



## Выбор и апробация показателей вариативности динамических рядов, характеризующих среду обитания и здоровье населения

Н.В. Ефимова<sup>1</sup>, Е.В. Бобкова<sup>2</sup>, З.А. Зайкова<sup>3</sup>

<sup>1</sup> ФГБНУ «Восточно-Сибирский институт медико-экологических исследований», ул. 12А микрорайон, д. 3а, г. Ангарск, Иркутская обл., 665826, Российская Федерация

<sup>2</sup> ОГКУЗ «Медицинский информационно-аналитический центр Иркутской области», ул. Грязнова, д. 1, г. Иркутск, 664003, Российская Федерация

<sup>3</sup> ФГБОУ ВО «Иркутский государственный медицинский университет» Минздрава России, ул. Красного восстания, д. 1, г. Иркутск, 664003, Российская Федерация

### Резюме

**Введение.** Комплекс факторов среды обитания на отдельно взятой территории пространственно разнообразен и динамичен, однако опыт применения статистических показателей изменчивости почти не представлен.

**Цель исследования:** выявить наиболее информативные критерии вариативности показателей, характеризующих среду обитания и здоровье населения на примере промышленного центра.

**Материалы и методы.** Рассмотрены 5 критериев (медиана, интерквартильный размах, стандартное отклонение, среднегодовой темп прироста/снижения, коэффициент вариации), применяемых для описания коротких вариационных рядов. Проведен анализ вариативности в системе «среда обитания – здоровье населения» г. Братска по 25 показателям, включающим характеристики загрязнения атмосферного воздуха, климата, социально-экономического состояния, приверженности населения принципам здорового образа жизни, здоровья населения за 2011–2021 гг. Использованы корреляционный и регрессионный анализы.

**Результаты.** Обосновано применение для анализа систем «среда обитания – здоровье населения» коэффициентов вариации и темпа прироста/снижения. Среди элементов системы в г. Братске у 56 % характеристик выявлена незначительная вариативность; распространенность оптимального питания, табакокурения, достаточной физической активности; стоимость основных фондов и заработная плата попали в диапазон слабой вариативности; загрязнение атмосферного воздуха и потребление наркосодержащих веществ – умеренной; распространенность злоупотребления алкоголем и объем инвестиций в основной капитал – заметной вариативности. Характеристики здоровья населения в изучаемый период были менее вариативны, чем показатели среды обитания, что, вероятно, является отражением адаптивных возможностей популяции.

**Заключение.** Для применения в практической деятельности специалистов в области анализа зависимости здоровья населения от факторов риска предложено использовать показатели среднегодового темпа прироста/снижения и коэффициент вариации. Преимуществами совместного применения данных показателей являются: возможность выявить не только разброс изучаемых характеристик, но и направленность динамики; отсутствие зависимости от численного представления рассматриваемых характеристик.

**Ключевые слова:** вариативность, методы, факторы среды, образ жизни, здоровье населения.

**Для цитирования:** Ефимова Н.В., Бобкова Е.В., Зайкова З.А.. Выбор и апробация показателей вариативности динамических рядов, характеризующих среду обитания и здоровье населения // Здоровье населения и среда обитания. 2024. Т. 32. № 6. С. 36–44. doi: 10.35627/2219-5238/2024-32-6-36-44

## Selection and Testing of Variability Indicators of the Time Series Characterizing the Environment and Population Health

Natalia V. Efimova,<sup>1</sup> Elena V. Bobkova,<sup>2</sup> Zoia A. Zaikova<sup>3</sup>

<sup>1</sup> East-Siberian Institute of Medical and Ecological Research, 3a, 12A Microdistrict Street, Angarsk, Irkutsk Region, 665826, Russian Federation

<sup>2</sup> Medical Information Analysis Center of the Irkutsk Region, 1 Gryaznov Street, Irkutsk, 664003, Russian Federation

<sup>3</sup> Irkutsk State Medical University, 1 Krasnogo Vosstaniya Street, Irkutsk, 664003, Russian Federation

### Summary

**Introduction:** The complex of environmental factors on a single territory is spatially diverse and dynamic, but there is almost no experience in using statistical indicators of variability.

**Objective:** To identify the most informative criteria of variability of the indicators characterizing the environment and population health using the example of an industrial city.

**Materials and methods:** We have considered five criteria (median, interquartile range, standard deviation, average annual growth rate, and coefficient of variation) used to describe short variation series. The analysis of variability in the “environment – population health” system of the city of Bratsk was carried out using 25 indicators, including characteristics of ambient air pollution, climate, socio-economic status, commitment to a healthy lifestyle, and population health for the years 2011 to 2021. Correlation and regression analysis were used.

**Results:** We have substantiated the use of coefficients of variation and growth rates for the analysis of the “environment – population health” systems. Among the elements of the system, 56 % of the characteristics in the city of Bratsk showed minor variability; the prevalence of healthy eating, smoking, and sufficient physical activity; the cost of fixed assets and wages fell into the range of low variability; air pollution and drug use – moderate one, while the prevalence of alcohol abuse and the volume of investment in fixed assets demonstrated noticeable variability. Population health characteristics during the study period were less variable than environmental indicators, which is likely a reflection of the adaptive capabilities of the population.

**Conclusion:** For the practical use by specialists analyzing the relationship between risk factors and population health, it is proposed to use the average annual growth rate and the coefficient of variation. The advantages of the combined use of these indicators include the ability to identify not only the spread of the characteristics being studied, but also their trends, and no dependence on numerical representation of the characteristics considered.

**Keywords:** variability, methods, environmental factors, lifestyle, population health.

**Cite as:** Efimova NV, Bobkova EV, Zaikova ZA. Selection and testing of variability indicators of the time series characterizing the environment and population health. *Zdorov'e Naseleniya i Sreda Obitaniya*. 2024;32(6):36–44. (In Russ.) doi: 10.35627/2219-5238/2024-32-6-36-44

**Введение.** Современным направлением исследований становится моделирование зависимостей здоровья от различных факторов с различными сценариями [1–6]. Авторы считают, что оценка полного эффекта изменений комплекса факторов различной природы пока невозможна, но при этом рекомендуют включать широкий перечень детерминант здоровья в будущие модели для более адекватного изучения их влияния, а также смягчения последствий и адаптации [6, 7]. Вариативность (изменчивость) факторов среды обитания определяет необходимость развития компенсаторно-приспособительных механизмов как на индивидуальном, так и на популяционном уровнях. Изменчивость факторов среды обитания обуславливает пространственно-территориальное и иерархическое разнообразие уровней их влияния на состояние здоровья населения, риски для развития болезней на различных территориях [1, 5, 8].

Для предотвращения негативного воздействия факторов среды обитания на здоровье населения в регионах России продолжается реализация анализа данных мониторинга Росгидромета и социально-гигиенического мониторинга Роспотребнадзора [8, 9–11]. В субъектах Байкальского региона особенно актуальна проблема сохранения среды обитания при развитии социально-экономического потенциала, решить которую возможно только при принятии согласованных рациональных и эффективных управленческих решений [12]. Одной из успешных стратегий в данной области является решение проблем программно-целевым методом, что в настоящее время реализуется в рамках федеральной программы «Экология».

