

**МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ДВИЖЕНИЯ НАСЕЛЕНИЯ
В РЕГИОНАХ ЦЕНТРАЛЬНОГО ФЕДЕРАЛЬНОГО ОКРУГА****Андрей Андреевич ЗАВОДСКИХ^{а,*}, Владимир Иванович ТИХИЙ^б, Вадим Георгиевич ШУМЕТОВ^с**^а студент института экономики и управления,
Орловский государственный университет, г. Орёл, Российская Федерация
andrewzavodskikh@mail.ru^б кандидат географических наук, доцент кафедры прикладной и инновационной экономики,
Орловский государственный университет, г. Орёл, Российская Федерация
tikhiivi@yandex.ru^с доктор экономических наук, профессор кафедры информационных технологий и математики,
Орловский государственный аграрный университет, г. Орёл, Российская Федерация
shumetov@list.ru

* Ответственный автор

История статьи:

Принята 22.09.2016

Принята в доработанном виде
13.10.2016

Одобрена 27.10.2016

Доступна онлайн 14.04.2017

УДК 314.[382+482+728]
(470.31/32)**JEL:** C31, C32, C51, C87, R23**Аннотация****Предмет.** Статья посвящена вопросу разработки и оценки моделей динамики общих коэффициентов рождаемости, смертности и естественного прироста для регионов Центрального федерального округа России за период 2005–2014 гг.**Цели.** Изучение динамики демографических процессов с помощью пространственно-временного моделирования и исследования панельных данных, построенных по представленным в официальных статистических сборниках материалам с помощью технологии *data mining*. Отслеживание закономерностей изменения показателей и коэффициентов их прироста (убыли) в субъектах Центрального федерального округа и изучение кластерной структуры регионов. Получение возможности на основе имеющихся данных сделать выводы о характере миграционных процессов субъектов Центрального федерального округа, которые в дальнейшем могут быть востребованы экспертами по вопросам демографии и статистики.**Методология.** Использованы методы приближения процессов двухпараметрическими моделями, методы корреляционного, факторного и кластерного анализа с использованием процедур пакета программного обеспечения SPSS, а также разработанный ранее авторский подход к анализу панельных данных.**Результаты.** Рассчитаны параметры трех демографических коэффициентов по двухпараметрическим моделям для всех регионов Центрального федерального округа за временной период 2005–2014 гг., изучен характер коэффициентов динамики показателей, предпринята попытка типологии регионов по кластерам.**Выводы.** Динамика демографических процессов адекватно описывается выбранными для анализа двухпараметрическими моделями. Выявлено, что в целом в Центральном федеральном округе наблюдается устойчивое улучшение демографической ситуации. Динамика коэффициента рождаемости положительна (хотя и ниже среднероссийского значения), а коэффициента смертности – отрицательна (выше среднероссийского значения). Миграционные процессы в субъектах Центрального федерального округа интенсивны, но разнонаправленны.**Ключевые слова:** регионы ЦФО, общий коэффициент рождаемости, общий коэффициент смертности, общий коэффициент интенсивности миграции, пространственно-временные процессы

© Издательский дом ФИНАНСЫ и КРЕДИТ, 2016

В настоящее время вопрос изучения и моделирования пространственных процессов играет все большую роль, что подчеркивается исследованиями отечественных ученых, чьи взгляды на развитие регионалистики представлены, в частности, в статьях П.А. Минакира [1, 2]. Разработаны и апробированы модели для изучения как особых городских территорий [3], так и сельских¹. Цели исследований разнообразны: от проведения типологизации регионов и анализа отдельных

сфер социально-экономической жизни (см. статью С.С. Михайловой²) до рекомендаций по региональной политике [1].

Зарубежная экономическая мысль обладает обширными наработками по данной теме. В частности, в труде Ф. Ротенбахера [4] целая глава посвящена анализу взаимосвязи территории и населения, а еще в одной главе представлен обзор популяционных процессов в России со второй половины XIX в. до первого десятилетия

¹ Тихий В.И., Сидорова И.Н. Оценка и особенности развития сельских территорий региона на примере Орловской области // Региональная экономика: теория и практика. 2016. № 4. С. 69–88.² Михайлова С.С. Анализ воспроизводства населения субъектов Российской Федерации для целей пенсионной политики // Региональная экономика: теория и практика. 2015. № 25. С. 49–59.

XXI в. Однако российская демография и ее развитие представлены в иностранных публикациях недостаточно полно. Можно тем не менее выделить статью Р. Бенини и А. Чижевского [5], изучавших проблемы роста регионов России в условиях существующих территориальных диспропорций, а также публикацию М. Брэдшоу [6], рассмотревшего вопрос связи политической экономики с демографией и географической территорией.

Следуя логике исследователей, связывающих популяционные и пространственные факторы, мы рассчитали модели демографических процессов Центрального федерального округа (далее – ЦФО) РФ. В число анализируемых показателей движения населения включены следующие³:

- 1) общий коэффициент рождаемости (как число родившихся в течение календарного года на 1 000 чел. населения);
- 2) общий коэффициент смертности (число умерших в течение календарного года на 1 000 чел. населения);
- 3) общий коэффициент интенсивности миграции (отношение разности между числом прибывших на данную территорию и числом выбывших за ее пределы за год к среднегодовой численности населения), также выраженный в промилле.

