

12. Petrenko V., Vershovski V., Petrenko N. Geologo-Physical and Geochemical Results of Natural Gases and Water global connection. *Abstracts of 30th International Geological Congress, 4–14 August 1996, Beijing, China*, Beijing, IGC Publ., 1996, vol. 2, pp. 186.

13. Ghalem T., Terkmani M., Petrenko V., Potukaev V. Geodynamique des fluides dans le cadre du gisement de Hassi R'Mel. *4-eme Seminaire National des Science de la Terre, Alger, 5–7 Juin 1982*, Alger, Centre National de Recherches et d'Applications des Geosciences (C.R.A.G.), Institut des Sciences de la Terre (I.S.T.) Publ. House, 1982, pp. 46.

14. Terkmani M., Petrenko V. Relation entre la geodynamique des fluides et les tremblements de la terre. *4-eme Seminaire National des Science de la Terre, Alger, 5–7 Juin 1982*, Alger, Centre National de Recherches et d'Applications des Geosciences (C.R.A.G.), Institut des Sciences de la Terre (I.S.T.) Publ. House, 1982, pp. 90.

15. Terkmani M., Petrenko V., Fasliev R. Sur le mecanisme de subsidence au-dessus des gisements de matieres utiles liquides et gazeuses en exploitation. *4-eme Seminaire National des Science de la Terre, Alger, 5–7 Juin 1982*, Alger, Centre National de Recherches et d'Applications des Geosciences (C.R.A.G.), Institut des Sciences de la Terre (I.S.T.) Publ. House, 1982, pp. 91.

ОСОБЕННОСТИ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ ТЕХНОГЕОСИСТЕМ ПРИ ОСВОЕНИИ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ПРИРОДНОГО СЫРЬЯ

Артамонова Светлана Владимировна, кандидат географических наук, доцент, Оренбургский государственный университет, 460018, Российская Федерация, Оренбургская обл., г. Оренбург, пр-т Победы, 13, e-mail: nebo7208@mail.ru

В данной статье рассмотрена проблема оптимизации недропользования и предотвращения технической деградации и загрязнения техногеосистем. Распределение тяжелых металлов в пределах Гайской аномалии соответствует закономерностям формирования парадинамических ландшафтно-геохимических систем, привязанных к элювиально-аккумулятивным уровням. На основе методов кластеризации, основанных на объективной группировке цифровых показателей концентрации тяжелых металлов в отдельные кластеры, получены ландшафтно-геохимические уровни, характеризующиеся общими особенностями концентрации тяжелых металлов. Отличительными особенностями техногеосистемы Гайского месторождения являются существенные различия между элювиальным и аккумулятивным уровнями, а также резкая выраженность границ техногеосистем, сформировавшихся вследствие горных разработок. Основное количество сточных вод на территории Гайского месторождения зависит от деятельности расположенного здесь обогатительного комбината. Иными словами, формирование техногенных сточных вод связано преимущественно с западной частью месторождения, в то время как подотвальные глубоко метаморфизованные и одновременно ограниченно распространенные (локализованные) подземные воды – с восточной частью (там, где расположены Гайские карьеры). Таким образом, в районе Гайского месторождения большую опасность представляют загрязненные почвы (грунты), илы и техногенные осадки. Весьма опасны SO_4^{2-} и Cl^- , так как они могут мигрировать на большие расстояния, загрязнять поверхностные и подземные воды, превращая их в непригодные для практического использования. Металлы имеют гораздо меньшую дальность миграции (из-за большого влияния на них pH среды). Однако, накапливаясь в почвах, они ухудшают условия проживания населения.

Ключевые слова: техногеосистемы, геоэкологическая опасность, промышленная зона, месторождения, техногенез, природные компоненты, геохимические поля, ландшафты, рельеф

FEATURES CONVERT TEHNOSISTEM DURING THE DEVELOPMENT OF DEPOSITS OF NATURAL RAW MATERIALS

Artamonova Svetlana V., C.Sc. in Geography, Associate Professor, Orenburg State University, 13 Pobeda av., Orenburg, Orenburg region, 460018, Russian Federation, e-mail: nebo7208@mail.ru

