

Оценка риска воздействия атмосферных выбросов обогатительной фабрики на здоровье населения

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

Введение. Определение взаимосвязи между воздействием факторов окружающей среды и состоянием здоровья населения на основе методологии оценки риска является актуальной проблемой профилактической гигиены. Город Новокузнецк Кемеровской области, который является крупным центром металлургической и угольной промышленности, характеризуется особенно сложной экологической ситуацией.

Цель исследования — оценка риска для здоровья населения от загрязнения воздуха выбросами углеобогатительной фабрики.

Материалы и методы. В работе использовались данные тома предельно допустимых выбросов центральной обогатительной фабрики «Абашевская». Расчеты максимальных и среднегодовых концентраций загрязняющих веществ выполнялись с использованием программы «ЭКОцентр-Стандарт», основанной на «Методах расчета рассеивания выбросов вредных (загрязняющих) веществ в атмосферном воздухе». Риски для здоровья населения были рассчитаны в соответствии с «Руководством по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду». Полученные величины рисков сравнивались с приемлемыми значениями. Также в работе были определены значения уровней рисков с учетом фоновых концентраций.

Результаты. Выявлены приоритетные загрязняющие вещества: диоксид азота, оксид азота, оксид углерода, диоксид серы, углерод (сажа), пыль неорганическая с содержанием SiO_2 менее 20%, пыль неорганическая с содержанием SiO_2 20–70%, бензол, марганец и его соединения. Определены максимальные и средние концентрации загрязняющих веществ и выявлены превышения ПДК по выбранным расчетным точкам. Выявлено, что уровни рисков немедленного действия равны нулю. Уровни рисков хронической интоксикации колеблются от 3×10^{-8} (марганец и его соединения) до 0,003 (пыль неорганическая с содержанием SiO_2 менее 20%). Наибольший суммарный уровень рисков хронической интоксикации (0,006) наблюдается в микрорайоне Байдаевка. Это обусловлено расположением источников загрязнения. Наибольшие индексы опасности также наблюдаются в микрорайоне Байдаевка.

Коэффициенты опасности по всем веществам не превышают единицу, что свидетельствует о несущественной вероятности развития у населения вредных эффектов при ежедневном поступлении вещества в течение жизни, и такое воздействие является допустимым. Согласно полученным данным, сажа и бензол как канцерогенные вещества не представляют опасности. Суммарные значения рисков немедленного действия, хронической интоксикации и канцерогенного риска не превышают приемлемый уровень. Суммарные значения рисков хронической интоксикации с учетом фоновых концентраций превышают приемлемый уровень в 2,9–4,1 раза.

Заключение. Выбросы углеобогатительной фабрики вносят вклад в загрязнение атмосферного воздуха города, не оказывая значительного влияния на состояние здоровья населения. Использование методологии оценки риска необходимо для выявления наиболее неблагоприятных для проживания районов города и загрязняющих веществ, вносящих наибольший вклад в нарушение здоровья населения.

Ключевые слова: обогатительная фабрика; загрязняющие вещества; фоновые концентрации; оценка риска для здоровья

Для цитирования: Кислицына В.В., Ликонцева Ю.С., Суржииков Д.В., Голиков Р.А. Оценка риска воздействия атмосферных выбросов обогатительной фабрики на здоровье населения. *Мед. труда и пром. экол.* 2020; 60 (3). <http://dx.doi.org/10.31089/1026-9428-2020-60-3-184-188>

Для корреспонденции: Кислицына Вера Викторовна, вед. науч. сотр. лаборатории экологии человека и гигиены окружающей среды ФГБНУ «НИИ КПГПЗ», канд. мед. наук. E-mail: ecologia_nie@mail.ru.

Финансирование. Исследование не имело спонсорской поддержки.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

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

Risk assessment of the impact of atmospheric emissions from a preparation plant on population health

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

Introduction. Determining the relationship between the impact of environmental factors and the health status of the population based on the risk assessment methodology is an urgent problem of preventive hygiene. The city of Novokuznetsk in the Kemerovo region, which is a major center of the metallurgical and coal industry, is characterized by a particularly difficult environmental situation.