В современных исследованиях наибольшее внимание уделяется изменению климата [2, 13, 14] и его влиянию на живые организмы [9, 16, 17]. Многолетние информационные массивы о метеопараметрах анализируются с помощью различных, достаточно сложных, математико-статистических методов, в т. ч. вейвлет-анализа, байесовских систем и др. [18, 19]. Меньшее внимание уделяется изменению других не менее важных факторов среды обитания, связанных с деятельностью человека (социально-экономических, качества атмосферного воздуха и питьевой воды, доступности медицинской помощи и др.). Опыт оценки изменчивости параметров в течение относительно коротких временных рядов практически не представлен.

**Цель исследования:** выявить наиболее информативные критерии вариативности показателей, характеризующих среду обитания и здоровье населения на примере промышленного центра.

**Материалы и методы.** В качестве территории исследования выбран г. Братск – крупный промышленно-энергетический центр Сибири, который является участником проекта «Чистый воздух». Среднегодовая численность населения в период исследования колебалась от 245,1 тыс. человек в 2011 г. до 223,8 тыс. человек в 2021 г. Для изучения системы «среда обитания – здоровье населения» (СО – ЗН) г. Братска были выбраны 25 показателей за 2011–2021 гг.: 2 – по характеристике загрязнения атмосферного воздуха; 3 – по климату; 7 соци-

ально-экономических показателей; 6 – по образу жизни; 7 показателей здоровья населения (табл. 1).

Исследование включало два этапа. На первом этапе проведен описательный анализ данных, которые представлены в виде медианы и интерквартильного размаха (Me, IQR). Для каждого из представляющих интерес параметров среды обитания вариативность характеризовали с помощью стандартного отклонения показателей в течение 11 лет, предшествующих продольному этапу исследования (SD), среднегодовых темпов прироста/снижения (Тпр) и коэффициентов вариации (CV). В связи с небольшим числом наблюдений (11 лет) для выбора показателей вариативности для оценки изменения социально-гигиенической ситуации используются иерархический метод кластерного и тест Спирмена корреляционного анализов.

На втором этапе дана оценка вариативности показателей по наиболее информативным характеристикам. Для оценки степени разнообразия использовали следующие градации:  $CV < 16,7\%$  – незначительная вариативность;  $16,7\% < CV < 33,3\%$  – слабая;  $33,3\% < CV < 50,0\%$  – умеренная;  $CV > 50,0\%$  – заметная вариативность [20]. Все показатели разделены на 2 группы по критериальному значению среднегодового темпа прироста/снижения в  $\pm 3,0\%$ . Далее проведена группировка показателей по коэффициенту вариации. Кроме того, для оценки изменчивости показателей использовался графический метод и полиномиальные уравнения с коэффициентами аппроксимации ( $R^2$ ). Ассоциированность факторов с коэффициентом смертности как наиболее однозначным показателем потерь популяционного здоровья оценивалась с помощью корреляционного анализа (тест Спирмена), значение  $p < 0,05$  считалось статистически значимым. Статистический анализ проводился на основе программного обеспечения Statistica версии 10.0 и Microsoft Excel.

**Результаты.** Результаты оценки вариативности показателей, включенных в систему «СО-ЗН», представлены в табл. 2.

Показатели вариативности разделены на три кластера: 1-й включал только Me; 2-й объединит SD и IQR; 3-й представлен Тпр и CV. Отметим, что 1-й и 2-й кластеры представлены непосредственно в единицах измерения характеристик СО и ЗН, а 3-й – показателями, нормированными относительно средних и переведенными в %. Из всех рассмотренных показателей вариативности наиболее удален 1-й кластер, евклидово расстояние между 1-м и 2-м кластерами составило 15,18; 1-м и 3-м – 27,53, расстояние между 2-м и 3-м кластерами = 12,34.

Результаты корреляционного анализа свидетельствуют о почти полной связи между Me, SD и IQR ( $r = 0,99$ ,  $p = 0,000$ ) (табл. 3). Зависимость между CV и среднегодовым темпом прироста статистически значима ( $r = -0,51$ ,  $p = 0,032$ ), но имеет обратную направленность, и, следовательно, совместно эти показатели будут достаточно полно характеризовать вариативность изучаемых характеристик.

На втором этапе при ранжировании по CV у 56 % рассматриваемых характеристик выявлена незначительная вариативность; распространенность

**Таблица 1. Перечень показателей среды обитания и показателей популяционного здоровья населения г. Братска с условными обозначениями**

**Table 1. The list of indicators of environment and population health in the city of Bratsk with symbols**

Группа показателей / Group of indicators	Наименование показателя / Indicator name	Условное обозначение / Symbol
Загрязнение атмосферного воздуха / Air pollution	Объем валовых выбросов, тыс. т/год / Volume of gross emissions, thousand tons per year	X <sub>1</sub>
	Интегральный показатель загрязнения атмосферы «Р» / Integral indicator of air pollution «P»	X <sub>2</sub>
Климатические параметры / Climatic parameters	Атмосферное давление, мм рт. ст. / Atmospheric pressure, mm Hg	X <sub>3</sub>
	Относительная влажность, % / Relative humidity, %	X <sub>4</sub>
	Среднегодовая температура, °F / Average annual temperature, °F	X <sub>5</sub>
Социально-экономические показатели / Socio-economic indicators	Среднемесячная номинальная начисленная заработная плата работников, занятых на крупных и средних предприятиях, руб. / Average monthly nominal accrued salary of workers employed at large and medium-sized enterprises, rub.	X <sub>6</sub>
	Общая площадь жилых помещений, кв. м/чел. / Total area of residential premises, sq.m/person	X <sub>7</sub>
	Обеспеченность врачами на 10 тыс. населения / Availability of doctors, per 10,000 population	X <sub>8</sub>
	Укомплектованность врачебными кадрами физлиц штатным, % / Staffing of medical personnel of individuals to full-time ones, %	X <sub>9</sub>
	Обеспеченность койками круглосуточного пребывания на 10 тыс. населения / hospital beds, per 10,000 population	X <sub>10</sub>
	Объем инвестиций в основной капитал, за исключением бюджетных средств, руб./чел. / Volume of investments in fixed assets, excluding budgetary funds, rub./person.	X <sub>11</sub>
Характеристики образа жизни / Lifestyle characteristics	Полная учетная стоимость основных фондов предприятий, руб. / Full accounting value of fixed assets of enterprises, rub.	X <sub>12</sub>
	Встречаемость факторов риска НИЗ (отягощенная наследственность БСК, ЗНО, ХОБЛ, СД)* на 100 чел., прошедших диспансеризацию / Occurrence of risk factors of NCD (family history of cardiovascular diseases, cancer, COPD, diabetes),* per 100 people examined	X <sub>13</sub>
	Распространенность оптимального питания на 100 чел., прошедших диспансеризацию / Prevalence of healthy eating, per 100 people examined	X <sub>14</sub>
	Распространенность табакокурения на 100 чел., прошедших диспансеризацию / Prevalence of tobacco smoking, per 100 people examined	X <sub>15</sub>
	Достаточная физическая активность на 100 чел., прошедших диспансеризацию / Sufficient physical activity, per 100 people examined	X <sub>16</sub>
	Распространенность избыточного потребления алкоголя на 100 чел., прошедших диспансеризацию / Prevalence of excessive alcohol consumption, per 100 people examined	X <sub>17</sub>
Показатели здоровья населения / Population health indicators	Распространенность потребления наркосодержащих веществ на 100 чел., прошедших диспансеризацию / Prevalence of drug use, per 100 people examined	X <sub>18</sub>
	Коэффициент смертности на 1000 чел. / Mortality rate, per 1,000 population	X <sub>19</sub>
	Общая заболеваемость на 100 тыс. чел. / Prevalence rate, per 100,000 population	X <sub>20</sub>
	Общая заболеваемость злокачественными новообразованиями на 100 тыс. чел. / Prevalence of malignant neoplasms, per 100,000 population	X <sub>21</sub>
	Общая заболеваемость болезнями системы кровообращения на 100 тыс. чел. / Prevalence of diseases of the circulatory system, per 100,000 population	X <sub>22</sub>
	Общая заболеваемость болезнями органов дыхания на 100 тыс. чел. / Prevalence of respiratory diseases, per 100,000 population	X <sub>23</sub>
	Инвалидность детей на 1000 чел. / Child disability, per 1,000 population	X <sub>24</sub>
Инвалидность взрослых на 1000 чел. / Adult disability, per 1,000 population	X <sub>25</sub>	

