильева, Е. В. Васильева, В. А. Тюлюкин**

## МОДЕЛИРОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ БЮДЖЕТНОГО ФИНАНСИРОВАНИЯ НА СОЦИАЛЬНО-ДЕМОГРАФИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ РЕГИОНА<sup>1</sup>

*В статье приведена методика моделирования социально-демографических процессов региона на основе минимаксного подхода. В данной методике моделируемые социально-демографические процессы отражают показатели возрастной модели рождаемости населения, репродуктивных*

<sup>1</sup> Исследование выполнено при финансовой поддержке гранта молодых ученых и аспирантов УрО РАН на 2012 г. по теме «Модельный комплекс диагностики и оптимизации социально-демографического развития региона» (№ 11-7-НП-30)

установок и структуры смертности населения, в качестве управленческого воздействия рассматриваются бюджетные расходы по социально значимым статьям бюджета (здравоохранение, физическая культура и спорт; социальная политика; образование; охрана окружающей среды). Представлена апробация методики на примере субъектов РФ, входящих в состав Уральского федерального округа. Выявлены особенности влияния финансирования каждой социально значимой статьи на социально-демографические процессы в субъектах УрФО. Сформированы приоритетные направления распределения финансовых средств в зависимости от уровня бюджетной обеспеченности региона с целью обеспечения оптимизации социально-демографического развития региона.

**Ключевые слова:** социально-демографические процессы, регион, социально значимые статьи бюджета, моделирование влияния

Происходящие и ожидаемые в ближайшие десятилетия социально-демографические изменения предъявляют требования ко всем отраслям социальной сферы, которым в настоящее время они отвечают далеко не в полной мере. Долговременное накопление неблагоприятных изменений в общественном здоровье населения, неудовлетворительное развитие социальной сферы не способствуют решению социально-демографических проблем (рост демографической нагрузки на трудоспособное население, падение числа потенциальных матерей и общее сокращение населения). Сложившаяся ситуация должна найти свое отражение в формировании управленческого воздействия на социально-демографические процессы региона. Для оценки того, как привлечение дополнительных финансовых ресурсов по отдельным статьям бюджета повлияет на социально-демографическое развитие региона, проведено имитационное моделирование. На основе минимаксного подхода по динамической экономико-математической модели А. Шорикова разработана методика моделирования социально-демографических процессов

региона. Алгоритм методики представлен на рисунке 1.

**Этап 1. Формирование состава показателей и сбор данных за ретроспективный период.** Сформированы две системы социально-демографических показателей и финансовых ресурсов управления ими (табл. 1). Система показателей рождаемости описывает проявления второго демографического перехода, оказывающие влияние на изменения возрастной модели рождаемости посредством роста среднего возраста материнства. Вместе с тем в системе учитывается российская аномалия рождаемости через показатель числа прерываний беременности (абортов).

Система показателей смертности сформирована из показателей, характеризующих уровень и структуру смертности, которые находятся под воздействием внутрироссийских изменений и определяются характеристиками эпидемиологического перехода. Кроме того, данная система включает показатель числа умерших мужчин трудоспособного возраста, отражающий социально-демографические аномалии.



Рис. 1. Алгоритм моделирования социально-демографических процессов в регионе

Таблица 1

## Показатели для моделирования социально-демографических процессов

	Система показателей рождаемости	Система показателей смертности
Социально-демографические показатели (X)	Родившиеся у матери в возрасте 25–54 лет	Число умерших от эндогенных причин
	Родившиеся у матери в возрасте 15–24 лет	Число умерших от экзогенных причин
	Число прерываний беременности (абортов)	Число умерших мужчин трудоспособного возраста
Финансовые ресурсы (U)	Расходы консолидированного бюджета субъекта РФ и территориального государственного внебюджетного фонда:	
	на здравоохранение, физическую культуру и спорт;	
	на социальную политику;	
	на образование;	
	на охрану окружающей среды;	

Таблица 2

## Сценарии финансирования отдельных социально значимых статей бюджета субъектов РФ, входящих в состав УрФО, %

Субъект РФ	Минимальный				Максимальный			
	Здравоохранение, физкультура и спорт	Социальная политика	Образование	Охрана окружающей среды	Здравоохранение, физкультура и спорт	Социальная политика	Образование	Охрана окружающей среды
Курганская область	8,9	10,1	9,4	8,7	15,2	25,6	15,9	26,1
Свердловская область	8,5	10,1	9,8	8,6	24,6	21,4	22,8	23,8
Тюменская область	8,7	9,5	8,7	8,5	21,1	23,5	27,9	26,2
Ханты-Мансийский АО	7,1	7,3	6,8	6,2	18,7	32,4	15,5	26,0
Ямало-Ненецкий АО	7,5	8,8	9,1	6,5	19,1	20,1	15,4	20,9
Челябинская область	8,3	10,2	9,6	4,3	28,0	22,1	21,2	25,9

Примечание. В таблице приведены значения прироста объема финансирования по сценариям.

