

ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ СТАТЬЯ

<https://doi.org/10.17059/ekon.reg.2025-2-13>

УДК 314.3, 519.237.5

JEL J13, C53

Д. Д. Вавилова , К. В. Кетова ^{а, б)} Ижевский государственный технический университет имени М. Т. Калашникова, г. Ижевск, Российская Федерация

ВЛИЯНИЕ МЕСТА ПРОЖИВАНИЯ СЕМЕЙ И ОЧЕРЕДНОСТИ ПОЯВЛЕНИЯ ДЕТЕЙ В СЕМЬЕ НА РОЖДАЕМОСТЬ¹

Аннотация. Динамика уровня рождаемости в регионах России неоднородна. Цель исследования заключается в изучении этой динамики в зависимости от значимых факторов в разделении этого влияния по очередности появления детей в семье для городского и сельского населения. Изучение причин дифференциации помогает разрабатывать меры, которые будут эффективны в разных территориях. Анализируются официальные статистические данные за 2000–2023 гг. одного из регионов РФ – Удмуртской Республики. Методическую основу исследования составляют методы регрессионного моделирования, а также полученные ранее результаты корреляционного анализа. Линейную связь с уровнем рождаемости имеют такие демографические и социально-экономические показатели, как место проживания, очередность появления детей в семье, отношение среднедушевых доходов населения к прожиточному минимуму, показатель наличия выплат материнского капитала в регионе. Нелинейная связь выявлена между рождаемостью и соотношением численности женского и мужского населения фертильных возрастов. Предложены математические модели зависимости коэффициентов рождаемости для городского и сельского населения от указанных показателей. По ним осуществлен прогноз коэффициентов рождаемости для Удмуртской Республики в разбивании по месту проживания семей и очередности появления детей в семье. До 2030 г. в регионе продолжится снижение рождаемости первенцев, стабилизируется численность детей, рожденных вторыми в семье, и увеличится число рождений третьих и последующих детей. Прогнозные значения коэффициента рождаемости в регионе стабилизируются на уровне 7,7 ‰. Число рождений в Удмуртской Республике к 2030 г. снизится до 9629 чел., что на 20,6 % ниже уровня 2023 г. Это снижение формируется главным образом за счет диспропорции в соотношении численности женщин и мужчин фертильных возрастов. Результаты исследований могут быть полезны при разработке программ, направленных на повышение рождаемости на разных территориях.

Ключевые слова: коэффициент рождаемости, фертильность, факторы рождаемости, городское население, сельское население, очередность рождения детей, корреляционно-регрессионный анализ

Для цитирования: Вавилова, Д. Д., Кетова, К. В. (2025). Влияние места проживания семей и очередности появления детей в семье на рождаемость. *Экономика региона*, 21(2), 435–451. <https://doi.org/10.17059/ekon.reg.2025-2-13>

¹ © Вавилова Д. Д., Кетова К. В. Текст. 2025.

Daiana D. Vavilova  ^{a)}, Karolina V. Ketova ^{b)}^{a, b)} Kalashnikov Izhevsk State Technical University, Izhevsk, Russian Federation

Influence of Family Residence and Birth Order on Regional Fertility Rates (the Case of Udmurtia, Russia)

Abstract. This study examines birth rate dynamics in the Udmurt Republic from 2000 to 2023, focusing on how family residence (urban vs. rural areas) and birth order affect fertility. Understanding these factors is essential for tailoring effective regional demographic policies. Using regression analysis and prior correlation studies, the research identifies linear relationships between birth rates and variables such as settlement type, birth order, the ratio of average per capita income to the subsistence minimum, and maternity capital availability. A nonlinear relationship was found between fertility and the sex ratio of the fertile-age population. The study confirms that birth rate dynamics vary significantly depending on the place of residence and birth order. Mathematical models were developed to describe these dependencies and used to forecast fertility trends through 2030. Projections indicate a continued decline in first births, stabilization of second births, and growth in third and subsequent births, with the overall birth rate stabilizing around 7.2 per 1,000 people. By 2030, total births in the region are expected to decrease by 20.6 % from 2023 levels, largely due to an imbalance in the ratio of fertile-age women to men. These findings may provide a basis for developing targeted fertility enhancement programs tailored to specific territorial contexts.

Keywords: birth rate, fertility, factors of the births, urban population, rural population, birth order, correlation and regression analysis

For citation: Vavilova, D. D. & Ketova, K. V. (2025). Influence of Family Residence and Birth Order on Regional Fertility Rates (the Case of Udmurtia, Russia). *Ekonomika regiona / Economy of regions*, 21(2), 435-451. <https://doi.org/10.17059/ekon.reg.2025-2-13>

Введение

Ключевым объектом исследований среди социально-экономических показателей регионов является рождаемость. Регулярный мониторинг, анализ и прогноз динамики рождаемости очень важны для государства. Превышение рождаемости над смертностью обеспечивает рост численности населения, который служит базой для стабильного и устойчивого развития территорий.

Стратегические перспективы демографической составляющей национальной силы России изложены в работе (Агеев и др., 2023). Анализ демографического самочувствия регионов России представлен в новом Национальном демографическом докладе (Ростовская и др., 2024). Эти работы — очередное подтверждение актуальности задачи своевременного изучения механизмов повышения рождаемости в стране (Басовский, Басовская, 2023; Кишенин, 2023).

Повышение рождаемости заложено в национальную стратегию РФ. Так, во исполнение Указа Президента РФ от 7 мая 2018 года №204 «О национальных целях и стратегических задачах развития Российской Федерации на период до 2024 года» был сформирован национальный проект «Демография», в состав которого вошла программа «Финансовая поддержка семей при рождении детей». Срок ре-

ализации нацпроекта — с января 2019 г. по декабрь 2024 г. Одной из целей проекта является увеличение коэффициента рождаемости (до 1,7 детей на одну женщину)¹.

Финансовая поддержка семей при рождении детей в РФ осуществляется на постоянной основе. Так, ныне действующая программа материнского капитала должна завершиться в конце 2026 г. Новая редакция закона о поддержке семей с детьми продляет ее до 2030 г.

Рождаемость зависит от многих факторов, варьируя которые можно определенным образом влиять на ее уровень (Макаренцева, Бирюкова, 2023; Arkhangelskiy et al., 2024). На основе демографических расчетов с использованием современных математических методов строятся демографические прогнозы (Зубарев, Федулова, 2021; Макаров, Бахтизин, 2022; Юмагузин, Винник, 2022; Родина, 2023).

Начиная с 1960-х гг. проводились исследования влияния на рождаемость различных социально-экономических и демографических показателей. Анализировалось, как влияют доходы семьи на рождаемость. Американский экономист Г.Беккер отметил корреляционную

¹ Указ Президента Российской Федерации от 07.05.2018 г. № 204 «О национальных целях и стратегических задачах развития Российской Федерации на период до 2024 года». <http://www.kremlin.ru/acts/bank/43027> (дата обращения: 24.12.2024).

связь между доходами и количеством детей в семье (Becker & Lewis, 1973).

На основе работ Г. Беккера американский демограф Р. Истерлин выдвинул предположение о том, что фактические доходы не влияют на уровень рождаемости и стоит рассматривать относительные доходы семей (Easterlin, 1974). Высокий уровень дохода должен обуславливать высокую фертильность. Однако, его соотечественник Дж. Дефронзо при исследовании влияния доходов на рождаемость получил несколько другие выводы. В его работах (Defronzo, 1976) рассматривался двадцатилетний промежуток исследований по различным штатам США. Его исследования показали, что относительный доход не влиял на рождаемость, а фактический положительно отражался на динамике.

Влияние экономического статуса родителей и размера семьи на рождаемость детей исследуется в работе А. Торнтона (Thornton, 1980). Им изучены два конкретных аспекта семьи. Первым является экономический статус, вторым — уровень рождаемости в первом поколении. Полученные данные выявили отрицательную корреляцию между финансовым положением родителей и фертильностью во втором поколении.

Влияние процессов в экономике на рождаемость также описано в работе Д. Орсала и Дж. Голдстейна. Эти исследователи показали, что высокий уровень безработицы приводит к снижению уровня рождаемости из-за откладывания рождений на более поздний срок (Orsal & Goldstein, 2010).

Выделяются особенности репродуктивного поведения семей и в зависимости от места их проживания. Эти различия на территории РФ хорошо и подробно изучены В. Н. Архангельским (Бондаренко, Архангельский, 2023; Архангельский и др., 2024). Также российскими учеными изучался вопрос влияния очередности появления детей в семьях на уровень рождаемости (Архангельский, Калачикова, 2020). Для перехода к режиму воспроизводства населения РФ, обеспечивающему устойчивую положительную демографическую динамику, необходимо преодолеть массовую малодетность. В этом контексте возрастает значимость программы материнского капитала (Ростовская и др., 2021) и влияние доходов семей на повышение рождаемости (Архангельский и др., 2021; Сивоплясова и др., 2022).

Работ, посвященных систематизации факторов, влияющих на рождаемость, достаточно много. Так, к примеру, в публикациях (Федоров,

2021; Матюшенко и др., 2022; Басовский, Басовская, 2023; Козлова и др., 2024) выделены медико-биологические факторы (состояние здоровья; предрасположенность к генетическим заболеваниям), демографические факторы (уровень брачности, степень стабильности браков, количество многодетных семей), социально-экономические факторы (жилищные условия, государственная помощь семьям, материальный достаток, трудовая деятельность), этнические факторы, уровень образования и пр.

Исследования влияния различных групп факторов на рождаемость чаще всего проводятся с помощью корреляционного и регрессионного анализа. Так, в работе (Трынов и др., 2020) приводятся данные регрессионного анализа степени влияния отдельных социально-экономических факторов на суммарный коэффициент рождаемости в РФ. В исследовании (Казенин, Митрофанова, 2023) анализируются современные тенденции изменения уровня рождаемости по очередности появления детей в семьях. Также имеются результаты оценки влияния программы материнского капитала на рождаемость в РФ, полученные с помощью корреляционно-регрессионного анализа (Селиванова, Коробкова, 2023; Вакуленко и др., 2024).

В публикации (Хусяинова, 2024) уделяется внимание главным причинам демографических проблем. В другой работе (Орешников, Низамутдинов, 2019) указано, что на рождаемость оказывает влияние тип поселения и уровень его развития. Об этом же говорится в исследовании (Архангельский и др., 2023): в настоящее время заметны особенности репродуктивного поведения женщин, проживающих в городах, которые выражаются в выборе малодетности в пользу профессиональной самореализации.

Помимо различий репродуктивного поведения женщин в зависимости от места проживания, также существует значительная разница в социально-экономическом положении семей, проживающих в городах и селах. Она показана, например, в работах (Sivoplyasova & Sigareva, 2022; Смыслова, 2022; Синельников, 2024).

