

Информация для цитирования:

Кислицына В.В., Суржиков Д.В., Голиков Р.А., Ликонцева Ю.С. НЕКАНЦЕРОГЕННЫЙ РИСК ДЛЯ ЗДОРОВЬЯ НАСЕЛЕНИЯ ПРОМЫШЛЕННОГО ГОРОДА ОТ ВЛИЯНИЯ АТМОСФЕРНЫХ ВЫБРОСОВ АЛЮМИНИЕВОГО ЗАВОДА // Медицина в Кузбассе. 2024. №3. С. 32-38.

Кислицына В.В., Суржиков Д.В., Голиков Р.А., Ликонцева Ю.С.
НИИ Комплексных проблем гигиены и профессиональных заболеваний,
г. Новокузнецк, Россия



НЕКАНЦЕРОГЕННЫЙ РИСК ДЛЯ ЗДОРОВЬЯ НАСЕЛЕНИЯ ПРОМЫШЛЕННОГО ГОРОДА ОТ ВЛИЯНИЯ АТМОСФЕРНЫХ ВЫБРОСОВ АЛЮМИНИЕВОГО ЗАВОДА

Цель исследования – провести оценку и анализ неканцерогенного риска для здоровья населения города Новокузнецка от влияния атмосферных выбросов алюминиевого завода.

Материалы и методы. В работе использовался том предельно допустимых выбросов Новокузнецкого алюминиевого завода. Максимальные и средние концентрации веществ рассчитывались в 40 точках воздействия. Предельно допустимые концентрации веществ определялись по СанПиН 1.2.3685-21. Риск развития неканцерогенных эффектов рассчитывались согласно Руководству 2.1.10.1920-04. Классификация уровней рисков осуществлялась на основе методических рекомендаций 2.1.10.0156-19. 2.1.10.

Результаты. Для оценки риска были отобраны приоритетные загрязняющие вещества: пыль неорганическая с содержанием $\text{SiO}_2 < 20\%$, диоксид серы, бенз(а)пирен, фтороводород, оксид углерода, диоксид азота, взвешенные вещества, оксид азота, углерод (сажа). Максимальные концентрации составили 0,1-3,77 ПДК у пыли неорганической ($\text{SiO}_2 < 20\%$), 0,1-2,64 ПДК – у фтороводорода и 0,05-1,74 ПДК – у диоксида серы; средние концентрации – до 9,16 ПДК у бенз(а)пирена. Индексы опасности при острых воздействиях находятся на допустимом уровне; при хронических воздействиях соответствуют настораживающему и высокому уровням, достигая наибольшего значения (13,469) в точке, расположенной ближе к источникам выбросов. Индексы опасности по критическим органам и системам при острых воздействиях находятся на допустимом или минимальном (целевом) уровнях, при хронических воздействиях соответствуют настораживающему и высокому уровням рисков. Наибольшему воздействию подвергаются дыхательная и иммунная системы. Наиболее подвержены воздействию выбросов жители Кузнецкого района города.

Заключение. В атмосферном воздухе селитебных зон, прилегающих к территории алюминиевого завода, выявлены повышенные концентрации загрязняющих веществ, определяющие настораживающие и высокие уровни неканцерогенного риска для здоровья населения.

Ключевые слова: цветная металлургия; алюминиевый завод; атмосферные выбросы; загрязняющие вещества; оценка риска для здоровья

Kislitsyna V.V., Surzhikov D.V., Golikov R.A., Likontseva Y.S.

Research Institute for Complex Problems of Hygiene and Occupational Diseases, Novokuznetsk, Russia

NON-CARCINOGENIC RISK TO THE HEALTH OF THE POPULATION OF AN INDUSTRIAL CITY FROM THE INFLUENCE OF ATMOSPHERIC EMISSIONS FROM AN ALUMINUM PLANT

The study aim was to assess and analyze the non-carcinogenic risk to the health of the population of the city of Novokuznetsk from the influence of atmospheric emissions from the aluminum smelter.

Materials and methods. The volume of maximum permissible emissions of the Novokuznetsk Aluminum Smelter was used in the work. Maximum and average concentrations of substances were calculated at 40 exposure points. Maximum permissible concentrations of substances were determined according to the Sanitary rules and norms 1.2.3685-21. The risk of developing non-carcinogenic effects were calculated according to Guideline 2.1.10.1920-04. The classification of risk levels was carried out on the basis of methodological recommendations 2.1.10.0156-19. 2.1.10.

