

activity of modern geomorphic processes]. *Malyshevskie chteniya : materialy Vserossiyskoy nauchnoy konferentsii s mezhdunarodnym uchastiem* [Malyshev reading. Proceedings of the All-Russian Scientific Conference with international participation], 2013, vol. I, pp. 120–125.

7. Dumitrashko N. V., et al. (ed.) *Obshchaya kharakteristika i istoriya razvitiya relefa Kavkaza* [General characteristics and history of the development of the relief of the Caucasus], Moscow, Nauka Publ., 1977. 288 p.

8. Prytkova M. Ya. *Osadkonakoplenie v malyykh vodokhranilishchakh* [Sedimentation in small reservoirs], Leningrad, Nauka Publ., 1981. 152 p.

9. Safronov I. N. Azovo-Kubanskaya ravnina [Azov and Kuban plain]. *Regionalnaya geomorfologiya* [Regional geomorphology of the Caucasus], Moscow, Nauka Publ., 1979, pp. 9–10.

10. Safronov I. N. Geomorfologiya Zapadnogo i Tsentralnogo Predkavkazya [Geomorphology of the Western and Central Ciscaucasia]. *Voprosy geografii Severo-Zapadnogo Kavkaza i Predkavkazya* [Questions of Geography of the Northwest Caucasus and Ciscaucasia], Krasnodar, 1973, pp. 4–39.

11. Safronov I. N. Geomorfologiya Severnogo Kavkaza i Nizhne go Dona [Geomorphology of the North Caucasus and Lower Don], Rostov-on-Don, Rostov State University Publ. House, 1987. 100 p.

12. SP 11-105-97. Geotechnical investigations for construction. Part III. Rules of works in areas where specific soils. Approved by the Office of Research and Design and Survey Works Construction Committee of Russia no. 9–4/116 of 14.10.1997, Moscow, Russian State Committee for Construction Publ. House, 2000. 92 p.

13. Cherednichenko L. I. *Relief i chetvertichnye otlozheniya Zapadnogo Predkavkazya* [Relief and Quaternary sediments of the Western Ciscaucasia], Krasnodar, Kuban State University Publ. House, 1979. 54 p.

14. Shulyakov D. Yu. Rasprostranenie i rayonirovanie opolzney SZ Kavkaza [Distribution and zoning landslide Northwest Caucasus]. *Izvestiya vuzov. Severo-Kavkazskiy region. Yestestvennye nauki* [Proceedings of the Universities. North Caucasus Region. Natural Sciences], 2009, no. 5, pp. 125–128.

15. Shulyakov D. Yu., Neapolitanskaya Ye. N. Fiziko-geograficheskoe rayonirovanie opolznevykh protsessov v srednem techenii reki Kuban [Physico-geographical regionalization of landslide processes in the middle of the river Kuban]. *Geologiya geografiya i globalnaya energiya* [Geology and Geography and Global Energy], 2014, no. 2 (53), pp. 130–138.

СОВРЕМЕННОЕ ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ ПРИРОДНОЙ СРЕДЫ ЕРМАКОВСКОГО БЕРИЛЛИЕВОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

Сандакова Дарима Митыповна
аспирант

Восточно-Сибирский университет технологий и управления
670013, Российская Федерация, Республика Бурятия, г. Улан-Удэ,
ул. Ключевская, 40В
E-mail: Sandacova@mail.ru

Функционирование производства Ермаковского ГОКа доказывает значительное ухудшение состояния окружающей среды на прилегающих к нему территориях из-за высокой токсичности бериллия и его соединений. Наличие высокой токсичности требует проведения мероприятий по снижению уровня экологической нагрузки на территории горнопромышленного освоения. На основе экологического мониторинга современного экологического состояния Ермаковского месторождения выявлены параметры нарушения и загрязнения природной среды в компонентах природно-промышленной системы как результат последствий изменений природной среды. Оценка воздействия будущего Ермаковского ГОКа на окружающую среду позволит предотвратить негативные последствия для окружающей природной среды и здоровья человека, а также выявить возможный экономический ущерб от приостановления или прекращения намечаемого производства по несоблюдению экологических требований

уже на стадии эксплуатации. Учитывая основные вредные производственные факторы, проект предусматривает мероприятия по технике безопасности и охране труда. Проектные решения по охране и рациональному использованию водных ресурсов позволяют минимизировать расход свежей воды на технологические нужды и сохранить фоновые показатели качества воды в водных объектах района. Намечаемая в перспективе хозяйственная деятельность допустима в пределах экологических требований для социального, экономического развития района. Возобновление эксплуатации месторождения не потребует значительных капиталовложений, позволит создать рабочие места, пополнит бюджеты муниципального образований района и Республики Бурятия в целом. Тем не менее необходима доработка проектных решений, учитывающих как специфику руд Ермаковского месторождения, так и Байкальской природной территории, на которой оно расположено.

Ключевые слова: окружающая среда, токсичность бериллия, экологический мониторинг, Ермаковское месторождение, загрязнение окружающей среды, экологический ущерб, эксплуатация месторождения, мониторинг атмосферного воздуха, почва, воды, флюорит-берtrandит-фенакитовые руды, пыль, рациональное природопользование, тяжелые металлы, проект, ПДК

MODERN GEOLOGICAL ENVIRONMENT OF ERMAKOV BERYLLIUM DEPOSIT

Sandakova Darima M.