Целью настоящего исследования является анализ динамики уровня рождаемости в регионе в зависимости от выявленных значимых факторов в разделении этого влияния по очередности появления детей в семье для городского и сельского населения с использованием методов математического моделирования.

Территориальные рамки исследования охватывают один из регионов РФ — Удмуртскую Республику (УР). Данный регион демонстрирует среднероссийские значения по многим

социально-экономическим показателям. Это подтверждается не только статистической информацией, но и более глубокими исследованиями, представленными, например, в работе (Валентей и др., 2024).

Объектом исследования является динамика уровня рождаемости в регионе. Анализируемый период: 2000–2023 гг. Информационное обеспечение — это статистические данные официального сайта Федеральной службы государственной статистики РФ.

Гипотеза исследования: динамика рождаемости в регионе неоднородна, она различается в зависимости от места проживания семей и очередности появления детей в семье.

Научная новизна: впервые получены результаты количественной оценки влияния значимых демографических и социально-экономических факторов на динамику уровня рождаемости в регионе по очередности появления детей в семье для городского и сельского населения.

Количественный анализ и прогноз уровня рождаемости осуществлены на основе предложенных авторами математических моделей, которые обладают высокой точностью аппроксимации. Модели учитывают зависимость уровня рождаемости от соотношения численности женского и мужского населения фертильных возрастов, отношения среднедушевых доходов населения к прожиточному минимуму и от показателя наличия выплат материнского капитала в регионе.

Материалы и методы исследования: анализ статистической информации и подготовка к построению моделей рождаемости

Ранее в работе (Кетова и др., 2024) была выполнена группировка показателей, влияющих на рождаемость в регионе. Были выделены демографические, социально-экономические, этнические, медико-биологические и экологические группы показателей. Для того, чтобы определить, какие из показателей указанных групп оказывают наиболее сильное (значимое) влияние на уровень рождаемости, был проведен корреляционный анализ. По статистическим данным за 24-летний период анализировалось влияние 27 показателей на рождаемость в УР. Была дана оценка степени тесноты попарной связи между рождаемостью и каждым показателем, а также между всеми показателями указанных групп. Была построена диаграмма коэффициентов корреляции для определения показателей, связанных с рождаемостью

линейно, а также корреляционные поля для выявления нелинейных связей.

Проведенные ранее исследования выявили, что линейную связь с рождаемостью имеют такие демографические и социально-экономические показатели, как тип поселения, очередность появления детей в семье, отношение среднедушевых доходов населения к прожиточному минимуму, показатель наличия выплат материнского капитала в регионе (коэффициент корреляции выше 0,7). Нелинейная связь выявлена между рождаемостью и соотношением численности женского и мужского населения фертильных возрастов.

В настоящем исследовании будем рассматривать полученные ранее связи таким образом, чтобы установить влияние места проживания семей и очередности появления детей в семье на уровень рождаемости.

Для возможности анализа уровня рождаемости в динамике будем использовать относительный показатель — коэффициент рождаемости $\delta^i(t)$, который рассчитывается как отношение числа родившихся детей $L^i(t)$ к средней численности населения $\rho^i(t)$ в год t на определенной территории. Указывается в расчете на 1 000 человек населения, измеряется в промилле. Верхний индекс i обозначает принадлежность к городскому ($i = 1$) или сельскому ($i = 2$) населению.

При построении математических моделей уровня рождаемости для городского и сельского населения будем учитывать такие выявленные нами значимые социально-экономические показатели, как отношение среднедушевых доходов населения к прожиточному минимуму и показатель наличия выплат материнского капитала в регионе. Обозначим через переменную d отношение среднедушевых доходов населения к прожиточному минимуму в регионе, а через m — показатель наличия выплат материнского капитала, который является бинарной переменной и принимает значение да/нет.

Несомненно, доход в семье и выплаты материнского капитала (их размер зависит от того, первый ли ребенок в семье, второй или последующий) — это факторы, оказывающие влияние на готовность к пополнению в семьях. Поэтому проследим и оценим количественно их влияние на очередность появления ребенка в семье.

Также при моделировании уровня рождаемости будем учитывать её нелинейную связь с демографическим показателем соотношения численности женского и мужского населения

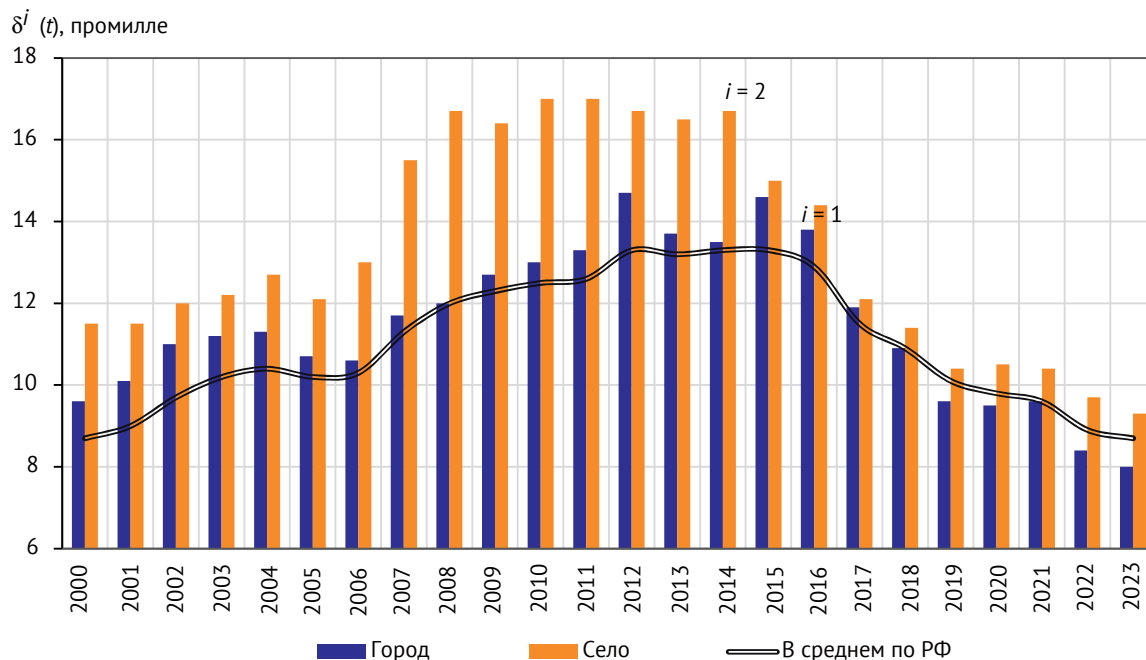


Рис. 1. Динамика коэффициента рождаемости городского и сельского населения в УР за период 2000–2023 гг. (источник: рассчитано авторами по материалам Росстата*, **)

*Демография. Естественное движение населения в РФ. URL: <https://rosstat.gov.ru/folder/12781> (дата обращения: 24.12.2024)

** Население. Естественное движение населения в Удмуртской Республике. <https://18.rosstat.gov.ru/folder/51924> (дата обращения: 24.12.2024)

Fig. 1. Dynamics of birth rates in urban and rural Udmurtia in 2000–2023. Source: calculated by the authors based on Rosstat data

фертильных возрастов. Введем обозначение через переменную s – соотношение численности женщин фертильного возраста (15–50 лет) к численности мужчин, способных к деторождению (20–60 лет). Возрастной диапазон у мужчин выбран, исходя из анализа сведений о числе рождений детей в УР¹: доля рожденных детей у мужчин в возрасте, выходящим за пределы 20–60 лет, не превышает 1 %.

Далее проанализируем имеющиеся демографические показатели УР на основе официальных данных сайта статистической информации Росстат. Население УР по состоянию на начало 2024 г.² составляло 1 434,5 тыс. чел., из них 943,5 тыс. чел. проживало в городах, 491,0 тыс. чел. — в селах региона. Территориальная структура региона включает 5 городов республиканского значения (Ижевск, Воткинск, Глазов, Можга, Сарапул) и 25 муниципальных районов.

За анализируемый 24-летний период доля рождений в городах УР варьировалась от 60,0 % до 68,0 %. В последнее время наблюдается тенденция увеличения доли рождений в селах УР: с 35,1 % в 2017 г. до 38,0 % в 2023 г.³ Рассмотрим коэффициент рождаемости городского $\delta^1(t)$ и сельского населения $\delta^2(t)$ в УР и проведем анализ данного показателя в динамике. На рисунке 1 представлены результаты его расчета для городского и сельского населения УР за период 2000–2023 гг. (на 1000 человек населения).

Как видно из графиков, представленных на рисунке 1, в период 2000–2011 гг. наблюдался рост коэффициентов рождаемости городского и сельского населения УР. Заметна разница в значениях коэффициента: в селах он значительно выше. Начиная с 2015 г., в УР зафиксировано резкое снижение уровня рождаемости и для городского, и для сельского населения. К 2019 г. и позже коэффициенты рождаемости городского и сельского населения УР стали значительно ниже уровня 2000 г.

¹ Население. Естественное движение населения в УР за 2023 год. <https://18.rosstat.gov.ru/folder/51924> (дата обращения: 24.12.2024).

² Население. Общая численность населения Удмуртской Республики. <https://18.rosstat.gov.ru/folder/51924> (дата обращения: 24.12.2024).

³ Население. Естественное движение населения в Удмуртской Республике. <https://18.rosstat.gov.ru/folder/51924> (дата обращения: 24.12.2024).

В 2000 г. для УР число рождений в расчете на 1000 человек городского населения составляло 10, сельского — 12. В 2011 г. была наибольшая разница в уровне рождаемости по региону: городского населения — 13 рождений, сельского населения — 17 рождений, т. е. для 2011 г. относительное отклонение между рождаемостью городского и сельского населения составило 30,8 %. В 2023 г. это отклонение выражается уже разницей в 17,5 %. Заметим, что уровень рождаемости в селах УР значительно превышал уровень рождаемости в среднем по РФ на протяжении всего анализируемого периода.

Далее рассмотрим коэффициент рождаемости $\delta_j^i(t)$ по очередности появления детей в семье для городского и сельского населения:

$$\delta_j^i(t) = \frac{L_j^i(t)}{\rho^i(t)} \cdot 1000, \quad (1)$$

где $L_j^i(t)$ количество рождений по j -й очередности появления ребенка в семье в год t , $\rho^i(t)$ численность населения в регионе в год t . Как и ранее, верхний индекс обозначает принадлежность к городскому ($i = 1$) или сельскому населению ($i = 2$); нижний индекс отражает очередность рождения детей в семье: $j = 1$ — первые дети, $j = 2$ — вторые дети, $j = 3$ — третьи и последующие дети в семье.

