

14. Parker, J. (2007). A Flexible, Large-Scale, Distributed Agent Based Epidemic Model. Center on Social and Economic Dynamics. *Working Paper*, 52, 25.
15. Lynar, T. M., Herbert, R. D. & Chivers, W. J. (2009). Implementing an Agent Based Auction Model on a Cluster of Reused Workstations. *International J. of Computer Applications in Technology*, 34, 4, 13-24.

Information about the authors

Okrepilov Vladimir Valentinovich (Saint Petersburg, Russia) — Doctor of Economics, Professor, Member of the Russian Academy of Sciences, General Director of the State Regional Centre for Standardization, Metrology and Testing in Saint Petersburg and the Leningrad Oblast (1, Kurlyandskaya St., 190103 Saint Petersburg, Russia; e-mail: letter@rustest.spb.ru).

Makarov Valeriy Leonidovich (Moscow, Russia) — Doctor of Physics and Mathematics, Professor, Member of the Russian Academy of Sciences, Head of the Central Economic Mathematical Institute of the Russian Academy of Sciences (47, Nakhimovskiy Av., 117418 Moscow, Russia; e-mail: makarov@cemi.rssi.ru).

Bakhtizin Albert Raufovich (Moscow, Russia) — Doctor of Economics, Senior Research Associate at the Laboratory of Experimental Economics, the Central Economic Mathematical Institute of the Russian Academy of Sciences (47, Nakhimovskiy Av., 117418 Moscow, Russia; e-mail: albert.bakhtizin@gmail.com).

Kuzmina Svetlana Nikolayevna (Saint Petersburg) — Doctor of Economics, Chief Specialist at the State Regional Centre for Standardization, Metrology and Testing in Saint Petersburg and the Leningrad Oblast (1, Kurlyandskaya St., 190103 Saint Petersburg, Russia; e-mail: kuzmina2003@bk.ru).

doi 10.17059/2015-2-25

УДК 314.8

В. П. Чичканов^{а)}, **А. В. Васильева**^{а)}, **Г. П. Быстрой**^{а)}, **С. А. Охотников**^{б)}

^{а)} Институт экономики УрО РАН

^{б)} Уральский федеральный университет им. первого Президента России Б. Н. Ельцина

ПРОГНОЗНАЯ ОЦЕНКА ДЕМОГРАФИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ РОССИИ¹

В статье рассмотрены современные проблемы воспроизводства населения России, причины их формирования и государственная политика по их преодолению. Обоснована актуальность решения задачи оценки наиболее вероятной будущей динамики рождаемости населения России в условиях низких норм детности с учетом влияния реализуемым государственных мер стимулирования рождаемости. Для решения поставленной задачи на основе функции распределения вероятности поведения общего коэффициента рождаемости была произведена вероятностная оценка будущей динамики воспроизводства населения России. На основе модернизированного метода Хёрста были построены две прогнозные траектории динамики общего коэффициента рождаемости: первая траектория соответствует сценарию, при котором значение общего коэффициента рождаемости будет стремиться к значениям в интервале 8–10,5 род/1000 чел. нас. (вероятность — 0,182), в том числе за счет негативного внешнего воздействия, вторая траектория — к значениям в интервале 13–16,5 род/1000 чел. нас. (вероятность — 0,618), в том числе за счет положительного внешнего воздействия. Несмотря на то, что данные сценарии существенно отличаются, прогнозируемые по ним траектории динамики общего коэффициента рождаемости в течение периода 2015–2041 гг., что соответствует времени достоверного прогноза, практически идентичны. Анализ полученных результатов позволил сделать вывод, что государственная демографическая политика не способна существенно повлиять на будущую динамику рождаемости, обусловленную главным образом конъюнктурными сдвигами. Данные выводы подтверждают господствующую в научных кругах точку зрения, что государственное регулирование демографической ситуации в России должно быть нацелено, в первую очередь, на улучшение здоровья и повышение ожидаемой продолжительности жизни населения.

Ключевые слова: рождаемость, государственное управление, демографические волны, вероятностная функция, модернизированный метод Хёрста, прогноз, время достоверного прогноза

¹ © Чичканов В. П., Васильева А. В., Быстрой Г. П., Охотников С. А. Текст. 2015.

В современной России наблюдается затяжной процесс депопуляции — систематического уменьшения численности населения страны вследствие суженного режима воспроизводства населения, когда последующее поколение численно меньше предыдущего. Опустившись ниже уровня простого воспроизводства населения (2,1 ребенка на одну женщину) в 1970-х гг., крайне низкое значение суммарного коэффициента рождаемости сохраняется до сих пор (в 2013 г. он составил 1,707 ребенка на одну женщину¹).

