EDN: <https://elibrary.ru/kxbtoy>DOI: <https://doi.org/10.31089/1026-9428-2023-63-7-468-473>

УДК 614.7:574.3

© Коллектив авторов, 2023

Кислицына В.В., Ликонцева Ю.С., Суржиков Д.В., Голиков Р.А.

Сравнительная оценка риска нарушения здоровья населения двух промышленных центров Кузбасса от воздействия атмосферных загрязнений

ФГБНУ «Научно-исследовательский институт комплексных проблем гигиены и профессиональных заболеваний», ул. Кутузова, 23, Новокузнецк, 654041

Введение. Высокая концентрация производственных объектов на территории Кемеровской области — Кузбасса способствует тому, что проживающее в крупных промышленных городах население подвергается влиянию высокого уровня загрязнения атмосферы.

Цель исследования — провести оценку риска для здоровья населения от загрязнения атмосферного воздуха стационарными источниками в городах Кемерово и Новокузнецк.

Материалы и методы. Для оценки риска использовались средние из среднегодовых концентраций загрязняющих веществ за 2017–2021 гг. Коэффициенты и индексы опасности, а также канцерогенный риск определены согласно Руководству 2.1.10.1920-04. Риск хронической интоксикации определен согласно методике А.П. Щербо с соавторами.

Результаты. Средние концентрации бенз(а)пирена превышают гигиенический норматив в 3,0 раза в атмосфере Кемерово и в 5,8 раза — в Новокузнецке. Суммарный риск хронической интоксикации, связанный с загрязнением атмосферного воздуха, в городе Кемерово превышает приемлемый уровень в 10,6 раза, в Новокузнецке — в 14,4 раза. Наибольший вклад в формирование уровня риска хронической интоксикации вносит бенз(а)пирен, составляя 28,8% в Кемерово и 38,4% — в Новокузнецке. Индексы опасности превышают приемлемое значение в 7,2 раза в Кемерово и в 11,0 раза в Новокузнецке. Основными критическими органами и системами, подвергающимися наибольшей опасности, являются органы дыхания, иммунная система, кровь. Канцерогенный риск для здоровья жителей города Кемерово превысил приемлемый уровень в 1,43 раза, Новокузнецка — в 1,56 раза. Основной вклад в формирование уровня канцерогенного риска в обоих городах вносит формальдегид (83,9% — в Кемерово и 70,5% — в Новокузнецке).

Ограничения исследования. Для расчётов рисков для здоровья населения использовались данные из официальных отчетов.

Заключение. Для обоих промышленных центров характерен высокий уровень загрязнения атмосферного воздуха, приводящий к формированию рисков для здоровья населения. Наиболее неблагоприятная ситуация выявлена в Новокузнецке.

Этика. Данное исследование не требовало заключения этического комитета.

Ключевые слова: Кемеровская область; Кузбасс; промышленный центр; атмосферный воздух; загрязняющие вещества; риски для здоровья

Для цитирования: Кислицына В.В., Ликонцева Ю.С., Суржиков Д.В., Голиков Р.А. Сравнительная оценка риска нарушения здоровья населения двух промышленных центров Кузбасса от воздействия атмосферных загрязнений. *Мед. труда и пром. ecol.* 2023; 63(7): 468–473. <https://elibrary.ru/kxbtoy> <https://doi.org/10.31089/1026-9428-2023-63-7-468-473>

Для корреспонденции: Кислицына Вера Викторовна, ведущий научный сотрудник лаборатории экологии человека и гигиены окружающей среды, ФГБНУ «Научно-исследовательский институт комплексных проблем гигиены и профессиональных заболеваний», кандидат медицинских наук. E-mail: ecologia_nie@mail.ru

Участие авторов:

Кислицына В.В. — концепция и дизайн исследования, написание текста;

Ликонцева Ю.С. — сбор и обработка данных, написание текста;

Суржиков Д.В. — редактирование;

Голиков Р.А. — сбор и обработка данных.

Финансирование. Исследование не имело спонсорской поддержки.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Дата поступления: 28.04.2023 / Дата принятия к печати: 10.05.2023 / Дата публикации: 05.08.2023

Vera V. Kislitsyna, Yuliya S. Likontseva, Dmitry V. Surzhikov, Roman A. Golikov

Comparative assessment of the risk of health disorders of the population at two industrial centers of Kuzbass from exposure to atmospheric pollution

Research Institute for Complex Problems of Hygiene and Occupational Diseases, 23, Kutuzova St., Novokuznetsk, 654041

Introduction. The high concentration of production facilities on the territory of the Kemerovo region — Kuzbass contributes to the fact that the population living in large industrial cities is affected by a high level of atmospheric pollution.