Post-graduate student

East Siberia State University of Technology and Management

40V Klyuchevskaya st., Ulan-Ude, 670013, Republic of Buryatia, Russian Federation

E-mail: Sandacova@mail.ru

Functioning of production of Ermakov GOKa proves considerable deterioration of a state of environment on the territories adjoining to it because of high toxicity of beryllium and its connections who demands carrying out actions on decrease in level of an environmental pressure in the territory of mining development. On the basis of environmental monitoring a current ecological state of the Ermakov field I revealed parameters of violation and pollution of environment in components of natural and industrial system as result of consequences of changes of environment. The assessment of impact of future Ermakov GOKa on environment will allow to prevent negative consequences for surrounding environment and health of the person, and also to reveal possible economic damage from stay or the termination of the planned production on non-compliance with ecological requirements already at an operation stage. Considering the major harmful production factors, the project provides actions for safety measures and labor protection. Design decisions on protection and rational use of water resources will allow to minimize a consumption of fresh water on technological needs and to keep background indicators of quality of water in water objects of the area. The economic activity planned in the long term is admissible within ecological requirements for social, economic development of the area. Renewal of operation of a field won't demand considerable capital investments, will allow creating workplaces; will fill up budgets municipal formations of the area and Republic of Buryatia in general. Nevertheless, completion of the design decisions considering as specifics of ores of the Ermakov field, and the Baikal natural territory in which it is located is necessary.

Keywords: environment, toxicity of beryllium, environmental monitoring, Ermakov field, environmental pollution, ecological damage, operation of a field, monitoring of atmospheric air, soil, water resources, ore fluorite-bertrandit-fenakitovye, dust, rational environmental management, heavy metals, project, maximum concentration limit

Для успешного функционирования вновь разрабатываемых месторождений полезных ископаемых и принятия при этом практических рекомендаций крайне необходимо проведение комплексных экологических мероприятий [1]. Эти условия могут быть приемлемыми, если будет получена достоверная информация о современном состоянии окружающей природной среды как в целом, так и ее компонентов [2]. Изучение Ермаковского месторождения (Западное Забайкалье) связано с разработкой остаточных запасов бериллия в горных выработках, с необходимым определением состояния земельных участков, водных объектов с прогнозной оценкой вредного влияния горных работ на окружающую среду.

Изучение экологического состояния природной среды района месторождения проведено в течение 1990 г. после эксплуатации месторождения и в 2007–2013 гг.

Для изучения химического состава поверхностных вод, грунтов и почв по периферии отвалов вскрышных и вмещающих пород и вдоль падей, непосредственно примыкающих к месторождению, было отобрано 13 проб по главным природным объектам и около заброшенных технических сооружений: отвалы производства, дробилка, Ермаковский карьер (борта, береговая полоса и дно карьерного озера) и реки Кижинга, Зун-Шибирь, Бага-Нарин-Шибирь. Образцы почв подвергались полуколичественному спектральному анализу на спектрографе ДФС-8. Образцы природных поверхностных вод анализировались на содержание Be и тяжелых металлов методом атомно-абсорбционной спектрометрии на приборе КВАНТ-АФА в лаборатории Геологического института СО РАН, и была выявлена высокая минерализация и повышенное содержание микрокомпонентов.

При поддержке компании «Ярууна-Инвест» проведен мониторинг загрязнения атмосферного воздуха на содержание взвешенных веществ, диоксида серы, оксида углерода, диоксида и оксида азота в приземном слое атмосферы, проанализировано 250 проб.

Цель работы – изучение современного состояния окружающей природной среды на Ермаковском месторождении с прогнозной оценкой добычи бериллиевого концентрата.

Ермаковское месторождение расположено в Кижингинском районе, в 160 км восточнее Улан-Удэ. По своим промышленным параметрам и благоприятному географическому положению в экономически освоенном регионе Западного Забайкалья Ермаковское флюорит-бериллиевое месторождение занимает ведущее положение в минерально-сырьевом балансе бериллия России. Среди известных бериллиевых месторождений крупного масштаба данное месторождение выделяется своими богатыми и хорошо обогащаемыми флюорит-берtrandит-фенакитовыми рудами, расположенными в области мезозойской активизации протерозойских и палеозойских образований в восточной части Кижингинской депрессии [3, 4].

При возобновлении деятельности Ермаковского месторождения основную опасность загрязнения окружающей среды представляет намечаемое производство по обогащению и по технологической переработке. Все руды – в концентраты. Промышленная химико-технологическая переработка бериллиевого концентрата сульфатным способом по селективной флотации комплексных

флюорит-берtrandит-фенакитовых руд позволяет получить высокосортный бериллиевый концентрат 10,17 % при извлечении из руды 86 % BeO; флюоритовый концентрат с содержанием не менее 95 % CaF₂ при извлечении из руды 75 % CaF₂ [5]. Эксплуатационные запасы составляют 874,8 тыс. т полезных компонентов: BeO – 8485,6 т, флюорита – 154840 т руды [7].

В проекте основной вредный производственный фактор – рудная пыль, в которой BeO присутствует в форме нерастворимых минералов, рассматривалась по нормам безопасности, принятым для флюорита (ГОСТ 29219-91). Данное решение подтверждено расчетом концентраций пыли исходной руды и бериллиевого концентрата, при которых в воздухе рабочей зоны достигается предельно допустимая концентрация по бериллию ПДК_{рз} = 0,001 мг/м³ [6].

Бериллиевый концентрат по токсикологическим характеристикам и степени воздействия на организм человека не может приравниваться к аэрозолям бериллия, его соединений и сплавов. Бериллий относится к первому классу опасности и не является биологически важным химическим элементом. Соединения бериллия очень ядовиты, особенно в виде пыли и дыма, обладает аллергическим и канцерогенным действием, раздражает кожу и слизистые оболочки. Поэтому относим к экологически «опасным» в соединениях с силикатами, способны окисляться с сульфидами при выветривании и разложении. Наиболее опасны его летучие соединения, а также образующаяся при обработке пыль, вызывающая кожные заболевания и профессиональные заболевания органов дыхания (бериллиоз) [8, 9].