В качестве показателей управляющего воздействия (управления) на моделируемые социально-демографические показатели выбраны финансовые ресурсы управления — расходы консолидированного бюджета субъекта РФ и территориального государственного внебюджетного фонда на:

- здравоохранение, физическую культуру и спорт;
- социальную политику;
- образование;
- охрану окружающей среды.

**Этап 2. Моделирование влияния финансирования социально значимых статей бюджета на социально-демографические процессы в регионе.** Определяются региональные финансовые возможности управления социально-демографическим развитием на основе анализа динамики расходов на здравоохранение, социальную защиту, образование и охрану окружающей среды, а также планируемых федеральных, областных (окружных) целевых программ

по социально-демографическому развитию, реализуемых на территории. Сформированы два сценария финансирования социально значимых статей бюджета субъектов РФ, входящих в УрФО (табл. 2):

— минимальный сценарий — поддержание существующего темпа роста уровня финансирования социально-демографического развития субъекта при реализации программных мероприятий на федеральном и региональном уровнях, направленных на удовлетворение минимальных социальных гарантий и целенаправленное устранение социально-демографических аномалий региона;

— максимальный сценарий — активное привлечение дополнительных финансовых средств не только на устранение социально-демографических аномалий, но и на формирование благоприятной социально-экономической и демографической среды субъекта.

С учетом сформированных сценариев финансирования моделируются значения социально-

демографических показателей. В качестве методической основы для моделирования была использована динамическая система прогнозирования социально-демографических параметров региона на основе минимаксного подхода. Описание общей схемы решения соответствующей минимаксной задачи можно представить следующим образом.

На заданном целочисленном промежутке времени (промежутке прогнозирования)  $\overline{0, T} = \{0, 1, \dots, T-1, T\}$  ( $T > 0$ ) рассматривается многошаговая управляемая система, динамика которой описывается линейным дискретным рекуррентным векторным уравнением вида:

$$x(t+1) = A(t)x(t) + B(t)u(t), x(0) = x_0. \quad (1)$$

Здесь  $t \in \overline{0, T}$ ;  $x(t) \in \mathbf{R}^n$  есть фазовый вектор системы, описывающий основные социально-демографические параметры региона в момент времени  $t$  (здесь и далее, для заданного натурального числа  $k \in \mathbf{N}$ , где  $\mathbf{N}$  есть множество всех натуральных чисел, через  $\mathbf{R}^k$  обозначается  $k$ -мерное векторное пространство векторов-столбцов);  $u(t) \in \mathbf{R}^p$  есть вектор управляющего воздействия (управления) на систему (1) в момент времени  $t$ , позволяющий влиять (например, с помощью увеличения финансирования) на социально-демографическое состояние региона, стесненный заданным ограничением

$$u(t) \in U_1 \subset \mathbf{R}^p \quad (p \in \mathbf{N}; p \leq n); \quad (2)$$

$A(t)$  и  $B(t)$  есть действительные матрицы порядков  $(n \times n)$  и  $(n \times p)$  соответственно, характеризующие структуру векторов  $x(t)$  и  $u(t)$ , и такие, что для всех  $t \in \overline{0, T-1}$  матрица  $A(t)$  является невырожденной, т. е. для нее существует соответствующая ей обратная матрица  $A^{-1}(t)$ , а ранг матрицы  $B(t)$  равен  $p$  (размерности вектора  $u(t)$ ); множество  $U_1$  — непусто и является выпуклым замкнутым и ограниченным многогранником (с конечным числом вершин) в пространстве  $\mathbf{R}^p$  и описывает имеющийся ресурс управления.

Общая схема решения минимаксной задачи прогнозирования состояния социально-демографических параметров региона на заданный момент времени  $T$  состоит из решения следующих трех основных задач.

1. *Задача идентификации динамики системы.* Для заданной предыстории значений векторов  $x^*(\cdot) = \{x^*(s), s \in \{-\tau, -\tau+1, \dots, -2, -1, 0, 1, 2, \dots, (t-1), t\}\}$  и  $u^*(\cdot) = \{u^*(s), s \in \{-\tau, -\tau+1, \dots, -2, -1, 0, 1, 2, \dots, (t-1)\}\}$ , соответственно, фазо-

вого вектора и управляющего воздействия рассматриваемой системы (1)–(2) за предыдущие  $(t-\tau)$  периоды времени, требуется для любого момента времени  $t \in \overline{0, T-1}$  сформировать невырожденные матрицы  $A(t)$  и  $B(t)$ , определяющие уравнение (1) динамики системы в момент времени  $t$  рассматриваемого промежутка прогнозирования, т. е. решить задачу идентификации уравнения динамики системы, и представить решение этой задачи в виде конечного числа операций, допускающих их компьютерную реализацию.

Для решения задачи идентификации динамики системы предлагается использовать авторский итерационный алгоритм, сочетающий процедуры решения многомерных систем алгебраических уравнений и среднеквадратичной интерполяции исходных данных.

