



## Региональная экономика

Научная статья

УДК 332.143

DOI: <https://doi.org/10.17308/econ.2024.4/12524>

JEL: C59; J13; J19

# Исследование зависимости рождаемости от влияющих региональных факторов и их корреляционных особенностей

К. В. Кетова<sup>1</sup>, Д. Д. Вавилова<sup>2✉</sup>

<sup>1,2</sup> Ижевский государственный технический университет им. М. Т. Калашникова,  
ул. Студенческая, 7, 426069, Ижевск, Российская Федерация

**Предмет.** Внимание авторов сфокусировано на исследовании причин, определяющих демографические процессы. Изучены факторы, влияющие на уровень, структуру и динамику рождаемости. Исследована сбалансированность пропорций структуры населения фертильных возрастов; рассмотрены факторы социальной и экономической сферы, фактор здравоохранения, воздействие материнского капитала на рождаемость. Выявлены взаимосвязи, присутствующие в совокупности факторов, влияющих на рождаемость; с помощью корреляционно-регрессионного анализа определена сила этого влияния. При анализе учитывался инерционный характер демографических и социально-экономических процессов; зафиксировано временное запаздывание. Представленное исследование расширяет понимание причин, влияющих на демографические процессы в Российской Федерации.

**Цель** исследования состоит в выявлении методами корреляционно-регрессионного анализа новых механизмов повышения рождаемости, возможностей и перспектив улучшения демографической ситуации.

**Методология.** Исследование проведено на примере официальных статистических данных одного из регионов РФ – Удмуртской Республики. Анализируемый период – 2000–2022 гг. Обработка данных выполнена методами корреляционно-регрессионного анализа на языке программирования Python с учетом встроенных в дистрибутив библиотек.

**Выводы.** На рождаемость наиболее сильно влияют численность женщин в младшей фертильной группе (20–30 лет), количество зарегистрированных браков, количество рожденных детей в семье вторыми, численность занятого в экономике населения. Для названных факторов наблюдается тесная прямая корреляционная связь с коэффициентом корреляции выше 0,7. Менее сильное, однако существенное влияние оказывает фактор количества рожденных детей-первенцев в семье. Среди изученных показателей негативное влияние на рождаемость оказывает доля рожденных детей-инвалидов в общей численности рожденных детей.

**Ключевые слова:** демография, рождаемость, факторы, корреляционно-регрессионный анализ.

**Для цитирования:** Кетова, К. В., & Вавилова, Д. Д. (2024). Исследование зависимости рождаемости от влияющих региональных факторов и их корреляционных особенностей. *Вестник Воронежского государственного университета. Серия: Экономика и управление*, (4), С. 17–39. DOI: <https://doi.org/10.17308/econ.2024.4/12524>

## Введение

На рождаемость влияет большое количество разнонаправленных факторов, отличающихся по силе влияния и взаимодействующих между

собой. Вычислить степень воздействия какого-либо отдельного фактора весьма затруднительно. Многофакторность влияния на рождаемость требует комплексного подхода к ее изучению. Этот подход должен позволять выявлять те факторы и их комбинации, действие которых

© Кетова К. В., Вавилова Д. Д., 2024

CC BY 4.0 Материал доступен на условиях лицензии CC BY 4.0

направлено на повышение рождаемости. Целью настоящего исследования является выявление новых механизмов повышения рождаемости, возможностей и перспектив улучшения демографической ситуации применительно к условиям в Российской Федерации.

В работе В. Л. Макарова и А. Р. Бахтизина (2022) осуществлен анализ публикаций ряда зарубежных ученых. Отмечено, что в исследовании, проведенном в Венском институте демографии Австрийской академии наук (Sobotka et al., 2019), такой фактор, как финансовая поддержка семей, оказывает влияние на рождаемость, но носит непостоянный характер и варьируется в зависимости от региона. Например, в странах с хорошо развитой экономикой, входящих в Организацию экономического сотрудничества и развития, за период 2007–2013 гг. были рассчитаны статистически значимые коэффициенты корреляции между показателем рождаемости и фактором финансовой поддержки семей. Но начиная с 2014 г. эта связь нарушилась. Воздействие негативно влияющих факторов, очевидно, набрало больший вес, в результате чего произошло снижение рождаемости. Для других стран (в качестве основного примера приведены США) связь между рождаемостью и финансовой поддержкой вообще никогда не была определяющей. После проведения анализа большого количества работ в области построения количественных оценок при изучении вопросов взаимосвязи рождаемости и определяющих ее факторов учеными был сделан вывод о том, что влияние одних и тех же факторов бывает противоречивым в зависимости от региона, временного периода, методов оценки и используемых данных.

Для РФ рождаемость также варьируется в зависимости от региона. Например, в статье А. Н. Петросяна (2021) проанализирована динамика рождаемости в муниципальных образованиях России; рождаемость в субъектах Федерации проанализирована в работах А. В. Кашепова (2019), Н. Ю. Зубарева и Д. Д. Федуловой (2021), Л. Е. Басовского и Е. Н. Басовской (2023).

Интересное исследование обсуждаемого вопроса приведено в научном докладе Центрального экономико-математического института РАН (Макаров и др., 2023). Изучено мнение сетевого сообщества РФ на тему влияния факторов на рождаемость. С использованием текстового анализатора был обработан большой массив информации с форумов по теме

мер регулирования рождаемости. Изначально была сделана выборка из факторов, которые негативно влияют на рождаемость. Наиболее часто люди указывают такие факторы, как недоступность жилья; маленькие зарплаты; уменьшение возможностей для людей старших возрастов воспитывать внуков из-за повышения пенсионного возраста. Также в качестве негативных факторов были выделены ухудшение медицинского обслуживания и неразвитая инфраструктура в сельских поселениях. Помимо исследования информации сетевых сообществ РФ с использованием текстового анализатора в докладе приведена оценка влияющих на рождаемость факторов, полученная методами искусственного интеллекта (с использованием генеративной модели искусственного интеллекта ChatGPT<sup>1</sup> для определения факторов повышения рождаемости в нашей стране). Был определен фактор, связанный с увеличением выделяемых субсидий на жилье для молодых семей (фактор доступности жилья). Также важным оказался фактор, связанный с трудоустройством: рост заработной платы, удобный график работы, благоприятная ситуация на рынке труда. Далее был выделен фактор, связанный с материнством и детством (он определяется, в частности, такими мерами, как увеличение выплат матерям, улучшение ухода за детьми). Кроме того, при использовании генеративной модели искусственного интеллекта ChatGPT были определены такие факторы, как уменьшение дифференциации при распределении доходов в обществе, повышение качества медицинской помощи и ее доступности, улучшение жизни в сельской местности, изменение культурных установок и усиление информационных кампаний, направленных на укрепление традиционных семейных ценностей.

Не менее важны психоэмоциональное состояние семьи, ее уверенность в стабильном будущем. Согласно исследованию И. А. Гундарова<sup>2</sup>, в конце Великой Отечественной войны был всплеск рождаемости (в среднем по стране увеличение составило 30 % по отношению к рождаемости 1940 г.), что стало свидетельством веры в скорейшее изменение жизни к лучшему. Этот же факт отмечают в своей работе Г. Р. Баймурзина и Ф. Б. Бурханова (2022).

<sup>1</sup> Нейросеть ChatGPT. URL: <https://chatgpt.org/ru/chat>

<sup>2</sup> Демографическое чудо блокадного Ленинграда. URL: [https://www.ng.ru/vision/2018-03-07/8\\_7186\\_leningrad.html](https://www.ng.ru/vision/2018-03-07/8_7186_leningrad.html)

Среди факторов, влияющих на рождаемость, выделяются те, которыми можно управлять непосредственным образом, и те, которые изменяются через опосредованное воздействие (косвенные). Например, в работах К. В. Кетовой (2007), Е. Ю. Легчиловой (2018), Д. Д. Вавиловой (2020), Ю. И. Шмидта и др. (2021) изучены основные факторы, прямым образом влияющие на рождаемость. В работах И. Г. Русяка (2003), А. С. Черепановой (2023), Н. В. Артемовой и др. (2023) представлены результаты влияния косвенных факторов на рождаемость в РФ.

Выявление влияющих на рождаемость факторов актуально, поскольку позволяет формулировать и решать задачу управления демографической динамикой, реализовывать на практике обнаруженные механизмы повышения рождаемости.

Задача управления демографической динамикой и, как следствие, результаты оценки степени влияния демографической динамики на социально-экономическое состояние региона представлены в работе В. В. Орешникова и М. М. Низамутдинова (2019). На основе демографических расчетов с использованием современных математических методов строятся демографические прогнозы (Юмагузин, Винник, 2022; Кишенина, 2023). Демографические показатели являются важной частью таких более широких социально-экономических понятий, как человеческий капитал (Ketova, 2020; Вавилова, Кетова, 2022) и интеллектуальный капитал (Файзуллин и др., 2020).

Применение современных математических методов для анализа, прогноза и управления демографическими процессами требует использования программных средств обработки и анализа информации. Так, в статье авторов представлена разработанная информационно-аналитическая система анализа региональных социально-экономических процессов на основе комплексного использования динамических моделей различных типов (Вавилова, Кетова, 2023).

В настоящем исследовании решены задачи, направленные на выявление новых механизмов повышения рождаемости в Российской Федерации, а также на поиск возможностей и перспектив улучшения демографической ситуации.

На первом этапе исследования методами анализа, сравнения, сопоставления сформирована совокупность факторов, отвечающих за динами-

ку рождаемости. На втором этапе исследования методами корреляционно-регрессионного анализа определены значимые для рождаемости факторы. На третьем этапе исследована зависимость рождаемости от влияющих факторов с учетом их корреляционных особенностей и временного запаздывания, возникающего в результате инерционности демографических и социально-экономических процессов.

### **Изучение влияющих на рождаемость факторов: материалы, методы и результаты исследований**

Исследование уровня, структуры и динамики рождаемости проведено по официальным статистическим данным одного из регионов Российской Федерации – Удмуртской Республики (далее – УР). Удмуртская Республика является типичным регионом РФ и характеризуется среднероссийскими значениями по основным индикаторам социально-экономического развития. По показателям рождаемости УР на начало 2023 г. находится на 38 месте среди 85 регионов РФ<sup>5</sup>. Выявленные закономерности и полученные в ходе исследования выводы можно с некоторой долей уверенности экстраполировать на страну в целом.

Очевидно, что изучение вопроса повышения рождаемости достаточно непростое, поскольку на этот показатель влияют разнонаправленные факторы, взаимодействующие между собой. К тому же следует учитывать временное запаздывание, возникающее в результате инерционности демографических и социально-экономических процессов. Для этих целей в настоящей работе используются методы корреляционно-регрессионного анализа, сравнения, обобщения. Реализация корреляционно-регрессионного анализа статистических данных по Удмуртской Республике выполняется на языке программирования Python с учетом встроенных в дистрибутив библиотек<sup>4</sup>. Анализируемый в работе период 2000–2022 годы (23 наблюдения).

Будем изучать основной показатель – рождаемость. Обозначим  $R_t$  количество рожденных детей в год  $t$  (чел.). Изучим влияние на рожда-

<sup>5</sup> Демографический рейтинг регионов. URL: <https://riarating.ru/infografika/20220404/630220607.html>

<sup>4</sup> Python и анализ данных: первичная обработка данных с применением Pandas, NumPy и Jupiter / пер. с англ. А. А. Слинкина. М.: Пресс, 2023.

