

## УЧЕТ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ АСПЕКТОВ ПРИ ОЦЕНКЕ ВЛИЯНИЯ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ НА ЗДОРОВЬЕ РАБОТНИКОВ ГОРНОДОБЫВАЮЩИХ ПРЕДПРИЯТИЙ И НАСЕЛЕНИЯ

В.И. Голик<sup>1</sup>, Ю.В. Дмитрак<sup>1</sup>, Е.А. Хадзарагова<sup>1</sup>, М.Т. Плиева<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Северо-Кавказский горно-металлургический институт  
(государственный технологический университет), Владикавказ, Россия

**Аннотация:** Актуальность проблемы охраны труда работников и населения горных предприятий объясняется необходимостью создания защищающих труд человека технологий. Для достижения поставленной цели применен метод, основанный на оценке темпов миграции тяжелых металлов на этапах цепи добычи металлов: горный передел на подземных рудниках, хранение хвостов на селитебной территории и металлургический передел в крупном городе. Охарактеризован механизм воздействия тяжелых металлов на население селитебных зон горнодобывающего региона на примере Республики Северная Осетия – Алания. Проанализированы методы исследований факторов, минимизирующих экологический риск работников и жителей Садонского Свинцово-цинкового комбината и завода «Электроцинк». Приведены результаты клинко-лабораторного обследования групп жителей. Сформулирована гипотеза о наличии коррелятивной связи между технологическими факторами загрязнения региона тяжелыми металлами и заболеваемостью населения. Дана характеристика технологий, результатом которых являются процессы природного выщелачивания потерянных руд и отходов переработки с выносом в окружающую среду агрессивных металлов. Предложены направления минимизации химического загрязнения окружающей среды путем применения технологий с увеличением полноты извлечения металлов из руд и хвостов традиционной переработки. Предложена формулировка концепции минимизации негативного влияния горного производства на сохранность экосистем окружающей среды за счет совершенствования технологий добычи и утилизации хвостов переработки.

**Ключевые слова:** охрана труда, горнодобывающий регион, технология добычи, обогащение и металлургия, тяжелые металлы, химическое загрязнение, утилизация хвостов.

**Для цитирования:** Голик В.И., Дмитрак Ю.В., Хадзарагова Е.А., Плиева М.Т. Учет экологических аспектов при оценке влияния тяжелых металлов на здоровье работников горнодобывающих предприятий и населения // Горный информационно-аналитический бюллетень. – 2020. – № 11-1. – С. 106–117. DOI: 10.25018/0236-1493-2020-111-0-106-117.

### Evaluation of population and mine personnel health impacts of heavy metals with regard to local ecology

V.I. Golik<sup>1</sup>, Yu.V. Dmitrak<sup>1</sup>, E.A. Khadzaragova<sup>1</sup>, M.T. Plieva<sup>1</sup>

<sup>1</sup> North Caucasian Institute of Mining and Metallurgy (State Technological University),  
Vladikavkaz, Russia

**Abstract:** The urgency of the problem of labor protection for workers and the population of mining enterprises is explained by the need to create, including technologies protecting human labor. To achieve this goal, a method has been applied based on estimating the rate of migration of heavy metals at the stages of the metal mining chain: mining redistribution in underground mines, storage of tailings in residential areas and metallurgical redistribution in a large city. The article describes the mechanism of the impact of heavy metals on the population of residential areas of the mining region by the example of the Republic of North Ossetia-Alania. The analysis of research methods of factors minimizing the environmental risk of workers and residents of the Sadon Lead-zinc plant and the plant "Electrozinc". The results of clinical and laboratory examination of groups of residents are presented. A hypothesis is formulated about the presence of a correlative relationship between the technological factors of pollution of the region with heavy metals and the incidence of the population. The characteristics of technologies are given, the result of which are the processes of natural leaching of lost ores and processing wastes with the release of aggressive metals into the environment. Directions for minimizing chemical environmental pollution by applying technologies with increasing completeness of metal extraction from ores and tailings of traditional processing are proposed. The formulation of the concept of minimizing the negative impact of mining on the preservation of environmental ecosystems by improving the technology of extraction and disposal of tailings is proposed.

**Key words:** labor protection, mining region, mining technology, enrichment and metallurgy, heavy metals, chemical pollution, tailings utilization.

**For citation:** Golik V.I., Dmitrak Yu.V., Khadzaragova E.A., Plieva M.T. Evaluation of population and mine personnel health impacts of heavy metals with regard to local ecology. *MIAB. Mining Inf. Anal. Bull.* 2020;(11-1):106-117. [In Russ]. DOI: 10.25018/0236-1493-2020-111-0-106-117.