Results. To assess the risk, the following pollutants were selected: inorganic dust containing $\text{SiO}_2 < 20\%$, sulfur dioxide, benzo(a)pyrene, hydrogen fluoride, carbon monoxide, nitrogen dioxide, suspended substances, nitrogen oxide, carbon (soot). The maximum concentrations were 0.1-3.77 MAC for inorganic dust ($\text{SiO}_2 < 20\%$), 0.1-2.64 MAC for hydrogen fluoride and 0.05-1.74 MAC for sulfur dioxide; average concentrations are up to 9.16 MAC for benzo(a)pyrene. Hazard indices for acute exposures were at acceptable levels; for chronic exposures corresponded to alarming and high levels, reaching the highest value (13.469) at the point located closer to the emission sources. Hazard indices for critical organs and systems in case of acute impacts, they were at acceptable or minimum (target) levels, and during chronic exposures they corresponded to alarming and high risk levels. The respiratory and immune systems

were most affected. Residents of the Kuznetsk district of the city were most exposed to emissions.

Conclusion. In the atmospheric air of residential areas adjacent to the territory of the aluminum smelter, increased concentrations of pollutants were detected, which determine alarming and high levels of non-carcinogenic risk to public health.

Key words: non-ferrous metallurgy; aluminum smelter; atmospheric emissions; pollutants; health risk assessment

Цветная металлургия является одной из ведущих отраслей экономики России, ее удельный вес в валовом внутреннем продукте (ВВП) составляет около 2,3 %, в экспорте – 3,6 % [1-3]. Алюминиевая промышленность страны является значимой частью цветной металлургии, определяющей до 20 % выпущенного алюминия на мировом рынке [4]. Крупнейшей компанией, осуществляющей производство алюминия в России, является РУСАЛ [5, 6]. С 2002 года в состав РУСАЛ вошел Новокузнецкий алюминиевый завод (НкАЗ). В настоящее время мощность НкАЗ составляет более 200 тыс. тонн в год алюминия, более 60 % продукции завода составляют сплавы. Потребителями продукции НкАЗ являются авиационная, автомобильная, строительная, электротехническая и другие отрасли промышленности.

Алюминиевое производство состоит из нескольких этапов, включающих добычу алюминиевых руд, производство глинозема и первичного алюминия, литейное производство. На каждом технологическом этапе происходит выделение загрязняющих веществ, оказывающих негативное воздействие на окружающую среду, здоровье работников алюминиевых заводов и населения [7, 8]. На этапе электролиза глинозема происходит наибольшее выделение токсичных веществ: фтороводорода; фторидов натрия и кальция; оксидов углерода, серы, азота; бенз(а)пирена; смолистых веществ [9, 10].

Изучению влияния условий труда на формирование заболеваемости работников алюминиевой промышленности, в том числе и сотрудников НкАЗ, посвящено значительное количество работ [11-15]. При этом проблема воздействия загрязняющих веществ, выделяющихся в воздушную среду при эксплуатации НкАЗ, на здоровье населения Новокузнецка, проживающего вблизи данного промышленного объекта, до сих пор исследовалась недостаточно, что определяет актуальность настоящей работы.

Для определения неблагоприятного влияния атмосферных выбросов на здоровье применяется методология оценки риска, дающая возможность получить количественную оценку возможного вреда здоровью [16-18].

Цель исследования — провести оценку и анализ неканцерогенного риска для здоровья населения города Новокузнецка от влияния атмосферных выбросов алюминиевого завода.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

АО «РУСАЛ Новокузнецк» расположен в юго-восточной части города Новокузнецка на двух промышленных площадках (НкАЗ-1 и НкАЗ-2), расстояние между которыми составляет около

1,5 км. Вокруг завода находятся жилые зоны Кузнецкого, Новобайдаевского и Орджоникидзевского районов города. В состав предприятия входят электролизное и литейное производства, участки производства анодной массы, участок выливки и ковшевого хозяйства, участок производства фтористых солей, участок транспортировки глинозема и фтористых солей, транспортное управление. Основными источниками выбросов загрязняющих веществ являются электролизеры; миксеры и индукционные печи литейного производства; дробилки, транспортеры, сушильный агрегат, аспирационная установка, шаровые мельницы, смесильные машины и аноды участка производства анодной массы; дробилка участка производства фтористых солей; чистка ковшей и камера обеспыливания участка выливки и ковшевого хозяйства; тепловозы, путевая техника и погрузчик транспортного управления.