На рисунках 2 а, 2 б и 2 в представлена динамика коэффициентов рождаемости в зависимости от места проживания и очередности появления детей в семьях УР за период 2000–2023 гг. ($\delta_j^i(t)$, $i = 1, 2$, $j = 1, 2, 3$, $t = 2000:2023$).

Коэффициент рождаемости первенцев у городского населения на протяжении всего периода 2000–2023 гг. имел общую тенденцию к снижению: за рассматриваемый период коэффициент снизился в 2,1 раза, причем с 2015 г. его темпы падения резко увеличились. Средний темп снижения коэффициента рождаемости первенцев у городского населения с 2015 г. составил 8,8 % в год. Для сельского населения среднее за весь период значение коэффициента превышает аналогичное для городского на 11 % ($\bar{\delta}_1^1 = 5,5$, $\bar{\delta}_1^2 = 6,1$). В 2023 г. значения коэффициентов рождаемости первенцев совпадают.

Коэффициенты рождаемости вторых детей у городского и у сельского населения на протяжении изучаемого периода имели положительную динамику (до 2016 г. и до 2013 г. соответственно). Затем наблюдалось достаточно резкое снижение. Начиная с 2016 г., темп падения коэффициента рождаемости вторых детей городского населения составил 12,1 % в год, сельского населения — 13,6 % в год.

В последнее время наблюдается тенденция превышения значений коэффициента рождаемости вторых детей у городского населения. Превышение в 2023 г. составило 15 %. Такая же цифра наблюдалась в период с 2016 по 2023 г.

Многодетность же характерна в большей степени для сельского населения. Интересно, что в период 2000–2023 гг. коэффициент рождаемости третьих и последующих детей как для городского, так и для сельского населения имел устойчивую положительную динамику. Средний за рассматриваемый период коэффициент рождаемости сельского населения превышал аналогичный коэффициент для городского в два раза. Средний за период темп роста коэффициента рождаемости третьих и последующих детей и для сельского, и для городского населения составил 3,6 % в год. В 2023 г. наметилась тенденция к тому, что в селах многодетность может снизиться, в городах — повыситься.

Сравним средние за период 2000–2023 гг. коэффициенты рождаемости первых, вторых, третьих и последующих детей у городского населения. Среди них самый высокий коэффициент рождаемости первых детей ($\bar{\delta}_1^1 = 7,0$), он выше коэффициента рождаемости вторых детей на 6,1 % ($\bar{\delta}_2^1 = 6,6$) и коэффициента рождаемости третьих и последующих детей в 2,8 раза ($\bar{\delta}_3^1 = 2,5$).

У сельского населения также наблюдается самый высокий коэффициент для первенцев ($\bar{\delta}_1^2 = 7,8$), он превышает коэффициент рождаемости вторых детей на 16,4 % ($\bar{\delta}_2^2 = 6,7$) и коэффициент рождаемости третьих и последующих детей в 1,9 раза ($\bar{\delta}_3^2 = 4,2$).

Значительные различия уровня рождаемости в регионе в зависимости от места проживания семей и очередности появления детей в семье свидетельствуют о необходимости отдельного изучения их динамики с использованием методов математического моделирования.

Модели строим отдельно по очередности рождений для городского населения (модельные значения коэффициента рождаемости $\tilde{\delta}_1^1$, $\tilde{\delta}_2^1$, $\tilde{\delta}_3^1$ для первых, вторых, третьих и последующих детей соответственно), и отдельно по очередности рождений для сельского населения (модельные значения коэффициента рождаемости $\tilde{\delta}_1^2$, $\tilde{\delta}_2^2$, $\tilde{\delta}_3^2$ для первых, вторых, третьих и последующих детей соответственно).

Модели выявят математическую зависимость между коэффициентами рождаемости $\tilde{\delta}_j^i$ и ранее проанализированными наиболее сильно влияющими на рождаемость показателями. Математическое моделирование уровня

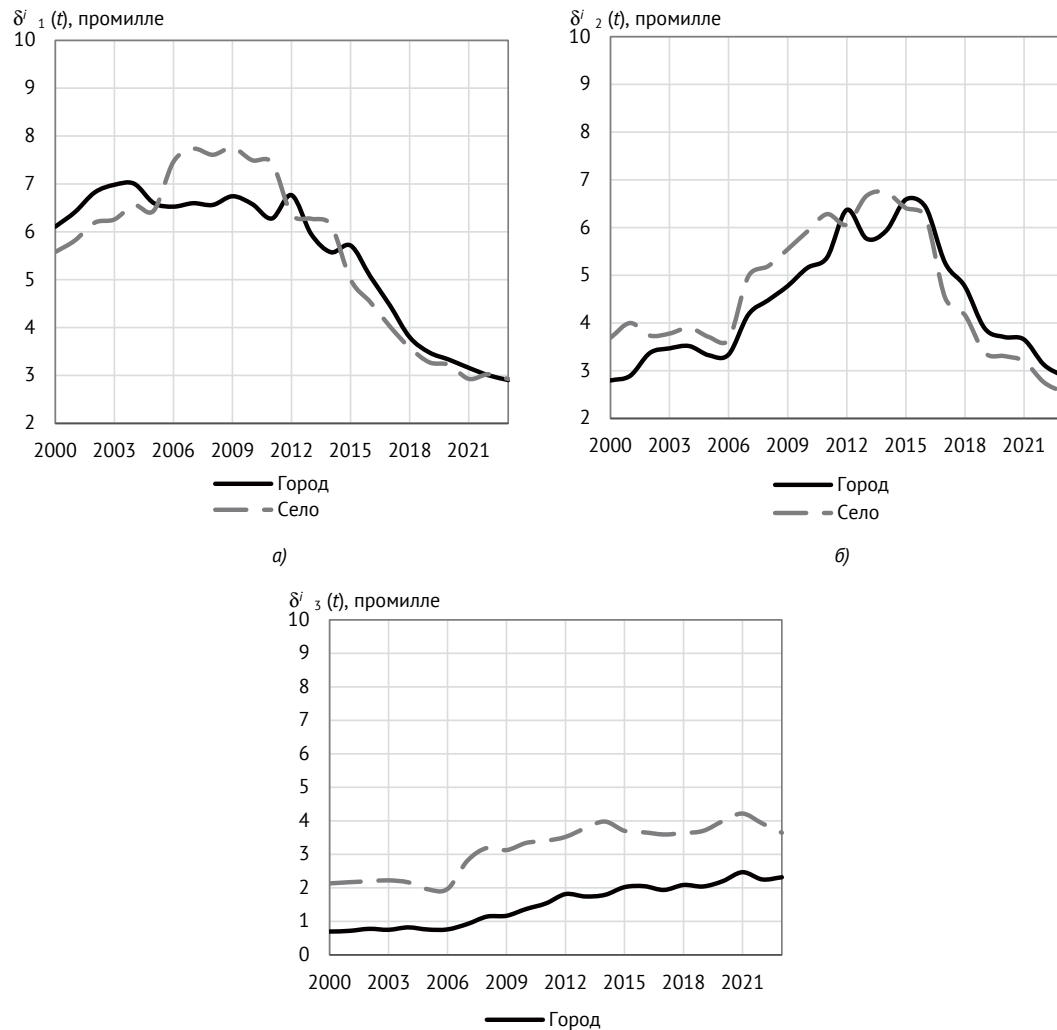


Рис. 2. Динамика коэффициентов рождаемости городского и сельского населения УР по очередности появления детей в семье: а) первый ребенок; б) второй ребенок; в) третий и последующий ребенок (источник: рассчитано авторами по материалам Росстата: Население. Естественное движение населения в Удмуртской Республике. <https://18.rosstat.gov.ru/folder/51924> (дата обращения: 24.12.2024))

Fig. 2. Dynamics of birth rates in urban and rural Udmurtia by birth order: a) first child; b) second child; c) third and subsequent children. Source: calculated by the authors based on Rosstat data.

рождаемости реализуем с помощью методов регрессионного моделирования в среде программирования на языке Python. Для построения моделей используем официальные статистические данные по социально-экономическим и демографическим показателям УР, предоставленные сайтом Росстат, за период 2000–2023 гг.

Результаты исследования: анализ уровня рождаемости городского и сельского населения по очередности рождений с использованием математических моделей

Вначале построим регрессионные модели зависимости коэффициентов рождаемости первых детей для городского и сельского населения δ_1^i , $i = 1, 2$ от соотношения s численно-

сти женщин и мужчин фертильного возраста, от наличия выплат материнского капитала m (1 — да, 0 — нет) и от d — отношения среднедушевых доходов населения к прожиточному минимуму в регионе.

Получены следующие математические модели:

$$\tilde{\delta}_1^1 = 16,7 \cdot s - 29,3 \cdot s^2 + 15,8 \cdot s^3 + 1,1 \cdot m + 0,6 \cdot d, \quad (2 \text{ а})$$

$$\tilde{\delta}_1^2 = -148,8 \cdot s + 284,2 \cdot s^2 - 129,1 \cdot s^3 + 0,9 \cdot m + 0,1 \cdot d. \quad (2 \text{ б})$$

Модельные и статистические значения уровня рождаемости первых детей в семьях городского и сельского населения УР представлены на рисунках 3 а, 3 б.