## Введение

Запросы промышленности в металлах обеспечиваются разработкой месторождений полезных ископаемых, которая сопровождается попаданием тяжелых металлов в окружающую среду с интенсивностью, превышающей способность адаптации живых организмов к геохимической среде [1–4].

Большая часть металлов осаждается в пределах 1 – 2 км от источников образования, что создает высокий уровень загрязнения металлами на селитебной территории промышленно развитых регионов [5 – 8].

Для исследования количества и качества попадающих в экосистемы тяжелых металлов используют разнообразные методы, в том числе аналитические реакции, нейтронно-активационный анализ, спектрометрию, атомно-эмиссионный анализ и др.

Оценка риска для работников горного предприятия осуществляется с помощью корреляционно-регрессионного анализа. Получаемые экспериментально коэффициенты корреляции позволяют создать модель зависимости показателей состояния здоровья населения от качества окружающей среды [9–11].

Минимизация антропогенного воздействия на окружающую среду особенно актуальна для работников и населения селитебных зон горнодобывающих предприятий, где химическое загрязнение достигает критического уровня, например, предприятия горно-металлургического комплекса РСО-Алания, который, по сравнению с другими регионами, имеет более длительную историю горно-промышленного производства (около 200 лет).

Генераторами техногенного загрязнения являются объекты:

– рудники Садонского свинцово-цинкового комбината с объемом подземных выработок 5 миллионов кубометров;

– Унальское и Фиагдонское хранилища хвостов обогащения объемом 10 миллионов тонн;

– хранилища хвостов металлургии заводов «Электроцинк» и «Победит».

### Методы

Теоретические обобщения в разработке данной проблемы опираются на феномен экологической обусловленности ряда заболеваний человека. Основным системообразующим блоком служит показатель безопасности труда населения, а остальные параметры рассматриваются как влияющие факторы. Комплексный метод исследования основан на оценке состояния здоровья населения горнодобывающего региона дифференцированно на слагающих этапах цепи добычи металлов: горный передел, хранение хвостов на территории Алагирского района и металлургический передел во Владикавказе.

Проводится опробование хвостохранилища с исследованием в лабораториях ИГЕМ РАН группы ядерно-физических исследований. Химический состав проб определяется методом рентгено-флюоресцентной спектроскопии на спектрометре PW-2400.

Для оценки степени загрязнения воды р. Ардон водами хвостохранилища и притоками на масс-спектрометре Series X II ICP-MS Thermo Scientific исследуются пробы воды.

Целью исследования является формирование гипотезы о наличии связи между воздействием тяжелых металлов и заболеваемостью населения селитебных зон предприятий.

Единицей анализа в исследовании здоровья являются не индивиды, а группы людей по территориальному принципу, у которых исследован биохимический статус с оценкой системы прооксиданты-антиоксиданты под влиянием деятельности свинцово-цинкового комбината в четырех населенных пунктах:

– 1 группа пос. Црау (контрольная группа, то есть условно здоровые люди) – 15 жителей в возрасте от 25 до 54 лет;

– 2 группа г. Алагир – 11 жителей в возрасте от 25 до 72 лет, проживающие на территории бывшего свинцово-серебряного завода и действующей перевалочной базы Садонского свинцово-цинкового комбината;

– 3 группа пос. Унал – 22 жителя в возрасте от 21 до 74 лет, проживающие в окрестности хвостохранилища свинцово-цинкового комбината;

– 4 группа пос. Мизур – 47 человек в возрасте от 23 до 57 лет, проживающие около обогатительной фабрики свинцово-цинкового комбината.

В рамках клинико-лабораторного обследования на основании биохимического анализа крови диагностировали динамику окислительного стресса и оценивали состояние системы прооксиданты-антиоксиданты в плазме крови и эритроцитах [12 – 14]. В плазме крови определяли супероксидустраняющую активность, пероксидазную активность, оксидазную активность церулоплазмينا и содержание внеэритроцитарного гемоглобина. В эритроцитах определяли активность ферментов, характеризующих антиоксидантный статус организма и его резистентность к действию химических экотоксикантов. Интенсивность свободно-радикального окисления в плазме крови и эритроцитах определяли по уровню малонового диальдегида.

Заболеваемость населения города Владикавказа исследовали с исполь-

зованием принципа поклинического районирования путем нанесения показателей здоровья в зависимости от близости к металлургическим предприятиям на карту города.