This article considers the problem of optimizing the use of the subsoil and prevent technical degradation and pollution tehnosistem. Distribution of heavy metals within Gai anomaly corresponds to the regularities of formation pyrazinamidase landscape-geochemical systems, tied to the eluvial-accumulative levels. On the basis of clustering techniques based on objective grouping of figures, the concentrations of heavy metals in the different clusters obtained landscape-geochemical levels, characterized by common features of heavy metal concentrations. Distinctive features of tekhnosistema Gai Deposit are significant differences between the eluvial and accumulative levels, and also pronounced the boundaries of tehnosistem, formed as a result of mining. The major amount of wastewater in the territory of the Gai Deposit are associated with the activities located here, the processing plant, i.e. the formation of technogenic waste water is connected mainly with the Western part of the Deposit, while Podotvalnoye deeply metamorphosed and at the same time limited common (localized) groundwater is connected with the Eastern part – where there is a Gayskiy career. Thus, in the area of AI field greater danger is posed by contaminated soils (soils), silt and man-made precipitation. Very dangerous SO_4^{2-} and Cl^- , as they can migrate long distances, contaminating surface water and groundwater, making them unsuitable for practical use. Metals have a much lower range of migration (due to the large impact of pH of the medium). However, accumulate in soils, they degrade the living conditions of the population.

Keywords: tekhnosistema, geoenvironmental danger industrial zone, deposits, technogenesis, natural ingredients, geochemical fields, landscapes, terrain

Территория Оренбургской области содержит практически все виды полезных ископаемых. Данная территория является частью горнорудного Урала и нефтегазоносного Предуралья. На протяжении многих десятилетий осуществляется интенсивное освоение Оренбургских недр. Поэтому проблема оптимизации недропользования и предотвращения технической деградации и загрязнения техногеосистем Оренбургской области приобрела особую актуальность [1–3].

Среди отрицательных последствий горнотехнического производства можно выделить следующие:

- изменение облика земной поверхности и уничтожение пригодных для сельскохозяйственного производства земель;
- деградация и уничтожение мест обитания дикой флоры и фауны, вместе с этим обеднение биоразнообразия;
- изменение гидрологических и гидрогеологических условий местности; утрата эстетической ценности техногеосистемы;
- потеря исторической ценности объектов, стирание памяти (событиях прошлого);
- изменение химического состава природной среды и среды обитания людей.

Самая большая геохимическая и геоэкологическая опасность исходит от разрабатывающихся в области колчеданных месторождений, рудные тела

которых полностью состоят из легкорастворимых сульфидов различных металлов. Сульфиды выводятся из естественного законсервированного состояния. На глубине они залегают в восстановительной среде, где растворимость их низкая. Но извлеченные на поверхность, попав в окислительные условия, они становятся легкорастворимыми и агрессивными [4]. В отвалах Яман-Касинского, Блявинского и Гайского месторождений формируются купоросные подземные воды и купоросные родники. При добыче колчеданных руд извлекается много околорудных пород, создаются целые отвальные горы, содержащие токсичные элементы. Еще более токсичны продукты переработки колчеданных руд (хвосты обогащения). В результате эксплуатации Блявинского месторождения р. Блява попала в список самых грязных рек России. Некоторое зарастание отвалов разработки колчеданных месторождений происходит, но по берегам купоросных родников вся растительность обычно полностью погибает. По масштабам влияния на природу и людей колчеданные руды в Оренбуржье стоят на первом месте. Среди объектов мониторинга данная группа наиболее представительна. Это медно-колчеданные и медно-полиметаллические руды: Барсучий Лог, Джусинское, Летнее, Осеннее, Гайское, Блявинское, Яман-Касинское (рис. 1).

