

pISSN 2073-039X
eISSN 2311-8725

Математические методы и модели

ПРОГНОЗ ДЕМОГРАФИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ МУНИЦИПАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ С ПРИМЕНЕНИЕМ МЕТОДОВ ЭКОНОМИКО-МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ*

Владимир Владимирович ОРЕШНИКОВ ^{a,*},

Марсель Малихович НИЗАМУТДИНОВ ^b

^a кандидат экономических наук,
старший научный сотрудник сектора экономико-математического моделирования,
Институт социально-экономических исследований Уфимского научного центра
Российской академии наук (ИСЭИ УФИЦ РАН),
Уфа, Российская Федерация
voresh@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0001-5779-4946>
SPIN-код: 3063-1615

^b кандидат технических наук, доцент,
заведующий сектором экономико-математического моделирования,
Институт социально-экономических исследований Уфимского научного центра
Российской академии наук (ИСЭИ УФИЦ РАН),
Уфа, Российская Федерация
marsel_n@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0001-5643-1393>
SPIN-код: 1217-4979

* Ответственный автор

История статьи:

Рег. № 849/2018
Получена 20.11.2018
Получена в
доработанном виде
14.12.2018
Одобрена 28.12.2018
Доступна онлайн
30.08.2022

УДК 314.04
JEL: C6, J11

Аннотация

Предмет. Особенности возрастной структуры населения в России. Циклические изменения показателей движения населения. Проблема убыли населения на примере демографического развития Уфы.

Цели. Оценка текущей ситуации и будущих параметров демографического развития Уфы, формирование прогноза соответствующих показателей во взаимосвязи с изменением иных параметров развития города и региона.

Методология. Проведен анализ ретроспективной и текущей ситуации, исследовано влияние социально-экономических факторов и возрастной структуры населения. Использованы методы структурного анализа, анализа динамики, экономико-математического моделирования, в частности эконометрические методы и метод передвижки возрастов.

Результаты. После повышения уровня рождаемости и периода естественного прироста населения ситуация изменяется. Если раньше проблема убыли населения в большей степени затрагивала сельскую местность и малые города, то теперь с ней столкнулись города-миллионники. Рассмотренные сценарии предполагают уменьшение доли населения трудоспособного возраста и рост демографической нагрузки. Снижение уровня рождаемости повлечет за собой формирование нулевого или отрицательного значения естественного прироста населения Уфы. Сохранение достаточно высокой степени привлекательности города по отношению к другим муниципальным образованиям Республики Башкортостан создаст условия для сохранения миграционного прироста

* Статья подготовлена по материалам журнала «Региональная экономика: теория и практика». 2019. Т. 17. Вып. 2.

Ключевые слова:

численность населения, прогноз, рождаемость, миграция, экономико-математическая модель

населения.

Выводы. Изменение возрастной структуры населения является объективным фактором, оказывающим влияние на все стороны жизнедеятельности общества. Решения, принимаемые для нивелирования связанных с этим угроз, должны носить комплексный характер.

© Издательский дом ФИНАНСЫ и КРЕДИТ, 2018

Для цитирования: Орешников В.В., Низамутдинов М.М. Прогноз демографического развития муниципального образования с применением методов экономико-математического моделирования // *Экономический анализ: теория и практика*. – 2022. – Т. 21, № 8. – С. 1562 – 1582. <https://doi.org/10.24891/ea.21.8.1562>

Введение

Как следует из отчета Росстата¹, в 2017 г. уровень рождаемости в России снизился на 10,7%. За год в стране родилось на 203 тыс. детей меньше, чем в 2016 г. При этом спад рождаемости затронул практически все регионы страны (за исключением Чеченской Республики), а в ряде из них снижение составило более 15%. Несмотря на некоторое снижение смертности, в России сформировалась естественная убыль населения.

Общее увеличение численности населения страны объясняется исключительно миграционным приростом. При этом в соответствии с демографическим прогнозом Росстата, естественная убыль в среднесрочной перспективе будет только нарастать и в итоге не сможет быть компенсирована международной миграцией.

Причиной, по мнению Е.В. Костроминой [1] и А.А. Шабуновой [2], является изменение возрастной структуры населения, в частности уменьшение количества женщин репродуктивного возраста до 2032 или 2035 года на 28%². Важность данной проблемы отмечается специалистами на всех уровнях управления – от муниципального до федерального. При этом если раньше проблема убыли населения в большей степени затрагивала сельскую местность и малые города (что, в частности, отмечено в работах Н.В. Зубаревич [3] и В.В. Кирпичева³), то теперь с ней столкнулись даже те города-миллионники, которые традиционно отличались благоприятной демографической ситуацией. Одним из них является Уфа.

Складывающиеся изменения в тенденциях его демографического развития актуализируют не только задачу оценки текущей ситуации, но и задачу прогнозирования значений показателей. Применение для ее решения методов экономико-математического моделирования позволяет повысить точность и обоснованность получаемых оценок.

¹ Естественное движение населения в разрезе субъектов Российской Федерации за январь–декабрь 2017 года. URL: http://www.gks.ru/free_doc/2017/demo/edn12-17.htm

² Рождаемость в России упала до минимума за десять лет. URL: <https://www.rbc.ru/society/29/01/2018/5a6ef6f59a7947507175ce75>

³ Кирпичев В.В. Моделирование демоэкономических пропорций на сельских территориях ЦФО России // Научное мнение. 2013. № 1. С. 163–166.

Анализ текущей демографической ситуации в Уфе

Уфа является одним из крупнейших городов Российской Федерации, занимая по состоянию на ноябрь 2018 г. 10 позицию по численности населения из более чем 1,1 тыс. городов страны. На протяжении последних лет в Уфе наблюдается стабильное увеличение численности населения, которая с 2008 по 2018 гг. возросла с 1 028,7 тыс. чел. до 1 131,4 тыс. чел., то есть почти на 10%. Причиной является как естественный, так и миграционный прирост населения города (рис. 1). Как показано в работе А.Г. Уляевой и А.Г. Атаевой [4], в совокупности с близлежащими муниципальными районами (Уфимским, Благовещенским, Чишминским, Иглинским, Кармаскалинским и Кушнаренковским) город образует Уфимскую агломерацию с общей численностью населения около 1,5 млн чел.

Начиная с 2008 г. число родившихся неизменно превышало число умерших. К 2014 г. естественный прирост достиг 5 промилле. Однако в дальнейшем разница между рождаемостью и смертностью начала сокращаться, и к 2017 г. естественный прирост составил только 2,1 промилле, а темпы его сокращения возросли. Следует отметить, что в большей степени причиной является снижение рождаемости. Если уровень смертности в городе в целом имеет тенденцию к снижению (за исключением 2015 г.), то уровень рождаемости после достаточно продолжительного периода роста начал снижаться и достиг к 2017 г. значения 12,9 промилле (против 16,2 промилле в 2015 г.).