The aim of the study to assess the risk to public health from air pollution from stationary sources in the cities of Kemerovo and Novokuznetsk.

Materials and methods. To assess the risk we used the average of the average annual concentrations of pollutants for 2017–2021 were used. Hazard coefficients and indices, as well as carcinogenic risk, are determined according to the Guidelines 2.1.10.1920-04. The risk of chronic intoxication was determined according to the method of A.P. Shcherbo and co-authors.

Results. Average concentrations of benz(a)pyrene exceed the hygienic standard by 3.0 times in the atmosphere of Kemerovo and by 5.8 times in Novokuznetsk. The total risk of chronic intoxication associated with atmospheric air pollution in the city of Kemerovo exceeds the acceptable level by 10.6 times, in Novokuznetsk — by 14.4 times. Benz(a)pyrene makes the greatest contribution to the formation of the risk level of chronic intoxication, accounting for 28.8% in Kemerovo and 38.4%

in Novokuznetsk. The hazard indices exceed the acceptable value by 7.2 times in Kemerovo and 11.0 times in Novokuznetsk. The main critical organs and systems most at risk are the respiratory organs, the immune system, and blood. The carcinogenic risk to the health of residents of Kemerovo exceeded the acceptable level by 1.43 times, Novokuznetsk — by 1.56 times. The main contribution to the formation of the level of carcinogenic risk in both cities is made by formaldehyde (83.9% — in Kemerovo and 70.5% — in Novokuznetsk).

Limitations. The researchers have used data from official reports to calculate public health risks.

Conclusion. Both industrial centers have a high level of atmospheric air pollution, which leads to the formation of risks to public health. The authors have identified the most unfavorable situation in Novokuznetsk.

Ethics. This study did not require the conclusion of the Ethics Committee.

Keywords: Kemerovo Region; Kuzbass; industrial center; atmospheric air; pollutants; health risks

For citation: Kislitsyna V.V., Likontseva Yu.S., Surzhikov D.V., Golikov R.A. Comparative assessment of the risk of health disorders of the population at two industrial centers of Kuzbass from exposure to atmospheric pollution. *Med. truda prom. i ekol.* 2023; 63(7): 468–473. <https://elibrary.ru/kxbtoy> <https://doi.org/10.31089/1026-9428-2023-63-7-468-473> (in Russian)

For correspondence: Vera V. Kislitsyna, a leading researcher at the Laboratory of Human Ecology and Environmental Hygiene, Research Institute of Complex Problems of Hygiene and Occupational Diseases, Cand. of Sci. (Med.). E-mail: ecologia_nie@mail.ru

Information about the authors: Kislitsyna V.V. <https://orcid.org/0000-0002-2495-6731>

Likontseva Yu.S. <https://orcid.org/0000-0002-8468-2533>

Surzhikov D.V. <https://orcid.org/0000-0002-7469-4178>

Golikov R.A. <https://orcid.org/0000-0003-3112-2919>

Contribution:

Kislitsyna V.V. — concept and design of the study, writing the text;

Likontseva Yu.S. — data collection and processing, text writing;

Surzhikov D.V. — editing;

Golikov R.A. — data collection and processing.

Funding. The study had no funding.

Conflict of interests. The authors declare no conflict of interests.

Received: 28.04.2023 / Accepted: 10.05.2023 / Published: 05.08.2023

Введение. В настоящее время загрязнение атмосферного воздуха является одной из основных экологических проблем, влияющих на здоровье и благополучие человека, и одной из значимых причин преждевременной смерти в мире [1]. Около 50% хронических респираторных заболеваний в мире, по оценкам Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ), связаны с загрязнением воздуха. ВОЗ официально признала атмосферный воздух причиной инсульта, ишемической болезни сердца, хронической обструктивной болезни лёгких, астмы, пневмонии и рака лёгких [2].

Кемеровская область, обладающая уникальными природными богатствами и значительным промышленным потенциалом, имеет большое значение для развития экономики страны. Более 90% населения региона проживает в пределах промышленно-транспортной природно-хозяйственной зоны (главным образом территория в геолого-структурных границах Кузнецкого каменноугольного бассейна), для которой характерна высокая концентрация промышленности с преимущественным развитием экологически опасных топливных, металлургических и химических производств, а также объектов угольной энергетики. Высокая степень концентрации производственных объектов на территории области способствует тому, что проживающее здесь население постоянно подвергается влиянию высокого уровня загрязнения атмосферы [3–5].

