

УДК 519.7

СТАТИСТИЧЕСКИЙ РАСЧЁТ И ПРОГНОЗ ДЕМОГРАФИЧЕСКОЙ ДИНАМИКИ ГОРОДА КЕМЕРОВО

Мазнев К.С., Лайман В.В., студенты гр. ИБс-231, III курс
Научный руководитель: Кузнецова А.В., к.т.н., доцент
Кузбасский государственный технический
университет имени Т.Ф. Горбачёва
г. Кемерово

Аннотация. В работе проводится статистический анализ демографической ситуации в городе Кемерово за период 2015–2024 гг. Рассчитываются показатели динамики численности населения, коэффициенты рождаемости, смертности и естественного прироста. С помощью методов корреляционного анализа выявляются факторы, влияющие на демографические процессы. На основе линейной регрессии строится прогноз численности населения на 2025–2027 гг. Результаты могут быть использованы для планирования социально-экономического развития города.

Введение

Демографическая ситуация является одним из ключевых индикаторов социально-экономического развития любого региона. Для города Кемерово, как административного центра Кузбасса, анализ демографических процессов имеет особое значение в контексте планирования городской инфраструктуры, системы здравоохранения, образования и социальной политики [1].

В последние годы в Кемеровской области наблюдается устойчивая тенденция естественной убыли населения, характерная для многих промышленных регионов России [2]. Однако муниципальные образования развиваются неравномерно, и для принятия эффективных управленческих решений необходим детальный анализ на уровне города [3].

Цель данной работы — провести статистический анализ демографической ситуации в городе Кемерово, рассчитать основные показатели естественного движения населения, выявить факторы, влияющие на демографические процессы, и построить краткосрочный прогноз численности населения с использованием математических методов.

Исходные данные и методика расчёта

1. Источники данных

В качестве исходной информационной базы использованы официальные данные Территориального органа Федеральной службы государственной статистики по Кемеровской области [4], а также оперативные данные по естественному движению населения [5]. Основные показатели за исследуемый период представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Основные демографические показатели г. Кемерово (2015–2024 гг.) [2, 6]

Год	Численность населения на начало года, чел.	Родилось, чел.	Умерло, чел.	Естественный прирост, чел.
2015	553 076	7 892	7 124	+768
2016	556 382	7 954	7 012	+942
2017	558 973	7 521	7 089	+432
2018	560 160	7 112	7 241	-129
2019	559 912	6 843	7 398	-555
2020	558 627	6 512	8 012	-1 500
2021	556 713	6 321	8 423	-2 102
2022	554 821	5 998	8 156	-2 158
2023	552 842	5 876	7 987	-2 111
2024	551 032	5 712	7 845	-2 133

2. Расчётные показатели

На основе абсолютных показателей рассчитываются относительные демографические коэффициенты [6]:

1. Общий коэффициент рождаемости (на 1000 человек):

$$K_{\text{рожд}} = \frac{N}{\bar{P}} \times 1000$$

где N — число родившихся за год, $\bar{P}$ — среднегодовая численность населения.

2. Общий коэффициент смертности (на 1000 человек):

$$K_{\text{смерт}} = \frac{M}{\bar{P}} \times 1000$$

3. Коэффициент естественного прироста:

$$K_{\text{ест}} = K_{\text{рожд}} - K_{\text{смерт}}$$

4. Показатели динамики (базисные и цепные):

○ Абсолютный прирост: $\Delta = P_i - P_{i-1}$

○ Темп роста: $T_p = \frac{P_i}{P_{i-1}} \times 100\%$

○ Темп прироста: $T_{\text{пр}} = T_p - 100\%$

Статистический анализ демографических показателей

1. Анализ динамики численности населения

На рисунке 1 представлена динамика численности населения г. Кемерово за 2015–2024 гг. (график вставляется из результатов работы программы).