Важность и актуальность темы связана с непосредственным вниманием, уделяемым аспекту пространства [7] для изучения социально-экономического потенциала. Исследование строится на анализе демографических процессов [8, 9] через применение методов математической статистики, изложенных, в частности, в работе В.А. Колемаева и др.⁴

Эмпирической базой исследования служили статистические данные за 2005–2014 гг., представленные в ежегодниках⁵, предыдущие исследования по данной теме [10], в качестве инструментария использована одна из начальных версий системы анализа данных *SPSS Base*⁶ [11]; в анализе данных использованы концептуальные статистические подходы, изложенные в работах

[12, 13]. Основным методическим приемом исследования принят подход к анализу пространственно-временных данных, предложенный нами в работе [14] и заключающийся в описании динамики показателей однотипными двухпараметрическими моделями с последующей заменой временных рядов параметрами этих моделей.

Вначале рассмотрим динамику показателей демографических процессов в целом в РФ. Из динамики значений первых двух коэффициентов для России в целом следует, что после 2006 г. наблюдается тенденция к росту рождаемости и снижению смертности населения. Улучшение демографической ситуации в РФ сопровождается тенденцией к миграционному приросту населения. Графики временных рядов общего коэффициента рождаемости населения Центрального федерального округа и РФ в целом, а также регионов ЦФО, построенные нами по статистическим данным для временного периода 2005–2013 гг.⁷, продемонстрировали аналогичный характер динамики показателя: как и для РФ в целом, на них выделяется временной диапазон 2006–2013 гг., в пределах которого динамика общего коэффициента рождаемости населения характеризуется ростом с насыщением. Такому характеру динамики отвечает двухпараметрическая гиперболическая модель (1):

$$K_{\text{рожд}} = b_0 + \frac{b_1}{t}, \quad (1)$$

где t – временная переменная, параметры которой могут быть наглядно интерпретированы. Если временную переменную определить соотношением

$$t = \text{год} - 2015, \quad (2)$$

то начальному 2006 г. временного диапазона будет отвечать значение $t = 1$, а значение показателя при $t = 1$ – расчетной величине коэффициента рождаемости в 2005 г., т.е. сумме параметров $b_0 + b_1$ модели (1). Параметр гиперболической модели b_0 можно интерпретировать как параметр уровня показателя, смысл которого – прогнозное предельное значение коэффициента рождаемости, а коэффициент регрессии b_1 – как параметр динамики процесса воспроизводства населения.

Выполненное нами моделирование динамики общего коэффициента рождаемости показало, что большинство гиперболических моделей динамики общего коэффициента рождаемости

³ Энциклопедия статистических терминов в 8-ми томах. Т. 5. Демографическая и социальная статистика. М.: Росстат, 2011. 482 с. URL: http://www.gks.ru/free_doc/new_site/rosstat/stbook11/tom5.pdf

⁴ Колемаев В.А., Староверов О.В., Турундаевский В.Б. Теория вероятностей и математическая статистика: учеб. пособие для вузов / под ред. В.А. Колемаева. М.: Высшая школа, 1991. 400 с.

⁵ Регионы России. Социально-экономические показатели: Статистический сборник. М.: Росстат, 2008, 2010, 2014, 2015.

⁶ SPSS Base 8.0 для Windows. Руководство по применению. М.: СПСС Русь, 1998. 397 с.

⁷ Данные за 2014 г. использовались для верификации моделей.

характеризуются высокими значениями критериев качества: они адекватны (статистическая значимость критерия Фишера не хуже 0,004), объясняют от 81,8 до 94,9 процента общей дисперсии. Несколько худшими значениями критериев качества характеризуются модели для Липецкой и Ярославской областей, тем не менее они находятся в допустимых пределах, что позволяет в дальнейшем использовать параметры гиперболических моделей – расчетный предельный уровень показателя b_0 , а также параметр b_1 – для характеристики уровня и динамики общего коэффициента рождаемости в регионах ЦФО в период 2006–2013 гг.

Иной характер динамики общего коэффициента смертности: в ЦФО и в целом в РФ, а также в регионах округа наблюдается снижение смертности, быстрое в начальный период 2005–2006 гг., затем – более медленное. Судя по характеру динамики общего коэффициента смертности, аппроксимацию временных рядов показателя можно проводить по трем конкурирующим моделям – логарифмической, экспоненциальной и параболической. Из этих вариантов аппроксимации более предпочтительной является экспоненциальная модель:

$$K_{\text{смерт}} = b_0 \times \exp(b_1 t), \quad (3)$$

поскольку ее параметры наглядно интерпретируются. Эта модель допускает нулевое и отрицательные значения временной переменной, а так как нас в большей мере интересуют значения показателя в конечный (2013) год временного диапазона 2006–2013 гг. (ради единства описания принимаем тот же временной диапазон анализа, что и ранее), временную переменную определяем соотношением:

$$t = \text{год} - 2013. \quad (4)$$

Согласно (4), конечному 2013-му году анализируемого периода отвечает значение $t = 0$.

Результаты аппроксимации динамики общего коэффициента смертности населения ЦФО и регионов, а также РФ в целом экспоненциальными моделями показали, что почти все модели характеризуются высокими значениями критериев качества: они адекватны (статистическая значимость критерия Фишера не хуже 0,001), объясняют от 88,3% до 96% общей дисперсии. Лишь для Орловской области модель оказалась менее точной – она объясняет 77,1% общей дисперсии; тем не менее модель статистически значима на уровне 0,004. Это

позволяет в дальнейшем использовать параметры экспоненциальных моделей b_0 и b_1 для характеристики процесса смертности населения регионов ЦФО в период 2006–2013 гг. – уровня и динамики смертности соответственно.