The aim of the study is to assess the risk to population health from air pollution from the emissions of a coal-processing plant.

Materials and methods. The work used the volume of maximum permissible emissions of the central processing plant “Abashevskaya”. Calculations of maximum and average annual concentrations of pollutants were performed using the “EcoCenter-Standard” program, based on “Methods for calculating the dispersion of emissions of harmful (polluting)

substances in the air". Population health risks were calculated in accordance with the "Guidelines for assessing public health risks from exposure to chemicals that pollute the environment". The resulting risk values were compared with acceptable values. Also, the values of risk levels were determined considering background concentrations.

Results. Priority pollutants were identified: nitrogen dioxide, nitrogen oxide, carbon monoxide, sulfur dioxide, carbon (soot), inorganic dust with a SiO_2 content of less than 20%, inorganic dust with a SiO_2 content of 20–70%, benzene, manganese and its compounds. The maximum and average concentrations of pollutants were determined and the MPC exceeded at the selected calculation points. It was found that the risk levels of immediate action are zero. The risk levels of chronic intoxication range from 3×10^{-8} (manganese and its compounds) to 0.003 (inorganic dust with a SiO_2 content of less than 20%). The highest total level of risks of chronic intoxication (0.006) is observed in the Baidaevka district. This is due to the location of pollution sources. The highest hazard indexes are also observed in the neighborhood Baidaevka.

The hazard coefficients for all substances do not exceed "1", which indicates that the population is not significantly likely to develop harmful effects with daily intake of the substance during life, and such an impact is acceptable. According to the data obtained, soot and benzene as carcinogenic substances do not pose a danger. The total values of the risks of immediate action, chronic intoxication and carcinogenic risk do not exceed the acceptable level. The total values of the risks of chronic intoxication, taking into account background concentrations, exceed the acceptable level by 2.9–4.1 times.

Conclusion. Emissions from the coal-processing plant contribute to air pollution in the city, without significantly affecting the health of the population. The use of the risk assessment methodology is necessary to identify the most unfavorable areas of the city and pollutants that contribute most to the health of the population.

Keywords: enrichment plant; pollutants; background concentrations; health risk assessment

For citation: Kislitsyna V.V., Likontseva Yu.S., Surzhikov D.V., Golikov R.A. Risk assessment of the impact of atmospheric emissions from a preparation plant on population health. *Med. truda i prom. ekol.* 2020; 60 (3). <http://dx.doi.org/10.31089/1026-9428-2020-60-3-184-188>

For correspondence: Vera V. Kislitsyna, leading researcher of laboratory of human ecology and environmental health of the Research Institute for Complex Problems of Hygiene and Occupational Diseases, Cand. of Sci. (Med.). E-mail: ecologia_nie@mail.ru.

ORCIDs: Kislitsyna V.V. 0000-0002-2495-6731, Likontseva Yu.S. 0000-0002-8468-2533, Surzhikov D.V. 0000-0002-7469-4178, Golikov R.A. 0000-0003-3112-2919

Funding. The study had no funding.

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

Введение. Здоровье населения в значительной мере зависит от состояния окружающей среды. В большинстве российских городов с развитыми отраслями промышленности в настоящее время экологическую ситуацию можно считать чрезвычайной, так как в условиях высокого загрязнения атмосферного воздуха проживает около 55% населения [1,2].

Для определения степени неблагоприятного влияния выбросов промышленных предприятий на здоровье населения применяется методология оценки риска, которая дает возможность получить количественную оценку возможного вреда для здоровья, обусловленного воздействием факторов [3–5]. Оценка риска здоровью населения от воздействия различных факторов окружающей среды и управление им являются одними из наиболее важных задач в современной профилактической медицине. В последние годы методология оценки риска получила значительное развитие в деятельности международных природоохранных организаций многих стран [6–8].