### Результат

При разработке месторождений Садонского рудного узла применяли технологии, которые допускали возможность природного выщелачивания

потерянных руд и отходов переработки с выносом в гидросеть агрессивных металлов.

Промышленные отходы Мизурской фабрики являются постоянно действующим источником загрязнения почв в зоне его влияния (табл. 1).

В зоне влияния свинцово-цинкового комбината установлены высокие показатели концентрации металлов (табл. 2).

Таблица 1

### Концентрация металлов и серы в почвах

Породы почвы	Металлы, г/т		Сера, %
	Наименование	Значения	
Глина	медь	14750 – 27410	9,7 – 19,0
	цинк	57620 – 90350	
	свинец	63040 – 124220	
	мышьяк	225 – 1750	
	сурьма	19090 – 38350	
	олово	3050 – 5680	
Мелкозернистые пески и бурые глины	медь	960 – 13210	1,3 – 10,8
	цинк	3990 – 41720	
	свинец	4130 – 55910	
	мышьяк	140 – 355	
	сурьма	4760 – 10450	
	олово	1170 – 2850	
Переслаивающиеся тонко- и мелкозернистые пески	медь	490	2,71
	цинк	5050	
	свинец	1070	
	мышьяк	163	
Зеленовато-серые мелкозернистые пески	медь	740 – 1110	1,2 – 2,0
	цинк	1770 – 5670	
	свинец	2610 – 9950	
	мышьяк	141 – 200	
	сурьма	880	
Среднезернистые и крупнозернистые пески	медь	16840	7,0
	цинк	57620	
	свинец	87730	
	мышьяк	523	
	сурьма	19090	
	олово	3490	

Таблица 2

## Концентрации металлов в водах

Места отбора проб	Металлы, г/т	
	Наименование	Значения
Участок расположения объектов	As	25
	U	14
	Sb, Te, Mo	6
	V	4
	Y, Cd, Zn	3
	Nb, Zr, Sc, Cr, Ga, Ge	2
Река Ардон	Sc	6
	Mn, As	4
	Sb, Te, W, Pb, Cd, Zr	2
Река Уналдон	Zn	8
	W	3
	Sc, Sb, Te, Pb, Ni	2
Хвостохранилище	As	41430
	Te	17720
	Sb	10430
	Se	10230
	W	1520
	Pb	930
	Mo	390
	V	105
	Ge, Sn, Cr, Ga, Hg, Rb, U	25–70
	Sc, Ti, Cs, Li, Ba, Cu, Ni, Zr	2–20

При исследовании биохимического статуса жителей Алагирского района — г. Алагира, пос. Унал и пос. Мизур — обнаружено значительное снижение антирадикальной активности и резкое ингибирование на фоне существенного повышения оксидазной активности, составляющее 102–110% по сравнению с аналогичными показателями в контрольной группе жителей. В эритроцитах жителей Алагирского района наблюдается дисбаланс компонентов антиоксидантной ферментативной системы. Активность СОД в эритроцитах 2-й — 4-й группы возрастает на 34–86%, каталазы — на 37–91%, что свидетельствует о стимуляции ферментов первичного звена антиоксидантной защиты.

Активация ГР в эритроцитах жителей г. Алагира составила 834% относительно контроля, тогда как в эритроцитах жителей пос. Унал активность фермента остается в пределах нормы.

Группа жителей пос. Мизур по уровню активности глутатионредуктазы неоднородна. В 1-й подгруппе (39 человек) активность фермента на 50% снижена, причем у 24 человек активность глутатионредуктазы практически не определяется. Во 2-й подгруппе (8 человек) активность глутатионредуктазы повышается на 402% относительно контроля, что указывает на напряженность системы регенерации глутатиона.

Эти данные объясняют показатели здоровья жителей Алагирского района

в регионе РСО-Алания: первое место по болезням нервной системы, второе место по болезням органов дыхания, третье место по болезням органов пищеварения.

Во Владикавказе по данным поликлиник города (табл. 3) показатели заболеваемости коррелируют с расстоянием проживания населения от металлургических заводов «Электроцинк» и «Победит».

Ореол рассеяния тяжелых металлов от предприятий выявлен на площади около 40 км<sup>2</sup>, где содержание металлов в почве превышает среднюю концентрацию на порядок, а коэффициент заболеваемости изменяется от 2,74 до 4,39 (рис. 1).

