ГИАБ. Горный информационно-аналитический бюллетень /
MIAB. Mining Informational and Analytical Bulletin, 2020;(11-1):32-39
ОРИГИНАЛЬНАЯ СТАТЬЯ / ORIGINAL PAPER

УДК 502.3.502.64 DOI: 10.25018/0236-1493-2020-111-0-32-39

ВЛИЯНИЕ ГОРНОДОБЫВАЮЩЕГО КОМПЛЕКСА НА КАЧЕСТВО СРЕДЫ ОБИТАНИЯ В УСЛОВИЯХ ГОРНЫХ ТЕРРИТОРИЙ

И.Д. Алборов[1,2], Ф.Г. Тедеева[1], Ф.Х. Гуцаев[1], О.Г. Бурдзиева[2], М.В. Гегелашвили[1]

[1] Северо-Кавказский горно-металлургический институт
(государственный технологический университет), Владикавказ, Россия
[2] Геофизический институт Владикавказского научного центра РАН,
Владикавказ, Россия

Аннотация: Приведены результаты выполненных научных исследований на объектах горно-перерабатывающего комплекса. Проанализированы факторы, вызывающие разрушение составляющих биосферы местности, рассмотрено функционирование природно-технической системы с элементами развития нарушений экосистемы при продолжительной эксплуатации месторождения горного производства. Показано содержание тяжелых металлов рудного генезиса в почвенном слое, и дана характеристика влияния подвижных ионов на агробиоценозы этой зоны. Установлено, что экологизация поверхностных процессов горного производства позволяет обеспечить устойчивое развитие экосистемы в целом. Приведены сведения по уровню влияния почвенного загрязнения на биоту. Одновременно даны рекомендации по снижению подвижных ионов тяжелых металлов в почвенном горизонте путем использования местных сырьевых ресурсов органического и минерального происхождения. Экспериментально доказано снижение продуктивности земельных угодий в зоне деятельности горно-перерабатывающего производства. При этом наблюдается трансформация природного ландшафта в техногенный, где отдельные элементы экосистемы, видоизменяясь, приобретают устойчивый и необратимый негативный характер. Дана рекомендуемая рецептура ингредиентов для получения необходимого качества почвы. Приведена схема взаимодействия природно-технической системы с составляющими компонентами биосферы, сделаны выводы по результатам проведенных исследований.

Ключевые слова: зона деятельности, техногенное происхождение, тяжелые металлы, подвижные ионы, валовое содержание, морфология почвы, почвенный горизонт, флора, фауна, биопроба, рудный генезис, форма загрязнения почвы.

Для цитирования: *Алборов И.Д., Тедеева Ф.Г., Гуцаев Ф.Х., Бурдзиева О.Г., Гегелашвили М.В.* Влияние горнодобывающего комплекса на качество среды обитания в условиях горных территорий // Горный информационно-аналитический бюллетень. — 2020. — № 11-1. — С. 32–39. DOI: 10.25018/0236-1493-2020-111-0-32-39.

Effects of the mining sector on the quality of the living environment in mountainous terrains

I.D. Alborov[1,2], F.G. Tedeeva[1], F.H. Gutsaev[1], O.G. Burdzieva[2], M.V. Gegelashvili[1]

[1] North Caucasian Institute of Mining and Metallurgy (State Technological University),
Vladikavkaz, Russia,
[2] Geophysical Institute of the Vladikavkaz Scientific Center of the Russian Academy of Sciences,
Vladikavkaz, Russia

© И.Д. Алборов, Ф.Г. Тедеева, Ф.Х. Гуцаев, О.Г. Бурдзиева, М.В. Гегелашвили. 2020.

Abstract: The results of scientific research carried out on the objects of the mining and processing complex are presented. The analysis of the factors that cause the destruction of components of the biosphere area, reviewed the functioning of natural-technical systems with elements of a development ecosystem disorders with prolonged use of the field of the mining industry. The content of heavy metals of ore Genesis in the soil layer is shown and the influence of mobile ions on the agrobiocenoses of this zone is characterized. It is established that the greening of surface mining processes allows for the sustainable development of the ecosystem as a whole. Information on the level of influence of soil pollution on biota is provided. At the same time, recommendations are given for reducing mobile heavy metal ions in the soil horizon using local raw materials of organic and mineral origin. The decrease in productivity of land in the area of mining and processing production is experimentally proved, the natural landscape is transformed into a technogenic one, individual elements of the ecosystem are modified and acquire a stable irreversible negative character. The recommended recipe of ingredients for obtaining the necessary soil quality is given. the scheme of interaction of the natural and technical system with the components of the biosphere is presented and conclusions are given based on the results of the research.

