

Воздействие предприятий горно-металлургического комплекса Свердловской области на окружающую среду и направления его снижения

Ирина Владимировна МЕДВЕДЕВА^{1,2*}

Елизавета Владиславовна АМИРОВА¹

Геннадий Андреевич СТУДЕНОК^{1***}

Евгений Михайлович ЦЕЙТЛИН^{1****}

Ольга Михайловна МЕДВЕДЕВА³

¹Уральский государственный горный университет, Екатеринбург, Россия

²Институт физики металлов им. М. Н. Михеева УрО РАН, Екатеринбург, Россия

³Уральский государственный медицинский университет, Екатеринбург, Россия

Аннотация

Цель работы. Многолетняя интенсивная деятельность предприятий горно-металлургического комплекса Свердловской области, обусловленная наличием значительного количества месторождений рудных полезных ископаемых, неизбежно приводит к серьезному негативному воздействию на окружающую среду. Целью настоящей работы является анализ этого воздействия за последние годы, мер, принимаемых крупнейшими предприятиями комплекса для его снижения, и оценка направлений и возможностей дальнейшей работы в данном направлении.

Методология работы. В работе для анализа и систематизации использовались данные из открытых источников – государственных докладов о состоянии окружающей среды на территории Свердловской области за период 2017–2022 гг., научных докладов, данные официальной статистики.

Результаты работы и область их применения. Проанализированы и систематизированы данные по воздействию наиболее крупных предприятий горно-металлургического комплекса Свердловской области на окружающую среду: АО «ЕВРАЗ Качканарский горно-обогатительный комбинат», ОАО «Высокогорский горно-обогатительный комбинат», АО «ЕВРАЗ Нижнетагильский металлургический комбинат», АО «Объединенная компания РУСАЛ Уральский алюминий» и др. Описаны возможности снижения данного негативного воздействия и требуемые, по мнению авторов, направления действий: 1) разработка и реализация комплексного территориального эко-технологического подхода, включающего в себя проработку разнообразных и разнокачественных природно-технологических, экономических, управленческих и социальных аспектов; 2) внедрение природосберегающих технологий; 3) прогноз состояния окружающей среды и использование данных прогнозирования при реализации производственной деятельности.

Выводы. Большинство крупных предприятий отрасли показывает тенденцию к улучшению экологических показателей, осуществляя ряд мероприятий по охране окружающей среды. При этом следует отметить, что одним из факторов, во многом определяющих степень воздействия на окружающую среду, по-прежнему остается количество производимой продукции. Реализация сложных и масштабных задач, связанных со снижением нагрузки на окружающую среду вследствие экологизации производства со стороны предприятий горно-металлургического комплекса, требует внедрения серьезных научно-практических разработок с соответствующей финансовой поддержкой и проведения последовательной государственной политики.

Ключевые слова: горно-металлургический комплекс, загрязнение окружающей среды, охрана окружающей среды, комплексный подход, объекты накопленного вреда окружающей среде, прогноз качества окружающей среды.

Введение

Свердловская область относится к числу старейших и самых крупных горнодобывающих регионов России по величине разведанных и прогнозируемых запасов полезных ископаемых. На территории Свердловской области имеется 26 месторождений железной руды, 9 месторожде-

ний марганцевой руды, 6 месторождений хромовых руд, 25 месторождений бокситов, 28 месторождений медной руды, 6 месторождений никелевой руды, 12 месторождений цинка и 5 месторождений ванадия [1]. Такое разнообразие и объемы залежей руд определили интенсивное

✉ ief.ie@m.ursmu.ru

**Gennadiy.Studenok@m.ursmu.ru

***tseitlin.e.m@gmail.com

развитие горнодобывающей промышленности, а также черной и цветной металлургии.

Предприятия горно-металлургического комплекса Свердловской области занимают значительную долю в общем объеме российского производства металлопродукции. Основной специализацией предприятий черной металлургии региона является выпуск «транспортного» металла (рельсы, колеса), а также сортового и листового проката и труб. Производство сортового металла обеспечивает получение практически всего классического сортамента – от крупных балок до мелкосортного проката, проволоки и простых профилей, в том числе из специальных сталей. Трубные предприятия области являются одними из самых крупных в стране и осуществляют выпуск труб среднего и малого диаметра, цельных горячекатаных, холоднодеформированных, в том числе из коррозионно-стойких сталей. Основными российскими потребителями труб остаются нефтегазовый, машиностроительный и энергетический секторы российской экономики. До 20 % труб, производимых на трубных заводах Свердловской области, поставляется на экспорт.

Предприятия цветной металлургии Свердловской области осуществляют выпуск алюминиевой, медной, титановой продукции, а также продукции спецметаллургии. Ведущим предприятием по производству сплавов на основе титана и их последующей обработке в Российской Федерации является ПАО «Корпорация ВСМПО-АВИСМА». Предприятие производит продукцию из титановых сплавов – листы, прутки, поковки, штамповки, в том числе механически обработанные. Спецметаллургия Свердловской области включает в себя производство порошков на основе карбида вольфрама и спекание из них твердосплавных изделий, производство изделий из драгоценных и редких металлов для нужд нефтехимической промышленности и ряда высокотехнологичных отраслей, производство лигатур на базе редких металлов для предприятий черной и цветной металлургии.

Значительные объемы и разнообразие продукции предприятий горно-металлургического комплекса Свердловской области определяют и значительное воздействие на окружающую среду, стартовавшее еще три века назад, проявляющееся по трем основным направлениям: выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух, сбросы загрязняющих веществ в водные объекты и образование отходов, загрязняющие вещества из которых выносятся в окружающую среду воздушными и водными потоками. Загрязнению вследствие оседания загрязняющих веществ из атмосферы и размещения отходов неизбежно подвергаются и почвы. Вопросы оценки воздействия на окружающую среду предприятиями комплекса и его снижения стали предметом исследования значительного числа отечественных и зарубежных авторов. Упомянем лишь некоторых [2–10].