По методике, рекомендованной Агентством по защите окружающей среды США 1986 г., проведена оценка риска здоровью человека при воздействии бериллия, где среднесуточное поступление (*m*), отнесенное к 1 кг массы тела человека, рассчитывается по формуле:

$$m = \frac{C \cdot V \cdot f \cdot T_p}{P \cdot T}, \quad (1)$$

где *C* – концентрация канцерогена в воздухе, мг/м³; *V* – объем воздуха, поступающего в легкие, м³/сут (считается, что взрослый человек вдыхает 20 м³ воздуха ежедневно); *f* – количество дней в году, в течение которых происходит воздействие канцерогена; *T_p* – количество лет, в течение которых происходит действие канцерогена; *P* – средняя масса тела взрослого человека, принимаемая равной 70 кг; *T* – усредненное время возможного воздействия канцерогена, в качестве которого принимается средняя продолжительность жизни человека, считающаяся равной 70 годам (25 550 сут).

При возобновлении предприятия содержание бериллия в воздухе не должно превышать 0,001 мг/м³. Каков коллективный риск здоровью для группы людей численностью 500 человек, если все эти люди дышат таким воздухом в течение 20 лет? Фактор риска для поступления бериллия в организм человека с воздухом равен 8,4 (мг/кг·сут)⁻¹. Примем:

$$C = 0,001 \text{ мг/м}^3;$$

$$V = 20 \text{ м}^3/\text{сут};$$

$$F = 365 \text{ сут/г};$$

$$T_p = 20 \text{ лет};$$

$$F_r = 8,4 \text{ (мг/кг·сут)}^{-1};$$

$N = 500$ чел;

$P = 70$ кг;

$T = 70$ лет.

Среднесуточное поступление канцерогена с воздухом на 1 кг массы тела человека рассчитывается по формуле:

$$m = \frac{0,001 \text{ мг} \cdot \frac{20 \text{ м}^3}{\text{сут}} \cdot \frac{265 \text{ сут}}{\text{г}} \cdot 20 \text{ лет}}{70 \text{ кг} \cdot 25550 \text{ сут}} = 8,2 \cdot 10^{-5} (\text{мг/кг} \cdot \text{сут}). \quad (2)$$

Индивидуальный риск рассчитывается по формуле:

$$r = m \cdot F_r, \quad (3)$$

$$r = 8,2 \cdot 10^{-5} (\text{мг/кг} \cdot \text{сут}) \cdot 8,4 (\text{мг/кг} \cdot \text{сут})^{-1} = 6,8 \cdot 10^{-4}.$$

Если привести риск к одному году, то величина риска будет равна:

$$6,8 \cdot 10^{-4} / 20 = 0,34 \cdot 10^{-5}.$$

Это значение ниже предела допустимого уровня ($1 \cdot 10^{-4}$ чел⁻¹ год⁻¹), поэтому в рассматриваемом случае риск должен считаться допустимым.

Если $r \leq 10^{-6}$, индивидуальный канцерогенный риск считается недопустимым. Верхний предел допустимого индивидуального канцерогенного риска принимается равным 10^{-4} . В случае, когда $r > 10^{-4}$, индивидуальный канцерогенный риск считается недопустимым.

Коллективный риск рассчитывается по формуле:

$$R = r \cdot N = 6,8 \cdot 10^{-4} \cdot 500 = 3,4. \quad (4)$$

Согласно величине коллективного риска можно ожидать появления трех случаев онкозаболевания среди рабочих, обусловленного влиянием бериллия на 500 человек за 20 лет, если не будет превышения Ve ПДК_{РЗ} = 0,001 мг/м³.

В источниках загрязнения – флотационных хвостах, выбросах фабричной трубы и грунтах (материале отвалов и пыли дорог, мощеных флюоритизированным известняком) – растворимость Ve значительно выше, чем чистых минералов Ve – фенакита, хризоберилла, эвклаза. Доля растворимого Ve в почвах выше, чем в грунтах, что свидетельствует о появлении в почвах новых бериллийсодержащих форм. При минимальном валовом содержании Ve доля растворимых форм наиболее высока, а при повышении общего содержания процент извлечения Ve заметно снижается [10].

Возобновление добычи бериллиевого месторождения и его переработка допустимы по принципу введения экологически безопасного производства. Для снижения уровня воздействия на окружающую среду разработаны санитарные требования к размещению производственных предприятий по переработке бериллиевых руд и концентратов, полей захоронения, очистки воздуха помещений от пыли и газов. Предусмотрены природоохранные мероприятия: используется современное оборудование, проводятся мероприятия по сокращению выбросов и сбросов, организация постоянного мониторинга окружающей среды. Все эти мероприятия должны быть стратегией долгосрочного и рационального природопользования в районе с трудоустройством молодого населения.

По нашим расчетам подсчитан ожидаемый экологический ущерб (табл. 1).

Таблица 1

Суммарный экологический ущерб

Величина ущерба	Предотвращенный ущерб	Плата	Методика расчета экономического ущерба
727,825 т/год (63,741 тыс. руб/год)	1010,3 т/год	79,900 тыс.руб/год	Временная типовая инструкция определения экономической эффективности осуществления природоохранных мероприятий и оценки экономического ущерба, причиняемого народному хозяйству загрязнением окружающей среды, Москва, 1986 г.
4 274838,6 руб/год	74465 т/год	–	Временная типовая методика определения экономической эффективности осуществления природоохранных мероприятий и оценки ущерба, причиняемого народному хозяйству загрязнением окружающей среды, Москва, 1986 г.
57 655 950 руб.	8335,8 руб	–	Методика определения размеров ущерба от загрязнения земель химическими веществами, утвержденная Роскомземом 10.11.1993 г. и Минприроды РФ от 18.11.1993 г.
2040,5 руб/год	2094,5 тыс.руб/год	1002,8 руб/год	Временная методика определения предотвращенного экологического ущерба открытой географической сети, Москва, 2003 г.

