

# Оценка и прогноз динамики рождаемости в России

Сопов Даниил Константинович

Студент, ORCID: 0000-0002-5431-2275, e-mail: DaniilSop\_19@mail.ru

Финансовый Университет при Правительстве Российской Федерации, г. Москва, Россия

## Аннотация

Рождаемость – один из ключевых статистических показателей, который необходимо регулярно отслеживать, анализировать для того, чтобы максимально объективно оценивать текущую демографическую ситуацию в стране и выводить соответствующие тенденции. В статье проанализирован уровень рождаемости в России за последние 6 лет и выявлена тенденция в изменении данного показателя на следующие 2 года. Для этого автором применялись статистические методы горизонтального анализа, аналитического выравнивания рядов динамики и трендового анализа, которые позволили дать объективную оценку происходящим изменениям. В статье отмечена значимость анализа коэффициента рождаемости для исследования различных демографических процессов в стране, а также представлен обзор развития этого показателя в России. Показана хорошая корреляция расчетов с официальной статистикой.

## Ключевые слова

Рождаемость, статистика, прогнозирование, ситуация в России, отрицательные тенденции, темпы роста, выявление закономерностей, аналитическое выравнивание рядов

**Благодарности.** Выражаю благодарность своему научному руководителю Соколовой Наталье Игоревне, канд. пед. наук, доценту департамента английского языка и профессиональной коммуникации Финансового университета при Правительстве Российской Федерации, за ценные советы при планировании исследования и рекомендации по оформлению статьи.

**Для цитирования:** Сопов Д.К. Оценка и прогноз динамики рождаемости в России // Вестник университета. 2022. № 7. С. 184–191.



# Fertility dynamics in Russia: assessment and forecast

Daniil K. Sopov

Student, ORCID: 0000-0002-5431-2275, e-mail: DaniilSop\_19@mail.ru

Financial University under the Government of the Russian Federation, Moscow, Russia

## Abstract

Fertility rate is one of the key statistical indicators that needs to be tracked, analyzed in order to assess the current situation in the country and identify relevant trends as objectively as possible. The article analyzes the birth rate in Russia in recent years in the context of a 6-year period and identifies a trend in changing indicators of this phenomenon for subsequent years. In the course of the study, the author uses various statistical methods, such as horizontal analysis, the method of analytical alignment of the dynamic's series and trend analysis, which allows an objective assessment of the current changes. The article emphasizes the importance of the analysis of the birth rate for the study of various demographic processes in the country, and also provides an overview of the development of this indicator in Russia.

## Keywords

Birth rate, statistics, forecasting, Russia, negative trends, growth rates, identification of patterns, analytical alignment of series

**Acknowledgements.** I would like to express my gratitude to my scientific director Natalia I. Sokolova, Cand. Sci. (Ped.), associate professor of English Language and Professional Communication Department of the Financial University under the Government of the Russian Federation, for valuable advice in planning research and recommendations on the structure of the article.

**For citation:** Sopov D.K. (2022) Fertility dynamics in Russia: assessment and forecast. *Vestnik universiteta*, no. 7, pp. 184–191.

## ВВЕДЕНИЕ

Демографические проблемы являются серьезными глобальными вызовами, требующими незамедлительного решения. Рождаемость – это один из основных демографических процессов, оказывающий непосредственное влияние на характер воспроизводства населения [1]. От него зависит то, как в обществе осуществляется процесс замещения поколений, а это подчеркивает актуальность анализа данного явления. Подходя к вопросу с точки зрения статистики, рождаемость можно выразить в виде отношения числа рождений за конкретный период на тысячу жителей. Рождаемость можно анализировать только в расчете на большое количество человек, так как это сугубо массовое явление. В учет идут исключительно благоприятные исходы рождения детей, мертворождение не учитывается.

