



Характеристика малых и средних городов Иркутской области по уровням первичной заболеваемости детей и загрязнения атмосферы

З.А. Зайкова¹, Е.В. Бобкова²

¹ ФГБОУ ВО «Иркутский государственный медицинский университет» Минздрава России, ул. Красного Восстания, д. 1, г. Иркутск, 664003, Российская Федерация

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

Резюме

Введение. Загрязнение воздуха влияет на состояние здоровья населения, наносит немалый ущерб экономике, препятствуя развитию городов, в том числе малых, где проживает больше половины населения страны.

Цель исследования: дать характеристику малых и средних городов Иркутской области по уровням первичной заболеваемости детей и загрязнения атмосферы.

Материалы и методы. Атмосферный воздух по уровню загрязняющих веществ оценивался на основании ежегодных отчетов Росгидромета. Анализ показателей первичной заболеваемости детей 5 малых и средних городов Иркутской области проведен по 16 классам болезней по данным отчетных форм и сборников Минздрава за 2015–2022 гг. Использовались методы сравнительного анализа, расчет показателя здоровья и оценки достоверности различий по *t*-критерию Стьюдента.

Результаты. В Приоритетный список наиболее загрязненных городов России в 2021 г. входили 7 городов Иркутской области. В малых и средних городах из этого списка регистрировались превышения ПДК по бенз(а)пирену, формальдегиду, диоксиду азота, хлориду водорода, взвешенным веществам, PM10. Среднегодовое превышение уровня первичной заболеваемости детей за 2015–2022 гг. достоверно превышало в 1,1–1,4 раза уровень РФ в 3 городах: Шелехов, Усолье-Сибирское и Свирск. Во всех анализируемых городах отличается число классов болезней с высоким уровнем заболеваемости среди детей (4–7 лет), перечень классов и кратности превышения общероссийских уровней (от 1,1 до 3,8 раза), что определяется специфичностью воздействия местных факторов окружающей среды.

Заключение. Уровни загрязнения атмосферного воздуха в 5 малых и средних городах Иркутской области оцениваются как очень высокие с индексами загрязнения атмосферы в 2022 г. от 22 до 45. Определен рейтинг городов по заболеваемости детей (по убыванию от самого неблагоприятного): Шелехов, Усолье-Сибирское, Свирск, Зима, Черемхово.

Ключевые слова: загрязнение атмосферного воздуха, первичная заболеваемость детей, Иркутская область.

Для цитирования: Зайкова З.А., Бобкова Е.В. Характеристика малых и средних городов Иркутской области по уровням первичной заболеваемости детей и загрязнения атмосферы // Здоровье населения и среда обитания. 2023. Т. 31. № 10. С. 54–61. doi: 10.35627/2219-5238/2023-31-10-54-61

Characteristics of Small and Medium-Sized Towns of the Irkutsk Region in Terms of Ambient Air Pollution and Incidence Rates in the Child Population

Zoia A. Zaikova,¹ Elena V. Bobkova²

¹ Irkutsk State Medical University, 1 Krasnoe Vosstanie Street, Irkutsk, 664003, Russian Federation

² Medical Information and Analytical Center of the Irkutsk Region,
1 Gryaznov Street, Irkutsk, 664003, Russian Federation

Summary

Introduction: Air pollution affects human health and causes considerable damage to the economy by hindering urban development, including that of small towns inhabited by more than half of the Russian population.

Objective: To characterize small and medium-sized towns of the Irkutsk Region in terms of ambient air pollution and incidence rates in the child population.

Materials and methods: Ambient air pollution was assessed based on annual reports issued by the Federal Service for Hydrometeorology and Environmental Monitoring (Roshydromet). Incidence rates in children living in five small and medium-sized towns of the Irkutsk Region were analyzed by 16 disease categories based on report forms and collections of the Ministry of Health for 2015–2022. We applied methods of comparative analysis, calculated health indicators, and established the significance of differences using Student's *t*-test.

Results: The 2021 Priority List of the Most Polluted Russian Cities included seven towns of the Irkutsk Region. In small and medium-sized regional towns from this list, high ambient concentrations of benzo(a)pyrene, formaldehyde, hydrogen chloride, nitrogen dioxide, total suspended particles, and PM10 were registered, all exceeding maximum permissible levels. In 2015–2022, long-term incidence rates in children were 1.1–1.4 times higher than the national averages in the towns of Shelekhov, Usolye-Sibirskoye, and Svirsk. In all the towns under study, the number of disease categories with a high incidence among children (4–7 years of age), the list of categories, and the multiplicity of excess of the Russian rates (1.1 to 3.8 times) differ, which is determined by specifics of effects of local environmental factors.

Conclusions: The levels of ambient air pollution in five small and medium-sized towns of the Irkutsk Region are assessed as very high with air pollution indices in 2022 ranging from 22 to 45. In the descending order of disease incidence in children, the regional towns were ranked as follows: Shelekhov, Usolye-Sibirskoye, Svirsk, Zima, Cheremkhovo.

Keywords: ambient air pollution, incidence, children, Irkutsk Region

For citation: Zaikova ZA, Bobkova EV. Characteristics of small and medium-sized towns of the Irkutsk Region in terms of ambient air pollution and incidence rates in the child population. *Zdorov'e Naseleniya i Sreda Obitaniya*. 2023;31(10):54–61. (In Russ.) doi: 10.35627/2219-5238/2023-31-10-54-61

Введение. Загрязнение атмосферного воздуха относится к наиболее острым экологическим проблемам современных городов России [1–8]. Высокие концентрации загрязняющих веществ отрицательно влияют на здоровье населения, приносят огромный ущерб [1–3, 5–7, 9–15]. Стоимостная оценка экономического ущерба от выбросов в атмосферу для здоровья, по расчетам специалистов, составляет до 5 % ВВП [16], 15–16 % ВРП [17]. Рост экономики во многом обусловлен развитием малых городов, где проживает более половины населения России. Загрязнение воздуха в первую очередь ухудшает здоровье наиболее чувствительной группы – у детей развиваются серьезные последствия для органов дыхания, кровообращения, нервной системы и др. [15, 18–28].

Цель исследования: дать характеристику малых и средних городов Иркутской области по уровням первичной заболеваемости детей и загрязнения атмосферы.

