

DOI: <http://dx.doi.org/10.31089/1026-9428-2020-60-6-359-363>

УДК 614.2:621.771:669

© Коллектив авторов, 2020

Кислицына В.В.¹, Суржиков Д.В.¹, Голиков Р.А.¹, Мукашева М.А.²**Оценка влияния на здоровье населения выбросов прокатного производства металлургического комбината**¹ФГБНУ «Научно-исследовательский институт комплексных проблем гигиены и профессиональных заболеваний», ул. Кутузова, 23, Новокузнецк, Россия, 654041;²РГП «Карагандинский государственный университет имени Е.А. Букетова», ул. Университетская, 28, Караганда, Республика Казахстан, 100028

Введение. Развитие в г. Новокузнецке Кемеровской области металлургической промышленности привело к сложной экологической ситуации. Определение взаимосвязи между воздействием атмосферных выбросов и состоянием здоровья населения на основе методологии оценки риска является актуальной проблемой гигиены.

Цель исследования — дать оценку риска нарушения здоровья населения от выбросов прокатного производства металлургического комбината.

Материалы и методы. В работе использовались данные тома предельно допустимых выбросов предприятия. Расчеты максимальных разовых и среднегодовых концентраций загрязняющих веществ проводились с использованием программы «ЭКОцентр-Стандарт». Были рассчитаны риски для здоровья населения, которые сравнивались с приемлемыми значениями. Также в работе были определены значения уровней рисков с учетом фоновых концентраций.

Результаты. Выявлены приоритетные загрязняющие вещества: триоксид диЖелеза, диоксид азота, оксид азота, диоксид серы, оксид углерода, бенз(а)пирен. Определены максимальные разовые и среднегодовые концентрации веществ по выбранным расчетным точкам, выявлено превышение предельно допустимой концентрации у триоксида диЖелеза. Уровни рисков немедленного действия равны нулю. Наибольшие уровни рисков хронической интоксикации, выраженные в долях от единицы, наблюдаются от воздействия триоксида диЖелеза (0,004-0,043) и диоксида азота (0,001-0,012). Максимальный суммарный уровень рисков хронической интоксикации (0,012) наблюдается в точке воздействия концентраций № 3 от влияния диоксида азота, что обусловлено близким расположением источников загрязнения. Канцерогенный риск от воздействия бенз(а)пирена находится в пределах от 1×10^{-8} до 9×10^{-8} (в долях от единицы). Суммарные значения канцерогенного риска и риска немедленного действия находятся ниже уровня приемлемого риска. В семи точках воздействия концентраций суммарные значения риска хронической интоксикации превышают приемлемый уровень в 1,10-3,45 раза.

Наибольший уровень риска немедленного действия с учетом фоновых концентраций наблюдается от действия оксида углерода и бенз(а)пирена. Канцерогенный риск превышает приемлемый уровень в 6-12 раз. Риск хронической интоксикации с учетом фона превышает приемлемый уровень. Наибольшие суммарные уровни риска характерны для Кузнецкого района г. Новокузнецка.

Заключение. Атмосферные выбросы прокатного производства металлургического комбината вносят вклад в загрязнение атмосферного воздуха города, увеличивая риск хронической интоксикации.

Ключевые слова: прокатное производство; металлургический комбинат; атмосферные выбросы; загрязняющие вещества; фоновые концентрации; оценка риска для здоровья

Для цитирования: Кислицына В.В., Суржиков Д.В., Голиков Р.А., Мукашева М.А. Оценка влияния на здоровье населения выбросов прокатного производства металлургического комбината. *Мед. труда и пром. экол.* 2020; 60(6). <http://dx.doi.org/10.31089/1026-9428-2020-60-6-359-363>

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.