В работе использовался том предельно допустимых выбросов загрязняющих веществ в атмосферу (том ПДВ) алюминиевого завода, утвержденный на период 2019-2025 гг. От источников НкАЗ в атмосферу поступают 42 загрязняющих вещества, 35 из них подлежат государственному регулированию и нормированию.

Максимальные и средние концентрации загрязняющих веществ, попадающих в атмосферу города от промплощадок НкАЗ, определялись в 40 точках воздействия концентраций (ТВК), выбранных на территории всех шести районов города с учетом климатической характеристики, включающей розу ветров. ТВК были расположены на расстоянии 597-15500 м от источников выбросов, преобладающими направлениями ветров являлись южное и юго-западное. Расчеты концентраций проводились с использованием программы «ЭКОцентр – Стандарт», основанной на «Методах расчетов рассеивания выбросов вредных (загрязняющих) веществ в атмосферном воздухе» [19]. Предельно допустимые концентрации (ПДК) веществ определялись по СанПиН 1.2.3685-21 [20]. Риск развития неканцерогенных эффектов определялись согласно Руководству 2.1.10.1920-04 [21]. Риск неканцерогенных эффектов оценивался на основе расчетов коэффициентов и индексов опасности при острых и хронических воздействиях. Для неканцерогенных эффектов период экспозиции принимался равным 30 годам. Классификация уровней рисков осуществлялась на основе МР 2.1.10.0156-19. 2.1.10 [22].

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

В оценку неканцерогенного риска для здоровья включены следующие приоритетные загрязняющие вещества: пыль неорганическая ($\text{SiO}_2 < 20 \%$), диоксид серы, бенз(а)пирен, фтороводород, оксид

углерода, диоксид азота, взвешенные вещества, оксид азота, углерод (сажа). В таблице 1 представлена характеристика перечисленных веществ, содержащихся в атмосферных выбросах НКАЗ и имеющих наибольшие индексы сравнительной опасности и удельный вес в общем объеме выбросов.

Рассчитанные максимальные концентрации загрязняющих веществ находятся в диапазоне от 2×10^{-6} мг/м³ у углерода (сажи) до 3,28 мг/м³ у оксида углерода, доли ПДК варьируются от 1×10^{-5} до 3,77 раз. Наибольшие доли ПДК наблюдаются у пыли неорганической ($\text{SiO}_2 < 20\%$) (0,1-3,77), фтороводорода (0,1-2,64) и диоксида серы (0,05-1,74). Наибольшие концентрации веществ наблюдаются в точках, расположенных в Кузнецком районе города.

Рассчитанные средние концентрации загрязняющих веществ находятся в диапазоне от 3×10^{-8} у углерода (сажи) до 0,160 мг/м³ у оксида углерода. Наибольшие средние концентрации наблюдаются у оксида углерода и пыли неорганической ($\text{SiO}_2 < 20\%$) в ТВК № 1-2 и 11-12 (Кузнецкий район), что обусловлено близким расположением источников загрязнения. Доли ПДК веществ варьируются от 3×10^{-7} у углерода (сажи) до 9,16 у бенз(а)пирена.

Коэффициенты опасности (HQ) при острых ингаляционных воздействиях диоксида серы превышают единицу в ТВК №№ 1-2 (HQ = 1,318), ТВК № 7 (HQ = 1,197) и ТВК № 10 (HQ = 1,152), расположенных на территории Кузнецкого района города. Такие уровни коэффициентов опасности соответствуют настораживающему уровню риска согласно МР 2.1.10.0156-19. 2.1.10. В остальных ТВК коэффициенты опасности загрязняющих веществ не превышают единицу, находясь в диапазоне от 1×10^{-4} у оксида азота до 0,924 у диоксида серы, что соответствует минимальному (целевому) или допустимому уровню рисков.