В настоящее время природный ландшафт значительно видоизменен в результате добычи: полностью или фрагментарно уничтожен почвенный и растительный покров, сокращен ареал местообитания диких животных. С технологической точки зрения можно начинать добычу и переработку полезных ископаемых, но реальные экологические обязательства ограничивают их разработку и добычу.

Учитывая удаленность поселка от крупных агломераций, степень загрязнения поверхностных и подземных вод констатирует о «точечном» загрязнении окрестности месторождения вредными веществами.

Атмосферный воздух. Для оценки качества воздуха применяется комплексный показатель, индекс загрязнения атмосферы (ИЗА), который равен сумме нормированных по ПДК и приведенных к концентрации диоксида серы средних содержаний загрязняющих веществ по формуле:

$$I = \sum_{i=1}^n I_i = \sum_{i=1}^n \left(\frac{C_i}{ПДК_{cc}} \right) K_i, \quad (5)$$

где C – средняя за год концентрация, мг/м³; K_i – класс опасности, соответственно $K = 1,7$ – класс опасности первый; $K = 1,3$ – класс опасности второй; $K = 1,0$ – класс опасности третий; $K = 0,9$ – класс опасности четвертый. Для одного вещества – i (рис. 1).

За период с 2007 по 2011 г. концентрации оксида углерода возросли в целом на 67 %, но не выше 1 ПДК (табл. 2), что обусловлено выхлопными газами автотранспорта.

Таблица 2

Тенденция изменения средних концентраций эпизодов по годам, г/м³

Примесь	2008 г.	кратность превышения ПДК, $q_{ср.}$	2011 г.	кратность превышения ПДК, $q_{ср.}$	Тенденция, %
Взвешенные вещества	0,31	2,0	0,19	1,3	-39
Диоксид серы	0,007	0,1	0,003	0,1	-57
Оксид углерода	0,6	0,2	1,0	0,3	+67
Диоксид азота	0,03	0,8	0,02	0,5	-33
Оксид азота	0,01	0,2	0,01	0,2	0
I (ИЗА)	3,51 < 5	-	2,51 < 5	-	-

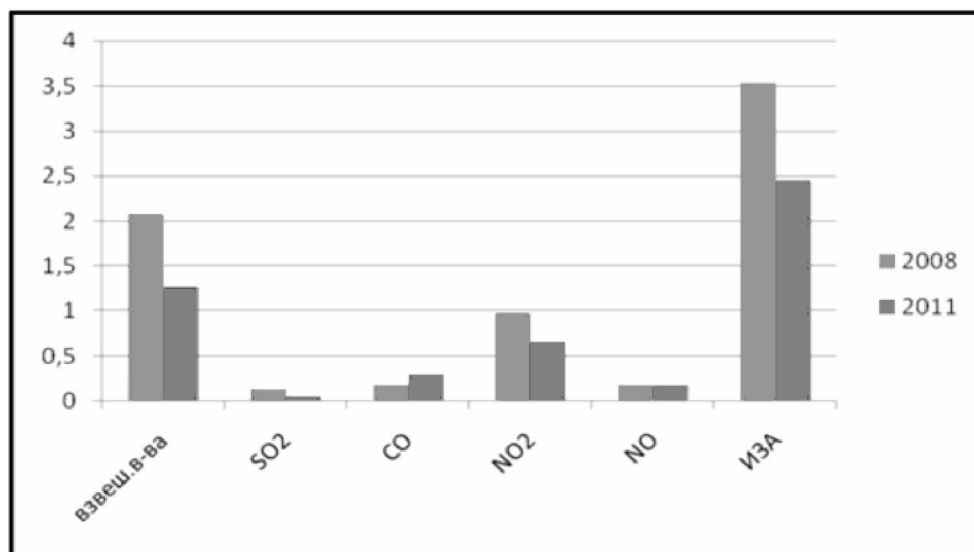


Рис. 1. Оценка качества воздуха по индексу загрязнения воздуха

Воздух более всего загрязнен содержанием взвешенных веществ на 1,3 раза выше ПДК, что обусловлено естественной пыленностью. Средние из максимальных концентраций наблюдаемых примесей (диоксида серы, оксида углерода, диоксида и оксида азота) не превышают 1 ПДК мг/м³. Случаи высокого и экстремально-высокого загрязнения по содержанию основных примесей не установлены, тенденция изменения загрязнения воздуха показывает рост концентраций оксида углерода на 67 %, но не выше 1 ПДК. Ранжирование экологического состояния атмосферы по классам через расчет ИЗА показал уровень загрязнения ниже среднего.

Водная среда. В анализах воды р. Кижинги, сделанных в разные годы, отмечены повышенные содержания N, P превышающие ПДК в 1,5–4 раза за 1990–1993 гг. По результатам анализов динамика минерализация воды изменялась от 113 до 176 мг/дм³, железа общего снизилось до 0,47 мг/дм³ (4,7 ПДК) (рис. 2).

Азотистые соединения обнаружены в незначительных количествах. В составе катионов преобладающая роль Ca сохраняется. В количествах, превышающих ПДК, содержались С1 (3,2–4,5 ПДК), Cd только в р. Зун-Шибирь (0,6 ПДК).

Концентрация Cu, Zn, As, F не превышают ПДК, содержание Pb в пределах обнаружения ПДК 0,03 мг/л, Be уменьшилось до 0,0002 мг/л.