Угледобывающая и горно-металлургическая промышленности являются основными отраслями, определяющими экономическую жизнь страны и специфику развития регионов [9]. Во многих населенных пунктах Кемеровской области функционируют рудники, шахты, разрезы, обогатительные фабрики. Обогатительные фабрики — предприятия, производящие переработку добытых полезных ископаемых для получения концентрата (агломерата), в котором содержание необходимого компонента гораздо выше, чем в первичном сырье. При этом процесс получения агломерата является одним из загрязняющих окружающую среду производств на металлургических предприятиях и горно-обогатительных комбинатах [10–14]. Особенно сложная экологическая ситуация сложилась в г. Новокузнецке Кемеровской области, который является крупным центром металлургической и угольной промышленности [15].

Цель исследования — провести оценку риска для здоровья населения от загрязнения воздуха выбросами углебогатительной фабрики в г. Новокузнецке.

Материалы и методы. В работе использовались данные тома предельно допустимых выбросов (ПДВ) центральной обогатительной фабрики (ЦОФ) «Абашевская», который содержит характеристики предприятия, необходимые для расчетов: наименование и количество источников выбросов атмосферных загрязнителей, высоты и диаметры источников, скорости выхода газовоздушной смеси из устьев источников, температуры отходящих газов и объем выбросов каждого загрязняющего вещества.

Для оценки распространения и воздействия атмосферных выбросов ЦОФ было выбрано 40 расчетных точек воздействия концентраций (ТВК) на основании карты города в различных районах. Население города составляет около 550 тыс. человек. ТВК выбраны в соответствии с розой ветров, согласно которой в Новокузнецке преобладает юго-западное направление ветра. Вследствие значительной удаленности от ЦОФ «Абашевская» Центральный и Заводской районы города наименее подвержены воздействию концентраций загрязняющих веществ от исследуемого источника. Наиболее воздействию выбросов подвержен Орджоникидзевский район (микрорайон Байдаевка), который расположен ближе к ЦОФ. Основное количество ТВК выбрано в этом микрорайоне.

Расчеты максимальных и среднегодовых концентраций загрязняющих веществ выполнялись с использованием унифицированной программы расчета загрязнения атмосферы «ЭКОцентр-Стандарт», которая основана на «Методах расчета рассеивания выбросов вредных (загрязняющих) веществ в атмосферном воздухе», утвержденных приказом Минприроды России от 06.06.2017 № 273¹. Риски

¹ Методы расчетов рассеивания выбросов вредных (загрязняющих) веществ в атмосферном воздухе: утверждены приказом Минприроды России от 06.06.2017 № 273.

для здоровья населения были рассчитаны в соответствии с «Руководством по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду» Р 2.1.10.1920–04². Полученные величины рисков сравнивались с приемлемыми значениями [16,17]. Также в работе были определены значения уровней рисков с учетом фоновых концентраций загрязняющих веществ. Фоновая концентрация вещества (фон) — характеристика загрязнения атмосферы, которая создается всеми источниками выбросов на территории, исключая источник, для которого рассчитан фон. За фоновую концентрацию принимается статистически достоверная максимальная разовая концентрация примесей, значение которой превышает в 5% случаев.

Результаты. ЦОФ «Абашевская» начала работу 26 июня 1962 года. За годы эксплуатации ЦОФ переработала около 130 млн тонн угля при ежесуточном обогащении порядка 7 тыс. тонн угля. С ЦОФ выпущено более 95 млн тонн угольного концентрата. В процессе обогащения полезных ископаемых производятся дробление, грохочение, классификация, обогащение с выделением концентратов и отходов, обезвоживание и сгущение. Продуктом углеобогащения является концентрат различных марок угля с низкой зольностью. В настоящее время ЦОФ производит угольный концентрат марок Т, Ж, ГЖ+Ж, ГЖ.

На предприятии выявлены многочисленные стационарные источники атмосферных выбросов: труба котла КЕ–10/14С, трубы аспирационных установок конвейеров, трубы вентиляционных вытяжных установок, трубы-сушилки, труба кузнечного горна, труба электроцеха. Также выбросы появляются при пылении угольного склада, откосов дамб в флотовостокхранилищах, погрузке угольного концентрата в вагоны, сварочных и лакокрасочных работах. Высоты источников находятся в пределах от 2 до 45 м, их диаметры — от 0,25 до 1,5 м, скорости выхода газовой смеси из устьев источников составляют 1,2–25,7 м/с, температуры отходящей газовой смеси — 18–80 °С.