емость факторов, которые выбраны на первом этапе с учетом предыдущих исследований, логических рассуждений и анализа статистической информации. Также далее будем рассматривать взаимодействие между собой выбранных факторов ( $X_i, i = 1, 2, \dots, n$ ), чтобы исключить связанные.

Для оценки степени тесноты попарной связи между всеми факторами, а также между рождаемостью и каждым фактором рассчитывается коэффициент корреляции Пирсона<sup>5</sup>:

$$\begin{aligned} \text{corr}(R, X_i) &= \frac{\overline{R \cdot X_i} - \overline{R} \cdot \overline{X_i}}{\sigma(R) \cdot \sigma(X_i)}, \\ \text{corr}(X_i, X_j) &= \frac{\overline{X_i \cdot X_j} - \overline{X_i} \cdot \overline{X_j}}{\sigma(X_i) \cdot \sigma(X_j)}, \end{aligned} \quad (1)$$

где  $\overline{R}$  – среднее значение по  $R$ ;  $\overline{X_i}$  – среднее значение по фактору  $X_i$ ;  $\sigma(R)$  – среднее квадратическое отклонение  $R$ ;  $\sigma(X_i)$  – среднее квадратическое отклонение по фактору  $X_i$ .

Рассмотрим динамику рождаемости и смертности населения в Удмуртской Республике за период 2000–2022 гг. (рис. 1). В интервалах 2000–2009 и 2017–2022 гг. смертность населения в УР превышает рождаемость. В интервале 2009–2017 гг. рождаемость превышает смертность по совокупности показателей за период на 16 569 человек. В последнее время в регионе наблюдается тенденция к снижению рождаемости.

<sup>5</sup> Айвазян С. А., Мхитарян В. С. Прикладная статистика и основы эконометрики. М.: ЮНИТИ, 1998

Очевидно, что в первую очередь на количество рожденных детей в год  $t$  влияет численность женщин в фертильном возрасте в этот год. Обозначим  $X_t$  численность женщин в фертильном возрасте в год  $t$ . Официальный сайт Росстат при предоставлении статистической демографической информации устанавливает границы фертильности для женщин 15–50 лет (далее будем придерживаться таких границ).

На рис. 2 представлены графики распределения рождений по возрасту матери для УР в 2000 и 2022 гг.

По графикам, представленным на рис. 2, видно, что распределения рождений по возрасту матери в 2000 и 2022 г. существенно отличаются друг от друга. Это обусловлено тем, что за 22-летний период произошло изменение возрастной структуры в совокупности женщин фертильных возрастов. Покажем это. Разделим весь интервал фертильности 15–50 лет на два интервала: 20–30 лет – младшая фертильная группа, 31–41 год – старшая фертильная группа. Обозначим численность женщин в год  $t$  в младшей фертильной группе через переменную  $X_{1t}$ , в старшей –  $X_{2t}$ . В настоящее время число рождений, приходящихся на возраст до 20 лет и после 41 года, весьма незначительно (рис. 2).

На рис. 3, а представлена динамика численности женщин УР в младшей и в старшей фертильных группах. На рис. 3, б приведены доли

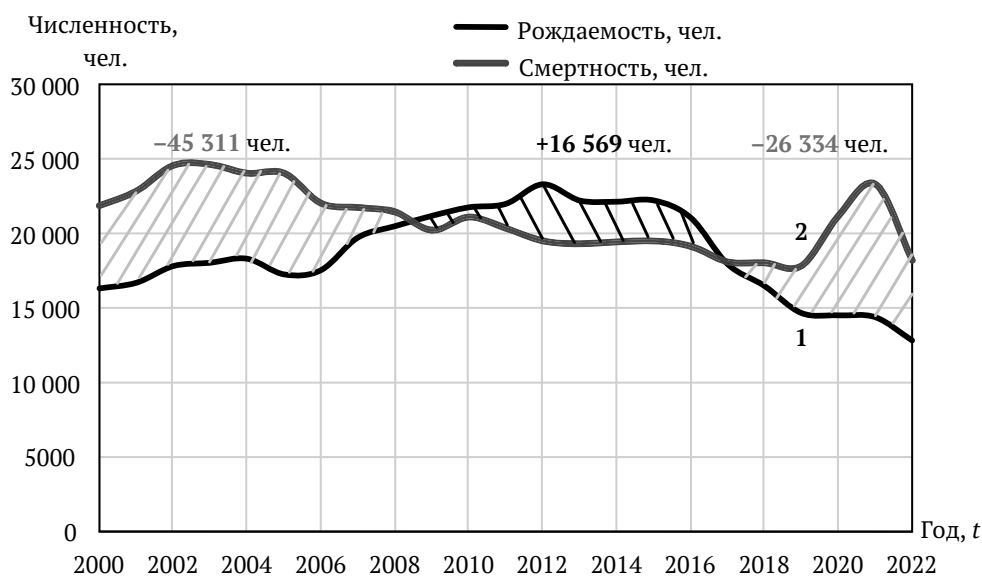


Рис. 1. Динамика рождаемости (1) и смертности (2) в УР за 2000–2022 гг.

[составлено авторами на основе анализа официальных статистических данных:

Территориальный орган Федеральной службы государственной статистики по Удмуртской Республике. Официальная статистика. URL: <https://18.rosstat.gov.ru/ofstatistics>]

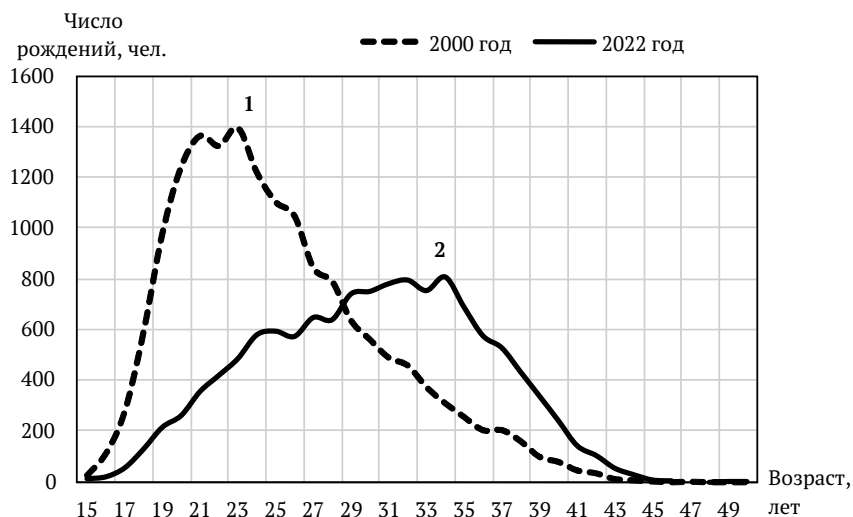


Рис. 2. Распределение рождений по возрасту матери в УР: 2000 год (1), 2022 год (2) [составлено авторами на основе анализа официальных статистических данных: Территориальный орган Федеральной службы государственной статистики по Удмуртской Республике. Население. URL: <https://18.rosstat.gov.ru/folder/51924>]

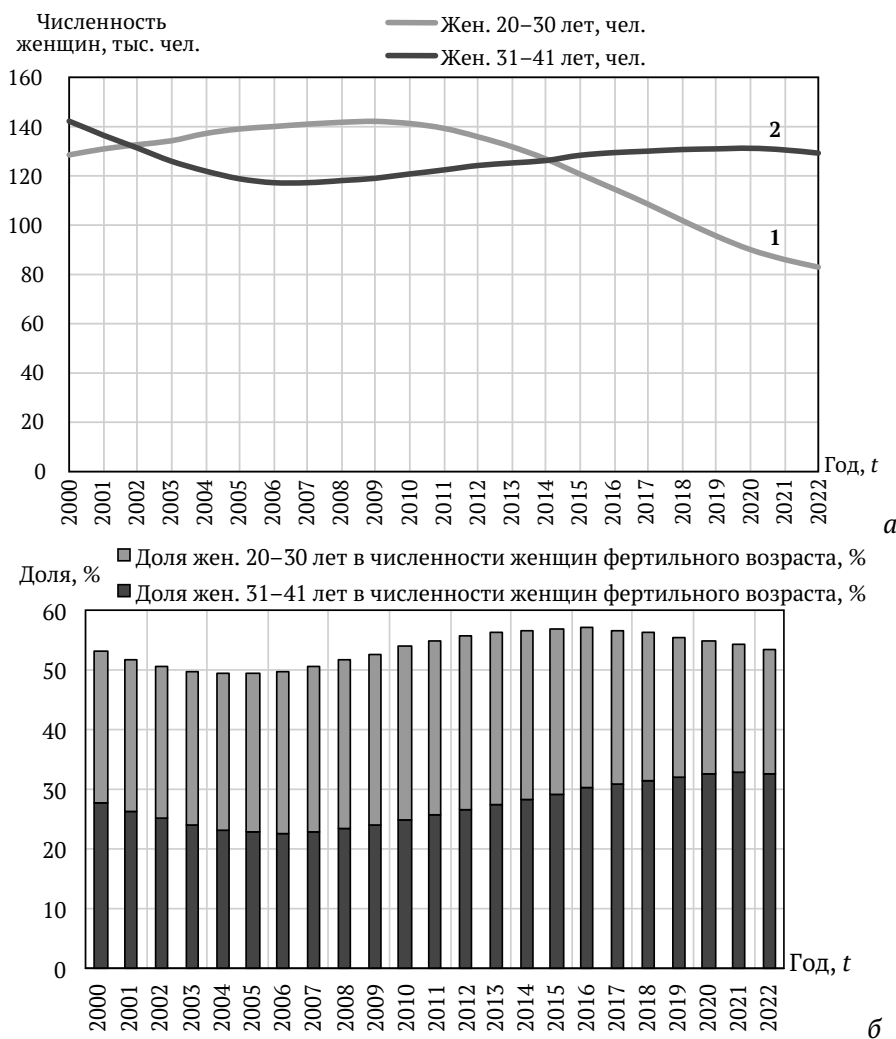


Рис. 3. Динамика численности женщин младшей фертильной группы 20–30 лет (1) и старшей фертильной группы 31–41 год (2) в УР за период 2000–2022 гг. (а); динамика доли женщин младшей и старшей групп фертильности в численности женщин, способных к деторождению, в УР за период 2000–2022 гг. (б) [составлено авторами на основе анализа официальных статистических данных: Территориальный орган Федеральной службы государственной статистики по Удмуртской Республике. Население. URL: <https://18.rosstat.gov.ru/folder/51924>]

женщин этих двух групп в общей численности женщин, способных к деторождению. Для УР за исследуемый период наблюдается увеличение доли женщин в возрастном интервале 31–41 год и, соответственно, снижение доли женщин в возрастном интервале 20–30 лет. Такая тенденция в прогнозном периоде приведет к снижению количества рождений, приходящихся на эту группу женщин.

На рождаемость влияет и численность мужчин, способных к зачатию ребенка. Обозначим  $X_3$  численность мужчин в возрасте 20–60 лет в год  $t$ . Динамика численности муж-

чин УР для этой возрастной группы за период 2000–2022 гг. приведена на рис. 4, а.