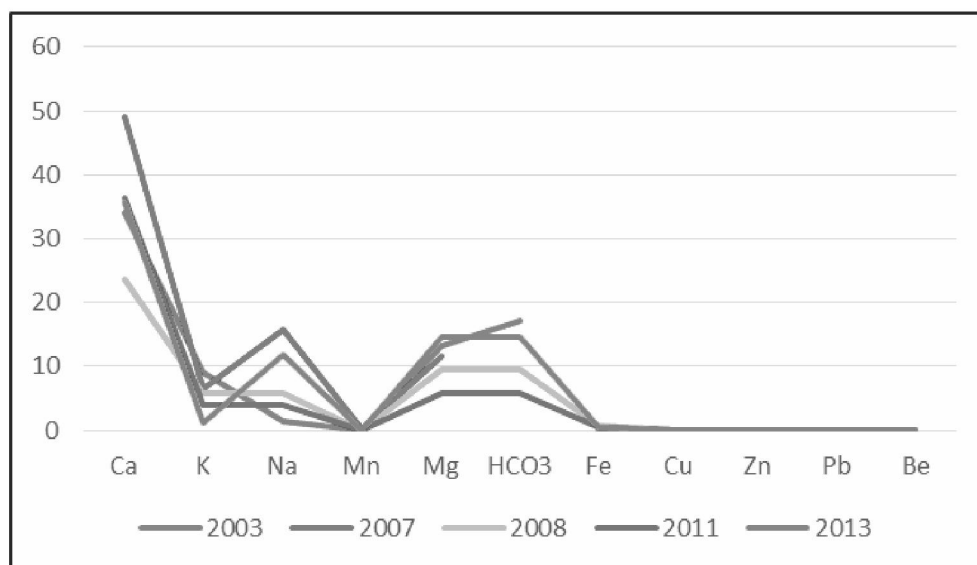


Рис. 2. Динамика изменения содержания химических элементов в р. Кижинга в период с 2003 по 2013 г., мг/л

Результаты опробования снежного покрова. Снежный покров индексирует загрязненность атмосферного воздуха, который в последствии загрязняет почву и водную среду. Во время снегопада происходит осаждение находящихся в атмосфере загрязнителей, и накопление их в снежном покрове идет в виде темных полос. Для ионного и элементного состава снеговых вод ПДК не разрабатываются. Учитывая, что талые воды попадают в реки и озера при анализе степени загрязненности снегового покрова, были взяты ПДК воды водоемов [11].

Результаты анализа показали, что ионный состав снеговых вод поселка и промплощадки не превышает ПДК. Аммоний-ион составляет лишь исключение, среднее содержание которого 2,11 мг/л больше ПДК 2 мг/л. Среднее значение кислотности снеговых вод ($pH = 6,2$) чуть ниже ПДК (6,5–8,5). Микроэлементы на несколько порядков ниже ПДК для вод водоемов. Таким образом, снеговые воды не оказывают загрязняющего влияния на водоемы района.

Почвенный покров. Серьезные нарушения почвенного покрова выразились в накоплении отходов производства, в преобладании мелкозернистых частиц, путем эолового переноса тонкодисперсной фракции. В настоящий момент земли для сельскохозяйственных работ не используются, а проводится выпас скота.

По результатам экологического опробования почвенного покрова высокое содержание Cu, Zn, Cd определено во всех пробах. Содержание Pb превышает ПДК в пробах, отобранных из местности карьера (рис. 3). По содержанию пробы чище на южной стороне карьера. Результаты опробования почв в поселке и на промплощадке дают полное право утверждать, что окрестностей месторождения идет незначительное заражение тяжелыми металлами.

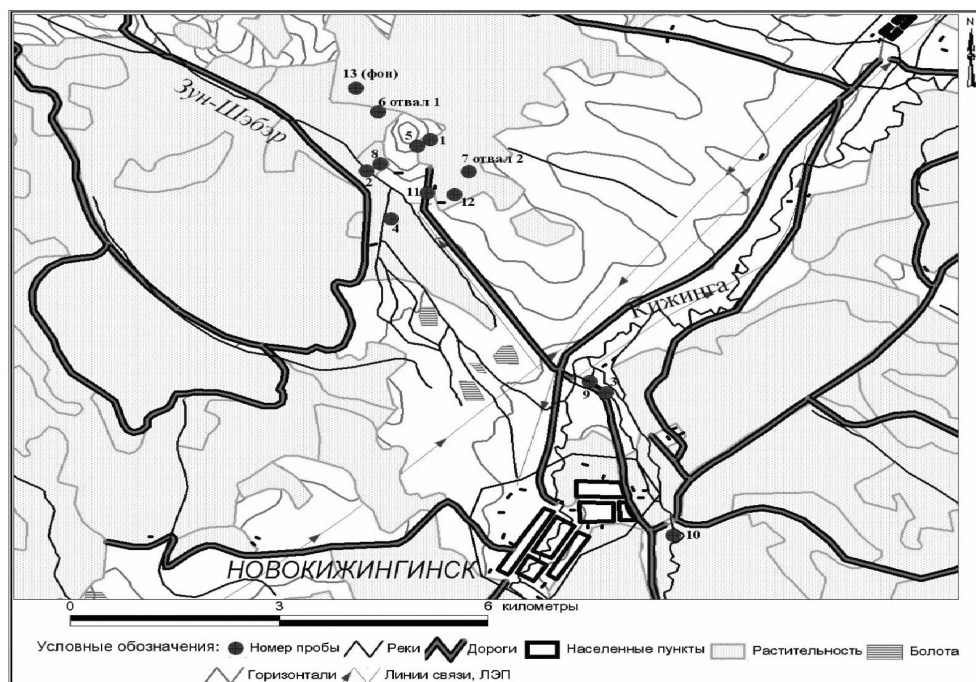


Рис. 3. Карта-схема отбора проб в районе исследования

По определению степени загрязнения почв проведена оценка уровня химического загрязнения по суммарному загрязнению – Z_c по формуле:

$$Z_c = \sum_{i=1}^n K_{ci} - (n-1), \quad (7)$$

где n – число токсикантов; K_i – коэффициент концентрации i -го компонента.