Зависимость уменьшения числа заболеваний на единицу площади от увеличения расстояния до промышленных объектов описывается логарифмической

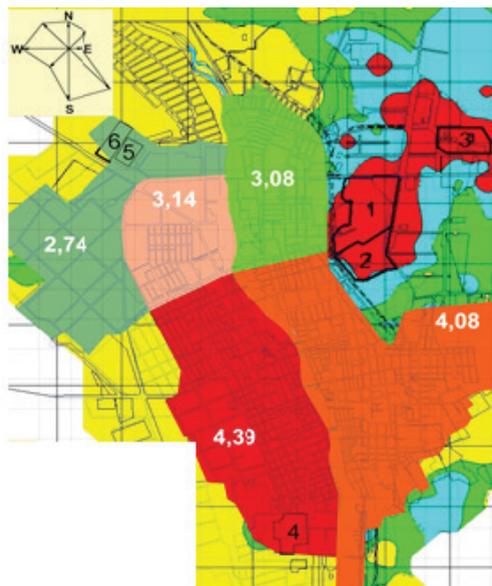


Рис. 1. Показатели заболеваемости жителей в зависимости от расстояния до металлургических предприятий: 1 – Электроцинк; 2 – Победит; 3 – хранилища хвостов металлургии; 4 – ОЗАТЭ; 5- Крон; 5-Кетон

линией тренда (рис. 2) с достоверностью аппроксимации 0,806, что позволяет считать исследование достоверным.

Показатели здоровья населения с учетом загрязнения приведены в табл. 4.

Высокий уровень заболеваемости в Алагирском районе может быть следствием влияния реки Ардон, являющейся транспортной артерией загрязнителей Садонских предприятий.

Из сельских районов РСО-Алании по показателям загрязненности тяжелыми металлами и заболеваемости худшее место занимает Алагирский, вмещающий предприятия горнодобывающего комбината.

Это свидетельствует о том, что здоровье человека в добывающем регионе определяется, в первую очередь, условиями образования и распространения по площади продуктами добывающих и перерабатывающих технологий промышленных предприятий.

### Обсуждение результатов

Максимальные уровни заболеваемости регистрируются в районе, прилегающем к металлургическим заводам. С помощью моделирования рассеивания тяжелых металлов получены расчетные величины загрязнителей и установлены концентрации поллютантов в точках воздействия [15 – 16].

В результате оценки состояния здоровья работников и населения предприятий Садонского СЦК выявлены территории риска и приоритетные болезни, обусловленные повышенным содержанием тяжелых металлов. Максимальные значения риска получены на участках по соседству с металлургическими заводами. Результаты свидетельствуют о роли тяжелых металлов как обобщенных индикаторов качества городской среды.

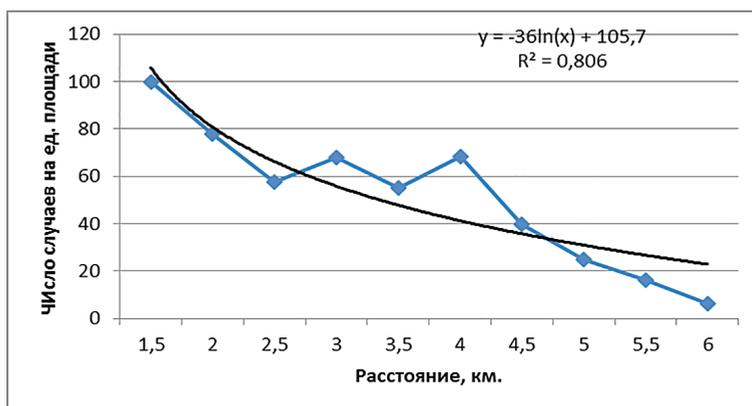


Рис. 2. Коррекция заболеваемости и удаленности селитебного объекта от металлообрабатывающих предприятий

Таблица 3

Заболеваемость новообразованиями по данным поликлиник

Поли-клиники	Годы						Среднее значение
	1	2	3	4	5	6	
1	4,36	4,36	3,83	4,03	3,77	4,15	4,08
3	2,52	2,22	2,60	4,32	3,82	2,98	3,08
4	4,68	4,62	4,03	3,89	4,56	4,59	4,39
5	3,01	3,09	3,35	3,17	2,78	3,42	3,14
7	3,25	2,24	2,68	3,16	2,32	2,81	2,74

Таблица 4

Ранжирование административных районов PCO-Алания

Районы	Количество загрязнителей		Загрязнение селитебных зон		Ранг района по заболеваемости населения
	Суммарный показатель воздействия, %	Ранг района по величине воздействия	Площадь загрязнения к площади селитебных зон, %	Ранг района по площади загрязнения	
г. Владикавказ	100	1	76	1	1
Правобережный	13	2	18	3	2
Алагирский	6	3	5	2	3
Дигорский	до 1	4–8	до 1	4–8	4
Пригородный	до 1		до 1		5
Ардонский	до 1		до 1		6
Ирафский	до 1		до 1		7
Кировский	до 1		до 1		8

Здоровье населения характеризуется значениями основных показателей. Самый высокий коэффициент рождаемости в РСО был отмечен в 1986 г. В течение последующих лет рождаемость снижалась, а смертность возрастала. Смертность превалировала над рождаемостью вплоть до 2006 г., когда рождаемость стала превышать смертность.