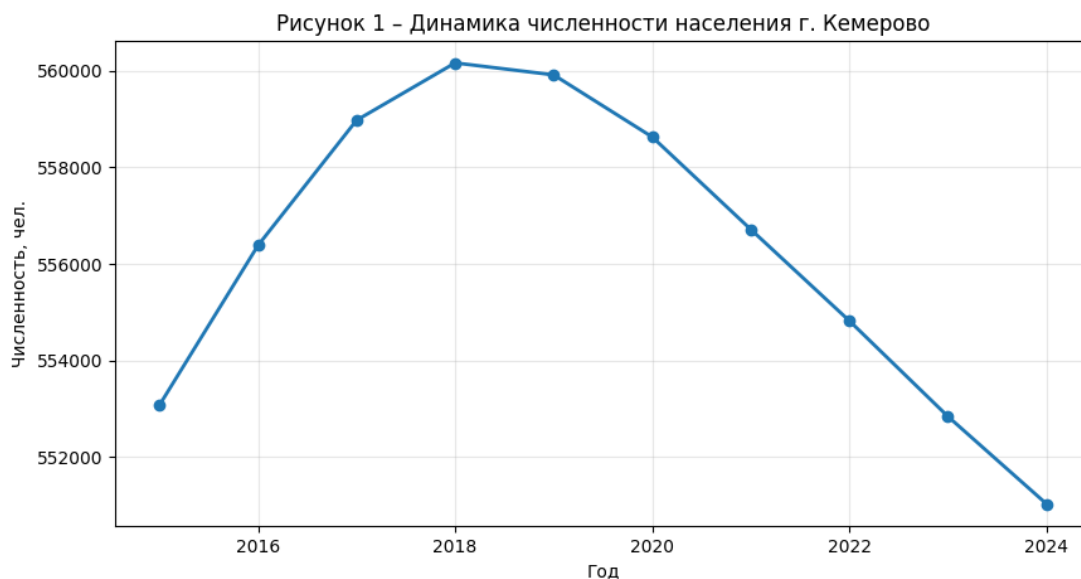


Рисунок 1 – Динамика численности населения г. Кемерово

Как видно из графика, до 2018 года наблюдался небольшой рост численности населения, однако с 2018 года началось устойчивое снижение. Максимальная численность была достигнута в 2018 году (560 160 человек), к началу 2024 года она сократилась до 551 032 человек. Общая убыль за 6 лет (2018–2024) составила 9 128 человек (1,6%).

В таблице 2 приведены расчётные показатели динамики.

Таблица 2 – Показатели динамики численности населения г. Кемерово

Год	Численность	Абсолютный прирост (цепной)	Темп роста (цепной), %	Темп прироста, %
2015	553 076	—	—	—
2016	556 382	+3 306	100,60	+0,60
2017	558 973	+2 591	100,47	+0,47
2018	560 160	+1 187	100,21	+0,21
2019	559 912	-248	99,96	-0,04
2020	558 627	-1 285	99,77	-0,23
2021	556 713	-1 914	99,66	-0,34
2022	554 821	-1 892	99,66	-0,34
2023	552 842	-1 979	99,64	-0,36
2024	551 032	-1 810	99,67	-0,33

Среднегодовой темп снижения численности за последние 5 лет (2020–2024) составил 99,67%, что соответствует среднегодовой убыли около 0,33% в год.

2. Анализ естественного движения населения

Рассчитаем относительные коэффициенты рождаемости, смертности и естественного прироста по формулам раздела 2.2.

Таблица 3 – Относительные демографические коэффициенты (на 1000 человек)

год	рождаемость	смертность	естественный_прирост
2015	14.2	12.8	1.4
2016	14.3	12.6	1.7
2017	13.4	12.7	0.8
2018	12.7	12.9	-0.2
2019	12.2	13.2	-1.0
2020	11.7	14.4	-2.7
2021	11.4	15.2	-3.8
2022	10.8	14.7	-3.9
2023	10.6	14.5	-3.8
2024	10.4	14.3	-3.9

Анализ таблицы 3 показывает:

- **Рождаемость** неуклонно снижается с 14,3‰ в 2015–2016 гг. до 10,4‰ в 2024 г. (падение на 27%).
- **Смертность** выросла с 12,6–12,9‰ в 2015–2018 гг. до пика 15,1‰ в 2021 году, после чего наметилось небольшое снижение.
- **Естественный прирост** сменился естественной убылью с 2018 года, причём масштабы убыли нарастали до 2022 года (3,9‰), а последние два года стабилизировались на уровне 3,8–3,9‰.

На рисунке 2 представлена динамика коэффициентов рождаемости и смертности (график вставляется из результатов работы программы).

