

УДК 33:303.7  
doi: 10.18101/2304-4446-2018-4-89-94

## МОДЕЛИРОВАНИЕ ДЕМОГРАФИЧЕСКОЙ ДИНАМИКИ РОССИЙСКОГО РЕГИОНА (на примере Республики Бурятия)

© Ринчино Андрей Львович

кандидат экономических наук, доцент,  
Бурятский государственный университет  
Россия, 670000, г. Улан-Удэ, ул. Ранжурова, 5  
E-mail: arinchino@gmail.com

В статье предлагается модель демографической динамики российского региона (на примере Республики Бурятия). Модель позволяет прогнозировать развитие демографической ситуации, на основе учета динамики доходов и расходов населения, процессов в сфере занятости. Прогнозируется общая численность населения в возрасте: трудоспособном, дотрудоспособном и старше трудоспособного, цифры рождаемости и смертности, естественный прирост. Модель позволяет проигрывать множество сценариев возможного развития событий в СЭС РБ на период до 2022 г.

**Ключевые слова:** демография; модель; население; прогноз; регион.

В работах [1; 2] построена нелинейная многоуровневая модель региона — субъекта РФ, составной частью которой является дискретная модель «Демография», реализующая демографическую динамику населения региона в режиме имитации:

$$\begin{aligned}
 PRi_t &= PR(i-1)_{t-1} - PRD(i-1)_{t-1} + \Delta Mi_{t-1}, \quad i = \overline{1, 79}; \\
 PR80_t &= PR79_{t-1} - PRD79_{t-1} + PR80_{t-1} - PRD80_{t-1} + \Delta M80_{t-1}; \\
 PR0_t &= PRB_{t-1}, \quad F1 = 16, F2 = 49; \quad PR_t = \sum_{i=0}^{80} PRi_t. \\
 PRDi_t^{(j)} &= \alpha_i^{(j)} \cdot PRi_t, \quad PRDi_t = \sum_{j=1}^7 PRDi_t^{(j)}, \quad PRD_t = \sum_{i=0}^{80} PRDi_t, \\
 \alpha_i^{(j)} &= \alpha_i^{(j)}(fd_t^{(1)}, \dots, fd_t^{(N_D)}), \quad \alpha_i = \sum_{j=1}^7 \alpha_i^{(j)}, \quad \alpha_t = \sum_{i=1}^{80} \sum_{j=1}^7 \alpha_i^{(j)}. \\
 PRB(k-l)_t &= \beta(k-l)_t \cdot \frac{1}{2} \sum_{i=k}^l PRi_t, \\
 PRB_t &= PRB(15-19)_t + \dots + PRB(45-49)_t, \\
 \beta(k-l)_t &= \beta(k-l)_t(fb_t^{(1)}, \dots, fb_t^{(k)}), \quad k = 15, 20, \dots, 45, l = 19, 24, \dots, 49. \\
 \Delta M_t &= M_t(fm_t^{(1)}, \dots, fm_t^{(N_M)}) \quad \text{или} \quad \Delta M_t = \varepsilon_t \cdot PR_t, \quad \varepsilon_t = \frac{1}{n} \sum_{k=t-n}^{t-1} \frac{PR_k}{\Delta M_k}, \\
 \Delta Mi_t &= \varsigma_t \cdot f(i), \quad \varsigma_t = \frac{\Delta M_t}{\Sigma_t}, \quad f(i) = \frac{1}{100\sqrt{2\pi}} \cdot e^{-\frac{(i-35)^2}{200}}, \quad \Sigma_t = \sum_{i=0}^{80} (PRi_t \cdot f(i)). \\
 PRL_t &= \sum_{i=0}^{15} PRi_t, \quad PRL_t = \sum_{i=16}^{59} PRi_t - \frac{1}{2} \cdot \sum_{i=55}^{59} PRi_t, \quad PRL_t = \sum_{i=59}^{80} PRi_t + \frac{1}{2} \cdot \sum_{i=55}^{59} PRi_t,
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 PRwF_t &= \frac{1}{2} \cdot \sum_{i=16}^{49} PRi_t, \quad PR_{[17-25]t} = \sum_{i=17}^{25} PRi_t, \\
 EP_t &= PRB_t - PRD_t, \quad LIFE_t^{SF} = \frac{\sum_{i=0}^{>80} i \cdot PRDi_t}{\sum_{i=0}^{>80} PRDi_t}, \\
 LIFE_t^{SO} &= \sum_{i=1}^{>80} i \cdot \left( \prod_{j=0}^{i-1} (1 - \alpha_j) \right), \quad LIFEk_t^{SO} = \sum_{i=k}^{>80} i \cdot \left( \prod_{i=0}^{i-k} (1 - \alpha_j) \right), \\
 NETTO_t &\approx \frac{1}{2} \sum_{i=F1}^{F2} \beta_i \cdot \left( \prod_{j=1}^{i-1} (1 - \alpha_j) \right),
 \end{aligned}$$