2. *Задача построения прогнозного множества системы (области достижимости системы).* Рассмотрим множество

$$X^{(+)}(0, x_0, T) = \{x(T): x(T) \in \mathbf{R}^n, x(t+1) = A(t)x(t) + B(t)u(t), x(0) = x_0, u(t) \in U_1, t \in \overline{0, T-1}\}, \quad (3)$$

которое для рассматриваемой динамической системы (1)–(2) является ее областью достижимости на момент времени  $T$  (прогноznым множеством системы) и есть выпуклый, замкнутый и ограниченный многогранник (с конечным числом вершин) в пространстве  $\mathbf{R}^n$  [2-3]. Требуется построить множество  $X^{(+)}(0, x_0, T)$  путем его описания, например, с помощью множества всех его вершин в пространстве  $\mathbf{R}^n$  и представить решение этой задачи в виде конечного числа операций, допускающих их компьютерную реализацию.

Для решения задачи построения прогнозного множества системы (1)–(2) предлагается использовать авторский алгоритм, представляющий собой реализацию конечной последовательности процедур решения вспомогательных задач линейного математического программирования.

3. *Задача минимаксного оценивания прогнозного множества системы.* Пусть для построенного прогнозного множества  $\mathbf{X}(T) = X^{(+)}(0, x_0, T)$ , которое, как уже отмечалось выше, является многогранником (с конечным числом вершин, например, равным числу  $m$ ) пространства  $\mathbf{R}^n$ , известно дискретное множество  $\Gamma(\mathbf{X}(T)) = \{x^{(i)}(T)\}_{i \in \overline{1, m}}$  всех его вершин. Требуется найти чебышевский центр (вектор минимаксной оценки множества

$\mathbf{X}(T)$ ) и значение величины чебышевского радиуса (значение наименьшей величины радиуса шара в пространстве  $\mathbf{R}^n$ , покрывающего множество  $\mathbf{X}(T)$ ) многогранника  $\mathbf{X}(T)$  в виде реализации конечного числа операций, допускающих их компьютерную реализацию.

Решение задачи минимаксного оценивания прогнозного множества может быть найдено, например, с помощью следующей обобщенной авторской схемы:

1) на основе множества  $\Gamma(\mathbf{X}(T)) = \{x^{(i)}(T)\}_{i \in \overline{1,m}}$ , всех вершин многогранника  $\mathbf{X}(T)$  формируются функционалы

$$\mu_i : \mathbf{R}^n \rightarrow \mathbf{R}^1, i \in \overline{1,m},$$

значения которых для  $x = (x_1(T), x_2(T), \dots, x_n(T))' \in \mathbf{R}^n$  определяются по следующим формулам:

$$\mu_i(x(T)) = \|x(T) - x^{(i)}(T)\|_n, i \in \overline{1,m},$$

где  $\|\cdot\|_n$  есть символ евклидовой нормы в  $\mathbf{R}^n$ ;

2) вводится дополнительная действительная переменная  $x_{n+1}(T)$  и формируется система выпуклых неравенств:

$$\mu_i(x(T)) \leq x_{n+1}(T), i \in \overline{1,m},$$

т. е. система вида

$$X_{n+1}(T) : \left( \sum_{\substack{j=1 \\ i \in \overline{1,m}}}^n (x_j(T) - x_j^{(i)}(T))^2 \right)^{1/2} - x_{n+1}(T) \leq 0,$$

описывающая множество  $X_{n+1}(T)$ ;

3) формируется следующая задача выпуклого математического программирования:

$$x_{n+1}(T) \rightarrow \min, \quad (4)$$

при ограничениях

$$\mu_i(x(T)) - x_{n+1}(T) \leq 0, i \in \overline{1,m}. \quad (5)$$

Для решения этой задачи можно использовать, например, итерационный градиентный алгоритм метода Зойтендейка (случай нелинейных ограничений-неравенств). Тогда для части координат сформированного значения вектора  $x_{n+1}^{(e)}(T) = (x_1^{(e)}(T), x_2^{(e)}(T), \dots, x_n^{(e)}(T), x_{n+1}^{(e)}(T))' \in X_{n+1}(T)$  (где  $x_{n+1}^{(e)}(T)$ , есть решение задачи (4)–(5) выпуклого математического программирования) будет выполняться следующее соотношение:

$$\min_{x(T) \in X(T)} \max_{i \in \overline{1,m}} \mu_i(x(T)) = \max_{i \in \overline{1,m}} \mu_i(x^{(e)}(T)) = x_{n+1}^{(e)}(T) = r^{(e)}(\mathbf{X}(T)),$$

т. е. вектор  $x^{(e)}(T) = (x_1^{(e)}(T), x_2^{(e)}(T), \dots, x_n^{(e)}(T))' \in \mathbf{R}^n$  является чебышевским центром множества  $\mathbf{X}(T)$  (его минимаксной оценкой — оптимальной гарантированной оценкой), а вектор  $x_{n+1}^{(e)}(T) = r^{(e)}(\mathbf{X}(T)) \in \mathbf{R}^1$  есть значение величины его чебышевского радиуса.