Выраженная активация антиоксидантных ферментов в эритроцитах обследованных жителей Алагирского района свидетельствует о крайней напряженности системы антиоксидантной защиты и истощении ее резервов. Клинико-биохимическое обследование жителей Алагирского района указывает на опережающее развитие металл-индуцированного окислительного стресса.

Причиной металло-ориентированных заболеваний населения добывающих регионов является неполное извлечение металлов из руд с оставлением в недрах большей части запасов и их накопление в хранилищах на поверхности хвостов переработки [17 – 19].

Добываемые металлы имели стратегическое значение, экономический ущерб от разубоживания или примешивания пород и потерь в виде оставления в выработанном пространстве руд дотировался государством, поэтому эксплуатация месторождений велась выбо-

рочно. Не нашли применения ресурсосберегающие технологии с заполнением выработанного пространства твердеющими смесями с минимальными потерями и выщелачиванием без извлечения руд на земную поверхность.

Рыночные условия еще более стимулируют к выборочной выемке запасов с увеличением потерь и разубоживания, следовательно, и источников химического загрязнения. Существующее положение сохранится до тех пор, пока в состав платы за пользование недрами не будут включаться затраты на полную компенсацию утерянного работниками здоровья, которые в настоящее время в полном объеме не определяются.

Утилизация хвостохранилищ без извлечения металлов невозможна, поскольку такая продукция представляет опасность. Извлечение металлов требует затрат, поэтому выгоднее складировать металлосодержащие хвосты и платить за них несоответствующие действительному значению штрафы. Этому не препятствуют существующие законы о недрах.

Направлением реальной минимизации прогрессирующего химического загрязнения окружающей среды является применение технологий с ограничением контакта руд с экосистемами окружающей среды (рис. 3).

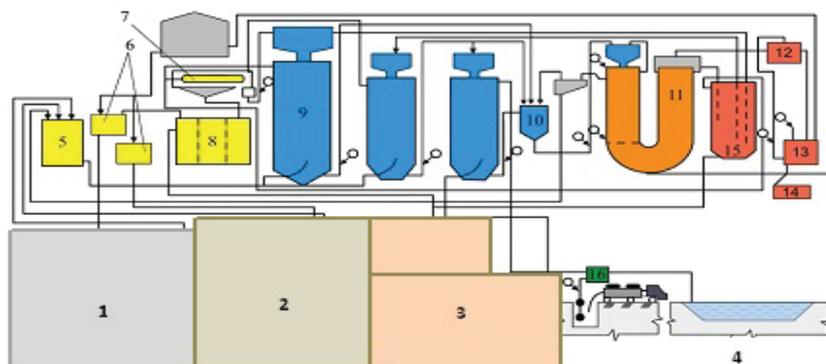


Рис. 3. Технологическая схема добычи металлов выщелачиванием: 1 – подземные скважинами или в блоках; 2 – кучное; 3 – в дезинтеграторах

К ним относятся технологии с переводом металлов в мобильные растворы в подземных выработках. Управляемое выщелачивание металлов в изолированном от окружающей среды пространстве является альтернативой традиционным технологиям с неуправляемым природным выщелачиванием потерянных при добыче руд.

К рекомендуемым технологиям относится и технология утилизации металлосодержащих отходов с извлечением металлов, например, комбинированным механохимическим воздействием на минералы в активаторах типа дезинтегратор [20–21].

Общность горнодобывающих регионов Северного Кавказа заключается еще и в том, что добываемые ими металлы

содержатся в рудах, обладающих свойством вскрытия или отдачи металлов под влиянием реагентов на всех стадиях разработки месторождений.

### **Заключение**

Концепция снижения риска для здоровья работников рудников Садона и аналогичных им горных предприятий включает в себя положение о том, что корреляция между экологическими и технологическими рисками при добыче и переработке металлов и здоровьем работников горных предприятий горнодобывающего района с гористым ландшафтом позволяет минимизировать негативное влияние хвостов добычи и переработки руд путем применения природоохранных технологий.