Key words: zone of activity, technogenic origin, heavy metals, mobile ions, gross content, soil morphology, soil horizon, flora, fauna, bioassay, ore genesis, form of soil contamination.

For citation: Alborov I.D., Tedeeva F.G., Gutsaev F.H., O.G Burdzieva, Gegelashvili M.V. Effects of the mining sector on the quality of the living environment in mountainous terrains. *MIAB. Mining Inf. Anal. Bull.* 2020;(11-1):32-39. [In Russ]. DOI: 10.25018/0236-1493-2020-111-0-32-39.

Факторы влияния горного производства на экосистему

Горнодобывающая отрасль негативно действует на экосистему, вызывая многофакторные нарушения:

1) массовые выбросы пыли и газов приводят к изменению основных свойств биосферы;

2) пылегазовое загрязнение воздействует на социум, флору, фауну и микроорганизмы, в результате чего отдельные участки горной экосистемы вступают в фазу необратимости;

3) горные разработки (рудники, карьеры) приводят к нарушению гидродинамического режима поверхностных и подземных вод, снижают жизнестойкость растительных видов и микроорганизмов;

4)загрязняется атмосферный бассейн в районе деятельности рудного комплекса, негативное действие которого выходит далеко за пределы горного отвода, захватывая горные луга и пастбища.

Экологизация поверхностных процессов горного производства позволяет обеспечить устойчивое развитие экосистемы. В ряде случаев удается полная нейтрализация негативных воздействий (рекультивация нарушенных и деградированных земель с последующей биологической рекультивацией отвалов вывозимых из шахты пород и хвостохранилищ и т.д.) или хозяйственное использование подземных горных выработок и других подземных пространств [1—7]. Усиливается нарастание экологической напряженности, снижается продуктивность и качество сенокосов, других земельных угодий, природный ландшафт трансформируется в техногенный, отдельные элементы экосистем, полностью видоизменяясь, приобретают устойчивый и необратимый негативный характер [8—10].

Миграция загрязняющих веществ в окружающую среду

Проведенными исследованиями в зоне развития природно-технической системы «Окружающая среда —

поверхностная инфраструктура — горные разработки — социум» установлено, что содержание тяжелых металлов в почвах превышает санитарные нормы в два и более раз. Сложившаяся ситуация объясняется активной дефляцией мелкодисперсной силикозоопасной пыли в атмосферное пространство [11, 12], особенно при ветрах более 5 м/с.

Концентрация рудных элементов по вертикальному разрезу почвы до глубины 1 м с интервалом апробирования 0,2 м в районе хвостохранилища (в километровой зоне) показала стабильное, иногда достаточно резкое, падение тяжелых металлов с глубиной, что однозначно подтверждает генетическую приверженность выявленной аномалии [13—16] морфологии добываемых минералов.

Наряду с интегральным загрязнением почвы тяжелыми металлами (ТМ), важным показателем совершающихся природных процессов является состояние или форма нахождения элементов в почвенном горизонте, т.е. присутствие ТМ в разных минералах в виде ионов или сортированных частиц.

Форма нахождения химических элементов корректнее характеризует сущность геохимических явлений в литосфере, чем интегральное их содержание.

Наличие в почве тяжелых металлов оказывает как прямое, так и косвенное влияние на состояние биосферы в зоне воздействия объектов горной индустрии, поэтому учет этого фактора позволит корректировать апробированные в других условиях средства и способы снижения компонентов техногенного происхождения для достижения санитарно-допустимых концентраций в почвенном горизонте.