Дата поступления: 30.04.2020 / Дата принятия к печати: 14.05.2020 / Дата публикации: 06.2020

Vera V. Kislitsyna¹, Dmitry V. Surzhikov¹, Roman A. Golikov¹, Manara A. Mukasheva²**Assessment of the impact on the health of the population of emissions from rolling production of a metallurgical plant**¹Research Institute for Complex Problems of Hygiene and Occupational Diseases, 23, Kutuzova Str., Novokuznetsk, Russian Federation, 654041;²Karaganda State University named after E.A. Buketov, 28, Universitetskaya Str., Karaganda, Kazakhstan Republic, 100028

Introduction. The development of the metallurgical industry in Novokuznetsk, Kemerovo region, has led to a difficult environmental situation. Determining the relationship between exposure to atmospheric emissions and the health of the population based on the risk assessment methodology is an urgent hygiene issue.

The aim of the study is to assess the risk of health problems from emissions from rolling production of a metallurgical plant.

Materials and methods. We used data from the volume of maximum permissible emissions of the enterprise. Calculations of maximum single and average annual concentrations of pollutants were carried out using the program "ECOcenter-Standard".

Public health risks were calculated and compared with acceptable values. The work also determined the values of risk levels taking into account background concentrations.

Results. Priority pollutants were identified: diiron trioxide, nitrogen dioxide, nitrogen oxide, sulfur dioxide, carbon monoxide, benz(a)pyrene. The maximum one-time and average annual concentrations of substances at the selected calculation points were determined, and the maximum permissible concentration of diiron trioxide was found to be exceeded. Immediate action risk levels are zero. The highest risk levels of chronic intoxication, expressed as a percentage of a unit, are observed from exposure to diiron trioxide (0.004-0.043) and nitrogen dioxide (0.001-0.012). The maximum total level of risks of chronic intoxication (0.012) is observed at the point of exposure to concentrations #3 from the influence of nitrogen dioxide, which is due to the close location of pollution sources. The carcinogenic risk from exposure to benz(a)pyrene ranges from 1×10^{-8} to 9×10^{-8} (as a fraction of a unit). The combined values of carcinogenic risk and immediate action risk are below the acceptable risk level. In seven points of exposure to concentrations, the total risk of chronic intoxication exceeds the acceptable level by 1.10-3.45 times.

The greatest risk of immediate action, taking into account background concentrations, is observed from the action of carbon monoxide and benz(a)pyrene. The carcinogenic risk exceeds the acceptable level by 6-12 times. The risk of chronic intoxication, taking into account the background, exceeds an acceptable level. The highest total risk levels are typical for the Kuznetsky district of Novokuznetsk.

Conclusions. Atmospheric emissions from rolling mill production contribute to air pollution in the city, increasing the risk of chronic intoxication.

Keywords: rolling production; metallurgical plant; atmospheric emissions; pollutants; background concentrations; health risk assessment

For citation: Kislitsyna V.V., Surzhikov D.V., Golikov R.A., Mukasheva M.A. Assessment of the impact on the health of the population of emissions from rolling production of a metallurgical plant. *Med. truda i prom. ekol.* 2020; 60(6). <http://dx.doi.org/10.31089/1026-9428-2020-60-6-359-363>

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

ORCID: Kislitsyna V.V. 0000-0002-2495-6731, Surzhikov D.V. 0000-0002-7469-4178, Golikov R.A. 0000-0003-3112-2919, Mukasheva M.A. 0000-0001-7403-8480

Funding. The study had no funding.

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

Received: 30.04.2020 / Accepted: 14.06.2020 / Published: 06.2020

Введение. Горно-металлургическая промышленность Кемеровской области является одной из базовых отраслей экономики региона, на ее долю приходится около 20% всей промышленной продукции [1]. При этом металлургические предприятия являются крупными источниками выбросов в атмосферу, водоемы и почвы, оказывая неблагоприятное воздействие на здоровье населения промышленно-урбанизированных территорий [2,3]. Выявлено, что среди стационарных источников загрязнения атмосферного воздуха металлургические предприятия Кузбасса вносят максимальный вклад (до 79%). Основными загрязняющими веществами являются оксиды азота (превышение предельно допустимой концентрации (ПДК) в 3,7 раза), пыль и сажа (превышение ПДК в 1,5 раза), бенз(а)пирен (превышение ПДК в 14,7 раза), а также оксиды серы и углерода [4].