Материалы и методы. Использовались информация ежегодных отчетов Росгидромета; форм № 12 и сборников «Заболеваемость детского населения России (0–14 лет) с диагнозом, установленным впервые в жизни» за 2015–2022 гг. (показатели за 2022 г. предварительные). Оценка уровней загрязнения атмосферного воздуха веществами проводилась по индексам загрязнения атмосферы (ИЗА) по 5 приоритетным веществам и сравнению среднегодовых концентраций с ПДКсг по СанПиН 1.2.3685–21¹. ПДКсс использовались, если допущенные к применению государственной наблюдательной сети методики измерений не позволяли получить надежные оценки уровня загрязнения за год по отношению к ПДКсг (хлор, медь) и в случае отсутствия ПДКсг (диоксид серы). Анализ загрязнения атмосферного воздуха и показателей первичной заболеваемости детского населения на 100 тыс. по 16 классам МКБ–10 был проведен по трем малым городам Иркутской области (Зима, Свирск, Шелехов) и двум средним городам (Черемхово, Усолье-Сибирское). Расчет показателей здоровья (ПЗ) проводился согласно МР № 01-19/17-17 как отношение суммарного показателя по 8 классам болезней МКБ–10 (III, IV, VI, IX–XII, XIV) к аналогичному показателю по РФ. В работе использовались методы сравнительного анализа; оценка достоверности различий показателей заболеваемости проводилась по *t*-критерию Стьюдента ($p < 0,05$).

Результаты. Объемы загрязняющих веществ, выбрасываемых от стационарных источников в атмосферу Иркутской области, выросли на 15,7 % с 683,9 тыс. тонн в 2015 г. до 739,3 тыс. тонн в 2022 г. На сложившуюся экологическую ситуацию влияют выбросы предприятий по добыче и первичной переработке сырья таких отраслей промышленности, как металлургия, энергетика и др. [3, 6, 8, 13–15, 29]. В 2021 г. 7 городов Иркутской области входили в Приоритетный список из 42 наиболее загрязненных городов РФ. Город Зима находится в Приоритетном списке в течение всего исследуемого периода;

гг. Усолье-Сибирское, Шелехов и Черемхово – с 2016 г., г. Свирск – с 2017 г.

По данным за 2022 г., число наблюдаемых веществ в атмосферном воздухе в гг. Зима и Шелехове – 18; г. Усолье-Сибирском – 17; г. Свирске – 13; г. Черемхово – 8. Зарегистрировано превышение ПДК по следующим веществам в атмосферном воздухе в среднем за 2015–2022 гг.: бенз(а)пирена во всех анализируемых городах области в 5,1–12,2 раза, взвешенными веществами в 4 городах – в 1,7–2,7 раза; формальдегида в 3 городах – в 2,7–4,0 раза; хлорида водорода в г. Зима – в 3,8 раза; диоксида азота в г. Черемхово – в 1,3 раза (табл. 1). Концентрация PM₁₀ в г. Шелехове превышала ПДК в 1,7 раза в среднем за 2018–2022 гг.; г. Черемхово – в 1,2 раза в 2022 г.; концентрация PM_{2,5} – на уровне 0,8 ПДК в г. Черемхово в 2022 г. В перечень мониторируемых веществ во всех городах, кроме г. Черемхово, входит 7 тяжелых металлов, уровни загрязнения которыми не превышали ПДК.

В течение 2015–2022 гг. амплитуда колебаний ИЗА по пяти веществам (ИЗА(5)) находилась в пределах (рисунок): г. Зима – 19–58; г. Свирск – 2–60; г. Усолье-Сибирское – 12–35; г. Черемхово – 7–32; г. Шелехов – 11–30. Во всех городах максимальное значение ИЗА(5) приходилось на 2018–2019 гг., кроме г. Черемхово, где максимум был зарегистрирован в 2022 г. Значения ИЗА(5) в гг. Свирске, Усолье-Сибирском и Шелехове в 2015–2017 гг. были ориентировочными вследствие работы одной станции наблюдения в опытном режиме. На рисунке видно, что наиболее высокие значения ИЗА(5) отмечены в г. Свирске в 2017–2022 гг. – от 28 до 60.

Среднегодовые уровни первичной заболеваемости детского населения за 2015–2022 гг. достоверно превышали в 1,1–1,4 раза аналогичный уровень по РФ (170 906,9 на 100 тыс.) по трем городам Иркутской области ($t \geq 2$, $p < 0,01$): г. Шелехов (234 468,2), г. Усолье-Сибирское (209 038,2), г. Свирск (182 707,3 на 100 тыс.) – табл. 2.

Наиболее высокий показатель здоровья (ПЗ) зарегистрирован в г. Шелехове (1,44) – табл. 3. Исходя из значений ПЗ, неблагоприятное влияние окружающей среды на здоровье отмечается также у детей г. Усолье-Сибирского (1,33) и г. Свирска (1,11). При значении ПЗ < 1 состояние здоровья детей г. Зима (0,96) и г. Черемхово (0,82) оценивается как более благополучное.

В среднем за 2015–2022 гг. уровни первичной заболеваемости детей достоверно превышали общероссийские показатели в городах: Зима – в 1,4–2,1 раза по 4 классам; Свирск – в 1,1–3,8 раза по 4 классам и общему показателю; Усолье-Сибирское – в 1,1–1,4 раза по 4 классам и общему показателю; Черемхово – в 1,1–2,2 по 3 классам; Шелехов – в 1,1–3,0 раза по 7 классам болезней и общему показателю ($t \geq 2$, $p < 0,05$).