Исследования загрязнения почвенного горизонта

Почва является аккумулятором всех форм загрязнения окружающей среды, причем атмосферное загрязнение играет основную роль в накоплении химических элементов в составе почвенного горизонта. Поэтому чем чище атмосферный воздух в зоне деятельности объектов горно-перерабатывающего комплекса, тем меньше вероятность загрязнения почвы компонентами техногенеза. К примеру, продолжительное (более 160 лет) негативное воздействие атмосферы в зоне развития природно-технической системы «Окружающая среда — инфраструктура — горные разработки — социум» (в зоне деятельности Садонского свинцово-цинкового комбината) способствовало массовому накоплению всех минеральных компонентов в почвенном горизонте, что отразилось на росте и развитии флоры и фауны местности. Одной из задач исследований является предотвращение последующей деградации в результате влияния пылепотоков горного производства на атмосферу, следовательно, и на почву.

При добыче геоматериалов — руды, породы и промстройматериалов — прямой экскавацией или методом разрушения массива взрывом происходит минерализация пространства окружающего предприятия, что снижает продуктивность фитоценоза, загрязняет почву инертными составляющими или токсичными компонентами, способными мигрировать в биоразнообразие и, следовательно, в однолетние и многолетние культурные растения (овощи, фрукты, кормовые травы и др.).

Пробными анализами почв, проведенными геохимической партией ЦОМТЭ ИМГРЭ (с. Бирагзанг), было установлено повышенное содержание тяжелых металлов (удельный вес более 7,3 г/см^3) в почвах в зоне деятельности горных объектов рудников и карьеров Северного Кавказа, в том числе: на Садоне, Урупе, Тырныаузе,

что послужило основой для выполнения дополнительных исследований по изучению экологической обстановки в этих зонах.

Важнейшим показателем природных процессов, происходящих в почве, наряду с общим загрязнением тяжелыми металлами и другими компонентами является состояние или форма нахождения элементов. Так, ТМ могут обнаруживаться в разных минералах, а также присутствовать в виде ионов, сортированных частиц и т.д.

Формы нахождения элементов или их соединений значительно глубже характеризует сущность геохимических явлений, чем валовое их содержание [13, 14]. Проблема заключается в том, что подвижные формы ТМ мигрируют в биологическое разнообразие, причем накопление неодинаково в структуре растений.

Степень аккумуляции микроэлементов в разное время года неодинакова для подвидов растений одного и того же вида и для различных частей растений, что подтверждается прежними исследованиями авторов [17, 18].

Изучение перераспределения микроэлементов в различных компонентах ландшафта дает возможность прогнозировать судьбу веществ техногенного происхождения в природной среде и отделять их аномалии от концентрации ландшафтного генезиса [18—19]. Для анализа состава и содержания подвижных форм тяжелых металлов были использованы исследования лаборатории кафедры геохимии геологического факультета МГУ им. М.В. Ломоносова [12, 13] (рис. 1).

Динамика изменения подвижности металлов приведена на рис. 1.

Выбор точек мониторинга является многосложной задачей, решение которой зависит от многих природных и техногенных факторов: скорости и направления ветра, времени суток, ландшафта местности и др. Изучение миграции подвижных форм тяжелых металлов в точках мониторинга показало разброс этих элементов в концентрациях, в 2—4 раза превышающих допустимые уровни. Для восстановления продуктивности деградированных почв были проведены специальные исследования с выбором участков на разных уступах русел рек Ардон и Фиагдон. На этих участках были использованы такие субстраты, как известь и органика в различных пропорциях.

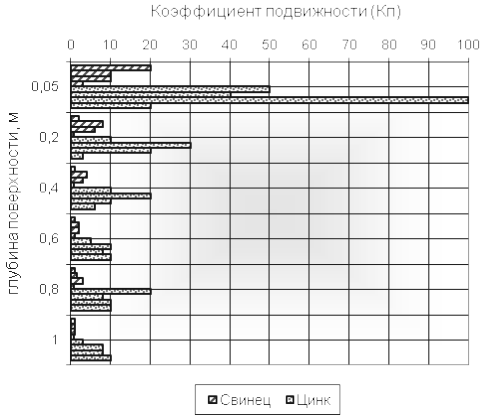

Рис. 1. Изменение коэффициентов подвижности цинка и свинца в базовых точках (по данным кафедры геохимии МГУ)

Fig. 1. Changes in the mobility coefficients of zinc and lead at the base points (according to the Department of Geochemistry of Moscow state University)

В местах с содержанием подвижных форм тяжелых металлов (цинка и свинца) в почве были использованы местные органические удобрения (навоз) в сочетании с известкованием в пропорциях 10:1 соответственно.