Значительная часть крупных промышленных предприятий сосредоточена в городах Новокузнецке и Кемерово, поэтому основная масса загрязняющих веществ, в том числе и I класса опасности, образуется и накапливается именно там. Уровень загрязнения атмосферного воздуха в Кемеровской области оценивается как высокий. Климатические и географические особенности области способствуют тому, что большая часть выбросов загрязняющих веществ не рассеивается в атмосферном воздухе, а осажается на территории Кузнецкой котловины [6].

Для определения степени неблагоприятного влияния атмосферных выбросов на здоровье проживающего в таких районах населения применяется методология оценки риска, дающая возможность получить количественную оценку возможного вреда здоровью [7–9].

Цель исследования — провести оценку риска для здоровья населения от загрязнения атмосферного воздуха стационарными источниками в городах Кемерово и Новокузнецк.

Материалы и методы. Кемерово является административным центром Кемеровской области — Кузбасса, находится на юге Западной Сибири, на обоих берегах рек Томи и Искитимки, в северной части Кузнецкого угольного бассейна. По данным территориального органа Федеральной службы государственной статистики по Кемеровской области — Кузбассу, численность населения Кемеровского городского округа в 2021 г. составила 548,2 тыс. человек. В черте города функционируют крупные предприятия химической, угольной, машиностроительной, теплоэнергетической и других отраслей промышленности.

Новокузнецк — город областного подчинения в Кемеровской области. Расположен на юге Западной Сибири, на обоих берегах реки Томи, в южной части Кемеровской области. По данным территориального органа Федеральной службы государственной статистики по Кемеровской области — Кузбассу, численность населения Новокузнецкого городского округа в 2021 г. составила 539,9 тыс. чел. Город является центром черной и цветной металлургии, угледобычи, машиностроения, энергетики.

Для оценки риска использовались средние из среднегодовых концентраций загрязняющих веществ за 2017–2021 гг., рассчитанных на основе данных Кемеровского центра по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды — филиала Федерального государственного бюджетного учреждения «Западно-Сибирское управление по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды». Наблюдательная государственная сеть, осуществляющая мониторинг качества атмосферного воздуха на территории региона, включает в себя 8 стационарных постов наблюдения в Кемеровском городском округе и 8 — в Новокузнецком [10]. Наблюдения на постах и анализ проб проводятся Комплексной лабораторией Новокузнецкой гидрометеорологической обсерватории по основным загрязняющим веществам: оксидам азота, диоксиду серы, оксиду углерода, взвешенным веществам,

бенз(а)пирену, саже, а также специфическим примесям: фтористому водороду, аммиаку, формальдегиду, фенолу, сероводороду, цианистому водороду, металлам. Предельно допустимые концентрации (ПДК) загрязнителей оценивались на основе СанПиН 1.2.3685-21¹.

Основными источниками информации о промышленных выбросах являются ежегодные формы государственной статистической отчетности формы «2-ТП (воздух)». Сводные данные публикуются в ежегодном Докладе о состоянии и охране окружающей среды Кемеровской области — Кузбасса [10].

Коэффициенты и индексы опасности, а также канцерогенный риск определены согласно Руководству 2.1.10.1920-04². Приемлемое значение индекса опасности равняется 1. Условной границей допустимого канцерогенного риска считается 1×10^{-4} .

Риск хронической интоксикации определен согласно методике А.П. Щербо с соавторами. [11]. Приемлемое значение риска хронической интоксикации составляет 0,02.

Результаты. Суммарный объем выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух Кемеровской области в 2021 г. составил 1667,814 тыс. т, при этом основная часть приходится на выбросы от стационарных источников — 1603,214 тыс. т. При анализе количества выбросов загрязняющих веществ от стационарных источников по видам экономической деятельности выявлено, что 67,7% выбросов происходит при добыче полезных ископаемых; 18,7% — от обрабатывающих производств (из них металлургия составляет 81,9%, химическая отрасль — 6,4%); 10,8% приходится на предприятия, обеспечивающие потребителей электрической энергией, газом и паром.

Общая масса выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух от стационарных источников Кемеровского городского округа в 2017 г. составила 41,106 тыс. т; в 2018 г. — 36,111 тыс. т; в 2019 г. — 55,834 тыс. т; в 2020 г. — 52,542 тыс. т; в 2021 г. — 45,947 тыс. т. Вклад Кемеровского городского округа в загрязнение атмосферного воздуха области в 2021 г. составил 2,87%. В 2021 г. выбросы диоксида серы составили 14,010 тыс. т; оксидов азота — 12,842 тыс. т; твердых веществ — 8,748 тыс. т; оксида углерода — 7,201 тыс. т.