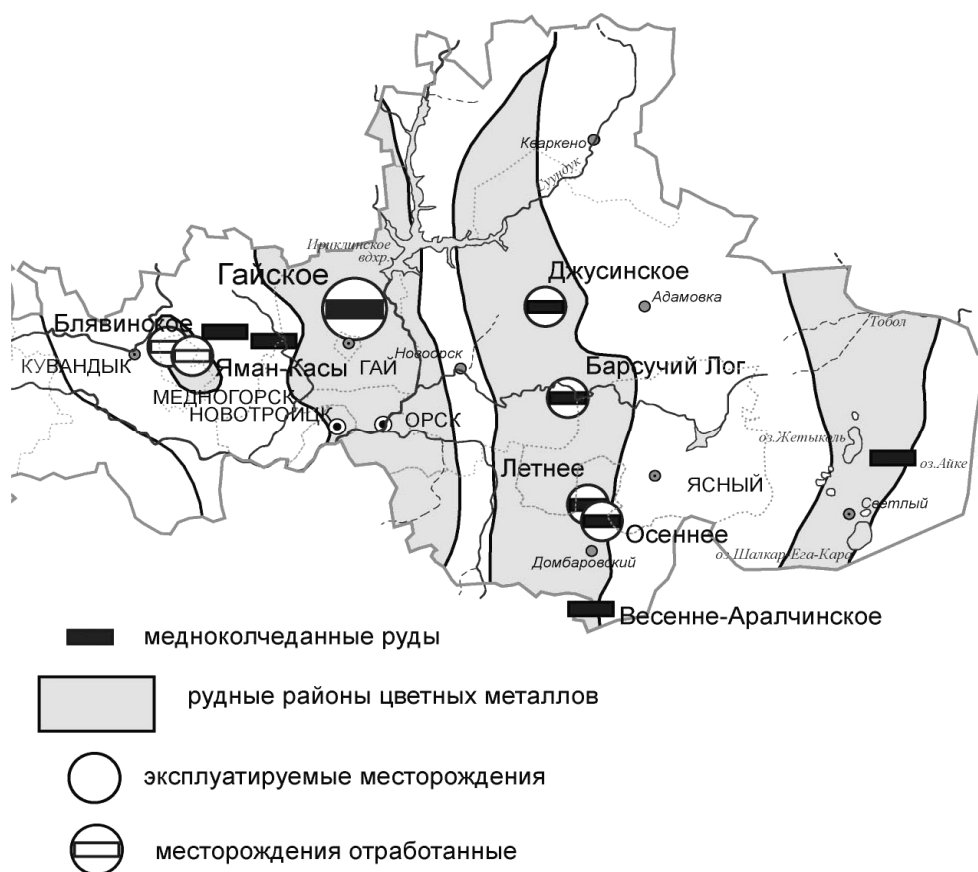


Рис. 1. Медноколчеданные месторождения восточной части Оренбургской области

Геохимические ореолы колчеданных месторождений в вещественном выражении представляют в основном зоны рассеянного присутствия сульфидов, преимущественно пирита, в околорудных метаморфизированных породах. По сравнению с вмещающими породами, концентрация металлов в околорудных геохимических ореолах резко возрастает: меди – в 10–20 раз, цинка – 3–6, кобальта – 27–40, серебра – в 10–20 раз [5, 6].

На медноколчеданных месторождениях Уральского типа, к которому принадлежит и Гайское месторождение, геохимические ореолы по размерам значительно превосходят рудные тела. Они характеризуются большой полиэлементностью состава. В них по сравнению с медноколчеданными месторождениями других типов существенно возрастает распространенность свинца и бария, устанавливаются многочисленные второстепенные элементы-индикаторы. Рудные тела занимают в структуре геохимических ореолов естественное положение. Они находятся в зонах наиболее комбинированного состава с высокоаномальными концентрациями рудообразующих элементов преимущественно над тыловыми зонами ореолов, фиксирующими подводящие каналы месторождений. Кроме положительных геохимических аномалий аккумуляции во вмещающих породах колчеданных месторождений установлены и отрицательные аномалии, фиксирующие вынос элементов. Характерной особенностью состава метасоматитов Гайского месторождения, в которых отмечается вынос рудных элементов, является наличие ангидрита. Все это указывает на повышенную кислотность среды в этих зонах. Зоны выноса этих элементов располагаются непосредственно под рудными телами Гайского месторождения [7].

Площадь карьерно-отвальных земель Гайского горно-обогатительного комбината (ГОК) составляет 849 га, в том числе отвалами занято 627 га и карьерами 22 га. Площадь поверхности отвалов составляет 570 га, остальное приходится на откосы отвалов.

Распределение тяжелых металлов в пределах Гайской аномалии соответствует закономерностям формирования парадинамических ландшафтно-геохимических систем [8, 9], привязанных к элювиально-аккумулятивным уровням. На основе методов кластеризации, основанных на объективной группировке цифровых показателей концентрации тяжелых металлов в отдельные кластеры, получены ландшафтно-геохимические уровни, характеризующиеся общими особенностями концентрации тяжелых металлов.

Элювиальная фация элементарного геохимического состава техногеосистемы формируется в пределах Гайской геохимической аномалии на уровне 372–385 м и включает водораздельные пространства. Геохимический класс данного уровня – цинково-свинцовый (Zn 4,4 мг/кг, Pb 1,8 мг/кг). При этом на цинк приходится 50 % от общего содержания семи анализируемых элементов, а на свинец – 20 % (рис. 2, А) [10].

Трансэлювиальная фация охватывает приводораздельные склоны и представлена гипсометрически выдержанным на высоте 357–362 м уровнем. Геохимический класс здесь сложнее – цинково-свинцово-хромовый (Zn 1,2 мг/кг, Pb 1,1 мг/кг, Cr 0,8 мг/кг). При этом на цинк приходится 28 % общей валовой концентрации, на свинец – 26 %, на хром – 19 % (рис. 2, Б).

