ПРАКТИЧЕСКОМУ ЗДРАВООХРАНЕНИЮ

DOI: <https://doi.org/10.31089/1026-9428-2021-61-3-197-201>

УДК 614.7:574.3

© Коллектив авторов, 2021

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

Влияние загрязнения воздуха в процессе проведения ликвидации и рекультивации горных выработок на риск нарушения состояния здоровья населения промышленного города

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

Введение. Кемеровская область является крупнейшим угледобывающим регионом России, при этом угледобыча негативно воздействует на окружающую среду. Нарушенные в результате разработки месторождений полезных ископаемых земли становятся источниками загрязнения атмосферного воздуха, воды и почвы, ухудшая условия жизни населения и увеличивая риск для здоровья. Проведение мероприятий по рекультивации нарушенных земель является актуальной проблемой.

Цель исследования — оценка риска для здоровья населения промышленного города от загрязнения воздуха в процессе ликвидации горных выработок и рекультивационных работ, проводимых на угольной шахте.

Материалы и методы. В работе использовался том предельно допустимых выбросов. Оценка распространения и воздействия атмосферных выбросов проводилась по 40 расчетным точкам, выбранным на основе карты города Киселевска Кемеровской области. Рассчитаны максимальные и среднегодовые концентрации загрязняющих веществ. Определены значения риска хронической интоксикации и канцерогенного риска. Проведено сравнение полученных значений рисков с приемлемыми уровнями. Определены значения рисков с учётом фоновых концентраций веществ.

Результаты. Выявлены приоритетные загрязняющие вещества: пыль неорганическая, диоксид азота, оксид азота, диоксид серы, углерод (сажа), оксид углерода. По всем загрязняющим веществам, поступающим в атмосферный воздух города в ходе проведения ликвидационно-рекультивационных работ на угольной шахте, во всех точках воздействия не наблюдается превышений максимальных и среднегодовых концентраций. Суммарные значения риска хронической интоксикации и канцерогенного риска не превышают приемлемый уровень. Суммарные значения риска хронической интоксикации с учетом фоновых концентраций загрязняющих веществ превышают приемлемый уровень по всем точкам воздействия.

Заключение. Деятельность по ликвидации и рекультивации горных выработок не оказывает значительного влияния на окружающую среду и здоровье населения города Киселевска.

Ключевые слова: угольная шахта; ликвидация горных выработок; рекультивационные работы; загрязнение воздуха; фоновые концентрации; риски для здоровья

Для цитирования: Кислицына В.В., Суржиков Д.В., Ликонцева Ю.С., Голиков Р.А., Штайгер В.А. Влияние загрязнения воздуха в процессе проведения ликвидации и рекультивации горных выработок на риск нарушения состояния здоровья населения промышленного города. *Мед. труда и пром. экол.* 2021; 61(3): 197–201. <https://doi.org/10.31089/1026-9428-2021-61-3-197-201>

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: 23.12.2020 / **Дата принятия к печати:** 25.03.2021 / **Дата публикации:** 22.04.2021

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

The impact of air pollution during the liquidation and recultivation of mine workings on health problems risk of the population in an industrial city

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

Introduction. The Kemerovo region is the largest coal-producing region in Russia, and coal mining hurts the environment. The earth's developed mineral deposits are sources of pollution of atmospheric air, water, and soil. They increase the risk to public health. The implementation of measures for the reclamation of disturbed land is an urgent problem.

The study aims to assess the health of an industrial city from air pollution during the liquidation of mining operations, and reclamation works carried out at a coal mine.

Materials and methods. The scientists assessed the distribution and impact of atmospheric emissions at 40 plotted points based on a map of the city of Kisilevsk in the Kemerovo region. We calculated the maximum and average annual concentrations of pollutants and identified the risk of chronic intoxication and carcinogenic risk. Scientists obtained risk values with acceptable levels. The risk values were determined, taking into account the background concentrations of substances.

Results. The researchers revealed priority pollutants: inorganic dust, nitrogen dioxide, nitrogen oxide, sulfur dioxide, carbon (soot), carbon monoxide. There is no excess of the maximum average annual concentrations during the liquidation and reclamation at the coal mine for all pollutants. The combined values of the risk of chronic intoxication and carcinogenic risk do not exceed the acceptable level. The total values of the risk of chronic intoxication, taking into account the background concentrations of pollutants, exceed the proper level at all points of exposure.