Можно предположить, что вклад в динамику рождаемости вносит семейное положение. В качестве фактора, влияющего на рождаемость, будем рассматривать количество зарегистрированных браков в год  $t$  (обозначим его  $X_4$ ). Динамика рождаемости и количества зарегистрированных браков в УР за период 2000–2022 гг. показана на рис. 4, б.

По графикам рис. 4, б видно, что присутствует сильная прямая корреляция между рождаемостью и брачностью. Логично предпо-

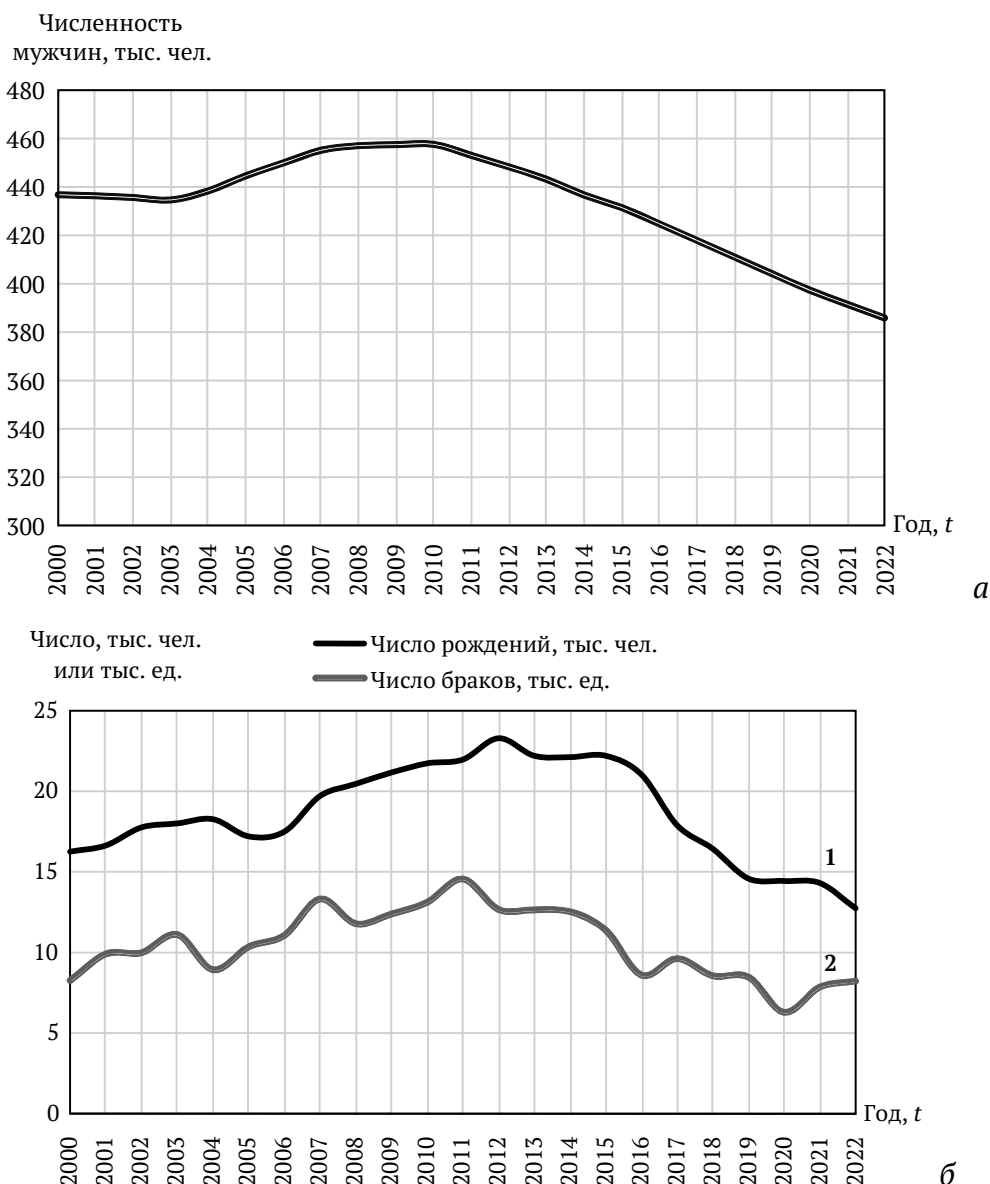


Рис. 4. Динамика численности мужчин возрастной группы 20–60 лет в УР за период 2000–2022 гг. (а); динамика рождаемости (1) и количества зарегистрированных браков (2) в УР за период 2000–2022 гг. (б)

[составлено авторами на основе анализа официальных статистических данных: Территориальный орган Федеральной службы государственной статистики по Удмуртской Республике. Население. URL: <https://18.rosstat.gov.ru/folder/51924>]

ложить, что между этими показателями должно присутствовать смещение по времени – временной лаг  $\tau$  лет. Как правило, при рождении первых детей он составляет 1 год. В табл. 1 представлены коэффициенты корреляции между рождаемостью  $R_t$  и фактором  $X_{4,t-\tau}$  без смещения по времени ( $\tau = 0$ ) и с различным временным лагом ( $\tau = 1, 2, 3, 4, 5$ ).

Далее при корреляционно-регрессионном анализе будем учитывать временной лаг  $\tau = 1$  год между показателями  $R_t$  и  $X_{4,t-\tau}$ .

Рассмотрим очередность рождения детей и вклад очередности рождений в формирование показателя рождаемости. Обозначим для года  $t$ :  $X5_t$  – количество рожденных детей-первенцев в семье,  $X5_t$  – количество рожденных детей в

семье вторыми,  $X5_t$  – количество рожденных детей третьими и последующими. Проанализируем динамику этих факторов в УР.

На рис. 5 представлена динамика доли рожденных детей в семье первыми, вторыми, третьими и последующими в общем количестве рожденных в УР детей за период 2000–2022 гг. Также на рис. 5 приведен график, отражающий динамику доли рождений вторых и последующих детей.

По графикам рис. 5 видно, что за период 2000–2022 гг. для УР общая тенденция рождения первых детей – это снижение. Доля рождений вторых и последующих детей увеличивается. Очевидно, что очередность рождения зависит от возраста женщины. Рождение первого ребенка

Таблица 1

Коэффициенты корреляции с различным временным лагом: количество браков – рождаемость

Временной лаг $\tau$ , лет	Коэффициент корреляции $corr(R_t, X_{4,t-\tau})$	Значим* ли коэффициент корреляции?
0	0,816	Да
<b>1</b>	<b>0,926</b>	<b>Да</b>
2	0,890	Да
3	0,750	Да
4	0,481	Нет
5	0,357	Нет

Примечание: \* уровень значимости 0,05

Источник: рассчитано авторами.

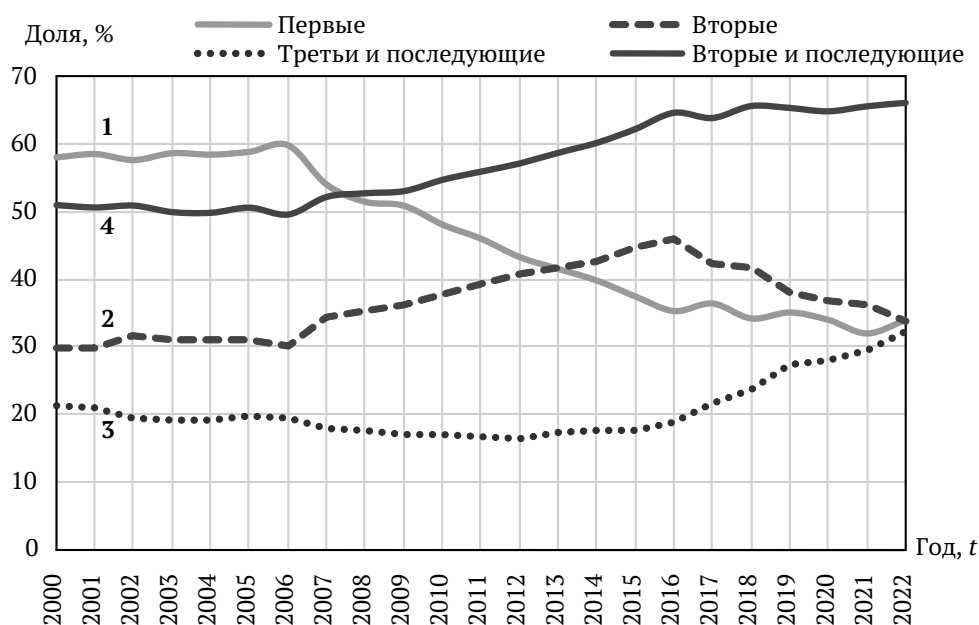


Рис. 5. Динамика доли рожденных детей в семье первыми (1), вторыми (2), третьими и последующими (3), вторыми и последующими (4) в общем количестве рожденных в УР за период 2000–2022 гг.

[составлено авторами на основе анализа официальных статистических данных: Территориальный орган Федеральной службы государственной статистики по Удмуртской Республике. Население. URL: <https://18.rosstat.gov.ru/folder/51924>]

приходится на младшую фертильную группу, второго и последующего – на старшую группу.

Анализ графиков, представленных на рис. 5, характеризующих очередность рождений, и графиков на рис. 3, б, характеризующих динамику численности женщин в младшей фертильной группе 20–30 лет и в старшей фертильной группе 31–41 год для УР позволяет сделать вывод, что уменьшение количества рождений первых детей связано с уменьшением численности женщин младшей фертильной группы. Увеличение численности женщин старшей фертильной группы приводит к росту количества рождений детей вторыми и последующими.

Проанализируем связь между очередностью рождения детей и численностью женщин младшей и старшей фертильной группы. Поскольку женщины младшей фертильной группы в основном рожают первенца, а старшей – второго и последующего ребенка, то рассчитаем коэффициенты корреляции между рожденными первенцами в семье и численностью женщин младшей фертильной группы, а также коэффициенты корреляции между рожденными вторыми и последующими в семье и численностью женщин старшей фертильной группы (табл. 2).

Корреляционный анализ подтвердил предположение, что временной лаг в этом случае отсутствует.

Заметим, что рождение третьего ребенка дает статус многодетной семьи. Между показателем приращения численности многодетных семей и фактором количества рожденных детей в семье третьими и последующими присутству-

ет сильная корреляционная связь. Эти факторы при корреляционно-регрессионном анализе взаимозаменяемы: коэффициент корреляции между ними составляет 0,798. Далее будем рассматривать фактор  $X7_t$  – количество рожденных детей в семье третьими и последующими.

По графикам рис. 5 видно, что в 2007 г. график доли рожденных детей в семье первыми и график доли рожденных детей вторыми и последующими пересекаются. Как раз в этот период (рис. 3, а, б) наблюдается тенденция снижения доли женщин младших фертильной группы в общей численности женщин, способных к деторождению. Начиная с 2007 г. в РФ была введена программа материнского капитала<sup>6</sup>, направленная на поддержку семей и стимулирование рождаемости.