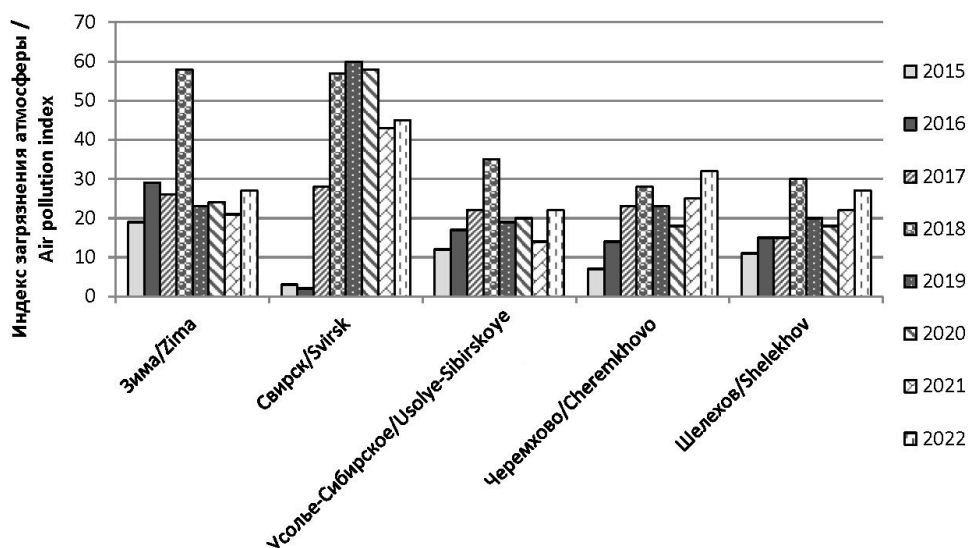
Обсуждение. В России ежегодно формируются Приоритетный список городов с наибольшим уровнем загрязнения атмосферного воздуха

¹ СанПиН 1.2.3685–21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания». М.: Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, 2022. 668 с.

² МР № 01-19/17-17 «Комплексное определение антропогенной нагрузки на водные объекты, почву, атмосферный воздух в районах селитебного освоения», утверждены Заместителем Председателя Госкомсанэпиднадзора России Г.Г.Онищенко 26.02.1996.

Таблица 1. Приоритетные загрязняющие вещества атмосферного воздуха со среднегодовыми концентрациями 2015–2022 гг. (мг/м³ и доли ПДК)**Table 1. Priority air pollutants and their average annual concentrations in 2015–2022 (mg/m³ and MPC fraction)**

Города / Towns	Приоритетные вещества / Priority pollutants	q_{2015}	q_{2022}	$q_{2015-2022}/\text{ПДК} / q_{2015-2022}/\text{MPC}$
Зима / Zima	бенз(а)пирен / benzo(a)pyrene	$6,6 \cdot 10^{-6}$	$5,8 \cdot 10^{-6}$	8,0
	формальдегид / formaldehyde	0,006	0,013	2,7
	хлорид водорода / hydrogen chloride	0,071	0,075	3,8
	сероводород / hydrogen sulfide	0,002	0,001	0,9
	диоксид азота / nitrogen dioxide	0,027	0,023	0,8
Свирск / Svirsk	бенз(а)пирен / benzo(a)pyrene	—	$11,9 \cdot 10^{-6}$	12,2
	взвешенные вещества / suspended solids	0,135	0,213	2,0
	диоксид азота / nitrogen dioxide	0,073	0,015	0,9
	диоксид серы / sulfur dioxide	0,030	0,018	0,4
	оксид углерода / carbon monoxide	—	0,5	0,1
Усолье-Сибирское / Usolye-Sibirskoye	бенз(а)пирен / benzo(a)pyrene	$3,8 \cdot 10^{-6}$	$6,1 \cdot 10^{-6}$	6,0
	формальдегид / formaldehyde	0,018	0,010	4,0
	взвешенные вещества / suspended particles	0,154	0,067	1,7
	диоксид азота / nitrogen dioxide	0,041	0,024	0,8
	диоксид серы / sulfur dioxide	0,006	0,025	0,4
Черемхово / Cheremkhovo	бенз(а)пирен / benzo(a)pyrene	$1,9 \cdot 10^{-6}$	$8,3 \cdot 10^{-6}$	6,5
	взвешенные вещества / suspended particles	0,138	0,294	2,2
	диоксид азота / nitrogen dioxide	0,094	0,021	1,3
	диоксид серы / sulfur dioxide	0,037	0,030	0,6
Шелехов / Shelekhov	бенз(а)пирен / benzo(a)pyrene	$3,3 \cdot 10^{-6}$	$3,8 \cdot 10^{-6}$	5,1
	формальдегид / formaldehyde	0,010	0,025	4,0
	взвешенные вещества / suspended particles	0,285	0,153	2,7
	диоксид азота / nitrogen dioxide	0,033	0,031	0,9
	фторид водорода / hydrogen fluoride	0,004	0,004	0,9
	озон / ozone	0,035	0,018	1,0

**Рисунок. Индексы загрязнения атмосферы городов Иркутской области в 2015–2022 гг. (абс. число)****Figure. Air pollution indices in the towns of the Irkutsk Region in 2015–2022**

с ИЗА ≥ 14 . В отдельные годы число таких городов Иркутской области колебалось от 2 (2015 г.) до 8 (2018 г.). Исходя из значений ИЗА, в Приоритетный список 2022 войдут все 5 исследуемых городов. В этих городах определяются от 8 до 18 загрязняющих веществ, 10 из которых являются приоритетными, со среднегодовыми концентрациями, превышающими ПДК. Несмотря на высокие уровни загрязнения

воздуха взвешенными веществами, определение дисперсности проводится только в двух городах из пяти, хотя известно, что концентрация частиц PM_{2,5} является важным индикатором влияния загрязнения воздуха на организм человека [4, 6, 22, 23, 30].

Число и перечень классов с высоким уровнем заболеваемости среди детей отличается в анализируемых городах, что сопоставимо с другим исследованием

Таблица 2. Среднемноголетние показатели первичной заболеваемости детей в городах Иркутской области и РФ за 2015–2022 гг. (на 100 тыс.)**Table 2. Long-term incidence rates in the child population of the towns of the Irkutsk Region and the Russian Federation in 2015–2022 (per 100,000)**