Conclusions. Activities for the elimination and reclamation of mine workings do not significantly impact the environment and the health of the population of the city of Kiselevsk.

Keywords: coal mine; elimination of mine workings; reclamation works; air pollution; background concentrations; health risks

For citation: Kislitsyna V.V., Surzhikov D.V., Likontseva Yu.S., Golikov R.A., Staiger V.A. The impact of air pollution during the liquidation and recultivation of mine workings on health problems risk of the population in an industrial city. *Med.truda i prom. ekol.* 2021; 61(3): 197–201. <https://doi.org/10.31089/1026-9428-2021-61-3-197-201>

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

Information about authors: Kislitsyna V.V. <https://orcid.org/0000-0002-2495-6731>
 Surzhikov D.V. <https://orcid.org/0000-0002-7469-4178>
 Likontseva Yu.S. <https://orcid.org/0000-0002-8468-2533>
 Golikov R.A. <https://orcid.org/0000-0003-3112-2919>
 Shtaiiger V.A. <https://orcid.org/0000-0003-4628-3133>

Funding. The study had no funding.

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

Received: 23.12.2020 / Accepted: 25.03.2021 / Published: 22.04.2021

Введение. Здоровье популяции в значительной степени зависит от состояния окружающей среды. Во многих промышленных городах экологическая обстановка является неблагоприятной, так как в условиях загрязнения атмосферного воздуха проживает до 55% населения [1, 2].

Кемеровская область — крупнейший индустриальный регион, основной отраслью которого является топливно-энергетический комплекс. На долю Кузбасса приходится 44% добычи каменных углей в России. В области действуют 174 предприятия угольной промышленности, в том числе 66 шахт, 54 разреза и 54 обогатительные фабрики [3]. При этом угледобывающая промышленность является одной из основных отраслей, негативно воздействующих на окружающую среду. Нарушенные в результате разработки месторождений полезных ископаемых земли становятся источниками загрязнения атмосферного воздуха, воды и почвы, ухудшая условия жизни населения и увеличивая экологический риск [4–7].

Разработка угольных месторождений приводит к неизбежной трансформации естественных природных ландшафтов в техногенные. По данным аэросъемок, техногенные ландшафты занимают до 45% площади Кемеровской области [8]. По доле нарушенных земель Кузбасс в 10 раз опережает средний показатель по России [9]. Поэтому проведение мероприятий по рекультивации нарушенных угледобычей земель является актуальной экологической проблемой [10].

Для определения степени неблагоприятного влияния выбросов промышленных предприятий на здоровье населения применяется методология оценки риска, которая даёт возможность получить количественную оценку возможного вреда для здоровья, обусловленного воздействием различных факторов [11, 12]. Оценка и управление риском здоровью населения от воздействия различных факторов окружающей среды являются одними из наиболее важных задач в современной профилактической медицине. В последние годы методология оценки риска получила значительное развитие в деятельности международных природоохранительных организаций [13, 14].

Цель исследования — провести оценку риска для здоровья населения промышленного города от загрязнения воздуха в процессе ликвидации горных выработок и рекультивационных работ, проводимых на угольной шахте.

Материалы и методы. Шахта «Киселёвская» — угледобывающее предприятие в городе Киселёвске, расположенном на юге Кемеровской области. Угледобыча является основной отраслью города, население которого составляет 88 тысяч человек. Город характеризуется сложностью планировки, в основе которой лежит исторически сложившийся принцип «шахта – посёлок». Киселёвск включён в список моногородов Российской Федерации с наиболее сложным социально-экономическим положением.

Шахта «Киселевская», построенная ещё в 1935 г., прекратила добычу осенью 2013 г. Шахта добывала энергетический уголь марки Г. В настоящее время на территории шахты проводятся работы по ликвидации подземных горных выработок и биологической и технической рекультивации нарушенных добычей земель. Технический проект ликвидации горных выработок рассчитан на 2018–2025 гг.