По мнению ряда демографов, в частности А.И. Антонова [1, 2], фундаментальной причиной снижения рождаемости в нашей стране является ослабление потребности в детях. Оно вызвано отмиранием хозяйственной функции семьи (для реализации которой необходимо большое количество детей в семье), распространением несемейных ориентаций и ценностей индивидуализма. Соответственно, в современном российском обществе преобладает потребность в 1-2 детях, что ведет к изменению социальных норм рождаемости и уменьшению числа детей в семье. Иными словами, снижение рождаемости вызвано во многом социальными, а не экономическими причинами. В то же время государственная демографическая политика в России направлена главным образом на материальное стимулирование рождаемости, включая выплату материнского капитала.

В связи с этим возникает задача оценки наиболее вероятной будущей динамики рождаемости населения России в условиях низких норм детности с учетом влияния реализуемых государственных мер стимулирования рождаемости.

Для решения поставленной задачи на основе функции распределения вероятности поведения общего коэффициента рождаемости была произведена вероятностная оценка будущей динамики воспроизводства населения России. В рамках проводимого исследования были также построены прогнозные траектории динамики общего коэффициента рождаемости на основе модернизированного метода Хёрста с выделением времени достоверного прогноза [3].

¹ Демографический ежегодник России. 2014: стат.сб./ Росстат. М., 2014. [Электронный ресурс]. URL: http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_main/rosstat/ru/statistics/publications/catalog/doc_1137674209312 (дата обращения: 13.04.2014)

Методы

Вероятностный метод. При наличии малых флуктуаций нелинейная система описывается вероятностной функцией распределения g (плотностью вероятности), вычисляемой по исходному временному ряду и связанной с потенциальной функцией системы F посредством уравнения Фоккера — Планка:

$$\frac{\partial g}{\partial t} = \nabla(g\nabla F) + \nabla^2(Dg), \quad (1)$$

где g — плотность вероятности; F — потенциальная функция рассматриваемой нелинейной системы, характеризующая количество устойчивых и неустойчивых точек равновесия, соответствующих экстремумам функции.

Правая часть уравнения состоит из двух членов — дрейфа $\nabla(g\nabla F)$ и диффузии $\nabla^2(Dg)$. Дрейф заставляет субъект демографической системы, которым является человек, при малых отклонениях (вызванных флуктуациями параметра порядка) от положения равновесия двигаться по направлению к ближайшему локальному минимуму. Роль диффузии двояка: она описывает размах функции распределения, которая концентрируется вокруг локального минимума, и вероятность, с которой флуктуация может перевести такую демографическую систему из метастабильного (локального) минимума в глобальный минимум. Если флуктуаций нет, то диффузия системы от локального к глобальному минимуму невозможна.

С целью определения типа устойчивости демографических состояний выделяются возможности методов нелинейной динамики, в рамках которой возможно построение неравновесных потенциальных функций. Разным демографическим состояниям соответствуют разные минимумы потенциальной функции, принадлежащие тем или иным зонам притяжения фазовых траекторий эволюции используемых показателей, то есть так называемым аттракторам. Изменение параметров экономической системы может привести к изменению числа таких состояний и (или) их устойчивости. Здесь возникает задача описания вероятности реализации того или иного состояния равновесия. Возможности получения вероятностной функции распределения на основе обработки статистических данных с большим количеством показателей делают такую задачу нетривиальной.

Расчет функции плотности вероятности $g(x)$, где x — значение общего коэффициента рождаемости, производится исходя из предположения о флуктуационном характере показателя, который предопределяет появление в будущем

определенных значений общего коэффициента рождаемости лишь с известной вероятностью. В случае эргодического характера поведения показателя, распределение вероятности которого исследуется, вероятностная функция распределения считается независимой от времени (постоянной). В этом случае по временному ряду общего коэффициента рождаемости, длина которого стремится к бесконечности или велика по сравнению с периодом прогнозирования, можно восстановить функцию плотности вероятности показателя $g(x)$, заменив усреднение по ансамблю усреднением по времени.

По известной вероятностной функции распределения $g(x)$ производится восстановление нормированного на коэффициент диффузии потенциала $F(x)/D$. Восстановление потенциала $F(x)$ производится по решению уравнения Фоккера — Планка в стационарном случае:

$$0 = \nabla(g\nabla F) + \nabla^2(Dg), \quad (2)$$

исходя из полученной вероятностной функции распределения $g(x) = N \cdot e^{F(x)/D}$, из которой следует выражение для нормированного потенциала

$$F(x)/D = -\ln(g(x)/g_0). \quad (3)$$

Потенциал аппроксимируется полиномом n степени.