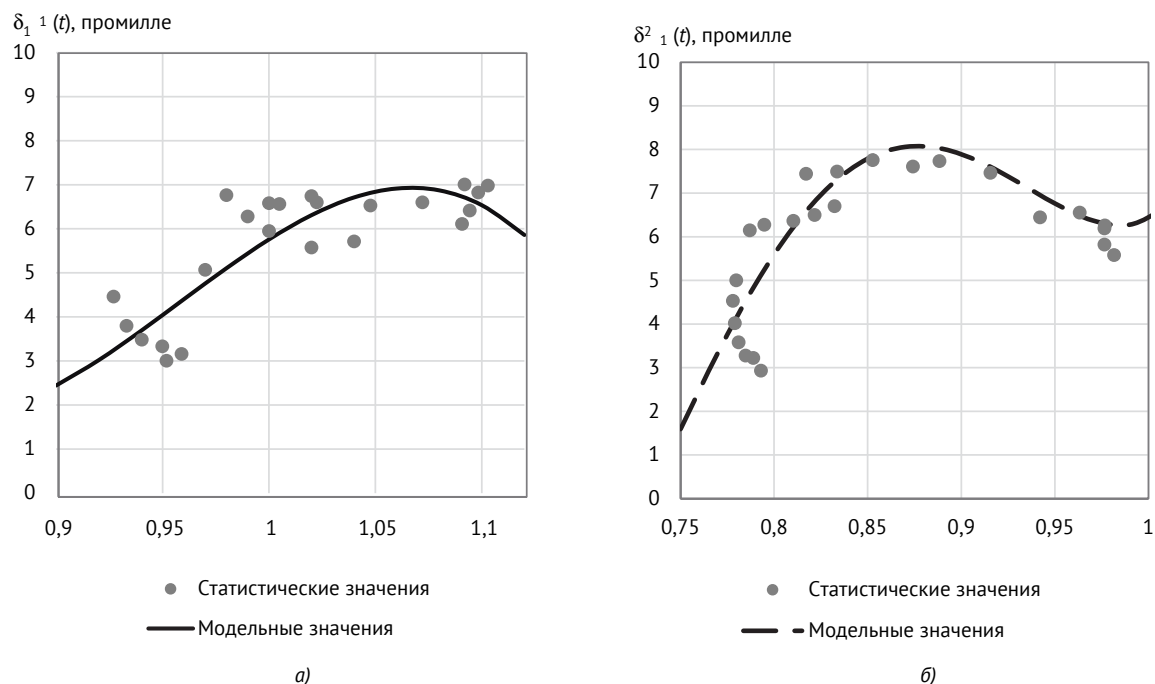


Рис. 3. Статистические и модельные значения коэффициентов рождаемости первенцев у городского и сельского населения в УР: а) город, б) село (источник: рассчитано авторами)

Fig. 3. Statistical and model values of the birth rate of first-born children in urban and rural Udmurtia: a) city, b) village
Source: calculated by the authors

Для определения качества полученных математических моделей, аппроксимирующих уровень рождаемости, воспользуемся такими показателями, как коэффициент детерминации и средняя ошибка аппроксимации. Чем выше коэффициент детерминации и ближе к единице и чем меньше средняя ошибка аппроксимации, тем более является модель точной. Коэффициент детерминации модели (2 а) составил 0,95, при этом средняя ошибка аппроксимации — 4,79 %. Для модели (2 б) коэффициент детерминации составил 0,92, а средняя ошибка аппроксимации — 5,48 %.

По коэффициентам регрессий (2 а) и (2 б) можно сказать, что наибольший вклад в динамику изменения уровня рождаемости первых детей в УР как среди городского, так и среди сельского населения вносит вариация соотношения численности женщин фертильного возраста к численности мужчин (первые три коэффициента регрессии имеют наибольшие по модулю значения). Четвертый коэффициент в моделях (2 а) и (2 б) свидетельствует о том, что для УР наличие программ материнского капитала способствует росту общего коэффициента рождаемости первенцев у городского населения на 1,1 %, у сельского населения — на 0,9 %. При этом пятый коэффициент в моделях рождаемости (2 а) и (2 б) говорит о менее весомом влиянии уровня дохода семей на рож-

дение первых детей среди сельского населения, чем среди городского.

Математические модели, описывающие зависимость коэффициентов рождаемости вторых детей в городских и сельских семьях УР, имеют вид:

$$\tilde{\delta}_2^1 = 136,6 \cdot s - 199,1 \cdot s^2 + 63,6 \cdot s^3 + 1,2 \cdot m + 0,6 \cdot d, \quad (3 \text{ а})$$

$$\tilde{\delta}_2^2 = 24,6 \cdot s - 35,6 \cdot s^2 + 14,9 \cdot s^3 + 1,5 \cdot m + 0,2 \cdot d. \quad (3 \text{ б})$$

Модельные и статистические значения коэффициентов рождаемости вторых детей городского и сельского населения региона представлены на рисунках 4 а и 4 б.

По коэффициентам регрессий (3 а) и (3 б) можно сказать, что для УР наличие программ материнского капитала способствует росту коэффициента рождаемости вторых детей на 1,2 % для городского населения и на 1,5 % для сельского. Невысокое влияние уровня дохода на рождение вторых детей также сохраняется.

Показатели качества модели (3 а) имеют следующие значения: коэффициент детерминации — 0,91, средняя ошибка аппроксимации — 6,57 %. Для модели (3 б) коэффициент детерминации составил 0,84, средняя ошибка аппроксимации — 6,92 %.

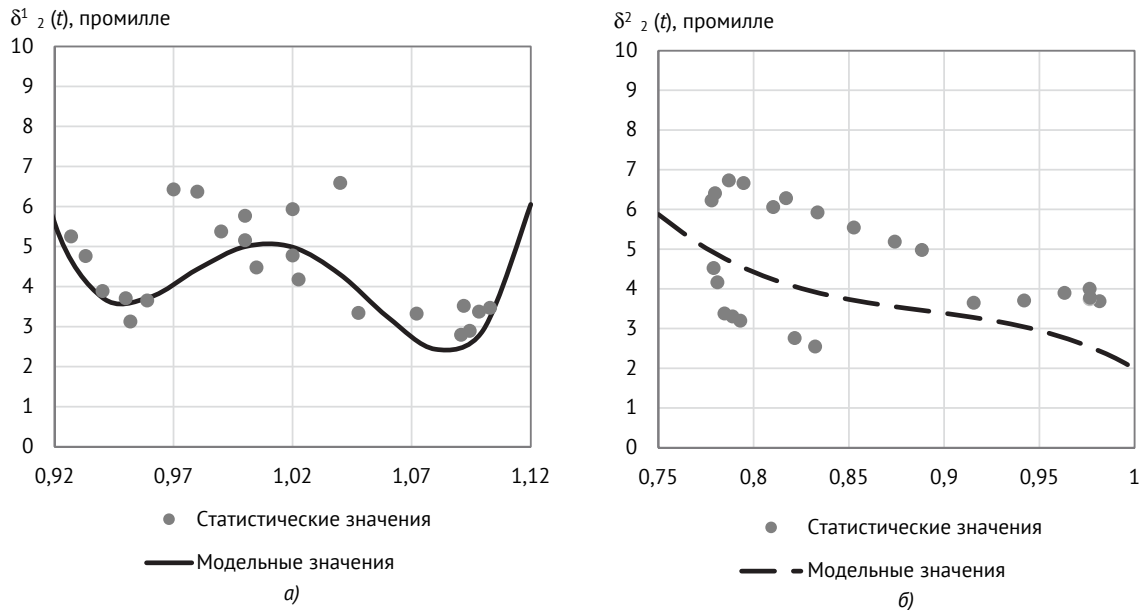


Рис. 4. Статистические и модельные значения коэффициентов рождаемости вторых детей городского и сельского населения УР: а) город, б) село (источник: рассчитано авторами)

Fig. 4. Statistical and modelled birth rates of second children in urban and rural Udmurtia: a) city, b) village
Source: calculated by the authors

Далее построены регрессионные модели зависимости коэффициентов рождаемости третьих и последующих детей городского и сельского населения УР:

$$\tilde{\delta}_3^1 = 39,3 \cdot s - 54,7 \cdot s^2 + 15,9 \cdot s^3 + 0,3 \cdot m + 0,2 \cdot d, \quad (4 \text{ а})$$

$$\tilde{\delta}_3^2 = 36,0 \cdot s - 53,7 \cdot s^2 + 19,9 \cdot s^3 + 1,0 \cdot m + 0,1 \cdot d. \quad (4 \text{ б})$$

Модельные и статистические значения коэффициентов рождаемости третьих и последующих детей представлены на рисунках 5 а и 5 б.

По коэффициентам регрессий (4 а) и (4 б) можно сказать, что так же, как для первых и вторых детей, наибольший вклад в динамику изменения уровня рождаемости третьих и последующих детей, как среди городского, так и среди сельского населения, вносит вариация фактора соотношения численности женщин и мужчин фертильных возрастов. Четвертый коэффициент в моделях (4 а) и (4 б) свидетельствует о том, что для УР наличие программ материнского капитала способствует росту уровня рождаемости третьих и последующих детей на 0,3 % для городского населения и на 1,0 % для сельского населения. Пятый коэффициент в моделях (4 а) и (4 б) говорит о незначительном влиянии уровня дохода семей на рождение третьих и последующих детей.

Коэффициент детерминации модели (4 а) достигает значения 0,97, при этом средняя

ошибка аппроксимации — 4,52 %. У математической модели (4 б) коэффициент детерминации составил 0,94, а средняя ошибка аппроксимации — 3,64 %.

Построенные математические модели коэффициентов рождаемости для городского и сельского населения УР по очередности рождений имеют показатели коэффициента детерминации в диапазоне от 0,84 до 0,97, при этом средняя ошибка аппроксимации варьируется от 3,52 % до 6,92 %. Таким образом, они достаточно точно аппроксимируют динамику изменения уровня рождаемости в УР; математические модели далее использованы для построения прогноза рождаемости в регионе.

Обсуждение результатов моделирования: прогноз рождаемости

Получено, что на коэффициенты рождаемости оказывают влияние и место проживания семей, и очередность появления детей в семье, причем коэффициент рождаемости для городского населения в среднем за период 2000–2023 гг. отличается от коэффициента рождаемости для сельского населения в 1,2 раза. Непосредственно в 2023 г. разница составила 16,3 %.

Коэффициенты рождаемости первенцев в целом по УР за период 2000–2023 гг. выше, чем коэффициенты рождаемости вторых детей в 1,2 раза, и выше, чем коэффициенты рождае-

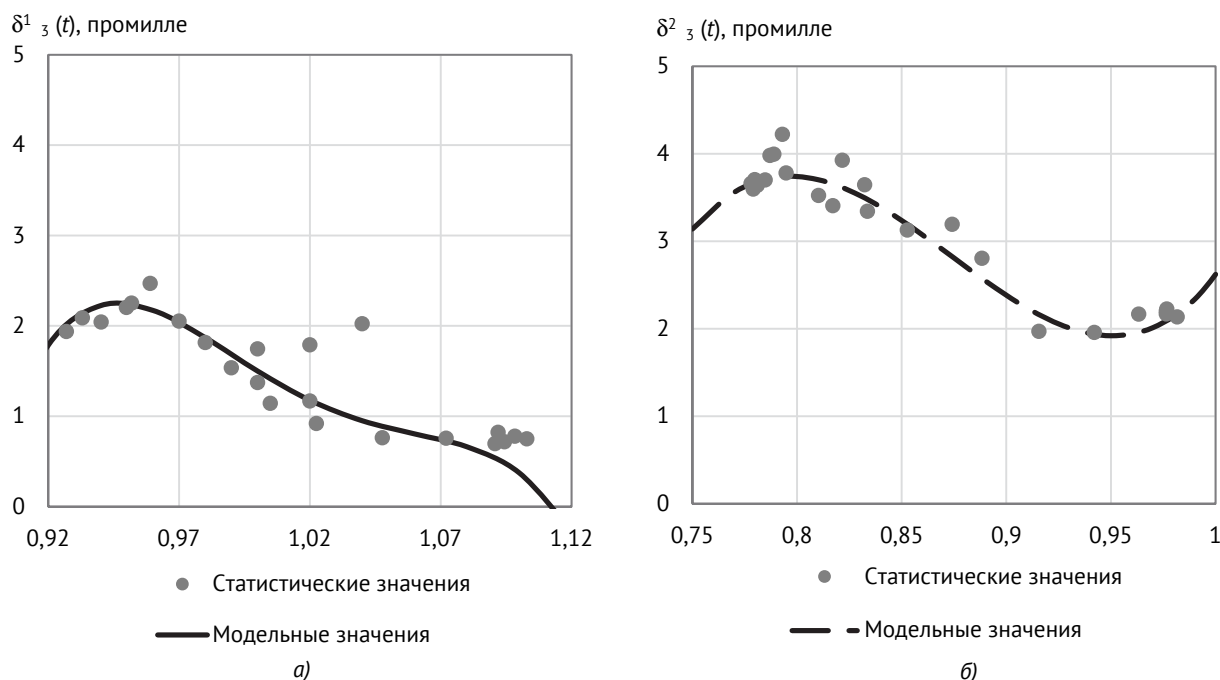


Рис. 5. Статистические и модельные значения коэффициентов рождаемости третьих и последующих детей городского и сельского населения УР: а) город, б) село (источник: рассчитано авторами)

Fig. 5. Statistical and modelled birth rates of the third and subsequent children in urban and rural Udmurtia: а) city, б) village
Source: calculated by the authors

мости третьих и последующих детей в 2,5 раза. Динамика коэффициентов рождаемости отрицательная (за исключением показателей многодетности, и это важное заключение).