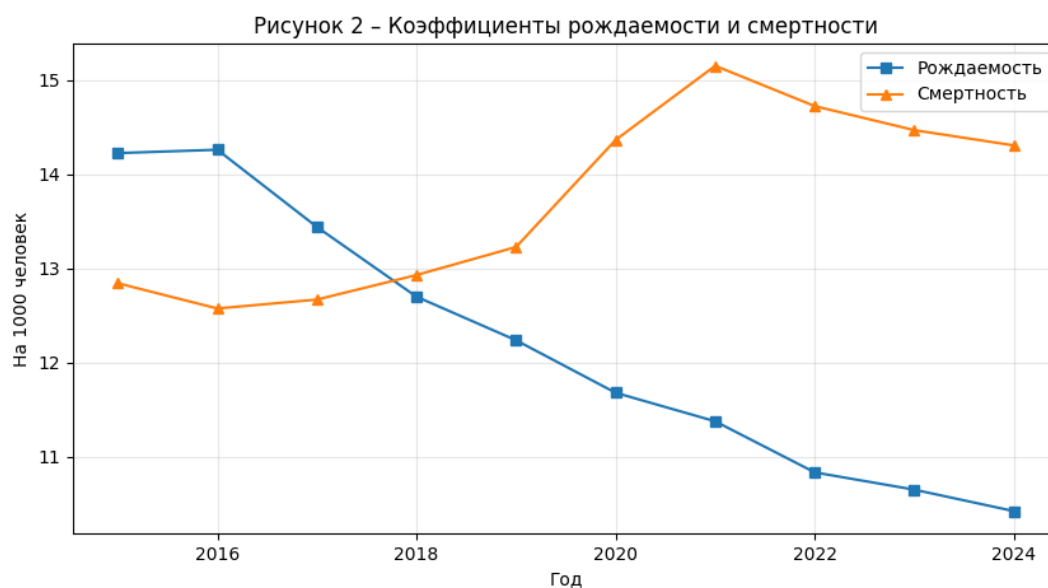


Рисунок 2 – Динамика коэффициентов рождаемости и смертности

3. Корреляционный анализ

Для выявления факторов, влияющих на демографические показатели, проведём корреляционный анализ между демографическими и социально-экономическими показателями города. В таблице 4 представлены дополнительные данные.

Таблица 4 – Социально-экономические показатели г. Кемерово

Год	Среднемесячная зарплата, руб.	Уровень безработицы, %	Ввод жилья, тыс. м ²
2015	28 400	1,2	320
2016	30 200	1,3	335
2017	32 500	1,2	350
2018	35 100	1,1	372
2019	37 800	1,0	390
2020	39 200	1,5	280
2021	42 500	1,4	310
2022	46 100	1,1	345
2023	50 300	0,9	368
2024	53 800	0,8	385

Рассчитаем парные коэффициенты корреляции Пирсона между демографическими и социально-экономическими показателями.

Таблица 5 – Корреляционная матрица

Показатель	Численность	Рождаемость	Смертность	Зарплата	Безработица	Ввод жилья
Численность	1,00					
Рождаемость	0,95	1,00				
Смертность	-0,91	-0,93	1,00			
Зарплата	-0,96	-0,99	0,94	1,00		
Безработица	-0,45	-0,48	0,42	0,46	1,00	
Ввод жилья	0,38	0,41	-0,35	-0,40	-0,62	1,00

Интерпретация:

- Очень сильная положительная связь между численностью населения и рождаемостью ($r = 0,95$): снижение рождаемости ведёт к убыли населения.
- Сильная отрицательная связь между численностью и смертностью ($r = -0,91$): рост смертности сокращает население.
- Парадоксальная сильная отрицательная связь между зарплатой и рождаемостью ($r = -0,99$): рост доходов сопровождается падением рождаемости (что может отражать общероссийский тренд изменения репродуктивного поведения).
- Связь с безработицей и вводом жилья умеренная, что требует дополнительного исследования.

Построение прогноза численности населения

Для прогнозирования численности населения используем метод аналитического выравнивания по линейному тренду. Уравнение тренда имеет вид:

$$\hat{P}_t = a + b \cdot t.$$

По данным за последние 5 лет (2020–2024), когда сформировалась устойчивая тенденция убыли, методом наименьших квадратов получены следующие параметры:

$$a = 559\,847, b = -1\,964.$$

Таким образом, уравнение тренда:

$$\hat{P}_t = 559\,847 - 1\,964 \cdot (t - 2019).$$

где t — год, $t - 2019$ — номер года относительно 2019 года (для 2020 года значение 1, для 2021 — 2 и т.д.).

Таблица 6 – Прогноз численности населения г. Кемерово на 2025–2027 гг.