Суммарный объем выбросов загрязняющих веществ, поступающих в атмосферный воздух Новокузнецкого городского округа от стационарных источников, в 2017 г. составил 313,331 тыс. т; в 2018 г. — 295,794 тыс. т; в 2019 г. — 294,195 тыс. т; в 2020 г. — 277,528 тыс. т. В 2021 году выбросы составили 268,297 тыс. т, определяя 16,73% от общей массы выбросов по области. Выбросы оксида углерода в 2021 г. составили 178,924 тыс. т; диоксида серы — 40,318 тыс. т; твердых веществ — 24,388 тыс. т; оксидов азота — 14,504 тыс. т. Около 90% валовых выбросов загрязняющих веществ в атмосферу города определяет металлургическое производство [10].

На высокий уровень загрязнения атмосферного воздуха обоих промышленных центров также влияет их расположение в Кузнецкой котловине и высокая частота штителей, приземных и приподнятых инверсий и туманов, повторяемость слабых ветров.

В **таблице 1** приведены средние концентрации загрязняющих примесей атмосферного воздуха, рассчитан-

¹ Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и(или) безвредности для человека факторов среды обитания: СанПиН 1.2.3685-21. Введен 01.03.2021.

² Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду: Р 2.1.10.1920-04. М.: Федеральный центр госсанэпиднадзора Минздрава РФ; 2004.

ные на основе среднегодовых значений за 2017–2021 гг. в г. Кемерово и г. Новокузнецке, а также доли ПДК.

Средние концентрации бенз(а)пирена превышали ПДК в 3,0 раза в атмосфере Кемерово и в 5,8 раза — в Новокузнецке. Среднее содержание взвешенных веществ в воздухе г. Новокузнецка находилось на уровне гигиенического норматива. По другим загрязняющим веществам превышений ПДК не выявлено.

В **таблице 2** приведены рассчитанные уровни риска хронической интоксикации для здоровья населения Кемерово и Новокузнецка, а также удельный вес загрязняющих примесей в формировании риска.

Суммарный риск хронической интоксикации для жителей Кемерово равен 0,211, Новокузнецка — 0,288. Наибольший вклад в формирование уровня риска вносят бенз(а)пирен (28,8% — в Кемерово и 38,4% — в Новокузнецке), аммиак (17,2% — в Кемерово и 10,4% — в Новокузнецке), диоксид азота (14,6% — в Кемерово и 8,2% — в Новокузнецке), формальдегид (11,2% — в Кемерово и 7,0% — в Новокузнецке).

В **таблице 3** приведены коэффициенты и индексы опасности.

Индекс опасности в г. Кемерово составил 7,2, в г. Новокузнецке — 11,0 (приемлемый индекс опасности равен 1). Наиболее опасным веществом является бенз(а)пирен (коэффициент опасности составил 3,0 в Кемерово и 5,8 — в Новокузнецке).

В **таблице 4** представлены индексы опасности по критическим органам и системам.

Основными критическими органами и системами, подвергающимися наибольшей опасности, являются органы дыхания, иммунная система, кровь (индекс опасности превышает 1).

В **таблице 5** представлены уровни канцерогенного риска.

Суммарный канцерогенный риск в г. Кемерово составил $1,43 \times 10^{-4}$, в г. Новокузнецке — $1,56 \times 10^{-4}$. Основной вклад в формирование уровня риска в обоих городах вносит формальдегид (83,9% — в Кемерово и 70,5% — в Новокузнецке).

Обсуждение. В настоящее время деградация окружающей среды является основной проблемой в экономически успешных, но экологических неблагоприятных регионах. В Кузбассе основные отрасли экономики формируют высокую антропогенную нагрузку на территорию. Ввиду активной хозяйственной деятельности ключевых отраслей экономики область входит в число наиболее загрязненных регионов России [12, 13].

Проведенное исследование выявило превышение средних концентраций бенз(а)пирена в 3,0 раза в атмосфере города Кемерово и в 5,8 раза — в Новокузнецке. Суммарный риск хронической интоксикации, связанный с загрязнением атмосферного воздуха, в городе Кемерово превышает приемлемый уровень в 10,6 раза, в Новокузнецке — в 14,4 раза. Наибольший вклад в формирование уровня риска хронической интоксикации вносит бенз(а)пирен, составляя 28,8% в Кемерово и 38,4% — в Новокузнецке. Индексы опасности превышают приемлемое значение в 7,2 раза в Кемерово и в 11,0 раза в Новокузнецке. Основными критическими органами и системами, подвергающимися наибольшей опасности, являются органы дыхания, иммунная система, кровь (индекс опасности превышает 1). Канцерогенный риск для здоровья жителей города Кемерово превысил приемлемый уровень в 1,43 раза, Новокузнецка — в 1,56 раза. Основной вклад в формирование уровня канцерогенного риска в обоих городах вносит формальдегид (83,9% — в Кемерово и 70,5% — в Новокузнецке).