Классы болезней по МКБ-10 / ICD-10 disease categories	РФ / Russian Federation	Города Иркутской области / Towns of the Irkutsk Region				
		Зима / Zima	Свирск / Svirsk	Усолье-Сибирское / Usolye-Sibirskoye	Черемхово / Cheremkhovo	Шелехов / Shelekhov
Все болезни / All diseases	170 906,9	158 389,7	182 707,3	209 038,2	136 722,2	234 468,2
I Инфекционные и паразитарные болезни / Certain infectious and parasitic diseases	6474,5	3350,5	7217,8	7221,1	4340,6	7360,2
II Новообразования / Neoplasms	464,3	725,3	727,8	254,4	267,4	223,3
III Болезни крови / Diseases of the blood	1132,1	1232,4	4278,0	1206,5	2535,2	1765,6
IV Болезни эндокринной системы / Endocrine diseases	1486,6	1259,0	1607,0	1190,7	1481,8	373,4
V Психические расстройства / Mental disorders	509,9	216,1	663,9	—	—	335,8
VI Болезни нервной системы / Diseases of the nervous system	3364,4	4736,1	1365,3	2193,8	2586,2	4377,0
VII Болезни глаза / Diseases of the eye and adnexa	5100,5	5227,8	3424,6	3712,1	6112,9	7294,2
VIII Болезни уха / Diseases of the ear and mastoid process	4421,3	3936,6	4692,6	4999,7	5078,9	4574,7
IX Болезни системы кровообращения / Diseases of the circulatory system	616,6	129,8	174,0	619,0	688,1	437,8
X Болезни органов дыхания / Diseases of the respiratory system	114 889,5	112 240,8	128 748,5	164 115,2	97 129,3	169 560,5
XI Болезни органов пищеварения / Diseases of the digestive system	5935,2	4506,7	9790,1	7289,4	3577,5	5965,3
XII Болезни кожи / Diseases of the skin and subcutaneous tissue	6505,9	3621,7	3606,2	2832,8	1764,2	6366,4
XIII Болезни костно-мышечной системы / Diseases of the musculoskeletal system	2915,5	6221,9	3993,4	1157,2	1072,5	4609,1
XIV Болезни мочеполовой системы / Diseases of the genitourinary system	2504,4	2652,8	2000,7	1695,1	2685,1	7455,3
XVII Врожденные аномалии / Congenital malformations	1001,5	1454,7	211,0	404,8	266,7	232,0
XIX Травмы, отравления / Injury, poisoning	10273,2	4951,3	5115,1	7417,2	4759,5	7278,8
Суммарный* / Total*	136434,7	130 379,3	151 569,8	181 142,5	112 447,3	196 301,2

Примечание: * — суммарный показатель по 8 классам болезней.

Notes: * total for eight disease categories.

Таблица 3. Кратности превышения среднемноголетних показателей первичной заболеваемости детей городов Иркутской области к показателям по РФ* за 2015–2022 гг. (число раз)**Table 3. Multiplicity of excess of respective Russian* long-term incidence rates in the child population of the towns of the Irkutsk Region in 2015–2022 (times)**

Классы болезней / Disease categories	Города Иркутской области / Towns of the Irkutsk Region				
	Зима / Zima	Свирск / Svirsk	Усолье-Сибирское / Usolye-Sibirskoye	Черемхово / Cheremkhovo	Шелехов / Shelekhov
Все болезни / All diseases	0,9	1,1	1,2	0,8	1,4
I Инфекционные и паразитарные болезни / Certain infectious and parasitic diseases	0,5	1,1	1,1	0,7	1,1
II Новообразования / Neoplasms	1,6	1,6	0,5	0,6	0,5
III Болезни крови / Diseases of the blood	1,1	3,8	1,1	2,2	1,6
IV Болезни эндокринной системы / Endocrine diseases	0,8	1,1	0,8	1,0	0,3
V Психические расстройства / Mental disorders	0,4	1,3	—	—	0,7
VI Болезни нервной системы / Diseases of the nervous system	1,4	0,4	0,7	0,8	1,3
VII Болезни глаза / Diseases of the eye and adnexa	1,0	0,7	0,7	1,2	1,4
VIII Болезни уха / Diseases of the ear and mastoid process	0,9	1,1	1,1	1,1	1,0
IX Болезни системы кровообращения / Diseases of the circulatory system	0,2	0,3	1,0	1,1	0,7
X Болезни органов дыхания / Diseases of the respiratory system	1,0	1,1	1,4	0,8	1,5
XI Болезни органов пищеварения / Diseases of the digestive system	0,8	1,6	1,2	0,6	1,0
XII Болезни кожи / Diseases of the skin and subcutaneous tissue	0,6	0,6	0,4	0,3	1,0
XIII Болезни костно-мышечной системы / Diseases of the musculoskeletal system	2,1	1,4	0,4	0,4	1,6
XIV Болезни мочеполовой системы / Diseases of the genitourinary system	1,1	0,8	0,7	1,1	3,0
XVII Врожденные аномалии / Congenital malformations	1,5	0,2	0,4	0,3	0,2
XIX Травмы, отравления / Injury, poisoning	0,5	0,5	0,7	0,5	0,7
Показатель здоровья / Health indicator	0,96	1,11	1,33	0,82	1,44

Примечание: уровень РФ = 1; выделение жирным шрифтом — отличие статистически достоверно ($p \leq 0,05$).Notes: RF rate = 1; statistically significant differences are in bold ($p \leq 0.05$)

для определения специфичности воздействия местных факторов окружающей среды [27, 31]. Загрязнение атмосферного воздуха вносит вклад до 77–87 % в комплексную антропогенную нагрузку Иркутской области [14]. Следует отметить, что ранжирование городов по показателю здоровья детей, в основе расчета которого заложены показатели по 8 экологически обусловленным классам болезней, совпало с рейтингом городов по общему показателю первичной заболеваемости. Это вполне объяснимо влиянием высоких концентраций бенз(а)пирена на иммунную систему, а следовательно, и опосредованным воздействием на все системы организма. Таким образом, общий показатель первичной заболеваемости детей может быть использован для оценки влияния загрязнения атмосферного воздуха на здоровье детей в аналогичной ситуации.