Применение описанной выше авторской схемы позволяет представить решение задачи минимаксного оценивания прогнозного множества  $\mathbf{X}(T) = X^{(+)}(0, x_0, T)$  в виде реализации конечного числа процедур решения задач линейного и выпуклого математического программирования, допускающих их компьютерную реализацию.

Для выявления того, как финансирование конкретной социально значимой статьи бюджета влияет на социально-демографические процессы, финансирование других статей нивелировано приравнением к нулю прироста расходов на них в течение рассматриваемого периода по обоим сценариям.

С использованием разработанной методики проведено моделирование социально-демографических процессов в субъектах РФ, входящих в состав Уральского федерального округа. Проанализируем влияние повышения расходов по выделенным социально значимым статьям бюджета субъектов УрФО на социально-демографические процессы в них.

Одной из главных задач системы здравоохранения является повышение уровня рождаемости и снижение уровня смертности населения путем укрепления здоровья населения, в т. ч. репродуктивного. Повышение расходов в данном направлении позволит улучшить значения всех показателей социально-демографических процессов в субъектах УрФО (табл. 3).

Наиболее значительные изменения по показателям за счет роста расходов на здравоохранение возможны в промышленно развитых Свердловской и Челябинской областях. Рост расходов на здравоохранение, физическую культуру и спорт по максимальному сценарию обеспечит более значительный рост уровня рождаемости и снижение уровня смертности.

Социально-демографические процессы являются индикаторами социального благополучия населения региона. Система социального обеспечения позволяет создать для населения благоприятную социальную атмосферу в обществе

Таблица 3

Результаты моделирования социально-демографических показателей при повышении расходов по статьям «Здравоохранение, физическая культура и спорт» и «Социальная политика» для субъектов УрФО до 2015 г.

Субъект РФ	Сценарий	Родившиеся у матерей в возрасте 25–54 лет, чел.	Родившиеся у матери в возрасте 15–24 лет, чел.	Число прерываний беременностей (абортгов), сл.	Число умерших от эндогенных причин, чел.	Число умерших от экзогенных причин, чел.	Число умерших мужчин трудоспособного возраста, чел.
Курганская область	Минимальный	6966–7175	5091–5119	12490–12606	8597–8637	3771–3788	3337–3353
	Максимальный	7317–7420	5185–5361	11995–12475	8190–8227	3239–3254	3153–3167
Свердловская область	Минимальный	38192–38679	20896–21092	55744–55977	42679–42985	14883–14990	14224–14326
	Максимальный	39222–40299	21686–21840	53021–53102	41928–42233	14239–14343	14047–14149
Тюменская область	Минимальный	14093–14256	8088–8188	16135–16250	10623–10746	4599–4652	4408–4459
	Максимальный	14754–14933	8143–8242	15431–15542	10414–10489	4374–4406	4305–4337
Ханты-Мансийский АО	Минимальный	15536–15677	8289–8392	16241–16356	6008–6076	3579–3619	4221–4269
	Максимальный	16536–16888	8396–8498	14851–14958	5851–5975	3334–3405	4196–4286
Ямало-Ненецкий АО	Минимальный	5702–5842	2815–2876	7326–7379	1546–1584	1122–1150	1455–1491
	Максимальный	5837–5915	2925–2964	6640–6702	1471–1522	1037–1073	1379–1427
Челябинская область	Минимальный	30424–31070	17598–17711	36186–36299	34048–34155	11307–11342	11120–11155
	Максимальный	34799–35225	18360–18585	35984–36208	30443–30572	10926–10972	10257–10301
Статья «Социальная политика»							
Курганская область	Минимальный	7266–7307	5166–5195	11722–11810	8592–8632	3522–3542	3284–3302
	Максимальный	8014–8058	5237–5266	10930–10991	8458–8505	3071–3088	2921–2937
Свердловская область	Минимальный	37638–37908	20994–21103	54265–54654	42855–43120	15115–15223	14359–14462
	Максимальный	39660–39751	21091–21139	51569–51687	42570–42667	14767–14801	14146–14178
Тюменская область	Минимальный	13617–13714	8125–8183	17005–17126	10755–10799	4474–4506	4306–4336
	Максимальный	13846–13945	8212–8271	15432–15543	10571–10647	4316–4347	4143–4173
Ханты-Мансийский АО	Минимальный	15536–15546	8278–8283	15844–15854	6322–6326	3479–3481	4315–4317
	Максимальный	16106–16223	8357–8418	14851–14914	5952–5995	3156–3178	4000–4028
Ямало-Ненецкий АО	Минимальный	5360–5404	2800–2823	7359–7420	1544–1557	1037–1046	1480–1491
	Максимальный	5702–5899	2907–3007	7326–7387	1530–1582	941–974	1401–1449
Челябинская область	Минимальный	30664–30698	18246–18267	37774–37816	33526–33564	11778–11792	11482–11494
	Максимальный	31458–31559	18289–18348	37593–37714	32646–32718	11617–11655	11295–11331

[4-5]. Потребности в детях недостаточно реализуются, так что снижение прямых затрат на их воспитание или альтернативных издержек рождения детей (потери в заработке и квалификации в период ухода за ребенком) приводит к увеличению числа рождений для всех возрастных групп матерей во всех субъектах УрФО (табл. 3). С ростом расходов в данном направлении население депрессивной Курганской области почувствует себя более социально защищенным, что спровоцирует более высокий рост уровня рождаемости, чем в других субъектах УрФО. Социально уязвимые группы чувствуют себя неуверенно в материальном смысле, поэтому откладывают рождения или даже отказываются от них. Увеличение финансирования в данном направлении позволит сократить число аборт.