Он определяется по формуле $K_{ci} = \frac{C_i}{C_{if}}$, где C_i – содержание i -го элемента в объекте воздействия; C_{if} – содержание i -го элемента в геохимическом фоне.

Расчеты показаны в таблице 3.

Таблица 3

№ пробы	Значение K_c элементов и Z_c почвы											
	K_c -коэффициент концентрации											Z_c
	Cu	Zn	Pb	Cd	Be	Fe	Mn	Mg	Ca	Na	K	
5	31,4	4,50	110	1,05	15,4	5,74	2,33	2,18	5,04	0,8	0,71	169,2
6	1,31	3,5	3,60	1,4	9,54	1,23	2	1,44	3,73	1,34	1,14	20,23
7	4,18	10	26,0	2,4	138,1	1,18	5,83	4,85	4,84	1,24	1,24	189,86
8	2,13	1,35	6,08	1	3,45	0,97	1	1,29	2,25	1,53	1,30	12,35
9	0,54	0,27	0,48	1	0,65	0,42	0,5	0,29	0,76	1,82	1,49	-1,78
10	0,54	0,52	0,70	1	1,28	0,70	0,67	0,60	1,02	1,81	1,23	0,07
11	0,86	0,83	0,43	1	0,50	1,16	0,83	0,52	0,87	1,71	1,41	0,12
12	1,22	1,86	1,08	1	2,45	1,28	1,08	0,76	0,98	1,43	1,36	4,5

По результатам наших исследований для определения современной обстановки на территории техногенную нагрузку на почвы можно считать до-

пустимой: $Z_c < 16$. К наиболее загрязненным участкам, где в почвенном покрове содержание тяжелых металлов значительно превышает ПДК, относятся участки карьера, отвала №2 ($Z_c > 128$) до «чрезвычайно опасной». Таким образом, воздействие предприятия имеет локальный характер. Загрязнение природной среды произошло именно на участках карьера и отвала № 2 возле дробилки бывшего комбината.

Результаты анализа проб почвенного покрова на содержание тяжелых металлов указывают, что за исследуемый период наблюдаются в целом постоянные значения концентраций большинства исследуемых элементов. Однако необходимо отметить тенденцию к накоплению в почве, характерную для Be, Zn и Pb; тенденцию к уменьшению концентраций, характерную для Mo, F, Cu, Ni, Co, Cd, нефтепродуктов в почвенном покрове. Почвы обладают высокой сорбционной способностью и поглощают из снежного покрова Pb, Zn и другие токсиканты. Рассматривая результаты проведенных исследований, можно прийти к однозначному выводу о высокой степени загрязнения почв опробованной территории такими элементами? как Zn (практически во всех пробах). Самое высокое содержание обнаружено в пробах карьера 1500 мг/кг (6,82 ПДК) и отвала №2 до 1180 мг/кг (5,36 ПДК). С превышением ПДК Pb отмечено на участках: карьер 2530 мг/кг (19,47 ПДК); отвала №2 600 мг/кг (4,6 ПДК); превышение ПДК Be отмечено во всех пробах. Самое максимальное содержание Be в отвале №2 1520 мг/кг (7600 ПДК), также отмечено высокое содержание Cu 690 мг/кг (5,23 ПДК) только в самом карьере (рис. 4).

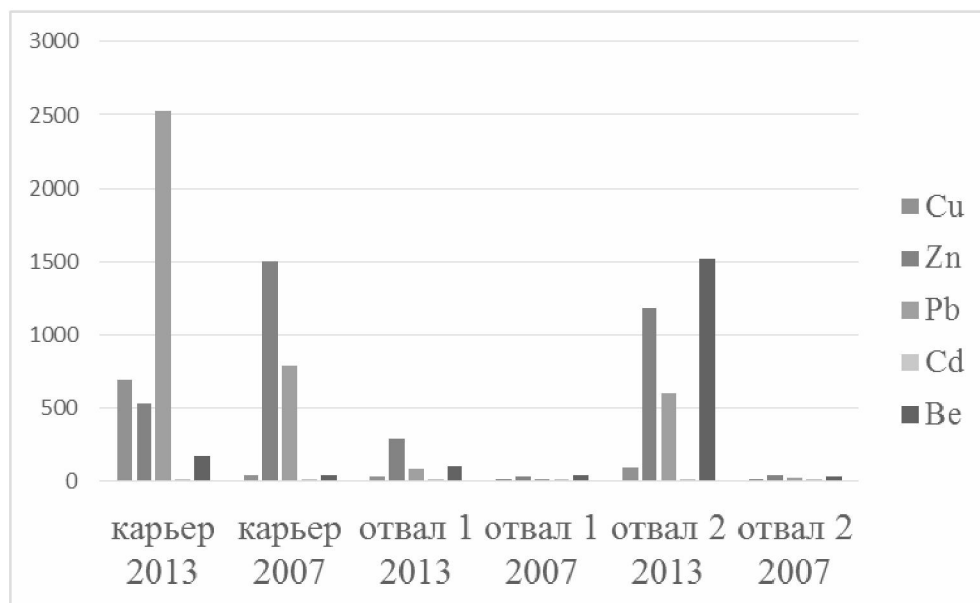


Рис. 4. Изменение содержания тяжелых металлов в почве в период 2007–2013 гг.