У данного явления имеется ряд причин, носящих различный характер, в том числе экономический (как указано в работах А.И. Татаркина [5], О.А. Ковалевой [6], А.Г. Палей, Г.А. Поллак [7] и других авторов), однако наиболее существенной причиной, на наш взгляд, является изменение возрастной структуры населения (рис. 2).

Из графика (рис. 2) видно, что рост числа родившихся в 2012–2016 гг. связан с увеличением численности населения в возрасте от 20 до 39 лет в предыдущем периоде (на данный возраст женщин в 2016 г. по Республике Башкортостан пришлось 94,5% от числа всех рождений). Однако темпы роста уровня рождаемости оказываются несколько ниже соответствующего показателя роста численности данной возрастной группы. Во многом это связано с ее неоднородностью. Так, численность населения в возрасте от 20 до 24 лет снижается на фоне роста численности населения в возрасте от 30 до 39 лет.

Несмотря на то что средний возраст матери при рождении первого ребенка увеличивается, компенсировать снижение численности наиболее продуктивных групп населения представляется затруднительным. В 2016 г. снижение численности данной группы оказалось столь существенным, что повлекло за собой снижение численности всей группы населения от 20 до 39 лет. Данная ситуация сказалась на уровне рождаемости в 2017 г., который резко снизился до 12,9 промилле (против 16,1 промилле 2016 г.). Следует отметить, что в 2017 г. численность населения в

возрасте от 20 до 39 лет снизилась еще на 9,9 тыс. человек, что отразится на уровне рождаемости 2018 г.

В то же время миграционный прирост населения носит еще более неустойчивый характер, хотя и является в большинстве случаев положительным (за исключением 2016 г.). Рассматривая причины миграции, следует отметить, что значительная часть миграционных потоков связана с учебой, работой и личными (семейными) причинами. Так, по итогам 2017 г. в связи с учебой в Уфу прибыло более 8 тыс. чел. и выбыло из Уфы более 900 чел. Иными словами, в Уфу приезжает учиться молодежь из районов и других городов Республики Башкортостан, а сами уфимцы зачастую уезжают на учебу в другие города России (Москву, Санкт-Петербург и т.д.). Соответственно, в связи с поиском работы в 2017 г. в Уфу прибыли 2,8 тыс. чел., а покинули город 1,4 тыс. чел., по личным причинам прибыли 8,6 тыс. чел., выбыли 6,8 тыс. чел. Кроме того, значительную долю составляют лица, указавшие иные причины переезда (прибыли 3,8 тыс. чел., выбыли 3,1 тыс. чел.)

Ожидаемая продолжительность жизни при рождении с 2008 по 2016 г. возросла с 69,8 до 72,6 лет. Рост продолжительности жизни населения в совокупности с формирующейся тенденцией снижения рождаемости является фактором старения населения города. Возрастная структура отличается значительной неоднородностью. Так, численность населения в возрасте 10–14 лет в два раза ниже численности населения в возрасте 25–29 лет. В среднесрочной перспективе можно ожидать существенного уменьшения численности населения трудоспособного и репродуктивного возрастов. Одновременно с этим усилится демографическая нагрузка, изменятся потребности в социальной инфраструктуре и произойдет ряд изменений в области экономики (в том числе в здравоохранении, на рынке труда). Это требует четкого осмысления и использования научно обоснованного подхода к прогнозированию демографических процессов. Одним из направлений исследования в данной сфере является применение методов экономико-математического моделирования и построение соответствующих моделей, связывающих социально-экономические факторы и параметры демографического развития города.

Построение экономико-математической модели

Формирование прогноза социально-экономического развития Уфы на средне- и долгосрочную перспективу базируется на использовании разработанной для данной цели комплексной макромоделли экономики города. Следует отметить, что демографическая модель является частью более общей модели развития города. В рамках построенной модели учтены ключевые взаимосвязи между различными сферами жизнедеятельности города, в том числе механизмы взаимодействия демографических процессов, производственного и финансового секторов, процессов формирования и использования бюджета городского округа, рынка труда.

Базовым принципом построения комплексной модели развития территориальной социально-экономической системы (в частности, Уфы), как показано в [8], является

системное описание социально-экономической системы города как совокупности основных элементов и их взаимосвязей. Для целей моделирования выделены и взаимоувязаны в структуре модели социально-экономического развития Уфы следующие основные подсистемы:

- экономический агент «Производители»;
- экономический агент «Население»;
- экономический агент «Муниципалитет»;
- внешний мир;
- рынок благ;
- финансовая сфера;
- рынок труда.

Агрегированная схема взаимосвязи показателей в рамках разработанной модели представлена на *рис. 3*.

В совокупности разработанная модель включает около 300 частных показателей, а ее формализация осуществлена на основе данных по Уфе за 2000–2017 гг. Ключевым параметром модели является численность постоянного населения Уфы, которая в рамках разработанной модели формируется под воздействием естественного и механического движения. При этом в краткосрочной и среднесрочной перспективе влияние социально-экономических факторов обычно не приводит к резким изменениям сложившихся тенденций, что отмечается в статье Е.М. Козакова, Р.И. Акьюлова, А.Ю. Бердниковой [9]. Исключение составляют кризисные ситуации, связанные с существенным ухудшением условий жизнедеятельности населения. Исходя из этого, показатель численности постоянного населения на предстоящий период рассчитывается в модели как динамический ряд на основе величины численности населения в текущем периоде, естественного и механического движения населения:

$$NPO^t = NPO^{t-1} + B^{t-1} \cdot NPO^{t-1} - D^{t-1} \cdot NPO^{t-1} + M^{t-1}, \quad (1)$$

где NPO^t – численность населения в t -м году;

B^t – уровень рождаемости в t -м году;

D^t – уровень смертности в t -м году;

M^t – сальдо миграционного прироста в t -м году.

При этом в ходе анализа было выявлено, что в определенной степени негативные изменения в области структуры населения компенсируются повышением

склонности женщин к рождению детей, то есть увеличением числа детей, приходящихся на одну женщину, что отмечено в работе В.Л. Макарова и других [10]. В качестве факторов, влияющих на воспроизводственное поведение, рассматриваются такие параметры уровня жизни населения, как величина доходов населения и обеспеченность жильем. Выбор данных факторов обусловлен исследованиями отечественных и зарубежных ученых-демографов (в том числе исследованиями авторов данной статьи [11]), а также анализом статистических данных непосредственно по Уфе. Проведенный корреляционно-регрессионный анализ подтверждает значимость указанных факторов. Следует отметить, что обеспеченность жильем также зависит от уровня доходов населения.