Данные еще по одному показателю процесса движения населения (коэффициенту миграционного прироста населения) в статистических справочниках приводятся в виде разности между числом прибывших на данную территорию и числом выбывших за ее пределы за год в расчете на 10 000 чел. среднегодовой численности населения (в целях унификации размерности принятых нами к анализу показателей коэффициент миграционного прироста также выражали в промилле, т.е. в расчете на 1 000 чел. населения).

Наши исследования показали, что для большинства регионов ЦФО величина случайной компоненты сравнима с трендом динамики показателя, и вследствие этого представить информацию по временным рядам необходимо не в виде аналитических моделей, а в виде совокупности двух числовых характеристик – среднего уровня показателя и среднегодового прироста. Однако эти числовые характеристики можно рассчитать и как параметры линейной регрессии, если определить в линейной модели

$$K_{\text{мигр}} = b_0 + b_1 t, \quad (5)$$

временную переменную соотношением:

$$t = \text{год} - 2009, \quad (6)$$

Согласно (6), значение $t = 0$ отвечает середине анализируемого временного периода 2005–2013 гг., и параметр линейной модели b_0 , равный расчетному значению показателя в 2009 г., интерпретируется как его средний уровень, а параметр b_1 – как среднегодовой прирост коэффициента миграционного прироста населения. Что касается критериев качества линейных моделей, то в данном случае они характеризуют стабильность миграционных процессов.

Результаты аппроксимации динамики коэффициента миграционного прироста населения ЦФО, а также РФ в целом линейными моделями – параметры моделей и критерии их качества – приведены в *табл. 1*.

Как видно из таблицы, коэффициент детерминации превышает критическое значение 0,5 лишь для шести регионов, среди которых Белгородская, Брянская, Владимирская,

Воронежская, Курская и Тамбовская области. Для этих регионов, как и для ЦФО и РФ в целом, можно уверенно говорить о тенденции развития миграционных процессов: в Белгородской, Брянской и Владимирской областях наблюдалось снижение миграции, напротив, в Воронежской, Курской и Тамбовской областях – рост. В ЦФО и РФ в целом миграция положительная, с тенденцией к ее росту, причем в ЦФО в 2005–2013 гг. миграционные процессы происходили интенсивнее, чем в среднем в России.

В остальных регионах ЦФО, представленных в табл. 1, линейные модели объясняют меньше половины дисперсии, и речь может идти не о параметрах моделей, а о средних характеристиках соответствующих временных рядов.

Перейдем к следующему этапу анализа региональных процессов движения населения – ранжированию регионов ЦФО по величине параметров аппроксимирующих моделей.

Из изучения моделей следует, что предельный уровень общего коэффициента рождаемости во всех регионах ЦФО ниже уровня РФ в целом. Из регионов ЦФО выделяется Костромская область, в которой предельный уровень коэффициента рождаемости составляет 12,79%. Выше среднего уровня по ЦФО показатели в Курской, Ярославской, Белгородской, Калужской, Тверской и Брянской областях. Аутсайдерами по воспроизводству населения являются Тамбовская и Тульская области. Заметно ниже среднего уровня по ЦФО показатели в Смоленской, Рязанской, Воронежской, Ивановской и Орловской областях.

По параметру динамики рождаемости «лидером» является Костромская область. Здесь величина параметра динамики находится на уровне РФ в целом – около $-3,15\%$, т.е. за анализируемый период предельная величина коэффициента рождаемости теоретически увеличилась на $3,15\%$. В противоположность этому Тамбовская область характеризуется наименьшим (по модулю) параметром динамики показателя – этот прирост составляет $-1,56\%$.

Обращает на себя внимание, что оба параметра моделей динамики общего коэффициента рождаемости коррелируют между собой – тройка лидеров и аутсайдер совпадают. Корреляционный анализ подтверждает этот факт количественно: коэффициент корреляции Пирсона, равный $-0,671$, статистически значим на уровне $0,004$.

По другому показателю – коэффициенту смертности – ситуация следующая: максимум расчетного значения коэффициента смертности в 2013 г. наблюдался в Тверской области, минимум – в Белгородской, но даже этот минимум ($13,77\%$) превышает среднероссийскую величину – $13,04\%$.

С наибольшими темпами смертность в период 2006–2013 гг. снижалась в Смоленской области, с наименьшими – в Белгородской и Орловской областях. Между параметрами моделей динамики коэффициента смертности наблюдается стохастическая связь, количественно характеризуемая отрицательным значением коэффициента корреляции Пирсона $-0,522$, которая является статистически значимой на уровне $0,038$.

Ранжирование регионов ЦФО по значениям средних показателей динамики коэффициента миграционного прироста населения в 2005–2013 гг. показало, что безусловным лидером по миграционному приросту населения в этот период являлась Белгородская область – уровень прироста здесь составлял в среднем в анализируемый период $6,20\%$, что сравнимо с уровнем рождаемости, значение которого в 2013 г. составляло $11,6\%$. По динамике показателя лидер – Курская область, ежегодный прирост миграции населения в этом регионе положительный. Аутсайдер по значениям обоих средних показателей – Брянская область, здесь и миграционный прирост, и его динамика – отрицательные величины.

Мы располагаем четырьмя параметрами моделей динамики показателей воспроизводства населения регионов ЦФО и актуальной задачей является выявление связей между ними, конечная цель которой – сокращение размерности анализа межрегиональных различий. Валидными инструментами решения этой задачи являются корреляционный⁸ и факторный анализы [15].