При хронических ингаляционных воздействиях коэффициенты опасности (HQ) бенз(а)пирена превышают единицу в ТВК №№ 1-22, 25, 26 (Кузнецкий, Орджоникидзевский и частично Центральный рай-

оны), составляя 1,08-10,00. Максимальный уровень коэффициента опасности бенз(а)пирена (10,0) выявлен в ТВК № 12 (Кузнецкий район). Такие значения коэффициентов опасности бенз(а)пирена соответствуют настораживающему и высокому уровням риска согласно МР 2.1.10.0156-19. 2.1.10. Коэффициенты опасности пыли неорганической с содержанием $\text{SiO}_2 < 20\%$ были выше единицы (1,2-2,5) в ТВК №№ 1, 2, 6, 7, 10-12, находящихся в Кузнецком районе. Наибольшее значение (2,5) выявлено в ТВК № 2. Выявленные коэффициенты опасности пыли неорганической с содержанием $\text{SiO}_2 < 20\%$ соответствуют настораживающему уровню риска. Коэффициенты опасности загрязняющих веществ в остальных ТВК не превышают единицу, находясь в диапазоне 1×10^{-5} у взвешенных веществ до 0,899 у бенз(а)пирена и соответствуя минимальному (допустимому) риску.

В таблице 2 приведены значения индексов опасности (HI) при острых и хронических воздействиях во всех ТВК.

Как видно из таблицы 2, индексы опасности при острых воздействиях превышают единицу в ТВК №№ 1, 2, 7, 10, 12 (Кузнецкий район), однако согласно МР 2.1.10.0156-19. 2.1.10, такие уровни риска являются допустимыми. При хронических воздействиях индексы опасности превышают единицу в ТВК №№ 1-23, 25, 26, 32, 33 (Кузнецкий, Орджоникидзевский, частично Центральный и Заводской районы), достигая наибольшего уровня (13,469) в ТВК № 12, расположенной ближе всех к источникам выбросов. Согласно МР 2.1.10.0156-19.2.1.10, такие значения неканцерогенного риска соответствуют настораживающему (3,1-6,0) и высокому (более 6) уровням.

Индексы опасности по критическим органам и системам, наиболее подверженным неблагоприятным воздействиям загрязняющих веществ, при острых воздействиях превышают единицу в ТВК №№ 1, 2, 5, 7, 10, 12 (Кузнецкий район), находясь в диапазоне 1,116-1,596 для органов дыхания. Такой уровень считается допустимым согласно МР 2.1.10.0156-19. 2.1.10. В остальных ТВК индексы

Таблица 1
Характеристика неканцерогенных загрязняющих веществ
Table 1
Characteristics of non-carcinogenic pollutants

Загрязняющее вещество	Индекс опасности	Удельный вес, %	Класс опасности	RFC, мг/м ³	ARFC, мг/м ³
Пыль неорганическая ($\text{SiO}_2 < 20\%$)	12153101	57,01	3	0,05	-
Диоксид серы	3391223	15,91	3	0,05	0,66
Бенз(а)пирен	2445861	11,47	1	0,000001	-
Фтороводород	2443380	11,46	2	0,03	0,25
Оксид углерода	585504	2,75	4	3	23
Диоксид азота	216859	1,02	3	0,04	0,47
Взвешенные вещества	35847	0,17	3	0,075	0,3
Оксид азота	36332	0,17	3	0,06	0,72
Углерод (сажа)	3742	0,02	3	0,05	-
Суммарно	21318065	100	-	-	-

Таблица 2
Индексы опасности (НИ) при острых и хронических
воздействиях
Table 2
Hazard indices (HI) for acute and chronic exposures

№ ТВК	Индексы опасности (НИ)	
	при острых воздействиях	при хронических воздействиях
1	1,318	9,176
2	1,318	12,068
3	0,697	4,211
4	0,545	3,091
5	0,576	3,247
6	0,924	5,688
7	1,197	7,876
8	0,712	4,282
9	0,591	3,342
10	1,152	7,316
11	0,742	8,503
12	1,091	13,469
13	0,606	4,319
14	0,576	3,300
15	0,530	3,229
16	0,470	3,490
17	0,439	2,398
18	0,303	1,909
19	0,333	2,283
20	0,258	1,723
21	0,227	1,356
22	0,197	1,358
23	0,144	1,096
24	0,098	0,842
25	0,227	1,350
26	0,273	1,533
27	0,115	0,781
28	0,109	0,755
29	0,158	0,998
30	0,152	0,999
31	0,097	0,972
32	0,118	1,023
33	0,127	1,202
34	0,035	0,364
35	0,039	0,481
36	0,036	0,397
37	0,095	0,683
38	0,056	0,452
39	0,083	0,619
40	0,109	0,757

Примечание: ТВК – точки воздействия концентраций.