Примечание: \* НИЗ – хронические неинфекционные заболевания; БСК – болезни системы кровообращения, ЗНО – злокачественные новообразования, ХОБЛ – хроническая обструктивная болезнь легких, СД – сахарный диабет.

Notes: \*NCD, non-communicable diseases; COPD, chronic obstructive pulmonary disease.

оптимального питания, табакокурения, достаточной физической активности; стоимость основных фондов и заработная плата попали в диапазон слабой вариативности CV загрязнения атмосферного воздуха = 35,4 %, потребление наркосодержащих веществ = 45,6 %, что свидетельствует об умеренной вариативности. Отмечена заметная вариативность по распространенности избыточного потребления алкоголя и объему инвестиций в основной капитал (CV ≥ 50,0 %).

По среднегодовому темпу прироста/снижения все анализируемые показатели можно разделить на 2 группы. В первую группу, с незначительным среднегодовым темпом прироста/снижения (от -3,0 до +3,0 %), вошли 14 показателей: X<sub>2</sub>-X<sub>5</sub>, X<sub>7</sub>-X<sub>11</sub>, X<sub>20</sub>, X<sub>22</sub>-X<sub>25</sub>. Вторую группу, с более значительным среднегодовым темпом прироста/снижения (более ±3,0 %), составили остальные 11 показателей.

Практически у всех показателей, отнесенных к первой группе с незначительными среднегодовыми

**Таблица 2. Характеристика вариативности показателей среды обитания и здоровья населения Братска за 2011–2021 гг.****Table 2. Description of variability of environmental and population health indicators in Bratsk in 2011–2021**

Показатели / Indicators	Me	IQR	Тпр, % / Growth rate, %	SD	CV, %
X <sub>1</sub>	159	50,3	-3,1	19	12,8
X <sub>2</sub>	24	27	-0,9	10	35,4
X <sub>3</sub>	718	9	-0,1	5	0,7
X <sub>4</sub>	71	5	-0,6	5	7,2
X <sub>5</sub>	32	3	-0,62	2	7,2
X <sub>6</sub>	40943	19308	8,9	4	26,4
X <sub>7</sub>	23	2	1,1	1	4,0
X <sub>8</sub>	25	3,6	0,9	11293	5,2
X <sub>9</sub>	47	5,1	0,3	1	4,3
X <sub>10</sub>	53	4,9	-0,7	1	2,9
X <sub>11</sub>	103190	61291	-2,5	2	55,6
X <sub>12</sub>	19281301	1415852	7,1	2	18,2
X <sub>13</sub>	35	22,4	4,9	66105	16,5
X <sub>14</sub>	75	68,1	-6,9	3395971	31,2
X <sub>15</sub>	35	26,6	-7,5	6	29,0
X <sub>16</sub>	50	48,3	-5,2	21	29,3
X <sub>17</sub>	8	9,4	-9,2	9	52,6
X <sub>18</sub>	6	4,5	-9,0	13	45,6
X <sub>19</sub>	14	6,7	3,9	4	13,6
X <sub>20</sub>	190800	48295,5	1,2	2	8,2
X <sub>21</sub>	5393	1887,3	3,5	2	12,4
X <sub>22</sub>	26148	6859,2	-1,0	15457	8,4
X <sub>23</sub>	46957	13805,4	3,0	640	7,9
X <sub>24</sub>	21	1,7	-0,6	2220	2,9
X <sub>25</sub>	88	14,7	-0,6	3751	5,3

Примечание: Me – медиана, IQR – размах, Тпр – среднегодовой темп прироста/снижения, SD – стандартное отклонение, CV – коэффициент вариации.

Notes: Me, median, IQR, interquartile range; Тпр, average annual growth rate; SD, standard error; CV, coefficient of variation.

**Таблица 3. Матрица корреляционных связей между показателями вариативности характеристик среды обитания и здоровья****Table 3. The matrix of correlations between indicators of variability of environmental and population health characteristics**

	Me	Тпр / growth rate	IQR	SD	CV
Me	1,0	–	–	–	–
Тпр / growth rate	0,33	1,0	–	–	–
IQR	0,99	0,34	1,0	–	–
SD	0,99	0,34	0,99	1,0	–
CV	0,02	-0,51	0,04	0,02	1,0

темпами прироста/снижения, коэффициенты вариации менее 16,7 %, исключение составили: загрязнения атмосферного воздуха (X<sub>2</sub>) и объем инвестиций (X<sub>11</sub>).

Во второй группе показателей, где наблюдались среднегодовые темпы прироста/снижения более  $\pm 3$  %, можно отметить 2 подгруппы: 1) 4 показателя с незначительными коэффициентами вариации до 16,7 % (X<sub>1</sub>, X<sub>13</sub>, X<sub>19</sub>, X<sub>21</sub>); 2) 5 характеристик со слабыми коэффициентами вариации от 16,7 до 33,3 % (X<sub>6</sub>, X<sub>12</sub>, X<sub>14</sub>–X<sub>16</sub>).