Модернизированный метод Хёрста. В соответствии с методом Хёрста в классической теории для имеющегося временного ряда $\xi(t)$ вычисляется среднее значение $\langle \xi(t) \rangle$ на интервале времени τ , имеющем ту же размерность, что и время t :

$$\langle \xi(t) \rangle_\tau = \frac{1}{\tau} \sum_{t=1}^{\tau} \xi(t). \quad (1)$$

Затем рассчитывается зависимость накопленного отклонения $X(t, \tau)$ на интервале времени τ , по которому вычисляется функция абсолютного размаха R :

$$X(t, \tau) = \sum_{u=1}^t \{ \xi(u) - \langle \xi(t) \rangle_\tau \},$$

$$R(\tau) = \max_{1 \leq t \leq \tau} X(t, \tau) - \min_{1 \leq t \leq \tau} X(t, \tau). \quad (2)$$

Размах зависит от длины интервала τ и может расти с ее увеличением. Далее вычисляется зависимость безразмерной функции R/S от длины временного интервала τ делением R на стандартное отклонение S ряда $\xi(t)$:

$$S(\tau) = \sqrt{\frac{1}{\tau} \sum_{t=1}^{\tau} \{ \xi(t) - \langle \xi(t) \rangle_\tau \}^2}. \quad (3)$$

По результатам исследования многих природных процессов Хёрстом была установлена эмпирическая связь между нормированным размахом R/S и длиной интервала τ через показатель H :

$$R/S \sim (\tau/2)^H, \quad H = \frac{\ln(R(\tau)/S(\tau))}{\ln \tau - \ln 2}. \quad (4)$$

Впоследствии самим Хёрстом было доказано, что H может принимать значения от 0 до 1.

При анализе общего коэффициента рождаемости значение показателя H может быть трактовано следующим образом. В случае отсутствия долговременной статистической зависимости (случайное поведение показателя), данное отношение должно асимптотически стремиться к $\tau^{1/2}$ ($H = 0,5$) при стремлении длины выборки к бесконечности, что на примере броуновского движения было доказано еще Б. Мандельбротом. Значения же $H > 0,5$ характеризуют сохранение тенденций к росту или убыванию показателя, как в прошлом, так и в будущем (персистентное поведение — сохранение тенденции) [4]. $H < 0,5$ означает склонность рождаемости населения к постоянной смене тенденции: рост сменяется убыванием и наоборот.

Некорректность анализа временных рядов общего коэффициента рождаемости методом Хёрста в классической теории заключается в предположении наличия одинаковых фрактальных структур анализируемых рядов на всех временных масштабах, то есть предполагается неизменность свойств демографической системы, определяющих ее саморазвитие.

В работе [3] было показано, что если сделать предположение о зависимости показателя H в выражении (4) от временного масштаба τ и определить функцию $H(\tau)$ из производной функции R/S по τ , то для удобства численного дифференцирования функции R/S в виде временного ряда выражение для нахождения зависимости $H(\tau)$ примет следующий вид:

$$H^*(\tau_k) = \frac{\ln(R(\tau_{k+1})/S(\tau_{k+1})) - \ln(R(\tau_k)/S(\tau_k)) - \ln A}{\ln(\tau_{k+1}) - \ln(\tau_k)}. \quad (5)$$

По поведению характеристической функции можно классифицировать временные ряды как статистически фрактальные, случайные, периодические. Можно выделить еще один тип с глобальной персистентностью, который характерен для функций роста или убывания. По поведению этой функции в случае анализа существенно нелинейной системы с хаотиче-