Трансэлювиально-аккумулятивная фация включает преимущественно склоновые отложения, расположенные на гипсометрическом уровне 346–352 м. Гео-

химический класс данного элементарного техногеосистемы изменяется на цинково-свинцово-никелевый (Zn 0,9 мг/кг, Pb 0,8 мг/кг, Ni 0,7 мг/кг). Распределение тяжелых металлов следующее: цинк – 27 %, свинец – 24 %, никель – 21 % (рис. 2, В).

Трансаккумулятивная фация охватывает нижние части склонов, сложенные педиментами, и расположена на уровне 332–337 м. Геохимический класс свинцово-хромовый (Pb 1,0 мг/кг; Cr 0,7 мг/кг). При этом доленое участие типоморфных элементов следующее: свинец – 32 %, хром – 22 % (рис. 2, Г).

Супераккумулятивная фация включает днища балок и оврагов с абсолютными отметками 330–328 м. Геохимический класс цинково-медно-никелевый (Zn 0,1 мг/кг; Cu 0,05 мг/кг; Ni 0,05 мг/кг). Соотношение преобладающих элементов следующее: цинк – 31 %, медь и никель по 21 % (рис. 2, Д).

Эколого-гидрогеохимическое состояние гидрографической сети в зоне техногеосистемы месторождения (в т.ч. реки Сухой Губерли) связано с техногенезом [11]. В то же время следует учитывать, что вниз по течению в воде уменьшаются минерализация, содержание сульфатов, хлоридов и тяжелых металлов в результате инфильтрации в речной ил и береговые отложения. Все это свидетельствует о самоочищении рек и ручьев. А также увеличивается абсолютное содержание и относительное значение магния, источником которых являются открывающиеся в руслах источники природных подземных вод. Таким образом, химический состав рек зоны гидрохимического ореола Гайской техногеосистемы формируется под воздействием как техногенных процессов, так и природных факторов, снижающих концентрацию технофильных веществ [12, 13].

Почвы и илы наиболее интенсивно загрязнены в районе Гайского месторождения, особенно в северной его части, что связано с рудодобычей и рудопереработкой. Главными загрязнителями служат сульфаты, в водных вытяжках их 2–2,5 г/л, в меньшей мере – хлориды – 1–1,2 г/л, из металлов – Cu, Zn и Mn.

Таким образом, в районе Гайского месторождения большую опасность представляют загрязненные почвы (грунты), илы и техногенные осадки. Весьма опасны SO_4^{2-} и Cl. Так как они могут мигрировать на большие расстояния, загрязнять поверхностные и подземные воды, превращая их в непригодные для практического использования. Металлы имеют гораздо меньшую дальность миграции (из-за большого влияния на них pH среды). Однако, накапливаясь в почвах, они ухудшают условия проживания населения [14, 15].

Анализ концентрации тяжелых металлов в техногеосистеме Гайского медноколчеданного месторождения показывает наличие крупных геохимических градиентов между вершинами отвалов, околоотвальными участками и прилегающими к отвалам территориями.

Анализ почвенных образцов на южном отвале Гайского ГОК, примыкающего к карьеру № 2, показал, что разница в концентрации цинка между вершиной отвала и откоотвальной территорией составляет 20–40 раз! Изменчивость концентрации меди несколько иная. Ее содержание в почвах и грунтах изменяется от 66–128 мг/кг на околоотвальных участках до 29–84 мг/кг на вершине отвала, но в целом совпадает с поведением цинка. Небольшие относительно других тяжелых металлов концентрации свинца в техногеосистеме Гайского месторождения предопределяют отличия в его динамике концентрации в почвах этого металла. На вершине отвала его содержание составляет 3–7 мг/кг, на околоотвальной территории достигает 7–22 мг/кг, т.е. при повышении содержания резкого скачка не отмечается.