Для компактного описания результатов корреляционного анализа введем обозначения:

X_1 – предельное значение общего коэффициента рождаемости, %;

$X_{1\text{дин}}$ – параметр динамики общего коэффициента рождаемости, %;

X_2 – расчетное значение общего коэффициента смертности населения региона в 2013 г., %;

⁸ Многомерный статистический анализ в экономике: учеб. пособие для вузов / Л.А. Сошникова, В.Н. Тамашевич, Г. Уебе, М. Шефер. М.: ЮНИТИ-ДАНА, 1999. 598 с.

$X_{2\text{дин}}$ – коэффициент прироста общего коэффициента смертности населения региона в период 2006–2013 гг.

Первые две переменные – параметры b_0 и b_1 гиперболической модели (1) соответственно, следующие две – параметры b_0 и b_1 экспоненциальной модели (3). Распределения всех четырех переменных не противоречат нормальному, и в исследуемую выборку включены все регионы Центрального федерального округа, за исключением г. Москвы и Московской области.

Из результатов корреляционного анализа, приведенных в табл. 2, следует, что с учетом принципа Бонферрони [16] статистически значимой является корреляция лишь одной пары параметров – X_1 и $X_{1\text{дин}}$. Корреляция между переменными X_2 и $X_{2\text{дин}}$ хотя и отвечает средней силе связи, не может считаться статистически значимой.

Тем не менее необходимо отметить, что полученные результаты позволяют рассчитывать на сокращение размерности описания множества параметров моделей динамики процесса воспроизводства населения в регионах ЦФО. В этих целях выполнен факторный анализ по методу главных компонент. Оказалось, что две первые главные компоненты объясняют лишь две трети общей дисперсии, при этом геометрические искажения значительно превышают 15%. Это не позволяет представить результаты факторного анализа в наглядной форме на плоскости, и нами была принята трехфакторная модель, которая объясняет 92,8% общей дисперсии.

В интерпретации результатов проведенного нами факторного анализа весьма значимую роль играет рациональный выбор критерия оптимизации факторной структуры путем вращения главных факторов. Нами принят критерий ортогонального вращения главных факторов «квартимакс»⁹, использование которого привело к распределению нагрузок исходных переменных на главные факторы, представленному в табл. 3.

Как следует из таблицы, первый главный фактор, который объясняет 42,1% общей дисперсии, на положительном полюсе нагружен параметром динамики коэффициента рождаемости $X_{1\text{дин}}$, на отрицательном – параметром уровня рождаемости X_1 . Данный результат отражает отмеченную нами ранее отрицательную корреляцию этих параметров. Второй главный фактор объясняет почти четверть общей

дисперсии (26,2%), на положительном полюсе он нагружен параметром динамики коэффициента смертности $X_{2\text{дин}}$. Третий главный фактор объясняет также почти четверть общей дисперсии (24,5%) и положительно коррелирует лишь с одним параметром X_2 – расчетным уровнем коэффициента смертности в 2013 г.

Принятая нами к дальнейшему анализу трехфакторная модель не может быть представлена в наглядном графическом виде, но имеется возможность рассмотреть проекции модели факторных нагрузок на плоскости главных факторов. Таких плоскостей три; мы ограничимся двумя – $\{F_1, F_2\}$ и $\{F_2, F_3\}$ – рис. 1.

На диаграмме рис. 1 а хорошо видно, что вблизи оси первого главного фактора на достаточно большом удалении от начала координат находятся проекции меток параметров X_1 и $X_{1\text{дин}}$, а вблизи оси второго главного фактора – проекция метки параметра $X_{2\text{дин}}$, тогда как проекция метки параметра X_2 расположена вблизи центра координат и, следовательно, эта переменная практически не коррелирует с главным фактором F_2 . Аналогично из диаграммы рис. 1 б следует, что проекции меток параметров $X_{2\text{дин}}$ и X_2 расположены на положительных полуосях второго и третьего главных факторов соответственно, следовательно, тесно связаны с ними. Напротив, проекции меток остальных параметров расположены вблизи центра координат в пределах круга радиусом меньше 0,707 ($0,707^2 = 0,5$ – критерий сильной корреляции), что является основанием считать эти две переменные практически не коррелирующими с главными факторами F_2 и F_3 .

Заключительный этап типологизации регионов ЦФО проведен с помощью объективного метода классификации – иерархического кластерного анализа по схеме Уорда, в котором в качестве меры различия была использована квадратичная евклидова метрика на главных факторах $F_1 \dots F_3$ [17]. По результатам анализа оказалось, что кластерная структура регионов выражена слабо – 16 регионов на уровне их сходства внутри кластеров 90% образуют восемь кластеров, три из которых представлены одним регионом (Белгородская, Тверская и Тамбовская области), три – двумя и лишь два содержат три и четыре региона.

Это актуализирует проверку полученного нами кластерного решения на устойчивость. В этих целях был выполнен итеративный кластерный анализ по методу k -средних с числом кластеров $k = 8$. Сравнение результатов отнесения регионов

⁹ Там же.

к кластерам показало лишь одно несовпадение: Воронежская область, которая была отнесена по иерархическому кластерному анализу к кластеру, включающему также Рязанскую и Смоленскую области, по результатам процедуры итеративного кластерного анализа относится к кластеру, объединяющему четыре региона – Брянскую, Калужскую, Липецкую и Ярославскую области. Наблюдаемое отношение несовпадений к совпадениям (1 к 15) невелико, и в качестве классификации регионов ЦФО по комплексу параметров моделей динамики показателей воспроизводства населения принимается многомерная группировка по результатам иерархического кластерного анализа.