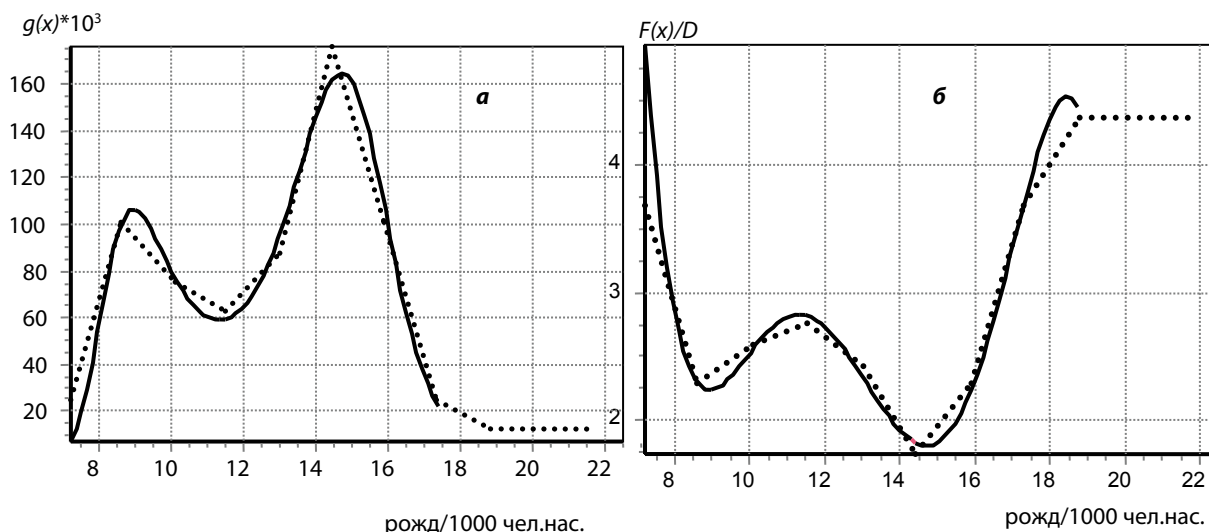


Рис. 1. Функция плотности вероятности (а) и восстановленный потенциал $F(x)$ (б) для общего коэффициента рождаемости СССР и РФ за период 1960–2014 гг. Точки соответствуют экспериментальным данным, полугладкие — аппроксимирующим кривым

ским поведением можно установить характерное время выхода на случайный процесс.

Время достоверного прогноза. Время τ , при котором зависимость показателя Хёрста $H(\tau)$ выходит в область значений, близкую к 0,5, принято называть временем выхода на случайный процесс, которое, как показано в [7], близко ко времени забывания начальных условий t_r , на котором теряется корреляция (взаимосвязь) будущих значений с прошлыми, происходит смена фрактальной структуры, а точное предсказание поведения системы на интервалах времени, больших t_r , становится невозможным. Достоверное прогнозирование на интервалы времени, превышающие t_r , невозможно, поэтому t_r можно назвать временем достоверного прогноза.

Считая фрактальные свойства демографической системы, среди которых в качестве основных для рождаемости можно выделить репродуктивные установки населения [5, с. 66], неизменными, возможно построение временного ряда общего коэффициента рождаемости на некоторый временной интервал в будущем. Если фрактальные свойства демографической системы не изменятся за время прогнозирования, то появляется возможность точно предсказать её поведение на таком участке времени. Функция R/S и показатель Хёрста в этом случае считаются постоянными для системы с неизменными фрактальными свойствами и не зависящими от длины исследуемого временного ряда. Поэтому построение временного ряда на некоторый интервал в будущем выполняется таким образом, чтобы оно не меняло функцию Хёрста для исследуемого ряда.

Результаты расчетов

Полученные с помощью разработанного авторами программного продукта¹ графики функции распределения $g(x)$ и восстановленного потенциала $F(x)$ с его аппроксимацией полиномом 6-й степени для общего коэффициента рождаемости приведены на рисунке 1.

На рис. 1б четко видно наличие двухъямного потенциала, локального и глобального минимумов, соответствующих двум положениям равновесия демографической системы. При этом нелинейный анализ длинного временного ряда общего коэффициента рождаемости СССР и РФ показал, что вероятность нахождения данного показателя в окрестности значений 8–10,5 рожд/1000 чел. нас. составляет 18,2 %, в окрестности значений 13–16,5 рожд/1000 чел. нас. — 61,8 %. Таким образом, наиболее вероятно, что значение общего коэффициента рождаемости продолжит расти в ближайшие годы, стремясь к значениям в интервале 13–16,5 рожд/1000 чел. нас., но при неблагоприятном внешнем воздействии на демографическую систему высока вероятность и его резкого снижения до значений в интервале 8–10,5 рожд/1000 чел. нас.

В соответствии с используемым в этой работе модернизированным методом Хёрста время забывания начальных условий для процесса рождаемости не выявляется (пересечение с 0,5 связано со скудной статистикой на

¹ См. Быстрай Г. П., Лыков И. А. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ №2012615414 «Оценка рисков, нелинейный анализ и прогнозирование для длинных временных рядов экономических показателей». Роспатент. Зарегистрировано 15 июня 2012 г.