В свою очередь, совокупные денежные доходы населения складываются из таких наиболее существенных компонентов, как оплата труда, доходы от предпринимательской деятельности, социальные трансферты, доходы от использования имущества и др. Мероприятия по повышению уровня рождаемости в большинстве случаев направлены на рост доходов граждан, что показано в работе А.А. Ткаченко [12]. Речь в данном случае идет не только о непосредственной финансовой поддержке семей в рамках повышения социальных трансфертов, связанных с рождением детей, но и о повышении общего уровня оплаты труда в муниципальном образовании. Кроме того, строительство детских садов позволяет женщинам раньше выйти на работу, а строительство и модернизация перинатальных центров обеспечивает сохранение здоровья матери и ребенка, что подтверждается исследованиями не только отечественных, то и зарубежных авторов [13].

Авторы статьи провели факторный и корреляционный анализ. В качестве ключевых факторов, влияющих на уровень рождаемости, необходимо рассмотреть следующие:

- численность женщин в возрасте 20–34 лет⁴;
- обеспеченность жильем на душу населения;
- номинальная начисленная среднемесячная заработная плата:

$$B^t = F_x^t(H^t, W_{2000}^t NPo_{w20-34}^t) \quad , \quad (2)$$

где H^t – обеспеченность жильем на душу населения в t -м году;

W_0^t – номинальная начисленная среднемесячная заработная плата в ценах базового года в t -м году;

NPo_{w20-34}^t – численность женщин в возрасте от 20 до 34 лет в t -м году.

⁴ В ходе предварительного анализа было установлено, что более 85% от всех рождений приходится на женщин данного возраста. При этом существует более сильная корреляционная связь между уровнем рождаемости и числом женщин в возрасте 20–34 лет, чем с числом женщин, находящихся в фертильном возрасте в целом.

В совокупности повышение уровня жизни населения будет способствовать сохранению рождаемости, однако полностью компенсировать снижение численности населения в возрасте от 20 до 39 лет не представляется возможным. Так, если численность данной группы к концу рассматриваемого периода сократится на 18,5% (группы от 20 до 34 лет – на 25,1%), то численность родившихся сократится на 15,1%.

Уровень смертности определяется исходя из значений предыдущих периодов и сложившихся темпов изменения значения показателя. При этом следует отметить существенную дифференциацию уровня смертности по возрастным группам, проанализированную в публикации Е.В. Кабашовой [14]. Изменение возрастной структуры населения является важным фактором изменения общего показателя смертности, и в рамках предложенной модели смертность, как и другие показатели движения населения, рассчитывалась отдельно для каждой возрастной группы.

Миграционный прирост определяется исходя из соответствующих значений показателя в ретроспективном периоде и соотношения уровня оплаты труда в Уфе и в среднем по стране:

$$M^t = F_x^t(M^{t-1}, W^t/W_{\text{РФ}}^t), \quad (3)$$

где M^t – сальдо миграционного прироста в t -м году;

W^t – номинальная начисленная среднемесячная заработная плата в муниципальном образовании в t -м году;

$W_{\text{РФ}}^t$ – номинальная начисленная среднемесячная заработная плата в среднем по Российской Федерации в t -м году.

Сформированная экономико-математическая модель позволяет получить прогноз изменения демографической ситуации в Уфе.

Сценарии развития ситуации

Для учета вероятностного характера изменения параметров макросреды (к которой в данном случае относятся как Республика Башкортостан, так и Российская Федерация, а также глобальная экономика в целом, чьи параметры развития представлены через прогнозы развития региона), иных сопутствующих рисков в рамках проведенного исследования рассмотрены различные сценарии развития города. Исходя из параметров Стратегии социально-экономического развития Республики Башкортостан на период до 2030 года⁵ и Прогноза социально-экономического развития Республики Башкортостан на долгосрочный период до 2035 года⁶, представляется целесообразным выделить три наиболее вероятных сценария долгосрочного развития Уфы.

⁵ Стратегия социально-экономического развития Республики Башкортостан на период до 2030 года.
URL: <http://economy.gov.ru/minec/activity/sections/strategterplanning/komplstplanning/stsubject/projects/2017030701>

Инерционный сценарий базируется на сохранении сложившихся тенденций развития по ключевым социально-экономическим показателям и определяющим их факторам. Параметры внешней среды соответствуют консервативному варианту развития Республики Башкортостан, отраженному в указанных ранее документах. Таким образом, прогноз основывается на умеренных оценках темпов социально-экономического развития, формирование которых обусловлено как неблагоприятными внешними факторами, так и общим замедлением темпов роста экономики Российской Федерации и Республики Башкортостан.

Умеренно-оптимистичный сценарий представляет собой отражение наиболее вероятных тенденций развития макроэкономической ситуации и предполагает сохранение основных условий функционирования города. Параметры внешней среды определяются исходя из базового варианта развития Республики Башкортостан.

Сценарий опережающего развития городского округа отражает оптимальный вариант с учетом целей и задач, стоящих перед городом в долгосрочной перспективе, а также внутренних условий его развития, определяемых тенденциями и факторами, выявленными в рамках анализа. Данный сценарий характеризуется улучшением макроэкономических параметров и учитывает формирование благоприятных условий.

Факторами формирования сценариев явились как внешние (динамика социально-экономического развития Республики Башкортостан и Российской Федерации), так и внутренние (динамика инвестиций в основной капитал, темпы роста заработной платы, бюджетная политика) параметры. Анализ влияния указанных факторов представлен в работах Т.Р. Ахметова [15], В.В. Печаткина [16] и др.

Прогноз ключевых параметров демографического развития

На базе построенной экономико-математической модели проведен комплекс экспериментов, позволивший получить следующие прогнозные оценки.

В области демографического развития прогнозируется формирование противоречивых тенденций. В частности, в соответствии с инерционным сценарием к 2030 г. численность постоянного населения города возрастет до 1 156,8 тыс. чел., что лишь на 2,2% превышает значение 2017 г.⁷ Умеренно-оптимистичный сценарий и сценарий опережающего развития предполагают обеспечение непрерывного роста численности населения города до 1 172,9 и 1 182,1 тыс. чел. соответственно (рис. 4).

Все три сценария предполагают схожую динамику изменения возрастной структуры населения, которая к концу рассматриваемого периода приведет к снижению доли

⁶ Основные параметры прогноза социально-экономического развития Республики Башкортостан на период до 2035 года. Утверждены распоряжением Правительства Республики Башкортостан от 28.12.2017 № 1341-р. URL: <http://docs.cntd.ru/document/446618952>

⁷ Здесь и далее, если не указано иное, данные о численности населения приведены по состоянию на конец года.

населения трудоспособного возраста⁸ (до уровня 55,3–55,8%) по сравнению с 58,5% в 2017 г. (рис. 5). При этом доля населения старше трудоспособного возраста увеличится до 25–25,4%; доля населения младше трудоспособного возраста сначала увеличится до 20,5% (2023 г.), а затем снизится до 19,4%, что фактически соответствует уровню 2017 г. (19,2%).