Результаты и их применение

Крупнейшими предприятиями горно-металлургического комплекса Свердловской области являются: АО «ЕВРАЗ Качканарский горно-обогатительный комбинат» (добыча и обогащение железной руды), ОАО «Высокогорский горно-обогатительный комбинат» (добыча и обогащение железной руды), АО «ЕВРАЗ Нижнета-

гильский металлургический комбинат» (черная металлургия), АО «Святогор» (добыча и обогащение руд цветных и черных металлов, производство черновой меди, цинкового и железного концентрата), ПАО «Надеждинский металлургический завод» (черная металлургия), АО «Объединенная компания РУСАЛ Уральский алюминий» (производство алюминия), ОАО «Каменск-Уральский металлургический завод» (производство алюминия), АО «Уралэлектромедь» (производство меди), АО «Среднеуральский медеплавильный завод» (производство меди), ПАО «Корпорация «ВСМПО-АВИСМА» (производство титана), АО «Кировградский завод твердых сплавов» (производство твердосплавных изделий), АО «Екатеринбургский завод по обработке цветных металлов» (производство изделий из цветных металлов), АО «Уралредмет» (лигатура на базе редких металлов). Металлургическое производство имеется также на предприятиях АО «Первоуральский новотрубный завод» (производство труб), ОАО «Уралтрубпром» (производство труб) [11]. Только за январь–июнь 2023 г. в Свердловской области было выплавлено 2204,1 тыс. т нелегированной стали; 2324,9 тыс. т легированной стали, произведено готового проката 2433,3 тыс. т [12].

Технологические процессы добычи, обогащения и выплавки из руд разнообразных по составу и свойствам сплавов сопровождаются образованием значительных объемов газообразных, жидких и твердых загрязнителей, которые поступают в природные среды – атмосферный воздух, поверхностные водные объекты, подземные воды и размещаются на свободных территориях. Вклад черной и цветной металлургии в загрязнение окружающей среды в РФ составляет 37 % от всех отраслей промышленности [13]. На территории Свердловской области в 2022 г. выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух только от металлургических производств составили 186,1 тыс. т, объем сточных вод, сброшенных в водные объекты крупнейшими металлургическими предприятиями, составил 75,44 млн м³, образовано 11 899,3 тыс. т отходов производства (из которых 55,9 % утилизировано и обезврежено) [1].

В табл. 1 и на рис. 1 приведена динамика выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух от крупных предприятий горно-металлургического комплекса Свердловской области в 2017–2022 гг. по данным [1, 14].

Анализ приведенной в табл. 1 и на рис. 1 динамики выбросов загрязняющих веществ показывает, что наиболее крупным загрязнителем атмосферного воздуха (АО «ЕВРАЗ Качканарский горно-обогатительный комбинат», ОАО «Высокогорский горно-обогатительный комбинат», АО «ЕВРАЗ Нижнетагильский металлургический комбинат», ПАО «Надеждинский металлургический завод», АО «Уралэлектромедь» и АО «Святогор») в рассмотренный период времени в основном удавалось в целом постепенно снижать выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух. Основными мероприятиями, приведшими к снижению объемов поступления загрязняющих веществ в атмосферный воздух, по данным [1, 14], стали ремонт пылегазоочистного оборудования (АО «ЕВРАЗ Качканарский горно-обогатительный комбинат», ОАО «Высокогорский горно-обогатительный

Таблица 1. Динамика выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух от крупных предприятий горно-металлургического комплекса Свердловской области в 2017–2022 гг., тыс. т/год [1, 14]

Table 1. Dynamics of emissions of pollutants into the atmospheric air from large enterprises of the mining and metallurgical complex of the Sverdlovsk region in 2017–2022, thousand tons/year [1, 14]

Предприятие	2017 г.	2018 г.	2019 г.	2020 г.	2021 г.	2022 г.
АО «ЕВРАЗ Качканарский горно-обогатительный комбинат»	86,1	85,6	80,8	81,1	78,3	79,0
АО «ЕВРАЗ Нижнетагильский металлургический комбинат»	72,7	65,0	65,0	64,3	66,0	66,7
ОАО «Высокогорский горно-обогатительный комбинат»	50,1	42,6	37,9	40,7	40,6	39,4
ПАО «Надеждинский металлургический завод»	36,0	35,8	34,7	35,1	31,2	34,9
АО «Уралэлектромедь»	27,1	25,6	26,6	26,5	26,8	26,9
АО «Святогор»	24,1	23,1	24,0	23,3	23,7	23,0
АО «Объединенная компания РУСАЛ Уральский алюминий»	5,3	5,1	4,2	4,4	7,2	3,9
АО «Среднеуральский медеплавильный завод»	3,4	3,5	3,6	3,8	4,1	4,1
ПАО «Корпорация ВСМПО-АВИСМА»	1,1	1,6	1,5	1,4	1,4	1,5

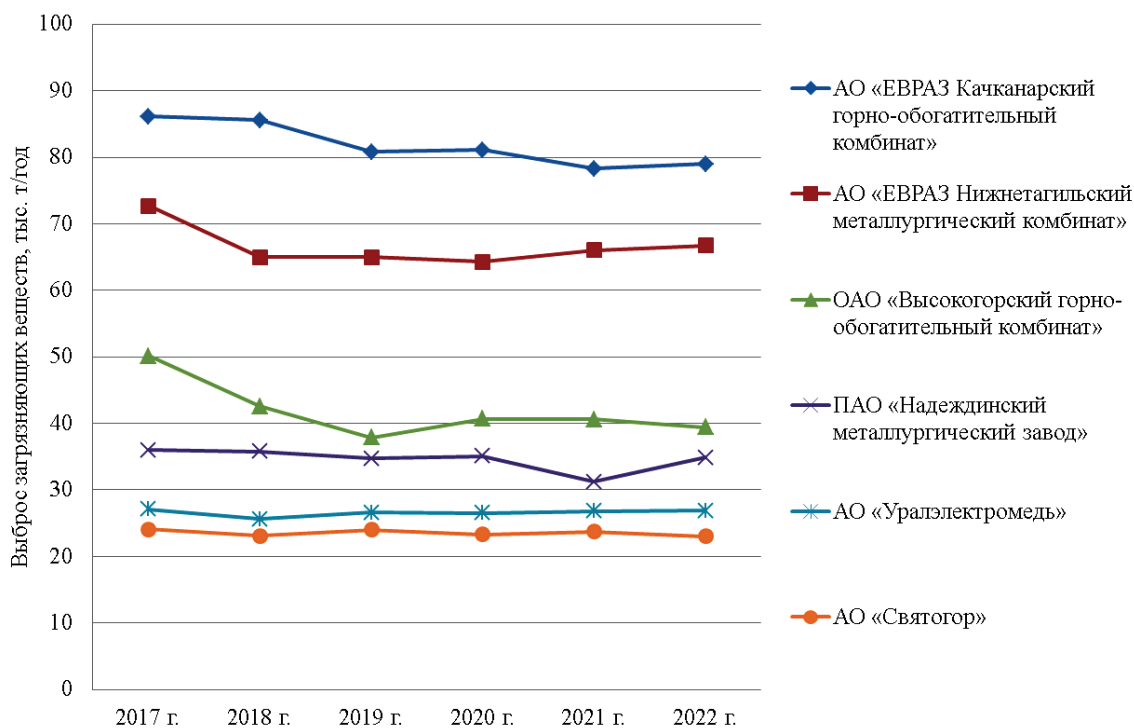


Рисунок 1. Динамика выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух от крупных предприятий горно-металлургического комплекса Свердловской области в 2017–2022 гг., тыс. т/год