Загрязнение атмосферного воздуха многими исследователями оценивается как основной фактор среды, формирующий риск для здоровья населения, проживающего на урбанизированных территориях, так как на его долю приходится до 90% всех загрязняющих факторов [5,6]. Оценка и анализ риска для здоровья населения от воздействия факторов окружающей среды является актуальной научно-практической задачей во многих странах [7-12].

Развитие в г. Новокузнецке Кемеровской области металлургической промышленности обусловлено близким расположением угольных и железорудных месторождений. Для предприятий города характерно сосредоточение большого количества стационарных источников атмосферных выбросов на ограниченной территории. Исторически Новокузнецк строился и развивался отдельными районами, в настоящее время жилые районы располагаются между промплощадками отдельных предприятий. Близкое распо-

ложение селитебных и промышленных территорий определяет высокую вероятность контакта населения с загрязняющими веществами [13,14].

Цель исследования — дать оценку риска нарушения здоровья населения г. Новокузнецка от выбросов прокатного производства металлургического комбината.

Материалы и методы. В работе были использованы данные тома предельно допустимых выбросов прокатного производства металлургического комбината, которые содержат характеристики выбросов и источников. Для оценки распространения и воздействия атмосферных выбросов было выбрано 15 расчетных точек воздействия концентраций (ТВК) в различных районах города, население которого составляет около 550 тыс. человек. ТВК выбирались в соответствии с розой ветров, согласно которой преобладающим является юго-западное направление. Город расположен на холмистой равнине, расчлененной долинами рек Томь, Кондома и Аба и окруженной отрогами Салаирского кряжа и Кузнецкого Алатау.

Расчеты максимальных разовых и среднегодовых концентраций загрязняющих веществ осуществлялись с применением унифицированной программы расчета загрязнения атмосферы «ЭКОцентр-Стандарт», которая основана на «Методах расчета рассеивания выбросов вредных (загрязняющих) веществ в атмосферном воздухе»¹. Риски для здоровья рассчитывались на основании Руководства Р 2.1.10.1920-04², методик А.П. Щербо и соавторов [15,16]

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

² Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду: Р2.1.10.1920-04. М.: Федеральный центр госсанэпиднадзора Минздрава РФ; 2004.

и Г.Г. Онищенко и соавторов [17]. Рассчитанные величины рисков сравнивались с их приемлемыми значениями.

Также в работе были определены значения уровней рисков с учетом фоновых концентраций загрязняющих веществ по данным Новокузнецкой гидрометеорологической обсерватории. 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. ОАО «ЕВРАЗ Объединенный Западно-Сибирский металлургический комбинат» (ЕВРАЗ ЗСМК) образован 1 июля 2011 г. в результате объединения Западно-Сибирского и Новокузнецкого металлургических комбинатов [18]. ЕВРАЗ ЗСМК является крупнейшим в Сибири предприятием по производству стали и чугуна [19].

Основными стационарными источниками выбросов прокатного производства ЕВРАЗ ЗСМК являются трубы нагревательных колодцев, трубы машин огневой зачистки, трубы клетки блюминга, фонарь цеха, трубы нагревательных печей стана, фонарь стана, фонарь мелкосортных станов. Высота источников выбросов составила 21-100 м, диаметр — 2-6 м, скорость выхода газовой смеси — 1,5-17,9 м, температура отходящей смеси — 25-300°C, опасная скорость ветра — 0,4-3,8 м/с.

Для расчета рисков были отобраны следующие загрязняющие вещества: триоксид диЖелеза, диоксид азота, оксид азота, диоксид серы, оксид углерода, бенз(а)пирен. Их суммарные выбросы составили 1137,943 т/год (64,12004 г/с). Максимальные выбросы характерны для оксида углерода — 567,495 т/год (34,31 г/с) и триоксида диЖелеза — 305,077 т/год (19,61 г/с). Выбросы канцерогенного вещества (бенз(а)пирена) составили 0,001697 т/год (0,000041 г/с). Выбор приоритетных загрязняющих веществ проводился исходя из рассчитанных индексов опасности.