Итоговую процедуру типологизации регионов – идентификацию кластеров – проводим по ящичковым диаграммам. Наиболее наполненный кластер 2 объединяет четыре региона (Брянскую, Калужскую, Липецкую и Ярославскую области), и на этом основании его можно квалифицировать как кластер центральной тенденции с близкими к средним по периферийным регионам ЦФО значениям уровня рождаемости и смертности. Несколько худшими показателями воспроизводства населения характеризуются регионы кластера 4, объединяющего три области – Воронежскую, Рязанскую и Смоленскую.

Идентификацию кластеров дополняет распределение средних показателей временных рядов коэффициента миграционного прироста населения в 2005–2013 гг. Так, Белгородская область, отнесенная по комплексу главных факторов воспроизводства населения к кластеру 1, выделяется среди других периферийных регионов ЦФО также и по уровню миграционного прироста.

В выполненный выше анализ не были включены Москва и Московская область, административные границы которых значительно изменены в 2012 г. В то же время именно в этих регионах в

рассматриваемый период наблюдался значительный по величине и сравнимый с рождаемостью миграционный прирост населения (в среднем – 10% как для Москвы, так и для Московской области).

Поскольку соответствующие этим регионам полные временные ряды не являются корректными из-за нарушения условия постоянства территории, их средние показатели нами не рассчитывались, однако очевидно, что и г. Москва, и Московская область – лидеры среди регионов Центрального федерального округа по миграционному приросту населения. Именно этим объясняется столь большое отличие среднего уровня коэффициента миграционного прироста населения в ЦФО от соответствующего показателя для РФ в целом.

Таким образом, демографические процессы и динамика их индикаторов адекватно описывается двухпараметрическими моделями.

В целом для ЦФО характерно устойчивое улучшение демографической ситуации. Так, динамика коэффициента рождаемости была положительной, хотя и ниже среднероссийской, а коэффициента смертности – негативной (однако его минимум даже в наиболее благополучном по данному отношению регионе превышает среднероссийский уровень). Миграционные процессы в ЦФО интенсивны, но разнонаправленны.

В то же время выполненное статистическое исследование показало, что между регионами Центрального федерального округа имеются значительные различия по показателям движения населения, и это затрудняет их классификацию по данным показателям, поэтому для решения задачи разработки типологии регионов ЦФО необходимо дополнительно привлекать также и другие показатели и методы региональной экономики, например, включить модели, базирующиеся на географических или экономических подходах [18, 19, 20].

Таблица 1

Параметры и критерии качества линейных моделей динамики коэффициента миграционного прироста населения в регионах ЦФО в период 2005–2013 гг.

Table 1

Parameters and quality criteria of linear models of the dynamics of the migration growth factor of population in the Central Federal District regions between 2005–2013

Регион	Код	МНК-оценки параметров		Критерии качества		
		расч. уровень показателя 2009 г., %	среднегодовой коэффициент прироста, %	коэффициент детерминации R^2	критерий Фишера F	p -уровень
Белгородская обл.	1	6,20	–0,412	0,586	9,90	0,016
Брянская обл.	2	–1,57	–0,551	0,691	15,65	0,005
Владимирская обл.	3	0,50	–0,312	0,541	8,24	0,024
Воронежская обл.	4	3,48	0,428	0,512	7,33	0,030
Ивановская обл.	5	0,88	–0,022	0,003	0,02	0,886
Калужская обл.	6	2,94	–0,233	0,171	1,44	0,269
Костромская обл.	7	–1,16	–0,1627	0,104	0,81	0,398
Курская обл.	8	0,79	0,550	0,555	8,71	0,021
Липецкая обл.	9	1,22	–0,125	0,134	1,08	0,333
Орловская обл.	11	–0,37	–0,372	0,338	3,57	0,101
Рязанская обл.	12	1,97	–0,027	0,004	0,03	0,875
Смоленская обл.	13	0,02	0,039	0,004	0,03	0,876
Тамбовская обл.	14	–0,49	0,268	0,606	10,77	0,013
Тверская обл.	15	1,01	–0,137	0,065	0,49	0,507
Тульская обл.	16	1,56	–0,038	0,004	0,03	0,865
Ярославская обл.	17	2,97	0,115	0,033	0,24	0,642
ЦФО	100	5,20	0,355	0,631	11,98	0,011
РФ	1000	1,74	0,145	0,778	24,48	0,002

Источник: авторская разработка

Source: Authoring

Таблица 2

Элементы корреляционной матрицы параметров моделей динамики показателей процесса воспроизводства населения в регионах ЦФО

Table 2

Parameters of the dynamics models of population reproduction process in the Central Federal District regions: A correlation matrix

Параметр	Статистика	X_1	$X_{1\text{дин}}$	X_2	$X_{2\text{дин}}$
X_1	Коэффициент корреляции	1	–0,671	–0,240	0,245
	Уровень значимости	...	0,004	0,371	0,361
$X_{1\text{дин}}$	Коэффициент корреляции	–0,671	1	0,136	–0,023
	Уровень значимости	0,004	...	0,617	0,931
X_2	Коэффициент корреляции	–0,240	0,136	1	–0,522
	Уровень значимости	0,371	0,617	...	0,038
$X_{2\text{дин}}$	Коэффициент корреляции	0,245	–0,023	–0,522	1
	Уровень значимости	0,361	0,931	0,038	...