Подобное изменение возрастной структуры населения, как показано в статье В.А. Шабашева, С.И. Шорохова и М.Ф. Верхозиной [17], повлечет за собой рост демографической нагрузки (отношение числа лиц нетрудоспособного возраста к числу лиц трудоспособного возраста) на 11,9–14,3% по отношению к уровню 2017 г. (рис. 6).

Следует отметить, что реализация сценария опережающего развития сопряжена с более значительным ростом данного показателя в связи с повышением продолжительности жизни населения. При этом во всех трех сценариях изменение значения показателя обусловлено влиянием численности населения старшего возраста. Формирующаяся тенденция старения населения окажет значительное влияние на экономику и социальную сферу города.

В качестве факторов, влияющих на воспроизводственное поведение, учтены параметры уровня жизни населения. Мероприятия по повышению уровня рождаемости в большинстве случаев направлены на рост доходов граждан (непосредственная финансовая поддержка семей в рамках увеличения социальных трансфертов, связанных с рождением детей, повышение общего уровня оплаты труда в муниципальном образовании, что отражено в работе С.Н. Мартышенко [18]). В совокупности повышение уровня жизни населения будет способствовать смягчению последствий изменения его возрастной структуры. Если численность группы населения в возрасте от 20 до 39 лет к концу рассматриваемого периода сократится на 18,5% (группы от 20 до 34 лет – на 25,1%), то численность родившихся сократится на 15,1%. Таким образом, в соответствии с инерционным сценарием прогнозируется снижение значения показателя рождаемости в рассматриваемый период до 10,3 родившихся на 1 000 чел. населения к 2030 г. Умеренно-оптимистичный сценарий предполагает увеличение значения уровня рождаемости до 10,9 промилле по сравнению с инерционным сценарием, а сценарий опережающего развития – до 11 промилле.

Рост доли населения старшего возраста за аналогичный период повлечет за собой повышение значения уровня смертности до 12,3 промилле в соответствии с инерционным сценарием (10,8 промилле в соответствии с умеренно-оптимистичным сценарием и сценарием опережающего развития). В период с 2012 по 2016 г. численность возрастной группы населения от 65 до 69 лет выросла на 24,2 тыс. чел. (на 91,6%). В ближайшей перспективе это повлечет за собой рост численности населения в возрасте старше 70 лет, уровень смертности среди которого значительно выше. Таким образом, соотношение уровня рождаемости и смертности в соответствии с инерционным сценарием станет менее единицы

⁸ Здесь и далее расчеты базируются на сохранении существующих границ трудоспособного возраста.

(рис. 7), то есть наблюдавшийся ранее естественный прирост населения Уфы с 2023 г. сменится убылью (–2,1 промилле к 2030 г.).

Умеренно-оптимистичный сценарий и сценарий опережающего развития предполагают смягчение последствий указанных демографических процессов и сохранение естественного прироста населения города к 2030 г. на уровне 0,1 и 0,3 промилле соответственно.

В значительной степени на изменение общей численности населения города, как показывают исследования Н.М. Римашевской, Л.А. Миграновой, М.С. Токсанбаевой [19], оказывают влияние миграционные процессы. Сохранение достаточно высокой степени привлекательности города по отношению к другим муниципальным образованиям Республики Башкортостан создаст условия для миграционного прироста населения в среднем на уровне промилле, то есть около 2,3 тыс. чел. в год в соответствии с инерционным сценарием (умеренно-оптимистичный сценарий – 2,36 промилле (около 2,7 тыс. чел. в год); сценарий опережающего развития – 2,7 промилле (около 3,1 тыс. чел. в год)).

Выводы

Полученные прогнозные оценки свидетельствуют о формировании в Уфе новых тенденций в области демографического развития. Изменение возрастной структуры населения города является объективным фактором, оказывающим существенное влияние на все стороны жизнедеятельности общества. Повышение среднего возраста населения, снижение доли лиц трудоспособного возраста и снижение рождаемости являются процессами, характерными не только для Уфы, но и для Республики Башкортостан и Российской Федерации в целом. Принимаемые органами государственного и муниципального управления меры должны основываться на системе научного прогнозирования. Проведенные расчеты показывают, что уже в среднесрочной перспективе под влиянием прогнозируемых демографических изменений Уфа столкнется с необходимостью существенной корректировки как социальной, так и экономической политики. Рост числа лиц старшего возраста будет способствовать повышению нагрузки на соответствующие объекты социальной инфраструктуры, а изменение соотношения между спросом и предложением на рынке труда (особенно в случае сохранения оттока из города наиболее перспективной молодежи в Москву и Санкт-Петербург) может обернуться дефицитом высококвалифицированной рабочей силы. Решения, принимаемые для нивелирования подобных угроз, должны носить комплексный характер и строиться на базе взаимодействия различных органов власти всех уровней управления.