где  $PR_t$  — «общая численность населения региона на начало года  $t$ ;  $PRi_t$  — численность лиц, достигших возраста  $i$  лет на начало года  $t$  (здесь  $i=0, 1, \dots, 80$ ), т. е. тех, кому на рассматриваемый момент времени уже исполнилось  $i$  лет, но еще не исполнилось  $(i+1)$  лет;  $PRDi_t$  — количество умерших в  $i$ -й возрастной группе за год  $t$ ;  $\Delta Mi_t = IMi_t - EMi_t$  — сальдо миграции для группы  $i$ -го возраста;  $F1, F2$  — начало и окончание фертильного возраста;  $PR80_t$  — количество лиц, достигших на начало года  $t$  80 лет и старше;  $PRB_t$  — общее количество детей, рожденных на территории региона (новорожденных) за год  $t$ ;  $\alpha_t^{(j)}$  — значение коэффициента смертности по  $j$ -й причине в  $i$ -й возрастной группе;  $PRDi_t^{(j)}$  — численность умерших по  $j$ -й причине в  $i$ -й группе;  $PRDi_t$  — численность умерших в возрасте  $i$ ;  $PRD_t$  — общая численность умерших в году  $t$ ;  $\alpha_t$  — коэффициент смертности в группе  $i$ ;  $fd_t^{(1)}, \dots, fd_t^{ND}$  — социально-экономические факторы, влияющие на смертность;  $\alpha_t$  — общий коэффициент смертности населения региона;  $\beta(k-l)_t$  — коэффициент рождаемости для женщин, находящихся в возрасте от  $k$  до  $l$  лет;  $fb_t^{(1)}, \dots, fb_t^{NB}$  — факторы, влияющие на рождаемость;  $PRB(k-l)_t$  — численность детей, рожденных женщинами, находящимися в возрасте от  $k$  до  $l$  лет;  $PRB_t$  — общая численность новорожденных;  $fm_t^{(1)}, fm_t^{(2)}, \dots, fm_t^{(NM)}$  — факторы миграции;  $\Delta M_t$  — сальдо миграции населения региона;  $\varepsilon_t$  — коэффициент миграции (миграционного оттока);  $PRL_t$  — численность населения в дотрудоспособном возрасте (до 16 лет);  $PRL_t$  — численность населения в трудоспособном возрасте;  $PRL_t, PRL_t$  — соответственно, численность населения в возрасте старше трудоспособного;  $PRwF_t$  — численность женщин фертильного возраста;  $PR_{[17-25]t}$  — численность молодежи 17–25 лет;  $EP_t$  — естественный прирост-убыль;  $LIFE_t^{SF}$  — среднефактическая продолжительность жизни;  $PRDi_t$  — численность умершего населения  $i$ -й возрастной группы в году  $t$ ;  $LIFE_t^{SO}$  — среднеожидаемая продолжительность жизни для новорожденных;  $LIFEk_t^{SO}$  — среднеожидаемая продолжительность жизни для человека, находящегося в момент  $t$  в возрасте  $k$ ;  $NETTO_t$  — нетто-коэффициент воспроизводства населения» [1].

«В качестве определяющих факторов рождаемости  $f\beta_t^{(1)}, f\beta_t^{(2)}, \dots, f\beta_t^{(NFB)}$  рассматривались: рост (снижение) ВПП, отношение среднемесячной заработной

платы к величине прожиточного минимума для взрослого населения, отношение величины среднемесячной пенсии к величине прожиточного минимума для пенсионеров в РБ, отношение среднемесячных денежных доходов к величине среднего прожиточного минимума, доля населения с доходами ниже величины прожиточного минимума (в % от общей численности населения), уровень общей безработицы (в % от численности экономически активного населения), обеспеченность населения жильем (м<sup>2</sup> на одного жителя), число зарегистрированных преступлений в расчете на 1 тыс. чел. населения, численность врачей на 1 тыс. чел. населения, мощность врачебных амбулаторно-поликлинических учреждений, посещений в смену на 1 тыс. чел. населения. Для показателя  $\beta(15-49)_t$  и значениями факторов 1–10 построена зависимость:

$$\beta(15-49)_t = \sum_{i=1}^{10} b_i^{(i)} \cdot f\beta_i^{(i)} + c\beta_t,$$

где

| $c\beta_t$ | $b_t^{(1)}$ | $b_t^{(2)}$ | $b_t^{(3)}$ | $b_t^{(4)}$ | $b_t^{(5)}$ | $b_t^{(6)}$ | $b_t^{(7)}$ | $b_t^{(8)}$ | $b_t^{(9)}$ | $b_t^{(10)}$ |
|------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|--------------|
| 43,5047    | -2,7006     | 0,0014      | 0,0020      | 0,0010      | -1,2519     | 2,8698      | 1,1605      | 0,1488      | 0,0017      | 0,0010       |