Важно отметить, что демографическая проблема в России, выраженная в снижении уровня рождаемости за последние годы, стала весьма актуальной [2]. В статье применен документальный способ статистического наблюдения с использованием различных математических методов [3, с. 19].

© Sopov D.K., 2022.

This is an open access article under the CC BY 4.0 license (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).



С помощью модели прогнозирования будущих изменений показателя рождаемости, автором настоящей статьи составлен прогноз на несколько лет вперед и выявлена тенденция динамики этого явления на основании его комплексного анализа, опирающегося на статистику в России за последние 6 лет. За отчетную единицу взята информация Федеральной службы государственной статистики (Росстат) [4–8].

## АНАЛИЗ ИЗМЕНЕНИЯ УРОВНЯ РОЖДАЕМОСТИ В РОССИИ

Для начала проанализируем статистику изменения уровня рождаемости в России с 2015 г. по 2020 г. (используем 5-летний интервал для актуальности представленной информации). За основу берем данные с официального аналитического источника – Росстата [4–8] – о естественном движении населения по каждому году. Данные по 2021 г. приведем во второй части работы, после того как составим прогноз на 2021–2023 гг. Таким образом, мы проверим качество нашего метода для 2021 г., сравнив прогнозное значение с данными из официального источника. Итак, подсчитаем показатели соответствующего ряда динамики (табл. 1). Необходимые расчеты проведены после таблицы.

Таблица 1

Изменение коэффициента рождаемости с 2015 г. по 2020 г.

Годы	Коэффициент рождаемости, ‰	Абсолютный прирост, человек		Темп роста, %		Темп прироста, %	
		Базисный	Цепной	Базисный	Цепной	Базисный	Цепной
2015	13,3	-	-	-	-	-	-
2016	12,9	-0,4	-0,4	96,9	96,9	-3,1	-3,1
2017	11,5	-1,8	-1,4	86,5	89,1	-13,5	-10,9
2018	10,9	-2,4	-0,6	81,9	94,8	-18,1	-5,2
2019	10,1	-3,2	-0,8	75,9	92,7	-24,1	-7,3
2020	9,8	-3,5	-0,3	73,7	97	-26,3	-3
Среднее значение	11,42	-0,7		94,1		-5,9	

Составлено автором по материалам источников: [4–8]

Для дальнейшего анализа необходимо рассчитать средние показатели по каждому столбцу таблицы. Именно поэтому внизу представлена отдельная строка – «среднее значение». Для начала узнаем среднее значение по исходным данным с помощью формулы среднего арифметического [9]:

$$\overline{B.R.} = \frac{\sum B.R.}{n}, \quad (1)$$

где  $B.R.$  – коэффициент рождаемости,  $n$  – количество периодов.

Подставляя значения из таблицы 1, получим:

$$\overline{B.R.} = \frac{13,3 + 12,9 + 11,5 + 10,9 + 10,1 + 9,8}{6} \% = 11,42 \%.$$

Для остальных столбцов таблицы рассчитаем ключевые значения роста и прироста. Первым делом рассмотрим абсолютный прирост. Формулы базисного  $\Delta^b$  [10, с. 235] и цепного  $\Delta^c$  [10, с. 235] абсолютного приростов выглядят следующим образом (единица измерения – человек):

$$\Delta_i^b = y_i - y_1, \quad (2)$$

где  $y_i$  – уровень сравниваемого периода,  $y_1$  – уровень базисного периода.