В работе был использован том предельно допустимых выбросов площадки ликвидации горных выработок шахты «Киселевская», который содержит характеристики источников выбросов, необходимые для расчётов. Для оценки распространения и воздействия атмосферных выбросов на основании карты города было выбрано 40 расчётных точек воздействия концентраций (ТВК).

Расчёты максимальных и среднегодовых концентраций загрязняющих веществ в атмосферном воздухе, создаваемых ис-

точниками загрязнения на площадке ликвидации горных выработок шахты «Киселёвская», выполнены с использованием программного комплекса УПРЗА «ЭКОцентр-Стандарт», основанном на «Методах расчета рассеивания выбросов вредных (загрязняющих) веществ в атмосферном воздухе»¹. Оценка и характеристика риска проведены на основе Руководства Р 2.1.10.1920-04², методик А.П. Щербо и др. [15, 16], Г.Г. Онищенко и др. [17]. Полученные уровни рисков сравнивались с приемлемыми значениями.

Также в работе были определены значения уровней рисков с учётом 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. Источниками атмосферных выбросов при проведении ликвидационных работ на угольной шахте являются следующие операции: засыпка отрицательных форм рельефа и грубая планировка, выполаживание, чистовая планировка, отработка горной массы, разгрузка и нанесение плодородного слоя почвы.

На основе определения индексов опасности были отобраны следующие загрязняющие вещества для оценки уровней риска: пыль неорганическая с содержанием SiO_2 20–70% (индекс опасности составил 211920), диоксид азота (45948), оксид азота (7466), диоксид серы (5931), пыль неорганическая с содержанием $\text{SiO}_2 < 20\%$ (4413), углерод (сажа) (1485), оксид углерода (370). Суммарный индекс опасности составил 277534. Наибольший удельный вес в суммарном индексе опасности (76,36%) имеет пыль неорганическая, содержащая 20–70% двуокиси кремния. Для оценки канцерогенного риска отобран углерод (сажа).

Суммарные выбросы от источников площадки ликвидации горных выработок шахты «Киселёвская» составляют 345,3 т/год (30,9 г/с) загрязняющих веществ. Максимальный объём выбросов соответствует пыли неорганической с содержанием SiO_2 20–70% — 232,9 т/год (18,1 г/с), минимальные выбросы выявлены у углерода (сажи) — 1,6 т/год (0,2 г/с). По данным Новокузнецкой гидрометобсерватории, в Киселёвске в 2019 г. выбросы загрязняющих веществ от промышленных предприятий составили 23,471 тыс. т, в том числе твёрдых веществ — 4,838 тыс. т, диоксида серы — 0,960 тыс. т, оксида углерода — 4,456 тыс. т, оксидов азота — 1,398 тыс. т.

Расчитанные максимальные и средние концентрации загрязняющих веществ в атмосферном воздухе, создаваемые источниками шахты, были выражены в долях ПДК³ (ПДК_{м.р.}; ПДК_{с.с.}). Выявлено, что доли ПДК_{м.р.} неканцерогенных веществ варьируются от 0,001 до 0,830. Наибольшие доли ПДК_{м.р.} наблюдаются у пыли неорганической с содержанием SiO_2 20–70%, диоксида азота в ТВК № 28, которая расположена ближе к источникам воздействия. Доли ПДК_{с.с.} неканцерогенных веществ варьируются от 1×10^{-5} до 0,103. Наибольшие доли ПДК_{с.с.} наблюдаются у диоксида азота также в ТВК № 28. Доли ПДК_{м.р.}

¹ Методы расчётов 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: Р 2.1.10.1920-04. М.: Федеральный центр госсанэпиднадзора Минздрава РФ; 2004.

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.

неканцерогенных веществ с учётом фоновых концентраций варьируются от 0,006 до 0,85. Наибольшие доли ПДК_{м.р.} с учётом фоновых концентраций наблюдаются у диоксида азота и пыли неорганической с содержанием SiO₂ 20–70% также в ТВК № 28. Доли ПДК_{с.с.} неканцерогенных веществ с учётом фона варьируются от 3×10⁻⁵ до 0,85. Наибольшие доли ПДК_{с.с.} наблюдаются у диоксида азота.