Полученные результаты на опытных участках в зоне влияния горнодобывающего комплекса на среду обитания следует оценивать как эффективные при сравнении с результатами, полученными на аналогичных объектах [20—24] горной индустрии страны.

Выводы

Горнодобывающая отрасль в условиях горных территорий нуждается в более глубоком изучении факторов воздействия техносферы горной индустрии на природную среду и проживающее здесь население.

В загрязнении тяжелыми металлами почвенного горизонта наиболее важная роль должна отводиться подвижным ионам, способным мигрировать в растениеводческую продукцию, поэтому минимизация подвижных составляющих интегрального загрязнения является одним из главных направлений восстановления плодородия почвы.

Уровень загрязнения почвы тяжелыми металлами в условиях горных территорий в точках мониторинга определяется, главным образом, не только близостью их расположения от источников эмиссии пылевых источников, но и рельефом местности, солнечной радиацией, метеорологическими факторами и турбулентностью воздушных потоков, связанных с близостью вечных снегов и ледников.

Использование местных агроруд (извести, доломита) в сочетании с органическими удобрениями в пропорциях один к десяти выявило достаточно надежные показатели реанимации деградированной почвы в зоне добычи и переработки руд.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Агошков М.И.*, *Малахов Г.М.* Подземная разработка рудных месторождений. — М.: Недра, 1996. — 663 с.

2. *Алборов И.Д.*, *Тедеева Ф.Г.* Совершенствование технологии управления окружающей средой регулированием техногенной нагрузки // Вестник МАНЭБ. — СПб., — 2008. — Том 13. — № 3. — С. 5—7.

3. *Воробьев А.Е.*, *Лобанов Д.П.* Пути развития горно-добывающего и перерабатывающего комплекса Северо-Кавказского региона. — Владикавказ: Изд-во СК ГМИ «Терек», 1999. — 398 с.

4. *Воробьев А.Е.*, *Побыванец В.С.*, *Соколов И.В.*, *Мадаева М.З.* Методические аспекты снижения пылезагрязнения для обеспечения промышленной безопасности горных ландшафтов Северного Кавказа / Материалы III международной конференции «Горное нефтяное, геологическое и геоэкологическое образование в XXI веке». — М.: Горно-Алтайск, 2008. — С. 176.

5. *Sena K.*, *Barton C.*, *Hall S.*, *Angel P.*, *Agouridis C.*, *Warner R.* Influence of spoil type on afforestation success and natural vegetative recolonization on a surface coal mine in Appalachia, United States. // Restoration Ecology. — 2015. — Vol. 23(2). — pp. 131—138. DOI: 10.1111/rec.12164.

6. *Laarmann D.*, *Korjus H.*, *Sims A.*, *Kangur A.*, *Kiviste A.*, *Stanturf J.A.* Evaluation of afforestation development and natural colonization on a reclaimed mine site // Restoration Ecology. — 2015. — Vol. 23(3). — pp. 301—309. DOI: 10.1111/rec.12187.

7. *Prach K.*, *Karešová P.*, *Jírová A.*, *Dvoková H.*, *Konvalinková P.*, *Ehounková K.* Do not neglect surroundings in restoration of disturbed sites // Restoration Ecology. — 2015. — Vol. 23(3). — pp. 310—314. DOI:10.1111/rec.12189.

8. *Гончаренко С.Н.*, *Коростелев Д.Б.* Системный анализ и прогноз показателей и индикаторов эффективной деятельности в сфере охраны окружающей среды и природопользования // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). — 2018. — №9 — С. 104—110.

9. *Калугов Д.Р.*, *Юков В.А.* О принципах перехода горнорудных предприятий к устойчивому экологическому сбалансированному развитию // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). — 2020. — №3. — С. 74—86.

10. *Коваль В.Т.* Охрана окружающей среды. — М.: МГИ, 1989. — 154 с.

11. *Коваль В.Т.*, *Коваль Е.В.* и др. Пути повышения эффективности природопользования на Михайловском ГОКе // Горный журнал. — 1996.– № 7—8. — С. 94—95.