Суммарное количество выбросов неканцерогенных веществ стационарными источниками ЦОФ составляет 1239,3 т/г (50,4 г/с). Основной удельный вес в общем объеме выбросов имеют оксид углерода — 634,6 т/г (25,2 г/с) и пыль неорганическая с содержанием SiO_2 менее 20% — 381,3 т/г (15,8 г/с). Для оценки неканцерогенного риска были выбраны следующие вещества: диоксид азота, оксид азота, оксид углерода, диоксид серы, углерод (сажа), пыль неорганическая с содержанием SiO_2 до 20%, пыль неорганическая с содержанием SiO_2 20–70%, бензол, марганец и его соединения. Эти вещества имеют наиболее высокие индексы неканцерогенной опасности (от 2110817 у пыли неорганической с содержанием SiO_2 менее 20% до 34004 у бензола).

Суммарное количество выбросов канцерогенных веществ составляет 58,5 т/г (2,7 г/с), основной вклад вносит сажа — 52,4 т/г (2,5 г/с). Для оценки канцерогенного риска отобраны сажа и бензол, имеющие индексы канцерогенной опасности 290317 и 34004.

Выявлено, что максимальные концентрации неканцерогенных веществ варьируются от 2×10^{-7} до 0,270 мг/м³ по различным ТВК. Наибольшие значения максимальных концентраций диоксида азота (0,057 мг/м³), сажи (0,020 мг/м³), диоксида серы (0,028 мг/м³), оксида углерода (0,25

мг/м³), пыли неорганической с содержанием SiO_2 менее 20% (0,270 мг/м³) наблюдаются в ТВК № 5 (микрорайон Байдаевка), максимально приближенной к источнику атмосферных выбросов. Наименьшие концентрации неканцерогенных веществ наблюдаются у марганца и его соединений (2×10^{-7} мг/м³), бензола (3×10^{-5} мг/м³), пыли неорганической с содержанием SiO_2 20–70% (2×10^{-5} мг/м³).

Максимальные концентрации канцерогенных веществ варьируются от 3×10^{-5} до 0,020 мг/м³ по различным точкам воздействия. Наибольшее значение наблюдается в ТВК № 5 (микрорайон Байдаевка). По всем неканцерогенным и канцерогенным веществам превышения максимальной разовой ПДК³ не выявлено.

Средние концентрации неканцерогенных веществ находятся в пределах от 1×10^{-9} мг/м³ (марганец и его соединения) до 0,013 мг/м³ (пыль неорганическая с содержанием SiO_2 20–70%). Средние концентрации канцерогенных веществ варьируются от 3×10^{-6} мг/м³ до 4×10^{-4} мг/м³ по различным ТВК. Наибольшие значения средних концентраций углерод оксида и пыли неорганической с содержанием SiO_2 менее 20% наблюдаются в ТВК № 5 (микрорайон Байдаевка). Средние концентрации всех загрязняющих веществ не превышают среднесуточную ПДК.

Согласно проведенным расчетам, диоксид азота, оксид азота, оксид углерода, сажа, диоксид серы, пыль неорганическая с содержанием SiO_2 менее 20%, пыль неорганическая с содержанием SiO_2 20–70%, бензол, марганец и его соединения не представляют опасности для здоровья, т. к. уровни рисков немедленного действия равны нулю.

Уровни рисков хронической интоксикации колеблются от 3×10^{-8} (марганец и его соединения) до 0,003 (пыль неорганическая с содержанием SiO_2 менее 20%). Наибольший суммарный уровень рисков хронической интоксикации (0,006) наблюдается в ТВК № 5 (микрорайон Байдаевка). Это обусловлено расположением источников загрязнения. Наибольший удельный вес загрязняющих веществ в риске хронической интоксикации (57,7%) наблюдается в ТВК № 5 (микрорайон Байдаевка) от пыли неорганической с содержанием SiO_2 менее 20%.