Рассчитанные уровни риска хронической интоксикации находятся в диапазоне от 1×10⁻⁶ до 0,004. Суммарные значения риска — в диапазоне от 1×10⁻⁴ до 0,008. Наибольшее значение суммарного уровня риска хронической интоксикации (0,008) наблюдается в ТВК № 26, 28 (Центральный район города), что обусловлено близостью расположения источников воздействия. Удельный вес воздействующих веществ в риске хронической интоксикации находится в диапазоне от 0,5% до 58,2%. Наибольший вклад вносит диоксид азота. Расчёты коэффициентов и индексов опасности концентраций по точкам воздействия показали, что наибольший индекс опасности наблюдается в ТВК № 28 (Центральный район). Коэффициенты опасности по всем воздействующим веществам не превышают единицу, что является допустимым. При таком уровне воздействия вероятность развития у человека вредных эффектов при ежедневном поступлении вещества в течение жизни несущественна. Наибольшее воздействие оказывается на органы дыхания.

Риск хронической интоксикации, рассчитанный с учетом фоновых концентраций загрязняющих веществ, находится в диапазоне от 1×10⁻⁶ (пыль неорганическая) до 0,032 (диоксид азота). Наибольший удельный вес загрязняющих веществ в риске хронической интоксикации имеет диоксид азота (до 42,9%). Коэффициенты и индексы опасности концентраций по всем ТВК с учётом фона также не превышают единицу.

Согласно полученным данным по расчету канцерогенного риска, углерод (сажа) не оказывает существенного воздействия на организм.

В *таблице* представлены суммарные значения риска по точкам воздействия, выраженные в кратностях превышения приемлемого риска.

Таким образом, суммарные значения риска хронической интоксикации и канцерогенного риска, выраженные в кратностях превышения приемлемого риска, не превышают единицу, и, следовательно, рассчитанные показатели рисков ниже приемлемого риска.

Также в таблице представлены суммарные значения риска по точкам воздействия с учётом фоновых концентраций, выраженные в кратностях превышения приемлемого риска. Из *таблицы* видно, что суммарные значения риска хронической интоксикации превышают приемлемый уровень по всем точкам воздействия в 3,7 раза. Суммарные значения канцерогенного риска не превышают приемлемый уровень.

Обсуждение. Кемеровская область является главным угледобывающим регионом России. При этом интенсивное развитие угольной промышленности Кузбасса привело к значительному ухудшению экологической ситуации в регионе [18]. На территории области функционируют 29 предприятий из трехсот по стране, оказывающих особо неблагоприятное воздействие на окружающую среду. В Стратегии социально-экономического развития Кузбасса до 2035 года намечено значительное снижение уровней воздействия на природную среду различных отраслей промышленности, в том числе и предприятий угледобычи. Приоритетными направлениями Стратегии являются снижение атмосферных выбросов и восстановление земель, нарушенных добычей полезных ископаемых [19].

Большое количество научных исследований посвящено вопросам техногенного влияния угледобывающих предприятий на экосистему Кузбасса, проблемам отторжения земель из сельскохозяйственного оборота, деградации природных ресурсов, загрязнения атмосферного воздуха, повышения экологической безопасности, влиянию выбросов угольных шахт на состояние здоровья жителей области [20–25].

Отдельного внимания заслуживает проблема оценки риска

Таблица / Table
Суммарные значения риска по точкам воздействия концентраций, выраженные в кратностях превышения приемлемого риска
Total risk values for exposure points of concentrations expressed in multiplicities of excess of acceptable risk