В динамических рядах четырех показателей коэффициенты вариации более 33,3 %, что свидетельствует о чрезвычайно высокой вариативности (или неоднородности) значений за исследуемый период: X<sub>2</sub>, X<sub>11</sub>, X<sub>17</sub> и X<sub>18</sub>, что наглядно представлено на рисунке. Интегральный показатель загряз-

нения атмосферного воздуха имел тенденцию к снижению в периоды 2011–2014 и 2017–2021 гг., причем уровень 2011 и 2021 гг. не имеют различий «Р» (2011 г. – 24; 2021 г. – 22). Объем инвестиций в основной капитал имеет «пики» в 2017 и 2019 гг., когда уровни превышали показатели других годов в 2–5 раз. В динамике распространенности потребления алкоголя и наркосодержащих веществ отмечается стабильное снижение с 2017 года в 6 и 3 раза соответственно.

Вариативность исследуемых характеристик по группам представлена в табл. 4.

При изучении ассоциированности коэффициента смертности с показателями среды обитания, образа жизни выявлены как прямые статистически связи (с заработной платой  $r = 0,71$  ( $p = 0,049$ ); средней

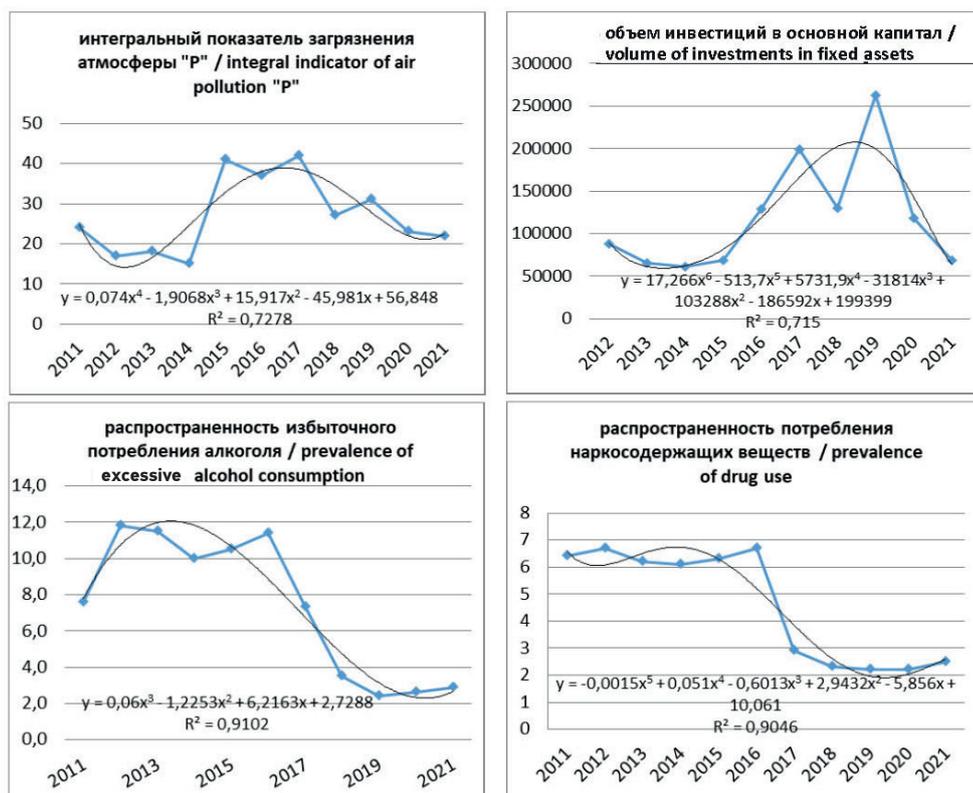


Рисунок. Динамика наиболее вариативных характеристик ( $x_2, x_{11}, x_{17}, x_{18}$ ) в г. Братске за 2011–2021 гг.

Figure. Dynamics of the most variable characteristics ( $x_2, x_{11}, x_{17}, x_{18}$ ) in Bratsk in 2011–2021

площадью жилых помещений  $r = 0,68$  ( $p = 0,050$ ); распространенностью факторов риска ХНИЗ  $r = 0,81$  ( $p = 0,029$ ); табакокурения  $r = 0,79$  ( $p = 0,036$ ); так и обратные (с распространенностью приверженности принципам оптимального питания  $r = -0,76$  ( $p = 0,045$ ) и достаточной физической активностью  $r = -0,68$  ( $p = 0,05$ )). На уровне тенденций отмечена зависимость от обеспеченности врачами  $r = 0,53$  ( $p = 0,062$ ); укомплектованности медицинскими кадрами  $r = -0,51$  ( $p = 0,065$ ); обеспеченности койками круглосуточного пребывания  $r = -0,38$  ( $p = 0,07$ ).

**Обсуждение.** Целью многих современных исследований по-прежнему остается изучение факторов риска здоровью населения, изменяющихся с течением времени: индикаторов CO [1, 10, 21] и образа жизни [22–25] для выявления неблагоприятных последствий, взаимосвязи показателей, анализа

и оценки ситуации, дальнейшего прогноза, разработки и корректировки мер профилактики. Для того чтобы получить надежную оценку вариативности рассматривались пять статистических показателей, отражающих изменчивость вариационного ряда. Все они показали свою применимость для решения задач описания динамики [11, 26]. Мы включили в число таких показателей медиану и ее интерквартильный размах как характеристики средней величины, широко применяемые при описании рядов с непараметрическим распределением и при малом числе наблюдений. Стандартное отклонение было рассмотрено, поскольку это наиболее часто используемый показатель для оценки изменчивости факторов риска, а коэффициент вариации встречается в исследованиях относительно редко. Среднегодовой темп прироста – один из ключевых

Таблица 4. Матрица показателей «среда обитания – здоровье населения» Братска за 2011–2021 гг. по уровню вариативности

Table 4. The matrix of “environment – population health” indicators in Bratsk in 2011–2021 by the level of variability

Группа показателей / Group of indicators	Уровень вариативности / Variability level			
	незначительный / insignificant	слабый / low	умеренный / moderate	заметный / noticeable
Загрязнение атмосферного воздуха / Air pollution	–	$x_1$	–	$x_2$
Климат / Climate	$x_3, x_4, x_5$	–	–	–
Социально-экономические показатели / Socio-economic indicators	$x_7 - x_{10}$	$x_{12}$	$x_6$	$x_{11}$
Образ жизни / Lifestyle	–	$x_{13}$	$x_{14} - x_{16}$	$x_{17}, x_{18}$
Здоровье населения / Population health	$x_{20}, x_{22} - x_{25}$	$x_{19}, x_{21}$	–	–

показателей, применяемых в эпидемиологических исследованиях, который в отличие от всех других показателей отражает направленность тренда к снижению или росту. В результате проведенных нами исследований были выбраны два показателя: коэффициент вариации и темп прироста, имеющие статистически значимые связи и позволяющие отразить вариативность не по средним параметрам (как, например, Me или стандартное отклонение), а по поведению изучаемых характеристик среды обитания в течение всего периода наблюдения. Кроме того, к достоинствам указанных методов можно отнести простоту расчетов, реализованность во встроенных программных комплексах, что позволяет их использовать в практической деятельности врачей при анализе данных социально-гигиенического мониторинга.