Источник: авторская разработка

Source: Authoring

Таблица 3

Матрица нагрузок параметров моделей динамики показателей процесса воспроизводства населения на главные факторы

Table 3

Parameters of the dynamics models of population reproduction process:
The main factors load matrix

Параметр моделей динамики	Главный фактор		
	F_1	F_2	F_3
X_1	-0,900	0,233	-0,035
$X_{1дин}$	0,922	0,136	0,078
X_2	0,132	-0,282	0,948
$X_{2дин}$	-0,082	0,946	-0,268
Объясняемая дисперсия, %	42,1	26,2	24,5

Источник: авторская разработка

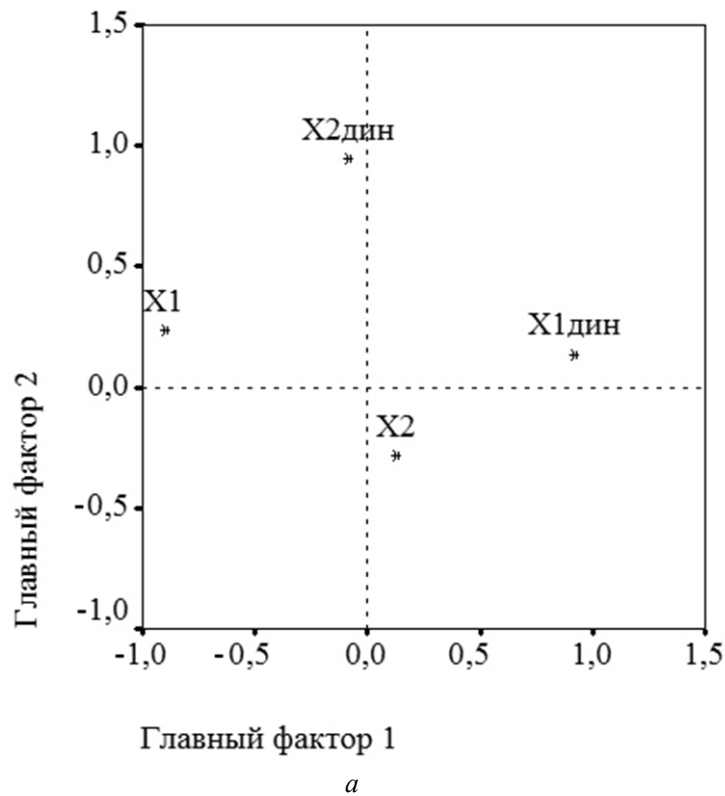
Source: Authoring

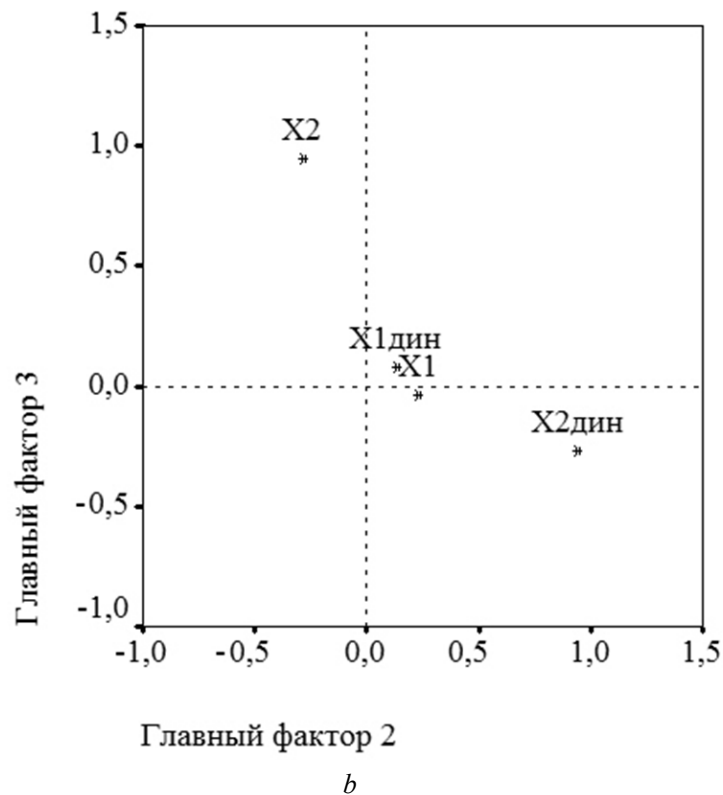
Рисунок 1

Факторная структура показателей воспроизводства населения в регионах ЦФО за период 2006–2013 гг.

Figure 1

Factor structure of indicators of population reproduction in the Central Federal District regions in the period of 2006–2013





Источник: авторская разработка

Source: Authoring

Список литературы

1. Минакир П.А. Экономический анализ и измерения в пространстве // *Пространственная экономика*. 2014. № 1. С. 12–39.
2. Минакир П.А., Демьяненко А.Н. Пространственная экономика: эволюция подходов и методология // *Пространственная экономика*. 2010. № 2. С. 6–32.
3. Склянова И.П., Черкашин А.К. Количественная оценка демографической реакции на изменения условий жизнедеятельности в моногородах // *Регион: экономика и социология*. 2015. № 4. С. 179–197.
4. Rothenbacher F. The Central and East European Population since 1850. Houndmills, Basingstoke, Hampshire, UK and New York, NY, Palgrave Macmillan, 2013, (*The Societies of Europe*, vol. 5), (xxxii+1,491 p.). doi: 10.1007/978-3-540-71972-4
5. Benini R., Czyzewski A. Regional Disparities and Economic Growth in Russia: New Growth Patterns and Catching up. *Economic Change and Restructuring*, 2007, vol. 40, iss. 1, pp. 91–135. doi: 10.1007/s10644-007-9026-0
6. Bradshaw M. The Geography of Russia's New Political Economy. *New Political Economy*, 2008, vol. 13, no. 2, pp. 193–201.
7. Мкртчян Н.В., Карачурина Л.Б. Миграция и естественное движение населения городов и административных районов России в 1990–2010 гг.: ключевые факторы различий // *Научные труды: Институт народнохозяйственного прогнозирования РАН*. 2013. № 11. С. 95–114.
8. Галецкая Р.А. Демографическое развитие России в первой четверти XXI в. и задачи усиления социальной поддержки населения // *Проблемы прогнозирования*. 2011. № 6. С. 120–130.