№ ТВК	Суммарные значения риска по точкам воздействия, выраженные в кратностях превышения приемлемого риска		Суммарные значения риска по точкам воздействия с учетом фоновых концентраций, выраженные в кратностях превышения приемлемого риска	
	Риск хронической интоксикации	Канцерогенный риск	Риск хронической интоксикации	Канцерогенный риск
1	0,005	0,00002	3,7	0,00002
2	0,010	0,00003	3,7	0,00003
3	0,005	0,00001	3,7	0,00001
4	0,005	0,00001	3,7	0,00001
5	0,005	0,00001	3,7	0,00001
6	0,005	0,00001	3,7	0,00001
7	0,005	0,00001	3,7	0,00001
8	0,015	0,00004	3,7	0,00004
9	0,010	0,00004	3,7	0,00004
10	0,015	0,00004	3,7	0,00004
11	0,010	0,00004	3,7	0,00004
12	0,020	0,00009	3,7	0,00009
13	0,025	0,00009	3,7	0,00009
14	0,025	0,00009	3,7	0,00009
15	0,020	0,00009	3,7	0,00009
16	0,020	0,00009	3,7	0,00009
17	0,040	0,00013	3,7	0,00013
18	0,040	0,00013	3,7	0,00013
19	0,040	0,00013	3,7	0,00013
20	0,050	0,00018	3,7	0,00018
21	0,095	0,00035	3,7	0,00035
22	0,165	0,00044	3,7	0,00044
23	0,285	0,00089	3,7	0,00089
24	0,070	0,00022	3,7	0,00022
25	0,065	0,00022	3,7	0,00022
26	0,385	0,00133	3,7	0,00133
27	0,190	0,00089	3,7	0,00089
28	0,420	0,00133	3,7	0,00133
29	0,110	0,00040	3,7	0,00040
30	0,080	0,00027	3,7	0,00027
31	0,110	0,00044	3,7	0,00044
32	0,170	0,00044	3,7	0,00044
33	0,165	0,00044	3,7	0,00044
34	0,110	0,00044	3,7	0,00044
35	0,055	0,00018	3,7	0,00018
36	0,020	0,00004	3,7	0,00004
37	0,010	0,00004	3,7	0,00004
38	0,020	0,00004	3,7	0,00004
39	0,010	0,00003	3,7	0,00003
40	0,005	0,00003	3,7	0,00003

Примечание: ТВК — точки воздействия концентраций.
Note: PEC — points of exposure to concentrations.

для здоровья населения от воздействия загрязняющих веществ, поступающих в атмосферу в ходе выполнения ликвидационно-рекультивационных работ на угольных предприятиях. Настоящее исследование выявило, что рассчитанные максимальные и средние концентрации загрязняющих веществ в атмосферном воздухе, создаваемые источниками шахты, не превышают ПДК. Наибольшие доли ПДК наблюдаются у пыли неорганической с содержанием SiO_2 20–70% и диоксида азота в ТВК № 28, которая расположена ближе к источникам воздействия. Суммарные значения риска хронической интоксикации и канцерогенного риска находятся ниже уровня приемлемого риска.

Доли ПДК неканцерогенных веществ с учётом фоновых концентраций варьируются от 0,006 до 0,85. Наибольшие доли ПДК_{м.р.} с учетом фона наблюдаются у диоксида азота и пыли неорганической с содержанием SiO_2 20–70% также в ТВК № 28. Доли ПДК_{с.с.} неканцерогенных веществ варьируются от 3×10^{-5} до 0,85. Наибольшие доли ПДК_{с.с.} наблюдаются у диоксида азота. Суммарные значения рисков хронической интоксикации с учетом фоновых концентраций превышают приемлемый уровень по всем точкам воздействия. Суммарные значения канцерогенного риска не превышают приемлемый уровень.

Вопросы определения взаимосвязи между воздействием неблагоприятных факторов окружающей среды и состоянием здоровья популяции являются актуальной научной проблемой. Методология оценки риска остается самым надежным и перспективным способом оценки этого влияния. Особое место занимает определение влияния загрязнения атмосферного воздуха урбанизированных территорий на риск для здоровья жителей, так как именно состояние воздушной среды представляет наибольший риск. 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 [26].

Заключение. В городе Киселёвске Кемеровской области сложилась неблагоприятная экологическая ситуация, определяемая интенсивным развитием угольной промышленности. Выявлено, что по всем загрязняющим веществам, поступающим в атмосферный воздух в ходе проведения ликвидационно-рекультивационных работ на угольной шахте, во всех точках воздействия не наблюдается превышений максимальных и среднегодовых концентраций. Суммарные значения риска 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. Суммарные значения канцерогенного риска с учетом фона не превышают приемлемый уровень.