В работе рассчитаны максимальные разовые концентрации загрязняющих веществ по выбранным ТВК. Наибольшие концентрации неканцерогенных веществ наблюдаются в ТВК № 3 (Заводской район, Кузбасская ярмарка) у триоксида диЖелеза (0,241 мг/м³), диоксида азота (0,050 мг/м³), оксида азота (0,0007 мг/м³), диоксида серы (0,023 мг/м³), оксида углерода (0,652 мг/м³), бенз(а)пирена (0,00000002 мг/м³). Минимальные концентрации выявлены в ТВК № 15 (Куйбышевский район, ДК Дзержинского). Наибольшие концентрации выбранного канцерогенного вещества (бенз(а)пирена) наблюдаются в ТВК № 2 (Заводской район, ГKB № 29), ТВК № 3 (Заводской район, Кузбасская ярмарка), ТВК № 4 (Заводской район, ДК Комсомолец), составляя 0,00000002 мг/м³. Эти точки находятся в непосредственной близости к промплощадке № 2 «ЕВРАЗ ЗСМК». Минимальные показатели выявлены в ТВК № 12 (Куйбышевский район, Вокзал) и ТВК № 15 (Куйбышевский район, ДК Дзержинского) — 0,000000003 мг/м³.

Далее максимальные концентрации загрязняющих веществ были выражены в кратностях превышения ПДК³. Превышение ПДК в 1,18-6,03 раза выявлено у триоксида диЖелеза. Концентрации остальных веществ по всем ТВК не превышали ПДК.

Наибольшие среднегодовые концентрации триоксида диЖелеза наблюдаются в ТВК № 3 (Заводской район, Куз-

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

басская ярмарка), составляя 0,045 мг/м³. Концентрации остальных веществ (диоксида азота, оксида азота, диоксида серы, оксида углерода, бенз(а)пирена) были незначительные. Максимальные показатели выявлены в точках Заводского района, расположенного ближе к источникам, минимальные — в точках Центрального и Куйбышевского района.

Среднегодовые концентрации канцерогенного вещества (бенз(а)пирена) максимальны в ТВК № 2 (Заводской район, ГKB № 29) — $2,1 \times 10^{-8}$ мг/м³, ТВК № 3 (Заводской район, Кузбасская ярмарка) — 3×10^{-8} мг/м³ и ТВК № 4 (Заводской район, ДК Комсомолец) — $2,1 \times 10^{-8}$ мг/м³; минимальны в ТВК № 12 (Куйбышевский район, вокзал) — $4,5 \times 10^{-9}$ мг/м³ и ТВК № 15 (Куйбышевский район, ДК Дзержинского) — $3,8 \times 10^{-9}$ мг/м³.

Среднегодовые концентрации загрязняющих веществ по ТВК также выражались в кратностях превышения ПДК. Превышение ПДК выявлено только у триоксида диЖелеза в ТВК № 3 (в 1,12 раза). Средние концентрации канцерогенного вещества по всем ТВК не превышали ПДК.

Риск немедленного действия, проявляющийся непосредственно в момент воздействия в виде различных физиологических реакций, обострения хронических заболеваний, а при значительных концентрациях — в острых отравлениях, от воздействия диоксида азота, оксида азота, оксида углерода, диоксида серы и бенз(а)пирена был равен нулю.

Наибольшие уровни рисков хронической интоксикации, выраженные в долях от единицы, наблюдаются от воздействия триоксида диЖелеза (0,004-0,043) и диоксида азота (0,001-0,012), наименьшие — от оксида азота (0-0,001), оксида углерода (0,001-0,005), диоксида серы (0,002-0,008), бенз(а)пирена (0-0,001) по различным ТВК. Максимальные уровни рисков хронической интоксикации от влияния диоксида азота наблюдаются в ТВК № 3 (Заводской район, Кузбасская ярмарка) — 0,012 и ТВК № 4-0,009 (Заводской район, ДК Комсомолец), от триоксида диЖелеза — в ТВК № 2, 3, 4 (Заводской район) — 0,025-0,043.

Характеристика риска развития неканцерогенных эффектов для отдельных веществ проводилась на основе расчета коэффициента опасности. Коэффициент опасности для триоксида диЖелеза превышал единицу в ТВК № 3, у всех остальных веществ коэффициенты были меньше единицы. При таком воздействии вероятность развития у человека вредных эффектов при ежедневном поступлении вещества в течение жизни незначительна, и такое воздействие является допустимым.