Соответственно, для каждого года получим:

$$\Delta_{2016}^b = 12,9 - 13,3 = -0,4;$$

$$\Delta_{2017}^b = 11,5 - 13,3 = -1,8;$$

$$\Delta_{2018}^b = 10,9 - 13,3 = -2,4;$$

$$\Delta_{2019}^b = 10,1 - 13,3 = -3,2;$$

$$\Delta_{2020}^b = 9,8 - 13,3 = -3,2,$$

$$\Delta_i^c = y_i - y_{i-1}. \quad (3)$$

Соответственно, для каждого года получим:

$$\Delta_{2016}^c = 12,9 - 13,3 = -0,4;$$

$$\Delta_{2017}^c = 11,5 - 12,9 = -1,4;$$

$$\Delta_{2018}^c = 10,9 - 11,5 = -0,6;$$

$$\Delta_{2019}^c = 10,1 - 10,9 = -0,8;$$

$$\Delta_{2020}^c = 9,8 - 10,1 = -0,3.$$

Средний абсолютный прирост  $\bar{\Delta}$  рассчитываем по формуле [11, с. 67]:

$$\bar{\Delta} = \frac{y_n - y_1}{n - 1}, \quad (4)$$

где  $y_n$  – последний уровень ряда динамики,  $y_1$  – первый уровень ряда динамики,  $n$  – число уровней ряда динамики.

Соответственно:

$$\bar{\Delta} = \frac{9,8 - 13,3}{6 - 1} = 0,7.$$

Затем узнаем темпы роста. Они рассчитываются в процентном соотношении по формулам для цепного ( $G.R.^c$ ) и базисного темпа роста ( $G.R.^b$ ) [10, с 235]:

$$G.R._i^c = \frac{y_i}{y_{i-1}} \cdot 100\%, \quad (5)$$

$$G.R._i^b = \frac{y_i}{y_0} \cdot 100\%, \quad (6)$$

где  $y_i$  – уровень сравниваемого периода,  $y_{i-1}$  – уровень предшествующего периода,  $y_0$  – уровень базисного периода.

Проведем расчеты по каждому году:

$$G.R._{2016}^b = \frac{12,9}{13,3} \cdot 100\% = 96,9\%;$$

$$G.R._{2017}^b = \frac{11,5}{13,3} \cdot 100\% = 86,5\%;$$

$$G.R._{2018}^b = \frac{10,9}{13,3} \cdot 100\% = 81,9\%;$$

$$G.R._{2019}^b = \frac{10,1}{13,3} \cdot 100\% = 75,9\%;$$

$$G.R.{}_{2020}^c = \frac{9,8}{10,1} \cdot 100\% = 97\%.$$

Имея данные по темпам роста, мы можем вычислить средний темп роста  $\overline{G.R.}$  по формуле [10, с. 237]:

$$\overline{G.R.} = \sqrt[n-1]{\frac{y_n}{y_1}} \cdot 100\%;$$

$$\overline{G.R.} = \sqrt[6-1]{\frac{9,8}{13,3}} \cdot 100\% = 94,1\%.$$
(7)

Далее посчитаем темпы прироста. Для базисного  $T_{np_i}^b$  [10, с. 236] и цепного  $T_{np_i}^c$  [10, с. 235] темпа прироста будем использовать соответствующие формулы:

$$T_{np_i}^b = T_i^b - 100\%;$$
(8)

$$T_{np_i}^c = T_i^c - 100\%.$$
(9)

Полученные результаты сразу занесем в таблицу. А вот среднее значение  $\overline{T}_{np}$  темпа прироста вычислим отдельно [10, с. 237]:

$$\overline{T}_{np} = \overline{T} - 100\%;$$

$$\overline{T}_{np} = 94,1\% - 100\% = -5,9\%.$$
(10)

Получаем, что среднее значение коэффициента рождаемости в России за последние 6 лет соответствует 11,42 родившимся на 1 000 человек в год. Анализ динамики изменения коэффициента рождаемости в целом по России в период с 2015 г. по 2020 г. показал, что ежегодно рассматриваемый коэффициент в среднем понижается на 0,7 человека. Что же касается темпов роста, то средний уровень коэффициента рождаемости составил 94,1 % от коэффициента за предыдущий год, то есть мы наблюдаем отрицательную динамику и уменьшение уровня рождаемости в стране в среднем на 5,9 % ежегодно.