Таким образом, если учитывать только вклад деятельности по рекультивации и ликвидации горных выработок, то превышений приемлемых уровней рисков не наблюдается. Программы по рекультивации территории после проведения горных работ не оказывают существенного влияния на окружающую среду и здоровье населения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 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. <https://doi.org/10.18821/0016-9900-2016-95-6-507-512>
- Фридман К.Б., Крюкова Т.В. Урбанизация — фактор повышенного риска здоровью. *Гигиена и сан.* 2015; 94(1): 8–11.
- Рябов В.А., Мамасев П.С., Егорова Н.Т. Антропогенная нагрузка на природную среду как фактор, формирующий качество жизни населения индустриального Кузбасса. *Экология урбанизированных территорий.* 2018; 2: 84–90. <https://doi.org/10.24411/1816-1863-2018-12084>
- Жидков А.Н., Коженков Л.Л. Рекультивация нарушенных земель. Лесохозяйственная информация. 2019; (3): 134–45. <https://doi.org/10.24419/LHI.2304-3083.2019.3.11>
- Сергеева М.В., Якушева М.Ю. Оценка риска влияния загрязнения окружающей среды на здоровье населения на муниципальном уровне. *Гигиена и сан.* 2010; 89(1): 21–3.
- Петин А.Н., Толстопятова О.С., Петина М.А. Проблемы рекультивации земель, нарушенных горнодобывающим комплексом: российский и зарубежный опыт. *Sciences of Europe.* 2017; (13): 28–31.
- Харионовский А.А., Данилова М.Ю. Рекультивация нарушенных земель в угольной промышленности. *Вестник Научного центра по безопасности работ в угольной промышленности.* 2017; (3): 72–7.
- Литвиненко В.С., Пашкевич Н.В., Шувалов Ю.В. Экологическая емкость природной среды Кемеровской области. Перспективы развития промышленности. *Эко-бюллетень Ин.ЭКА.* 2008; 3(128): 28–34.
- Кожевников Н.В. Выбор рационального направления рекультивации нарушенных земель Кузбасса. *Евразийский союз ученых.* 2015; 18(1–1): 152–5.
- Брыжко В.Г. Развитие практики производства работ по рекультивации нарушенных земель. *Финансовая экономика.* 2019; (6): 444–6.
- Кузмин 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.
- 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. *Анал. 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.
- 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.
- Щербо А.П., Киселев А.В. *Оценка риска воздействия факторов окружающей среды на здоровье.* СПб.: СПбМАПО; 2005.
- 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.
- Трушина Г.С. Основные пути эффективного развития предприятий угольной промышленности Кузбасса. Известия высших учебных заведений. *Горный журнал.* 2017; (6): 25–30.
- Цивилев С.Е. Грамотное развитие угольной отрасли Кузбасса — залог его достойного будущего. *Горная промышленность.* 2019; 146(4): 40–3.
- Исроилов Р.М. Проблемы, вызванные закрытием шахт, и перспективы развития угольной промышленности в Кемеровской области. *Научные проблемы транспорта Сибири и Дальнего Востока.* 2015; (2): 54–6.
- Радионова Е.А., Слесаренко Е.В. Оценка экологической безопасности промышленных регионов (на примере Кемеровской области). *Национальные интересы: приоритеты и безопасность.* 2019; 372(3): 575–92.
- Сугак Е.В. Устойчивое развитие и экологическая безопасность регионов Сибири. *Вестник Алтайской академии экономики и права.* 2019; (3): 104–14.
- Молев М.Д., Меркулова М.А. Управление экологической безопасностью на стадии ликвидации угольных шахт. *Научный вестник Московского государственного горного университета.* 2013; (7): 56–62.
- Косинский П.Д., Бондарев Н.С., Бондарева Г.С. Воздействие эколого-экономических факторов на качество жизни населения техногенного региона. *Фундаментальные исследования.* 2016; (11-4): 711–16.
- Суржигов Д.В., Кислицына В.В., Олещенко А.М. Влияние выбросов предприятий угольной промышленности

на здоровье населения. *Медицина в Кузбассе*. 2017; 16(3): 27–32.