Хроническое ингаляционное воздействие большинства приоритетных загрязняющих веществ во всех исследуемых городах Иркутской области способствует развитию болезней органов дыхания, но среднескользящие показатели первичной заболеваемости детей по этому классу болезней статистически достоверно превышали аналогичный общероссийский показатель в трех городах: г. Свирск (в 1,1 раза), г. Усолье-Сибирское (в 1,4 раза) и г. Шелехов (в 1,5 раза). Несмотря на содержание бенз(а)пирена в атмосфере городов, превышающее ПДК более чем в 5 раз, уровень первичной заболеваемости детей новообразованиями достоверно превышал общероссийский показатель только в г. Зиме в 1,6 раза. Высокий риск развития болезней глаза среди детского населения гг. Зимы и Усолье-Сибирского вследствие повышенного загрязнения атмосферы формальдегидом не подтверждается зарегистрированной заболеваемостью, только у детей г. Шелехова среднескользящий уровень первичной заболеваемости болезнями глаза в 1,4 раза превышал общероссийский. Ожидаемо высок среднескользящий показатель первичной заболеваемости детей г. Шелехова болезнями костно-мышечной системы из-за воздействия фторида водорода – показатель превысил уровень РФ в 1,6 раза. По этому классу болезней также достоверно превышен общероссийский показатель за 2015–2022 гг. у детей г. Зимы (2,1 раза) и г. Свирска (1,4 раза). У детей всех анализируемых городов Иркутской области регистрируются высокие показатели первичной заболеваемости болезнями крови вследствие загрязнения воздуха диоксидом азота, но статистически достоверное превышение общероссийского многолетнего уровня отмечено в 3 городах: Шелехов (1,6 раза), Черемхово (2,2 раза) и Свирск (3,8 раза). Высокий уровень первичной заболеваемости болезнями крови в последнем случае согласуется с другим исследованием [32]. На состояние здоровья детей г. Свирска влияет комплексное загрязнение окружающей среды, в т. ч. загрязнение почвы и местной растениеводческой продукции мышьяком, свинцом и другими тяжелыми металлами [7, 33, 34], а не только загрязнение атмосферного воздуха.

Среди всех 5 городов Иркутской области г. Шелехов отличается наибольшим количеством

классов, по которым регистрируется совпадение и превышение показателей первичной заболеваемости детей при сравнении с показателями по РФ – по 7 из 16 анализируемых. Одной из особенностей в характеристике первичной заболеваемости детей г. Шелехова являются высокие показатели первичной заболеваемости болезнями мочеполовой системы с 3-кратным превышением среднескользящего показателя в целом по РФ. Исследователями установлено, что длительное воздействие повышенных концентраций PM_{2,5} и NO₂ в атмосфере связано с более высоким риском развития хронических болезней почек у детей и подростков [30].

Решение проблем и разработка мер по борьбе с загрязнением воздуха в городах тем сложнее, чем выше уровень загрязнения [35]. С целью улучшения здоровья детей должна осуществляться деятельность, направленная на минимизацию влияния загрязнения воздуха: снижение выбросов в атмосферу путем технологической модернизации; расширение сети мониторинга и перечня исследуемых веществ после расчетного уточнения приоритетных, включая определение PM₁₀ и PM_{2,5}; внедрение и совершенствование эпидемиологического мониторинга за заболеваемостью и смертностью населения на региональном уровне; осуществление биомониторинга с измерением уровней загрязнения веществ; продолжение междисциплинарных исследований причинно-следственных взаимосвязей влияния загрязнителей на здоровье с использованием различных методов математико-статистического анализа [1, 3, 4–6, 9, 10, 13, 16, 18, 21, 22, 28, 36–38].

Заключение. Уровни загрязнения атмосферы пяти исследуемых городов Иркутской области оцениваются как очень высокие со следующими значениями ИЗА(5) в 2022 году: г. Свирск – 45; г. Черемхово – 32, гг. Зима и Шелехов – 27; г. Усолье-Сибирское – 22. Согласно значениям показателей здоровья (ПЗ), наиболее неблагоприятным является состояние здоровья детей г. Шелехова (1,44); далее следуют: г. Усолье-Сибирское (1,33), г. Свирск (1,11), г. Зима (0,96) и г. Черемхово (0,82).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Барг А.О., Лебедева-Несевря Н.А., Корнилицына М.Д. Методические подходы к оценке субъективного восприятия риска населением при воздействии загрязнения атмосферного воздуха на здоровье // Анализ риска здоровью. 2022. № 2. С. 28–37. doi: 10.21668/health.risk/2022.2.03
2. Белых Л.И., Иванов В.Н. Закономерности загрязнения атмосферы городов юга Красноярского края // XXI век. Техносферная безопасность. 2022. Т. 7. № 1 (25). С. 8–20. doi: 10.21285/2500-1582-2022-1-8-20
3. Михеева А.С., Аюшеева С.Н. Методические подходы к оценке последствий загрязнения атмосферного воздуха // Фундаментальные исследования. 2020. № 11. С. 147–151. doi: 10.17513/fr.42889
4. Зайцева Н.В., Май И.В. Новые механизмы нормирования выбросов в атмосферу: концептуальный взгляд на перспективы и проблемы с позиций обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия населения // Анализ риска здоровью. 2020. № 2. С. 4–15. doi: 10.21668/health.risk/2020.2.01