Проанализируем влияние материнского капитала на динамику рождаемости. Обозначим для соответствующего года  $t$ :  $X8_t$  – факт наличия программы материнского капитала,  $X8_{t-\tau}$  – величина выплат по программе материнского капитала на второго и последующего ребенка. В табл. 3 представлены коэффициенты корреляции между рождаемостью и перечисленными выше факторами, связанные с материнским капиталом.

По результатам, представленным в табл. 3, видно, что для УР факт наличия программы материнского капитала в настоящем периоде не

<sup>6</sup> О дополнительных мерах государственной поддержки семей, имеющих детей : федер. закон от 29 декабря 2006 г. № 256-ФЗ. Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».

Т а б л и ц а 2

*Коэффициенты корреляции с различными лагами:  
численность женщин младшей фертильной группы – число рождений первенцев в семье;  
численность женщин старшей фертильной группы – число рождений вторых и последующих детей*

Временной лаг $\tau$ , лет	Корреляция между первенцами в семье и численностью женщин младшей фертильной группы		Корреляция между рожденными вторыми и последующими и численностью женщин старшей фертильной группы	
	Коэффициент $corr(X5_t, X1_{t-\tau})$	Значим* ли коэффициент?	Коэффициент $corr(X6_t + X7_t, X2_{t-\tau})$	Значим* ли коэффициент?
0	<b>0,989</b>	<b>Да</b>	<b>0,573</b>	<b>Да</b>
1	0,965	Да	0,236	Нет
2	0,924	Да	0,122	Нет
3	0,867	Да	0,001	Нет
4	0,790	Да	-0,127	Нет
5	0,680	Да	-0,273	Нет

П р и м е ч а н и е: \* уровень значимости 0,05.

И с т о ч н и к: рассчитано авторами.



Коэффициенты корреляции с различными лагами:  
факт наличия программы материнского капитала – рождаемость;  
величина выплат по программе материнского капитала – рождаемость

Временной лаг $t$ , лет	Корреляция между рождаемостью и фактом наличия программы		Корреляции между рождаемостью и величиной выплат	
	Коэффициент $corr(R_t, X8_{t-\tau})$	Значим* ли коэффициент?	Коэффициент $corr(R_t, X8_{t-\tau})$	Значим* ли коэффициент?
0	0,273	Нет	0,013	Нет
1	0,192	Нет	-0,002	Нет
2	0,092	Нет	-0,119	Нет
3	-0,009	Нет	-0,235	Нет
4	-0,126	Нет	-0,362	Нет
5	-0,249	Нет	-0,401	Нет

Пр и м е ч а н и е: \* уровень значимости 0,05.

И с т о ч н и к: рассчитано авторами.

оказывает влияния на показатель рождаемости, и, как следствие, не влияет и его величина. Это можно объяснить большой инерционностью демографических процессов, а также относительно малым периодом выплат материнского капитала.

Стоит отметить, что по оценкам специалистов в России программа материнского капитала имела и имеет позитивный эффект. Так, исследователи утверждают, что спустя девять месяцев после публикации в официальных источниках информации о выплатах материнского капитала в мае 2006 г. в РФ наблюдался рост рождаемости (Агеев и др., 2023). Всплеск рождаемости в феврале 2007 г. в среднем по стране по отношению к маю 2006 г. составил 10 %. Причем наибольшие темпы рождаемости были зафиксированы в регионах с нехваткой жилья.

Проанализируем указанное выше изменение для УР. На рис. 6, а представлена динамика темпов рождаемости по отношению к моменту принятия программы материнского капитала – маю 2006 г. На рис. 6, б приведены цепные темпы изменения рождений первых и вторых детей в УР за период 2000–2022 гг.

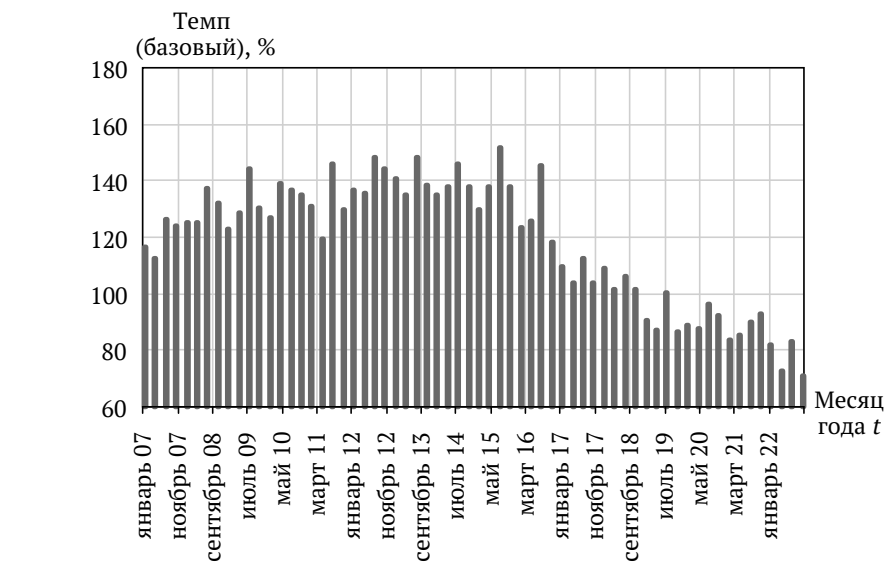
Действительно, в УР с 2007 г. наблюдался рост рождаемости по отношению к ее значениям в месяце принятия программы материнского капитала (рис. 6, а). Спустя девять месяцев после обнародования информации о программе материнского капитала в УР произошел рост рождаемости на 10,9 % по отношению к уровню мая 2006 г. Рождаемость в мае 2007 г., например, была выше рождаемости в мае 2006 г. уже на 14,6 %, а в мае 2008 г. – выше на 16,9 %. Рост продолжался до 2017 г. включительно.

Поскольку материнский капитал изначально выплачивался только на второго ребенка, проанализируем очередность рождений. Рассмотрим представленные на рис. 6, б графики цепных темпов (т. е. по отношению к предыдущему году) количества рождений первых и вторых детей. Видим, что в 2007 г. наблюдается резкий всплеск рождений вторых детей в УР (на 28,1 % больше, чем в 2006 г.).

Проверим, коррелируют ли число рождений вторых детей в УР и наличие программы материнского капитала. В табл. 4 представлены коэффициенты корреляции между числом рождений вторых детей и фактом наличия программы для УР.

Коэффициент корреляции при исследовании связи изучаемых показателей принимает значение 0,581 (табл. 4). Таким образом, можно сделать вывод, что программа материнского капитала на рождаемость влияет. Результаты этого влияния экономика ощутит, вероятнее всего, через более длительный период времени (был исследован временной лаг 5 лет, влияние еще не прослеживается).

Несмотря на положительный эффект в результате реализации программы материнского капитала, рядом экспертов было высказано мнение, что эта программа в первую очередь стимулирует рождаемость в неблагополучных семьях (Латов, Латова, 2021). Тем не менее результаты исследований (Sorvachev & Yakovlev, 2019) показали, что 88 % семей потратили выделенные средства на улучшение жилищных условий, что, как правило, характерно для благополучных семей. По оценкам А. Р. Бахтизина и др. (2021) за период с начала действия



а



б

Рис. 6. Динамика темпа рождаемости в УР за период 2007–2022 гг. по месяцам по отношению ко времени принятия программы материнского капитала (а); цепные темпы изменения рождений первых (1) и вторых детей (2) в семьях УР за период 2000–2022 гг. (б) [составлено авторами на основе анализа официальных статистических данных: Территориальный орган Федеральной службы государственной статистики по Удмуртской Республике. Население. URL: <https://18.rosstat.gov.ru/folder/51924>]

Т а б л и ц а 4

Коэффициенты корреляции с различными лагами:  
факт наличия программы материнского капитала – число рождений вторых детей

Временной лаг $\tau$ , лет	Коэффициент $corr(X_{6t}, X_{8,t-\tau})$	Значим* ли коэффициент?
0	0,581	Да
1	0,535	Да
2	0,469	Нет
3	0,392	Нет
4	0,279	Нет
5	0,140	Нет

Примечание: \* уровень значимости 0,05.  
Источник: рассчитано авторами.

программы она способствовала дополнительным рождением в РФ (почти 3 млн человек).

Для оценки утверждения «материнский капитал стимулирует рождения в неблагополучных семьях» проанализируем связь между рождаемостью в регионе и числом малообеспеченных семей (см. рис. 7, а, б). Фактор числа рождений в расчете на 1000 малообеспеченных семей в год  $t$  обозначим  $X9_t$ .

Оценим корреляцию между фактом (выплатами материнского капитала) и числом рождений на 1000 малообеспеченных семей для УР в табл. 5.

Корреляция между числом рождений в расчете на 1000 малообеспеченных семей и фактом наличия программы материнского капитала присутствует. Величина же выплат в случае изучения группы малообеспеченных семей на рождаемость не влияет.

Далее рассмотрим влияние на рождаемость в УР таких социально-экономических факторов, как величина среднедушевых доходов и численность занятого в экономике региона населения. Динамика соответствующих показателей представлена на рис. 8, а, б.

Обозначим факторы:  $X10_t$  – величина среднедушевых доходов в среднем за месяц в год  $t$ ,  $X11_t$  – численность занятого в экономике населения в среднем за год  $t$ . По рис. 8, а, б видно, что форма графиков, характеризующих представленные показатели, схожа. Коэффициенты корреляции между рождаемостью в УР и социально-экономическими факторами с различными лагами представлены в табл. 6.

Анализ показал, что между численностью занятого в экономике населения и рождаемостью корреляция присутствует. Значимые коэффициенты корреляции наблюдаются при временных лагах  $\tau \in [0, 5]$ .

Отсутствие прямой взаимосвязи между рождаемостью и доходом (табл. 6) позволяет предположить, что рождаемость не зависит от типа поселения, поскольку среднедушевой уровень доходов в сельской местности ниже, чем в городе<sup>7</sup>. На рис. 9, а представлена динамика рождений в городской и сельской местности УР, на рис. 9, б – удельная величина рождений в расчете на 1000 человек населения.

<sup>7</sup> Территориальный орган Федеральной службы государственной статистики по Удмуртской Республике. Уровень жизни. URL: <https://18.rosstat.gov.ru/folder/51930>

Здесь и далее обозначим факторы:  $X12_t$  – число рожденных детей в городах региона за год  $t$ ,  $X13_t$  – число рожденных детей в селах за год  $t$ .

На всем протяжении периода 2000–2022 г. удельная величина рождений в селах УР выше, чем в городе. В среднем за период превышение составляет 17,6 %. По-видимому, это можно объяснить различием в психоэмоциональном состоянии семей в городе и селе, различием в образе жизни.

Психоэмоциональное состояние человека в большой степени определяется состоянием здоровья. Подробный анализ состояния здоровья населения УР за 20-летний период представлен в монографии (Вавилова, Кетова, 2022). Исследовано состояние здоровья групп населения в делении по возрасту, проанализирована структура трудоспособного населения по типам заболеваний. Общая тенденция в регионе – снижение уровня здоровья населения. Так, например, количество хронических заболеваний в УР за период 2000–2022 гг. увеличивается в среднем на 1,8 % в год. Это не может не отражаться на рождаемости.