Согласно полученным данным, сажа и бензол как канцерогенные вещества не представляют опасности. Суммарные значения рисков хронической интоксикации и канцерогенного риска по ТВК, выраженные в кратностях превышения приемлемого риска, не превышают единицу.

Систематический контроль состояния воздушной среды города осуществляется на стационарных постах Новокузнецкой гидрометеорологической обсерватории. В Докладе «О состоянии и охране окружающей среды Кемеровской области в 2018 году»⁴ показано, что в г. Новокузнецке общая масса загрязняющих веществ, выброшенных в атмосферу от стационарных источников, составила 295 794 т, в том числе твердых веществ — 34 149 т, диоксида серы — 50 392 т, углерода оксида — 184 115 т, оксидов азота (в пересчете на диоксид) — 17 240 т. Наибольшие уровни загрязнения наблюдались в Кузнецком районе, где сосредоточено наибольшее количество промышленных предприятий, а также в Орджоникидзевском и Центральном районах.

³ Предельно допустимые концентрации (ПДК) загрязняющих веществ в атмосферном воздухе городских и сельских поселений: ГН 2.1.6.3492-17. Введены с 22.12.17. М., 2017.

⁴ Доклад «О состоянии и охране окружающей среды Кемеровской области в 2018 году»: Департамент природных ресурсов и экологии Кемеровской области; 2018.

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.

Уровни рисков хронической интоксикации, рассчитанные с учетом фоновых концентраций загрязняющих веществ, колеблются от 3×10^{-8} (марганец и его соединения) до 0,036 (диоксид азота). Наибольший суммарный уровень рисков хронической интоксикации наблюдается в Орджоникидзевском районе (микрорайоны Байдаевка и Новобайдаевка), что обусловлено расположением промышленных предприятий. Наибольший удельный вес в формировании риска хронической интоксикации имеет азота диоксида. Суммарные значения рисков хронической интоксикации превышают приемлемый уровень по всем ТВК в 2,9–4,1 раза. Сажа и бензол как канцерогенные вещества не представляют опасности, суммарные значения канцерогенного риска не превышают уровень приемлемого риска.

Обсуждение. Здоровье населения является важнейшим фактором развития общества, показателем его безопасности и благополучия [18,19]. В последние годы процесс определения связи между воздействием факторов окружающей среды и состоянием здоровья населения является наиболее актуальной научной проблемой. Одним из самых востребованных и перспективных методов оценки воздействия факторов среды на здоровье населения является методология оценки риска [20]. Особую значимость имеют вопросы определения влияния загрязнения атмосферного воздуха населенных мест на риск нарушения здоровья жителей, так как качество воздуха представляет наибольший риск для здоровья населения. Проблема загрязнения воздушной среды особенно актуальна для урбанизированных территорий, где проживает основная часть населения и сконцентрировано большое количество промышленных предприятий на относительно небольших территориях [21,22].

Практическое применение методологии оценки риска имеет особое значение для ранжирования районов города по уровням загрязнения и рискам нарушения здоровья населения, определения неблагоприятных для проживания территорий, выявления региональных особенностей состояния воздушной среды. Также в процессе оценки риска выделяются приоритетные загрязняющие вещества, которые вносят наибольший вклад в нарушение состояния здоровья населения.

Заключительным этапом использования методологии оценки риска является управление риском, при котором происходит обоснование административно-технических мероприятий по повышению экологической безопасности предприятия, выбор вариантов экономически эффективной политики по снижению риска, анализ эффективности затрат на атмосферноохранные проекты с позиции снижения риска для здоровья.

Необходимо отметить, что в 2018 г. на «ЦОФ «Абашевская» проведен мониторинг атмосферного воздуха на границе санитарно-защитной зоны и жилой застройки, проведены режимные испытания сушильных агрегатов, определена эффективность работы мокрых золоуловителей котлоагрегатов, определена эффективность вентиляции и аспирационных установок.