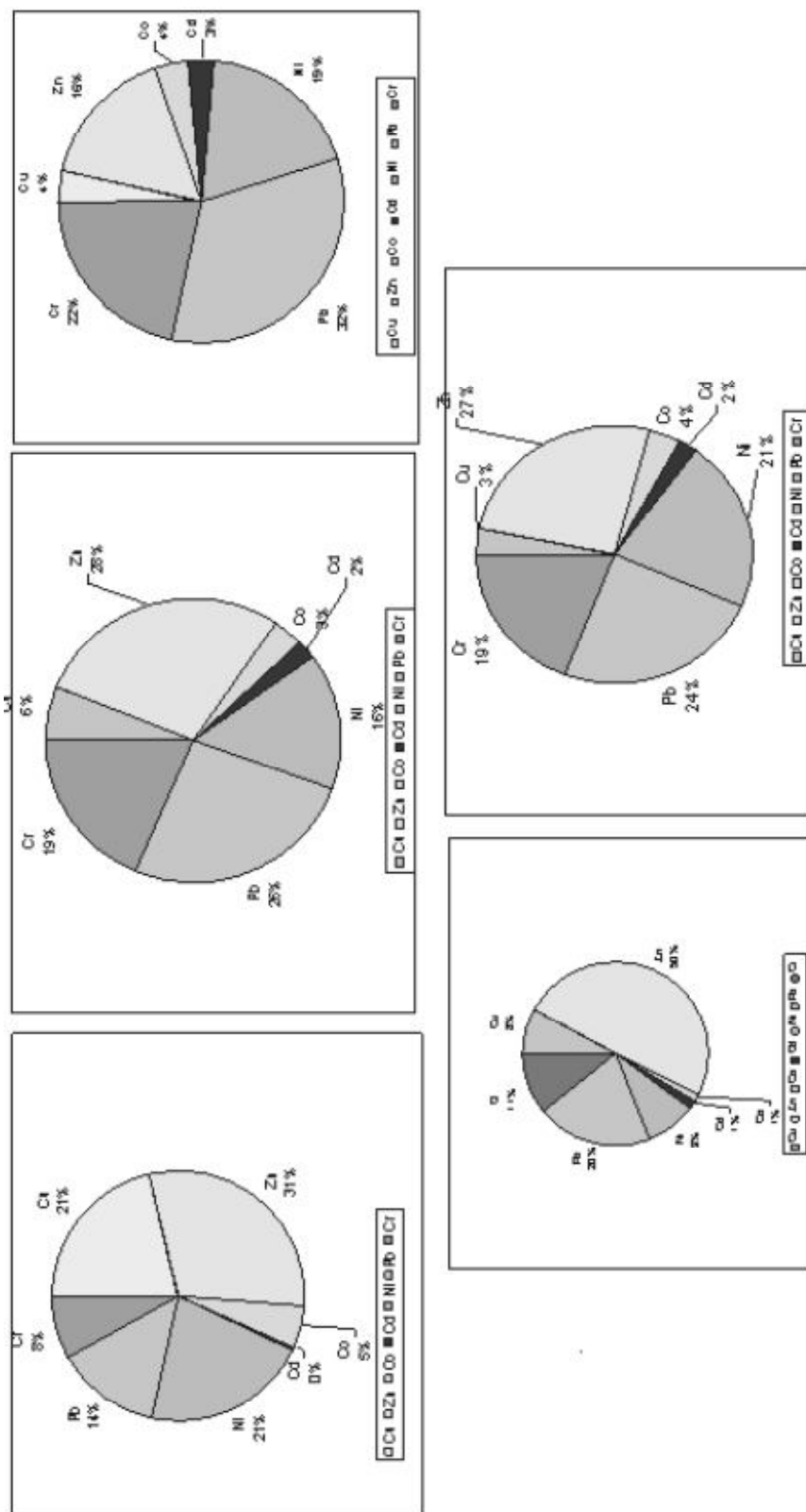


Рис. 2. Соотношение содержания тяжелых металлов в зоне воздействия Гайского ГОК

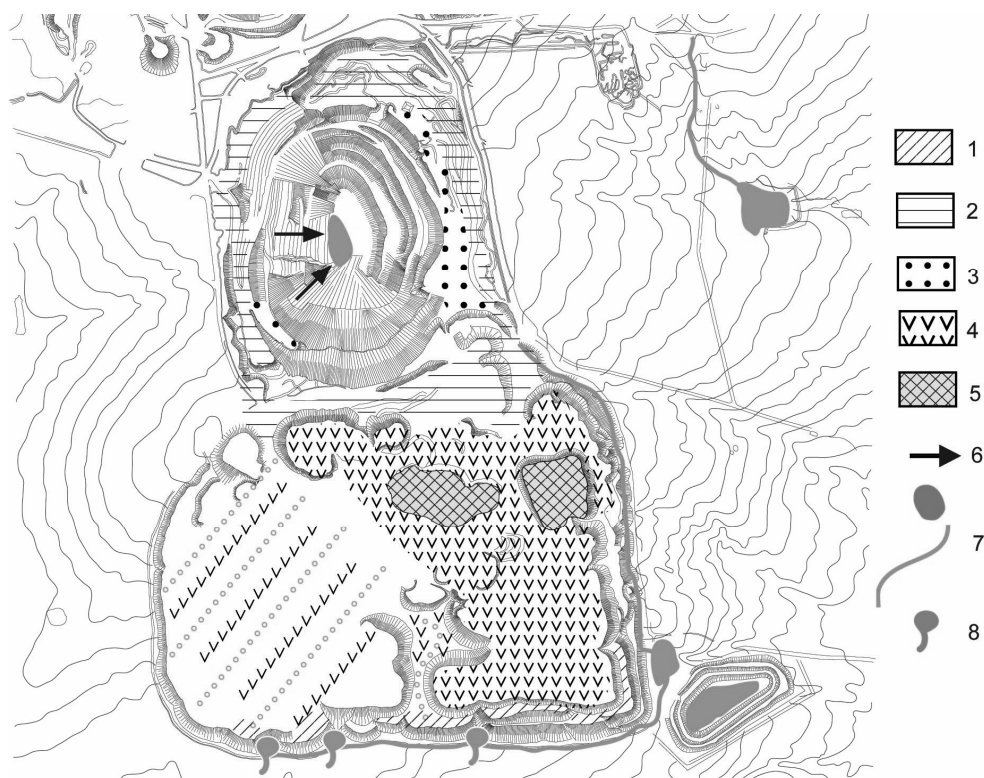


Рис. 3. Пространственная модель техногеосистемы Гайского медноколчеданного месторождения. Условные обозначения: 1 – березово-осиновые куртины и колки; 2 – полынно-бурьянистые сообщества; 3 – пионерная растительность; 4 – петрофитно-полынные сообщества; 5 – техногенные свалки; 6 – направления эрозионного смыва; 7 – техногенные ручьи и карьерные озера; 8 – техногенные родники; 9 – лесополосы, созданные при рекультивации

Причиной столь существенных различий между вершинами отвалов и околоотвальными участками является вымывание тяжелых металлов вследствие фильтрации атмосферных вод через толщу отвальных вод и аккумуляцию цинка, меди и отчасти свинца в пределах околоотвальных участков. Характерно, что влияние отвалов на прилегающую территорию резко снижается на расстоянии 150–500 м. В частности зафиксировано снижение содержания цинка в почвенных образцах со 156 мг/кг на околоотвальном участке с полынно-бурьянистой растительностью до 26 мг/кг на пашне, отстоящей от отвала на 400 м.

Сравнивая соотношение содержания двух типоморфных для горнотехнических техногеосистем медноколчеданных месторождений химических элементов в почвах и поверхностных водах – меди и цинка, следует отметить, что на вершине отвала Гайского месторождения их соотношение составляет 1:2–1:7 с преобладанием меди. В карьере № 2 также преобладает медь в соотношении 1:4, на околоотвальных участках отмечается их соотношение 1:2–1:8 в пользу цинка. На территории, прилегающей к горнотехнической техногеосистеме, их соотношение примерно равно.

Таким образом, отличительными особенностями техногеосистемы Гайского месторождения (рис. 3) являются существенные различия между элювиальным и аккумулятивным уровнями, а также резкая выраженность границ техногеосистем, сформировавшихся вследствие горных разработок.