Построены математические модели зависимости коэффициентов рождаемости от показателей соотношения численности женщин и мужчин фертильных возрастов, наличия выплат материнского капитала в регионе и отношения среднедушевых доходов населения к прожиточному минимуму. Получено, что наибольший вклад в динамику изменения уровня рождаемости первых детей в УР как среди городского, так и среди сельского населения вносит вариация соотношения численности женщин и мужчин фертильных возрастов. Интересно отметить, что материнский капитал на первого ребенка стал выплачиваться только с 2020 г., но уже оказывает (пусть пока и небольшое) влияние на уровень рождаемости. Влияние уровня дохода семей на рождение первых детей из всех изучаемых факторов самое незначительное; для сельского населения оно оказалось менее значимо, чем для городского.

Наличие программ материнского капитала способствует росту коэффициента рождаемости вторых детей сильнее, чем первых. Невысокое влияние уровня дохода на рождение вторых детей также сохраняется.

Также, как для первых и вторых детей, наибольший вклад в динамику изменения уровня

рождаемости третьих и последующих детей городского и сельского населения вносит вариация фактора соотношения численности женщин и мужчин фертильных возрастов. Материнский капитал на рождение третьих и последующих детей для городского населения влияния практически не оказывает, в то время как для сельского населения это влияние довольно существенно.

Для того, чтобы получить полную картину процессов, необходимо оценить изучаемый показатель в перспективе. В целях прогноза уровня рождаемости необходимо располагать информацией о плотности распределения населения по возрастам для прогнозного периода, т. е. необходимы данные о численности мужчин и женщин определенного возраста, проживающих в городской и сельской местности. Прогнозная плотность распределения населения по возрастам получена с использованием модели демографической динамики, в которой учитывается передвижка возрастов. Информация о распределении населения по возрастам, полу и месту проживания необходима для формирования прогнозных значений соотношения численности женщин к численности мужчин s в городах и селах УР. Рассматривается прогнозный период до 2030 г.

Прогноз рождаемости выполнен с учетом того факта, что программа материнского капи-

тала продолжается до 2030 г., а также с учетом предположения, что отношение доходов населения к прожиточному минимуму будет возрастать с устоявшимся средним темпом прироста за последнее десятилетие (0,8 %).

Прогноз коэффициентов рождаемости $\tilde{\delta}_j^i(t)$ первенцев в семьях построен по моделям (2 а), (2 б), вторых детей — по моделям (3 а), (3 б), третьих и последующих детей — по моделям (4 а), (4 б). Результаты расчетов представлены на рисунках 6 а, 6 в и 6 д соответственно. По этим коэффициентам рождаемости $\tilde{\delta}_j^i(t)$ по формуле (1) рассчитаны прогнозные значения абсолютных показателей рождаемости $\tilde{L}_j^i(t)$ до 2030 г., которые представлены последовательно на рисунках 6 б, 6 г и 6 е.

Прогноз показателей уровня рождаемости в УР говорит о стабильном значении коэффициентов рождаемости первенцев (рис. 6 а), в то время как количество рожденных первенцев снижается (рис. 6 б). Этот факт является следствием уменьшения численности населения фертильных возрастов. Количество рождений первенцев по прогнозу за 5-летний период 2025–2030 гг. уменьшится на 31,9 % у городского населения и на 42,8 % у сельского.

В прогнозе наблюдаются стабильные значения коэффициентов рождений вторых детей (рис. 6 в). Количество рождений вторых детей в УР снижается за прогнозируемый 5-летний период на 17,1 % у городского населения и на 29,6 % у сельского (рис. 6 г).

Также прогнозируется увеличение коэффициента рождаемости третьих и последующих детей (рис. 6 д). Количество детей, рожденных в семье третьими и последующими, за период 2025–2030 гг. в УР увеличится для городского населения на 7,1 %, для сельского населения на 2,0 % (рис. 6 е).

Математически обоснованные прогнозы рождаемости на рисунках 6 а–6 е отражают в целом негативную тенденцию для УР. Однако принимаемая мера материального стимулирования в виде программы материнского капитала достаточно действенна, ее наличие оценивается ростом коэффициента рождаемости в регионе от 0,3 до 1,5 ‰. Наибольший положительный эффект в УР действующая программа оказывает на рождаемость сельского населения.

Фактическая за период 2000–2023 гг. и прогнозируемая до 2030 г. динамика коэффициента рождаемости и количества родившихся в Удмуртской Республике представлены на рисунках 7 а и 7 б соответственно.

Прогнозные значения общего для региона коэффициента рождаемости (рис. 7 а), а также абсолютного показателя рождаемости в УР — общего количества родившихся детей (рис. 7 б) — говорят о ее снижении.

Общий коэффициент рождаемости в регионе за прогнозный период будет снижаться с ежегодным темпом, равным 3,5 %. Суммарное число детей, рожденных в городах и селах в УР, к 2030 г. прогнозируется на уровне 9629 чел., что на 20,6 % ниже уровня 2023 г.

Таким образом, до 2030 г. прогнозируется снижение показателя рождаемости в Удмуртской Республике, главным образом, за счет фактора соотношения численности женщин и мужчин. Поскольку рождения третьих и последующих детей заметно увеличиваются, а рождения первенцев снижаются, стоит предположить, что возрастной диапазон рождений смещается в область старших возрастов. При этом рост доходов и продление меры государственной поддержки в виде материнского капитала не так значительно влияют на рождаемость, но в целом улучшают демографическое состояние в регионе.

Заключение

В статье представлены результаты моделирования уровня рождаемости в среднестатистическом регионе РФ, позволяющие оценить влияние на нее места проживания семей и очередности появления детей в семье. Исследование выполнено на основе официальных статистических данных по Удмуртской Республике за период 2000–2023 гг.

Гипотеза исследования подтвердилась: динамика уровня рождаемости в регионе неоднородна, она различна в зависимости от места проживания семей и очередности появления детей в семье.

Количественная оценка влияния на рождаемость места проживания семей и очередности появления детей в семье выполнена на основании анализа коэффициентов регрессии. Регрессионные модели уровня рождаемости для городского и сельского населения по очередности рождения детей построены в зависимости от соотношения численности женщин и мужчин из интервала фертильности, в зависимости от материнского капитала и отношения среднедушевых доходов населения к прожиточному минимуму в регионе.

Построенные регрессионные модели уровня рождаемости имеют показатели коэффици-

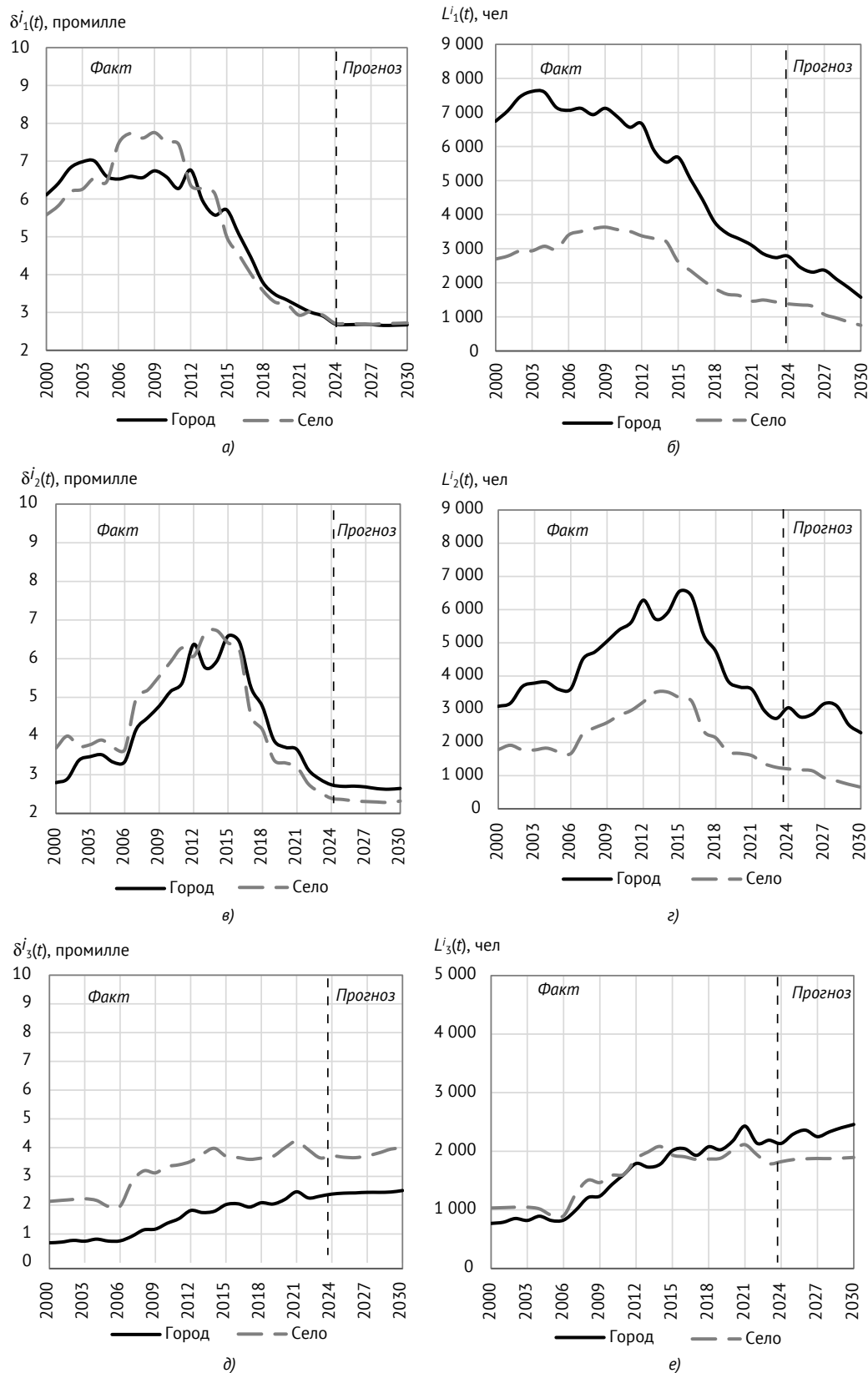


Рис. 6. Фактическая и прогнозируемая до 2030 г. динамика коэффициентов рождаемости в УР по очередности рождения детей в семье: а) первенцы, ‰; б) первенцы, чел.; в) вторые дети, ‰; г) вторые дети, чел.; д) третьи и последующие дети, ‰; е) третьи и последующие, чел. (источник: рассчитано авторами)