9. Груздева Н.А. Основные тенденции демографической ситуации в регионах России // Стратегия устойчивого развития регионов России. 2010. № 1. С. 211–216.
10. Тихий В.И. Межрегиональная социальная поляризация: сопоставительный анализ регионов-лидеров и регионов-аутсайдеров // Социально-экономическая география: теория, методология и практика преподавания. Материалы международной научно-практической конференции «Первые Максаковские чтения» под ред. А.А. Лобжанидзе. Т. 1. М.: МПГУ, 2016. С. 49–53.
11. Joaquim P. Marques de Sá. Applied Statistics Using SPSS, STATISTICA, MATLAB and R. 2nd edition. Berlin, Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2007, 505 p. doi: 10.1007/978-3-540-71972-4
12. International Handbook of Population (Vol. 1. Aging). Edited by P. Uhlenberg. Dordrecht, Springer Netherlands, 2009, 769 p. doi: 10.1007/978-1-4020-8356-3
13. McCann Ph. Modern Urban and Regional Economics. 2nd edition. New York, Oxford University Press, 2013, 432 p.
14. Шуметов В.Г. Использование эконометрических моделей в анализе пространственно-временных данных // Математика и ее приложения. Экономическое прогнозирование: модели и методы. М-лы междунар. н.-практ. конф. Орёл: Орловский государственный университет; Воронеж: Воронежский Центр Новых Технологий и Инноваций, 2011. С. 365–366.
15. Ivana Rašić-Bakarić. Uncovering Regional Disparities – The Use of Factor and Cluster Analysis. *Economic Trends and Economic Policy*, 2005, vol. 15(105), pp. 52–77.
16. Бююль А., Цефель П. SPSS: Искусство обработки информации. Анализ статистических данных и восстановление скрытых закономерностей. СПб.: ДиаСофтЮП, 2005. 608 с.
17. Олдендерфер М.С., Блэшфилд Р.К. Кластерный анализ. Факторный, дискриминантный и кластерный анализ. М.: Финансы и статистика, 1989. С. 139–215.
18. Capello R., Nijkamp P. (Eds). Handbook of Regional Growth and Development Theories. Cheltenham, UK, Northampton, MA, USA, Edward Elgar, 2009, 544 p.
19. Capello R. Regional Economics. 1st edition. New York, Routledge, 2007, 322 p.
20. Коровкин А.Г., Долгова И.Н., Единак Е.А. Анализ взаимосвязи внутренней миграции и социально-экономической дифференциации регионов (на примере Центрального федерального округа) // Научные труды: Институт народнохозяйственного прогнозирования РАН. 2013. № 11. С. 71–94.

Информация о конфликте интересов

Мы, авторы данной статьи, со всей ответственностью заявляем о частичном и полном отсутствии фактического или потенциального конфликта интересов с какой бы то ни было третьей стороной, который может возникнуть вследствие публикации данной статьи. Настоящее заявление относится к проведению научной работы, сбору и обработке данных, написанию и подготовке статьи, принятию решения о публикации рукописи.

**PROCESS MODELING OF BASIC PARAMETERS OF POPULATION MOVEMENT
IN THE REGIONS OF THE CENTRAL FEDERAL DISTRICT****Andrei A. ZAVODSKIKH^{a,*}, Vladimir I. TIKHII^b, Vadim G. SHUMETOV^c**^a Orel State University, Orel, Russian Federation
andrewzavodskikh@mail.ru^b Orel State University, Orel, Russian Federation
tikhiivi@yandex.ru^c Orel State Agrarian University, Orel, Russian Federation
shumetov@list.ru

* Corresponding author

Article history:Received 22 September 2016
Received in revised form
13 October 2016
Accepted 27 October 2016
Available online 14 April 2017**JEL classification:** C31, C32,
C51, C87, R23**Keywords:** regions, Central
Federal District, birth rate,
mortality rate, net migration rate,
spatiotemporal process**Abstract****Subject** We elaborate and estimate the dynamics models of birth, death and migration rates for the regions of the Central Federal District of the Russian Federation over the period of 2005–2014.**Objectives** We aim to analyze the dynamics of demographic processes with the help of spatiotemporal modeling, reveal the regularities of the indicators and coefficients of growth (decline) rates in the Central Federal District regions, and study their cluster structure. The previously elaborated author methods of panel data analysis are used to conduct a data mining study with the results potentially useful for experts in statistics and demography.**Methods** We use the methods of approximation with the two-parameter models, correlation, factor, and cluster analyses in SPSS software package.**Results** We have calculated the parameters of three demographic coefficients for two-parameter models for all regions of the Central Federal District for the period of 2005–2014, explored the nature of performance factors, and tried to classify the regions by cluster.**Conclusions** The dynamics of demographic processes can be adequately described by two-parameter models. The article shows that generally, the demographic situation in the Central Federal District regions is improving sustainably. The dynamics of birth rate is positive (albeit lower than the national average one), the death rate one is negative (although exceeding the national average one). Migration processes in the subjects of the Central Federal District are intensive, but various-directional.