На рис. 10, а представлена динамика числа рождений и динамика доли детей с врожденными аномалиями в УР, на рис. 10, б – динамика доли детей с инвалидностью в общей численности детей за период 2000–2022 гг. По графикам рис. 10, а видно, что, например, с 2013 г. при росте доли детей с врожденными аномалиями в среднем за год на 3 % средний темп снижения рождений в УР составил 5,8 %. При сложившейся ситуации динамика роста доли детей с инвалидностью в общей численности детей в УР с 2013 г. в среднем за год составила 2,6 %.

Обозначим долю рожденных детей-инвалидов за год  $t$   $X14_t$ , и рассчитаем коэффициенты корреляции между рождаемостью  $R_t$  и показателем  $X14_t$  с различными временными лагами  $\tau$  для УР (табл. 7).

Анализ показал, что между долей детей с врожденными аномалиями и рождаемостью присутствует обратная корреляция. Значимые коэффициенты корреляции наблюдаются при временных лагах  $\tau \in [0, 2]$ ; наибольшее по модулю значение при  $\tau = 1$  год. Таким образом, психоэмоциональное состояние семей в большой степени определяет их желание заводить детей.

Сведем изученные факторы, влияющие на рождаемость, в табл. 8.

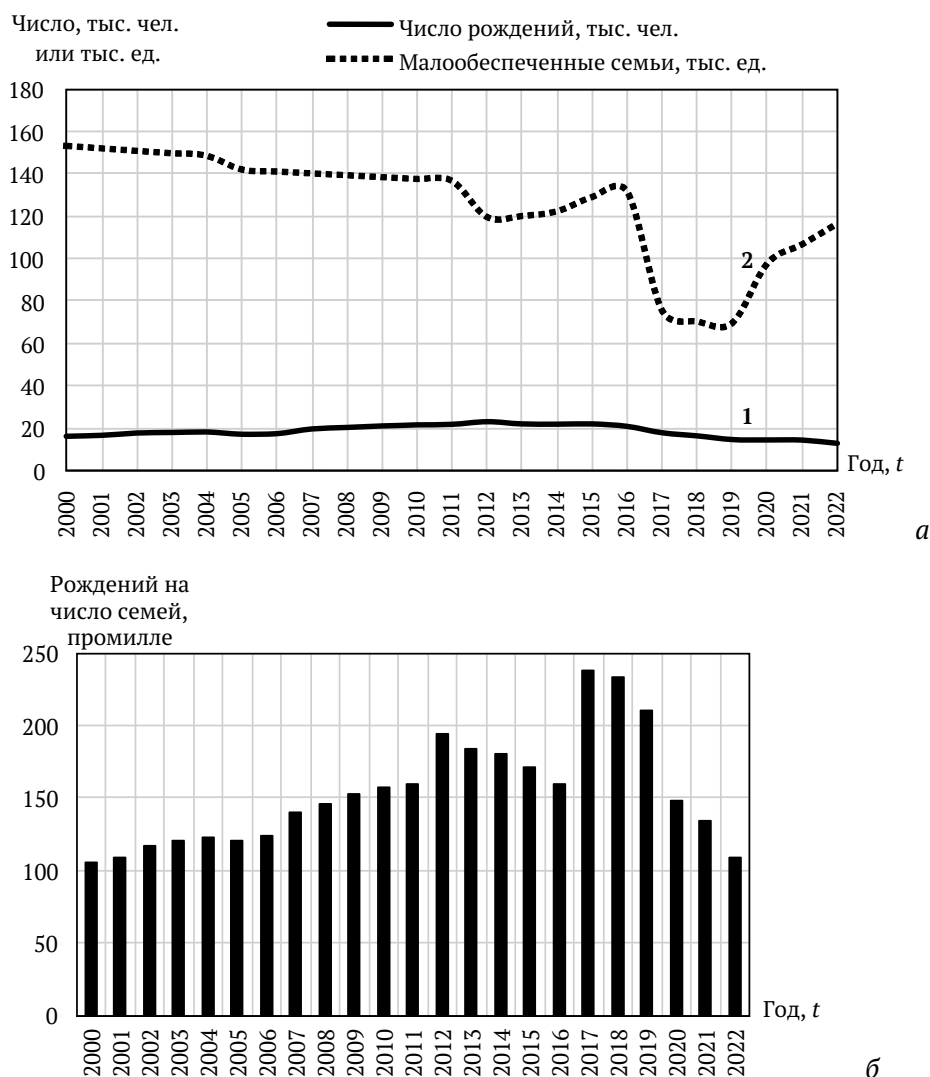


Рис. 7. Динамика рождаемости (1) и числа малообеспеченных семей (2) в УР за период 2000–2022 гг. (а); динамика числа рождений в расчете на 1000 малообеспеченных семей в УР за период 2000–2022 гг. (б) [составлено авторами на основе анализа официальных статистических данных: Территориальный орган Федеральной службы государственной статистики по Удмуртской Республике. Население. URL: <https://18.rosstat.gov.ru/folder/51924>]

Таблица 5

Коэффициенты корреляции с различными лагами: факт наличия программы материнского капитала – число рождений на 1000 малообеспеченных семей; величина выплат по программе материнского капитала – число рождений на 1000 малообеспеченных семей

Временной лаг τ, лет	Корреляция между числом рождений в расчете на 1000 малообеспеченных семей и фактом наличия программы		Корреляция между числом рождений в расчете на 1000 малообеспеченных семей и величиной выплат	
	Коэффициент $corr(X9_t, X8_{t-\tau})$	Значим* ли коэффициент?	Коэффициент $corr(X9_t, X8'_{t-\tau})$	Значим* ли коэффициент?
0	<b>0,645</b>	Да	-0,354	Нет
1	0,637	Да	-0,487	Нет
2	0,600	Да	-0,530	Нет
3	0,568	Да	-0,527	Нет
4	0,527	Нет	-0,593	Да
5	0,485	Нет	-0,619	Да

Примечание: \* уровень значимости 0,05.  
Источник: рассчитано авторами.

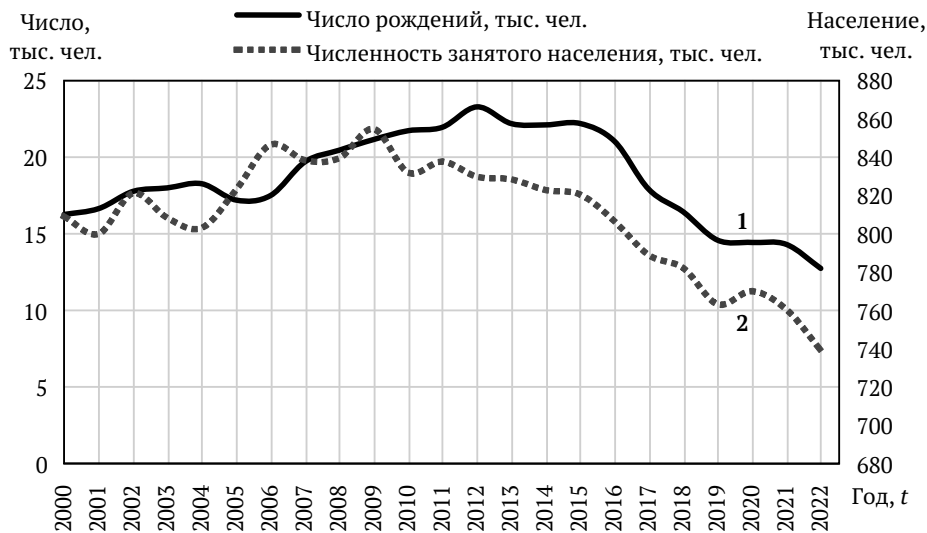
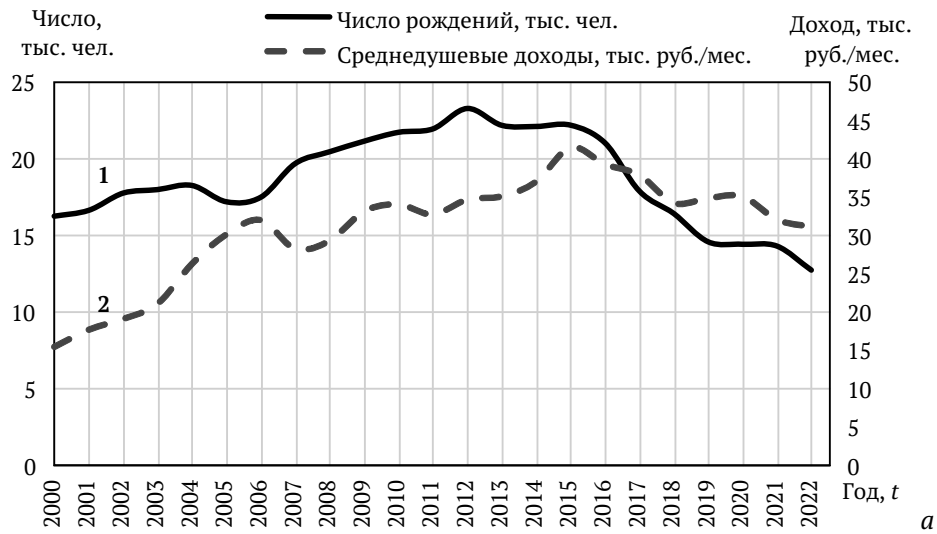


Рис. 8. Динамика рождаемости (1) и величины среднедушевых доходов (2) в УР за период 2000–2022 гг. (а); динамика рождаемости (1) и численности занятого населения (2) в УР за период 2000–2022 гг. (б) [составлено авторами на основе анализа официальных статистических данных: Территориальный орган Федеральной службы государственной статистики по Удмуртской Республике. Население. URL: <https://18.rosstat.gov.ru/folder/51924>]

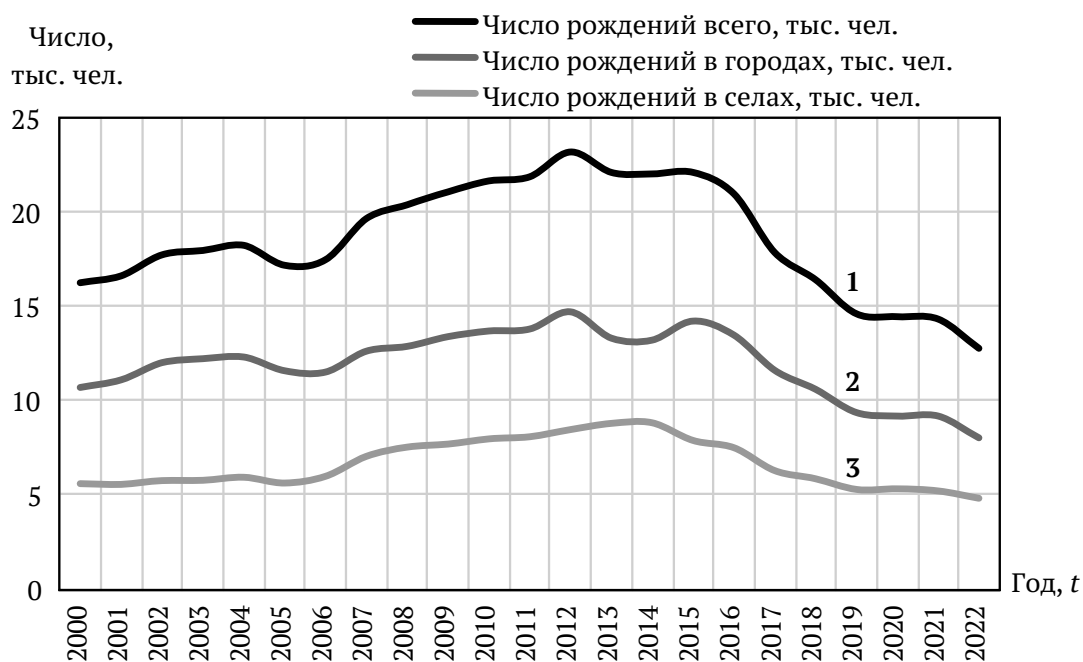
Т а б л и ц а 6

Коэффициенты корреляции с различными лагами: численность занятого в экономике населения – рождаемость; величина среднедушевых доходов – рождаемость