При апробации показателей вариативности нами установлено, что за 11 лет мало изменились факторы, характеризующие климат г. Братска, а показатели загрязнения воздуха имели как незаметный (валовые выбросы), так и значительный (интегральный показатель «Р») уровень вариативности. В динамике «Р» выявлен рост в середине периода наблюдения и снижение в 2019–2021 гг., что на фоне сохранения эмиссии от стационарных источников может быть связано с реализацией проекта «Чистый воздух» [27]. Однако анализ динамики концентраций аэро-поллютантов за 30 лет не позволил выявить снижение риска здоровью, связанного с загрязнением приземных слоев атмосферного воздуха [28]. По данным государственного доклада «О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения Российской Федерации в 2022 году», в атмосферном воздухе было зарегистрировано превышение ПДК по 33,3 % исследуемых веществ<sup>1</sup>. В течение 10 лет наиболее разнообразно менялись показатели двух других групп СО. Для динамики большинства социально-экономических показателей были характерны малые уровни вариативности, рост и значительная вариативность выявлены для заработной платы работников и полной учетной стоимости основных фондов предприятий. Среди показателей по образу жизни населения следует отметить положительный факт – заметная вариативность за счет снижения распространенности жителей с привычными бытовыми интоксикациями (потреблением алкоголя и наркотических веществ). По данным статистической формы 11, темп убывания пациентов с диагнозом «синдром зависимости от наркотических веществ» в Российской Федерации за 2000–2020 годы составил –83,1 %, с диагнозом «синдром зависимости от алкоголя» – –69,1 %, в Сибирском федеральном округе – –85,4 и –67,4 % соответственно [29]. Группа характеристик здоровья населения г. Братска в течение 2011–2021 гг. была менее вариативна, чем группы показателей СО. Подобные явления, по мнению ряда авторов, являются отражением адаптивных возможностей популяции [7, 30–32]. Однако недавние данные свидетельствуют о том, что изменчивость факторов риска с течением времени может быть независимым

фактором риска развития сердечно-сосудистых осложнений или увеличения общей смертности [3, 33]. Авторы показали, что изменчивость отдельных факторов риска может обеспечивать дополнительный и независимый сердечно-сосудистый риск, не имеющий прямой связи с величиной и продолжительностью аномального уровня экспозиции. В связи с этим можно предположить, что даже временное увеличение химического загрязнения атмосферного воздуха, пренебрежение здоровьесбережением на индивидуальном уровне могут привести к нарушениям здоровья [22].

С помощью коэффициентов корреляции при анализе среднегодовых данных выявлена зависимость коэффициента смертности от социально-экономических показателей, обеспеченности медицинскими ресурсами, приверженности населения принципам здорового образа жизни. Отсутствие связи смертности с климатическими факторами и загрязнением атмосферного воздуха отражает ограничения использования среднегодовых данных для выявления указанных зависимостей и высокую ассоциированность их при изучении суточных данных [4, 34, 35].

**Ограничения исследования.** Учитывая структуру исследования, возможность обобщения результатов может быть ограничена, и нельзя исключать наличие искажающих факторов. Так, в число используемых характеристик вариативности не попали стандартное отклонение и медиана, что связано наряду с другими причинами и с большими численными различиями между изучаемыми характеристиками среды обитания и здоровья. Возможным устранением этого мешающего влияния может быть приведение к близкой размерности включенных в рассмотрение параметров. Ограничением использования CV является анализ отрицательных величин, в связи с чем среднегодовые температуры были представлены в шкале Фаренгейта, а не Цельсия. В работе не учитывалась вариативность других факторов риска, например доступность неотложной медицинской помощи, мы не проверяли возможную мультиколлинеарность среди изменчивости нескольких факторов риска, возможно, упуская из виду взаимозависимость между различными показателями. Кроме того, при изучении ассоциированности смертности с загрязнением атмосферного воздуха оценка загрязнения представлена интегральным показателем «Р», в котором отдельные поллютанты могли иметь разнонаправленное действие на организм.

**Заключение.** Из числа показателей, характеризующих вариационные ряды, широко применяемых в практической деятельности специалистов в области социально-гигиенического мониторинга, медицинской статистики, эпидемиологии, для оценки вариативности предложены среднегодовой темп прироста/снижения и коэффициент вариации. Преимуществами совместного применения данных показателей являются: возможность показать не только разброс изучаемых характеристик, но и направленность динамики; отсутствие зависимости от численного представления рассматриваемых

<sup>1</sup> О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения Российской Федерации в 2022 году: государственный доклад. [Электронный ресурс.] Режим доступа: [https://rosпотреbnadzor.ru/documents/details.php?ELEMENT\\_ID=25076](https://rosпотреbnadzor.ru/documents/details.php?ELEMENT_ID=25076) (дата обращения 24.04.2024)