Рассчитанный канцерогенный риск от воздействия бенз(а)пирена находился в пределах от 1×10^{-8} до 9×10^{-8} (в долях от единицы).

Далее суммарные значения всех видов рисков по всем ТВК выражались в кратностях превышения приемлемого риска. Выявлено, что риск немедленного действия и канцерогенный риск по всем ТВК не превышают уровень приемлемого риска. Суммарные значения риска хронической интоксикации превышают приемлемый уровень в 1,10-3,45 раза в ТВК №№ 1-4 (Заводской район), №№ 5-7 (Новоильинский район), наибольшее превышение отмечается в ТВК № 3.

По данным Новокузнецкой гидрометеорологической обсерватории, в 2018 г. в атмосферу города от стационарных источников поступило 267,530 тыс. т загрязняющих веществ. Проведенная оценка уровней риска с учетом фоновых концентраций выявила, что наибольший уровень риска немедленного действия во всех ТВК наблюдаются от действия оксида углерода и бенз(а)пирена. Наибольший суммарный уровень риска немедленного действия характерен для Кузнецкого района.

Наибольший уровень риска хронической интоксикации с учетом фона наблюдается в ТВК № 8, 9 (Кузнецкий район города), составляя 0,257 (в долях от единицы). Рассчитанные уровни рисков немедленного действия без учета бенз(а)пирена не превышают приемлемый уровень ни в одной из ТВК, с учетом бенз(а)пирена — превышают приемлемый риск в 20 раз. Рассчитанные уровни риска хронической интоксикации превышают приемлемый уровень во всех ТВК. Канцерогенный риск, определяемый действием бенз(а)пирена, превышает приемлемый риск в 6–12 раз.

Обсуждение. Кемеровская область является одним из основных металлургических регионов России [20,21]. При этом интенсивное развитие металлургии Кузбасса ведет к значительному ухудшению экологической ситуации [22]. В Стратегии социально-экономического развития Кузбасса до 2035 г. намечено значительное снижение атмосферных выбросов в природную среду различными отраслями промышленности, в том числе и предприятиями металлургии [23].

Настоящее исследование выявило, что рассчитанные максимальные разовые и среднегодовые концентрации загрязняющих веществ, создаваемые источниками прокатного производства металлургического комбината, не превышают ПДК по выбранным ТВК, за исключением триоксида дижелеза, его максимальные концентрации превышали ПДК в 1,18–6,03 раза, среднегодовые — в 1,12 раза в ТВК №3.

Суммарные значения канцерогенного риска и риска немедленного действия находятся ниже уровня приемлемого риска по всем ТВК. Суммарные значения риска хронической интоксикации превышают приемлемый уровень в 1,10–3,45 раза в ТВК №№ 1–7, наибольшее превышение отмечается в ТВК №3.

Оценка риска с учетом фоновых концентраций выявила, что высокий уровень риска немедленного действия во всех ТВК определяется влиянием оксида углерода и бенз(а)пирена. Наибольшие уровни риска немедленного действия и риска хронической интоксикации характерны для Кузнецкого района города, значительно превышая приемлемый риск. Канцерогенный риск от действия бенз(а)пирена превышает приемлемый риск в 6–12 раз.

Таким образом, определение взаимосвязи между воздействием неблагоприятных факторов окружающей среды и состоянием здоровья населения является актуальной научной проблемой. Особое место занимает определение влияния загрязнения атмосферного воздуха урбанизированных территорий на здоровье жителей. Проблема загрязнения воздуха особенно актуальна для промышленных городов, где проживает большая часть населения и где функционирует большое количество предприятий на относительно небольших территориях. Практическое использование методологии оценки риска имеет особое значение для определения региональных особенностей формирования воздушной среды, выявления приоритетных загрязняющих веществ, которые вносят наибольший вклад в нарушение состояния здоровья населения, ранжирования районов города по уровням загрязнения и рискам нарушения здоровья населения, определения неблагоприятных для проживания территорий [24,25].