Figure 1. Dynamics of emissions of pollutants into the atmospheric air from large enterprises of the mining and metallurgical complex of the Sverdlovsk region in 2017–2022, thousand tons/year

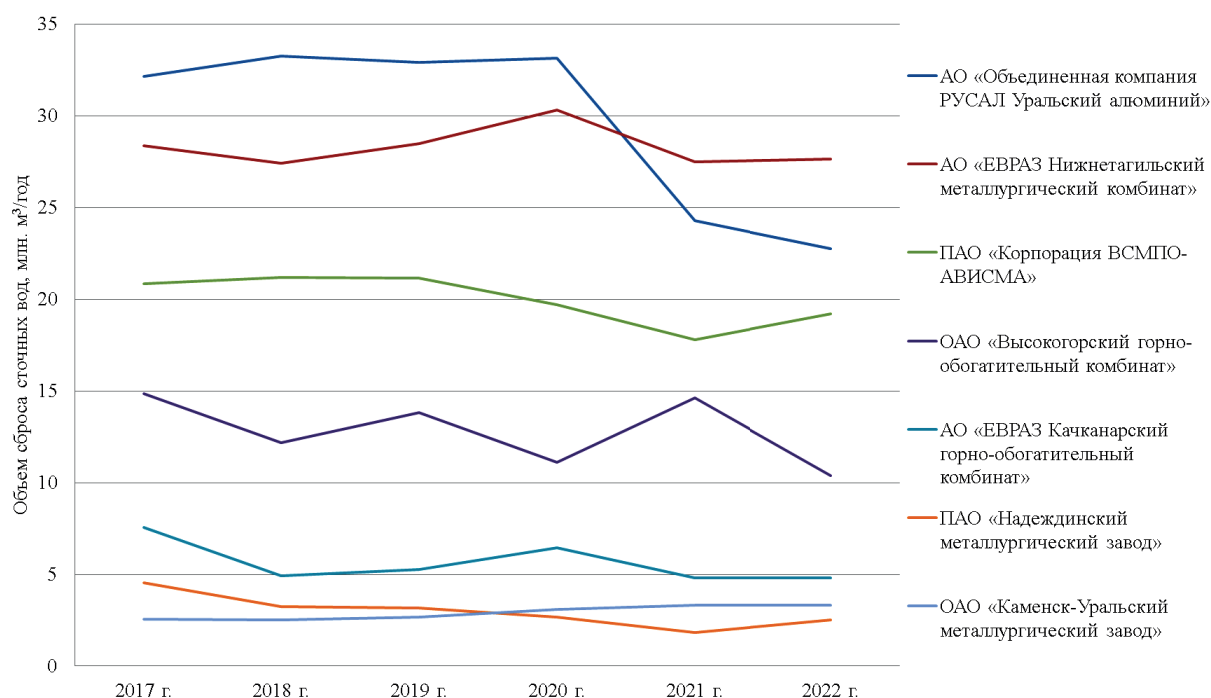
комбинат», АО «ЕВРАЗ Нижнетагильский металлургический комбинат»), а также корректировка технологических процессов, приведшая к уменьшению объемов выбросов: снижение содержания серы в топливе (ПАО «Надеждинский металлургический завод»), реконструкция участка дробления (ОАО «Высокогорский горно-обогатительный комбинат») и применение мокрого пылеподавления при ведении горных работ (АО «ЕВРАЗ Качканарский гор-

но-обогатительный комбинат»). При этом нужно отметить, что в большинстве случаев важным фактором, определяющим увеличение или уменьшение объемов выбросов, остается соответственно увеличение или уменьшение объемов производства.

Основными источниками загрязнения атмосферы на металлургических предприятиях являются коксохимическое, агломерационное, доменное, ферросплавное и

Таблица 2. Динамика водоотведения крупнейших предприятий горно-металлургического комплекса Свердловской области в 2017–2022 гг. по данным [1, 14]**Table 2. Dynamics of water disposal of the largest enterprises of the mining and metallurgical complex of the Sverdlovsk region in 2017–2022 according to [1, 14]**

Предприятие	Водоотведение в поверхностные водные объекты, млн м ³ /год					
	2017 г.	2018 г.	2019 г.	2020 г.	2021 г.	2022 г.
АО «ЕВРАЗ Качканарский горно-обогатительный комбинат»	7,56	4,93	5,25	6,47	4,81	4,80
ОАО «Высокогорский горно-обогатительный комбинат»	14,86	12,19	13,83	11,12	14,62	10,40
АО «ЕВРАЗ Нижнетагильский металлургический комбинат»	28,35	27,39	28,49	30,32	27,48	27,64
ОАО «Каменск-Уральский металлургический завод»	2,54	2,51	2,67	3,09	3,32	3,33
ПАО «Корпорация ВСМПО-АВИСМА»	20,85	21,17	21,16	19,71	17,8	19,21
АО «Объединенная компания РУСАЛ Уральский алюминий»	32,16	33,23	32,92	33,12	24,27	22,75
ПАО «Надеждинский металлургический завод»	4,53	3,24	3,15	2,68	1,85	2,51

**Рисунок 2. Динамика водоотведения крупнейших предприятий горно-металлургического комплекса Свердловской области в 2017–2022 гг. [1, 14]****Figure 2. Dynamics of water disposal of the largest enterprises of the mining and metallurgical complex of the Sverdlovsk region in 2017–2022 [1, 14]**

сталеплавильное производства. Технологические газы содержат частицы пыли, оксиды серы, азота, метан, аэрозоли травильных растворов, перфторуглерод и др. [13, 15]. В зависимости от ветра загрязняющие вещества в выбросах металлургических производств могут распространяться на расстояния 30–40 км [13].

Уменьшение массы выбросов металлургических предприятий в атмосферу требует дальнейшего повышения эффективности очистки образуемых газов от примесей пыли, оксидов серы, азота, метана и других компонентов. Важ-

ным направлением является также увеличение объемов утилизации отходов мокрой газоочистки, что потребует дополнительных схем переработки шламов и соответствующих ресурсных и энергетических затрат. На повестке дня стоит модернизация процессов и аппаратов газоочистки, в частности, более широкое использование технологий сухих способов очистки технологических газов и схем утилизации шламов с обратными циклами водоснабжения.

Предприятия металлургической промышленности используют воду в значительных количествах: водопотре-

бление этой отрасли составляет 15–20 % воды от общих потребностей российской промышленности. Соответственно образуются большие объемы сточных вод, лишь часть которых используется повторно.