<https://doi.org/10.35627/2219-5238/2023-31-10-54-61>
Original Research Article

5. Федоров В.Н., Тихонова Н.А., Новикова Ю.А., Ковшов А.А., Историк О.А., Мясников И.О. Проблемы гигиенической оценки качества атмосферного воздуха населенных мест на примере городов Ленинградской области // Гигиена и санитария. 2019. Т. 98. № 6. С. 657–664. doi: 10.18821/0016-9900-2019-98-6-657-664
6. Корытный Л.М., Башалханова Л.Б., Веселова В.Н. Загрязнение атмосферы как фактор экологической опасности в городах Байкальского региона // Метеорология и гидрология. 2019. № 10. С. 99–108.
7. Мовчан В.Н., Питулько В.М., Ефремов А.А. Экологический рейтинг и результаты экологической оценки состояния городов // Региональная экология. 2019. № 3 (57). С. 55–68. doi: 10.30694/1026-5600-2019-3-55-68
8. Гагаринова О.В., Сороковой А.А., Белозерцева И.А., Емельянова Н.В., Федоров Р.К. Экологические аспекты урбанизированных территорий Байкальского региона // Успехи современного естествознания. 2018. № 2. С. 62–69.
9. Ларионова Т.К., Даукаев Р.А., Землянова М.А. и др. // Использование биологического мониторинга для оценки вреда здоровью в условиях загрязнения окружающей среды металлами // Здоровье населения и среда обитания. 2023. Т. 31. № 6. С. 44–53. doi: 10.35627/2219-5238/2023-31-6-44-53
10. Кирьянов Д.А., Камалтдинов М.Р., Цинкер М.Ю., Бабина С.В., Клейн С.В., Андришунас А.М. Параметризация зависимостей между факторами риска и здоровьем населения при хроническом воздействии многокомпонентного загрязнения атмосферного воздуха // Анализ риска здоровью. 2022. № 4. С. 33–44. doi: 10.21668/health.risk/2022.4.03
11. Будилова Е.В., Лагутин М.Б. Загрязнение атмосферного воздуха и демографические показатели здоровья в городах России // Вестник Московского университета. Серия 23: Антропология. 2021. № 4. С. 81–99. doi: 10.32521/2074-8132.2021.4.081-099
12. Ревич Б.А., Харьков Т.Л., Кваша Е.А. Некоторые показатели здоровья жителей городов федерального проекта «Чистый воздух» // Анализ риска здоровью. 2020. № 2. С. 16–27. doi: 10.21668/health.risk/2020.2.02
13. Новикова С.А. Влияние загрязнения атмосферного воздуха на здоровье населения Байкальского региона // Национальные приоритеты России. 2018. № 3 (30). С. 65–71.
14. Безгодов И.В., Ефимова Н.В., Кузьмина М.В., Мыльников И.В. Ранжирование и оценка территорий Иркутской области по уровню комплексного антропогенного загрязнения // Здоровье населения и среда обитания. 2017. № 2 (287). С. 38–40.
15. Ефимова Н.В., Мыльникова И.В., Парамонов В.В., Кузьмина М.В., Гребенщикова В.И. Оценка химического загрязнения и риска для здоровья населения Иркутской области // География и природные ресурсы. 2016. № 56. С. 99–103. doi: 10.21782/GIPRO206-1619-2016-6(99-103)
16. Бобылев С.Н., Соловьева С.В., Астапкович М. Качество воздуха как приоритет для новой экономики // Мир новой экономики. 2022. № 16(2). С. 76–88. doi: 10.26794/2220-6469-2022-16-2-76-88
17. Лещук С.И., Никулина Н.А., Суркова И.В. Экологическое состояние территории и оценка экономического ущерба от экологозависимой заболеваемости в условиях высокой техногенной нагрузки // Вестник ИГГХА. 2022. № 1 (108). С. 66–77. doi: 10.51215/1999-3765-2022-108-66-77
18. Mukharesh L, Phipatanakul W, Gaffin JM. Air pollution and childhood asthma. *Curr Opin Allergy Clin Immunol*. 2023;23(2):100–110. doi: 10.1097/ACI.0000000000000881
19. Gheissari R, Liao J, Garcia E, et al. Health outcomes in children associated with prenatal and early-life exposures to air pollution: A narrative review. *Toxics*. 2022;10(8):458. doi: 10.3390/toxics10080458
20. Castagna A, Mascheroni E, Fustinoni S, Montirosso R. Air pollution and neurodevelopmental skills in preschool- and school-aged children: A systematic review. *Neurosci Biobehav Rev*. 2022;136:104623. doi: 10.1016/j.neubiorev.2022.104623
21. Payne-Sturges DC, Marty MA, Perera F, et al. Healthy air, healthy brains: Advancing air pollution policy to protect children's health. *Am J Public Health*. 2019;109(4):550–554. doi: 10.2105/AJPH.2018.304902
22. Odo DB, Yang IA, Dey S, et al. Ambient air pollution and acute respiratory infection in children aged under 5 years living in 35 developing countries. *Environ Int*. 2022;159:107019. doi: 10.1016/j.envint.2021.107019
23. Chen IL, Chung HW, Hsieh HM, et al. The prenatal and postnatal effects of air pollution on asthma in children with atopic dermatitis. *Pediatr Pulmonol*. 2022;57(11):2724–2734. doi: 10.1002/ppul.26089
24. Ефимова Н.В., Мыльникова И.В., Безгодов И.В., Кузьмина М.В., Галес Д.А. Впервые выявленная заболеваемость детского населения. В кн.: Атлас. Байкальский регион: общество и природа. Москва, 2021. С. 151–152.
25. Грищенко С.В., Грищенко И.И., Праводелов С.С. и др. Атмосферный воздух: химический состав, источники техногенного загрязнения, влияние на здоровье населения, меры по охране воздушного бассейна // Вестник гигиены и эпидемиологии. 2021. Т. 26. № 3. С. 316–323.
26. Разварина И.Н. Влияние экологии городов на здоровье детей дошкольного возраста (по результатам мониторингового исследования) // Социальные аспекты здоровья населения. 2021. Т. 67. № 6. doi: 10.21045/2071-5021-2021-67-6-10
27. Прусакова А.В., Прусаков В.М. Оценка медико-экологического компонента качества жизни по уровню риска заболеваемости массовыми неинфекционными заболеваниями // Acta Biomedica Scientifica. 2019. Т. 4. № 2. С. 44–50. doi: 10.29413/ABS.2019-4.2.6
28. Голиков Р.А., Суржиков Д.В., Кислицына В.В., Штайгер В.А. Влияние загрязнения окружающей среды на здоровье населения (обзор литературы) // Научное обозрение. Медицинские науки. 2017. № 5. С. 20–31.
29. Битюкова В.Р., Шанин С.И. Атмосферное загрязнение в средних городах России // Региональные исследования. 2018. № 1 (59). С. 144–155.
30. Guo C, Chang LY, Wei X, et al. Multi-pollutant air pollution and renal health in Asian children and adolescents: An 18-year longitudinal study. *Environ Res*. 2022;214(Pt 4):114144. doi: 10.1016/j.envres.2022.114144
31. Прусаков В.М., Прусакова А.В. Роль специфичности и неспецифичности воздействия локальных факторов окружающей среды в формировании массовых неинфекционных заболеваний // Гигиена и санитария. 2017. Т. 96. № 10. С. 922–929. doi: 10.18821/0016-9900-2017-96-10-922-929
32. Гаврилова А.А., Шолохов Д.Н., Зайкова З.А. О здоровье населения города Свирск // Смоленский медицинский альманах. 2021. № 1. С. 69–72.
33. Бутырин М.В., Хуснидинов Ш.К., Сосницкая Т.Н., Замашиков Р.В. Оценка опасности загрязнения окружающей природной среды тяжелыми металлами в условиях Иркутской области // Плодородие. 2017. № 6 (99). С. 45–48.
34. Боев В.М., Зеленина Л.В., Кудусова Л.Х., Кряжева Е.А., Зеленин Д.О. Гигиеническая оценка канцерогенного риска здоровью населения, ассоциированного с загрязнением депонирующих сред тяжелыми металлами // Анализ риска здоровью. 2022. № 1. С. 17–26. doi: 10.21668/health.risk/2022.1.02