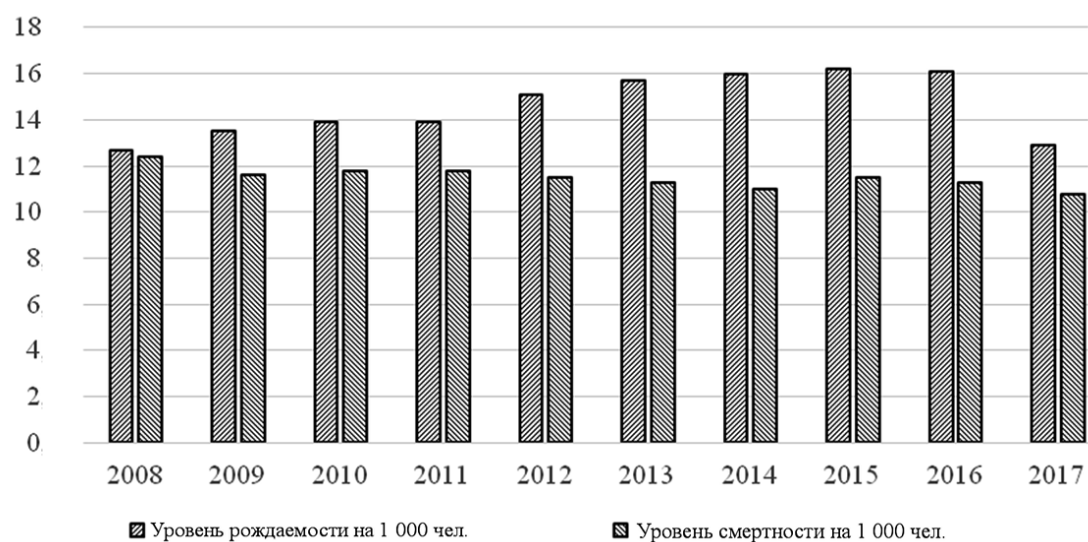
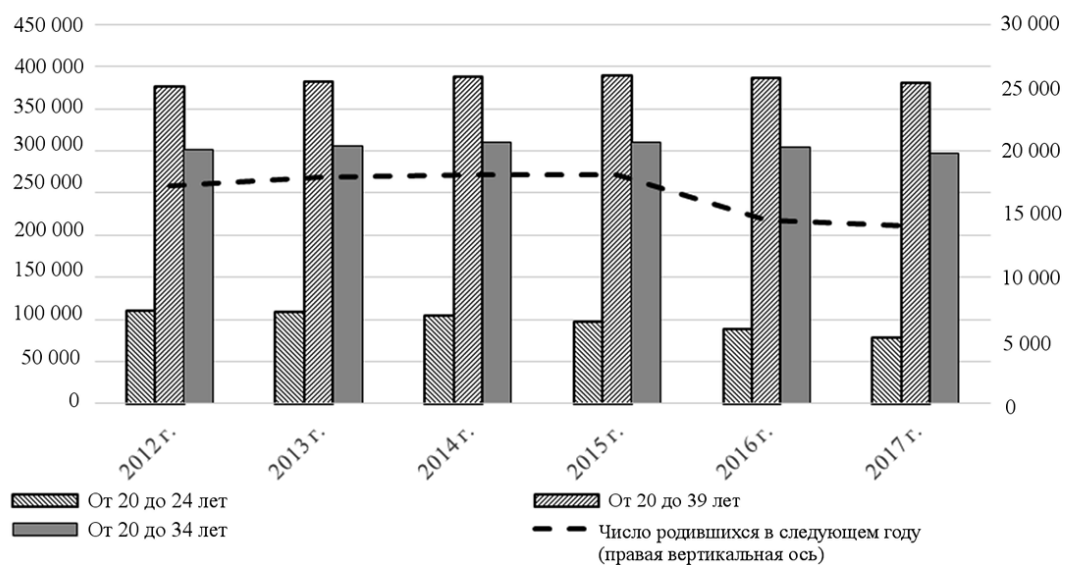
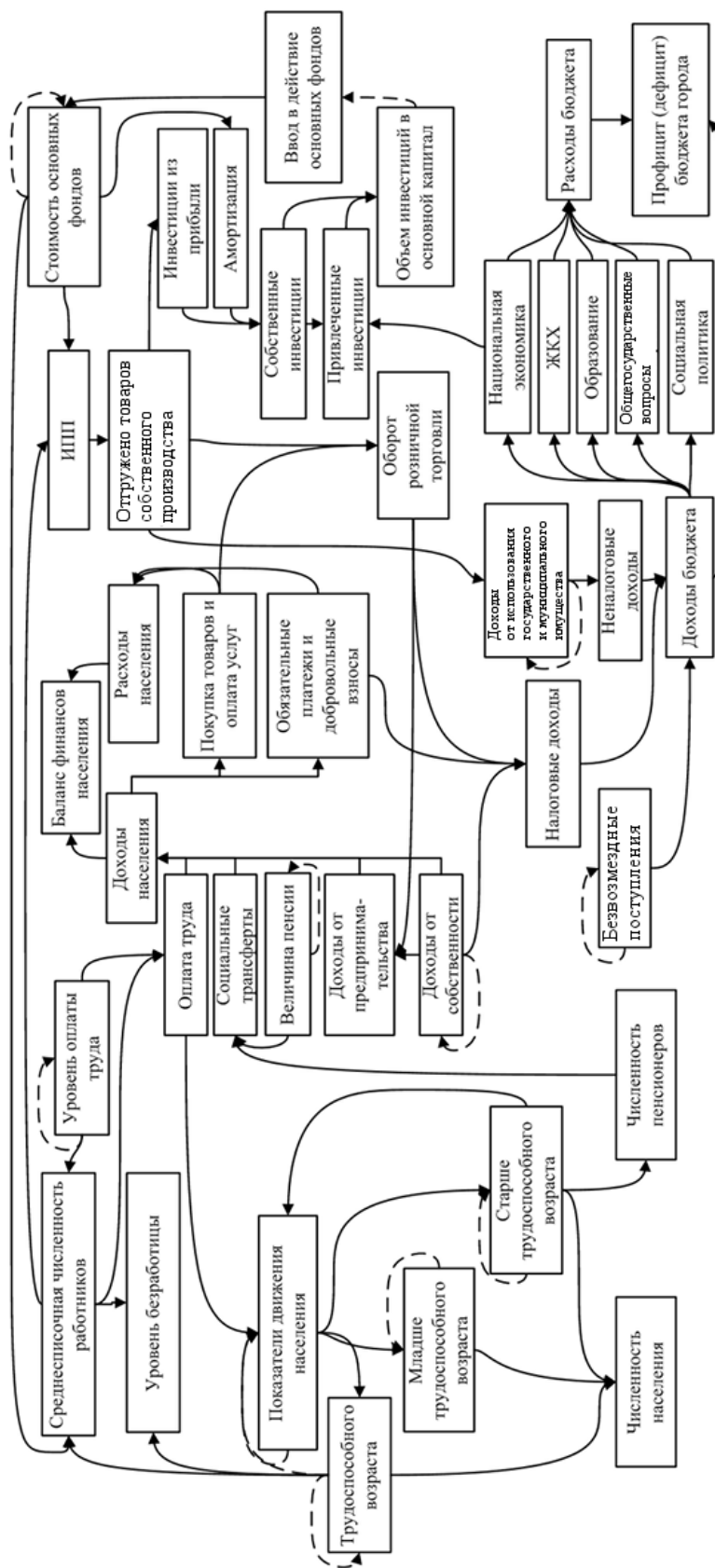
Рисунок 1**Уровень рождаемости и смертности в Уфе (2008–2017 гг.)****Figure 1****Birth and death rates in Ufa in 2008–2017***Источник:* авторская разработка по данным Росстата*Source:* Authoring, based on the Rosstat data**Рисунок 2****Численность населения Уфы, чел.****Figure 2****The population of Ufa***Источник:* авторская разработка по данным Росстата*Source:* Authoring, based on the Rosstat data