Заключение. Для Новокузнецка характерен высокий уровень загрязнения воздушной среды, связанный с функционированием крупных промышленных предприятий, что определяет высокие риски нарушения здоровья населения города. Атмосферные выбросы прокатного производства металлургического комбината вносят значительный вклад в ухудшение экологической обстановки, увеличивая риск хронической интоксикации.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Рябов В.А., Столбова О.Б. Современный промышленный комплекс Кемеровской области. *Вестник Кемеровского государственного университета. Серия: Биологические, технические науки и науки о Земле.* 2017; 3(3): 41–6.
2. Парамонова О.Н., Печегин М.С. Анализ негативного воздействия металлургической отрасли промышленности на окружающую среду. *Труды Ростовского государственного университета путей сообщения.* 2019; 46(1): 68–71.
3. Павлович Л.Б., Коротков С.Г., Осокина А.А. Оценка экологического риска от производственной деятельности металлургического комбината. *Известия высших учебных заведений. Черная металлургия.* 2015; 58(12): 901–5.
4. Коряков А.Е., Шишкина А.А., Шишкина П.А. Влияние предприятий металлургической промышленности на окружающую среду и здоровье человека. *Известия Тульского государственного университета. Технические науки.* 2019; (7): 275–8.
5. Боев В.М., Карпенко И.Л., Бархатова Л.А., Кудусова Л.Х., Зеленина Л.В. Мониторинг аэрогенной химической нагрузки на сельских территориях промышленного города. *Здоровье населения и среда обитания.* 2016; 274(1): 11–3.
6. Фридман К.Б., Крюкова Т.В. Урбанизация — фактор повышенного риска здоровью. *Гигиена и сан.* 2015; 94(1): С. 8–11.
7. 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. *Анализ риска здоровью.* 2015; (2): 4–11.
8. 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.
9. Андреева Е.Е. Оценка риска для здоровья населения от вредных факторов атмосферного воздуха, по данным социально-гигиенического мониторинга. *Здоровье населения и среда обитания.* 2016; 283(10): 15–8.
10. 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.
11. 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.
12. Next Generation Risk Assessment: Incorporation of Recent Advances in Molecular, Computational and Systems Biology (External Review Draft); 2014.
13. Климов П.В., Суржиков В.Д., Суржиков Д.В., Большаков В.В. Оценка антропогенного загрязнения атмосферного воздуха г. Новокузнецка. *Вестник Кемеровского государственного университета.* 2011; 46(2): 190–4.
14. 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.
15. 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.
16. Щербо А.П., Киселев А.В. *Оценка риска воздействия факторов окружающей среды на здоровье.* СПб.: СПб МАПО; 2005.
17. Онищенко Г.Г., Новиков С.М., Рахманин Ю.А., Авалиани С.Л., Буштуева К.А. *Основы оценки риска для здоровья населения*

при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду. М.: НИИ ЭЧ и ГОС; 2002.

18. Финогенова Е.А. Оценка эффективности проведения реструктуризации на примере ОАО «ЕВРАЗ НКМК» и ОАО «ЕВРАЗ ЗСМК». *Научный журнал*. 2016; 13(12): 61–5.

19. Юрьев А.Б. ЕВРАЗ ЗСМК — 50 лет успеха. *Металлург*. 2014; (6): 4–8.

20. Родинков С.В., Кривенцов А.М. Современное состояние развития прокатного производства в России. *Черные металлы*. 2015; 1004(8): 20–3.

21. Гугис Н.Н. Развитие производства проката в Российской Федерации в 2014–2018 гг. *Производство проката*. 2019; (8): 3–11.

22. Поварова А.И. Регионы-металлурги: основные тенденции и проблемы социально-экономического развития. *Проблемы развития территории*. 2015; 80(6): 37–50.

23. Фридман Ю.А., Речко Г.Н., Логинова Е.Ю. Кузбасс как объект стратегического планирования: актуальная практика. *Региональная экономика. Юг России*. 2019; 7(1): 79–87.

24. 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. *Мед. труда и пром. экология*. 2016; (1): 4–8.

25. 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.