В табл. 2 и на рис. 2 представлена динамика водоотведения крупнейших предприятий горно-металлургического комплекса Свердловской области.

Положительной тенденцией является сокращение объемов сброса загрязненных сточных вод в поверхностные водные объекты в среднем примерно на 18,2 % за рассматриваемый период для приведенных в табл. 2 предприятий. При этом следует отметить, что динамика водоотведения горных предприятий в значительной степени зависит от годовых объемов атмосферных осадков, так как сточные воды этих предприятий представлены в основном дренажными водами, откачиваемыми системами карьерного водоотлива (объем таких вод по большей части определяется количеством атмосферных осадков, выпадающих на водосборную площадь горных выработок). В свою очередь, снижение объемов сбросов металлургических предприятий может быть достигнуто дальнейшим внедрением водооборотных циклов. На ближайшее время АО «Объединенная компания РУСАЛ Уральский алюминий» запланировано начать возврат фильтрационных вод золоотвала № 2 в технологию производства с прекращением сброса сточных вод в р. Турья через выпуск № 3 [1].

Тем не менее на многих предприятиях вода после промышленного использования не очищается надлежащим образом и сбрасывается в природные водные объекты. В сточных водах металлургических заводов присутствуют тяжелые металлы, нефтепродукты, сульфаты, фосфаты, фториды, фенолы и другие примеси, вредные для водных организмов.

В Свердловской области основным источником загрязнения водных объектов является сброс загрязненных сточных вод. Наиболее распространенными загрязнениями, поступающими со сточными водами в поверхностные водные объекты, являются: взвешенные вещества, соединения тяжелых металлов, нефтепродукты, нитрит-ионы, нитрат-ионы, азот аммонийный, фосфаты и др. [1]. Сточные воды металлургических предприятий сбрасываются в реки Пышму, Тагил, Исеть Иртышского бассейнового округа. В 2022 г. отмечен экстремально высокий уровень загрязненности воды рек Пышмы и Исети. Для реки Исеть критическими показателями загрязненности являются азот нитритов, БПК₅, фосфаты, марганец, для реки Пышмы дополнительно медь, никель и растворенный кислород [1].

Несмотря на имеющиеся успехи, в металлургической отрасли остаются во многом нерешенными проблемы организации оборотного водоснабжения и бессточных металлургических производств, требующих очистки загрязненных вод до технологических нормативов, а также очистки стоков до экологических нормативов перед сбросом их в водоемы. Решение обеих проблем требует совершенствования технологий водоочистки и модернизации водоочистного оборудования. Основными направлениями снижения воздействия на водные объекты предприятиями черной металлургии являются: 1) повышение эффективности процесса очистки воды от приме-

сей; 2) совершенствование способов промывки металла после обезжиривания и травления; 3) применение новых схем воздушного охлаждения крупных металлургических агрегатов (например, печей и прокатных станов); 4) совершенствование систем оборотного водоснабжения; 5) применение испарительного охлаждения и охлаждения горячей химически очищенной водой. В области цветной металлургии требуется оптимизация схем водооборота и уменьшение потерь воды, а также повышение эффективности очистки воды от тяжелых металлов. Такая работа проводится на некоторых передовых предприятиях. Например, в 2013 г. на АО «Среднеуральский медеплавильный завод» введен в эксплуатацию комплекс очистных сооружений, состоящий из блоков физико-химической и химической очистки, позволяющий очистить стоки предприятия от ионов меди, цинка, железа, фосфатов, сульфатов и фторидов до нормативов водных объектов рыбохозяйственного назначения. Стоимость проекта составляла 1 млрд руб. Актуальной задачей очистки сточных вод предприятий цветной металлургии является не только рекуперация жидкой фазы, но и возможность попутного доизвлечения ценных примесей.

Одной из важных задач снижения негативного воздействия на окружающую среду предприятий горно-металлургического комплекса является рациональное обращение с производственными отходами, накапливаемыми во все возрастающих масштабах. Горно-обогажительные комбинаты Свердловской области ежегодно образуют десятки миллионов тонн отходов вскрышных и вмещающих пород, а также отходов обогащения. В свою очередь, на металлургических предприятиях производство одной тонны черного металла сопровождается получением 5–17 т отходов, а при производстве 1 т цветных и благородных металлов образуется до 100 т отходов. Объекты размещения отходов металлургических предприятий представляют собой техногенные образования, содержание металлов в которых зачастую находится на уровне, делающем рентабельной их переработку.

В 2022 г. только на металлургических предприятиях Свердловской области образовано 7 924 тыс. т отходов производства и потребления, что составляет 102 % от уровня 2021 г. (7771 тыс. т). Количество утилизированных и обезвреженных отходов в 2021 г. составило 6433 тыс. т. (что на 10,5 % меньше, чем в 2021 г.) [1].

Так же, как и объемы выбросов загрязняющих веществ, объемы образования отходов предприятий горно-металлургического комплекса в значительной степени зависят от их производительности. Для горных предприятий дополнительным фактором, обуславливающим увеличение образования отходов, является рост объемов добычи более бедных руд (АО «ЕВРАЗ Качканарский горно-обогажительный комбинат»), для металлургических – изменение качества используемой руды (например, АО «Объединенная компания РУСАЛ «Уральский алюминий» увеличило в 2022 г. объем образования отходов на 7,1 % в связи с уменьшением содержания Al_2O_3 в руде) [1].

Важнейшим экологическим аспектом деятельности предприятий горно-металлургического комплекса является утилизация и обезвреживание отходов. Основными направлениями утилизации и обезвреживания

для крупнейших предприятий горно-металлургического комплекса Свердловской области стали: 1) использование отходов в качестве строительных материалов (АО «ЕВРАЗ Качканарский горно-обогатительный комбинат», ОАО «Высокогорский горно-обогатительный комбинат», АО «Святогор»); 2) использование отходов при проведении рекультивации земель (ОАО «Высокогорский горно-обогатительный комбинат», АО «Святогор», ПАО «Среднеуральский медеплавильный завод»); 3) получение гранулированного шлака (АО «ЕВРАЗ Нижнетагильский металлургический комбинат», АО «Святогор», АО «Среднеуральский медеплавильный завод», ПАО «Надеждинский металлургический завод») и щебня (ПАО «Надеждинский металлургический завод», АО «Святогор»); 4) использование в качестве добавки к сырью (ОАО «Каменск-Уральский металлургический завод», ПАО «Надеждинский металлургический завод», АО «Объединенная компания РУСАЛ Уральский алюминий»). Динамика образования, размещения, обезвреживания и утилизации отходов крупнейшими предприятиями горно-металлургического комплекса Свердловской области в 2017–2022 гг. по данным [1, 14] приведена в табл. 3. На рис. 3 приведена динамика утилизации и обезвреживания отходов за тот же период. Лидерами по объему утилизации отходов являются АО «ЕВРАЗ Качканарский горно-обогатительный комбинат» (использование в качестве строительных материалов), АО «Святогор» (использование в качестве строительных материалов, рекультивационного материала и для получения гранулированного шлака и щебня) и ОАО «Высокогорский горно-обогатительный комбинат» (использование в качестве строительных материалов и рекультивационного материала).