Список литературы

1. Артамонова С. В. Геоэкологические проблемы формирования природно-техногенных систем на примере Гайского месторождения Оренбургской области : автореф. дисс. ... канд. геогр. наук / С. В. Артамонова. – Астрахань : АГУ, 2012. – 22 с.
2. Гаев А. Я. Гидрогеохимия Урала и вопросы охраны подземных вод / А. Я. Гаев. – Свердловск : Уральский университет, 1989. – 368 с.
3. Гаев А. Я. Главные направления в охране окружающей среды на Урале / А. Я. Гаев. – Свердловск – Оренбург, 1991. – 70 с.
4. Чибилев А. А. Проблемы экологической гармонизации горнотехнических ландшафтов Оренбургской области / А. А. Чибилев, Г. Д. Мусихин, В. П. Петрищев // Горный журнал. – 1999. – № 5–6. – С. 99–103.
5. Прокин В. А. Закономерности размещения и условия формирования колчеданных месторождений Южного Урала / В. А. Прокин. – Уфа, 1969.
6. Зайков В. В. Рудно-формационный и рудно-фациальный анализ колчеданных месторождений Уральского палеоокеана / В. В. Зайков, В. В. Масленников, Е. В. Зайкова, Р. Херрингтон. – Миасс : ИМин УрО РАН, 2001. – 315 с.
7. Артамонова С. В. Геоэкологические аспекты классификации техногеосистем медноколчеданных месторождений Оренбургской области / С. В. Артамонова, В. П. Петрищев, А. Ж. Калиев // Вестник Оренбургского государственного университета. – 2010. – № 12. – С. 187–191.
8. Перельман А. И. Геохимия ландшафта / А. И. Перельман, Н. С. Касимов. – Москва, 1999. – 764 с.
9. Глазовская М. А. Геохимия природных и техногенных ландшафтов СССР / М. А. Глазовская. – Москва : Высшая школа, 1988.
10. Химический состав карьерных озер Южного Урала / К. А. Филиппова, П. Г. Аминов, В. Н. Удачин, В. П. Петрищев и др. // Вода: химия и экология. – 2013. – № 7. – С. 3–8.
11. Самарина В. С. Техногенная метаморфизация химического состава природных вод (на примере эколого-гидрогеохимического картирования бассейна р. Урал, Оренбургская область) / В. С. Самарина, А. Я. Гаев, Ю. М. Нестеренко, В. Я. Захарова, Г. Д. Мусихин, А. П. Бутолин. – Екатеринбург : УрО РАН, 1999. – 444 с.
12. Семячков А. И. Основные задачи и результаты мониторинга подземных вод объектов складирования отходов горно-металлургического комплекса Урала / А. И. Семячков, А. А. Фоминых, В. А. Почечун // Тенденции и перспективы развития гидрогеологии и инженерной геологии в условиях рыночной экономики России. XI Толстихинские чтения : тезисы докладов научно-технической конференции. – Санкт-Петербург : Санкт-Петербургский государственный горный институт (технический университет), 2004. – С. 107–108.
13. Семячков А. И., Почечун В. А. Потoki загрязняющих веществ в водной среде горно-металлургических комплексов // Чистая вода России : тезисы докладов 7-го Международного симпозиума. – Екатеринбург : УрО РАН, 2003. – С. 78–80.
14. Артамонова С. В. Воздействия горнодобывающей промышленности на почвенный покров прилегающей территории / С. В. Артамонова, В. П. Петрищев // Университетский комплекс как региональный центр образования, науки и культуры : материалы Всероссийской научно-методической конференции. – 2014. – С. 588–591.
15. Комплексная эколого-гигиеническая оценка состояния природной среды гг. Гай, Медногорск, Кувандык и прилегающих к ним территорий по результатам изучения загрязнения почвенного покрова и атмосферного воздуха. ЗАО «РОСТ» : отчет о НИР. – Санкт-Петербург, 1998. – 268 с.

References

1. Artamonova V. S. *Geoekologicheskie problemy formirovaniya prirodno-tekhnogennykh sistem na primere Gayskogo mestorozhdeniya Orenburgskoy oblasti* [Geoeological problems of formation of natural-technogenic systems on the example of the Gai Deposit in Orenburg region], Astrakhan, AGU Publ. House, 2012. 22 p.
2. Gaev A. Ya. *Gidrogeokhimiya Urala i voprosy okhrany podzemnykh vod* [Hydrogeochemistry of the Urals and the protection of groundwater], Sverdlovsk, Ural University Publ. House, 1989. 368 p.
3. Gaev A. Ya. *Glavnye napravleniya v okhrane okruzhayushchey sredy na Urale* [The Main directions in environmental protection in the Urals], Sverdlovsk, Orenburg, 1991. 70 p.
4. Chibilev A. A., Musikhin G. D., Petrishchev V. P. *Problemy ekologicheskoy garmonizatsii gornotekhnicheskikh landshaftov Orenburgskoy oblasti* The problems of environmental harmonization

of the mining landscapes of the Orenburg region. *Gornyy zhurnal* [Mountain Journal], 1999, no. 5–6, pp. 99–103.

5. Prokin V. A. *Zakonomernosti razmeshcheniya i usloviya formirovaniya kolchedannykh mestorozhdeniy Yuzhnogo Urala* [The patterns of distribution and conditions of formation of pyrite deposits of the southern Urals], Ufa, 1969.

6. Zaykov V. V., Maslennikov V. V., Zaykova Ye. V., Kherrington R. *Rudno-formatsionnyy i rudno-fatsialnyy analiz kolchedannykh mestorozhdeniy Uralskogo paleookeana* [Ore-formational and ore-facial analysis of the pyrite deposits of the Urals paleocean], Miass, IMin UrO RAN Publ. House, 2001. 315 p.