12. Оценка эколого-геохимической обстановки в районе деятельности Садонского свинцово-цинкового комбината / Отчет МГУ за 1990—1991 гг. Москва. 120 с.

13. *Пестеров А.П.*, *Чемезов Е.Н.* Оценка состояния окружающей среды бассейна ручья Мергогор // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). — 2015. — №12. — С. 313—315.

14. Почвы. Природные ресурсы Республики Северная Осетия-Алания: в 18 т. — Владикавказ: Проект-Пресс. 2000. — 384 с.

15. *Perti R.*, *Stein W.*, *Dahmen D.*, *Buschhüt K.* Sustainable follow-up use of recultivated surfaces // World of Mining — Surface & Underground. — 2013. — Vol. 65(2). — pp. 92—101.

16. *Ngugi M.R.*, *Neldner V.J.*, *Doley D.*, *Kusy B.*, *Moore D.*, *Richter C.* Soil moisture dynamics and restoration of self-sustaining native vegetation ecosystem on an open-cut coal mine // Restoration Ecology. — 2015. — Vol. 23(5). — pp. 615—624. DOI: 10.1111/rec.12221.

17. *Трубецкой К.Н.* Горные науки. Освоение и сохранение недр Земли.– М.: Изд-во АГН, 1997. — 480 с.

18. *Чаплыгин Н.Н.*, *Папичев В.И.*, *Близнюк Г.И.*, *Прошляков А.А.*, *Столяров Д.О.* Новые методы в оценке воздействия горного производства на окружающую среду / Горные науки на рубеже XXI в.: Материалы международной конференции 1997. Екатеринбург. — М., 1998. — С. 468—477.

19. *Чмыхалова С.В.*, *Сибатулина С.С.* Анализ показателей экологического состояния окружающей среды (на примере Республики Башкортостан) // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). — 2018. — №4. — С. 119—127.

20. *Дребенштедт К.*, *Голик В.И.*, *Дмитрак Ю.В.* Перспективы диверсификации технологии добычи металлов в РСО-Алания // Устойчивое развитие горных территорий. — 2018. – Т. 10. –№ 1. – С. 125—131.

21. *Голик В.И.*, *Соболев А.А.*, *Дзапаров В.Х.*, *Харебов Г.З.* Перспективы разработки месторождений Садона // Устойчивое развитие горных территорий. — 2018. – Т. 10. — № 3. – С. 420—426.

22. *Габараев О.З.*, *Дмитрак Ю.В.*, *Дребенштедт К.*, *Савелков В.И.* Закономерности взаимодействия разрушенных геоматериалов и рудовмещающего массива при отработке подработанных вкрапленных руд // Устойчивое развитие горных территорий. — 2017. – Т. 9. –№ 4. – С. 406—413.

23. *Лолаев А.Б.*, *Хулелидзе К.К.*, *Бутюгин В.В. Бадоев А.С.* Сетевое планирование для оптимизации технологических параметров процесса намыва хвостохранилищ // Устойчивое развитие горных территорий. — 2017. – Т. 9. – № 3. – С. 281—286.

24. *Клюев Р.В., Босиков И.И., Егорова Е.В., Гаврина О.А.* Оценка горно-геологических и горнотехнических условий карьера «Северный» с помощью математических моделей // Устойчивое развитие горных территорий. 2020. – № 3. – С. 418–427. ГИАБ

REFERENCES

1. Agoshkov M.I., Malahov G.M. *Podzemnaya razrabotka rudnyh mestorozhdenij* [Underground development of ore deposits]. Moscow: Nedra, 1996. 663 p. [In Russ]

2. Alborov I.D., Tedeeva F.G. Improving the technology of environmental management by regulating the technogenic load. *Vestnik MANEB*. Saint-Petersburg:, 2008. Tom 13. no. 3. pp. 5—7. [In Russ]

3. Vorob'ev A.E., Lobanov D.P. *Puti razvitiya gorno-dobyvayushchego i pererabatyvayushchego kompleksa Severo-Kavkazskogo regiona* [Ways of development of mining and processing complex of the North Caucasus region]. Vladikavkaz: Izd-vo SK GMI «Terek», 1999. 398 p. [In Russ]