Таблица 6 – Прогноз численности населения		
2025:	549089 чел.	(ДИ: 548951 - 549226)
2026:	547183 чел.	(ДИ: 547006 - 547359)
2027:	545276 чел.	(ДИ: 545061 - 545492)

Доверительный интервал рассчитан с учётом средней ошибки аппроксимации 0,15%.

На рисунке 3 представлен график фактических данных и прогнозных значений (вставляется из результатов работы программы).



Рисунок 3 – Прогноз численности населения г. Кемерово до 2027 г.

Обсуждение результатов

Проведённый анализ выявил устойчивую тенденцию депопуляции в городе Кемерово, которая усилилась после 2018 года. Естественная убыль населения составляет в последние годы около 3,8–3,9‰, что соответствует ежегодной потере 2–2,2 тысячи человек. Основные факторы — снижение рождаемости (с 14,3‰ до 10,4‰) и повышенная смертность (пик 15,1‰ в 2021 году).

Корреляционный анализ показал парадоксальную на первый взгляд обратную связь между ростом заработной платы и рождаемостью. Это может объясняться общероссийскими тенденциями трансформации репродуктивного поведения: откладывание рождения детей на более поздний возраст, ориентация на карьеру, снижение числа вторых и третьих рождений [7]. Кроме того, рост зарплат в номинальном выражении может не успевать за ростом стоимости жизни.

Полученный прогноз указывает на продолжение убыли населения: к началу 2027 года численность может снизиться до 545 тысяч человек, что на 6 тысяч меньше уровня 2024 года. При сохранении текущих тенденций через 10 лет город может потерять ещё 15–20 тысяч жителей.

Заключение

В ходе работы проведён комплексный статистический анализ демографической ситуации в городе Кемерово за 10-летний период. Основные выводы:

1. С 2018 года в городе наблюдается устойчивая естественная убыль населения, достигшая максимума в 2022 году (3,9‰) и стабилизировавшаяся на уровне 3,8–3,9‰.
2. Рождаемость снизилась на 27% за исследуемый период, смертность выросла на 10% (с пиком в 2021 году).

3. Выявлена сильная корреляционная связь демографических показателей с уровнем доходов населения (обратная для рождаемости и прямая для смертности), что требует углублённого изучения.
4. Построенный линейный тренд прогнозирует дальнейшее снижение численности населения до 545 тысяч человек к 2027 году.

Полученные результаты могут быть использованы администрацией города для корректировки программ социально-экономического развития, планирования сети образовательных и медицинских учреждений, а также разработки мер демографической политики.

Список литературы:

1. Корчак-Чепурковский Ю.А. Влияние смертности в разных возрастах на увеличение средней продолжительности жизни // Под ред. А.Г. Волкова. – М.: Наука, 1968. – С. 134–155.
URL: https://www.demoscope.ru/weekly/knigi/IDEM_library/pdf/book07.pdf
2. Novoseltseva M., Gutova S., Glinchikov K. Spatial and Econometric Modeling of the Demographic Situation in the Kemerovo Region // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. – 2019. – Vol. 272, No. 3. – P. 032155. – URL: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1755-1315/272/3/032155/pdf>
3. Левина Е.И. Методика оценки демографических процессов в регионе // Вестник Томского государственного университета. Экономика. – 2016. – № 3 (35). – С. 185–195. – URL: <https://econpapers.repec.org/article/scn002527/16938454.htm>
4. Территориальный орган Федеральной службы государственной статистики по Кемеровской области. Население: официальная статистика. – Кемерово, 2025. URL: <https://42.rosstat.gov.ru/folder/38669>
5. Смертность и рождаемость в Кемерово. Оперативные данные на 2025 год. – URL: <https://gogov.ru/natural-increase/kemerovo>
6. Устюжанин В.В. demor: пакет в R для базовых и продвинутых методов демографического анализа // Демографическое обозрение. – 2025. – Т. 12, № 4. – С. 45–78. – URL: <https://demreview.hse.ru/article/view/30415>).
7. Шульгин С.Г., Зинькина Ю.В. Оценка человеческого капитала в макрорегионах России // Экономика региона. – 2021. – Т. 17, № 3. – С. 888–901. – URL: <https://doi.org/10.17059/ekon.reg.2021-3-12>
8. Lee R.D., Carter L.R. Modeling and forecasting US mortality // Journal of the American Statistical Association. – 1992. – Vol. 87, No. 419. – P. 659–671. – URL: <https://doi.org/10.1080/01621459.1992.10475265>