Таблица 1 / Table 1

Средние концентрации загрязняющих примесей в атмосферном воздухе
Average concentrations of pollutants in the atmospheric air

Примесь	г. Кемерово		г. Новокузнецк	
	Концентрация, мг/м ³	Доли ПДК	Концентрация, мг/м ³	Доли ПДК
Бенз(а)пирен	0,000003	3,0	0,0000058	5,8
Формальдегид	0,009	0,9	0,008	0,8
Взвешенные вещества	0,06	0,4	0,15	1,0
Водород фтористый	—	—	0,013	0,9
Водород хлористый	0,03	0,3	—	—
Диоксид азота	0,09	0,9	0,07	0,7
Аммиак	0,07	0,7	0,06	0,6
Углерод (сажа)	0,005	0,1	0,01	0,2
Оксид углерода	0,9	0,3	1,2	0,4
Оксид азота	0,018	0,3	0,012	0,2
Фенол	0,001	0,2	0,002	0,3
Диоксид серы	0,005	0,1	0,005	0,1

Таблица 2 / Table 2

Риск хронической интоксикации для здоровья населения
The risk of chronic intoxication for public health

Примесь	г. Кемерово		г. Новокузнецк	
	Риск, доли единицы	Удельный вес, %	Риск, доли единицы	Удельный вес, %
Бенз(а)пирен	0,067	28,8	0,126	38,4
Формальдегид	0,026	11,2	0,023	7,0
Взвешенные вещества	0,015	6,4	0,038	11,6
Водород фтористый	—	—	0,027	8,2
Водород хлористый	0,009	3,9	—	—
Диоксид азота	0,034	14,6	0,027	8,2
Аммиак	0,040	17,2	0,034	10,4
Углерод (сажа)	0,004	1,7	0,008	2,4
Оксид углерода	0,017	7,3	0,023	7,0
Оксид азота	0,012	5,2	0,008	2,4
Фенол	0,005	2,1	0,010	3,0
Диоксид серы	0,004	1,7	0,004	1,2
Суммарно	0,211	—	0,288	—

Таблица 3 / Table 3

Коэффициенты и индексы опасности от загрязнения атмосферного воздуха
Hazard coefficients and indices due to atmospheric air pollution

Примесь	г. Кемерово	г. Новокузнецк
Бенз(а)пирен	3,0	5,8
Формальдегид	0,9	0,8
Взвешенные вещества	0,4	1,0
Водород фтористый	—	0,9
Водород хлористый	0,3	—
Диоксид азота	0,9	0,7
Аммиак	0,7	0,6
Углерод (сажа)	0,1	0,2
Оксид углерода	0,3	0,4
Оксид азота	0,3	0,2
Фенол	0,2	0,3
Диоксид серы	0,1	0,1
Индекс опасности	7,2	11,0

Таблица 4 / Table 4

Индексы опасности по критическим органам и системам организма
Hazard indices for critical organs and systems of the body

Критические органы/ системы	г. Кемерово	г. Новокузнецк
Органы дыхания	3,9	4,9
Кровь	1,5	1,3
Иммунная система	3,0	5,8
Центральная нервная система	0,5	0,7
Сердечно-сосудистая система	0,5	0,7
Развитие	0,3	0,4
Почки	0,2	0,3
Печень	0,2	0,3
Глаза	0,9	0,8
Зубы	0,1	0,2
Костная система	—	0,9

**Канцерогенный риск от загрязнения атмосферного воздуха
Carcinogenic risk due to atmospheric air pollution**

Примесь	г. Кемерово		г. Новокузнецк	
	Риск, доли единицы	Удельный вес, %	Риск, доли единицы	Удельный вес, %
Бенз(а)пирен	3×10^{-6}	2,1	6×10^{-6}	3,9
Формальдегид	$1,2 \times 10^{-4}$	83,9	$1,1 \times 10^{-4}$	70,5
Углерод (сажа)	2×10^{-5}	14,0	4×10^{-5}	25,6
Суммарно	$1,43 \times 10^{-4}$	100	$1,56 \times 10^{-4}$	100