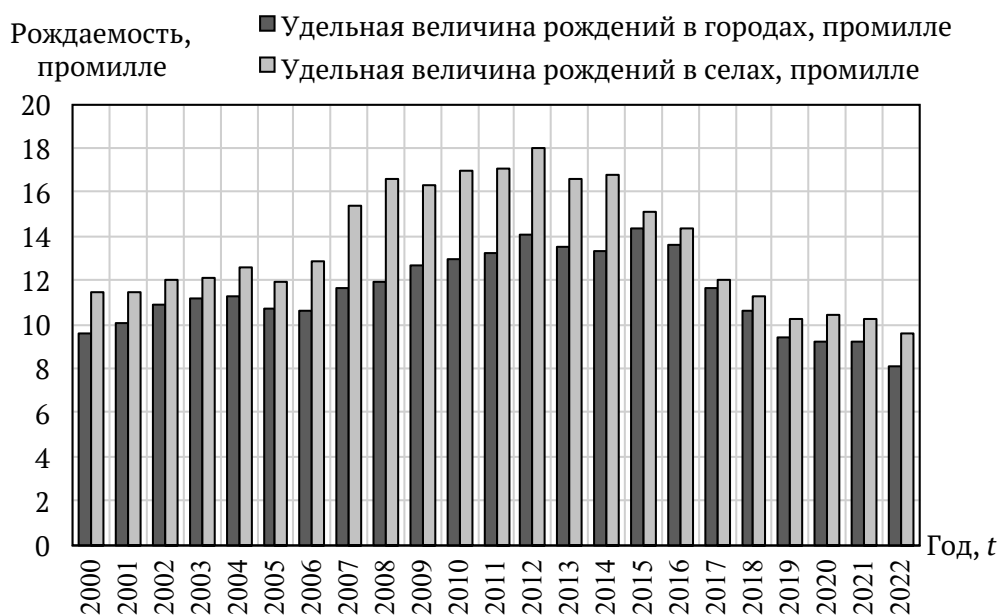
Временной лаг $\tau$ , лет	Корреляция между величиной доходов и рождаемостью		Корреляция между численностью занятого населения и рождаемостью	
	Коэффициент $corr(R_t, X10_{t-\tau})$	Значим* ли коэффициент?	Коэффициент $corr(R_t, X11_{t-\tau})$	Значим* ли коэффициент?
0	0,339	Нет	0,794	Да
1	0,171	Нет	0,888	Да
2	-0,009	Нет	0,910	Да
3	-0,114	Нет	0,878	Да
4	-0,235	Нет	0,770	Да
5	-0,352	Нет	0,622	Да

Примечание: \* уровень значимости 0,05.

Источник: рассчитано авторами.



a



б

Рис. 9. Динамика числа рождений всего в УР (1), в городах (2), в селах (3) за период 2000–2022 гг. (а); динамика удельной величины рождений (на 1000 человек) в делении по типу поселения для УР за 2000–2022 гг. (б) [составлено авторами на основе анализа официальных статистических данных: Территориальный орган Федеральной службы государственной статистики по Удмуртской Республике. Население. URL: <https://18.rosstat.gov.ru/folder/51924>]

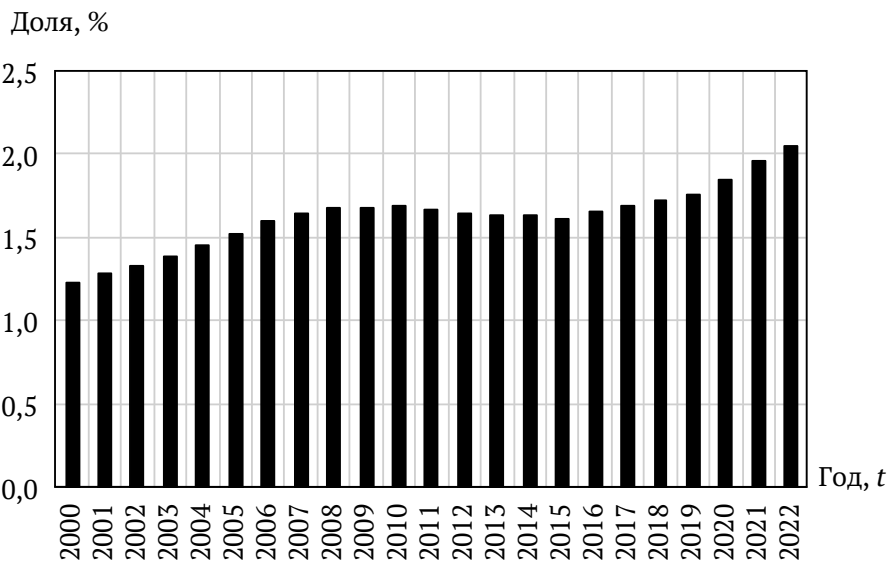


Рис. 10. Динамика рождаемости (1) и доли детей с врожденными аномалиями (2) в УР за период 2000–2022 гг. (а); динамика доли детей с инвалидностью в общей численности детей в УР за период 2000–2022 гг. [составлено авторами на основе анализа официальных статистических данных: Территориальный орган Федеральной службы государственной статистики по Удмуртской Республике. Население. URL: <https://18.rosstat.gov.ru/folder/51924>]

Т а б л и ц а 7

Коэффициенты корреляции с различными лагами: доля детей с врожденными аномалиями – рождаемость

Временной лаг $t$ , лет	Коэффициент $corr(R_t, X14_{t-\tau})$	Значим* ли коэффициент?
0	-0,823	Да
1	<b>-0,856</b>	Да
2	-0,676	Да
3	-0,491	Нет
4	-0,224	Нет
5	-0,174	Нет

П р и м е ч а н и е: \* уровень значимости 0,05.

И с т о ч н и к: рассчитано авторами.

## Факторы, влияющие на рождаемость

Обозначение фактора	Наименование фактора	Временной лаг, лет
X	Численность женщин в фертильном возрасте 15–50 лет (в год $t$ ), чел.	0
X1	Численность женщин в младшей фертильной группе 20–30 лет (в год $t$ ), чел.	0
X2	Численность женщин в старшей фертильной группе 31–41 год (в год $t$ ), чел.	0
X3	Численность мужчин в возрасте 20–60 лет (в год $t$ ), чел.	0
X4	Количество зарегистрированных браков (в год $t$ ), ед.	1
X5	Количество рожденных детей-первенцев в семье (в год $t$ ), чел.	0
X6	Количество рожденных детей в семье вторыми (в год $t$ ), чел.	0
X7	Количество рожденных детей в семье третьими и последующими (в год $t$ ), чел.	0
X8	Факт наличия материнского капитала на второго и последующего ребенка (в год $t$ ), да/нет	0
X9	Число рождений в расчете на 1000 малообеспеченных семей (в год $t$ ), промилле	0
X10	Величина среднедушевых доходов населения (в год $t$ ), руб./мес.	0
X11	Численность занятого в экономике населения (в год $t$ ), чел.	2
X12	Количество рожденных детей в городах (в год $t$ ), чел.	0
X13	Количество рожденных детей в селах (в год $t$ ), чел.	0
X14	Доля рожденных детей-инвалидов в общей численности рожденных детей (в год $t$ ), чел.	1

И с т о ч н и к: составлено авторами.

### Подведение итогов: коррелограмма

На рис. 11 представлены парные коэффициенты корреляции, рассчитанные для совокупности показателей, обозначенных в табл. 8, дополненные показателем рождаемости  $R$ . Корреляция рассчитана между каждым двумя показателями (при необходимости с временным лагом) по статистическим данным Удмуртской Республики за период 2000–2022 гг.

Проанализируем диаграмму, представленную на рис. 11. Вначале выделим факторы, увеличение значений которых приводит к увеличению рождаемости. Из этой группы на рождаемость ( $R_t$ ) наиболее сильно влияют: численность женщин в младшей фертильной группе 20–30 лет ( $X1_t$ ), количество зарегистрированных браков ( $X4_{t-1}$ ), количество рожденных детей в семье вторыми ( $X6_t$ ), численность занятого в экономике населения ( $X11_{t-2}$ ), количество рожденных детей в городах ( $X12_t$ ) и селах ( $X13_t$ ). Для них наблюдается тесная прямая корреляционная связь: коэффициент корреляции

$corr(R, X_i) \geq 0,7$ . Менее сильное, но также существенное влияние с коэффициентом корреляции, изменяющимся в пределах  $0,5 \leq corr(R, X_i) < 0,7$ , оказывает фактор количества рожденных детей-первенцев в семье ( $X5_t$ ).

Среди изучаемых факторов негативное влияние на рождаемость оказывает доля рожденных детей-инвалидов в общей численности рожденных детей ( $X14_{t-1}$ ). Увеличение значений этого фактора приводит к уменьшению числа рождений:  $corr(R, X14_{t-1}) = -0,86$ .