Note: PEC – points of exposure to concentrations.

опасности не превышают единицу, соответствуя минимальному (целевому) уровню риска.

При хронических воздействиях индексы опасности превышают единицу при влиянии на органы дыхания в ТВК №№ 1-3, 6, 7, 10, 11 (Кузнецкий район) и ТВК № 14 (Орджоникидзевский район), составляя 1,023-2,863, что соответствует допустимому уровню риска. В ТВК № 12, находящейся в максимальной близости к источникам выбросов, индекс

опасности составил 3,416 при воздействии на органы дыхания, соответствуя настораживающему уровню риска. Наиболее подверженной хроническому воздействию веществ оказалась иммунная система, индекс опасности превышал единицу в ТВК №№ 1-22 (Кузнецкий и Орджоникидзевский районы), ТВК №№ 25, 26, (Центральный район) и ТВК № 33 (Заводской район). При этом настораживающий уровень риска (индексы опасности составили 3,190-5,940) был выявлен в ТВК №№ 3, 6-8, 10 (Кузнецкий район) и ТВК № 13 (Орджоникидзевский район). Высокий уровень риска определен в ТВК №№ 1, 2, 11, 12 (Кузнецкий район), где индексы опасности находились в пределах от 6,380 до 10,0. Максимальный индекс опасности (10,0) выявлен в ТВК № 12.

Следует отметить, что важным требованием при эксплуатации промышленных объектов является экологичность производства, которая зависит от используемых технологий, состояния оборудования, квалификации обслуживающего персонала и других факторов. С целью минимизации воздействия выбросов на природную среду на НКАЗ разработан и внедряется «План снижения выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух для АО «РУСАЛ Новокузнецк» на 2018-2025 гг.», для реализации которого на предприятии осуществляется модернизация производства с переходом на новые технологии [12]. Так, на НКАЗ реализованы технологии «Предварительно обожженный анод» с переводом на электролизеры РА-167 и «Экологический Содерберг», происходит строительство газоочистных блоков с сухим способом очистки и внедряются технологии анодной массы со сниженным содержанием полициклических ароматических углеводородов. В результате реализации технических мероприятий валовые выбросы от источников НКАЗ в атмосферу Новокузнецка сократились с 14577,7 тонн в 2017 году до 13414,206 тонн в 2022 году.

Тем не менее, настоящая работа показала, что максимальные концентрации веществ, содержащихся в атмосферных выбросах НКАЗ, составляют 0,1-3,77 ПДК у пыли неорганической с содержанием $\text{SiO}_2 < 20\%$; 0,1-2,64 ПДК – у фтороводорода; 0,05-1,74 ПДК – у диоксида серы в различных ТВК. Средние концентрации превышают ПДК до 9,16 раз у бенз(а)пирена. Индексы опасности при острых воздействиях являются допустимыми, но при хронических воздействиях индексы опасности достигают значения 13,469, соответствуя настораживающему и высокому уровням риска в разных ТВК. Индексы опасности по критическим органам и системам при острых воздействиях находятся на допустимом или минимальном (целевом) уровнях риска. При хронических воздействиях наиболее уязвимыми являются дыхательная и иммунная системы, индексы опасности соответствуют настораживающему и высокому уровням риска, достигая максимального значения (10,0) в ТВК № 12. В целом наиболее подверженными неблагоприятному воздействию выбросов НКАЗ являются жители Кузнецкого района города.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Несмотря на природоохранные мероприятия, реализуемые на АО «РУСАЛ Новокузнецк», в атмосферном воздухе селитебных зон, прилегающих к территории алюминиевого завода, выявляются повышенные концентрации загрязняющих веществ, определяющие настораживающие и высокие уровни неканцерогенного риска для здоровья населения. Используемая методология оценки риска дала возможность выявить приоритетные химические ве-

щества, вносящие наибольший вклад в нарушение состояния здоровья населения, а также позволяет определить наиболее неблагоприятные для проживания районы города по уровням рисков.