35. Wang J, Han S, Lin H, Wu P, Yuan J. New-type urbanization ecologically reshaping China. *Heliyon*. 2023;9(2):e12925. doi: 10.1016/j.heliyon.2023.e12925
36. Мыльникова И.В., Кузмина М.В., Туров В.М. Комплексная оценка потерь здоровья детского и подросткового населения Иркутской области // Гигиена и санитария. 2019. Т. 98. № 10. С. 1135–1140. doi: 10.18821/0016-9900-2019-98-10-1135-1140
37. Wigle DT, Arbuckle TE, Turner MC, et al. Epidemiologic evidence of relationships between reproductive and child health outcomes and environmental chemical contaminants. *J Toxicol Environ Health B Crit Rev*. 2008;11(5-6):373-517. doi: 10.1080/10937400801921320
38. Кравченко Н.А., Гаврилова Т.А., Васильева Е.И., Ботвинкин А.Д. Результаты внедрения системы эпидемиологического мониторинга пневмоний на региональном уровне (по материалам Иркутской области) // Тихоокеанский медицинский журнал. 2018. № 3 (73). С. 42–46.

REFERENCES

1. Barg AO, Lebedeva-Nesevrya NA, Kornilitsyna MD. Methodological approaches to assessing subjective health risk perception under exposure to ambient air pollution. *Health Risk Analysis*. 2022;(2):28–37. doi: 10.21668/health.risk/2022.2.03.eng
2. Belykh LI, Ivanov VN. Air pollution trends in southern cities of Krasnoyarsk region. XXI Vek. *Tekhnosfer-naya Bezopasnost'*. 2022;7(1(25)):8–20. (In Russ.) doi: 10.21285/2500-1582-2022-1-8-20
3. Mikheeva AS, Ayusheeva SN. Methodological approaches to assessment of the consequences of atmospheric air pollution. *Fundamental'nye Issledovaniya*. 2020;(11):147–151. (In Russ.) doi: 10.17513/fr.42889
4. Zaitseva NV, May IV. New mechanisms for regulation of industrial emissions into the atmosphere: A conceptual look at prospects and problems from sanitary-epidemiological point of view. *Health Risk Analysis*. 2020;(2):4–15. doi: 10.21668/health.risk/2020.2.01.eng
5. Fedorov VN, Tikhonova NA, Novikova YuA, Kovshov AA, Istorik OA, Myasnikov IO. Problems of outdoor air quality hygienic assessment in the cities of the Leningrad Region. *Gigiena i Sanitariya*. 2019;98(6):657–664. (In Russ.) doi: 10.18821/0016-9900-2019-98-6-657-664
6. Korytnyi LM, Bashalkhova LB, Veselova VN. Atmospheric pollution as a factor of environmental hazard in the Baikal region cities. *Russian Meteorology and Hydrology*. 2019;44(10):704–711.
7. Movchan VN, Pitulko VM, Efremov AA. Ecological rating and results of environmental. *Regional'naya Ekologiya*. 2019;(3(57)):55–68. (In Russ.) doi: 10.30694/1026-5600-2019-3-55-68
8. Gagarinova OV, Sorokovoy AA, Belozertseva IA, Eme-lyanova NV, Fedorov RK. Environmental aspects of urbanized territories in the Baikal region. *Uspekhi Sovremennogo Estestvoznaniya*. 2018;(2):62–69. (In Russ.) doi: 10.17513/use.36673
9. Larionova TK, Daukaev RA, Zemlyanova MA, et al. Use of biological monitoring to assess health damage from environmental pollution with metals. *Zdorov'e Nase-leniya i Sreda Obitaniya*. 2023;31(6):44–53. (In Russ.) doi: 10.35627/2219-5238/2023-31-6-44-53
10. Kiryanov DA, Kamaltdinov MR, Tsinker MYu, Babina SV, Kleyn SV, Andrishunas AM. Parameterization of relationships between risk factors and public health under chronic exposure to complex ambient air pollution. *Health Risk Analysis*. 2022;(4):33–44. (In Russ.) doi: 10.21668/health.risk/2022.4.03.eng
11. Budilova EV, Lagutin MB. Air pollution and demographic indicators of public health in Russian cities. *Vestnik Moskovskogo Universiteta. Seriya 23: Antropologiya*. 2021;(4):81–99. (In Russ.) doi: 10.32521/2074-8132.2021.4.081-099
12. Revich BA, Kharkova TL, Kvasha EA. Selected health parameters of people living in cities included into "Clean air" Federal project. *Health Risk Analysis*. 2020;(2):16–27. doi: 10.21668/health.risk/2020.2.02.eng
13. Novikova SA. Pollution effect of outside air on the health of population of the Baikal region. *Natsional'nye Prioritety Rossii*. 2018;(3(30)):65–71. (In Russ.)
14. Bezgodov IV, Efimova NV, Kuz'mina MV, Myl'nikova IV. Ranking and assessment of Irkutsk region by level of complex anthropogenic pollution. *Zdorov'e Naseleniya i Sreda Obitaniya*. 2017;(2(287)):38–40. (In Russ.)
15. Efimova NV, Myl'nikova IV, Paramonov VV, Kuz'mina MV, Grebenshchikova VI. Assessment of chemical pollution and public health risks in the Irkutsk Region. *Geografiya i Prirodnye Resursy*. 2016;(56):99–103. (In Russ.) doi: 10.21782/GIPRO206-1619-2016-6(99-103)
16. Bobylev SN, Solovyeva SV, Astapovich M. Air quality as a priority for the new economy. *Mir Novoy Ekonomiki*. 2022;16(2):76–88. (In Russ.) doi: 10.26794/2220-6469-2022-16-2-76-88
17. Leschuk SI, Nikulina NA, Surkova IV. Ecological state of the territory and assessment of economic damage caused by environmentally dependent morbidity under conditions of high technogenic load. *Vestnik IrGSKHA*. 2022;(108):66–77. (In Russ.) doi: 10.51215/1999-3765-2022-108-66-77
18. Mukharesh L, Phipatanakul W, Gaffin JM. Air pollution and childhood asthma. *Curr Opin Allergy Clin Immunol*. 2023;23(2):100–110. doi: 10.1097/ACI.0000000000000881
19. Gheissari R, Liao J, Garcia E, et al. Health outcomes in children associated with prenatal and early-life exposures to air pollution: A narrative review. *Toxics*. 2022;10(8):458. doi: 10.3390/toxics10080458
20. Castagna A, Mascheroni E, Fustinoni S, Montirosso R. Air pollution and neurodevelopmental skills in preschool- and school-aged children: A systematic review. *Neurosci Biobehav Rev*. 2022;136:104623. doi: 10.1016/j.neubiorev.2022.104623
21. Payne-Sturges DC, Marty MA, Perera F, et al. Healthy air, healthy brains: Advancing air pollution policy to protect children's health. *Am J Public Health*. 2019;109(4):550–554. doi: 10.2105/AJPH.2018.304902
22. Odo DB, Yang IA, Dey S, et al. Ambient air pollution and acute respiratory infection in children aged under 5 years living in 35 developing countries. *Environ Int*. 2022;159:107019. doi: 10.1016/j.envint.2021.107019
23. Chen IL, Chung HW, Hsieh HM, et al. The prenatal and postnatal effects of air pollution on asthma in children with atopic dermatitis. *Pediatr Pulmonol*. 2022;57(11):2724–2734. doi: 10.1002/ppul.26089
24. Efimova NV, Mylnikova IV, Bezgodov IV, Kuzmina MV, Gales DA. [Disease incidence in the child population.] In: [Atlas. Baikal Region: Society and Nature]. Irkutsk: VB Sochava Institute of Geography Publ.; 2021:151–152. (In Russ.)
25. Grishchenko SV, Grishchenko II, Pravodelov SS, et al. Atmospheric air: chemical composition, sources of man-general pollution, impact on public health, measures for protecting the air basin. *Vestnik Gigeny i Epidemiologii*. 2021;26(3):316–323. (In Russ.)
26. Razvarina IN. Impact of urban ecology on the health of preschool children (based on the monitoring study results). *Sotsial'nye Aspekty Zdorov'ya Naseleniya*. 2021;67(6):10. (In Russ.) doi: 10.21045/2071-5021-2021-67-6-10
27. Prusakova AV, Prusakov VM. Estimation of the medico-ecological component of life quality at the level of