Заключение. При оценке риска для здоровья населения Новокузнецка от выбросов ЦОФ выявлены приоритетные загрязняющие вещества: диоксид азота, оксид азота, оксид углерода, диоксид серы, углерод (сажа), пыль неорганическая с содержанием SiO_2 менее 20%, пыль неорганическая с содержанием SiO_2 20–70%, бензол, марганец и его соединения. Определены максимальные и средние концентрации загрязняющих веществ. Выявлено, что уровни рисков немедленного действия равны нулю. Уровни рисков хронической интоксикации колеблются от 3×10^{-8} (марганец и его соединения) до 0,003 (пыль

неорганическая с содержанием SiO_2 менее 20%). Наибольший суммарный уровень рисков хронической интоксикации (0,006) наблюдается в ТВК № 5 (микрорайон Байдаевка). Это обусловлено расположением источников загрязнения. Наибольшие индексы опасности также наблюдаются в ТВК № 5 (микрорайон Байдаевка).

Коэффициенты опасности по всем веществам не превышают единицу, что свидетельствует о незначительной вероятности развития у населения вредных эффектов при ежедневном поступлении вещества в течение жизни и такое воздействие является допустимым. Согласно полученным данным, сажа и бензол как канцерогенные вещества не представляют опасности. Суммарные значения рисков немедленного действия, хронической интоксикации и канцерогенного риска не превышают приемлемый уровень.

Суммарные значения рисков хронической интоксикации, рассчитанные с учетом фоновых концентраций загрязняющих веществ, превышают приемлемый уровень по всем ТВК в 2,9–4,1 раза.

Таким образом, выбросы ЦОФ вносят определенный вклад в загрязнение атмосферного воздуха города, не оказывая значительного влияния на состояние здоровья населения. Использование методологии оценки риска необходимо для выявления наиболее неблагоприятных для проживания районов города и загрязняющих веществ, вносящих наибольший вклад в нарушение здоровья населения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Голиков Р.А., Суржиков Д.В., Кислицына В.В., Штайгер В.А. Влияние загрязнения окружающей среды на здоровье населения (обзор литературы). *Науч. обозрение. Мед. н.* 2017; (5): 20–31.
- Климов П.В., Суржиков Д.В., Большаков В.В., Суржиков В.Д. Загрязнение окружающей среды индустриального центра как фактор риска для здоровья населения. *Пробл. anal. риска.* 2011; 8(4): 70–81.
- Савилов Е.Д., Анганова Е.В., Ильина С.В., Степаненко Л.А. Техногенное загрязнение окружающей среды и здоровье населения: анализ ситуации и прогноз. *Гигиена и сан.* 2016; 95(6): 507–12.
- Фридман К.Б., Крюкова Т.В. Урбанизация — фактор повышенного риска здоровью. *Гигиена и сан.* 2015; 94(1): С. 8–11.
- Кузьмин С.В., Гурвич В.Б., Диконская О.В., Малых О.Л., Ярушин С.В. Методология оценки и управления риском для здоровья населения в системе законодательного регулирования санитарно-эпидемиологического благополучия населения. *Мед. труда и пром. экология.* 2016; (1): 4–8.
- Рахманин Ю.А., Новиков С.М., Авалиани С.Л., Синицына О.О., Шашина Т.А. Современные проблемы оценки риска воздействия факторов окружающей среды на здоровье населения и пути ее совершенствования. *Anal. риска здоровью.* 2015; (2): 4–11.
- Baldauf R.W., Lane D.D., Marotz G.A., Barkman H.W., Pierce T. Application of a risk assessment based approach to designing ambient air quality monitoring networks for evaluating non-cancer health impacts. *Environ. Monit. Assess.* 2002; 78(3): 213–27.
- Keller D.A., Juberg D.R., Catlin N., Farland W.H., Hess F.G., Wolf D.C. et al. Identification and characterization of adverse effects in 21st century toxicology. *Toxicol. Sci.* 2012; 126(2): 291–7.
- Поварова А.И. Регионы-металлургии: основные тенденции и проблемы социально-экономического развития. *Пробл. развития территории.* 2015; (6): 37–50.
- Шаповалова Н.Г., Гуменная С.Н. Энергосберегающие и природоохранные мероприятия на агломерационных фабриках. *Экология и промышленность.* 2016; (3): 22–7.