Информация о финансировании и конфликте интересов

Исследование не имело спонсорской поддержки. Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES:

1. Malyshev MK. The importance of non-ferrous metallurgy for the socio-economic development of Russia and its regions. *Problems of territory's development*. 2022; 26(6): 29-43. Russian (Малышев М.К. Значение цветной металлургии для социально-экономического развития России и ее регионов //Проблемы развития территории. 2022. Т. 26, № 6. С. 29-43.) doi: 10.15838/ptd.2022.6.122.2
2. Petrov IM. Russian non-ferrous metallurgy: 30-year (1992-2021) results, main trends and projections. *Mineral'nyye resursy Rossii. Ekonomika i upravleniye*. 2022; (3-4): 75-78. Russian (Петров И.М. Цветная металлургия России: итоги 30-летия (1992-2021), основные тенденции и прогнозы //Минеральные ресурсы России. Экономика и управление. 2022. № 3-4. С. 75-78.)
3. Samarina VP, Sklyarova EA, Zhilinkova AP. Prospects for the development of Russian metallurgy in the context of new economic challenges of geopolitical genesis. *Fundamental research*. 2023; (3): 17-22. Russian (Самарина В.П., Склярова Е.А., Жилинкова А.П. Перспективы развития российской металлургии в условиях новых экономических вызовов геополитического генезиса //Фундаментальные исследования. 2023. № 3. С. 17-22.) doi: 10.17513/fr.43437
4. Schwarzkopf NV. Problems and prospects of development of the aluminum industry in Russia. *Epokha nauki*. 2020; (23): 146-148. Russian (Шварцкопф Н.В. Проблемы и перспективы развития алюминиевой промышленности России // Эпоха науки. 2020. № 23. С. 146-148.) doi: 10.24411/2409-3203-2020-12337
5. Palkina DS. Development of non-ferrous metallurgy corporations in Russia. *Uchenyye zapiski Krymskogo federal'nogo universiteta imeni V.I. Vernadskogo. Ekonomika i upravleniye*. 2023; 9 (1): 86-100. Russian (Палкина Д.С. Развитие корпораций цветной металлургии в России //Ученые записки Крымского федерального университета имени В.И. Вернадского. Экономика и управление. 2023. Т. 9, № 1. С. 86-100.)
6. Borodkina V., Ryzhkova OV, Ulas YuV. Prospects for the development of aluminum production in Russia. *Fundamental research*. 2018; (12-1): 72-77. Russian (Бородкина В.В., Рыжкова О.В., Улас Ю.В. Перспективы развития алюминиевого производства в России //Фундаментальные исследования. 2018. № 12-1. С. 72-77.)
7. Gorlanov ES, Brichkin VN, Polyakov AA. Electrolytic production of aluminium. Review. Part 1. Conventional areas of development. *Tsvetnyye metally*. 2020; (2): 36-41. Russian (Горланов Е.С., Бричкин В.Н., Поляков А.А. Электролитическое производство алюминия. Обзор. Часть 1. Традиционные направления развития //Цветные металлы. 2020. № 2. С. 36-41.) doi: 10.17580/tsm.2020.02.04
8. Kuroshv IS, Bakhtina IS, Skobelev DO. Resource and environmental efficiency of aluminum production based on the BAT principles. *Kompetentnost*. 2022; (4): 10-15. Russian (Куровшев И.С., Бахтина И.С., Скобелев Д.О. Ресурсная и экологическая эффективность производства алюминия на принципах НДТ //Компетентность. 2022. № 4. С. 10-15.) doi: 10.24412/1993-8780-2022-4-10-15
9. Kondrat'ev VV, Kolosov AD, Guseva EA, Martyushev NV, Karlina AI. Reduction of emissions of resinous substances in extraction of aluminum by electrolysis. *Metallurgist*. 2022; 66(7): 1001-1005. Russian (Кондратьев В.В., Колосов А.Д., Гусева Е.А., Мартюшев Н.В., Карлина А.И. Сокращение выбросов смолистых веществ при электролитическом производстве алюминия //Металлург. 2022. № 8. С. 108-111.) doi: 10.52351/00260827_2022_08_108
10. Matevosova KL, Gryaznova VA, Chazov TK. Environmental problems and sustainable development of aluminium industry. *Otkhody i resursy*. 2019; 6(2): 9. Russian (Матевосова К.Л., Грязнова В.А., Чазов Т.К. Экологические проблемы и устойчивое развитие алюминиевой промышленности //Отходы и ресурсы. 2019. Т. 6, № 2. С. 9.) doi: 10.15862/11ECOR219
11. Meshchakova NM, Shayakhmetov SF, Rukavishnikov VS, Merinov AV. Assessment of occupational health risk for employees of the main occupations of aluminum production. *Hygiene and Sanitation*. 2020; 99(10): 1106-1111. Russian (Мещачкова Н.М., Шаяхметов С.Ф., Рукавишников В.С., Меринов А.В. Оценка профессионального риска здоровью работников основных профессий алюминиевого производства //Гигиена и санитария. 2020. Т. 99, № 10. С. 1106-1111.) doi: 10.47470/0016-9900-2020-99-10-1106-1111
12. Yadykina TK, Mikhailova NN, Bugaeva MS, Gorokhova LG, Kislitsyna VV, Danilov IP, Kochergina TV. Problems of formation of the toxic hepatopathy forming in the conditions of chronic fluoride intoxication of the body. *Hygiene and Sanitation*. 2021; 100(7): 693-699. Russian (Ядыкина Т.К., Михайлова Н.Н., Бугаева М.С., Горохова Л.Г., Кислицына В.В., Данилов И.П., Кочергина Т.В. Проблемы формирования токсической гепатопатии в условиях хронической фтористой интоксикации организма //Гигиена и санитария. 2021. Т. 100, № 7. С. 693-699.) doi: 10.47470/0016-9900-2021-100-7-693-699