Fig. 6. Actual and predicted dynamics of birth rates in Udmurtia by birth order until 2030: а) first-born children, per mille; б) first-born children, persons; в) second children, per mille; г) second children, persons; д) third and subsequent children, per mille; е) third and subsequent children, persons Source: calculated by the authors

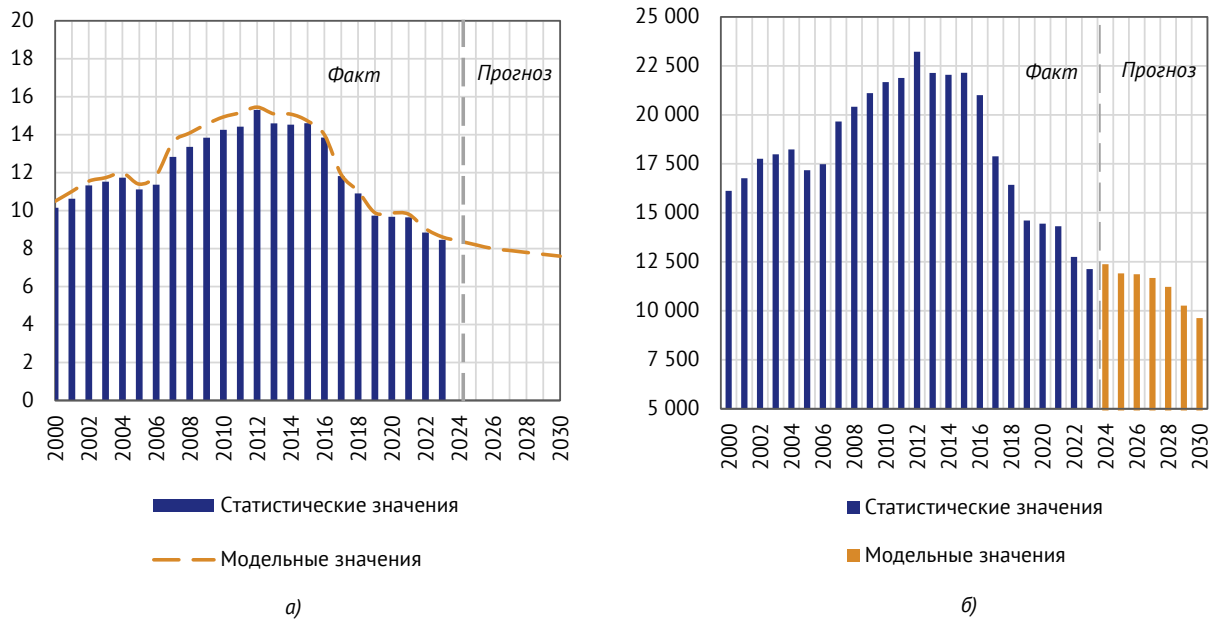


Рис. 7. Фактическая и прогнозируемая до 2030 года динамика в УР: а) коэффициента рождаемости, ‰; б) абсолютного показателя рождаемости, чел. (источник: рассчитано авторами)

Fig. 7. Actual and predicted dynamics until 2030 in Udmurtia: a) total birth rate, per mille; b) absolute birth rate, persons Source: calculated by the authors

ента детерминации в диапазоне от 0,84 до 0,97, при этом средняя ошибка аппроксимации варьируется от 3,52 % до 6,92 %. Достаточно высокая точность моделей позволяет использовать их для построения прогноза показателей рождаемости в регионе до 2030 г.

Подводя итог проведенному исследованию, следует отметить, что математически обоснованные прогнозы рождаемости отражают в целом негативную тенденцию для Удмуртской Республики. В ближайшей перспективе в регионе продолжится снижение численности первенцев и численности детей, рожденных вторыми в семье. В то же время положительным моментом является прогнозируемое увеличение числа рождений третьих и последующих детей.

Прогнозные значения коэффициента рождаемости в регионе говорят о его стабилизации на уровне 7,7 ‰ (для городского населения 7,2 ‰, для сельского 8,5 ‰). Тем не менее, суммарное число детей, рожденных в городах и селах в УР, к 2030 г. прогнозируется на уровне

9629 чел., что на 20,6 % ниже уровня 2023 г. Прогнозируемое снижение показателя рождаемости в Удмуртской Республике главным образом является следствием недостаточной численности женщин и мужчин фертильных возрастов. Рост доходов влияет на рождаемость в регионе незначительно.

Выявлено, что принимаемая мера государственной поддержки в виде программы материнского капитала достаточно действенна, ее наличие оценивается ростом коэффициента рождаемости в регионе от 0,3 до 1,5 ‰. Наибольшее влияние действующей программы на рождаемость в УР зафиксировано для сельского населения. Полученные результаты коррелируют с целями, задачами и показателями, заложенными в национальном проекте «Демография», который реализовывался в период 2019–2024 гг. Удалось добиться того, что значения коэффициентов рождаемости стабилизировались, и, как следствие, темпы падения абсолютного показателя рождаемости замедлились.

Список источников

Агеев, А. И., Бахтизин, А. Р., Логинов, Е. Л., Сидоренко, М. Ю. (2023). Стратегические перспективы демографической составляющей национальной силы России. *Экономические стратегии*, 25(5), 38–53. <https://doi.org/10.33917/es-5.191.2023.38-53>

Архангельский, В. Н., Безвербная, Н. А., Безвербный, В. А., Землянова, Е. В. (2024). Взаимосвязь репродуктивного поведения поколений в семье. *Народонаселение*, 27(3), 48–61. <https://doi.org/10.24412/1561-7785-2024-3-48-61>

- Архангельский, В. Н., Богдан, И. В., Калачикова, О. Н., Чистякова, Д. П. (2023). Особенности репродуктивного поведения жительниц Москвы. *Экономические и социальные перемены: факты, тенденции, прогноз*, 16(3), 231–246. <https://doi.org/10.15838/esc.2023.3.87.12>
- Архангельский, В. Н., Елизаров, В. В., Джанаева, Н. Г. (2021). Дети или материальный достаток: детерминация выбора. *Уровень жизни населения регионов России*, 17(1), 102–120. <https://doi.org/10.19181/Ispr.2021.17.1.8>
- Архангельский, В. Н., Землянова, Е. В., Савина, А. А. (2024). Молодая семья в столичном мегаполисе: демографический аспект. *Социальное пространство*, 10(2). <https://doi.org/10.15838/sa.2024.2.42.4>
- Архангельский, В. Н., Калачикова, О. Н. (2020). Возраст матери при рождении первого ребенка: динамика, региональные различия, детерминация. *Экономические и социальные перемены: факты, тенденции, прогноз*, 13(5), 200–217. <https://doi.org/10.15838/esc.2020.5.71.12>
- Басовский, Л. Е., Басовская, Е. Н. (2023). О социально-экономических факторах демографических процессов в регионах современной России: рождаемость. *Научные исследования и разработки. Экономика*, 11(6), 27–30. <https://doi.org/10.12737/2587-9111-2023-11-6-27-30>
- Бондаренко, Л. В., Архангельский, В. Н. (2023). Демографическая ситуация на сельских территориях: оценка и перспективы. *Экономика, труд, управление в сельском хозяйстве*, 10(104), 164–176. <https://doi.org/10.33938/2310-164>
- Вакуленко, Е. С., Ивашина, Н. В., Свистильник, Я. О. (2023). Региональные программы материнского капитала: влияние на рождаемость в России. *Экономика региона*, 19(4), 1077–1092. <https://doi.org/10.17059/ekon.reg.2023-4-10>
- Валентей, С. Д., Бахтизин, А. Р., Борисова, С. В., Кольчугина, А. В., Лыкова, Л. Н. (2024). *Тренды развития субъектов Российской Федерации в 2022–2023 годах*. Москва: Российский экономический университет им. Г. В. Плеханова, 26. <https://doi.org/10.21686/regions/6.2024>
- Зубарев, Н. Ю., Федулова, Д. Д. (2021). Прогнозирование демографических показателей в сфере рождаемости населения: инерционный прогноз versus прогноз на основе машинного обучения. *Ars Administrandi (Искусство управления)*, 13(2), 204–221. <https://doi.org/10.17072/2218-9173-2021-2-204-221>
- Казенин, К. И., Митрофанова, Е. С. (2023). Изменения в рождаемости на фоне пандемии COVID-19: опыт исследования российских регионов. *Мониторинг общественного мнения: экономические и социальные перемены*, 2(174), 14–30. <https://doi.org/10.14515/monitoring.2023.2.2370>
- Кетова, К. В., Вавилова, Д. Д., Черепанова, А. С. (2024). Исследование влияния демографических, социально-экономических, медико-биологических, экологических, этнических факторов на рождаемость в Удмуртской Республике. *Социально-экономическое управление: теория и практика*, 20(1), 26–35. <https://doi.org/10.22213/2618-9763-2024-1-26-35>
- Кишенин, П. А. (2023). Региональная дифференциация рождаемости в Российской Федерации: оптика реальных поколений. *Демографическое обозрение*, 10(4), 86–120. <https://doi.org/10.17323/demreview.v10i4.18810>
- Козлова, О. А., Макарова, М. Н., Архангельский, В. Н. (2024). Методический подход к оценке факторного влияния на рождаемость в России. *Уровень жизни населения регионов России*, 20(1), 76–90. https://doi.org/10.52180/1999-9836_2024_20_1_7_76_90
- Макаренцева, А. О., Бирюкова, С. С. (2023). Факторы, устойчивость и реализация репродуктивных намерений в России. *Мониторинг общественного мнения: экономические и социальные перемены*, 2(174), 31–56. <https://doi.org/10.14515/monitoring.2023.2.2379>
- Макаров, В. Л., Бахтизин, А. Р. (2022). Долгосрочное демографическое прогнозирование в новых реалиях. *Научные труды Вольного экономического общества России*, 235(3), 85–94. <https://doi.org/10.38197/2072-2060-2022-235-3-85-94>
- Матюшенко, С. И., Пяткина, Д. А., Дзугаева, Л. В., Захарова, С. Ф. (2022). Эконометрическое исследование влияния социально-экономических факторов на уровень рождаемости в России. *Экономика и предпринимательство*, 2(139), 74–79. <https://doi.org/10.34925/EIP.2022.139.2.011>
- Орешников, В. В., Низамутдинов, М. М. (2019). Прогноз демографического развития муниципального образования с применением методов экономико-математического моделирования. *Региональная экономика: теория и практика*, 17(2), 383–398. <https://doi.org/10.24891/re.17.2.383>
- Родина, О. А. (2023). Региональная вариация рождаемости и её связь с социально-экономическим положением российских регионов. *Демографическое обозрение*, 10(2), 63–103. <https://doi.org/10.17323/demreview.v10i2.17766>
- Ростовская, Т. К., Архангельский, В. Н., Кучмаева, О. В., Судьин, С. А. (2021). Факторы рождения второго ребенка в современной России (анализ социологического исследования). *Проблемы социальной гигиены, здравоохранения и истории медицины*, 29(3), 430–436. <https://doi.org/10.32687/0869-866X-2021-29-3-430-436>
- Ростовская, Т. К., Шабунова, А. А., Абдульязнов, А. Р., Архангельский, В. Н., Ахметова, Г. Ф., Багирова, А. П., Валиахметов, Р. М., Васильева, Е. Н., Гринвальд, О. В., Егорова, Н. Ю., Ершова, Г. Н., Зимовина, Е. П., Иванова, А. Е., Ильдараханова, Ч. И., Калачикова, О. Н., Касьянова, Е. В., Комлева, Р. Н., Короленко, А. В., Кучмаева, О. В., Плеханова, Л. В., Рычихина, Н. С., Саралиева, З. Х. М., Скрябина, Я. А., Соколова, А. А., Судьин, С. А., Утяшева, И. Б., Хасбулатова, О. А., Храмова, М. Н., Эбзеева, Ю. Н. (2024). *Демографическое самочувствие регионов России: Национальный демографический доклад – 2023*. Вологда: Вологодский научный центр. <https://doi.org/10.19181/monogr:978-5-89697-427-7.2024>