© Publishing house FINANCE and CREDIT, 2016

References

1. Minakir P.A. [Economic analysis and spatial changes]. *Prostranstvennaya ekonomika = Spatial Economics*, 2014, no. 1, pp. 12–39. (In Russ.)
2. Minakir P.A., Dem'yanenko A.N. [Spatial economics: evolution of approaches and a methodology]. *Prostranstvennaya ekonomika = Spatial Economics*, 2010, no. 2, pp. 6–32. (In Russ.)
3. Sklyanova I.P., Cherkashin A.K. [A quantitative assessment of demographic response to the change of conditions of vital activity in monotowns]. *Region: ekonomika i sotsiologiya = Region: Economics and Sociology*, 2015, no. 4, pp. 179–197. (In Russ.)
4. Rothenbacher F. The Central and East European Population since 1850. Houndmills, Basingstoke, Hampshire, UK und New York, NY, Palgrave Macmillan, 2013, (*The Societies of Europe*, vol. 5), (xxxii+1,491 p.). doi: 10.1007/978-3-540-71972-4
5. Benini R., Czyzewski A. Regional Disparities and Economic Growth in Russia: New Growth Patterns and Catching up. *Economic Change and Restructuring*, 2007, vol. 40, iss. 1, pp. 91–135. doi: 10.1007/s10644-007-9026-0
6. Bradshaw M. The Geography of Russia's New Political Economy. *New Political Economy*, 2008, vol. 13, no. 2, pp. 193–201.
7. Mkrtchyan N.V., Karachurina L.B. [Migration and the natural population movement in Russian cities and administrative regions in 1990–2010: key factors of difference]. *Nauchnye trudy: Institut*

- narodnokhozyaistvennogo prognozirovaniya RAN = Scientific Articles – Institute of Economic Forecasting, RAS*, 2013, no. 11, pp. 95–114. (In Russ.)
8. Galetskaya R.A. [Demographic development of Russia in the first quarter of the 21st century and the tasks of strengthening the social support of the population]. *Problemy prognozirovaniya = Problems of Forecasting*, 2011, no. 6, pp. 120–130. (In Russ.)
 9. Gruzdeva N.A. [Basic demographic trends in the regions of Russia]. *Strategiya ustoychivogo razvitiya regionov Rossii = Sustainable Development Strategy of the Russian Regions*, 2010, no. 1, pp. 211–216. (In Russ.)
 10. Tikhii V.I. [Interregional social policy: A comparative analysis of leader- and outsider-regions]. *Sotsial'no-ekonomicheskaya geografiya: teoriya, metodologiya i praktika prepodavaniya. Materialy mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii "Pervye Maksakovskie chteniya"* [Proc. Int. Sci. Conf. First Maksakov Readings: Socio-Economic Geography: Theory, Methodology, and Practice of Teaching]. Moscow, MSPU Publ., 2016, vol. 1, pp. 49–53.
 11. Joaquim P. Marques de Sá. *Applied Statistics Using SPSS, STATISTICA, MATLAB and R*. 2nd edition. Berlin, Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2007, 505 p. doi: 10.1007/978-3-540-71972-4
 12. *International Handbook of Population (Vol. 1. Aging)*. Edited by P. Uhlenberg. Dordrecht, Springer Netherlands, 2009, 769 p. doi: 10.1007/978-1-4020-8356-3
 13. McCann Ph. *Modern Urban and Regional Economics*. 2nd edition. New York, Oxford University Press, 2013, 432 p.
 14. Shumetov V.G. [The use of econometric models in the analysis of spatial-temporal data]. *Matematika i ee prilozheniya. Ekonomicheskoe prognozirovanie: modeli i metody. M-ly mezhdunar. n.-prakt. konferentsii* [Proc. Int. Sci. Conf. Mathematics and Its Applications. Economic Forecasting: Models and Methods]. Orel, Orel State University, Voronezh, OOO Voronezhskii tsentr novykh tekhnologii i innovatsii Publ., 2011, pp. 365–366.
 15. Ivana Rašić-Bakarić. *Uncovering Regional Disparities – The Use of Factor and Cluster Analysis. Economic Trends and Economic Policy*, 2005, vol. 15(105), pp. 52–77.
 16. Bühl A., Zöfel P. *SPSS: Iskusstvo obrabotki informatsii. Analiz statisticheskikh dannykh i vosstanovlenie skrytykh zakonornostei* [SPSS Version 10. Einführung in die moderne Datenanalyse unter Windows]. St. Petersburg, DiaSoftYuP Publ., 2005, 608 p.
 17. Aldenderfer M.S., Blashfield R.K. *Klasternyi analiz. Faktornyi, diskriminantnyi i klasternyi analiz* [Cluster Analysis]. Moscow, Finansy i statistika Publ., 1989, pp. 139–215.
 18. Capello R., Nijkamp P. (Eds). *Handbook of Regional Growth and Development Theories*. Cheltenham, UK, Northampton, MA, USA, Edward Elgar, 2009, 544 p.
 19. Capello R. *Regional Economics*. 1st edition. New York, Routledge, 2007, 322 p.
 20. Korovkin A.G., Dolgova I.N., Edinak E.A. [Analysis of the interrelation between internal migration and socioeconomic differentiation of regions: Evidence from the Central Federal District]. *Nauchnye trudy: Institut narodnokhozyaistvennogo prognozirovaniya RAN = Scientific Articles – Institute of Economic Forecasting, RAS*, 2013, no. 11, pp. 71–94. (In Russ.)

Conflict-of-interest notification

We, the authors of this article, bindingly and explicitly declare of the partial and total lack of actual or potential conflict of interest with any other third party whatsoever, which may arise as a result of the publication of this article. This statement relates to the study, data collection and interpretation, writing and preparation of the article, and the decision to submit the manuscript for publication.