### Заключение

В статье изучена зависимость рождаемости от влияющих на нее региональных факторов и их корреляционных особенностей. Исследована сбалансированность пропорций структуры населения фертильных возрастов; рассмотрены факторы социальной и экономической сферы, фактор здравоохранения; проанализировано влияние материнского капитала на рождаемость. В работе использован



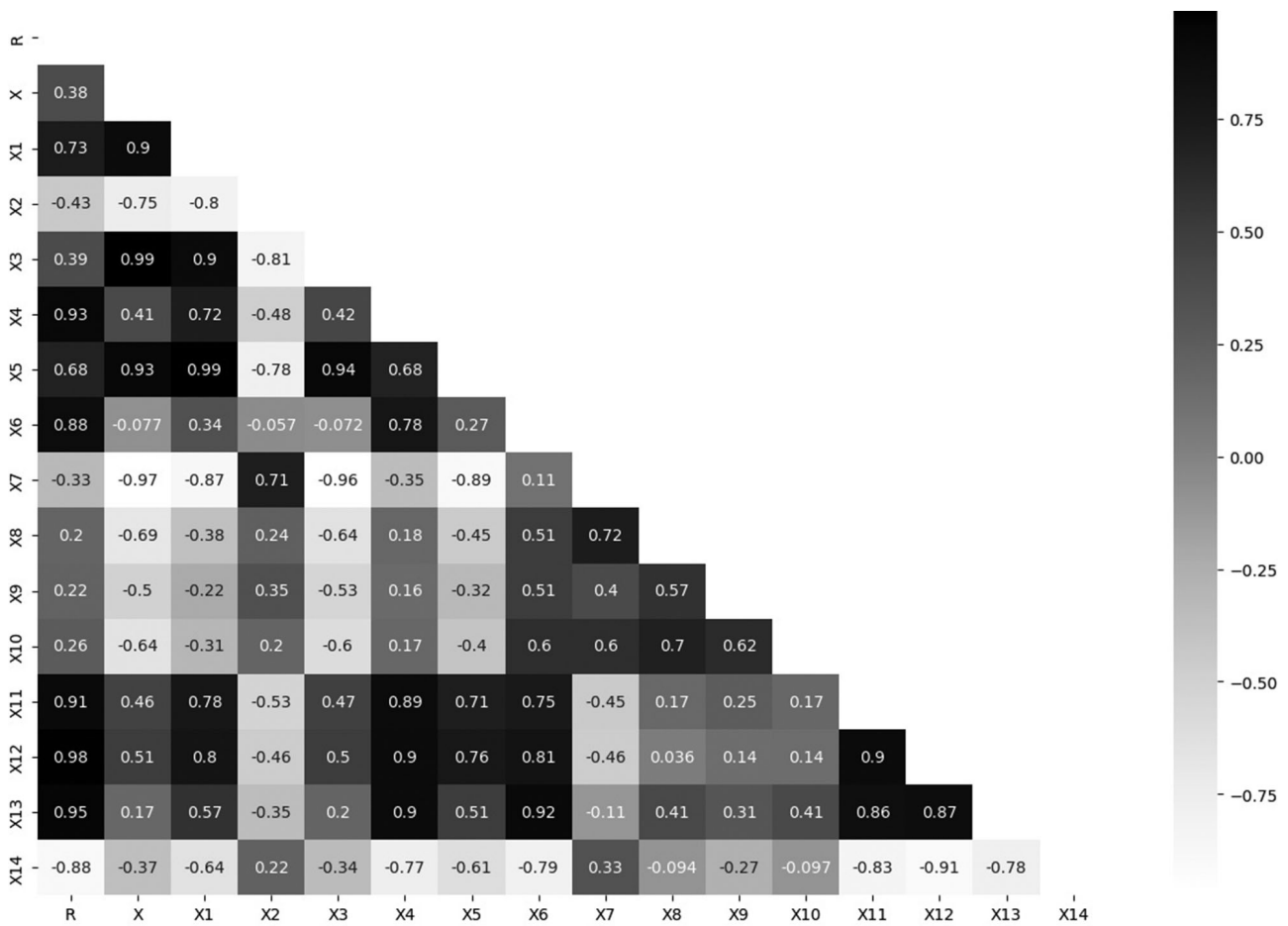


Рис.11. Диаграмма парных коэффициентов корреляции [составлено авторами]

математический аппарат корреляционно-регрессионного анализа. Выявлены взаимосвязи, присутствующие в совокупности факторов, влияющих на рождаемость, а также определена сила воздействия изучаемых факторов на рождаемость. При анализе статистических данных учитывался инерционный характер демографических и социально-экономических процессов; исследовано временное запаздывание.

Исследование проведено на примере одного из регионов РФ – Удмуртской Республики. Анализируемый в работе период – 2000–2022 гг. Для анализа были использованы официальные статистические данные, предоставленные Росстатом. Обработка данных выполнена методами корреляционно-регрессионного анализа на языке программирования Python с учетом встроенных в дистрибутив библиотек.

В Удмуртской Республике в 2000–2022 гг. наблюдалась общая тенденция к сниже-

нию рождаемости: с 16 256 чел. в 2000 г. до 12 767 чел. в 2022 г. В первую очередь на количество рожденных детей влияет численность женщин фертильного возраста. В УР наблюдается увеличение доли женщин старших фертильных возрастов и уменьшение доли женщин возраста 20–30 лет. Такая тенденция в прогнозном периоде приведет к снижению количества рождений, приходящихся на эту группу женщин.

Корреляционный анализ показал, что присутствует сильная прямая связь между рождаемостью и брачностью. Выявлено, что между этими показателями присутствует временное запаздывание, равное одному году.

Была проанализирована очередность рождения детей. За выбранный период для УР общая тенденция рождения первых детей – снижение. Доля рождений вторых и последующих детей увеличивается. Очередность рождения зависит от возраста женщины. Рождение первого ребенка приходится на

младшую фертильную группу (20–30 лет), второго и последующего – на старшую группу (31–41 год). Анализ статистических данных УР позволяет сделать вывод, что уменьшение количества рождений первых детей связано с уменьшением численности женщин младшей фертильной группы. Увеличение численности женщин старшей фертильной группы приводит к росту количества рождений детей вторыми и последующими.

Рождение третьего ребенка дает статус многодетной семьи. Между показателем приращения численности многодетных семей и фактором количества рожденных детей в семье третьими и последующими обнаружена сильная корреляционная связь.

В 2007 г. графики доли рожденных детей в семье первыми и доли рожденных детей вторыми и последующими пересекаются. Как раз в этот период в УР наблюдается тенденция снижения доли женщин младшей фертильной группы в общей численности женщин, способных к деторождению. Начиная с 2007 г. в РФ была введена программа материнского капитала, направленная на поддержку семей и стимулирование рождаемости. В УР с 2007 г. наблюдался рост рождаемости по отношению к ее значениям в месяце принятия программы материнского капитала. Спустя девять месяцев после обнародования информации о программе материнского капитала в УР произошел рост рождаемости на 10,9 % по отношению к уровню в мае 2006 г. Рождаемость в мае 2007 г., например, была выше рождаемости в мае 2006 г. уже на 14,6 %, а в мае 2008 г. – на 16,9 %. Рост продолжался до 2017 г. включительно.

На основе проведенного анализа сделан вывод о том, что программа материнского капитала оказывает влияние на рождаемость в УР, но результаты этого влияния экономика ощутит, вероятнее всего, через более длительный период времени (был исследован временной лаг 5 лет, влияние еще не прослеживается). Это можно объяснить большой инерционностью демографических процессов, а также относительно малым периодом выплат материнского капитала.

Корреляционный анализ также показал, что между численностью занятого в экономике населения и рождаемостью присутствует корреляция. Значимые коэффициенты кор-

реляции наблюдаются при временных лагах до пяти лет. При этом выявлено, что прямая взаимосвязь между рождаемостью и доходом отсутствует.

Было исследовано влияние типа поселения на рождаемость. На всем протяжении периода 2000–2022 г. удельная величина рождений в селах УР выше, чем в городе. В среднем за период превышение составляет 17,6 %. По-видимому, это можно объяснить различиями в психоэмоциональном состоянии и в образе жизни семей в городе и селе.

Психоэмоциональное состояние человека в большой степени определяется состоянием здоровья. Общая тенденция в регионе – снижение уровня здоровья населения. Так, например, количество хронических заболеваний в УР за исследуемый период увеличивается в среднем на 1,8 % в год. Это отражается на рождаемости. Видно, что, например, с 2013 г. при росте доли детей с врожденными аномалиями в среднем за год на 3 % средний темп снижения рождений в УР составил 5,8 %. При сложившейся ситуации динамика роста доли детей с инвалидностью в общей численности детей в УР с 2013 г. в среднем за год составила 2,6 %. Анализ показал, что между долей детей с врожденными аномалиями и рождаемостью присутствует обратная корреляция. Значимые коэффициенты корреляции наблюдаются при временных лагах до двух лет.

Подведение итога исследования представлено в работе коррелограммой, которая построена для совокупности изучаемых показателей. Корреляция рассчитана между каждыми двумя показателями (при необходимости – с временным лагом). Представленное комплексное исследование расширяет понимание причин, воздействующих на демографические процессы, и дополняет практику определения механизмов повышения рождаемости в Российской Федерации. Выявление влияющих на рождаемость факторов позволяет формулировать и решать задачу управления демографической динамикой.

### **Конфликт интересов**

Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

## Список литературы

1. Ageev, A. I., Bakhtizin, A. R., Loginov, E. L., & Sidorenko, M. Yu. (2023). Стратегические перспективы демографической составляющей национальной силы России. *Экономические стратегии*, 5(191), 38–53. [Ageev, A. I., Bakhtizin, A. R., Loginov, E. L., & Sidorenko, M. Yu. (2023). Strategic Prospects of the Demographic Component of Russia's National Strength. *Economic Strategies*, 5(191), 38–53. (In Russian).] <https://doi.org/10.33917/es-5.191.2023.38-53>
2. Артемова, Н. В., Аксёнов, Н. А., & Маслова, О. Л. (2023). Статистический анализ влияния доходов и социально-экономических факторов на уровень рождаемости в Российской Федерации. *Вестник Алтайской академии экономики и права*, (6–2), 152–161. [Artemova, N. V., Aksyonov, N. A., & Maslova, O. L. (2023). Statistical Analysis of the Influence of Income and Socio-Economic Factors on the Level of Fertility in the Russian Federation. *Bulletin of the Altai Academy of Economics and Law*, (6–2), 152–161. (In Russian).] <https://doi.org/10.17513/vaael.2871>
3. Баймурзина, Г. Р., & Бурханова, Ф. Б. (2022). Уверенность в будущем как фактор, влияющий на демографическое поведение в сфере рождаемости: обзор исследований. *Вестник Южно-Российского государственного технического университета (НПИ). Серия: Социально-экономические науки*, 15(4), 41–51. [Baimurzina, G. R., & Burkhanova, F. B. (2022). Confidence in the Future as a Factor Influencing Demographic Behaviour in Fertility: A Review of Studies. *Bulletin of the South Russian State Technical University (NPI). Series: Socio-Economic Sciences*, 15(4), 41–51. (In Russian).] <https://doi.org/10.17213/2075-2067-2022-4-41-51>
4. 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. [Basovsky, L. E., & Basovskaya, E. N. (2023). On socio-economic factors of demographic processes in the regions of modern Russia: fertility. *Scientific Research and Development. Economics*, 11(6), 27–30. (In Russian).] <https://doi.org/10.12737/2587-9111-2023-11-6-27-30>
5. Бахтизин, А. Р., Макаров, В. Л., Максимов, А. А., & Сушко, Е. Д. (2021). Демографическая агент-ориентированная модель России и оценка ее применимости для решения практических управленческих задач. *Искусственные общества*, 16(2). [Bakhtizin, A. R., Makarov, V. L., Maksimov, A. A., & Sushko, E. D. (2021). Demographic agent-based model of Russia and assessment of its applicability for solving practical management problems. *Artificial Societies*, 16(2). (In Russian).] <https://doi.org/10.18254/S207751800015357-1>
6. Вавилова, Д. Д. (2020). Нейросетевая модель прогнозирования человеческого капитала. *Интеллектуальные системы в производстве*, 18(1), 26–35. [Vavilova, D. D. (2020). Neural network model of human capital forecasting. *Intelligent Systems in Manufacturing*, 18(1), 26–35. (In Russian).] <https://doi.org/10.22213/2410-9304-2020-1-26-35>
7. Вавилова, Д. Д., & Кетова, К. В. (2022). Демографические проблемы современной Удмуртии. Ижевск: ИжГТУ имени М. Т. Калашникова. [Vavilova, D. D. & Ketova, K. V. (2022). *Demographic problems of modern Udmurtia*. Izhevsk: Kalashnikov Izhevsk State Technical University Publ. (In Russian).]
8. Вавилова, Д. Д. (2023). Информационно-аналитическая система анализа региональных социально-экономических процессов на основе комплексного использования динамических моделей различных типов. *Прикладная информатика*, 18(4), 97–110. [Vavilova, D. D. (2023). Information-analytical system of analysis of regional socio-economic processes on the basis of complex use of dynamic models of different types. *Journal of Applied Informatics*, 18(4), 97–110. (In Russian).] <https://doi.org/10.37791/2687-0649-2023-18-4-97-110>
9. 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. [Zubarev, N. Yu., & Fedulova, D. D. (2021). Forecasting demographic indicators in the sphere of population fertility: inertial forecast Versus pro-forecast on the basis of machine learning. *Ars Administrandi*, 13(2), 204–221. (In Russian).] <https://doi.org/10.17072/2218-9173-2021-2-204-221>
10. Кашепов, А. В. (2019). Методология анализа и прогнозирования рождаемости на основе влияния экономических факторов. *Социально-трудовые исследования*, (2), 16–28. [Kashepov, A. V. (2019). Methodology of Fertility Analysis and Forecasting based on the Influence of Economic Factors. *Social & labour research*, (2), 16–28. (In Russian).] <https://doi.org/10.34022/2658-3712-2019-35-2-16-28>
11. Кетова, К. В. (2007). Об одной задаче макроэкономической динамики региона с учетом факторов экономического развития. *Вестник Ижевского государственного технического университета*, 3(35), 33–40. [Ketova, K. V. (2007). About one task of macroeconomic dynamics of the region taking into account the factors of economic development. *Bulletin of Izhevsk State Technical University*, 3(35), 33–40. (In Russian).]
12. Кишенин, П. А. (2023). Итоговая рождаемость реальных поколений в демографических прогнозах: сравнительный анализ перспектив изменений в странах бывшего СССР. *Демографическое обозрение*, 10(1), 79–107. [Kishenin, P. A. (2023). Total fertility of real generations in demographic forecasts: a comparative analysis of the prospects of