7. Artamonova V. S., Petrishchev P. V., Kaliev A. Z. *Geoekologicheskie aspekty klassifikatsii tekhnogeosistem mednokolchedannykh mestorozhdeniy Orenburgskoy oblasti* [Geoeological aspects of classification of technosystem chalcopyrite deposits in the Orenburg region]. *Vestnik Orenburgskogo gosudarstvennogo universiteta* [Bulletin of the Orenburg State University], 201, no. 12, pp. 187–191.

8. Perelman A. I., Kasimov N. S. *Geokhimiya landshafta* [Geochemistry of landscape], Moscow, 1999. 764 p.

9. Glazovskaya M. A. *Geokhimiya prirodnikh i tekhnogennykh landshtaftov SSSR* [Geochemistry of natural and technogenic landscapes of the USSR], Moscow, Vysshaya shkola Publ., 1988.

10. Filippov A. K., Aminov P. G., Udachin V. N., Petrishchev V. P., etc. *Khimicheskiy sostav karernykh ozer Yuzhnogo Urala* [Chemical composition of quarry lakes of the southern Urals]. *Voda: khimiya i ekologiya* [Water: Chemistry and Ecology], 201, no. 7, pp. 3–8.

11. Samarina V. S., Gaev A. Ya., Nesterenko Yu. M., Zakharov V. Ya., Musikhin G. D., Batolin A. P. *Tekhnogennaya metamorfizatsiya khimicheskogo sostava prirodnikh vod (na primere ekologo-gidrogeokhimicheskogo kartirovaniya basseyna r. Ural, Orenburgskaya oblast)* [The technological metamorphosis of the chemical composition of natural waters (for example, ecological-geochemical mapping of the Ural river basin, Orenburg region)], Ekaterinburg, UrO RAN Publ. House, 1999. 444 p.

12. Semyachkov A. I., Fominykh A. A., Pachechun V. A. *Osnovnye zadachi i rezultaty monitoringa podzemnykh vod obektov skladirovaniya otkhodov gorno-metallurgicheskogo kompleksa Urala* [Main tasks and the results of the groundwater monitoring of waste storage facilities mining and metallurgical complex of Ural]. *Tendentsii i perspektivy razvitiya gidrogeologii i inzhenernoy geologii v usloviyakh rynochnoy ekonomiki Rossii. XI Tolstikhinskiye chteniya: tezisy dokladov nauchno-tekhnicheskoy konferentsii* [Trends and Prospects of Hydrogeology and Engineering Geology in the Conditions of Market Economy of Russia. XI Tolstikhin Reading. Proceedings of the Scientific and Technical Conference]. Saint Petersburg, Saint Petersburg State Mining Institute (Technical University) Publ. House, 2004, pp. 107–108.

13. Semyachkov A. I., Pochechun V. A. *Potoki zagryaznyayushchikh veshchestv v vodnoy srede gorno-metallurgicheskikh kompleksov* [Flows of pollutants in the aquatic environment of the mining and metallurgical complexes]. *Chistaya voda Rossii: tezisy dokladov 7-go Mezhdunarodnogo simpoziuma* proc. [Clean Water of Russia. Proceedings of the 7th International Symposium], Ekaterinburg, UrO RAN Publ. House, 2003, pp. 78–80.

14. Artamonova S. V., Petrishchev V. P. *Vozdeystviya gornodobyvayushchey promyshlennosti na pochvennyy pokrov prilgayushchey territorii* [The Influence of mining on the soil cover of the adjacent territory]. *Universitetskiy kompleks kak regionalnyy tsentr obrazovaniya, nauki i kultury: materialy Vserossiyskoy nauchno-metodicheskoy konferentsii* [University Complex as a Regional Center of Education, Science and Culture. Proceedings of the All-Russian Scientific and Methodical Conference], 2014, pp. 588–591.

15. *Kompleksnaya ekologo-gigienicheskaya otsenka sostoyaniya prirodnoy sredy gg. Gay, Mednogorsk, Kuvandyk i prilgayushchikh k nim territoriy po rezultatam izucheniya zagryazneniya pochvennogo pokrova i atmosfernogo vozdukh. ZAO «ROST»* [Integrated ecological and hygienic assessment of the natural environment. gay, Mednogorsk, Kuvandyk and adjacent territories by results of studying of soil pollution and atmospheric air. CJSC “GROWTH”], Saint Petersburg, 1998. 268 p.