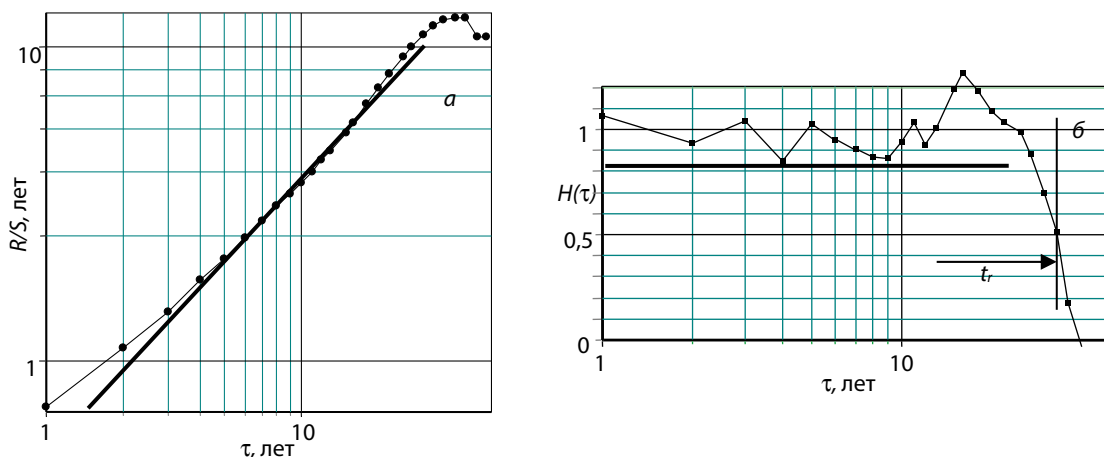


Рис. 2. Зависимость функции R/S от временного масштаба τ (а) и зависимость H от временного масштаба τ (б) для общего коэффициента рождаемости СССР и РФ за период 1960–2014 гг. Указано время достоверного прогноза t_r

больших интервалах) (рис. 2). Полученные результаты позволяют сделать вывод, что процесс рождаемости является персистентным, то есть происходит сохранение тенденций к росту или убыванию на больших временных рядах (до половины длины ряда, в нашем случае — до 2041 г.).

Прогноз скорости изменения общего коэффициента рождаемости был построен так, что каждая последующая точка каждой траектории определялась по функции минимаксной оценки стандартного отклонения функции R/S , что позволило минимизировать отклонение функции Хёрста для исследуемого ряда (1960–2014 гг.) от функции Хёрста для ряда с достоверной прогнозной точкой. Ошибка функции R/S (рис. 2а) соответствует двум минимумам потенциальной функции (рис. 1б), что приводит к двум вероятным исходам демографического развития. По показателю Хёрста (рис. 2б) проведена аппроксимация $H = 0,832 \pm 0,036$

на интервале времени от 0 до 30 лет для наилучшего вычисления в дальнейшем ошибки функции R/S . По построенным рядам скоростей изменения общего коэффициента рождаемости были восстановлены прогнозные траектории их изменения (рис. 3).

На рисунке 4 видно, что первая траектория соответствует сценарию, при котором значение общего коэффициента рождаемости будет стремиться к значениям в интервале 8–10,5 род/1000 чел. нас. (вероятность — 0,182) в том числе за счет негативного внешнего воздействия, вторая траектория — к 13–16,5 род/1000 чел. нас. (вероятность — 0,618) в том числе за счет положительного внешнего воздействия. Эти два исхода соответствуют двум максимумам вероятностной функции (рис. 1а). Несмотря на то, что данные сценарии существенно отличаются, прогнозируемые по ним траектории динамики общего коэффициента рождаемости в течение периода 2015–