Уровень смертности — это характеристика не только физического здоровья населения региона, но и социального. Особенно показательны в этом смысле уровень смертности среди трудоспособного населения и уровень смертности от экзогенных причин (травмы, отравления и т. д.). В депрессивной Курганской области, где наблюдается напряженная ситуация на рынке труда, улучшения показателей социально-демографических процессов можно добиться повышением финансирования социальной политики. Отсюда можно сделать вывод, что в «бедных» регионах для улучшения социально-демографической ситуации в первую очередь необходимо обеспечить социальную защищенность населения. Необходимо отметить, что одним из факторов смертности от эндогенных причин является стресс. Во-первых, потому, что нервная система имеет не менее тесную, чем дыхание, взаимосвязь с сердечно-сосудистой системой. Во-вторых, оказавшись в психологически сложной ситуации, человек довольно часто прибегает к лекарственным средствам или алкоголю, что усложняет работу сердцу. Следовательно, с ростом расходов на социальную политику население будет чувствовать себя более социально защищенным, что приведет к снижению стресса, а значит — смертности от эндогенных причин.

Финансирование системы образования имеет важное социально-культурное значение с точки зрения повышения рождаемости. С одной стороны, уровень образования определяет возраст материнства («тайминг») и общее число детей у женщины: женщины с более низким уровнем образования имеют больше детей, чем женщины

с высоким уровнем образования. С другой стороны, уровень образования рассматривается как фактор повышения благосостояния, высокий уровень образования способствует занятости. Экономическая теория рождаемости исходит из того, что влияние женской занятости на деторождение должно быть отрицательным (альтернативные издержки рождения детей для занятых женщин выше), тогда как влияние мужской занятости — положительным (занятость мужчины увеличивает ресурсы семьи). Кроме того, наличие работы стало одной из базовых ценностей для современной женщины, и риск потерять работу в связи с рождением ребенка ставит ее перед трудным выбором, финансирование же развития рынка услуг по уходу и воспитанию детей способствует более полному удовлетворению потребности в детях. В частности, от того, как женщина оценивает свои возможности воспользоваться услугами дошкольных учреждений, и, соответственно, связанные с этим ее перспективы вернуться на рынок труда, зависит ее решение о рождении будущего ребенка (второго и последующих).

Как видно из таблицы 4, наибольший вклад повышение финансирования системы образования в рост рождаемости у матерей в возрасте после 25 лет смоделирован в автономных округах Тюменской области — субъектах с высокой бюджетной обеспеченностью. Повышение расходов на образование в субъектах Уральского федерального округа по минимальному сценарию не позволяет переломить тенденцию ежегодного сокращения рождений у матерей в возрасте 15–24 лет. Результаты моделирования по максимальному сценарию отражают возможность поддержания существующего уровня рождений у матери данной возрастной группы.

Уровень образования женщин также влияет на их отношение к аборт: более образованные женщины склонны думать о своем здоровье и аборт ими не воспринимается как одно из основных средств регулирования рождаемости [6]. Намечившаяся с 2006 г. тенденция сокращения числа абортов по всем субъектам УрФО более осознанного планирования появления ребенка отразилась в результатах моделирования.

В целом наиболее положительного влияния финансирования по статье «Образование» на социально-демографические процессы можно достичь в «богатых» регионах путем формирования духовно-нравственных мотиваций. Таким

Таблица 4

Результаты моделирования социально-демографических показателей при повышении расходов по статье «Образование» для субъектов Уральского федерального округа до 2015 г.

Субъект РФ	Сценарий	Родившиеся у матери в возрасте 25–54 лет	Родившиеся у матери в возрасте 15–24 лет	Число прерываний беременности (абортов)
Курганская область	Минимальный	6714–6732	4943–4971	11995–12062
	Максимальный	6782–6799	5095–5123	11567–11631
Свердловская область	Минимальный	35249–35283	20692–20841	55730–56130
	Максимальный	35470–35551	20896–20943	51592–51709
Тюменская область	Минимальный	12870–12897	7994–8051	17687–17813
	Максимальный	13038–13132	8262–8322	15431–15542
Ханты-Мансийский АО	Минимальный	15536–15546	7962–7967	15957–15967
	Максимальный	15991–16106	8328–8388	15236–15346
Ямало-Ненецкий АО	Минимальный	5533–5567	2794–2817	7484–7545
	Максимальный	5518–5708	2953–3055	7220–7470
Челябинская область	Минимальный	27377–27407	16841–16860	38415–38458
	Максимальный	27514–27603	17996–18054	35984–36100

образом, в субъектах УрФО, характеризующиеся высоким уровнем оказания помощи в сфере родовспоможения, необходимо в первую очередь направлять средства не на ее дальнейшее развитие, а на формирование мотиваций для рождения.