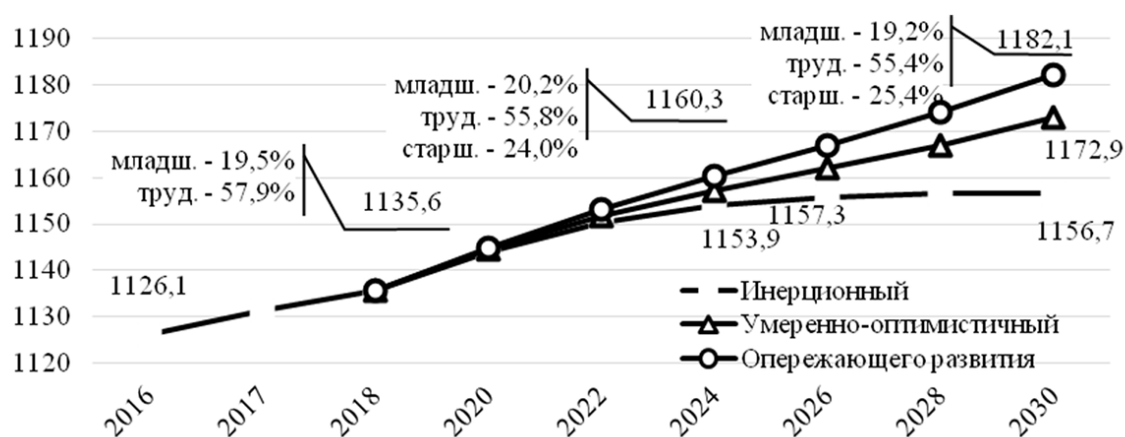
Рисунок 3
Агрегированная схема взаимосвязи показателей муниципальной системы

Figure 3
An aggregate scheme of interrelation of the municipal system indicators



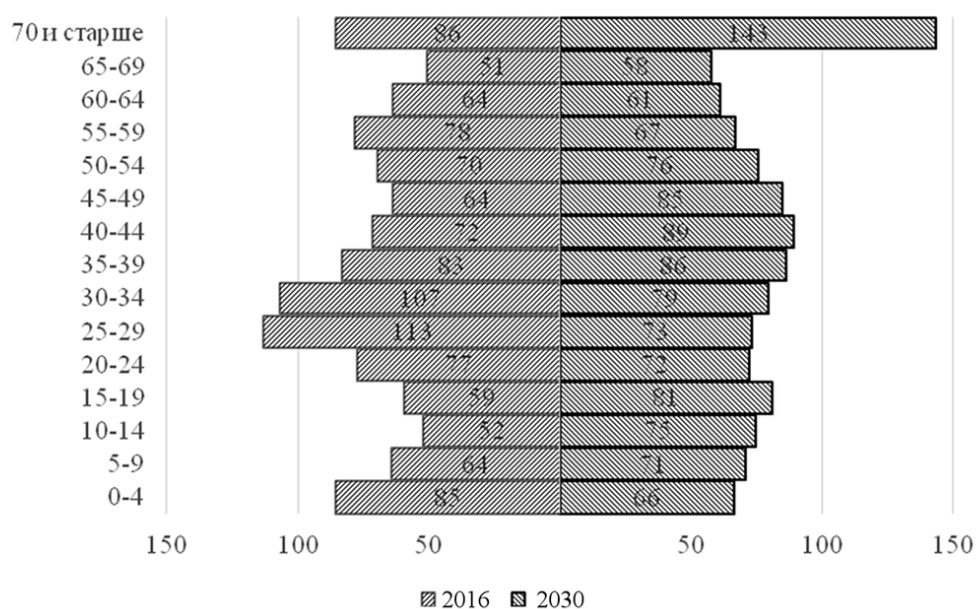
Источник: авторская разработка

Source: Authoring

Рисунок 4**Прогноз численности и возрастной структуры населения Уфы до 2030 г., тыс. чел.****Figure 4****Forecast of the number and age structure of the population of Ufa till 2030, thousand people**

Источник: авторская разработка

Source: Authoring

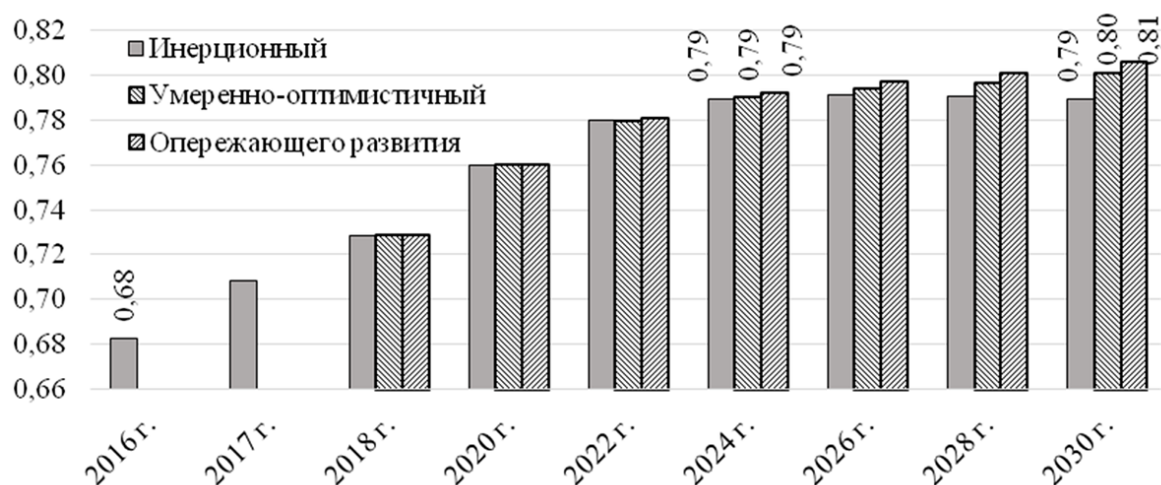
Рисунок 5**Численность возрастных групп в 2016 и 2030 гг. (на конец года), тыс. чел.****Figure 5****The number of age groups in 2016 and 2030 (by the end of the year), thousand people**

Источник: авторская разработка

Source: Authoring

Рисунок 6
Коэффициент демографической нагрузки (2016–2030 гг.)

Figure 6
Demographic load factor, 2016–2030



Источник: авторская разработка

Source: Authoring

Рисунок 7
Соотношения уровня рождаемости и смертности в Уфе (2016–2030 гг.)