### **Авторство**

Голик В.И. осуществил получение, анализ и интерпретацию данных;

Дмитрак Ю.В. обеспечил систематизацию экспериментальных данных в табличной форме;

Хадзарагова Е.А. обобщила и обработала полученные экспериментально данные;

Плиева М.Т. обеспечила графическую интерпретацию материалов статьи.

Авторы подтверждают отсутствие конфликта интересов.

### **СПИСОК ЛИТЕРАТУРА**

1. *Bowman S.D.* Interferometric Synthetic Aperture Radar (InSAR). Background and Application: guidelines for investigating geologic hazards and preparing engineeringgeology reports, with a suggested approach to geologic-hazard ordinances in Utah. // Utah: The University of Utah, 2016. pp. 198–203.

2. *Muller N.Z., Mendelsohn R., Nordhaus W.* Environmental Accounting for Pollution in the United States Economy // *American Economic Review*. 2011. Vol. 101. No. 5. P. 1649–1675.

3. *Collins D., Hosseini Z.* Harnessing microseismic monitoring // *Mmmg Magazine*. 2013. № 3. pp. 76–80.

4. *Francois Retiefa, Alan Bondb, Jenny Poped, Angus Morrison-Saunders, Nicholas Kingf.* Global megatrends and their implications for environmental assessment practice // *Environmental Impact Assessment Review* Volume 61. 2016. pp.52–60.

5. *Lu X., Liu W., Zhao C.* et al. Environmental assessment of heavy metal and natural radioactivity in soil around a coal-fired power plant in China // *Journal of Radioanalytical & Nuclear Chemistry*. 2013. Vol. 295. No 3. P. 1845.

6. *Rachwa M., Magiera T., Wawer M.* Coke industry and steel metallurgy as the source of soil contamination by technogenic magnetic particles, heavy metals and polycyclic aromatic hydrocarbons // *Chemosphere*. 2015. No. 138. pp. 863–873.

7. *Голик В.И., Комащенко В.И.* Отходы обогащения железистых кварцитов как сырье для доизвлечения металлов и использования в качестве закладочных смесей // Горный журнал. 2017. № 3. С. 43–47.

8. *Стась Г.В., Смирнова Е.В.* К вопросу об управлении рисками // Изв. ТулГУ Науки о Земле. Вып. 2. Тула: ТулГУ, 2015. С. 38–44.

9. *Голик В.И., Лукьянов В.Г., Хашева З.М.* Обоснование возможности и целесообразности использования хвостов обогащения руд для изготовления твердеющих смесей // Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов. 2015. Т. 326. № 5. С. 6–14.

10. *Холматова К.К., Харькова О.А., Гржибовский А.М.* Особенности применения когортных исследований в медицине и общественном здравоохранении // Экология человека. 2016. № 4. С. 56–64.

11. *Заалишвили В.Б., Бериев О.Г., Бурдзиева О.Г., Закс Т.В.* Взаимосвязь между техногенной загрязненностью урбанизированной территории отходами горнодобывающей промышленности и заболеваемостью населения // Владикавказ. ЦГИ ВНЦ РАН и РСО-А., 2010. С.433–438.

12. *Васильев П.В., Рыбак В.Л., Егорова Т.А.* Методика оценки воздействий породных отвалов шахт на окружающую среду и мероприятия по их локализации // Известия ТулГУ. Науки о Земле. Вып.2. 2016. С.3–19.

13. *Веремчук Л.В.* Методы моделирования медико-биологических и медико-экологических процессов // Здоровье. Медицинская экология. Наука. 2014. № 2 (56). С. 31–33.

14. *Горбанев С.А., Чащин В.П., Фридман К.Б., Гудков А.Б.* Применение принципов доказательности при оценке причинной связи при оценке здоровья населения с воздействием вредных химических веществ в окружающей среде. Экология человека // Экология человека 2017. № 11. С. 10–17.

15. *Зайцева Н.В., Клейн С.В., Седусова Э.В.* К практике доказывания вреда здоровью населения на популяционном и индивидуальном уровнях при воздействии вредных факторов среды обитания // Известия Самарского научного центра РАН. Социальные, гуманитарные, медико-биологические науки. 2015. Т. 17, № 5–2. С. 457–463.

16. *Каримова Л.К., Серебряков П.В., Шайхлисламова Э.Р., Яцына И.В.* Профессиональные риски нарушения здоровья работников, занятых добычей и переработкой полиметаллических руд. Уфа-Москва: Изд-во «Принт-2», 2016. 337 с.