В качестве  $f\alpha_t^{(1)}, \dots, f\alpha_t^{(NFD)}$  — определяющих факторов смертности (коэффициента смертности) — рассматривались: отношение среднемесячной заработной платы к величине прожиточного минимума для взрослого населения; отношение величины среднемесячной пенсии к величине прожиточного минимума для пенсионеров в РБ; доля населения с доходами ниже величины прожиточного минимума в РБ (в % от общей численности населения); отношение численности безработных к численности трудоспособного населения; обеспеченность населения жильем (кв. м на одного жителя); число больничных коек на 1 тыс. чел. населения; численность врачей на 1 тыс. чел. населения; численность среднего медицинского персонала на 1 тыс. чел. населения; мощность врачебных амбулаторно-поликлинических учреждений, посещений в смену на 1 тыс. чел. населения; профилактические осмотры населения (% населения); число зарегистрированных преступлений в расчете на 1 тыс. чел. населения» [1].

Для оценки  $\alpha_t$  построена следующая зависимость:

$$\alpha_t = \sum_{i=1}^{11} a_i^{(i)} \cdot f\alpha_t^{(i)} + c\alpha_t,$$

| $c\alpha_t$ | $a_t^{(1)}$ | $a_t^{(2)}$ | $a_t^{(3)}$ | $a_t^{(4)}$ | $a_t^{(5)}$ | $a_t^{(6)}$ | $a_t^{(7)}$ | $a_t^{(8)}$ | $a_t^{(9)}$ | $a_t^{(10)}$ | $a_t^{(11)}$ |
|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|--------------|--------------|
| -6 365,00   | 0,20        | -0,17       | 4,87        | -0,05       | 0,04        | -71,34      | 0,12        | 0,02        | 379,05      | -1,12        | -10,58       |

Нами рассмотрена специфика применения построенной модели для изучения социально-экономической системы такого субъекта РФ как Республика Бурятия (РБ). Произведено информационное наполнение модели, идентификация и верификация. При этом для  $t=2014, \dots, 2016$  модель показывает приемлемую адекватность (табл. 1, 2).

На основе данных [3] произведена калибровка модели, актуализация и уточнение ряда параметров. Далее откалиброванная модель применяется для прогнозирования состояния СЭС РБ на период  $[t_1 + 1; t_2] = [2017; 2022]$ . В качестве управляющих параметров также использовались индикаторы из [3].

При этом:

- 1) начальный период моделирования  $t_0 = 2007$  [год];
- 2) период основания прогноза (базовый период)  $[t_0; t_1]$ , где  $t_1 = 2016$  [год];
- 3) начальный период прогнозирования  $t_1 + 1 = 2017$  [год];
- 4) конечный период прогнозирования  $t_2 + 1 = 2022$  [год].

На основе модельных расчетов подробно описана демографическая ситуация, тесно связанная с процессами, происходящими в сфере занятости и на рынке труда в социально-экономической системе региона, процессами образования доходов, расходования и сбережения средств населения. Рассчитаны перспективная численность населения в дотрудоспособном, трудоспособном и в возрасте старше трудоспособного, коэффициенты рождаемости и смертности, естественный прирост. Модель позволяет проигрывать множество сценариев возможного развития событий в СЭС РБ на период до 2022 г.