REFERENCES

1. Riabov V.A., Stolbova O.B. Modern industrial complex of the Kemerovo oblast. *Vestnik Kemerovskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Biologicheskiye, tekhnicheskkiye nauki i nauki o Zemle*. 2017; 3(3): 41–6 (in Russian).

2. Paramonova O.N., Pechegin M.S. Analysis of the negative impact of metallurgical industry on the environment. *Trudy Rostovskogo gosudarstvennogo universiteta puty soobshcheniya*. 2019; 46(1): 68–71 (in Russian).

3. Pavlovich L.B., Korotkov S.G., Osokina A.A. The estimation of ecological risk of production activities of metallurgical plant. *Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedeniy. Chernaya metallurgiya*. 2015; 12(58): 901–5 (in Russian).

4. Koryakov A.E., Shishkina A.A., Shishkina P.A. Influence of metallurgical industries on ecology. *Izvestiya Tul'skogo gosudarstvennogo universiteta. Tekhnicheskkiye nauki*. 2019; (7): 275–8 (in Russian).

5. Boev V.M., Karpenko I.L., Barkhatova L.A., Kudusova L.Kh., Zelenina L.V. Monitoring of aerogenic chemical loading on the inhabited territories of the industrial city. *Zdorov'ye naseleniya i sreda obitaniya*. 2016; 274(1): 11–3 (in Russian).

6. 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).

7. 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).

8. Blagodareva M.S., Kornilkov A.S., Yarushin S.V., Malykh O.L. On methodological approaches to evaluation of multi-factor risk for population exposed to environmental hazards. *Meditsina truda i promyshlennaya ekologiya*. 2018; (11): 41–5 (in Russian).

9. 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; 283(10): 15–8. (in Russian)

10. 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.

11. 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.

12. Next Generation Risk Assessment: Incorporation of Recent Advances in Molecular, Computational and Systems Biology (External Review Draft); 2014.

13. Klimov P.V., Surzhikov V.D., Surzhikov D.V., Bolshakov V.V. Assessment of anthropogenic air pollution in Novokuznetsk. *Vestnik Kemerovskogo gosudarstvennogo universiteta*. 2011; 46(2): 190–4 (in Russian).

14. 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).

15. Shcherbo A.P., Kiselev A.V., Negrienko K.V., Mironenko O.V., Filatov V.N. *Environment and health: approaches to risk assessment*. St. Petersburg: SPb MAPO; 2002 (in Russian).

16. Shcherbo A.P., Kiselev A.V. *Assessment of the risk from the effects of environmental factors on health. [Otsenka riska vozdeystviya faktorov okruzhayushchey sredy na zdorov'ye]*. St. Petersburg: SPb MAPO; 2005 (in Russian).

17. Onishchenko G.G., Novikov S.M., Rakhmanin Yu.A., Avaliani S.L., Bushtueva K.A. *Basics of risk assessment for public health when exposed to chemicals polluting the environment*. Moscow: NII ECh and GOS; 2002 (in Russian).

18. Finogenova EA Evaluation of the effectiveness of restructuring on the example of EVRAZ NKMK OJSC and EVRAZ ZSMK OJSC. *Nauchnyy zhurnal*. 2016; 13(12): 61–5 (in Russian).

19. Yuryev A.B. EVRAZ ZSMK — 50 years of success. *Metallurg*. 2014; (6): 4–8 (in Russian).

20. Rodinkov S.V., Kriventsov A.M. Several aspects of current development of rolling production in Russia. *Chernyye metally*. 2015; 1004(8): 20–3 (in Russian).

21. Gugis N.N. Development of rolling production in Russian Federation in 2014–2018. *Proizvodstvo prokata*. 2019; (8): 3–11 (in Russian).

22. Povarova A.I. Metallurgical regions: key trends and socio-economic development issues. *Problemy razvitiya territorii*. 2015; 80(6): 37–50 (in Russian).

23. Fridman Yu.A., Rechko G.N., Loginova E.Yu. Kuzbass as an object of strategic planning: current practice. *Regional'naya ekonomika. Yug Rossii*. 2019; 7(1): 79–87 (in Russian).

24. 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).

25. Saviylov 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).