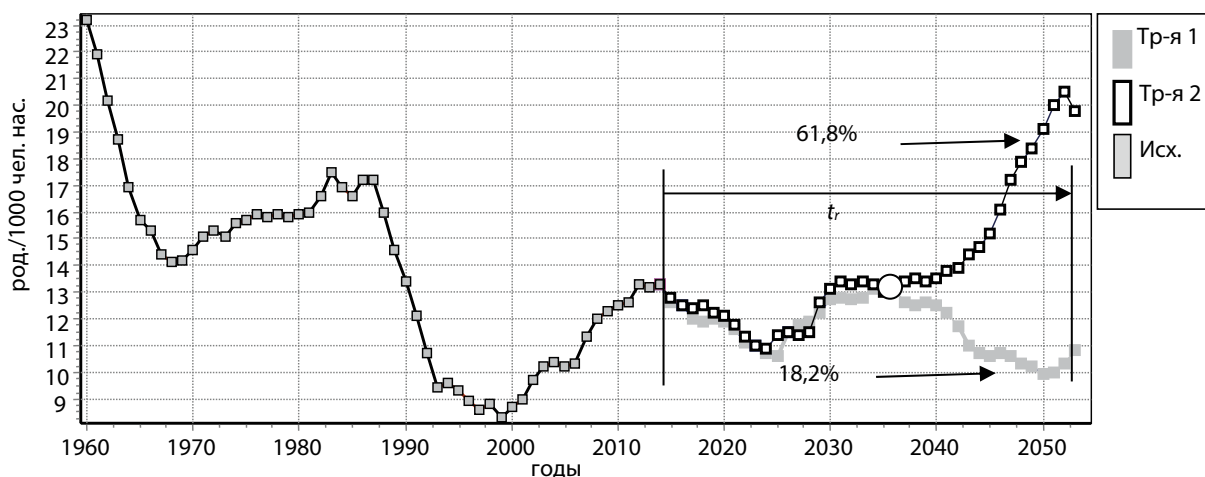


Рис. 3. Восстановленный по скорости изменения исходный ряд общего коэффициента рождаемости в СССР и РФ с прогнозируемыми траекториями. Указана точка бифуркации дальнейшего развития демографической ситуации. Числа указывают на вероятности реализации той или иной прогнозируемой траектории

2041 г., что соответствует времени достоверного прогноза, практически идентичны. В период с 2015 г. до 2025 г. по первому варианту и до 2024 г. по второму варианту ожидается снижение рождаемости, затем до 2031 г. по обоим сценариям прогнозируется рост, начиная с 2032 г. и до конца времени достоверного прогноза будет наблюдаться стагнация воспроизводства населения.

Прогнозируемая динамика общего коэффициента рождаемости является вполне закономерным развитием ситуации, существенно обусловленным созданными в ретроспективный период демографическими волнами. Так, снижение общего коэффициента рождаемости в 2015–2025 гг. является следствием падения численности потенциальных матерей в данный период в результате вступления в возраст 27 лет, соответствующий современному среднему возрасту матери при рождении детей, женщин, рожденных в 1988–1999 гг., когда также наблюдалась отрицательная динамика показателя. Аналогичным образом объясняется рост общего коэффициента рождаемости в 2025–2031 гг. Прогнозируемая стагнация воспроизводства населения в 2031–2041 гг. с небольшими колебаниями значений общего ко-

эффициента рождаемости на уровне 13–14 род. на 1000 чел. нас. является следствием затухания демографических волн.

Заключение

Полученные результаты позволяют сделать предварительный вывод, что существующая сегодня в РФ государственная демографическая политика не способна существенно повлиять на будущую динамику рождаемости, обусловленную главным образом конъюнктурными сдвигами. Данные выводы подтверждают господствующую в научных кругах точку зрения, что государственное регулирование демографической ситуации в России должно быть нацелено, в первую очередь, на улучшение здоровья и повышение ожидаемой продолжительности жизни населения.

При этом существующие различия в социально-экономическом развитии регионов России [6–11] определяют необходимость не только реализации общефедеральных мер, но и разработки собственных региональных программ в данном направлении. А в наиболее кризисных по показателям воспроизводства населения субъектах РФ не обойтись без оптимизации иммиграционных потоков [12].

Благодарность

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда (проект № 14-18-00574 «Информационно-аналитическая система «Антикризис»: диагностика регионов, оценка угроз и сценарное прогнозирование с целью сохранения и усиления экономической безопасности и повышения благосостояния России»).

Список источников

1. Антонов А. И. Причины и последствия депопуляции в России // Почему вымирают русские. Последний шанс: сб. ст. / под ред. А. И. Антонова. — М.: ЭКСМО, 2004. — С. 35-51.
2. Антонов А. И. Социология рождаемости. — М.: Статистика, 1980.
3. Методы нелинейной динамики в анализе и прогнозировании экономических систем регионального уровня / Быстрай Г. П., Коршунов Л. А., Лыков И. А., Никулина Н. Л., Охотников С. А. // Журнал экономической теории. — 2010. — №3. — С. 103-114.
4. Федер Е. Фракталы: пер. с англ. — М.: Мир, 1991. — 254 с.
5. Быстрай Г. П., Васильева А. В., Лыков И. А. Прогнозирование демографического развития России // Вестник УрФУ. — 2012. — № 6. — С. 61-72. — (Экономика и управление).
6. Васильева Е. В., Куклин А. А., Леонтьева А. Г. Социальная защита населения, ее роль в повышении качества жизни в регионах России // Уровень жизни населения регионов России. — 2010. — № 9. — С. 22-31.
7. Васильева Е. В. Рейтинг субъектов РФ по уровню социально-психологического потенциала // Журнал экономической теории. — 2013. — № 3. — С. 131-141.
8. Куклин А. А., Гурбан И. А. Региональные особенности демографической составляющей человеческого капитала // Народонаселение. — 2012. — № 4 (58). — С. 035-050.
9. Гурбан И. А. Состояние научно-исследовательского капитала субъектов Российской Федерации // Вестник Оренбургского государственного университета. — 2012. — № 13 (149). — С. 89-96.
10. Денисова О. А., Пыхов П. А. Оценка современного и перспективного состояния УрФО с позиций энергетической безопасности // Экономика региона. — 2008. — № 4. — С. 52-61.
11. Агарков Г. А., Судакова А. Е., Найденов А. С. Экономические последствия влияния теневой экономики на социально-экономическую сферу Уральского федерального округа // Региональная экономика. Теория и практика. — 2013. — № 42. — С. 45-53.
12. Татаркин А. И., Васильева А. В. Оценка потребности российского рынка труда в иностранной рабочей силе // Национальные интересы. Приоритеты и безопасность. — 2015. — № 2 (287). — С. 10-21.