17. *Golik V.I., Gabaraev O.Z., Maslennikov S.A., Khasheva Z.M., Shulgaty L.P.* The provision of development conversion perspectives into underground one for Russian iron ore deposits development // The Social Sciences (Pakistan). 2016. Т. 11. № 18. pp. 4348–4351.

18. *Голик В.И., Комащенко В.И., Страданченко С.Г., Масленников С.А.* Повышение полноты использования недр путем глубокой утилизации отходов обогащения угля // Горный журнал. 2012. № 9. С. 91–95.

19. *Голик В.И., Разоренов Ю.И., Каргинов К.Г.* Основа устойчивого развития РСО-Алания – горнодобывающая отрасль // Устойчивое развитие горных территорий. 2017. Т. 9. № 2 (32). С. 163–171.

20. *Рыльникова М.В., Емельяненко Е.А.* Использование органических соединений в экологически щадящих технологиях при комплексном освоении медноколчеданных месторождений // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). 2015. № 4–2. С. 223–236.

21. *Дзапаров В.Х., Харебов Г.З., Стась В.П., Стась П.П.* Исследование сухих строительных смесей на основе отходов производства для подземного строительства // Сухие строительные смеси. 2020. № 1. С. 35–38. **ПДАБ**

## REFERENCES

1. Bowman S.D. Interferometric Synthetic Aperture Radar (InSAR). Background and Application: guidelines for investigating geologic hazards and preparing engineeringgeology reports, with a suggested approach to geologic-hazard ordinances in Utah. Utah: The University of Utah, 2016. pp. 198–203.
2. Muller N.Z., Mendelsohn R., Nordhaus W. Environmental Accounting for Pollution in the United States Economy. *American Economic Review*. 2011. Vol. 101. no. 5. pp. 1649–1675.
3. Collins D., Hosseini Z. Harnessing micgoseismic monitoring. *Mmmg Magazine*. 2013. no. 3. pp. 76–80.
4. Francois Retiefa, Alan Bondb, Jenny Poped, Angus Morrison-Saunders, Nicholas Kingf. Global megatrends and their implications for environmental assessment practice. *Environmental Impact Assessment Review Volume 61*. 2016. rr.52–60.
5. Lu X., Liu W., Zhao C. et al. Environmental assessment of heavy metal and natural radioactivity in soil around a coal-fired power plant in China. *Journal of Radioanalytical & Nuclear Chemistry*. 2013. Vol. 295. No 3. P. 1845.
6. Rachwa M., Magiera T., Wawer M. Coke industry and steel metallurgy as the source of soil contamination by technogenic magnetic particles, heavy metals and polycyclic aromatic hydrocarbons. *Chemosphere*. 2015. no. 138. pp. 863–873. [In Russ]
7. Golik V.I., Komashchenko V.I. Ferrous quartzite enrichment waste as a raw material for additional extraction of metals and use as filling mixtures. *Gornyj zhurnal*. 2017. no. 3. pp. 43–47. [In Russ]
8. Stas' G.V., Smirnova E.V. To the question of risk. *Izv. TulGU Nauki o Zemle*. Vyp. 2. Tula: TulGU, 2015. pp. 38–44. [In Russ]
9. Golik V.I., Luk'yanov V.G., Hasheva Z.M. Justification of the possibility and expediency of using ore dressing tailings for the manufacture of hardening mixtures. *Izvestiya Tomskogo politekhnicheskogo universiteta. Inzhiniring georesursov*. 2015. T. 326. no. 5. pp. 6–14. [In Russ]
10. Holmatova K.K., Har'kova O.A., Grzhibovskij A.M. Features of the use of cohort studies in medicine and public health. *Ekologiya cheloveka*. 2016. no. 4. pp. 56–64. [In Russ]
11. Zaalishvili V.B., Beriev O.G., Burdzieva O.G., Zaks T.V. *Vzaimosvyaz' mezhdue tekhnogennoj zagryaznennost'yu urbanizirovannoj territorii othodami gornodobyvayushchej promyshlennosti i zaboлеваemost'yu naseleniya* [The relationship between industrial pollution of an urbanized territory by mining waste and the incidence of the population]. *Vladikavkaz. CGI VNC RAN i RSO-A.*, 2010. pp. 433–438. [In Russ]
12. Vasil'ev P.V., Rybak V.L., Egorova T.A. The methodology for assessing the environmental impact of mine dumps of mines and measures for their localization. *Izvestiya Tul GU. Nauki o Zemle*. Vyp.2. 2016. pp. 3–19. [In Russ]
13. Veremchuk L.V. Methods of modeling medical-biological and medical-ecological processes. *Zdorov'e. Medicinskaya ekologiya. Nauka*. 2014. no. 2 (56). pp. 31–33. [In Russ]
14. Gorbanev S.A., Chashchin V.P., Fridman K.B., Gudkov A.B. Application of the principles of evidence in assessing causality in assessing public health with exposure to harmful chemicals in the environment. *Ekologiya cheloveka. Ekologiya cheloveka* 2017. no. 11. . 10–17. [In Russ]
15. Zajceva N.V., Klejn S.V., Sedusova E.V. On the practice of proving damage to public health at the population and individual levels when exposed to harmful environmental factors. *Izvestiya Samarskogo nauchnogo centra RAN. Social'nye, gumanitarnye, mediko-biologicheskie nauki*. 2015. T. 17, no. 5–2. pp. 457–463. [In Russ]
16. Karimova L.K., Serebryakov P.V., SHajhlislamova E.R., YAcyna I.V. *Professional'nye riski narusheniya zdorov'ya rabotnikov, zanyatyh dobychej i pererabotkoj polimetallicheskikh*