Стратегия социально-экономического развития Кузбасса до 2035 года, принятая в регионе в 2018 году, ориентирована на обеспечение полноценного и достойного качества жизни жителей. Одним из основных принципов Стратегии является экологичность и здоровье населения³. Для снижения загрязнения окружающей среды на территории Кемеровской области — Кузбасса поставлена главная цель: улучшение качества атмосферного воздуха в крупных промышленных центрах региона [14]. Для этого разработаны и внедряются комплексные программы по охране атмосферного воздуха. Кроме того, Новокузнецк является одним из двенадцати городов России, в которых изначально реализуется национальный проект «Чистый воздух», ключевым показателем которого является снижение загрязнения атмосферного воздуха в городе более чем на 20% по сравнению с 2017 годом. С 2022 г. в проект «Чистый воздух» включено и Кемерово. Реализация запланированных мероприятий позволит существенно изменить экологическую ситуацию и использовать в будущем полученный опыт в других российских городах [15–17]. Снижение техногенного давления на

³ Закон Кемеровской области — Кузбасса «Об утверждении Стратегии социально-экономического развития Кемеровской области — Кузбасса на период до 2035 года» от 26 декабря 2018 года № 122-ОЗ.

окружающую среду и улучшение экологической ситуации в Кузбассе должно привести к улучшению качества жизни населения [18].

Использованная в исследовании методология оценки риска является наиболее надежным и перспективным способом определения влияния факторов среды на здоровье населения. Практическое использование методологии оценки риска имеет значение для определения региональных особенностей формирования загрязнения воздушной среды, выявления приоритетных токсичных веществ, которые вносят наибольший вклад в нарушение состояния здоровья населения, а также для ранжирования территорий по уровням загрязнения и рискам нарушения здоровья населения, определения наиболее неблагоприятных для проживания районов [19, 20].

Ограничения исследования. Для расчётов рисков для здоровья населения использовались данные из официальных отчётов.

Заключение. Для обоих промышленных центров характерен высокий уровень загрязнения атмосферного воздуха, связанный как с интенсивным развитием производств, так и с комплексом неблагоприятных климатогеографических факторов, и приводящий к формированию рисков для здоровья населения. Наиболее неблагоприятная ситуация выявлена в Новокузнецке.

Список литературы

- Кузьмин С.В., Додина Н.С., Шашина Т.А., Кислицин В.А., Пинигин М.А., Бударина О.В. Воздействие атмосферных загрязнений на здоровье населения: диагностика, оценка и профилактика. *Гигиена и санитария*. 2022; 101(10): 1145–50. <https://doi.org/10.47470/0016-9900-2022-101-10-1145-1150>
- Мешков Н.А., Вальцева Е.А., Юдин С.М. Особенности эколого-гигиенической ситуации и состояния здоровья населения в крупных промышленных городах. *Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований*. 2018; 9: 50–7.
- Шмыглёва А.В. Экологические проблемы индустриального Кузбасса: исторический аспект. *Вестник Томского государственного университета*. 2015; 400: 162–9. <https://doi.org/10.17223/15617793/400/27>
- Рябов В.А., Мамасёв П.С. Экологический фактор качества жизни населения индустриального региона. *География и природные ресурсы*. 2019; 55(159): 197–201. [https://doi.org/10.21782/GIPR0206-1619-2019-5\(197-201\)](https://doi.org/10.21782/GIPR0206-1619-2019-5(197-201))
- Захаренков В.В., Голиков Р.А., Суржиков Д.В., Олещенко А.М., Кислицына В.В., Корсакова Т.Г. Оценка риска для здоровья населения, связанного с выбросами крупных предприятий. *Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований*. 2016; (7–5): 801–4.
- Железнов Я.А. Зонирование территории Кемеровской области по уровню техногенной нагрузки с учетом экологического фактора. *Известия Иркутского государственного университета. Серия: Науки о Земле*. 2021; 35: 19–32. <https://doi.org/10.26516/2073-3402.2021.35.19>
- Кузьмин С.В., Гурвич В.Б., Диконская О.В., Малых О.А., Ярушин С.В. Методология оценки и управления риском для здоровья населения в системе законодательного регулирования санитарно-эпидемиологического благополучия населения. *Медицина труда и промышленная экология*. 2016; 1: 4–8.
- Рахманин Ю.А., Новиков С.М., Авалиани С.Л., Сеницына О.О., Шашина Т.А. Современные проблемы оценки риска воздействия факторов окружающей среды на здоровье населения и пути ее совершенствования. *Анализ риска здоровья*. 2015; 2: 4–11.
- Сергеева М.В., Якушева М.Ю. Оценка риска влияния загрязнения окружающей среды на здоровье населения на муниципальном уровне. *Гигиена и санитария*. 2010; 89(1): 21–3.
- Доклад о состоянии и охране окружающей среды Кемеровской области — Кузбасса в 2021 году. Кемерово; 2022.
- Щербо А.П., ред. *Окружающая среда и здоровье: подходы к оценке риска*. СПб.: СПбМАПО; 2002.
- Панов А.А. Стратегия развития угольного региона в контексте стратегической экологической оценки. *Вестник Кемеровского государственного университета. Серия: Политические, социологические и экономические науки*. 2020; 5(2): 242–50. <https://doi.org/10.21603/2500-3372-2020-5-2-242-250>
- Клюев Н.Н., Яковенко Л.М. «Грязные» города России: факторы, определяющие загрязнение атмосферного воздуха. *Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Экология и безопасность жизнедеятельности*. 2018; 26(2): 237–50. <https://doi.org/10.22363/2313-2310-2018-26-2-237-250>