26. Попова А.Ю., Гурвич В.Б., Кузьмин С.В., Мишина А.А., Яру-

шин С.В. Современные вопросы оценки и управления риском для здоровья. *Гигиена и сан.* 2017; 96(12): 1125–29. <https://doi.org/10.18821/0016-9900-2017-96-12-1125-1129>

REFERENCES

- 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. <https://doi.org/10.18821/0016-9900-2016-95-6-507-512> (in Russian)
- 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).
- Ryabov V.A., Mamasyov P.S., Egorova N.T. Anthropogenic load on the environment as a factor forming the quality of life of the population of the industrial Kuzbass. *Ekologiya urbanizirovannykh territoriy*. 2018; (2): 84–90. <https://doi.org/10.24411/1816-1863-2018-12084> (in Russian)
- Zhidkov A.H., Kozhenkov L.L. Reclamation of disturbed lands. *Lesokhozyaystvennaya informatsiya*. 2019; (3): 134–45. <https://doi.org/10.24419/LHI.2304-3083.2019.3.11> (in Russian)
- Sergeyeva M.V., Yakusheva M.Yu. Human health risk assessment of environmental pollution at the municipal level. *Gigiyena i sanitariya*. 2010; 89(1): 21–3 (in Russian).
- Petin A.N., Tolstopyatova O.S., Petina M.A. Problems of reclamation of lands disturbed by mining complex, the Russian and foreign experience. *Sciences of Europe*. 2017; (13): 28–31 (in Russian).
- Harionovskij A.A., Danilova M.Yu. Reclamation of disturbed lands in the coal industry. *Vestnik Nauchnogo tsentra po bezopasnosti rabot v ugol'noy promyshlennosti*. 2017; (3): 72–7 (in Russian).
- Litvinenko V.S., Pashkevich N.V., Shuvalov Yu.V. The ecological capacity of the natural environment of the Kemerovo region. Prospects for the development of industry. *Eko-byulleten' InEka*. 2008; 3(128): 28–34 (in Russian).
- Kozhevnikov N.V. The choice of a rational direction for the restoration of disturbed lands of Kuzbass. *Yevraziyskiy soyuz uchenykh*. 2015; 18(1-1): 152–5 (in Russian).
- Bryzhko V.G. Development of work practices in the recultivation of violated lands. *Finansovaya ekonomika*. 2019; (6): 444–6 (in Russian).
- Kuz'min S.V., Gurvich 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).
- 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).
- 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.
- 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).
- Shcherbo A.P., Kiselev A.V. *Assessment of the risk from the effects of environmental factors on health*. St. Petersburg: SPbMAPO; 2005 (in Russian).
- 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*. M.: NII ECH and GOS; 2002 (in Russian).
- Trushina G.S. The basic ways of efficient development of Kuzbass coal mining enterprises. *Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedeniy. Gornyy zhurnal*. 2017; (6): 25–30 (in Russian).
- Tsivilev S.E. The competent development of the coal industry of Kuzbass is the key to its worthy future. *Gornaya promyshlennost'*. 2019; 146(4): 40–3 (in Russian).
- Isroilov R.M. The problems caused by closing of mines and prospects of development of the coal industry in the Kemerovo region. *Nauchnyye problemy transporta Sibiri i Dal'nego Vostoka*. 2015; (2): 54–6 (in Russian).
- Radionova E.A., Slesarenko E.V. Estimating the ecological safety of industrial regions (by the example of Kemerovo oblast). *Natsional'nye interesy: priority i bezopasnost'*. 2019; 372(3): 575–92 (in Russian).
- Sugak E.V. Sustainable development and ecological safety of Siberian regions. *Vestnik Altaiskoi akademii ekonomiki i prava*. 2019; (3): 104–14 (in Russian).
- Molev M.D., Merkulova M.A. Managing ecological safety at the stage of coal mines closure. *Nauchnyi vestnik Moskovskogo gosudarstvennogo gornogo universiteta*. 2013; (7): 56–62 (in Russian).
- Kosinsky P.D., Bondarev N.S., Bondareva G.S. Impact of ekologo-ekonomicheskikh faktorov on quality of life of the population of the technogenic region. *Fundamental'nyye issledovaniya*. 2016; (11–4): 711–16 (in Russian).
- 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).
- Popova A.Yu., Gurvich 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. <https://doi.org/10.18821/0016-9900-2017-96-12-1125-1129> (in Russian).