13. Panev NI, Korotenko OYu, Filimonov SN, Semenova EA, Panev RN. Prevalence of cardiovascular pathology in workers of the aluminum industry. *Hygiene and Sanitation*. 2019; 98 (3): 276-279. Russian (Панев Н.И., Коротенко О.Ю., Филимонов С.Н., Семёнова Е.А., Панев Р.Н. Распространённость сердечно-сосудистой патологии у работников алюминиевой промышленности //Гигиена и санитария. 2019. Т. 98, № 3. С. 276-279.) doi: 10.18821/0016-9900-2019-98-3-276-279
14. Zakharenkov VV, Oleshchenko AM, Danilov IP, Kisliitsyna VV, Korsakova TG, Surzhikov DV. The assessment of the motivation on health protection the workers of the main trades of electrolysis aluminium production. *Uspekhi sovremennogo yestestvoznaniya*. 2013; (8): 109-112. Russian (Захаренков В.В., Олещенко А.М., Данилов И.П., Кислицына В.В., Корсакова Т.Г., Суржииков Д.В. Оценка мотивации на сохранение здоровья у работников основных профессий электролизного производства алюминия //Успехи современного естествознания. 2013. № 8. С. 109-112.)
15. Beigel EA, Katamanova EV, Kazakova PV, Shayakhmetov SF. Assessment of the quality of life related to the health of workers in the aluminium industry with broncholuminal diseases. *Hygiene and Sanitation*. 2021; 100(12): 1412-1416. Russian (Бейгель Е.А., Катаманова Е.В., Казакова П.В., Шаяхметов С.Ф. Качество жизни работников алюминиевой промышленности с бронхолёгочной патологией //Гигиена и санитария. 2021. Т. 100, № 12. С. 1412-1416.) doi: 10.47470/0016-9900-2021-100-12-1412-1416
16. Zaitseva NV, Onishchenko GG, May IV, Shur PZ. Developing the methodology for health risk assessment within public management of sanitary-epidemiological welfare of the population. *Health risk analysis*. 2022; (3): 4-20. Russian (Зайцева Н.В., Онищенко Г.Г., Май И.В., Шур П.З. Развитие методологии анализа риска здоровью в задачах государственного управления санитарно-эпидемиологическим благополучием населения //Анализ риска здоровью. 2022. № 3. С. 4-20.) doi: 10.21668/health.risk/2022.3.01
17. Popova AYu, Gurvich VB, Kuzmin SV, Mishina AL, Yarushin SV. Modern issues of the health risk assessment and management. *Hygiene and Sanitation*. 2017; 96(12): 1125-1129. Russian (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. Т. 96, № 12. С. 1125-1129.) doi: 0016-9900-2017-96-12-1125-1129
18. Kuz'min SV, Gurvitch VB, Dikonskaya OV, Malych OL, Yarushin SV. Methodology of assessing and evaluating public health risk in legal regulation of sanitary epidemiologic well-being of population. *Russian Journal of Occupational Health and Industrial Ecology*. 2016; (1): 4-8. Russian (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 //Медицина труда и промышленная экология. 2016. № 1. С. 4-8.)
19. Methods for calculating the dispersion of emissions of harmful (polluting) substances into the atmospheric air: Introduced from 6.06.17. Moscow: 2017. 110 p. Russian (Методы расчетов рассеивания выбросов вредных (загрязняющих) веществ в атмосферном воздухе: Введены с 6.06.17. М: 2017. 110 с.)
20. SanPiN 1.2.3685-21 «Hygienic standards and requirements for ensuring the safety and (or) harmlessness of environmental factors for humans». М., 2021. 465 p. Russian (СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и(или) безвредности для человека факторов среды обитания». М., 2021. 465 с.)
21. Guidelines for the assessment of the public health risk when exposed to chemicals polluting the environment «G 2.1.10.1920-04». Moscow: Federal Center for Sanitary and Epidemiological Supervision of the Russian Ministry of Health, 2004. 143 p. Russian (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 России, 2004. 143 с.)
22. The state of health of the population in connection with the state of the environment and living conditions of the population. Assessment of atmospheric air quality and analysis of public health risks in order to make informed management decisions in the field of ensuring atmospheric air quality and sanitary and epidemiological well-being of the population: МР 2.1.10.0156-19. 2.1.10. Approved by Rospotrebnadzor on December 2, 2019. Available at: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_415503/ Russian (Состояние здоровья населения в связи с состоянием окружающей среды и условиями проживания населения. Оценка качества атмосферного воздуха и анализ риска здоровью населения в целях принятия обоснованных управленческих решений в сфере обеспечения качества атмосферного воздуха и санитарно-эпидемиологического благополучия населения: МР 2.1.10.0156-19. 2.1.10. Утверждены Роспотребнадзором 02.12.2019. Доступно по: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_415503/)