Информация об авторах

Чичканов Валерий Петрович (Екатеринбург, Россия) — доктор экономических наук, член-корреспондент РАН, главный научный сотрудник, Центр экономической безопасности, Институт экономики УрО РАН (620014, г. Екатеринбург, ул. Московская, 29, e-mail: chichkanov.v@ya.ru).

Васильева Александра Владимировна (Екатеринбург, Россия) — кандидат экономических наук, научный сотрудник, Центр экономической безопасности, Институт экономики УрО РАН (620014, г. Екатеринбург, ул. Московская, 29, e-mail: sa840sha@mail.ru).

Быстрой Геннадий Павлович (Екатеринбург, Россия) — доктор физико-математических наук, профессор кафедры общей и молекулярной физики, Институт естественных наук, Уральский федеральный университет им. первого Президента России Б.Н. Ельцина (620083, г. Екатеринбург, пр. Ленина, 51, e-mail: g.p.bystrai@urfu.ru).

Охотников Сергей Александрович (Екатеринбург, Россия) — ассистент кафедры общей и молекулярной физики, Институт естественных наук, Уральский федеральный университет им. первого Президента России Б. Н. Ельцина (620083, г. Екатеринбург, пр. Ленина, 51, e-mail: sergey.okhotnikov@urfu.ru).

V. P. Chichkanov, A. V. Vasilyeva, G. P. Bystray, S. A. Okhotnikov

Forecast of the Demographic Development of Russia

In the article, the contemporary issues of the reproduction of the Russian population, their reasons, and state policy toward them are considered. Relevance of the task solution of assessment of the most expected birth rate dynamics of the Russian population in future in the conditions of low norms of the parenthood status taking into account the influence of government measures for the birth rate stimulation is proved. In order to achieve this objective, on the basis of the behavior probability distribution function of crude birth rate, the probabilistic assessment of the future birth rate dynamics of the Russian population was conducted. On the basis of the modernized Hirst method, two expected dynamics trajectories of crude birth rate were constructed: the first trajectory corresponds to the scenario at which the value of crude birth rate will be in the range of 8-10,5 born / 1000 people (probability — 0,182), including the negative external impact, the second trajectory will be in the range of 13-16,5 born / 1000 people (probability — 0,618), including the positive external impact. In spite of the fact that these scenarios are quite different, the dynamics trajectories of crude birth rate predicted according to them during the period of 2015-2041 that corresponds to the time of the reliable prediction are almost identical. The analysis of the received results enabled to conclude that the state population policy cannot affect the future dynamics of the birth rate due mainly to to the conjunctural changes. These conclusions confirm the intellectual vested interest of the academic circles that government regulation of a demographic situation in Russia has to be aimed, first of all, at the health improvement and increase of the expected life interval of the population.

Keywords: birth rate, public administration, demographic waves, probability function, modernized Hurst method, forecast, time of reliable prediction

Acknowledgement

The research has been prepared with the support of the Russian Science Foundation (the project No. 14-18-00574 «Information analytical Antikrizis system: diagnostics of regions, threat assessments and scenario forecast for the purpose of preservation and improvement of economic security and increase of welfare of Russia»).