rud [Occupational health risks of workers involved in the extraction and processing of polymetallic ores]. Ufa-Moskva: Izd-vo «Print-2», 2016. 337 p. [In Russ]

17. Golik V.I., Gabaraev O.Z., Maslennikov S.A., Khasheva Z.M., Shulgaty L.P. The provision of development conversion perspectives into underground one for Russian iron ore deposits development. *The Social Sciences (Pakistan)*. 2016. T. 11. no. 18. pp. 4348–4351.

18. Golik V.I., Komashchenko V.I., Stradanchenko S.G., Maslennikov S.A. Improving the completeness of the use of mineral resources through the deep utilization of coal enrichment waste. *Gornyj zhurnal*. 2012. no. 9. pp. 91–95. [In Russ]

19. Golik V.I., Razorenov YU.I., Karginov K.G. The basis of sustainable development of North Ossetia-Alania is the mining industry. *Sustainable Development of Mountain Territories*. 2017. T. 9. no. 2 (32). pp. 163–171. [In Russ]

20. Ryl'nikova M.V., Emel'yanenko E.A. The use of organic compounds in environmentally friendly technologies in the integrated development of copper pyrite deposits. *MIAB. Mining Inf. Anal. Bull.* 2015. no. 4–2. pp. 223–236. [In Russ]

21. Dzaparov V.H., Harebov G.Z., Stas' V.P., Stas' P.P. The study of dry construction mixtures based on industrial waste for underground construction. *Suhie stroitel'nye smesi*. 2020. no. 1. pp. 35–38. [In Russ]

## ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Голик Владимир Иванович<sup>1</sup> — докт. техн. наук, профессор, профессор кафедры «Горное дело», v.i.golik@mail.ru;

Дмитрак Юрий Витальевич<sup>1</sup> — докт. техн. наук, профессор, ректор;

Хадзарагова Елена Александровна<sup>1</sup> — докт. техн. наук, профессор, проректор, заведующая кафедрой металлургии цветных металлов и автоматизации металлургических процессов;

Плиева Мадина Толиковна<sup>1</sup> — канд. с.-х. наук, доцент кафедры «Электроснабжение промышленных предприятий»;

<sup>1</sup> Северо-Кавказский горно-металлургический институт (государственный технологический университет), Владикавказ, Россия.

## INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Golik V.I.<sup>1</sup>, Dr. Sci. (Eng.), Professor, Professor, Department of Mining, v.i.golik@mail.ru;

Dmitrak Yu.V.<sup>1</sup>, Dr. Sci. (Eng.), Professor, rector;

Khadzaragova E.A.<sup>1</sup>, Dr. Sci. (Eng.), professor, vice-rector, head of the department of metallurgy of non-ferrous metals and automation of metallurgical processes;

Plieva M.T.<sup>1</sup>, Cand. Sci. (S-kh), Associate Professor of the Department “Power Supply of Industrial Enterprises”, e-mail: madosya80@mail.ru;

<sup>1</sup> North Caucasian Institute of Mining and Metallurgy (State Technological University), Vladikavkaz, Russia.

Получена редакцией 08.06.2020; получена после рецензии 15.06.2020; принята к печати 10.10.2020.

Received by the editors 08.06.2020; received after the review 15.06.2020; accepted for printing 10.10.2020.