характеристик. Уровень вариативности отдельных показателей модели «ОС – ЗН» г. Братска за период 2011–2021 гг. был разнообразен – от незначительного до заметного. В течение исследуемого периода незначительная вариативность среди среднегодовых показателей СО г. Братска наблюдалась по показателям климата, а наиболее разнообразная изменчивость характерна для социально-экономических показателей, загрязнения атмосферного воздуха. Выявлено значительное снижение рас пространенности потребления наркосодержащих веществ и злоупотребления алкоголя.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Liu Y, Tong D, Cheng J, et al. Role of climate goals and clean-air policies on reducing future air pollution deaths in China: A modelling study. *Lancet Planet Health*. 2022;6(2):e92-e99. doi: 10.1016/S2542-5196(21)00326-0
- Williams ML, Lott MC, Kitwiroon N, et al. The Lancet Countdown on health benefits from the UK Climate Change Act: A modelling study for Great Britain. *Lancet Planet Health*. 2018;2(5):e202-e213. doi: 10.1016/S2542-5196(18)30067-6
- von Schneidmesser E, Driscoll C, Rieder HE, Schiferl LD. How will air quality effects on human health, crops and ecosystems change in the future? *Philos Trans A Math Phys Eng Sci*. 2020;378(2183):20190330. doi: 10.1098/rsta.2019.0330
- Chen K, Vicedo-Cabrera AM, Dubrow R. Projections of ambient temperature and air pollution-related mortality burden under combined climate change and population aging scenarios: A review. *Curr Environ Health Rep*. 2020;7(3):243-255. doi: 10.1007/s40572-020-00281-6
- Peng CQ, Lawson KD, Heffernan M, et al. Gazing through time and beyond the health sector: Insights from a system dynamics model of cardiovascular disease in Australia. *PLoS One*. 2021;16(9):e0257760. doi: 10.1371/journal.pone.0257760
- Boyd J, Wilson R, Elsenbroich C, Heppenstall A, Meier P. Agent-based modelling of health inequalities following the complexity turn in public health: A systematic review. *Int J Environ Res Public Health*. 2022;19(24):16807. doi: 10.3390/ijerph192416807
- Weber E, Downward GS, Ebi KL, Lucas PL, van Vuuren D. The use of environmental scenarios to project future health effects: A scoping review. *Lancet Planet Health*. 2023;7(7):e611-e621. doi: 10.1016/S2542-5196(23)00110-9
- Бакиров А.Б., Гимранова Г.Г., Абдрахманова Е.Р. и др. Использование данных социально-гигиенического мониторинга для оценки риска развития болезней органов дыхания при воздействии аэрополлютантов // Гигиена и санитария. 2020. Т. 99. № 9. С. 980-985. doi: 10.47470/0016-9900-2020-99-9-980-985
- Шур П.З., Хасанова А.А., Цинкер М.Ю., Зайцева Н.В. Методические подходы к оценке риска здоровью населения в условиях сочетанного воздействия климатических факторов и обусловленного ими химического загрязнения атмосферы // Анализ риска здоровью. 2023. № 2. С. 58–68. doi: 10.21668/health.risk/2023.2.05
- Май И.В., Зайцева Н.В. Показатели риска и вреда здоровью населения в системе новых механизмов мониторинга и управления качеством воздуха. Здоровье населения и среда обитания. 2022. № 10. С. 7–15. doi: 10.35627/2219-5238/2022-30-10-7-15
- Замятина М.Ф. Экологическая компонента социального сектора экономики региона в контексте устойчивого развития // Экономика Северо-Запада: проблемы и перспективы развития. 2021. № 4 (67). С. 4–18. doi: 10.52897/2411-4588-2021-4-4-18
- Фомин М.В., Смирнов О.О. Устойчивость пространственного развития регионов Сибири и Дальнего Востока России // Вопросы государственного и муниципального управления. 2022. № 1. С. 124–147. doi: 10.17323/1999-5431-2022-0-1-124-147
- Анисимов О.А., Жильцова Е.Л., Шаповалова К.О., Ершова А.А. Анализ индикаторов изменения климата. Часть 2. Северо-западный регион России // Метеорология и гидрология. 2020. № 1. С. 23–35.
- Weinberger KR, Zanobetti A, Schwartz J, Wellenius GA. Effectiveness of National Weather Service heat alerts in preventing mortality in 20 US cities. *Environ Int*. 2018;116:30-38. doi: 10.1016/j.envint.2018.03.028
- Malhi Y, Franklin J, Seddon N, et al. Climate change and ecosystems: Threats, opportunities and solutions. *Philos Trans R Soc Lond B Biol Sci*. 2020;375(1794):20190104. doi: 10.1098/rstb.2019.0104
- World Health Organization. *Gender, Climate Change and Health*. Geneva: WHO Press; 2014. Accessed June 26, 2024. <https://www.who.int/publications/i/item/9789241508186>
- Шапошников Д.А., Ревич Б.А. Оценка зависимости избыточной смертности населения в городах арктического макрорегиона от температурных волн // Экология человека. 2023. № 4. С. 287–300. doi: 10.17816/humeco111013
- Fareed Z, Bashir MF, Bilal, Salem S. Investigating the co-movement nexus between air quality, temperature, and COVID-19 in California: Implications for public health. *Front Public Health*. 2021;9:815248. doi: 10.3389/fpubh.2021.815248
- Zhang Y, Isukapalli S, Bielory L, Georgopoulos P. Bayesian analysis of climate change effects on observed and projected airborne levels of birch pollen. *Atmos Environ (1994)*. 2013;68:64-73. doi: 10.1016/j.atmosenv.2012.11.028
- Прокофьев В.А., Толмачев М.Н., Головкин М.В. Вопросы оценки и нормирования коэффициента вариации // Вопросы экономики и права. 2017. № 10. С. 34–37.
- Черных Д.А., Бельская Е.Н., Тасейко О.В. Климатические характеристики как потенциальные факторы риска для здоровья населения Красноярского края. Сообщение 1. Здоровье населения и среда обитания. 2021. № 1. С. 54–62. doi: 10.35627/2219-5238/2021-334-1-54-62
- Шарыпова С.Ю., Гордеева С.С. Рискогенное поведение россиян в сфере здоровья: динамика и факторы воздействия // Анализ риска здоровью. 2023. № 4. С. 54–67. doi: 10.21668/health.risk/2023.4.05
- Покида А.Н., Зыбуновская Н.В. Реализация принципов здорового образа жизни в современных условиях россиянами различных социально-демографических групп // Здоровье населения и среда обитания. 2024. № 32(1). С. 15–27. doi: 10.35627/2219-5238/2024-32-1-15-27
- Мозганов М.Ю., Николаева Н.И., Филин А.С., Малышек В.В., Онищенко Г.Г. Анализ отдельных перспективных направлений развития оценки риска для здоровья населения в Российской Федерации (обзор литературы) // Гигиена и санитария. 2024. Т. 103. № 1. С. 76–80. doi: 10.47470/0016-9900-2024-103-1-76-80
- Джи К., Росалам Че Ме, Хайрул М.К., Рухайзин С. Здоровый образ жизни как средство управления рисками для здоровья: компоненты и факторы. Аналитический обзор // Анализ риска здоровью. 2023. № 4. С. 158–171. doi: 10.21668/health.risk/2023.4.15
- Jia L, Sun J, Fu Y. Spatiotemporal variation and influencing factors of air pollution in Anhui Province. *Heliyon*. 2023;9(5):e15691. doi: 10.1016/j.heliyon.2023.e15691