## ПРОГНОЗ ДИНАМИКИ РОЖДАЕМОСТИ В РОССИИ

Далее выявим тренд ряда динамики, представленного в таблице 1 и зафиксированного в реестре Росстата. Для этого необходимо использовать метод аналитического выравнивания рядов динамики (табл. 2).

Таблица 2

### Аналитическое выравнивание динамики коэффициента рождаемости ряда в России

Год	$t$	$Y$ (значение $B.R.$ ), ‰	$t^2$	$Y \cdot t$	$\bar{Y}_t = 11,416 - 0,379t$
2015	-5	13,3	25	-66,5	13,311
2016	-3	12,9	9	-38,7	12,553
2017	-1	11,5	1	-11,5	11,795
2018	1	10,9	1	10,9	11,037
2019	3	10,1	9	30,3	10,279
2020	5	9,8	25	49	9,521
Итого:	0	68,5	70	-26,5	-

Примечание:  $t$  – условные обозначения времени;  $Y$  – значение коэффициента рождаемости;  $(\bar{Y}_t)$  – значение сглаженного ряда динамики.

Составлено автором по материалам исследования

Для того чтобы осуществить выравнивание, нам необходимо найти параметры уравнения [10, с. 240]:

$$\bar{Y}_{\partial t} = a_0 + a_1 t. \quad (11)$$

где  $\bar{Y}_t$  – функция аналитического выравнивания ряда,  $t$  – условное обозначение времени,  $a_0$  и  $a_1$  – фиксированные параметры уравнения.

Параметры же рассчитываются путем решения системы нормальных линейных уравнений [10, с. 240]:

$$\begin{cases} n \cdot a_0 + a_1 \cdot \sum t = \sum Y \\ a_0 \cdot \sum t + a_1 \cdot \sum t^2 = \sum Yt, \end{cases} \quad (12)$$

где для удобства  $t$  берутся такими, чтобы  $\sum t$  была равной 0. При этом у нас четное число лет, значит шаг  $t$  равен 2. Отсюда:

$$a_0 = \frac{\sum Y}{n}; \quad (13)$$

$$a_1 = \frac{\sum Y \cdot t}{\sum t^2}.$$

Далее вычислим эти параметры:

$$a_0 = \frac{68,5}{6} = 11,416;$$

$$a_1 = \frac{-26,5}{70} = -0,379.$$

В таком случае наше первоначальное уравнение принимает вид:

$$\bar{Y}_t = 11,416 - 0,379t.$$

Выделим для него последний столбик таблицы и подставим соответствующие каждому году значения  $t$ .

$$\bar{Y}_{-5} = 11,416 - 0,379 \cdot (-5) = 13,311 \text{‰};$$

$$\bar{Y}_{-3} = 11,416 - 0,379 \cdot (-3) = 12,553 \text{‰};$$

$$\bar{Y}_{-1} = 11,416 - 0,379 \cdot (-1) = 11,795 \text{‰};$$

$$\bar{Y}_1 = 11,416 - 0,379 \cdot 1 = 11,037 \text{‰};$$

$$\bar{Y}_3 = 11,416 - 0,379 \cdot 3 = 10,279 \text{‰};$$

$$\bar{Y}_5 = 11,416 - 0,379 \cdot 5 = 9,521 \text{‰}.$$

Выравненные по уравнению прямой значения коэффициента рождаемости колеблются в интервале от 13,311 до 9,521. С помощью полученного математического выражения тенденции ряда динамики мы можем приблизительно предсказать значение коэффициента рождаемости в 2021 г., 2022 г. и 2023 г.:

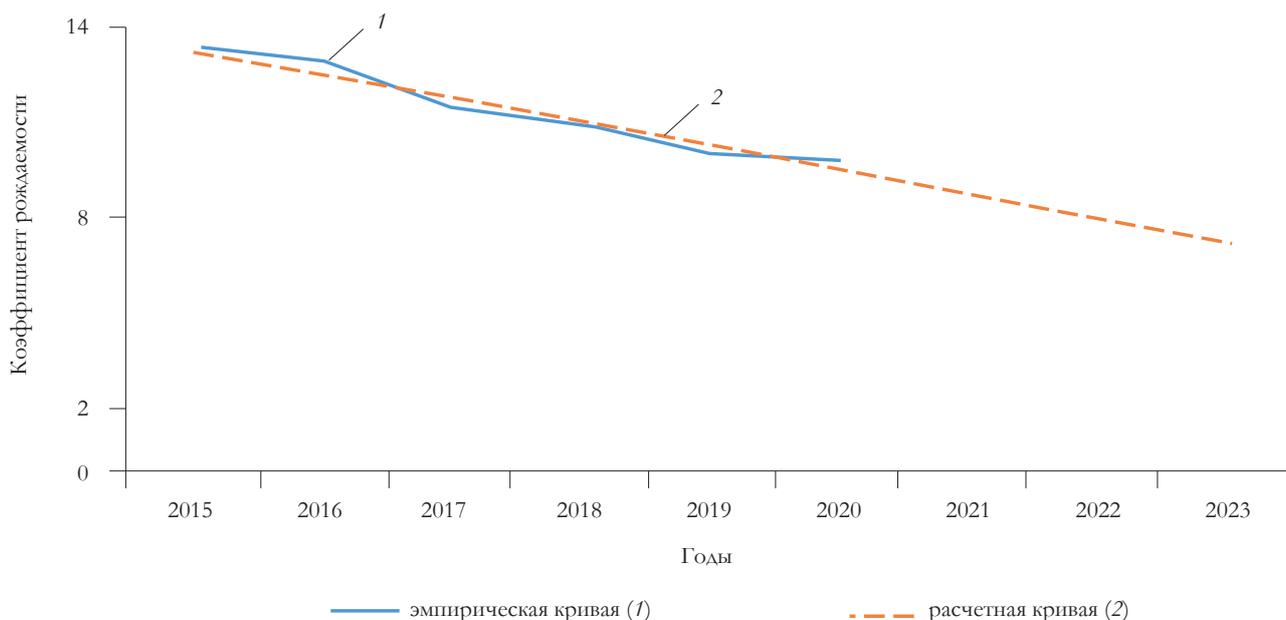
$$\bar{Y}_7 = 11,416 - 0,379 \cdot 7 = 9,521 \text{‰};$$

$$\bar{Y}_9 = 11,416 - 0,379 \cdot 9 = 8,005 \text{‰};$$

$$\bar{Y}_{11} = 11,416 - 0,379 \cdot 11 = 7,247 \text{‰}.$$

Сверим данные с официальной статистикой по 2021 г. [12] для того, чтобы удостовериться в правильности прогноза. Коэффициент рождаемости по стране равен 9, а в некоторых регионах принимает и более низкие значения. Получается, что предварительно составив прогноз на 2021 г. с использованием метода

выравнивания рядов динамики, мы получили достаточно близкие с официальными значения, что подтверждает объективность прогноза на 2022 г. и 2023 г. Стараться предсказать более поздние тенденции не имеет смысла, так как рождаемость – динамическое явление и может принять совсем другие значения уже в следующем году. Более того, «такие глобальные мировые события, как пандемия вируса, значительно влияют на демографические процессы» [13], поэтому вспышка коронавирусной инфекции COVID-19 также окажет серьезное влияние на показатели рождаемости за 2020 г. и 2021 г., и наверняка ее последствия отразятся и на дальнейшей динамике данного процесса. Однако тенденцию за прошедшие 6 лет мы можем проследить весьма четко. Для наглядного представления построим график эмпирической и расчетной (сглаживающей) кривых, отображающий тенденции рождаемости в России (рис. 1), используя уже полученные данные и инструментальный программы MS Excel.