14. Цивилев С.Е. Грамотное развитие угольной отрасли Кузбасса — залог его достойного будущего. *Горная промышленность*. 2019; 4: 40–3.
15. Пыжева Ю.И., Зандер Е.В. Экономические аспекты решения экологических проблем российских городов. *Экономика. Налоги. Право*. 2019; 12(5): 111–20. <https://doi.org/10.26794/1999-849X-2019-12-5-111-120>
16. Савина И.Н., Водолеев А.С., Захарова М.А., Домнин К.И. Экологическая политика города Новокузнецк в условиях современных требований развития металлургической отрасли. *Известия высших учебных заведений. Черная металлургия*. 2020; 63(7): 512–20. <https://doi.org/10.17073/0368-0797-2020-7-512-520>
17. Кузьмин С.В., Авалиани С.Л., Додина Н.С., Шашина Т.А., Кислицин В.А., Сеницына О.О. Практика применения оценки риска здоровью в федеральном проекте «Чистый воздух» в городах-участниках (Череповец, Липецк, Омск, Новокузнецк): проблемы и перспективы. *Гигиена и санитария*. 2021; 100(9): 890–6. <https://doi.org/10.47470/0016-9900-2021-100-9-890-896>
18. Рябов В.А., Мамасев П.С., Егорова Н.Т. Антропогенная нагрузка на природную среду как фактор, формирующий качество жизни населения индустриального Кузбасса. *Экология урбанизированных территорий*. 2018; 2: 84–90. <https://doi.org/10.24411/1816-1863-2018-12084>
19. Ракитский В.Н., Кузьмин С.В., Авалиани С.Л., Шашина Т.А., Додина Н.С., Кислицин В.А. Современные вызовы и пути совершенствования оценки и управления рисками здоровью населения. *Анализ риска здоровью*. 2020; 3: 23–9. <https://doi.org/10.21668/health.risk/2020.3.03>
20. Попова А.Ю., Гурвич В.Б., Кузьмин С.В., Мишина А.Л., Ярушин С.В. Современные вопросы оценки и управления риском для здоровья. *Гигиена и санитария*. 2017; 96(12): 1125–9. <https://doi.org/10.18821/0016-9900-2017-96-12-1125-1129>