Figure 7
The birth rate and mortality ratio in Ufa, 2016–2030



Источник: авторская разработка

Source: Authoring

Список литературы

1. *Костромина Е.В.* Применение одноконтурного демоэкономического моделирования для прогнозирования динамики экономического роста в Приволжском ФО // Интеллект. Инновации. Инвестиции. 2017. № 9. С. 20–25. URL: http://intellekt-izdanie.osu.ru/arch/9_2017_postranichno.pdf
2. *Шабунова А.А.* Общественное развитие и демографические вызовы современности // Проблемы развития территории. 2014. № 2. С. 7–17. URL: <https://cyberleninka.ru/article/v/obschestvennoe-razvitie-i-demograficheskie-vyzovy-sovremennosti>
3. *Зубаревич Н.В.* Трансформация сельского расселения и сети услуг в сельской местности // Известия Российской академии наук. Серия географическая. 2013. № 3. С. 26–38. URL: <https://doi.org/10.15356/0373-2444-2013-3-26-38>
4. *Уляева А.Г., Атаева А.Г.* Исследование факторов формирования и развития городских агломераций как направления усиления межтерриториального взаимодействия в регионе // Экономика и предпринимательство. 2015. № 12-1. С. 369–373.
5. *Татаркин А.И.* Скрытый потенциал российских городов: от агломерационных объединений к программно-проектным стратегиям развития территорий // Экономическая наука современной России. 2014. № 2. С. 7–25. URL: <https://cyberleninka.ru/article/v/skrytyy-potentsial-rossiyskih-gorodov-ot-aglomeratsionnyh-obedineniy-k-programmno-proektnym-strategiyam-razvitiya-territoriy>
6. *Ковалева О.А.* Имитационное моделирование динамических систем в экономике на основе мультиагентного подхода // Вестник Тамбовского университета. Серия: Естественные и технические науки. 2013. Т. 18. Вып. 1. С. 199–200. URL: <https://cyberleninka.ru/article/v/immitatsionnoe-modelirovanie-dinamicheskikh-sistem-v-ekonomike-na-osnove-multiagentnogo-podhoda>
7. *Палей А.Г., Поллак Г.А.* Модель для анализа демографического состояния региона // Международный научно-исследовательский журнал. 2017. № 4. Ч. 3. С. 108–111. URL: <https://doi.org/10.23670/IRJ.2017.58.176>
8. *Низамутдинов М.М., Орешников В.В.* Моделирование развития экономики региона: монография. М.: Экономика, 2017. 304 с.
9. *Козаков Е.М., Акьюлов Р.И., Бердникова А.Ю.* Применение эконометрических методов при исследовании экономико-демографического развития территории // Известия Уральского государственного экономического университета. 2009. № 1.

- С. 81–86. URL: <https://cyberleninka.ru/article/v/primeneniye-ekonometricheskikh-metodov-pri-issledovanii-ekonomiko-demograficheskogo-razvitiya-territorii>
10. Макаров В.Л., Бахмузин А.Р., Сушко Е.Д. Моделирование демографических процессов с использованием агент-ориентированного подхода // *Федерализм*. 2014. № 4. С. 37–46.
11. Низамутдинов М.М., Орешиников В.В. Определение параметров управления региональным развитием на основе алгоритмов нечеткой логики // *Экономика и математические методы*. 2016. Т. 52. № 2. С. 30–39.
URL: http://www.cemi.rssi.ru/emm/archive/Ekonom_Mat_metod_2016-2.pdf
12. Ткаченко А.А. Экономика народонаселения versus экономическая демография // *Статистика и экономика*. 2017. № 5. С. 94–104.
URL: <https://doi.org/10.21686/2500-3925-2017-5-94-104>
13. Huang Y., South S.J., Spring A. Racial Differences in Neighborhood Attainment: The Contributions of Interneighborhood Migration and In Situ Change. *Demography*, 2017, vol. 54, no. 5, pp. 1819–1843. URL: <https://doi.org/10.1007/s13524-017-0606-y>
14. Кабашиова Е.В. Сравнительный анализ демографического старения населения в регионах Российской Федерации // *Ученые записки Российского государственного социального университета*. 2013. Т. 2. № 6. С. 22–27.
URL: <https://vivliophica.com/articles/economics/631719>
15. Ахметов Т.Р. Инновационный цикл и эволюционная модель общественного развития с инновационной детерминантой на различных уровнях // *Фундаментальные исследования*. 2016. № 4. Ч. 2. С. 350–354.
URL: <https://fundamental-research.ru/ru/article/view?id=40180>
16. Печаткин В.В., Кобзева А.Ю. Когнитивная модель влияния элементов инновационной системы на воспроизводственный процесс в регионе // *Фундаментальные исследования*. 2017. № 9. Ч. 1. С. 222–227.
URL: <https://fundamental-research.ru/pdf/2017/9-1/41733.pdf>
17. Шабашев В.А., Шорохов С.И., Верховина М.Ф. Структурное моделирование связей экономических, социальных, демографических факторов // *Региональная экономика: теория и практика*. 2016. Т. 14. Вып. 10. С. 169–179.
URL: <https://cyberleninka.ru/article/v/strukturnoe-modelirovanie-svyazey-ekonomicheskikh-sotsialnyh-i-demograficheskikh-faktorov>
18. Мартышенко С.Н. Концептуальные модели управления качеством жизни: аналитический обзор // *Региональная экономика и управление*. 2014. № 2.
URL: <https://eee-region.ru/article/3806/>

19. Римашевская Н.М., Мигранова Л.А., Токсанбаева М.С. Человеческий и трудовой потенциал российских регионов // *Народонаселение*. 2014. № 3. С. 106–119.
URL: http://www.isesp-ras.ru/images/narodonaselenie/2014_3.pdf

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.

pISSN 2073-039X
eISSN 2311-8725

Mathematical Methods and Models

A MUNICIPAL FORMATION'S DEMOGRAPHIC DEVELOPMENT FORECAST USING THE METHODS OF ECONOMIC AND MATHEMATICAL MODELING

Vladimir V. ORESHNIKOV ^{a,*},

Marsel' M. NIZAMUTDINOV ^b

^a Institute of Socio-Economic Research, Ufa Science Centre of RAS,
Ufa, Republic of Bashkortostan, Russian Federation
voresh@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0001-5779-4946>

^b Institute of Socio-Economic Research, Ufa Science Centre of RAS,
Ufa, Republic of Bashkortostan, Russian Federation
marsel_n@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0001-5643-1393>

* Corresponding author

Article history:

Article No. 849/2018
Received 20 Nov 2018
Received in revised form
14 December 2018
Accepted 28 Dec 2018
Available online
30 August 2022

JEL classification: C6,
J11

Keywords: population,
forecast, fertility,
migration, economic-
mathematical model

Abstract

Subject. This article discusses the issues of cyclical changes in population movement and the problem of population decline in the trends of demographic development of Ufa city.

Objectives. The article aims to assess the current situation and future parameters of the demographic development of Ufa.

Methods. For the study, we used the structural analysis, trend analysis, economic and mathematical modeling, in particular econometric methods, and the technique of ageing.

Results. The article presents the results of analysis of the current demographic situation of the Republic of Bashkortostan and predicted values of its change according to various development scenarios.

Conclusions. Changing the age structure of the population is an objective factor influencing all aspects of society's life. Any decision made to mitigate the risk and threats involved should be a comprehensive one.

© Publishing house FINANCE and CREDIT, 2018

Please cite this article as: Oreshnikov V.V., Nizamutdinov M.M. A Municipal Formation's Demographic Development Forecast Using the Methods of Economic and Mathematical Modeling. *Economic Analysis: Theory and Practice*, 2022, vol. 21, iss. 8, pp. 1562–1582.
<https://doi.org/10.24891/ea.21.8.1562>

Acknowledgments

The article was adapted from the *Regional Economics: Theory and Practice* journal, 2019, vol. 17, iss. 2.