Характерно в естественных условиях повышенное содержание фенола в пределах 30–125 ПДК, As 1,7–2,1 ПДК и Cd 1,5 практически на всей территории. Это связано с природной аномалией района. Так как самые высокие концентрации фенола обнаружены в пробах почвы, отобранных на площадках, фоновых участках [14].

Результаты анализа проб почвенного покрова на содержание тяжелых металлов указывают, что за исследуемый период наблюдаются в целом постоянные значения концентраций большинства исследуемых элементов. Однако необходимо отметить тенденцию к накоплению в почве, характерную для Zn, и тенденцию к уменьшению концентраций, характерную для Pb, Mn и As. Почвы обладают высокой сорбционной способностью и поглощают из снежного покрова Pb, Zn и другие токсиканты. Рассматривая результаты проведенных исследований, можно прийти к однозначному выводу о высокой степени загрязнения почв опробованной территории такими элементами, как Be, Pb, Zn, относящимися к первому классу опасности.

Твердый осадок снежного покрова (ТОСП) – основной материал, загрязняющий поверхность почвы. Поэтому ПДК элементов для ТОСП соответствует ПДК почв. Но более информативно является соотношение среднего содержания элемента в ТОСП к среднему содержанию его в почве. Если содержание в ТОСП больше 1, то происходит загрязнение почвы данным элементом. Если содержание в почве ≤ 1 , то привноса элемента нет. Содержание Be в поселке в ТОСП в 4 раза больше чем в почве, Zn – в 3 раза, Mn и Ni – в 2 раза [12].

На самой промплощадке наблюдается превышение содержания элементов в ТОСП больше чем в почве: Be – в 3,5 раза; Cu – в 4,5; Mo – в 3; Ni, Co, Cr, Zn – в 2 раза. Таким образом, вместе с пылью идет явное заражение территории поселка Be, Zn, чуть меньше Mn, Ni, а территории промплощадки – Mo, Cu, Be и соответственно меньше Cr, Ni, Co, Zn. Выявленная аномальность содержания Be в районе дробилки связана с разносом от нее ветрами западно-восточного направления. Содержание Be 0,005 % в 1,8 раз превышает региональный фон территории Западного Забайкалья (0,00028 %), а на промплощадке карьера – 0,0104 %. Наиболее высокие содержания наблюдаются в центральной части отвалов и в районе складированного сырья, где обнаружено превышение фона в 30–350 раз [13]. На промплощадке обстановка еще сложнее. В значительных концентрациях присутствуют Zn 1500 мг/кг (6,82 ПДК) и отвала №2 до 1180 мг/кг (5,36 ПДК). Pb отмечено на участках: карьер 2530 мг/кг (19,47 ПДК); отвала №2 600 мг/кг (4,6 ПДК). Превышение ПДК Be отмечено во всех пробах. Самое максимальное содержание Be в отвале №2 1520 мг/кг (7600 ПДК).

Таким образом, изучение состава почв и снежного покрова показало незначительную степень загрязнения почвенного покрова и приземного слоя атмосферы рудными элементами – Be, F, Zn, Pb, Mo и Cu, с превышением фона в 1,5–2,0 раза. На промплощадке карьера эти загрязнения превышают местами фон в 2–5 раз. Но такие загрязнения рудной пылью не представляют опасности для здоровья людей, тем более карьер находится вдали от населенных пунктов.

К наиболее загрязненным участкам, где в почвенном покрове содержание тяжелых металлов значительно превышает ПДК, относятся участки карьера, отвала №2 и профиль №2.

Прилегающие к карьере территории водоразделов остаются достаточно «чистыми», и в целом экологическую ситуацию в районе месторождения можно оценить благополучной.

К самым «чистым» участкам по содержанию тяжелых металлов в почвенном покрове относятся левый склон долины руч. Зун-Шибирь, за отвалом

№1, правый и левый склоны долины пади Бага-Хундуй, правый и левый склоны долины пади Бага-Нарин-Шибирь, фоновый участок, расположенные за пределами территории объекта. Загрязнение территории радиоактивными элементами не наблюдалось, радиационный фон на промплощадке не высок и составляет 16–20 мкР/ч, в поселке еще ниже – 15–17 мкР/ч.

При анализе суммарного загрязнения почвенного покрова региона выявляются закономерности, в целом отражающие закономерности пространственного распределения загрязнений в снежном покрове. Хотя приведенные данные свидетельствуют о том, что содержание тяжелых металлов в пробах снега редко превышают ПДК, установленные для вод водоемов хозяйственного и культурно-бытового назначения. В дальнейшем, при таянии снега, тяжелые металлы депонируются в почвенный покров и донные осадки водоемов. Многолетнее их накопление приводит к образованию аномалий со значительным превышением ПДК.

Проведенные работы по оценке современного состояния основных компонентов окружающей природной среды в зоне влияния Кижингинского рудника и анализу динамики содержания приоритетных экотоксикантов в природных поверхностных водах, почвах позволили установить, что в настоящее время загрязнение территории тяжелыми металлами в целом снизилось и его можно считать допустимой. Прилегающие к карьере территории водоразделов остаются достаточно «чистыми», и в целом экологическую ситуацию в районе месторождения можно оценить благополучной. По данным результатов анализа экологическая обстановка в этой части района не особо опасна, но деятельность предприятия с годами может привести к значительным изменениям в водах реки и ее водосборной части. Результаты исследований экологического состояния окружающей среды и его ландшафта приводят к выводу, что намечаемая хозяйственная деятельность допустима в пределах экологических требований с учетом социальных, экономических и иных последствий [15].