Значительный ущерб здоровью населения наносят факторы внешней среды. По результатам диагностики качества жизни в Уральском федеральном округе выявлены негативные тенденции в состоянии окружающей среды и природных ресурсов: возрастают выбросы от предприятий горнодобывающего, металлургического комплексов и автотранспорта (особенно отечественного производства), происходит загрязнение и деградация рек, водохранилищ, про-

должается накопление опасных отходов производства округа [7]. Такая сложная экологическая ситуация в УрФО влияет на уровень смертности населения. Финансирование (как по минимальному, так и по максимальному сценарию) природоохранной деятельности, направленной на формирование благоприятной для здоровья населения экологической обстановки, приведет к незначительному сокращению смертности (табл. 5). Результаты моделирования показателей смертности населения УрФО по двум сценариям различаются незначительно.

При повышении расходов на охрану окружающей среды в Тюменской и Курганской областях произойдет улучшение ситуации по двум индикаторам социально-демографических про-

Таблица 5

Результаты моделирования социально-демографических показателей при повышении расходов по статье «Охрана окружающей среды» для субъектов Уральского федерального округа до 2015 г.

Субъект РФ	Сценарий	Число умерших от эндогенных причин, чел.	Число умерших от экзогенных причин, чел.	Число умерших мужчин трудоспособного возраста, чел.
Курганская область	Минимальный	8725–8774	3602–3622	3358–3376
	Максимальный	8176–8222	3607–3626	3317–3336
Свердловская область	Минимальный	43855–43930	15166–15275	14590–14694
	Максимальный	42728–42825	15129–15164	14597–14703
Тюменская область	Минимальный	10970–11048	4742–4776	4490–4521
	Максимальный	10415–10490	4374–4406	4305–4337
Ханты-Мансийский АО	Минимальный	5969–5972	3334–3336	4297–4299
	Максимальный	5851–5893	3149–3172	4184–4214
Ямало-Ненецкий АО	Минимальный	1719–1733	1055–1063	1499–1511
	Максимальный	1492–1544	1021–1056	1479–1530
Челябинская область	Минимальный	34461–34500	11947–11961	11519–11532
	Максимальный	34376–34487	11927–11965	11517–11554

цессов, в Свердловской области — по одному, в Челябинской области, Ханты-Мансийском и Ямало-Ненецком автономных округах — ни по одному. Данные территории перечислены в порядке ухудшения экологической обстановки. В Челябинской области огромные выбросы связаны с использованием устаревших технологий на металлургических предприятиях, в автономных округах Тюменской области основным видом загрязнения является сжигание в факелах попутного газа, что усиливает парниковый эффект. Таким образом, помимо государственного регулирования охраны окружающей среды и природопользования в экологически неблагоприятных субъектах для улучшения ситуации необходимо проводить реконструкцию предприятий. Данная проблема требует реализации комплексной экологической программы, подразумевающей регулирование активности основных источников загрязнения окружающей среды, в частности разработку и внедрение комплекса очистных мероприятий на наиболее загрязненных территориях и ревизию потенциальных генераторов экологического загрязнения в субъектах Уральского федерального округа [8].

По результатам моделирования выявлены особенности влияния финансирования по каждой социально значимой статье на социально-демографические процессы в субъектах УрФО. Уральский федеральный округ может служить примером наиболее тесной связи между уровнями экономического и социально-демографического развития, где наиболее высокий уровень экономического развития имеют чисто сырьевые регионы, средний — территории с конкурентоспособными отраслями промышленности, а относительно низкий — преимущественно аграрные территории. При таких различиях в финансовых ресурсах возможности оптимизации управления социально-демографическими процессами региона также различны.

Согласно результатам моделирования, в Курганской области наиболее благоприятной динамики по всем показателям социально-демографического развития можно добиться повышением финансирования социальной политики. Курганская область, обладая более ограниченными финансовыми возможностями, имеет высокую долю населения, нуждающегося в материальной помощи. Материальные мотивации позволят повысить уровень рождаемости в области за счет более полной реализации потребностей семей в детях, но по экономическим

и сопряженным с ними соображениям откладываемых. Уровень смертности населения также зависит от материального благосостояния населения. В экономически неблагоприятных регионах через повышение социальных расходов возможно снизить стресс, связанный с безработицей, низкими доходами и неуверенностью в завтрашнем дне, что позволит создать условия для естественного прироста населения.

В Свердловской и Челябинской областях результаты моделирования показали высокую значимость для улучшения показателей социально-демографического развития системы здравоохранения. Здесь объем бюджетных средств позволяет материально поддерживать население и формировать относительно благоприятный уровень жизни. Поэтому главным фактором улучшения здоровья населения, в т. ч. репродуктивного, и снижения уровня смертности в этих субъектах является обеспечение доступности и качества медицинского обслуживания, поскольку оно создает условия (среду обитания) для развития общей и санитарной культуры, а также самосохранительного поведения населения.