<https://doi.org/10.35627/2219-5238/2024-32-6-36-44>

Original Research Article

27. Зайцева Н.В., Май И.В. Основные итоги, перспективы применения и совершенствования оценки риска здоровью населения сибирских городов – участников проекта «Чистый воздух» (Братск, Норильск, Красноярск, Чита) // Гигиена и санитария. 2021. № 100(5). С. 519–27. doi: 10.47470/0016-9900-2021-100-5-519-527
  28. Ефимова Н.В., Рукавишников В.С. Оценка загрязнения атмосферного воздуха г. Братска на основе анализа многолетних наблюдений // Гигиена и санитария. 2022. Т. 101. № 9. С. 998–1003. doi: 10.47470/0016-9900-2022-101-9-998-1003
  29. Семенова Н.В., Вишняков Н.И., Куркова Е.С. и др. Заболеваемость наркоманией и алкоголизмом в Российской Федерации в первых двух десятилетиях XXI века. Динамика и основные тенденции // Социальные аспекты здоровья населения. 2022. № 68(4). С. 15. doi: 10.21045/2071-5021-2022-68-4-15
  30. Ермолаева П.О., Яницкий О.Н., Башева О.А., Ермолаева Ю.В., Кузнецова И.Б. Социально-экологическая «устойчивость через изменения» российских городов: поиск теоретико-методологических перспектив // Мониторинг общественного мнения: экономические и социальные перемены. 2019. № 2 (150). С. 80–94. doi: 10.14515/monitoring.2019.2.04
  31. Сергеев Ю.Н., Кулеш В.П., Дмитриев В.В. Теория и практика оценка качества жизни населения России на текущем вековом интервале // Биосфера. 2021. Т. 13. № 3. С. 49–85. doi: 10.24855/biosfera.v13i3.590
  32. Лозовская С.А., Косолапов А.Б., Степанько Н.Г. Подходы к разработке концептуальной модели формирования адаптации населения на примере Республики Саха (Якутия) // Успехи современного естествознания. 2022. № 4. С. 61–67. doi: 10.17513/use.37810
  33. Messerli FH, Hofstetter L, Rimoldi SF, Rexhaj E, Bangalore S. Risk factor variability and cardiovascular outcome: JACC review topic of the week. *J Am Coll Cardiol*. 2019;73(20):2596–2603. doi: 10.1016/j.jacc.2019.02.063
  34. Michetti M, Gualtieri M, Anav A, et al. Climate change and air pollution: Translating their interplay into present and future mortality risk for Rome and Milan municipalities. *Sci Total Environ*. 2022;830:154680. doi: 10.1016/j.scitotenv.2022.154680
  35. Yan M, Li T. A review of the interactive effects of climate and air pollution on human health in China. *Curr Environ Health Rep*. 2024;11(2):102–108. doi: 10.1007/s40572-024-00432-z
- REFERENCES**
1. Liu Y, Tong D, Cheng J, et al. Role of climate goals and clean-air policies on reducing future air pollution deaths in China: A modelling study. *Lancet Planet Health*. 2022;6(2):e92–e99. doi: 10.1016/S2542-5196(21)00326-0
  2. Williams ML, Lott MC, Kitwiroon N, et al. The Lancet Countdown on health benefits from the UK Climate Change Act: A modelling study for Great Britain. *Lancet Planet Health*. 2018;2(5):e202–e213. doi: 10.1016/S2542-5196(18)30067-6
  3. von Schneidmesser E, Driscoll C, Rieder HE, Schiferl LD. How will air quality effects on human health, crops and ecosystems change in the future? *Philos Trans A Math Phys Eng Sci*. 2020;378(2183):20190330. doi: 10.1098/rsta.2019.0330
  4. Chen K, Vicedo-Cabrera AM, Dubrow R. Projections of ambient temperature and air pollution-related mortality burden under combined climate change and population aging scenarios: A review. *Curr Environ Health Rep*. 2020;7(3):243–255. doi: 10.1007/s40572-020-00281-6
  5. Peng CQ, Lawson KD, Heffernan M, et al. Gazing through time and beyond the health sector: Insights from a system dynamics model of cardiovascular disease in Australia. *PLoS One*. 2021;16(9):e0257760. doi: 10.1371/journal.pone.0257760
  6. Boyd J, Wilson R, Elsenbroich C, Heppenstall A, Meier P. Agent-based modelling of health inequalities following the complexity turn in public health: A systematic review. *Int J Environ Res Public Health*. 2022;19(24):16807. doi: 10.3390/ijerph192416807
  7. Weber E, Downward GS, Ebi KL, Lucas PL, van Vuuren D. The use of environmental scenarios to project future health effects: A scoping review. *Lancet Planet Health*. 2023;7(7):e611–e621. doi: 10.1016/S2542-5196(23)00110-9
  8. Bakirov AB, Gimranova GG, Abdrakhmanova ER, et al. The use of public health monitoring data for the assessment of the risk of developing diseases of respiratory organs under exposure to aeropollutants. *Gigiena i Sanitariya*. 2020;99(9):980–985. (In Russ.) doi: 10.47470/0016-9900-2020-99-9-980-985
  9. Shur PZ, Khasanova AA, Tsinker MYu, Zaitseva NV. Methodical approaches to assessing public health risks under combined exposure to climatic factors and chemical air pollution caused by them. *Health Risk Analysis*. 2023;2(2):58–68. doi: 10.21668/health.risk/2023.2.05.eng
  10. May IV, Zaitseva NV. Population health risk and harm indicators in the system of new mechanisms for air quality monitoring and management. *Zdorov'e Naseleeniya i Sreda Obitaniya*. 2022;30(10):7–15. (In Russ.) doi: 10.35627/2219-5238/2022-30-10-7-15
  11. Zamyatina MF. The ecological component of the social sector of the regional economy in the context of sustainable development. *Ekonomika Severo-Zapada: Problemy i Perspektivy Razvitiya*. 2021;4(67):4–18. (In Russ.) doi: 10.52897/2411-4588-2021-4-4-18
  12. Fomin MV, Smirnov OO. Spatial development sustainability of Siberia and the Russian Far East regions. *Voprosy Gosudarstvennogo i Munitsipal'nogo Upravleniya*. 2022;1(1):124–147. (In Russ.) doi: 10.17323/1999-5431-2022-0-1-124-147
  13. Anisimov OA, Zhil'tsova EL, Shapovalova KO, Ershova AA. Analysis of climate change indicators. Part 2. Northwestern Russia. *Russian Meteorology and Hydrology*. 2020;45(1):13–21. doi: 10.3103/S1068373920010021
  14. Weinberger KR, Zanobetti A, Schwartz J, Wellenius GA. Effectiveness of National Weather Service heat alerts in preventing mortality in 20 US cities. *Environ Int*. 2018;116:30–38. doi: 10.1016/j.envint.2018.03.028
  15. Malhi Y, Franklin J, Seddon N, et al. Climate change and ecosystems: Threats, opportunities and solutions. *Philos Trans R Soc Lond B Biol Sci*. 2020;375(1794):20190104. doi: 10.1098/rstb.2019.0104
  16. World Health Organization. *Gender, Climate Change and Health*. Geneva: WHO Press; 2014. Accessed June 26, 2024. <https://www.who.int/publications/i/item/9789241508186>
  17. Shaposhnikov DA, Revich BA. Impact of heat waves and cold spells on mortality in cities located in the Russian Arctic macroregion. *Ekologiya Cheloveka*. 2023;4(4):287–300. (In Russ.) doi: 10.17816/humeco111013
  18. Fareed Z, Bashir MF, Bilal, Salem S. Investigating the co-movement nexus between air quality, temperature, and COVID-19 in California: Implications for public health. *Front Public Health*. 2021;9:815248. doi: 10.3389/fpubh.2021.815248
  19. Zhang Y, Isukapalli S, Bielory L, Georgopoulos P. Bayesian analysis of climate change effects on observed and projected airborne levels of birch pollen. *Atmos Environ* (1994). 2013;68:64–73. doi: 10.1016/j.atmosenv.2012.11.028