Техногенные минеральные образования – объекты размещения отходов – обладают огромным ресурсным потенциалом [16]. Освоение техногенных месторождений может способствовать увеличению минерально-сырьевой базы и привести к улучшению экологической ситуации, в частности, в местах расположения горнодобывающих предприятий [17]. Отходы предприятий металлургии могут быть источником сырья для металлургии, производства строительных материалов, строительства, сельского хозяйства, промышленной и бытовой химии и других отраслей хозяйства. На Среднем Урале сосредоточено 9,6 млрд т отходов производства. Размещено свыше 220 млн т хвостов обогащения, свыше 110 млн т медных шлаков, содержащих в среднем 0,37 % меди, 2,29 % цинка и 0,98 % серы, а также более 7 т золота и 150 т серебра, 23 тыс. т висмута и 8 тыс. т кадмия. В отработанных и законсервированных хвостохранилищах уральских обогатительных фабрик медного комплекса находится более 50 млн т отходов, содержащих 0,33 % меди, 0,5 % цинка и 28,2 % серы. Наибольшую ценность в хвостах обогащения уральских руд представляют сера (30–50 % общей стоимости хвостов), драгоценные металлы (25–45 %), медь (10–20 %) и цинк (10–15 %).

Отвалы и шламохранилища требуют отведения больших площадей плодородных территорий и вырубки лесов. Под действием атмосферных явлений загрязняющие вещества из отвалов попадают в почвенные слои и выносятся в водные объекты – болота, ручьи, реки, нанося ущерб почвенным и водным экосистемам. Выведенные из эксплуатации шлаковые отвалы, полигоны промышленных отходов, шламо- и хвостохранилища, отвалы пустых пород и отходов обогащения горных предприятий пере-

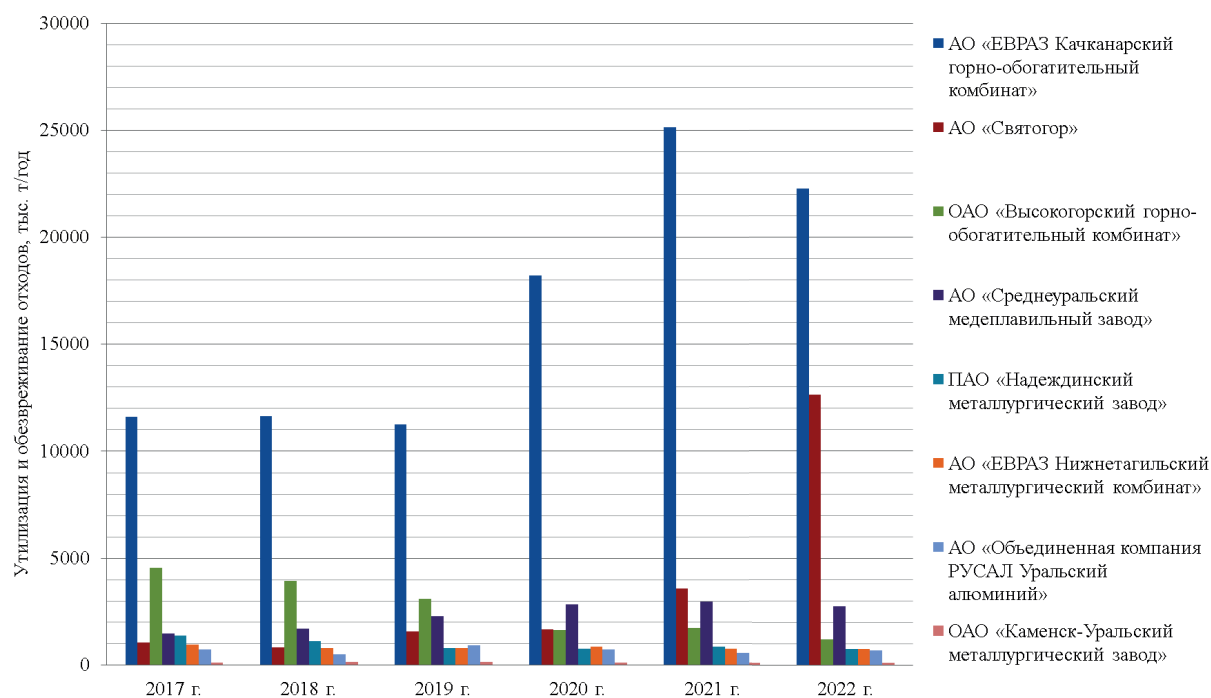


Рисунок 3. Динамика утилизации отходов крупнейшими предприятиями горно-металлургического комплекса Свердловской области в 2017–2022 гг., тыс. т/год

Figure 3. Dynamics of waste disposal by the largest enterprises of the mining and metallurgical complex of the Sverdlovsk region in 2017–2022, thousand tons/year

Таблица 3. Сведения об обращении с отходами на крупнейших предприятиях горно-металлургического комплекса Свердловской области в 2017–2022 гг. [1, 14]
Table 3. Information on waste management at the largest enterprises of the mining and metallurgical complex of the Sverdlovsk region in 2017–2022 [1, 14]