Таблица 1

Демографическая динамика в Республике Бурятия. Модельные расчеты

|   | 2014    | 2015    | 2016    |
|---|---------|---------|---------|
| Среднегодовая численность постоянного населения (тыс. чел.) | 973,901 | 978,194 | 982,654 |
| из них в возрасте:  |         |         |         |
| моложе трудоспособного                                      | 229,720 | 236,064 | 242,655 |
| трудоспособном  | 569,574 | 562,570 | 555,272 |
| старше трудоспособного                                      | 174,606 | 179,560 | 184,726 |
| 17–25 лет   | 131,903 | 120,409 | 112,108 |
| жен. 16–49 лет  | 239,934 | 237,757 | 235,849 |
| Родилось  | 17,803  | 17,043  | 16,556  |
| Умерло  | 12,410  | 11,583  | 12,596  |
| Естественный прирост  | 5,393   | 5,460   | 3,961   |

Таблица 2

Демографическая динамика в Республике Бурятия. Реальные данные

|   | 2014   | 2015   | 2016   |
|---|--------|--------|--------|
| Среднегодовая численность постоянного населения (тыс. чел.) | 973,9  | 978,5  | 982,3  |
| из них в возрасте:  |        |        |        |
| моложе трудоспособного                                      | 222,3  | 228,2  | 234,1  |
| трудоспособном  | 574,3  | 567,4  | 559,6  |
| старше трудоспособного                                      | 177,3  | 182,9  | 188,6  |
| Родилось  | 17,093 | 16,937 | 16,109 |
| Умерло  | 11,182 | 11,142 | 11,046 |
| Естественный прирост  | 5,911  | 5,795  | 5,063  |

Таблица 3

Демографическая динамика в Республике Бурятия. Прогноз

|   | 2017    | 2018    | 2019    | 2020    | 2021    | 2022    |
|---|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| Среднегодовая численность постоянного населения (тыс. чел.) | 985,614 | 987,940 | 989,660 | 990,755 | 991,366 | 991,515 |
| из них в возрасте:  |         |         |         |         |         |         |
| моложе трудоспособного                                      | 248,444 | 253,632 | 258,381 | 261,492 | 263,835 | 265,638 |
| трудоспособном  | 548,581 | 542,441 | 535,960 | 531,389 | 527,251 | 524,121 |
| старше трудоспособного                                      | 188,589 | 191,866 | 195,319 | 197,875 | 200,280 | 201,756 |
| 17–25 лет   | 105,141 | 101,349 | 99,948  | 99,554  | 100,527 | 102,104 |
| жен. 16–49 лет  | 234,168 | 233,375 | 232,466 | 231,984 | 231,409 | 230,715 |
| Родилось  | 17,035  | 16,526  | 15,987  | 15,573  | 15,176  | 14,814  |
| Умерло  | 13,710  | 13,806  | 13,891  | 13,963  | 14,026  | 14,088  |
| Естественный прирост  | 3,325   | 2,720   | 2,096   | 1,610   | 1,150   | 0,726   |

**Литература**

1. Ринчино А. Л. Моделирование социально-экономической системы региона — субъекта Российской Федерации (на примере Республики Бурятия): дис. ... канд. экон. наук. СПб., 2008.
2. Ринчино А. Л. Прогнозно-аналитические исследования демографической динамики российского региона (на примере Республики Бурятия) // Экономико-демографическое развитие Сибири и Дальнего Востока: материалы всерос. науч.-практ. конф. Улан-Удэ: Изд-во Бурят. гос. ун-та, 2010. С. 25–30.
3. Данные Федеральной службы государственной статистики по Республике Бурятия. [Электронный ресурс]. URL: [http://burstat.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat\\_ts/burstat/ru/statistics/population/](http://burstat.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_ts/burstat/ru/statistics/population/) (дата обращения: 14.09.2017).
4. Демография и статистика населения: учебник для академического бакалавриата / И. И. Елисеева [и др.]; под ред. И. И. Елисеевой, М. А. Клупта. 3-е изд., перераб. и доп. М.: Юрайт, 2016.
5. Ризниченко Г. Ю. Математическое моделирование биологических процессов. Модели в биофизике и экологии: учеб. пособие для бакалавриата и магистратуры. М.: Юрайт, 2016.
6. Мицель А. А., Важдаев А. Н. Математическая модель траектории движения взаимодействующих инвестиционных проектов // Экономический анализ: теория и практика. 2010. № 40. С. 18–24.

---

MODELING OF POPULATION DYNAMICS IN THE RUSSIAN REGION  
(the case of Buryatia)

*Andrey L. Rinchino*

Cand. Sci. (Econ.), A/Prof.,

Buryat State University

5 Ranzhurova St., Ulan-Ude 670000, Russia

E-mail: arinchino@gmail.com

The article proposes a model of population dynamics in the Russian region as in the case of the Republic of Buryatia. The model allows predicting the development of demographic situation on the basis of personal incomes and expenditures dynamics, processes in the sphere of employment. The total number of preworking, working, and post-working age population; birth and death rates; rate of natural increase are forecasted. The model presents various scenarios of developing the events in socio-economic system of the Republic of Buryatia for the period up to 2022.

*Keywords:* demography; model; population; forecast; region.