<https://doi.org/10.35627/2219-5238/2023-31-10-54-61>
Original Research Article

- risk of morbidity with mass non-infectious diseases. *Acta Biomedica Scientifica*. 2019;4(2):44–50. (In Russ.) doi: 10.29413/ABS.2019-4.2.6
28. Golikov RA, Surzhikov VD, Kislitsyna VV, Shtaiger VA. Influence of environmental pollution to the health of the population (review of literature). *Nauchnoe Obozrenie. Meditsinskie Nauki*. 2017;(5):20–31. (In Russ.)
 29. Bitukova VR, Shanin SI. Air pollution in mid-size cities of Russia. *Regional'nye Issledovaniya*. 2018;(1(59)):144–155. (In Russ.)
 30. Guo C, Chang LY, Wei X, et al. Multi-pollutant air pollution and renal health in Asian children and adolescents: An 18-year longitudinal study. *Environ Res*. 2022;214(Pt 4): 114144. doi: 10.1016/j.envres.2022.114144
 31. Prusakov VM, Prusakova AV. The role of specificity and not specificity of the influence of local factors of the habitat in formation of mass noninfectious diseases. *Gigiena i Sanitariya*. 2017;96(10):922–929. (In Russ.) doi: 10.18821/0016-9900-2017-96-10-922-929
 32. Gavrilova AA, Sholokhov DN, Zaikova ZA. On the health of the population of Svirsk. *Smolenskiy Meditsinskiy Al'manakh*. 2021;(1):69–72. (In Russ.)
 33. Butyrin MV, Khusnidinov ShK, Sosnitskaia TN, Zamaschikov RV. Risk assessment of environmental pollution with heavy metals in the Irkutsk Oblast. *Plodorodie*. 2017;(6(99)):45–48. (In Russ.)
 34. Boev VM, Zelenina LV, Kudusova LH, Kryazheva EA, Zelenin DO. Hygienic assessment of carcinogenic health risks associated with contamination of depositing media with heavy metals. *Health Risk Analysis*. 2022;(1):17–26. doi: 10.21668/health.risk/2022.1.02.eng
 35. Wang J, Han S, Lin H, Wu P, Yuan J. New-type urbanization ecologically reshaping China. *Heliyon*. 2023;9(2):e12925. doi: 10.1016/j.heliyon.2023.e12925
 36. Mylnikova IV, Kuzmina MV, Turov VM. Complex assessment of the loss of health of children's and adolescent populations of the Irkutsk region. *Gigiena i Sanitariya*. 2019;98(10):1135–1140. (In Russ.) doi: 10.18821/0016-9900-2019-98-10-1135-1140
 37. Wigle DT, Arbuckle TE, Turner MC, et al. Epidemiologic evidence of relationships between reproductive and child health outcomes and environmental chemical contaminants. *J Toxicol Environ Health B Crit Rev*. 2008;11(5-6):373–517. doi: 10.1080/10937400801921320
 38. Kravchenko ON, Gavrilova TA, Vasilyeva EI, Bortvinkin AD. The results of the implementation of the epidemiological monitoring of pneumonia at the regional level (based on materials from the Irkutsk region). *Tikhookeanskiy Meditsinskiy Zhurnal*. 2018;(3(73)):42–46. (In Russ.) doi: 10.17238/PmJ1609-1175.2018.3.42-46

Сведения об авторах:

✉ **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: <http://orcid.org/0000-0001-8104-4264>.

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

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

Соблюдение этических стандартов: данное исследование не требует представления заключения комитета по био-медицинской этике или иных документов.

Финансирование: исследование проведено без спонсорской поддержки.

Конфликт интересов: авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов в связи с публикацией данной статьи.

Статья получена: 03.07.23 / Принята к публикации: 10.10.23 / Опубликовано: 31.10.23

Author information:

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

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

Author contributions: study conception and design: *Zaikova Z.A.*; data collection, analysis and interpretation of results, draft manuscript preparation: *Zaikova Z.A.*, *Bobkova E.V.*; editing: *Zaikova Z.A.* Both 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: July 3, 2023 / Accepted: October 10, 2023 / Published: October 31, 2023