References

1. Kostromina E.V. [Application of single-circuit demo-economic modeling for forecasting the dynamics of economic growth in the Volga Federal District]. *Intellekt*.

- Innovatsii. Investitsii = Intelligence. Innovations. Investments*, 2017, no. 9, pp. 20–25.
URL: http://intellekt-izdanie.osu.ru/arch/9_2017_postranichno.pdf (In Russ.)
2. Shabunova A.A. [Social development and modern demographic challenges]. *Problemy razvitiya territorii = Problems of Territory's Development*, 2014, no. 2, pp. 7–17.
URL: <https://cyberleninka.ru/article/v/obschestvennoe-razvitie-i-demograficheskie-vyzovy-sovremennosti> (In Russ.)
 3. Zubarevich N.V. [Transformation of rural settlement pattern and service network in rural areas]. *Izvestiya Rossiiskoi Akademii Nauk. Seriya Geograficheskaya*, 2013, no. 3, pp. 26–38. (In Russ.)
URL: <https://doi.org/10.15356/0373-2444-2013-3-26-38>
 4. Ulyaeva A.G., Ataeva A.G. [Research of factors of urban agglomerations formation and development as the direction of strengthening the inter-territorial cooperation in the region]. *Ekonomika i predprinimatel'stvo = Journal of Economy and Entrepreneurship*, 2015, no. 12-1, pp. 369–373. (In Russ.)
 5. Tatarkin A.I. [Latent potential of Russian cities: from agglomerations to program-project strategies of territory development]. *Экономическая наука современной России = Economics of Contemporary Russia*, 2014, no. 2, pp. 7–25.
URL: <https://cyberleninka.ru/article/v/skrytyy-potentsial-rossiyskih-gorodov-ot-aglomeratsionnyh-obedineniy-k-programmno-proektnym-strategiyam-razvitiya-territoriy> (In Russ.)
 6. Kovaleva O.A. [Imitation modeling of dynamic systems in economics based on multi-agent approach]. *Vestnik Tambovskogo universiteta. Seriya: Estestvennye i tekhnicheskie nauki = Tambov University Reports. Series Natural and Technical Sciences*, 2013, vol. 18, no. 1, pp. 199–200.
URL: <https://cyberleninka.ru/article/v/immitatsionnoe-modelirovanie-dinamicheskikh-sistem-v-ekonomike-na-osnove-multiagentnogo-podhoda> (In Russ.)
 7. Palei A.G., Pollack G.A. [Model for demographic state analysis of the region]. *Mezhdunarodnyi nauchno-issledovatel'skii zhurnal = International Research Journal*, 2017, no. 4, part 3, (In Russ.) pp. 108–111.
URL: <https://doi.org/10.23670/IRJ.2017.58.176>
 8. Nizamutdinov M.M., Oreshnikov V.V. *Modelirovanie razvitiya ekonomiki regiona: monografiya* [Modeling of economic development of the region: a monograph]. Moscow, Ekonomika Publ., 2017, 304 p.
 9. Kozakov E.M., Ak'yulov R.I., Berdnikova A.Yu. [Application of Econometric Methods to Analysis of a Territory Development in Economic and Demographic Aspects]. *Izvestiya Ural'skogo gosudarstvennogo ekonomicheskogo universiteta = Journal of Ural State University of Economics*, 2009, no. 1, pp. 81–86.

- URL: <https://cyberleninka.ru/article/v/primeneniye-ekonometricheskikh-metodov-pri-issledovanii-ekonomiko-demograficheskogo-razvitiya-territorii> (In Russ.)
10. Makarov V.L., Bakhtizin A.R., Sushko E.D. [Simulation of demographic processes using the agent-based approach]. *Federalizm*, 2014, no. 4, pp. 37–46. (In Russ.)
11. Nizamutdinov M.M., Oreshnikov V.V. [Formation of the target indicators of regional development strategy using fuzzy logic algorithms]. *Ekonomika i matematicheskie metody = Economics and Mathematical Methods*, 2016, vol. 52, iss. 2, pp. 30–39.
URL: http://www.cemi.rssi.ru/emm/archive/Ekonom_Mat_metod_2016-2.pdf
(In Russ.)
12. Tkachenko A.A. [Economics of population versus economic demography]. *Statistika i ekonomika = Statistics and Economics*, 2017, no. 5, pp. 94–104. (In Russ.)
URL: <https://doi.org/10.21686/2500-3925-2017-5-94-104>
13. Huang Y., South S.J., Spring A. Racial Differences in Neighborhood Attainment: The Contributions of Interneighborhood Migration and In Situ Change. *Demography*, 2017, vol. 54, no. 5, pp. 1819–1843.
URL: <https://doi.org/10.1007/s13524-017-0606-y>
14. Kabashova E.V. [Comparative analysis of demographic ageing of population in regions of the Russian Federation]. *Uchenye zapiski Rossiiskogo gosudarstvennogo sotsial'nogo universiteta = Scientific Notes of the Russian State Social University*, 2013, vol. 2, no. 6, pp. 22–27.
URL: <https://vivliophica.com/articles/economics/631719> (In Russ.)
15. Akhmetov T.R. [The innovation cycle and the evolutionary model of social development with innovative determinant at different levels]. *Fundamental'nye issledovaniya = Fundamental Research*, 2016, no. 4, part 2, pp. 350–354.
URL: <https://fundamental-research.ru/ru/article/view?id=40180> (In Russ.)
16. Pechatkin V.V., Kobzeva A.Yu. [Cognitive model of the influence elements of the innovation system on the reproduction process in the region]. *Fundamental'nye issledovaniya = Fundamental Research*, 2017, no. 9, part 1, pp. 222–227.
URL: <https://fundamental-research.ru/pdf/2017/9-1/41733.pdf> (In Russ.)
17. Shabashev V.A., Shorokhov S.I., Verkhozina M.F. [Structural modeling of relationships of economic, social and demographic factors]. *Regional'naya ekonomika: teoriya i praktika = Regional Economics: Theory and Practice*, 2016, vol. 14, iss. 10, pp. 169–179.
URL: <https://cyberleninka.ru/article/v/strukturnoe-modelirovanie-svyazey-ekonomicheskikh-sotsialnyh-i-demograficheskikh-faktorov> (In Russ.)

18. Martysenko S.N. [Conceptual models of quality management of a life. Analytical review]. *Regional'naya ekonomika i upravlenie*, 2014, no. 2. (In Russ.)
URL: <https://eee-region.ru/article/3806/>
19. Rimashevskaya N.M., Migranova L.A., Toksanbaeva M.S. [Human and labor potential of the Russian regions]. *Narodonaselenie = Population*, 2014, no. 3, pp. 106–119.
URL: http://www.isesp-ras.ru/images/narodonaselenie/2014_3.pdf (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.