Составлено автором по материалам исследования

Рис. 1. График эмпирической и расчетной кривых

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Итак, за последние 6 лет в России наблюдается устойчивая тенденция к сокращению коэффициента рождаемости с 13,3 ‰ в 2015 г. до 9 ‰ в 2021 г. Эксперты считают, что «России грозит самая глубокая демографическая яма за всю историю» [14]. Проведя экстраполяцию ряда динамики, мы подтвердили данное заявление, получив прогноз на 2022 г. и 2023 г. На основании этих данных можно предположить, что понижение коэффициента рождаемости в стране продолжится и составит приблизительно 8,005 ‰ в 2022 г. и 7,247 ‰ в 2023 г. В связи со сложной эпидемиологической ситуацией в России в период с 2019 г. по 2021 г., а также экономической нестабильностью, вызванной санкциями Запада в начале 2022 г., эти показатели выглядят весьма реалистичными.

## Библиографический список

1. Академик. *Рождаемость*. <https://dic.academic.ru/dic.nsf/ruwiki/26991> (дата обращения: 15.05.2022).
2. Сапунов А.В., Сапунова Т.А., Багян Г.А. Анализ актуальной демографической ситуации в российской федерации. *Естественные и гуманитарные исследования*. 2021;33(1):187–190.
3. Васильева Э.К., Лялин В.С. *Статистика: учебник для студентов вузов*. М.: ЮНИТИ-ДАНА; 2012. 399 с.
4. Росстат. *Естественное движение населения в разрезе субъектов Российской Федерации за январь-апрель 2020 года*. [https://www.gks.ru/free\\_doc/2020/demo/edn04-2020.htm](https://www.gks.ru/free_doc/2020/demo/edn04-2020.htm) (дата обращения: 05.05.2022).
5. Росстат. *Естественное движение населения в разрезе субъектов Российской Федерации за январь-декабрь 2020 года*. [https://www.gks.ru/free\\_doc/2019/demo/edn12-19.htm](https://www.gks.ru/free_doc/2019/demo/edn12-19.htm) (дата обращения: 05.05.2022).
6. Росстат. *Естественное движение населения в разрезе субъектов Российской Федерации за январь-декабрь 2018 года*. [https://www.gks.ru/free\\_doc/2018/demo/edn12-18.htm](https://www.gks.ru/free_doc/2018/demo/edn12-18.htm) (дата обращения: 05.05.2022).

7. Росстат. *Естественное движение населения в разрезе субъектов Российской Федерации за январь-декабрь 2017 года*. [https://www.gks.ru/free\\_doc/2017/demo/edn12-17.htm](https://www.gks.ru/free_doc/2017/demo/edn12-17.htm) (дата обращения: 05.05.2022).
8. Росстат. *Естественное движение населения в разрезе субъектов Российской Федерации за январь-декабрь 2016 года*. [https://www.gks.ru/free\\_doc/2016/demo/edn12-16.htm](https://www.gks.ru/free_doc/2016/demo/edn12-16.htm) (дата обращения: 05.05.2022).
9. Stat-ist.ru: образовательный, информационно-публицистический сайт. *Средние величины в статистике*. <https://stat-ist.ru/statistika-kurs-leksij/srednie-velichiny> (дата обращения: 02.05.2022).
10. Салин В.Н., Шпаковская Е.П. *Статистика: учебное пособие*. 2-е изд., перераб. и доп. М.: КНОРУС; 2014. 504 с.
11. Полякова В.В., Шаброва Н.В. *Основы теории статистики: учеб. пособие*. 2-е изд., испр. и доп. Екатеринбург: Изд-во Урал. Ун-та; 2015. 148 с.
12. Росстат. *Естественное движение населения в разрезе субъектов Российской Федерации*. [https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/2021\\_edn11.htm](https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/2021_edn11.htm) (дата обращения: 06.05.2022).
13. Кулькова И.А. Влияние пандемии коронавируса на демографические процессы в России. *Human Progress*. 2020;6(1):1–10. <https://doi.org/10.34709/IM.161.5>
14. Целых А. России грозит самая глубокая демографическая яма за всю историю. Кто виноват и что делать *Интернет-журнал «Секрет Фирмы»*. Среда 18 авг. 2021. <https://secretmag-ru.turbopages.org/secretmag.ru/s/survival/v-yame.htm> (дата обращения: 30.05.2022).