Результаты моделирования показали, что повышением расходов по статье «Образование» имеет существенное положительное влияние отмечено только в нефтегазовых регионах. Данные регионы достигли более высокого уровня экономического и бюджетного благополучия, при котором хватает ресурсов на удовлетворение базовых социальных потребностей населения и оказание основных медицинских услуг. Возможности увеличить уровень рождаемости населения только за счет материальных мотиваций в данных субъектах ограничены, должны быть изменены ценностные ориентиры населения на уровне государственного управления в социо-культурном и нравственном направлении. Кроме того, роста финансирования медицинского обслуживания населения недостаточно для сокращения уровня смертности, требуется радикальное изменение образа жизни населения. Причины сверхвысокой смертности во многом лежат в плоскости индивидуальных действий, сводясь к высокой распространенности курения, злоупотреблению алкоголем, низкой физической активности, нерациональному питанию, безответственному отношению к своему здоровью. Инициатива по минимизации смертности переходит к населению, поскольку источники опасности для здоровья и жизни сегодня часто на-



Рис. 2. Пирамида распределения финансовых средств на социально значимые статьи бюджета региона

ходятся вне сферы прямого влияния медицины — в питании, окружающей среде, в привычках, поведении и стиле жизни. Именно поэтому заинтересованная индивидуальная активность самого населения, направленная на изменение образа жизни и заботу о своем здоровье. Исходя из этого для улучшения социально-демографической ситуации в регионах с высокой бюджетной обеспеченностью необходимо повысить финансирование системы образования.

Таким образом, возможности оптимизации социально-демографического развития за счет повышения финансирования в регионах с высокой бюджетной обеспеченностью меньше. На основании полученных выводов построена пирамида, отражающая приоритетные направления распределения финансовых средств в зависимости от уровня бюджетной обеспеченности региона (рис. 2).

Во всех рассматриваемых субъектах УрФО улучшения ситуации по основным показателям социально-демографических процессов можно

достичь путем повышения расходов на социальную политику. По мере обеспечения достаточного финансирования статей бюджета, лежащих в основании пирамиды (рис. 2), их вклад в социально-демографическое развитие региона снижается и все более актуальным становится повышение финансирования статей более высокого уровня. Но это вовсе не означает, что приступать к финансированию новой статьи стоит только при достаточной финансовой обеспеченности прежней, или что при переходе к повышению финансирования статей более высокого уровня финансирование систем низкого уровня может оставаться фиксированным и не требует повышения. Полученные результаты необходимо учесть для корректировки и усиления управленческого воздействия на социально-демографическое развитие, устремленного в долгосрочную перспективу и имеющего своей стратегической целью преодоление социально-демографических аномалий, особенно характерных для процессов смертности населения субъектов УрФО.

#### Список источников

1. Аборты в российском общественном мнении // Левада-Центр. [Электронный ресурс]. URL: [http://www.demographia.ru/articles\\_N/index.html?idR=20&idArt=1745](http://www.demographia.ru/articles_N/index.html?idR=20&idArt=1745) (20.02.2012).
2. Агарков Г. А., Найденов А. С., Чусова А. Е. Влияние социально-экономических последствий мирового экономического кризиса на теневой сектор экономики региона // Экономика региона. — 2009. — №4. — С. 207-211.
3. Куклин А. А., Леонтьева А. Г. Государственная политика в области оплаты труда и ее влияние на динамику бедности в регионе // Экономика региона. — 2010. — №1. — С. 21-27.
4. Мызин А. Л., Гурбан И. А. Проблемы оценки человеческого капитала в контексте исследования национального богатства регионов России // Экономика региона. — 2011. — №1. — С. 110-115.
5. Мызин А. Л., Пыхов П. А., Денисова О. А. Результаты диагностирования энергетической безопасности регионов России в динамике последних лет // Вестник Тюменского университета. — 2010. — №4. — С. 170-177.
6. Тюлюкин В. А., Шориков А. Ф. Алгоритм решения задачи терминального управления для линейной дискретной системы // Автоматика и телемеханика. — 1993. — № 4. — С. 115-127.
7. Шориков А. Ф. Минимаксное оценивание и управление в дискретных динамических системах. — Екатеринбург: Изд-во Урал. гос. ун-та, 1997. — 242 с.
8. Яндыганов Я. Я., Власова Е. Я., Никулина Н. Л. Экологическая безопасность региона. Социально-эколого-экономический аспект // Экономика региона. — 2008. — №3(15). — С. 143-152.

### Сведения об авторах

**Васильева Александра Владимировна** (Екатеринбург) — кандидат экономических наук, научный сотрудник центра экономической безопасности, Институт экономики Уральского отделения Российской академии наук (620014, г. Екатеринбург, ул. Московская, 29, e-mail: sa840sha@mail.ru).

**Васильева Елена Витальевна** (Екатеринбург) — ведущий экономист центра экономической безопасности, Институт экономики Уральского отделения Российской академии наук (620014, г. Екатеринбург, ул. Московская, 29, e-mail: elvitvas@ya.ru).