2017 г.	2018 г.	2019 г.	2020 г.	2021 г.	2022 г.	Размещено и временно складировано отходов, тыс. т/год											
						2017 г.	2018 г.	2019 г.	2020 г.	2021 г.	2022 г.						
57 655,9	57 733,3	54 812,50	56 611,8	56 969,0	59 036,8	11 603,0	11 650,6	11 271,20	18 208,3	25 144,1	22 291,4	46 033,40	46 015,9	43 478,80	40 802,9	31 919,3	39 485,9
АО «ЕВРАЗ Качканарский горно-обогатительный комбинат»																	
24 137,7	22 762,6	21 047,20	25 982,1	41 937,3	51 257,2	1058,0	828,1	1551,50	1670,0	3581,6	12 640,7	23 088,80	21 935,5	19 621,50	24 722,4	40 072,6	40 791,7
АО «Святогор»																	
4354,4	3955,0	3095,90	1618,6	1571,7	1220,7	4556,0	3945,5	3099,20	1634,8	1715,9	1211,0	< 0,01	6,0	0,00	0,0	0,0	0,0
ОАО «Высокогорский горно-обогатительный комбинат»																	
2045,7	1980,3	2181,90	2244,3	2271,7	2365,4	1462,4	1677,7	2260,60	2861,0	2985,1	2765,9	55,30	57,3	57,10	63,6	64,0	344,5
АО «Среднеуральский меддеплавильный завод»																	
581,1	593,5	546,11	551,4	545,3	521,0	1360,4	1119,5	795,18	766,2	857,1	744,9	35,80	51,8	73,07	38,3	50,8	50,5
ПАО «Надеждинский металлургический завод»																	
1152,2	1100,1	1169,00	1250,5	1071,3	1091,6	955,3	783,0	781,50	834,0	751,7	759,0	143,50	148,2	173,00	243,4	170,2	182,0
АО «ЕВРАЗ Нижнетагильский металлургический комбинат»																	
3154,4	2935,9	3685,60	3582,3	3289,2	3521,3	717,1	488,4	898,20	708,4	563,0	702,4	2423,70	2431,9	2766,20	2855,6	2705,9	2793,5
АО «Объединенная компания РУСАЛ Уральский алюминий»																	
129,7	141,5	143,90	133,3	124,7	113,5	121,7	132,9	133,00	124,0	116,3	106,0	6,10	6,0	8,60	8,3	8,2	8,3
ОАО «Каменск-Уральский металлургический завод»																	

ходят в разряд объектов накопленного вреда окружающей среде, продолжая оказывать негативное воздействие на нее. Следует отметить, что большинство предприятий горно-металлургического комплекса и их объектов накопленного вреда окружающей среде либо непосредственно примыкают к жилой застройке городов, либо находятся в городской черте, что обуславливает их значительное влияние не только на окружающую среду в целом, но и на здоровье населения в частности. Снижение влияния объектов накопленного вреда окружающей среде предприятий горно-металлургического комплекса должно базироваться на комплексном территориальном эко-технологическом подходе, включающем в себя проработку разнообразных и разнокачественных природно-технологических, экономических, управленческих и социальных аспектов, учет их взаимосвязи и взаимопроникновения. На технологическом уровне эта задача должна решаться путем: 1) разработки и внедрения прогрессивных технологий утилизации отходов, образующихся в настоящее время (что остается в горной и металлургической промышленности актуальной проблемой на протяжении последних десятилетий) – это позволит сократить объемы складирования отходов и снизит тем самым потенциальный рост накопленного вреда окружающей среде; 2) разработки техногенных минеральных образований с минимизацией негативного влияния этого процесса на окружающую среду; 3) рекультивации объектов накопленного вреда окружающей среде.

На большинстве металлургических предприятий Свердловской области за прошедшее пятилетие наблюдается тенденция к снижению объемов выбросов в атмосферу, сбросов сточных вод в водные объекты и объемов образованных и временно размещенных отходов. Однако пока еще эта тенденция в значительной степени определяется динамикой изменения объемов выпуска продукции, а не модернизацией технологических производственных и природоохранных процессов.

Одной из основных причин медленного уменьшения негативного влияния металлургических предприятий на состояние окружающей среды является использование устаревшего, изношенного, низкоэффективного металлургического оборудования. Износ оборудования горно-металлургического комплекса России составляет в среднем немногим менее 50 % (для добычи металлических руд на 2018 г. показатель износа составил 45,6 %, для металлургического производства – 50,6 %¹).

Заключение

Указ Президента Российской Федерации от 21.07.2020 г. № 474 «О национальных целях развития Российской Федерации на период до 2030 года» определяет, что одной из стратегических целей государственной политики нашей страны является создание комфортной и безопасной среды для жизни. Одной из составляющих такой среды является благоприятное состояние окружающей среды. Целью промышленных предприятий, таким образом, в сфере восстановления, использования и охраны природных ресурсов на ближайшее десятилетие остается экологизация производства. В металлургии этот подход подразумевает

разработку и внедрение ресурсо- и энергосберегающих технологий, а также разработку и внедрение малоотходных технологий, ориентированных на выпуск высококачественной конкурентоспособной продукции с условием комплексного использования сырья и минимальных потерь ценных компонентов [18].

Важную роль играет совершенствование схем использования тепловой и электрической энергии в производственных процессах. Использование вторичной тепловой энергии позволит снизить объемы сжигаемого топлива и, соответственно, выбросов продуктов их сгорания в атмосферу. Перспективными являются переход от экологически грязных видов топлива (мазут, уголь и т. п.) к более экологически чистым (продукты газификации, биогаз), а также замена энергии топлива на экологически чистую электроэнергию. Требуется решения проблема повышения эффективности газоочистки на основе наилучших современных технологий сухой и полусухой очистки, включающих утилизацию загрязняющих веществ. Необходимо существенное сокращение водопотребления в технологических процессах, применение маловодных технологий и бессточных схем водообеспечения, увеличение масштабов использования современных передовых методов и реагентов для очистки сточных вод металлургических производств и переработки осадков с глубоким извлечением и утилизацией выделяемых примесей. Для улучшения экологической обстановки в зонах влияния металлургических предприятий необходима более активная рекультивация полигонов промышленных отходов, шлаковых отвалов, шламонакопителей с последующим их восстановлением до естественного состояния.

Важным этапом снижения экологической нагрузки на территории Свердловской области является совершенствование системы экологического мониторинга и прогноза качества окружающей среды в районе расположения предприятий горно-металлургического комплекса и мест размещения их отходов. В условиях ограниченности ресурсов такая система может позволить не только определить приоритетные экологические задачи для предприятий горно-металлургического комплекса, но и обосновать выбор наиболее эффективных природоохранных мероприятий, направленных на снижение экологической нагрузки в районе их расположения. По мнению авторов, важным этапом совершенствования законодательства в области мониторинга окружающей среды и производственного экологического контроля является добавление в отчеты по мониторингу качества окружающей среды в районе мест размещения отходов и отчет по производственному экологическому контролю раздела «прогноз качества окружающей среды». Такая информация позволит руководству предприятий оптимизировать свои эколого-экономические риски, а надзорным органам и управленческим структурам обеспечить снижение экологической нагрузки на территорию. Кроме того, результаты прогноза качества окружающей среды являются одной из основ для принятия соответствующих управленческих, организационных и технологических решений, направленных на улучшение экологической ситуации в регионе.

¹ <https://www.finam.ru/publications/item/metallurgi-i-poshliny-sistema-stimulov-ili-podderzhka-vnutrennego-rynka-20210706-145600/>

В заключение отметим, что реализация сложных и масштабных задач, связанных со снижением нагрузки на окружающую среду со стороны предприятий горно-металлургического комплекса, требует внедрения серьезных научно-практических разработок с соответствующей финансовой поддержкой и проведения последовательной государственной политики.