Сведения об авторах:

КИСЛИЦЫНА Вера Викторовна, канд. мед. наук, ведущий научный сотрудник лаборатории экологии человека и гигиены окружающей среды, ФГБНУ НИИ КППГЗ, г. Новокузнецк, Россия.
E-mail: ecologia_nie@mail.ru

СУРЖИКОВ Дмитрий Вячеславович, доктор биол. наук, доцент, заведующий лабораторией экологии человека и гигиены окружающей среды, ФГБНУ НИИ КППГЗ, г. Новокузнецк, Россия.
E-mail: ecologia_nie@mail.ru

Information about authors:

KISLITSYNA Vera Victorovna, candidate of medical sciences, leading researcher of the human ecology and environmental health laboratory, Research Institute for Complex Problems of Hygiene and Occupational Diseases, Novokuznetsk, Russia. E-mail: ecologia_nie@mail.ru
SURZHIKOV Dmitry Vyacheslavovich, doctor of biological sciences, docent, head of the human ecology and environmental health laboratory, Research Institute for Complex Problems of Hygiene and Occupational Diseases, Novokuznetsk, Russia. E-mail: ecologia_nie@mail.ru

Сведения об авторах:

ГОЛИКОВ Роман Анатольевич, канд. мед. наук, старший научный сотрудник лаборатории экологии человека и гигиены окружающей среды, ФГБНУ НИИ КППЗ, г. Новокузнецк, Россия.

E-mail: ecologia_nie@mail.ru

ЛИКОНЦЕВА Юлия Сергеевна, научный сотрудник лаборатории экологии человека и гигиены окружающей среды, ФГБНУ НИИ КППЗ, г. Новокузнецк, Россия.

E-mail: ecologia_nie@mail.ru

Information about authors:

GOLIKOV Roman Anatolyevich, candidate of medical sciences, senior researcher of the human ecology and environmental health laboratory, Research Institute for Complex Problems of Hygiene and Occupational Diseases, Novokuznetsk, Russia. E-mail: ecologia_nie@mail.ru

LIKONTSEVA Yuliya Sergeevna, researcher of the human ecology and environmental health laboratory, Research Institute for Complex Problems of Hygiene and Occupational Diseases, Novokuznetsk, Russia.

E-mail: ecologia_nie@mail.ru

Корреспонденцию адресовать: КИСЛИЦЫНА Вера Викторовна, 654041, Кемеровская обл., г. Новокузнецк, ул. Кулузова, 23, НИИ КППЗ
Тел. (8-384-3)796-549 E-mail: ecologia_nie@mail.ru