**Тюлюкин Владимир Александрович** (Екатеринбург) — кандидат физико-математических наук, доцент кафедры бизнес-информатики, Уральский государственный экономический университет (620144, г. Екатеринбург, ул. 8 Марта / Народной воли, д. 62/45, e-mail: tul@mail.ru).

**A. V. Vasil'eva, E. V. Vasil'eva, V. A. Tyulyukin**

### Modeling of budgetary funding influence on socio-demographic processes of a region<sup>1</sup>

*This paper describes a method of modeling socio-demographic processes in a region based on the minimax approach. In this method, the simulated socio-demographic processes reflect the performance of a population fertility age model, reproductive systems and the structure of mortality, as management impact tools of fiscal spending on socially significant budget items (health, physical culture and sport, social policy, education, environmental protection) are considered. Testing methodology on the examples of the Russian Federation subjects included in the Ural Federal District is presented. Peculiarities of influence of funding of each socially important item on the social and demographic processes in the regions of the Ural Federal District are shown. Priorities of distribution of funds based on the level of budgetary provision in the region to ensure optimization of socio-demographic development of the region are shaped.*

**Keywords:** socio-demographic processes, region, socially significant budgetary items, influence modeling

### References

1. Aborty v rossiyskom obshchestvennom mnenii [Abortions in the Russian public opinion]. Levada-Center. Available at: [http://www.demographia.ru/articles\\_N/index.html?idR=208&idArt=1745](http://www.demographia.ru/articles_N/index.html?idR=208&idArt=1745) (accessed on 20.02.2012).
2. Agarkov G. A., Naydenov A. S., Chusova A. E. (2009). Vliyaniye sotsial'no-ekonomicheskikh posledstviy mirovogo ekonomicheskogo krizisa na tenevoy sektor ekonomiki regiona [The influence of socio-economic consequences of world economic crisis on the regional shadow economy]. *Ekonomikaregiona [Economy of Region]*, 4, 207-211.
3. Kuklin A. A., Leont'eva A. G. (2010). Gosudarstvennaya politika v oblasti oplaty truda i ee vliyaniye na dinamiku bednosti v regione [National policy in reference to labor remuneration and its influence on poverty dynamics in a region]. *Ekonomika regiona [Economy of Region]*, 1, 21-27.
4. Myzin A. L., Gurban I. A. (2011). Problemy otsenki chelovecheskogo kapitala v kontekste issledovaniya natsional'nogo bogatstva regionov Rossii [Problems of human capital estimating in a context of studying national wealth of Russian regions]. *Ekonomika regiona [Economy of Region]*, 1, 110-115.
5. Myzin A. L., Pykhov P. A., Denisova O. A. (2010). Rezul'taty diagnostirovaniya energeticheskoy bezopasnosti regionov Rossii v dinamike poslednikh let [The results of energy security diagnostics of Russia's regions in the dynamics of recent years]. *Bulletin of Tyumen State University*, 4, 170-177.
6. Tyulyukin V. A., Shorikov A. F. (1993). Algoritm resheniya zadachi terminal'nogo upravleniya dlya lineynoy diskretnoy sistemy [An algorithm for solving the terminal control problem for linear discrete system]. *Avtomatika i telemekhanika [Automation and Telemechanics]*, 4, 115-127.
7. Shorikov A. F. (1997). Minimaksnoye otsenivaniye i upravleniye v diskretnykh dinamicheskikh sistemakh [Minimax estimation and control in discrete dynamical systems]. Yekaterinburg, Ural State University Publ.
8. Yandyganov Ya. Ya., Vlasova E. Ya., Nikulina N. L. (2008). Ekologicheskaya bezopasnost' regiona. Sotsial'no-ekologo-ekonomicheskiy aspekt [Ecological safety of region (socially-ecology-economic aspect)]. *Ekonomika regiona [Economy of Region]*, 3 (15), 143-152

### Information about the authors

**Vasil'eva Aleksandra Vladimirovna** (Yekaterinburg, Russia) — PhD in Economics, research associate at the Center for economic security, Institute of Economics, Ural Branch of the Russian Academy of Sciences (620014, Yekaterinburg, Moskovskaya st., 29, e-mail: sa840sha@mail.ru).

**Vasil'eva Elena Vital'evna** (Yekaterinburg, Russia) — leading economist at the Center for economic security, Institute of Economics, Ural Branch of the Russian Academy of Sciences (620014, Yekaterinburg, Moskovskaya st., 29, e-mail: elvitvas@ya.ru).

**Tyulyukin Vladimir Aleksandrovich** (Yekaterinburg, Russia) — PhD in Physics and Mathematics, Assistant Professor at the Chair for business-informatics, Ural State University of Economics (620144, Yekaterinburg, 8 Marta / Narodnoy voli st., 62/45. Ural State University of Economics, e-mail: tul@mail.ru).

<sup>1</sup> This study was supported by the grant for young scientists and graduate students at the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences in 2012 on the subject «Models of diagnostics and optimization of complex social and demographic development of a region» (№ 11-7-NP-30).