ЛИТЕРАТУРА

1. О состоянии окружающей среды на территории Свердловской области в 2022 году: гос. доклад. URL: <https://mprso.midural.ru/uploads/2023/06/%D0%93%D0%BE%D1%81%D0%B4%D0%BE%D0%BA%D0%BB%D0%B0%D0%B4%202022.zip>
2. Семячков А. И. Методология оценки техногенной трансформации окружающей среды под воздействием горно-металлургических комплексов / под ред. А. И. Татаркина. Екатеринбург: Ин-т экономики УрО РАН, 2007. 347 с.
3. Почечун В. А., Семячков А. И., Курбанов И. К. Геоэкология поверхностных и подземных вод на Среднем Урале: на примере Полевского и Качканарского горных районов Свердловской области // ГИАБ. 2021. № 11-1. С. 90–97. https://doi.org/10.25018/0236_1493_2021_111_0_90
4. Семячков А. И., Почечун В. А. Методологические основы оценки воздействия горнопромышленных комплексов на окружающую среду // Устойчивое развитие горных территорий. 2021. Т. 13. № 2(48). С. 215–223. <https://doi.org/10.21177/1998-4502-2021-13-2-215-223>
5. Макаров А. Б., Гуман О. М., Антонова И. А., Захаров А. В. Трансформация геологической среды при разработке медноколчеданных месторождений Урала // ГИАБ. 2018. № 6. С. 98–106. <https://doi.org/10.25018/0236-1493-2018-6-0-98-106>
6. Боброва З. М., Ильина О. Ю., Студенок Г. А., Цейтлин Е. М. Воздействие предприятий минерально-сырьевого комплекса Урала на водные ресурсы // Известия УГГУ. 2016. Вып. 1(41). С. 62–66.
7. Боброва З. М., Ильина О. Ю., Хохряков А. В., Цейтлин Е. М. Применение отходов горно-металлургических и металлургических производств в целях рационального природопользования // Известия УГГУ. 2015. Вып. 4(40). С. 16–26.
8. Urošević S., Vuković M., Pejčić B., Štrbac N. Mining-metallurgical sources of pollution in Eastern Serbia and environmental consciousness // Revista Internacional de Contaminación Ambiental. 2018. Vol. 34. No. 1. P. 103–115. <https://doi.org/10.20937/RICA.2018.34.01.09>
9. Alimbaev T., Mazhitova Zh., Bek Sultanova Ch., Kyzy N. T. Activities of mining and metallurgical industry enterprises of the Republic of Kazakhstan: environmental problems and possible solutions // E3S Web of Conferences. 2020. Vol. 175. Article number 14019. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202017514019>
10. Izydorczyk G., Mikula K., Skrzypczak D., Moustakas K., Witek-Krowiak A., Chojnacka K. Potential environmental pollution from copper metallurgy and methods of management // Environmental Research. 2021. Vol. 197. Article number 111050. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2021.111050>
11. Информационный паспорт Свердловской области за 2021 год. URL: <https://made-in-ural.ru/analitika/informatsionnyy-pasport-sverdlovskoy-oblasti-za-yanvar-noyabr-2021-goda/>
12. Управление Федеральной службы государственной статистики по Свердловской области и Курганской области. Производство основных видов промышленной продукции по Свердловской области в январе–июне 2023 г. URL: <https://66.rosstat.gov.ru/storage/mediabank/%D0%9F%D1%80%D0%BE%D0%B8%D0%B7%D0%B2%D0%BE%D0%B4%D1%81%D1%82%D0%B2%D0%BE%D0%9F%D1%80%D0%BE%D0%B8%D0%B7%D0%B2%D0%BE%D0%B4%D1%81%D1%82%D0%B2%D0%BE%D0%B8%D1%8E%D0%BD%D1%8C%202023%20%D0%B3.docx>
13. Яковлева С. Н., Фадеев И. С., Малахов Н. Н. Современные методы повышения экологической безопасности производственных процессов металлургического предприятия // Безопасный и комфортный город: сборник науч. трудов по материалам IV междунар. науч.-практ. конф. (Орел, 16–17 июня 2020 г.). Орел: ОГУ им. И. С. Тургенева, 2020. С. 578–582. <https://elibrary.ru/fyrosi>
14. О состоянии окружающей среды на территории Свердловской области (2017–2021 гг.): гос. доклады. URL: <https://mprso.midural.ru/article/show/id/1126>
15. Руководящие принципы национальных инвентаризаций парниковых газов МГЭИК. URL: <https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/russian/index.html>
16. Российская академия наук. 23 марта 2021 года состоялось очередное заседание Президиума Российской академии наук. URL: <https://www.ras.ru/news/shownews.aspx?id=e1ee0bec-8175-465f-a795-f3cf9391e1f1>
17. Макаров А. Б., Хасанова Г. Г., Талалай А. Г. Техногенные месторождения: особенности исследований // Известия УГГУ. 2019. Вып. 3(55). С. 58–62. <https://doi.org/10.21440/2307-2091-2019-3-58-62>
18. Смирнякова В. В. Экозащитные технологии металлургического производства // Записки Горного института. 2013. Т. 203. С. 108–111.

Статья поступила в редакцию 29 мая 2023 года

Impact of enterprises of the mining and metallurgical complex of the Sverdlovsk region on the environment and directions of its reduction

Irina Vladimirovna MEDVEDEVA^{1,2*}

Elizaveta Vladislavovna AMIROVA¹

Gennadiy Andreevich STUDENOK^{1**}

Evgeniy Mikhailovich TSEITLIN^{1***}

Ol'ga Mikhailovna MEDVEDEVA³

¹Ural State Mining University, Ekaterinburg, Russia

²M. N. Mikheev Institute of Metal Physics of the Ural Branch of RAS, Ekaterinburg, Russia

³Ural State Medical University, Ekaterinburg, Russia

Abstract

Purpose of the work. A long-term intensive work of mining and metallurgical enterprises in Sverdlovsk region, caused by the presence of a large number of ore deposits, inevitably leads to the serious negative environmental impact. The purpose of this work is the analysis of this impact in recent years, measures taken by the largest enterprises for its reduction and the assessment of area and abilities of the work in this direction.

Methodology. In this work, data from open sources for analysis and systematization were used – government reports on the state of the environment in Sverdlovsk region, scientific reports, official statistical data.

Results and their field of application. There are data on environmental impact of the largest mining and metallurgical enterprises of Sverdlovsk region: JSC “EVRAZ Kachkanarskiy ore mining and processing combine”, JSC “Vysokogorskiy mining and processing combine”, JSC “Nizhnetagilskiy metallurgical combine”, JSC “United Company RUSAL Ural’s aluminum” and others analyzed and systematized. There are the opportunities of this negative impact reduction and required direction of actions according to the authors described: 1) development and implementation of the integrated territorial eco-technological approach that includes the elaboration of various and heterogeneous natural-technological, economic, managerial and social aspects; 2) implementation of green technologies; 3) environmental quality prediction and the use of prediction data when implementing production activity.