- Селиванова, О. В., Коробкова, Н. Ю. (2023). Социальная поддержка женщин в России в контексте повышения рождаемости: проблемы и перспективы. *Социально-трудовые исследования*, (2(51)), 119–129. <https://doi.org/10.34022/2658-3712-2023-51-2-119-129>
- Сивоплясова, С. Ю., Сигарева, Е. П., Архангельский, В. Н. (2022). Уровень жизни и рождаемость: взаимосвязь двух неравенств на макро- и микроуровнях. *Экономика. Налоги. Право*, 15(3), 38–51. <https://doi.org/10.26794/1999-849X-2022-15-3-38-51>
- Синельников, А. Б. (2024). Материальное положение и моральное благополучие российских семей с разным числом детей. *Социальное пространство*, 10(2). <https://doi.org/10.15838/sa.2024.2.42.3>
- Смыслова, О. Ю. (2022). Стратегические направления повышения уровня и качества жизни населения сельских территорий России. *Вестник Воронежского государственного аграрного университета*, 15(3), 141–155. https://doi.org/10.53914/issn2071-2243_2022_3_141
- Трынов, А. В., Костина, С. Н., Банных, Г. А. (2020). Исследование социально-экономической детерминации рождаемости на основе анализа региональных панельных данных. *Экономика региона*, 16(3), 807–819. <https://doi.org/10.17059/ekon.reg.2020-3-10>
- Федоров, Г. М. (2021). О факторах и особенностях динамики и региональной дифференциации рождаемости в постсоветской России. *Региональные исследования*, (2(72)), 48–60. <https://doi.org/10.5922/1994-5280-2021-2-5>
- Хусяинова, Д. Ф. (2024). Социальные и экономические факторы влияния на повозрастную рождаемость в России. *Финансовая экономика*, (5), 77–80.
- Юмагузин, В. В., Винник, М. В. (2022). Прогноз численности и демографической нагрузки населения России до 2100 года. *Проблемы прогнозирования*, (4(193)), 98–111. <https://doi.org/10.47711/0868-6351-193-98-111>
- Arkhangelskiy, V. N., Sivoplyasova, S. Yu., & Moiseeva, E. M. (2024). Exploring fertility dynamics and factors shaping Russia's demographic prospects. *Changing Societies & Personalities*, 8(2), 291–312. <https://doi.org/10.15826/csp.2024.8.2.275>
- Becker, G. S., & Lewis, H. G. (1973). On the interaction between the quantity and quality of children. *Journal of Political Economy*, 81(2, Part 2), S279–S288. <https://doi.org/10.1086/260166>
- Defronzo, J. (1976). Cross-Sectional Areal Analyses of Factors Affecting Marital Fertility: Actual versus Relative Income. *Journal of Marriage and Family*, 38(4), 669–676. <https://doi.org/10.2307/350686>
- Easterlin, R. A. (1974). Does economic growth improve the human lot? Some empirical evidence. In *Nations and households in economic growth* (pp. 89–125). Academic press.
- Orsal, D. D. K., & Goldstein, J. R. (2010). The Increasing Importance of Economic Conditions for Fertility. *MPIDR Working Paper WP 2010-014*.
- Sivoplyasova, S. Yu., & Sigareva, E. P. (2022). Birth of Children as a Factor of Regressing of Socio-Economic Status of the Family. *Research Result. Sociology and Management*, 8(2), 85–96. <https://doi.org/10.18413/2408-9338-2022-8-2-0-7>
- Thornton, A. (1980). The Influence of First Generation Fertility and Economic Status on Second Generation Fertility. *Population and Environment*, 3, 51–72. <https://doi.org/10.1007/BF01253070>

References

- Ageev, A. I., Bakhtizin, A. R., Loginov, E. L., & Sidorenko, M. Yu. (2023). Strategic Prospects for the Demographic Component of Russia's National Strength. *Ekonomicheskie strategii [Economic Strategies]*, 25(5), 38–53. <https://doi.org/10.33917/es-5.191.2023.38-53> (In Russ.)
- Arkhangel'skii, V. N., & Kalachikova, O. N. (2020). Maternal age at first birth: dynamics, regional differences, determination. *Ekonomicheskie i sotsial'nye peremeny: fakty, tendentsii, prognoz [Economic and Social Changes: Facts, Trends, Forecast]*, 13(5), 200–217. <https://doi.org/10.15838/esc.2020.5.71.12>
- Arkhangel'skiy, V. N., Elizarov, V. V., & Dzhanayeva, N. G. (2021). Children or Material Support: The Determination of Choice. *Uroven' zhizni naseleniya regionov Rossii [Living Standards of the Population in the Regions of Russia]*, 17(1), 102–120. <https://doi.org/10.19181/lsprr.2021.17.1.8> (In Russ.)
- Arkhangelskii, V. N., Bogdan, I. V., Kalachikova, O. N., & Chistyakova, D. P. (2023). Specifics of Reproductive Behavior of Female Residents of Moscow. *Ekonomicheskie i Sotsial'nye Peremeny: Fakty, Tendentsii, Prognoz [Economic and Social Changes: Facts, Trends, Forecast]*, 16(3), 231–246. <https://doi.org/10.15838/esc.2023.3.87.12> (In Russ.)
- Arkhangelskii, V. N., Zemlyanova, E. V., & Savina, A. A. (2024). Young Family in a Metropolis: Demographic Aspect. *Sotsial'noe prostranstvo [Social area]*, 10(2). <https://doi.org/10.15838/sa.2024.2.42.4> (In Russ.)
- Arkhangelskiy, V. N., Sivoplyasova, S. Yu., & Moiseeva, E. M. (2024). Exploring fertility dynamics and factors shaping Russia's demographic prospects. *Changing Societies & Personalities*, 8(2), 291–312. <https://doi.org/10.15826/csp.2024.8.2.275>
- Arkhangelsky, V. N., Bezverbnaya, N. A., Bezverbny, V. A., & Zemlyanova, E. V. (2024). Relationship of Reproductive Behavior of Generations in the Family. *Narodonaselenie [Population]*, 27(3), 48–61. <https://doi.org/10.24412/1561-7785-2024-3-48-61> (In Russ.)
- Basovsky, L. E., & Basovskaya, E. N. (2023). On the Socio-Economic Factors of Demographic Processes in the Regions of Modern Russia: Fertility. *Nauchnye issledovaniya i razrabotki. Ehkonomika [Scientific Research and Development. Economics]*, 11(6), 27–30. <https://doi.org/10.12737/2587-9111-2023-11-6-27-30> (In Russ.)