11. Суржиков Д.В., Кислицына В.В., Олещенко А.М. Влияние выбросов предприятий угольной промышленности на здоровье населения. *Мед. в Кузбассе*. 2017; 16(3): 27–32.
12. Юрлова Н.А., Шестаков К.И. К оценке воздействия на окружающую среду обогатительных фабрик в составе горно-обогатительных комбинатов. *Горн. ж.* 2016; (11): 103–6.
13. Двуреченский В.Г., Филонова Е.Н. Пути снижения антропогенной нагрузки на окружающую среду Южного Кузбасса, связанной с отходами агломерации. *Безопас. жизнедеят-сти*. 2016; (8): 50–5.
14. Фролов Ю.А., Каплун Л.И., Мищенко И.М., Асламова Я.Ю. Состояние и перспективы развития технологии производства агломерата. Часть 10. Борьба с вредными выбросами агломерационных фабрик. Текущие выбросы агломерационных фабрик. *Чер. металлургия*. 2018; (1): 37–48.
15. Климов П.В., Суржиков В.Д., Суржиков Д.В., Большаков В.В. Оценка антропогенного загрязнения атмосферного воздуха г. Новокузнецка. *Вестн. Кемер. ГУ*. 2011; (2): 190–4.
16. Щербо А.П., Киселев А.В., Негриенко К.В., Мироненко О.В., Филатов В.Н. *Окружающая среда и здоровье: подходы к оценке риска*. СПб: СПбМАПО; 2002.
17. Щербо А.П., Киселев А.В. *Оценка риска воздействия факторов окружающей среды на здоровье*. СПб: СПбМАПО; 2005.
18. Благодарева М.С., Корнилов А.С., Ярушин С.В., Малых О.Л. О методических подходах к оценке многофакторных рисков для здоровья населения, подверженного неблагоприятному воздействию среды обитания человека. *Мед. труда и пром. экология*. 2018; (11): 41–5.
19. Крупская Д.А., Урбан Ю.Е., Кондрескул И.В., Амвросьев П.А. Использование методологии оценки риска для здоровья населения в практике надзора за качеством атмосферного воздуха. *Здоровье населения и окружающая среда*. 2016; (26): 29–31.
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 сан.* 2017; 96(12): 1125–29.
21. Андреева Е.Е. Оценка риска для здоровья населения от вредных факторов атмосферного воздуха, по данным социально-гигиенического мониторинга. *Здоровье населения и среда обитания*. 2016; (10): 15–8.
22. Малых О.Л., Кочнева Н.И., Никонов Б.И., Шевчик А.А., Цепилова Т.М. Интегрированная система управления риском для здоровья населения на региональном и муниципальном уровнях. *Гигиена и сан.* 2017; 96(12): 1136–40.
23. Baldauf R.W., Lane D.D., Marotz G.A., Barkman H.W., Pierce T. Application of a risk assessment based approach to designing ambient air quality monitoring networks for evaluating non-cancer health impacts. *Environ. Monit. Assess.* 2002; 78(3): 213–27.
24. Keller D.A., Juberg D.R., Catlin N., Farland W.H., Hess F.G., Wolf D.C. et al. Identification and characterization of adverse effects in 21st century toxicology. *Toxicol. Sci.* 2012; 126(2): 291–7.
25. Povarova A.I. Metallurgical regions: key trends and socio-economic development issues. *Problemy razvitiya territorii*. 2015; (6): 37–50 (in Russian).
26. Shapovalova N.G., Gumennaya S.N. Energy-saving and environmental measures at sintering plants. *Ekologiya i promyshlennost'*. 2016; (3): 22–7 (in Russian).
27. Surzhikov D.V., Kislitsyna V.V., Oleshchenko A.M. Influence of the emissions of coal industry enterprises on public health. *Meditsina v Kuzbasse*. 2017; 16(3): 27–32 (in Russian).
28. Yurlova N.A., Shestakov K.I. On the environmental impact assessment of concentration plants in mining and processing plants. *Gornyy zhurnal*. 2016; (11): 103–6 (in Russian).
29. Dvurechensky V.G., Filonova E.N. The reduction to the anthropogenic environmental stress in the South Kuzbass agglomeration caused by waste. *Bezopasnost' zhiznedeyatel'nosti*. 2016; (8): 50–5 (in Russian).
30. Frolov Yu.A., Kaplun L.I., Mishchenko I.M., Aslamova Y.Yu. State and prospects of development of agglomerate production technology. Part 10. Fighting harmful emissions from sinter plants. Current emissions of sinter plants. *Chernaya metallurgiya*. 2018; (1): 37–48 (in Russian).
31. Klimov P.V., Surzhikov V.D., Surzhikov D.V., Bolshakov V.V. Assessment of anthropogenic air pollution in Novokuznetsk. *Vestnik Kemerovskogo gosudarstvennogo universiteta*. 2011; (2): 190–4 (in Russian).
32. Shcherbo A.P., Kiselev A.V., Negrienko K.V., Mironenko O.V., Filatov V.N. *Environment and health: approaches to risk assessment*. St. Petersburg: SPbMAPO; 2002 (in Russian).
33. Shcherbo A.P., Kiselev A.V. *Assessment of the risk from the effects of environmental factors on health*. St. Petersburg: SPbMAPO; 2005 (in Russian).
34. Blagodareva M.S., Kornilov A.S., Yarushin S.V., Malykh O.L. On methodological approaches to evaluation of multifactor risk for population exposed to environmental hazards. *Meditsina truda i promyshlennaya ekologiya*. 2018; (11): 41–5 (in Russian).
35. Krupskaya D.A., Urban U.E., Kondreskul I.V., Amvrosiev P.A. Use of health risk assessment in practice of sanitary surveillance over ambient air quality. *Zdorov'ye i okruzhayushchaya sreda*. 2016; (26): 29–31 (in Russian).
36. Popova A.Yu., Gurchich V.B., Kuz'min S.V., Mishina A.L., Yarushin S.V. Modern issues of the health risk assessment and management. *Gigiyena i sanitariya*. 2017; 96(12): 1125–29 (in Russian).
37. Andreeva E.E. Assessment of risk to public health from the hazards of atmospheric air according to social and hygienic monitoring. *Zdorov'ye naseleniya i sreda obitaniya*. 2016; (10): 15–8 (in Russian).
38. Malykh O.L., Kochneva N.I., Nikonov B.I., Shevchik A.A., Tsepilova T.M. The integrated system of health risk management at the regional and municipal levels. *Gigiyena i sanitariya*. 2017; 96(12): 1136–40. (in Russian).