Conclusions. A number of large enterprises of the industry show the trend of the improving of ecological performance through a variety of activities in the area of environmental protection. It should be noted that one of the factors mainly determining the degree of environmental impact, remains the volume of production. The implementation of complex and ambitious tasks related to the environmental impact of the mining and metallurgical enterprises reduction requires the introduction of serious scientific and practical developments with appropriate financial support and consistent implementation of state policy.

Keywords: mining and metallurgical complex, environmental pollution, environmental protection, integrated approach, accumulated environmental damage, environmental quality prediction.

REFERENCES

1. On environment state in the Sverdlovsk region in 2022: State report. 2023. (*In Russ.*) URL: <https://mprso.midural.ru/uploads/2023/06/%D0%93%D0%BE%D1%81%D0%B4%D0%BE%D0%BA%D0%BB%D0%B0%D0%B4%202022.zip>
2. Semyachkov A. I. 2007, Methodology for assessing technogenic transformation of the environment under the influence of mining and metallurgical complexes: edited by A. I. Tatarkin. Ekaterinburg, 347 p. (*In Russ.*)
3. Pochechun V. A., Semyachkov A. I., Kurbanov I. K. 2021, Surface and groundwater geoecology in the Middle Urals: a case-study of Polevskoy and Kachkanar mining districts, Sverdlovsk region. *GIAB* [Mining informational and analytical bulletin (scientific and technical journal)], no. 11-1, pp. 90–97. https://doi.org/10.25018/0236_1493_2021_111_0_90
4. Semyachkov A. I., Pochechun V. A. 2021, Estimation methodology of mining industrial complexes impact on environment. *Ustoychivoe razvitie gornykh territoriy* [Sustainable Development of Mountain Territories], vol. 13, no. 2, pp. 215–223. (*In Russ.*) <https://doi.org/10.21177/1998-4502-2021-13-2-215-223>
5. Makarov A. B., Guman O. M., Antonova I. A., Zakharov A. V. 2018, Transformation of geological environment in copper pyrite mining in the Urals. *GIAB* [Mining informational and analytical bulletin (scientific and technical journal)], no. 6, pp. 98–106. (*In Russ.*) <https://doi.org/10.25018/0236-1493-2018-6-0-98-106>
6. Bobrova Z. M., Il'ina O. Yu., Studenok G. A., Tseitlin E. M. 2016, Impact of enterprises of Ural mineral resource complex on water resources. *Izvestiya Ural'skogo gosudarstvennogo gornogo universiteta* [News of the Ural State Mining University], issue 1(41), pp. 62–66. (*In Russ.*)

✉ief.ie@m.ursmu.ru

**Gennadiy.Studenok@m.ursmu.ru

***tseitlin.e.m@gmail.com

7. Bobrova Z. M., Il'ina O. Yu., Khokhryakov A. V., Tseytlin E. M. 2015, Utilization of waste of mining-metallurgical and metallurgical production for environmental management. *Izvestiya Ural'skogo gosudarstvennogo gornogo universiteta* [News of the Ural State Mining University], iss. 4(40), pp. 16–26. (In Russ.)
8. Urošević S., Vuković M., Pejčić B., Štrbac N. 2018, Mining-metallurgical sources of pollution in Eastern Serbia and environmental consciousness. *Revista Internacional de Contaminación Ambiental*, vol. 34, no. 1, pp. 103–115. <https://doi.org/10.20937/RICA.2018.34.01.09>
9. Alimbaev T., Mazhitova Zh., Beksultanova Ch., Kzy N. T. 2020, Activities of mining and metallurgical industry enterprises of the Republic of Kazakhstan: environmental problems and possible solutions. *E3S Web of Conferences*, vol. 175, article number 14019. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202017514019>
10. Izydorczyk G., Mikula K., Skrzypczak D., Moustakas K., Witek-Krowiak A., Chojnacka K. 2021, Potential environmental pollution from copper metallurgy and methods of management. *Environmental Research*, vol. 197, article number 111050. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2021.111050>
11. Information passport of Sverdlovsk region for 2021, 2021. (In Russ.) URL: <https://made-in-ural.ru/analitika/informatsionnyy-pasport-sverdlovskoy-oblasti-za-yanvar-noyabr-2021-goda/>
12. Federal State Statistics Service Office for the Sverdlovsk region and Kurgan region. Production of main industrial products in Sverdlovsk region for January–July 2023. (In Russ.) URL: <https://66.rosstat.gov.ru/storage/mediabank/%D0%9F%D1%80%D0%BE%D0%B8%D0%B7%D0%B2%D0%BE%D0%B4%D1%81%D1%82%D0%B2%D0%BE%20%D1%8F%D0%BD%D0%B2%D0%B0%D1%80%D1%8C-%D0%B8%D1%8E%D0%BD%D1%8C%202023%20%D0%B3.docx>
13. Yakovleva S. N., Fadeev I. S., Malakhov N. N. 2020, Modern methods of increasing the environmental safety of metallurgical enterprise production processes. *Bezopasnyy i komfortnyy gorod: Sbornik nauchnykh trudov po materialam IV mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii* [Safe and comfortable city: Collected works based on the materials of the IV international scientific and practical conference (Orel, 16–17 June 2020)]. Orel, pp. 578–582. <https://elibrary.ru/fyrosi>
14. On environment state in the Sverdlovsk region in 2017–2021: State reports. (In Russ.) URL: <https://mprso.midural.ru/article/show/id/1126>
15. IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. (In Russ.) URL: <https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/russian/index.html>
16. Russian Academy of Sciences. On 23th March, 2021 a regular session of the Russian Academy of Sciences Presidium was held, 2021. (In Russ.) URL: <https://www.ras.ru/news/shownews.aspx?id=e1ee0bec-8175-465f-a795-f3cf9391e1f1>
17. Makarov A. B., Khasanova G. G., Talalay A. G. 2019, Technogenic Deposits: Research Features. *Izvestiya Ural'skogo gosudarstvennogo gornogo universiteta* [The News of the Ural State Mining University], issue 3(55), pp. 58–62. (In Russ.) <https://doi.org/10.21440/2307-2091-2019-3-58-62>
18. Smirnyakova V. V. 2013, Environmental friendly technologies of the metallurgic production. *Zapiski Gornogo Instituta* [Journal of Mining Institute], vol. 203, pp. 108–111.

The article was received on May 29, 2023