4. Vorob'ev A.E., Pobyvanec V.S., Sokolov I.V., Madaeva M.Z. *Metodicheskie aspekty snizheniya pylezagryazneniya dlya obespecheniya promyshlennoj bezopasnosti gornyh landshaftov Severnogo Kavkaza* [Methodological aspects of reducing dust pollution to ensure industrial safety of mountain landscapes of the North Caucasus]. Materialy III mezhdunarodnoj konferencii «Gornoe neftyanoe, geologicheskoe i geoekologicheskoe obrazovanie v XXI veke». Moscow: Gorno-Altajsk, 2008. S. 176. [In Russ]

5. Sena K., Barton C., Hall S., Angel P., Agouridis C., Warner R. Influence of spoil type on afforestation success and natural vegetative recolonization on a surface coal mine in Appalachia, United States. Restoration Ecology. 2015. Vol. 23(2). pp. 131—138. DOI: 10.1111/rec.12164.

6. Laarmann D., Korjus H., Sims A., Kangur A., Kiviste A., Stanturf J.A. Evaluation of afforestation development and natural colonization on a reclaimed mine site. Restoration Ecology. 2015. Vol. 23(3). pp. 301—309. DOI: 10.1111/rec.12187.

7. Prach K., Karešová P., Jírová A., Dvoková H., Konvalinková P., Ehounková K. Do not neglect surroundings in restoration of disturbed sites. Restoration Ecology. 2015. Vol. 23(3). pp. 310—314. DOI:10.1111/rec.12189.

8. Goncharenko S.N., Korostelev D.B. System analysis and forecast of indicators and indicators of effective activity in the field of environmental protection and environmental management. *MIAB. Mining Inf. Anal. Bull.* 2018. no. 9. pp. 104—110. [In Russ]

9. Kalugov D.R., Yukov V.A. On the principles of transition of mining enterprises to sustainable ecological balanced development. *MIAB. Mining Inf. Anal. Bull.* 2020. no. 3. pp. 74—86. [In Russ]

10. Koval' V.T. *Ohrana okruzhayushchej sredy* [The environmental Protection]. Moscow: MGI, 1989. 154 p. [In Russ]

11. Koval' V.T., Koval' E.V. i dr. Ways to improve the efficiency of environmental management at the Mikhailovsky GOK. *Gornyj zhurnal*. 1996. no. 7—8. pp. 94—95. [In Russ]

12. *Ocenka ekologo-geohimicheskoj obstanovki v rajone deyatel'nosti Sadonskogo svincovo-cinkovogo kombinata* [Assessment of the ecological and geochemical situation in the area of Sadonsky lead-zinc combine]. Otchet MGU za 1990—1991 gg. Moscow. 120 p. [In Russ]

13. Pesterov A.P., Chemezov E.N. Assessment of the environmental condition of the stream pool Morgogor. *MIAB. Mining Inf. Anal. Bull.* 2015. no. 12. pp. 313—315. [In Russ]

14. *Pochvy. Prirodnye resursy Respubliki Severnaya Osetiya-Alaniya* [Soil. Natural resources of the Republic of North Ossetia-Alania]: v 18 t. Vladikavkaz: Proekt-Presc. 2000. 384 p. [In Russ]

15. Perti R., Stein W., Dahmen D., Buschhüt K. Sustainable follow-up use of recultivated surfaces. World of Mining Surface & Underground. 2013. Vol. 65(2). pp. 92—101.

16. Ngugi M.R., Neldner V.J., Doley D., Kusy B., Moore D., Richter C. Soil moisture dynamics and restoration of self-sustaining native vegetation ecosystem on an open-cut coal mine. Restoration Ecology. 2015. Vol. 23(5). pp. 615—624. DOI: 10.1111/rec.12221.