REFERENCES

1. Golikov R.A., Surzhikov V.D., Kislitsyna V.V., Shtaiger V.A. Influence of environmental pollution to the health of the population (review of literature). *Nauchnoye obozreniye. Meditsinskiye nauki*. 2017; (5): 20–31 (in Russian).
2. Klimov P.V., Surzhikov V.D., Bolshakov V.V., Surzhikov D.V. Environmental pollution of the industrial center as a risk factor for health of the population. *Problemy analiza riska*. 2011; 8(4): 70–81. (in Russian)
3. Savilov E.D., Anganova E.V., Ilina S.V., Stepanenko L.A. Technogenic environmental pollution and the public health: analysis and prognosis. *Gigiyena i sanitariya*. 2016; 95(6): 507–12. (in Russian)
4. Fridman K.B., Kryukova T.V. Urbanization — a factor that increases the risk for health. *Gigiyena i sanitariya*. 2015; 94(1): 8–11 (in Russian).
5. Kuz'min S.V., Gurchich 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. *Med. truda i prom. ekol*. 2016; (1): 4–8 (in Russian).
6. Rakhmanin Y.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. *Analiz riska zdorov'yu*. 2015; (2): 4–11 (in Russian).

Дата поступления / Received: 2019
 Дата принятия к печати / Accepted: 2020
 Дата публикации / Published: 03.2020