References

1. Antonov, A. I. (2004). Prichiny i posledstviya depopulyatsii v Rossii [The reasons and consequences of depopulation in Russia]. *Pochemu vymirayut russkie: posledniy shans: sb. st. [Why die out the Russians: last chance: collection of articles]*. Edited by A.I. Antonov Moscow: Eksmo, 35-51.
2. Antonova, A. I. (1980). *Sotsiologiya rozhdayemosti [Birth rate sociology]*. Moscow, Statistika [Statistics].
3. Bystray, G. P., Korshunov, L. A., Lykov, I. A., Nikulina, N. L. & Okhotnikov, S. A. (2010). Metody nelineynoy dinamiki v analize i prognozirovaniy ekonomicheskikh sistem regionalnogo urovnya [Nonlinear dynamics methods in the analysis and forecast of the regional level economic systems]. *Zhurnal ekonomicheskoy teorii [Journal of economic theory]*, 3, 103-114.
4. Federa, E. (1991). *Fraktaly: per. s angl. [Fractals: trans. from English]*. Moscow: Mir, 254.
5. Bystray, G. P., Vasilyeva, A. V. & Lykov, I. A. (2012). Prognozirovanie demograficheskogo razvitiya Rossii [Forecasting of the Russia demographic development]. *Vestnik UrFU [UrFU Bulletin]*, 6, 61-72. *Ekonomika i upravlenie [Economics and management]*.
6. Vasilyeva, E. V., Kuklin, A. A. & Leontyeva A. G. (2010). Sotsialnaya zashchita naseleniya, eyo rol v povyshenii kachestva zhizni v regionakh Rossii [Social protection of the population, its role in the life quality improvement in regions of Russia]. *Uroven zhizni naseleniya Rossii [Living standard of the population in Russian regions]*, 9, 22-31.
7. Vasilyeva, Ye. V. (2013). Reyting subektov RF po urovnyu sotsialno-psikhologicheskogo potentsiala [Rating of territorial subjects of the Russian Federation on the level of social and psychological potential]. *Zhurnal ekonomicheskoy teorii [Journal of economic theory]*, 3, 131-141.
8. Kuklin, A. A. & Gurban, I. A. (2012). Regionalnyye osobennosti demograficheskoy sostavlyayushchey chelovecheskogo kapitala [Regional features of demographic component of the human capital]. *Narodonaselenie [The population]*, 4(58), 035-050.
9. Gurban, I. A. (2012). Sostoyanie nauchno-issledovatel'skogo kapitala subektov Rossiyskoy Federatsii [Condition of the research capital of subjects of the Russian Federation]. *Vestnik Orenburgskogo gosudarstvennogo universiteta [Orenburg State University Bulletin]*, 13(149), 89-96.

10. Denisova, O. A. & Pykhov, P. A. (2008). Otsenka sovremennogo i perspektivnogo sostoyaniya UrFO s pozitsiy energeticheskoy bezopasnosti [Current and perspective state value of Ural Federal District from perspective of energy security]. *Ekonomika regiona [Economy of region]*, 4, 52-61.

11. Agarkov, G. A., Sudakova, A. E. & Naydyonov, A. S. (2013). Ekonomicheskie posledstviya vliyaniya tenevoy ekonomiki na sotsialno-ekonomicheskuyu sferu Uralskogo federalnogo okruga [Economic impact of shadow economy on the socio-economic sphere of Ural Federal District]. *Regionalnaya ekonomika. Teoriya i praktika [Regional economy. Theory and practice]*, 42, 45-53.

12. Tatarkin, A. I. & Vasilyeva, A. V. (2015). Otsenka potrebnosti rossiyskogo rynka truda v inostrannoy rabochey sile [Estimate of requirements of the Russian labor market for foreign labor]. *Natsionalnyye interesy. Prioritety i bezopasnost [National interests. Priorities and security]*, 2 (287), 10-21.

Information about the authors

Chichkanov Valeriy Petrovich (Yekaterinburg, Russia) — Doctor of Economics, Corresponding Member of the RAS, Chief Research Scientist, Economic Security Center, Institute of Economics of the UB RAS (29, Moskovskaya St., 620014 Yekaterinburg, Russia; e-mail: chichkanov.v@ya.ru).

Vasilyeva Aleksandra Vladimirovna (Yekaterinburg, Russia) — PhD in Economics, Research Fellow, Economic Security Center, Institute of Economics of the UB RAS (29, Moskovskaya St., 620014 Yekaterinburg, Russia; e-mail: sa840sha@mail.ru).

Bystray Gennadiy Pavlovich (Yekaterinburg, Russia) — Doctor of Physics and Mathematics, Professor at the Chair of General and Molecular Physics, Institute of Natural Sciences, Ural Federal University named after the first President of Russia B.N. Yeltsin (51, Lenina Av., 620083 Yekaterinburg, Russia; e-mail: g.p.bystrai@urfu.ru).

Okhotnikov Sergey Aleksandrovich (Yekaterinburg, Russia) — Teaching Assistant at the Chair of General and Molecular Physics, Institute of Natural Sciences, Ural Federal University named after the first President of Russia B.N. Yeltsin (51, Lenina Av., 620083 Yekaterinburg, Russia; e-mail: sergey.okhotnikov@urfu.ru).