17. Trubeckoj K.N. *Gornye nauki. Osvoenie i sohranenie nedr Zemli* [Mining science. Development and conservation of the earth's interior]. Moscow: Izd-vo AGN, 1997. 480 p. [In Russ]

18. Chaplygin N.N., Papichev V.I., Bliznyuk G.I., Proshlyakov A.A., Stolyarov D.O. *Novye metody v ocenke vozdejstviya gornogo proizvodstva na okruzhayushchuyu sredu* [New methods in assessing the impact of mining production on the environment]. Gornye nauki

na rubezhe XXI v.: Materialy mezhdunarodnoj konferencii 1997. Ekaterinburg. Moscow, 1998. pp. 468—477. [In Russ]

19. Chmyhalova S.V., Sibatulina S.S. Analysis of indicators of the ecological state of the environment (on the example of the Republic of Bashkortostan). *MIAB. Mining Inf. Anal. Bull.* 2018. no. 4. pp. 119—127. [In Russ]

20. Drebenshtedt K., Golik V.I., Dmitrak Yu.V. The prospects of diversification of technology of extraction of metals in Rso-Alaniya. *Sustainable Development of Mountain Territories*. 2018. T. 10. no. 1. pp. 125—131. [In Russ]

21. Golik V.I., Sobolev A.A., Dzaparov V.H., Harebov G.Z. Perspektivy razrabotki mestorozhdenij Sadona. *Sustainable Development of Mountain Territories*. 2018. T. 10. no. 3. pp. 420—426. [In Russ]

22. Gabaraev O.Z., Dmitrak Yu.V., Drebenshtedt K., Savelkov V.I. Regularities of interaction of destroyed geo-materials and ore-bearing massif in the processing of processed deposited ore. *Sustainable Development of Mountain Territories*. 2017. T. 9. no. 4. pp. 406—413. [In Russ]

23. Lolaev A.B., Hulelidze K.K., Butyugin V.V. Badoev A.S. Network planning for technological parameters optimization of the tailings alluvium process. *Sustainable Development of Mountain Territories*. 2017. T. 9. no. 3. pp. 281—286. [In Russ]

24. Klyuev R.V., Bosikov I.I., Egorova E.V., Gavrina O.A. Assessment of mining-geological and mining technical conditions of the Severny pit with the use of mathematical models. *Sustainable Development of Mountain Territories*. 2020. no. 3. pp. 418–427. [In Russ]

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Алборов Иван Давыдович[1,2] — д-р техн. наук, профессор, зав. кафедрой экологии и техносферной безопасности; гл. научный сотрудник Геофизического института ВНЦ РАН, e-mail: ekoskgmi@rambler.ru;
Тедеева Фатима Георгиевна[1] — канд.техн.наук, профессор кафедры экологии и техносферной безопасности, e-mail: ekoskgmi@rambler.ru;
Гуцаев Фридон Харитонович — аспирант кафедры экологии и техносферной безопасностибезопасности, e-mail: ekoskgmi@rambler.ru;
Бурдзиева Ольга Германовна[2] — канд. геогр. наук, e-mail:ekoskgmi@rambler.ru;
Гегелашвили Михаил Владимирович[1] — д-р техн. наук, профессор.
[1] Северо-Кавказский горно-металлургический институт (государственный технологический университет), Владикавказ, Россия;
[2] Геофизический институт ВНЦ РАН, Владикавказ, Россия.
Для контактов: Алборов И.Д., e-mail: ekoskgmi@rambler.ru

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Alborov I.D.[1,2], Dr. Sci. (Eng.), Professor, Head Department of Ecology and Technosphere Safety; Ch. Researcher, Geophysical Institute, VSC RAS, e-mail: ekoskgmi@rambler.ru;
Tedeeva F.G.[1], Cand. Sci. (Eng.), Prof. Department of Ecology and Technosphere Safety, e-mail: ekoskgmi@rambler.ru;
Gutsaev F.Kh.[1], Postgraduate Student of the Department of Ecology and Technosphere Safety Safety, e-mail: ekoskgmi@rambler.ru;
Burdzieva O.G.[2], Cand. Sci. (Geogr.), e-mail:ekoskgmi@rambler.ru;
Gegelashvili M.V., Dr. Sci. (Eng.), Professor;
[1] North Caucasian Institute of Mining and Metallurgy (State Technological University), Vladikavkaz, Russia;
[2] Geophysical Institute of the Vladikavkaz Scientific Center of the Russian Academy of Sciences, Vladikavkaz, Russia.
Corresponding author: Ivan Alborov, ekoskgmi@rambler.ru.

Получена редакцией 09.10.2019; получена после рецензии 31.08.2020; принята к печати 10.10.2020.
Received by the editors 09.10.2019; received after the review 31.08.2020; accepted for printing 10.10.2020.