References

1. Kuzmin S.V., Dodina N.S., Shashina T.A., Kislitsin V.A., Pinigin M.A., Budarina O.V. The impact of atmospheric pollution on public health: diagnosis, assessment, and prevention. *Gigiena i sanitariya*. 2022; 101(10): 1145–50. <https://doi.org/10.47470/0016-9900-2022-101-10-1145-1150> (in Russian).
2. Meshkov N.A., Valtseva E.A., Yudin S.M. Environmental situation and health in large industrial cities. *Mezhdunarodnyy zhurnal prikladnykh i fundamental'nykh issledovaniy*. 2018; 9: 50–7 (in Russian).
3. Shmygleva A.V. Ecological problems of industrial Kuzbass: a historical aspect. *Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo universiteta*. 2015; 400: 162–9. <https://doi.org/10.17223/15617793/400/27> (in Russian).
4. Ryabov V.A., Mamasev P.S. The environmental factor of the quality of life of the population industrial region. *Geografiya i prirodnyye resursy*. 2019; 55(159): 197–201. [https://doi.org/10.21782/GIPR0206-1619-2019-5\(197-201\)](https://doi.org/10.21782/GIPR0206-1619-2019-5(197-201)) (in Russian).
5. Zakharenkov V.V., Golikov R.A., Surzhikov D.V., Oleshchenko A.M., Kislitsyna V.V., Korsakova T.G. Risk assessment for the population health related to the emissions of large enterprises. *Mezhdunarodnyy zhurnal prikladnykh i fundamental'nykh issledovaniy*. 2016; (7–5): 801–4 (in Russian).
6. Zhelezov Ya.A. Zoning of the Kemerovo oblast based on the level of technogenic load and environmental factor. *Izvestiya Irkutskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Nauki o Zemle*. 2021; 35: 19–32. <https://doi.org/10.26516/2073-3402.2021.35.19> (in Russian).
7. Kuz'min S.V., Gurvitch V.B., Dikonskaya O.V., Malykh O.L., Yarushin S.V. Methodology of assessing and evaluating public health risk in legal regulation of sanitary epidemiologic well-being of population. *Meditsina truda i promyshlennaya ekologiya*. 2016; 1: 4–8 (in Russian).
8. Rakhmanin Yu.A., Novikov S.M., Avaliani S.L., Sinitsyna O.O., Shashina T.A. Actual problems of environmental factors risk assessment on human health and ways to improve it. *Health Risk Analysis*. 2015; 2: 4–9.
9. Sergeyeva M.V., Yakusheva M.Yu. Human health risk assessment of environmental pollution at the municipal level. *Gigiena i sanitariya*. 2010; 89(1): 21–3 (in Russian).
10. *Report on the state and protection of the environment of the Kemerovo region — Kuzbass in 2021*. Kemerovo; 2022 (in Russian).
11. Shcherbo A.P., ed. *Environment and health: approaches to risk assessment*. St. Petersburg: SPbMAPO; 2002 (in Russian).
12. Panov A.A. Coal region development strategy in the context of strategic environmental assessment. *Vestnik Kemerovskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Politicheskiye, sotsiologicheskiye i ekonomicheskiye nauki*. 2020; 5(2): 242–50. <https://doi.org/10.21603/2500-3372-2020-5-2-242-250> (in Russian).
13. Klyuev N.N., Yakovenko L.M. "Dirty" cities in Russia: factors determining air pollution. *Vestnik Rossiyskogo universiteta družby narodov. Seriya: Ekologiya i bezopasnost' zhiznedeyatel'nosti*. 2018; 26(2): 237–50. <https://doi.org/10.22363/2313-2310-2018-26-2-237-250> (in Russian).
14. Tsvilev S.E. The competent development of the coal industry of Kuzbass is the key to its worthy future. *Gornaya promyshlennost'*. 2019; 4: 40–3 (in Russian).
15. Pyzheva Yu.I., Zander Ye.V. Economic aspects of ecological problems solving for Russian cities. *Ekonomika. Nalogi. Pravo*. 2019; 12(5): 111–20. <https://doi.org/10.26794/1999-849X-2019-12-5-111-120> (in Russian).
16. Savina I.N., Vodoleev A.S., Zakharova M.A., Domnin K.I. Environmental policy of Novokuznetsk in the context of modern requirements for metallurgical industry development. *Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedeniy. Chernaya metallurgiya*. 2020; 63(7): 512–20. <https://doi.org/10.17073/0368-0797-2020-7-512-520> (in Russian).
17. Kuzmin S.V., Avaliani S.L., Dodina N.S., Shashina T.A., Kislitsin V.A., Sinitsyna O.O. The practice of applying health risk assessment in the Federal Project "Clean Air" in the participating cities (Cherepovets, Lipetsk, Omsk, Novokuznetsk): problems and prospects. *Gigiena i sanitariya*. 2021; 100(9): 890–6. <https://doi.org/10.47470/0016-9900-2021-100-9-890-896> (in Russian).
18. Ryabov V.A., Mamasyov P.S., Egorova N.T. Anthropogenic load on the environment as a factor forming the quality of life of the population of the industrial Kuzbass. *Ekologiya urbanizirovannykh territoriy*. 2018; 2: 84–90 <https://doi.org/10.24411/1816-1863-2018-12084> (in Russian).
19. Rakitskii V.N., Kuz'min S.V., Avaliani S.L., Shashina T.A., Dodina N.S., Kislitsin V.A. Contemporary challenges and ways to improve health risk assessment and management. *Health Risk Analysis*. 2020; 3: 23–9. <https://doi.org/10.21668/health.risk/2020.3.03.eng>
20. Popova A.Yu., Gurvich V.B., Kuzmin S.V., Mishina A.L., Yarushin S.V. Modern issues of the health risk assessment and management. *Gigiena i sanitariya*. 2017; 96(12): 1125–9. <https://doi.org/10.18821/0016-9900-2017-96-12-1125-1129> (in Russian).