20. Prokofiev VA, Tolmachev MN, Golovko MV. Questions of estimation and normalization of the variation coefficient. *Voprosy Ekonomiki i Prava*. 2017;(112):34-37. (In Russ.)
21. Chernykh DA, Bel'skaya EN, Taseiko OV. Climate characteristics as potential risk factors for the population health of the Krasnoyarsk Region. Part 1. *Zdorov'e Naseleniya i Sreda Obitaniya*. 2021;(1(334)):54-62. (In Russ.) doi: 10.35627/2219-5238/2021-334-1-54-62
22. Sharypova SYu, Gordeeva SS. Risky health-related behavior of Russians: Dynamics and impact factors. *Health Risk Analysis*. 2023;(4):54-67. doi: 10.21668/health.risk/2023.4.05.eng
23. Pokida AN, Zybunovskaya NV. Implementation of principles of a healthy lifestyle by contemporary Russians from different socio-demographic groups. *Zdorov'e Naseleniya i Sreda Obitaniya*. 2024;32(1):15-27. (In Russ.) doi: 10.35627/2219-5238/2024-32-1-15-27
24. Mozganov MYu, Nikolaeva NI, Filin AS, Malyshek VV, Onishchenko GG. Analysis of some promising directions of the development of the public health risk assessment in the Russian Federation (review article). *Gigiena i Sanitariya*. 2024;103(1):76-80. (In Russ.) doi: 10.47470/0016-9900-2024-103-1-76-80
25. Ji K, Rosalam ChMe, Khairul MK, Ruhaizin S. Healthy lifestyle as a way to manage health risks: Components and factors. Analytical review. *Health Risk Analysis*. 2023;(4):158-171. doi: 10.21668/health.risk/2023.4.15.eng
26. Jia L, Sun J, Fu Y. Spatiotemporal variation and influencing factors of air pollution in Anhui Province. *Heliyon*. 2023;9(5):e15691. doi: 10.1016/j.heliyon.2023.e15691
27. Zaitseva NV, May IV. Main results, prospects of application and improvement of the health risk assessment of the population of Siberian cities – participants of the "Clean Air" project (Bratsk, Norilsk, Krasnoyarsk, Chita). *Gigiena i Sanitariya*. 2021;100(5):519-527. (In Russ.) doi: 10.47470/0016-9900-2021-100-5-519-527
28. Efimova NV, Rukavishnikov VS. Assessment of air pollution based on the analysis of long-term observations in the city of Bratsk. *Gigiena i Sanitariya*. 2022;101(9):998-1003. (In Russ.) doi: 10.47470/0016-9900-2022-101-9-998-1003
29. Semenova NV, Vishnyakov NI, Kurkova ES, et al. Incidence of drug addiction and alcoholism in the Russian Federation in the first two decades of the XXI century. Dynamics and main trends. *Sotsial'nye Aspekty Zdorov'ya Naseleniya*. 2022;68(4):15. (In Russ.) doi: 10.21045/2071-5021-2022-68-4-15
30. Ermolaeva PO, Yanitsky ON, Basheva OA, Ermolaeva YuV, Kuznetsova IB. Social and environmental "sustainability through changes" of Russian mega-cities: The search for theoretical and methodological approaches. *Monitoring Obshchestvennogo Mneniya: Ekonomicheskie i Sotsial'nye Peremeny*. 2019;(2(150)):80-94. (In Russ.) doi: 10.14515/monitoring.2019.2.04
31. Sergeev YuN, Kulesh VP, Dmitriev VV. Theory and practice of assessing the quality of life of the population of Russia over the current secular interval. *Biosfera*. 2021;13(3):49-85. (In Russ.) doi: 10.24855/biosfera.v13i3.590
32. Lozovskaya SA, Kosolapov AB, Stepanko NG. Approaches to the development of a conceptual model of population adaptation formation on the example of the Republic of Saka (Yakutia). *Uspekhi Sovremennogo Estestvoznaniya*. 2022;(4):61-67. (In Russ.) doi: 10.17513/use.37810
33. Messerli FH, Hofstetter L, Rimoldi SF, Rexhaj E, Bangalore S. Risk factor variability and cardiovascular outcome: JACC review topic of the week. *J Am Coll Cardiol*. 2019;73(20):2596-2603. doi: 10.1016/j.jacc.2019.02.063
34. Michetti M, Gualtieri M, Anav A, et al. Climate change and air pollution: Translating their interplay into present and future mortality risk for Rome and Milan municipalities. *Sci Total Environ*. 2022;830:154680. doi: 10.1016/j.scitotenv.2022.154680
35. Yan M, Li T. A review of the interactive effects of climate and air pollution on human health in China. *Curr Environ Health Rep*. 2024;11(2):102-108. doi: 10.1007/s40572-024-00432-z

**Сведения об авторах:**

**Ефимова** Наталья Васильевна – д.м.н., профессор, ведущий научный сотрудник лаборатории эколого-гигиенических исследований ФГБНУ «Восточно-Сибирский институт медико-экологических исследований»; e-mail: medecolab@inbox.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7218-2147>.

**Бобкова** Елена Викторовна – заместитель директора по медицинской статистике ОГКУЗ «Медицинский информационно-аналитический центр Иркутской области»; e-mail: evb@miac-io.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8914-7903>.

✉ **Зайкова** Зоя Александровна – к.м.н., доцент, доцент кафедры общей гигиены ФГБОУ ВО «Иркутский государственный медицинский университет» Минздрава России; e-mail: zaikovazoya@mail.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8104-4264>.

**Информация о вкладе авторов:** концепция и дизайн исследования: Ефимова Н.В.; сбор и обработка материала, статистическая обработка материала: Бобкова Е.В., Зайкова З.А., Ефимова Н.В.; написание текста: Зайкова З.А., Бобкова Е.В. Все авторы рассмотрели результаты и одобрили окончательный вариант рукописи.

**Соблюдение этических стандартов:** данное исследование представления заключения комитета по биомедицинской этике или иных документов не требует.

**Финансирование:** спонсорской поддержки исследование не имело.

**Конфликт интересов:** авторами декларируется отсутствие любых конфликтов интересов в связи с публикацией данной статьи.

Статья получена: 03.05.24 / Принята к публикации: 10.06.24 / Опубликовано: 28.06.24

**Author information:**

Natalia V. Efimova, Dr. Sci. (Med.), Prof.; Leading Researcher, Laboratory of Environmental Health Research, East-Siberian Institute of Medical and Ecological Research; e-mail: medecolab@inbox.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7218-2147>.

Elena V. Bobkova, Deputy Director for Medical Statistics, Medical Information Analysis Center of the Irkutsk Region; e-mail: evb@miac-io.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8914-7903>.

✉ Zoia A. Zaikova, Cand. Sci. (Med.), Docent, Associate Professor, Department of General Hygiene, Irkutsk State Medical University; e-mail: zaikovazoya@mail.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8104-4264>.

**Author contributions:** study conception and design: Efimova N.V.; data collection and processing, statistical analysis: Bobkova E.V., Zaikova Z.A., Efimova N.V.; draft manuscript preparation: Zaikova Z.A., Bobkova E.V. All authors reviewed the results and approved the final version of the manuscript.

**Compliance with ethical standards:** Not applicable.

**Funding:** This research received no external funding.

**Conflict of interest:** The authors have no conflicts of interest to declare.

Received: May 3, 2024 / Accepted: June 10, 2024 / Published: June 28, 2024