- Becker, G. S., & Lewis, H. G. (1973). On the interaction between the quantity and quality of children. *Journal of Political Economy*, 81(2, Part 2), S279-S288. <https://doi.org/10.1086/260166>
- Bondarenko, L. V., & Arkhangelskiy, V. N. (2023). Demographic Situation in Rural Areas: Assessment and Prospects. *Ekonomika, trud, upravlenie v sel'skom khozyaistve [Economics, labor, management in agriculture]*, (10(104)), 164–176. <https://doi.org/10.33938/2310-164> (In Russ.)
- Defronzo, J. (1976). Cross-Sectional Areal Analyses of Factors Affecting Marital Fertility: Actual versus Relative Income. *Journal of Marriage and Family*, 38(4), 669–676. <https://doi.org/10.2307/350686>
- Easterlin, R. A. (1974). Does economic growth improve the human lot? Some empirical evidence. In *Nations and households in economic growth* (pp. 89–125). Academic press.
- Fedorov, G. M. (2021). On the Factors and Features of Fertility Dynamics and Regional Differentiation in Post-Soviet Russia. *Regional'nye issledovaniya [Regional Research]*, (2(72)), 48–60. <https://doi.org/10.5922/1994-5280-2021-2-5> (In Russ.)
- Kazenin, K. I., & Mitrofanova, E. S. (2023). Changes in Fertility Amid the COVID-19 Pandemic: A Study of Russian Regions. *Monitoring obshchestvennogo mneniya: ekonomicheskie i social'nye peremeny [Monitoring of Public Opinion: Economic and Social Changes]*, (2(174)), 14–30. <https://doi.org/10.14515/monitoring.2023.2.2370> (In Russ.)
- Ketova, K. V., Vavilova, D. D., & Cherepanova, A. S. (2024). Study of the Influence of Demographic, Socio-Economic, Medical-Biological, Environmental, Ethnic Factors on Fertility in the Udmurt Republic. *Social'no-ekonomicheskoe upravlenie: teoriya i praktika*, 20(1), 26–35. <https://doi.org/10.22213/2618-9763-2024-1-26-35> (In Russ.)
- Khusyainova, D. F. (2024). Social and Economic Factors Influencing the Age-Related Birth Rate in Russia. *Finansovaya ehkonomika [Financial Economy]*, (5), 77–80. (In Russ.)
- Kishenin, P. (2023). Regional Differentiation of Fertility in the Russian Federation: Cohort Perspectives. *Demograficheskoe obozrenie [Demographic Review]*, 10(4), 86–120. <https://doi.org/10.17323/demreview.v10i4.18810> (In Russ.)
- Kozlova, O. A., Makarova, M. N., & Arkhangelskiy, V. N. (2024). Methodological Approach to Assessing Factor Influence on Fertility in Russia. *Uroven' zhizni naseleniya regionov Rossii [Living Standards of the Population in the Regions of Russia]*, 20(1), 76–90. https://doi.org/10.52180/1999-9836_2024_20_1_76_90 (In Russ.)
- Makarentseva, A. O., & Biryukova, S. S. (2023). Factors, Consistency, and Realization of Reproductive Intentions in Russia. *Monitoring obshchestvennogo mneniya: ekonomicheskie i social'nye peremeny [Monitoring of Public Opinion: Economic and Social Changes]*, (2(174)), 31–56. <https://doi.org/10.14515/monitoring.2023.2.2379> (In Russ.)
- Makarov, V. L., & Bakhtizin, A. R. (2022). Long-Term Demographic Forecasting in the New Realities. *Nauchnye trudy Vol'nogo ekonomicheskogo obshchestva Rossii [Scientific Works of the Free Economic Society of Russia]*, 235(3), 85–94. <https://doi.org/10.38197/2072-2060-2022-235-3-85-94> (In Russ.)
- Matyushenko, S. I., Pyatkina, D. A., Dzugaeva, L. V., & Zakharova, S. M. (2022). Econometric Study of the Influence of Socio-Economic Factors on the Birth Rate in Russia. *Ekonomika i predprinimatel'stvo [Economics and entrepreneurship]*, (2(139)), 74–79. <https://doi.org/10.34925/EIP.2022.139.2.011> (In Russ.)
- Oreshnikov, V. V., & Nizamutdinov, M. M. (2019). A Municipal Formation's Demographic Development Forecast Using the Methods of Economic and Mathematical Modeling. *Regional'naya ekonomika: teoriya i praktika [Regional Economics: Theory and Practice]*, 17(2), 383–398. <https://doi.org/10.24891/re.17.2.383> (In Russ.)
- Orsal, D. D. K., & Goldstein, J. R. (2010). The Increasing Importance of Economic Conditions for Fertility. MPIDR Working Paper WP 2010-014.
- Rodina, O. A. (2023). Regional Variation of Fertility and its Relation to the Socio-Economic Development of Russian Regions. *Demograficheskoe obozrenie [Demographic Review]*, 10(2), 63–103. <https://doi.org/10.17323/demreview.v10i2.17766> (In Russ.)
- Rostovskaya, T. K., Arkhangelskiy, V. N., Kuchmaeva, O. V., & Sudin, S. A. (2021). The factors of birth of second child in contemporary Russia: the analysis of sociological survey results. *Problemy sotsial'noi gigieny, zdravookhraneniya i istorii meditsiny [Problems of Social Hygiene, Public Health and History of Medicine]*, 29(3), 430–436. <https://doi.org/10.32687/0869-866X-2021-29-3-430-436> (In Russ.)
- Rostovskaya, T. K., Shabunova, A. A., Abdulzyanov, A. P. D., Arkhangelskiy, V. N., Akhmetova, G. F., Bagirova, A. P., Valiakhmetov, R. Jr., Vasilyeva, E. N., Greenwald, O. V., Egorova, N. Yu., Yerova, G. N., Zimovina, E. P., Ivanova, A. E., Ildarkhanova, C. I., Kalachikova, O. N., Kasyanova, E. V., Komleva, R. N., Korolenko, A. V., Kuchmaeva, O. V., Plekhanova, L. V., Rychikhina, N. I., Saralieva, Z. Kh. Jr., Scriabina, Ya. A., Sokolova, A. A., Sudeikin, S. A., Utyasheva, I. B., Khasbulatova, O. A., Khramova, M. N., & Ebzeeva, Yu. N. (2024). *Demograficheskoe samochuvstvie regionov Rossii: Natsional'nyi demograficheskii doklad – 2023 [Demographic well-being of Russian regions : National Demographic Report – 2023]*. Vologda: Vologda Research Center of the Russian Academy of Sciences. <https://doi.org/10.19181/mon-ogr:978-5-89697-427-7.2024> (In Russ.)
- Selivanova, O. V., & Korobkova, N. Y. (2023). Social Support for Women in Russia in the Context of Increasing Birth Rate: Problems and Prospects. *Social'no-trudovye issledovaniya [Social & Labor Research]*, (2(51)), 119–129. <https://doi.org/10.34022/2658-3712-2023-51-2-119-129> (In Russ.)
- Sinelnikov, A. B. (2024). The Financial Situation and Moral Well-Being of Russian Families with Different Numbers of Children. *Social'noe prostranstvo [Social Area]*, 10(2). <https://doi.org/10.15838/sa.2024.2.42.3> (In Russ.)
- Sivoplyasova, S. Yu., & Sigareva, E. P. (2022). Birth of Children as a Factor of Regressing of Socio-Economic Status of the Family. *Research Result. Sociology and Management*, 8(2), 85–96. <https://doi.org/10.18413/2408-9338-2022-8-2-0-7>

- Sivoplyasova, S. Yu., Sigareva, E. P., Arkhangelskiy, V. N. (2022). Standard of Living and Fertility: the Relationship of Two Inequalities at the Macro and Micro Levels. *Ekonomika. Nalogi. Pravo [Economics, taxes & law]*, 15(3), 38–51. <https://doi.org/10.26794/1999-849X-2022-15-3-38-51> (In Russ.)
- Smyslova, O. Yu. (2022). Strategic Directions for Improving Living Standards and Quality of Life of the Population of Rural Areas of Russia. *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta [Vestnik of Voronezh State Agrarian University]*, 15(3), 141–155. https://doi.org/10.53914/issn2071-2243_2022_3_141 (In Russ.)
- Thornton, A. (1980). The Influence of First Generation Fertility and Economic Status on Second Generation Fertility. *Population and Environment*, 3, 51–72. <https://doi.org/10.1007/BF01253070>
- Trynov, A. V., Kostina, S. N., & Bannykh, G. A. (2020). Examination of Socio-Economic Determinants of Fertility Based on the Regional Panel Data Analysis. *Ekonomika regiona [Economy of regions]*, 16(3), 807–819. <https://doi.org/10.17059/ekon.reg.2020-3-10> (In Russ.)
- Vakulenko, E. S., Ivashina, N. V., & Svistilnik, Ya. O. (2023). Regional Maternity Capital Programmes: Impact on Fertility in Russia. *Ekonomika regiona [Economy of regions]*, 19(4), 1077–1092. <https://doi.org/10.17059/ekon.reg.2023-4-10> (In Russ.)
- Valentey, S. D., Bakhtizin, A. R., Borisova, S. V., Kolchugina, A. V., & Lykova, L. N. (2024). *Trendy razvitiya sub'ektov Rossiiskoi Federatsii v 2022–2023 godakh [Trends in the development of the subjects of the Russian Federation in 2022–2023]*. Moscow: Plekhanov Russian University of Economics. <https://doi.org/10.21686/regions/6.2024> (In Russ.)
- Yumaguzin, V. V., & Vinnik, M. V. (2022). Forecast of Population Size and Demographic Burden in Russia Up to 2100. *Studies on Russian Economic Development*, 33(4), 422–431. <https://doi.org/10.1134/S1075700722040141>
- Zubarev, N. Yu., & Fedulova, D. D. (2021). Forecasting Fertility Demographic Indicators: Inertial Method Versus Machine Learning Method. *Ars Administrandi*, 13(2), 204–221. <https://doi.org/10.17072/2218-9173-2021-2-204-221> (In Russ.)

Информация об авторах

Вавилова Дайана Дамировна — кандидат технических наук, доцент кафедры прикладной математики и информационных технологий, Ижевский государственный технический университет имени М. Т. Калашникова; <https://orcid.org/0000-0002-2161-4402>; Scopus AuthorID: 57217117121 (Российская Федерация, 426069, г. Ижевск, ул. Студенческая, 7; e-mail: vavilova_dd@mail.ru).

Кетова Каролина Вячеславовна — доктор физико-математических наук, профессор, профессор кафедры прикладной математики и информационных технологий, Ижевский государственный технический университет имени М. Т. Калашникова; <https://orcid.org/0000-0002-2858-8980>; Scopus Author ID: 57210810883 (Российская Федерация, 426069, г. Ижевск, ул. Студенческая, 7; e-mail: ketova_k@mail.ru).

About the authors

Daiana D. Vavilova — Cand. Sci. (Tech.), Associate Professor of the Department of Applied Mathematics and Information Technology, Kalashnikov Izhevsk State Technical University; <https://orcid.org/0000-0002-2161-4402>; Scopus AuthorID: 57217117121 (7, Studencheskaya St. Izhevsk, 426069, Russian Federation; e-mail: vavilova_dd@mail.ru).

Karolina V. Ketova — Dr. Sci. (Phys.-Math.), Professor, Professor of the Department of Applied Mathematics and Information Technology, Kalashnikov Izhevsk State Technical University; <https://orcid.org/0000-0002-2858-8980>; Scopus Author ID: 57210810883 (7, Studencheskaya St., Izhevsk, 426069, Russian Federation; e-mail: ketova_k@mail.ru).

Использование средств ИИ

Авторы заявляют о том, что при написании этой статьи не применялись средства генеративного искусственного интеллекта.

Use of AI tools declaration

All authors declare that they have not used Artificial Intelligence (AI) tools for the creation of this article.

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interests

The authors declare no conflicts of interest.

Дата поступления рукописи: 30.09.2024.

Прошла рецензирование: 16.12.2024.

Принято решение о публикации: 26.03.2025.

Received: 30 Sep 2024.

Reviewed: 16 Dec 2024.

Accepted: 26 Mar 2025.