changes in the countries of the former USSR. *Demographic Review*, 10(1), 79–107. (In Russian.)] <https://doi.org/10.17323/demreview.v10i1.17261>

13. Латов, Ю. В., & Латова, Н. В. (2021). Скрытая дилемма российской социально-экономической политики стимулирования рождаемости. *Журнал экономической теории*, 18(3), 389–402. [Latov, Yu. V., & Latova, N. V. (2021). Hidden dilemma of the Russian socio-economic policy of fertility stimulation. *AlterEconomics*, 18(3), 389–402. (In Russian.)] <https://doi.org/10.31063/2073-6517/2021.18-3.5>

14. Легчилина, Е. Ю. (2018). Оценка влияния трансформации социально-трудовых отношений на демографическую ситуацию. *Вестник Воронежского государственного университета. Серия: Экономика и управление*, (2), 96–103. [Legchilina, E. Yu. (2018). Assessment of the impact of the transformation of socio-labour relations on the demographic situation. *Proceedings of Voronezh State University. Series: Economics and Management*, (2), 96–103. (In Russian.)]

15. Макаров, В. Л., & Бахтизин, А. Р. (2022). Долгосрочное демографическое прогнозирование в новых реалиях. *Научные труды Вольного экономического общества России*, 235(3), 85–94. [Makarov, V. L., & Bakhtizin, A. P. (2022). Long-term demographic forecasting in the new realities. *Scientific Works of the Free Economic Society of Russia*, 235(3), 85–94. (In Russian.)] <https://doi.org/10.38197/2072-2060-2022-235-3-85-94>

16. Макаров, В. Л., & Бахтизин, А. Р. (2023). Основные направления социально-экономического развития России: обоснование и оценка последствий (по итогам модельных исследований ЦЭМИ РАН). Москва: ЦЭМИ РАН. [Makarov, V. L., & Bakhtizin, A. R. (2023). *The main directions of socio-economic development of Russia: substantiation and assessment of consequences (based on the results of modelling studies of CEMI RAS)*. Moscow: TSEMI RAN Publ. (In Russian.)]

17. 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. [Oreshnikov, V. V., & Nizamutdinov, M. M. (2019). Forecast of demographic development of municipal formation with the use of methods of economic and mathematical modelling. *Regional Economics: Theory and Practice*, 17(2), 383–398. (In Russian.)] <https://doi.org/10.24891/re.17.2.383>

18. Петросян, А. Н. (2021). Рождаемость в муниципальных образованиях России в 2011–2019 гг. *Демографическое обозрение*, 8(3), 42–73. [Petrosyan, A. N. (2021). Fertility in Russian municipalities in 2011–2019. *Demographic Review*, 8(3), 42–73. (In Russian.)] <https://doi.org/10.17323/demreview.v8i3.13266>

19. Русяк, И. Г. (2003). Об одной задаче управления демоэкономическим состоянием региона. *Интеллектуальные системы в производстве*, (2), 151–160. [Rusyak, I. G. (2003). About one task of management of demo-economic state of the region. *Intelligent Systems in Manufacturing*, (2), 151–160. (In Russian.)]

20. Файзуллин, Р. В., Абашева, О. В., Чиченков, И. И., & Роков, А. И. (2020). Конкурентные преимущества использования интеллектуального капитала. *Вестник университета*, (6), 55–62. [Faizullin, R. V., Abasheva, O. V., Chichenkov, I. I., & Rokov, A. I. (2020). Competitive advantages of intellectual capital utilization. *Vestnik universiteta*, (6), 55–62. (In Russian.)] <https://doi.org/10.26425/1816-4277-2020-6-55-62>

21. Черепанова, А. С. (2023). Эконометрическое моделирование влияния фактора материнского капитала на уровень рождаемости в регионе. *Интеллектуальные системы в производстве*, 21(2), 58–68. [Cherepanova, A. S. (2023). Econometric modelling of the influence of the maternal capital factor on the birth rate in the region. *Intelligent Systems in Manufacturing*, 21(2), 58–68. (In Russian.)] <https://doi.org/10.22213/2410-9304-2023-2-58-68>

22. Шмидт, Ю. И., Солдатова, Л. И., & Мухина, Д. В. (2021). Экономико-математическое моделирование демографических процессов в контексте формирования приоритетов региональной политики. *Экономика и предпринимательство*, (4), 494–499. [Schmidt, Yu. I., Soldatova, L. I., & Mukhina, D. V. (2021). Economic and mathematical modelling of demographic processes in the context of forming regional policy priorities. *Economy and entrepreneurship*, (4), 494–499. (In Russian.)] <https://doi.org/10.34925/EIP.2021.129.4.094>

23. Юмагузин, В. В., & Винник, М. В. (2022). Прогноз численности и демографической нагрузки населения России до 2100 года. *Проблемы прогнозирования*, 4(193), 98–111. [Yumaguzin, V. V., & Vinnik, M. V. (2022). Forecast of the number and demographic load of the Russian population up to 2100. *Studies on Russian Economic Development*, 4(193), 98–111. (In Russian.)] <https://doi.org/10.47711/0868-6351-193-98-111>

24. Ketova, K. V. (2020). Modelling a human capital of an economic system with neural networks. *Journal of Physics: Conference Series*, 012035. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1703/1/012035>

25. Sobotka, T., Matysiak, A., & Brzozowska, Z. (2019). Policy responses to low fertility: How effective are they? *Technical Division Working Paper Series Population & Development Branch*.

26. Sorvachev, I., & Yakovlev, E. (2019). Short-Run and Long-Run Effects of Sizable Child Subsidy: Evidence from Russia. *New Economic School*.

**Кетова Каролина Вячеславовна**, д-р физ.-мат. наук, профессор, Ижевский государственный технический университет им. М. Т. Калашникова, Ижевск, Российская Федерация

E-mail: ketova\_k@mail.ru

ORCID ID: 0000-0002-2858-8980

**Вавилова Дайана Дамировна**, канд. техн. наук, доцент, Ижевский государственный технический университет им. М. Т. Калашникова, Ижевск, Российская Федерация

E-mail: vavilova\_dd@mail.ru

ORCID ID: 0000-0002-2161-4402

*Поступила в редакцию 05.03.2024*

*Подписана в печать 02.06.2024*



## Regional Economics

Original article

UDC 332.143

DOI: <https://doi.org/10.17308/econ.2024.4/12524>

JEL: C59; J13; J19

## Studying the dependence of the birth rate on the regional factors and their correlation features

K. V. Ketova<sup>1</sup>, D. D. Vavilova<sup>2✉</sup>

<sup>1,2</sup> Kalashnikov Izhevsk State Technical University, 7 Studencheskaya str.,  
426069, Izhevsk, Russian Federation

**Subject.** The authors focused their attention on the study of the factors affecting demographic processes. We considered the factors influencing the level, structure, and dynamics of the birth rate. The balance of proportions in the structure of the population of fertile ages was studied together with the social and economic factors, the healthcare factor, and the impact of maternity capital on the birth rate. We found the interrelations present in the combination of factors affecting the birth rate and determined the power of this influence using correlation and regression analysis. In the analysis we considered the inertial nature of demographic and socio-economic processes and investigated the time lag. The presented study expands the understanding of the factors affecting demographic processes in the Russian Federation.

**The purpose** of the study was to identify new mechanisms of increasing birth rate as well as find opportunities and prospects for improving the demographic situation using correlation and regression analysis.

**Methodology.** The study was conducted using the official statistics of one of the regions of the Russian Federation, the Udmurt Republic. The analysed period is between 2000 and 2022. The data was processed using correlation and regression analysis in the Python programming language taking into account the built-in libraries.

**Conclusions.** The birth rate is most strongly affected by the number of women in the younger fertile group of 20–30 years old, the number of registered marriages, the number of children born in the family as a second child, and the number of people employed in the economy. In this case, there is a close direct correlation with a correlation coefficient above 0.7. Another significant, although less strong, factor is the number of first-born children. Among the studied indicators, the proportion of children born with disabilities in the total number of children born has a negative impact on the birth rate.


**Key words:** demography, birth rate, factors, correlation and regression analysis.

**For citation:** Ketova, K. V., & Vavilova, D. D. (2024). Studying the dependence of the birth rate on the regional factors and their correlation features. *Proceedings of Voronezh State University. Series: Economics and Management*, (4), 17–39. DOI: <https://doi.org/10.17308/econ.2024.4/12524>

### Conflict of Interest

The authors declare the absence of obvious and potential conflicts of interest related to the publication of this article.

---

 This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License

**Karolina V. Ketova**, Dr. Sci. (Ph.-Math.),  
Full Prof., Kalashnikov Izhevsk State Technical  
University, Izhevsk, Russian Federation

E-mail: ketova\_k@mail.ru

ORCID ID: 0000-0002-2858-8980

**Daiana D. Vavilova**, Cand. Sci. (Eng.), Assoc.  
Prof., Kalashnikov Izhevsk State Technical  
University, Izhevsk, Russian Federation

E-mail: vavilova\_dd@mail.ru

ORCID ID: 0000-0002-2161-4402

*Received 05.03.2024*

*Accepted 02.06.2024*