## References

1. Academic. *Fertility*. <https://dic.academic.ru/dic.nsf/ruwiki/26991> (accessed 15.05.2022)
2. Sapunov A.V., Sapunova T.A., Bagyan G.A. Analysis of the current demographic situation in the Russian Federation. *Natural and humanitarian studies*. 2021;33(1):187–190. <https://doi.org/10.24412/2309-4788-2021-10854>
3. Vasileva Eh.K., Lyalin V.S. *Statistics: textbook for university students*. Moscow: UNITY-DANA; 2012. (In Russian).
4. Rosstat. *Natural movement of the population in the context of the subjects of the Russian Federation for January-April 2020*. [https://www.gks.ru/free\\_doc/2020/demo/edn04-2020.htm](https://www.gks.ru/free_doc/2020/demo/edn04-2020.htm) (accessed 05.05.2022).
5. Rosstat. *Natural movement of the population in the context of the subjects of the Russian Federation for January-December 2020*. [https://www.gks.ru/free\\_doc/2019/demo/edn12-19.htm](https://www.gks.ru/free_doc/2019/demo/edn12-19.htm) (accessed 05.05.2022).
6. Rosstat. *Natural movement of the population in the context of the subjects of the Russian Federation for January-December 2019*. [https://www.gks.ru/free\\_doc/2018/demo/edn12-18.htm](https://www.gks.ru/free_doc/2018/demo/edn12-18.htm) (accessed 05.05.2022).
7. Rosstat. *Natural movement of the population in the context of the subjects of the Russian Federation for January-December 2017*. [https://www.gks.ru/free\\_doc/2017/demo/edn12-17.htm](https://www.gks.ru/free_doc/2017/demo/edn12-17.htm) (accessed 05.05.2022).
8. Rosstat. *Natural movement of the population in the context of the subjects of the Russian Federation for January-December 2016*. [https://www.gks.ru/free\\_doc/2016/demo/edn12-16.htm](https://www.gks.ru/free_doc/2016/demo/edn12-16.htm) (accessed 05.05.2022).
9. Stat-ist.ru: educational, informational and publicistic website. *Average values in statistics*. <https://stat-ist.ru/statistika-kurs-leksij/srednie-velichiny> (accessed 02.05.2022).
10. Salin V.N., Shpakovskaya E.P. *Statistics: textbook*. 2<sup>nd</sup> ed., revised and enlarged. Moscow: KNORUS; 2014. (In Russian).
11. Polyakova V.V., Shabrova N.V. *Fundamentals of the theory of statistics: tutorial*. 2<sup>nd</sup> ed., correct and additional. Yekaterinburg: Ural university Publ. house; 2015. (In Russian).
12. Rosstat. *Natural movement of the population in the context of the subjects of the Russian Federation for November 2021*. [https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/2021\\_edn11.htm](https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/2021_edn11.htm) (accessed 06.05.2022).
13. Kulkova I.A. The coronavirus pandemic influence on demographic processes in Russia. *Human Progress*. 2020;6(1):1–10. <https://doi.org/10.34709/IM.161.5>
14. Tselykh A. Russia faces the deepest demographic hole in history. Who is to blame and what to do. *Secret of the Company online magazine*. Wednesday 18 Aug. 2021. <https://secretmag-ru.turbopages.org/secretmag.ru/s/survival/v-yame.htm> (accessed 30.05.2022).