Тем не менее необходима доработка проектных решений, требуется проектирование и создание культурных ландшафтов в населенных пунктах и местах добычи полезных ископаемых. Необходимо постоянно проводить просветительскую работу среди населения о бережном отношении к природной среде, о проблемах загрязнения воздушной, водной среды, о состоянии здоровья жителей сел и о профилактике заболеваний. Планируемое возобновление добычи бериллия и его переработка должны строиться по принципу введения экологически безопасного производства.

Для улучшения состояния окружающей природной среды, для экологической безопасности необходимо включить основные мероприятия: следует проработать разные варианты флотационного получения бериллиевого и флюоритового концентратов по использованию сульфидного концентрата. Использовать отвальные хвосты и забалансовые руды как фактор увеличения техногенного воздействия. Необходимо проводить точечный контроль для определения степени загрязнения опасных соединений по всем участкам добычи, переработки руды. Включить строительство очистных сооружений для оборотного водоснабжения хозяйственно-бытовых и поверхностных сточных вод. Расширить мониторинг атмосферного воздуха, поверхностных вод и биоты, чтобы исключить негативное влияние на здоровье людей через эти компоненты среды. При действующем мониторинге возможны оперативные изменения технологии производства, системы экологического контроля.

Список литературы

1. Зяблицев А. Ю. Экологический Паспорт Новокижингинского рудника: результаты исследований природной среды на территории поселка Новокижингинск и промплощадке карьера / А. Ю. Зяблицев, О. В. Силаков. – Улан-Удэ : НПО «Экомир Байкала», 1991. – 15 с.
2. Иметхенов А. Б. Техногенное загрязнение бериллием окружающей среды (Ермаковское месторождение, Западное Забайкалье) / А. Б. Иметхенов, Д. М. Сандакова // Вестник Восточно-Сибирского государственного технологического университета. – 2010. – № 2. – С. 134–139.
3. Ковальская В. Н. Вода на Земле : отчет / В. Н. Ковальская // Река и мы. – Новокижингинск, 1994. – 25 с.
4. Ковальская В. Н. Первооткрыватели месторождения / В. Н. Ковальская // Долина Кижинга. – 25 декабря 1999. – № 13. – С. 4.
5. Куприянова И. И. Бериллиевые руды России: минерально-сырьевая база, технологические и экологические проблемы / И. И. Куприянова, Е. П. Шпанов, С. И. Ануфриева // Минеральное сырье. Сер. Геолого-экологическая. – 2005. – № 18. – С. 68.
6. Куприянова И. И. Минералого-геохимические исследования форм нахождения бериллия в почвах техногенных ореолов / И. И. Куприянова, Е. П. Шпанов, Г. Ю. Румянцева // Минералогия и геохимия ландшафта горнорудных территорий. – Чита : Забайкальский государственный гуманитарно-педагогический университет им. Н. Г. Чернышевского, 2008. – С. 13–16.
7. Куприянова И. И. Экологическая ситуация на территории Кижингинского карьера (Ермаковское флюорит-бериллиевое месторождение, Бурятия) / И. И. Куприянова // Разведка и охрана недр. – 2008. – № 7. – С. 65–68.
8. Лазарев Н. В. Вредные вещества в промышленности. Неорганические и элементарноорганические соединения : справочник / Н. В. Лазарев. – Ленинград : Химия, 1977. – Т. 3. – 607 с.
9. Марфенин Н. Н. Экокультура: в поисках выхода из экологического кризиса / Н. Н. Марфенин. – Москва : Международный независимый эколого-политологический университет, 1998. – 344 с.
10. Платонов А. П. Основы общей и инженерной экологии / А. П. Платонов, В. А. Платонов. – Ростов-на-Дону : Феникс, 2002. – 352 с.
11. Проект строительства горно-обогатительного предприятия на базе Ермаковского месторождения бериллиевых руд: пояснительная записка. – Москва : ВНИИПИТ, 2007. – Кн. 1, т. 11 (1): Охрана окружающей среды. – 109 с.
12. Сандакова Д. М. Возобновление Ермаковского месторождения – фактор ухудшения природной среды / Д. М. Сандакова, А. Б. Иметхенов, Е. В. Кислов // Новейшие достижения европейской науки – 2011 : материалы VII Международной научно-практической конференции. – София : «Бял ГРАД-БГ» ООД, 2011. – Т. 34: Экология. – С. 15–18.
13. Сандакова Д. М. Мониторинг загрязнения территории Ермаковского месторождения при возобновлении добычи бериллия / Д. М. Сандакова, А. Б. Иметхенов, Е. В. Кислов // Инновационное развитие горно-металлургической отрасли : материалы Всероссийской научно-практической конференции с элементами научной школы для молодежи. – Иркутск, 2009. – 1 электрон. опт. диск (CD-ROM).
14. Сандакова Д. М. Результаты экологического мониторинга на территории Ермаковского месторождения, связанного с добычей бериллия / Д. М. Сандакова // Вестник Восточно-Сибирского государственного технологического университета. – 2009. – № 4. – С. 100–103.
15. Свойства элементов : справочник : в 2 кн. / под ред. М. Е. Дрица. – 3-е изд. – Москва : Руда и металлы, 2003. – Кн. 1. – 448 с.

References

1. Zyablitsev A. Yu., Silakov O. V. *Ekologicheskiy Pasport Novokizhinginskogo rudnika: rezul'taty issledovaniy prirodnoy sredy na territorii poselka Novokizhinginsk i promplohshchadke karera* [Ecological Passport of Novokizhinginsk mine: results of researches of environment in the territory of the settlement of Novokizhinginsk and a pit industrial site], Ulan-Ude, NPO Ekomir Baykala Publ., 1991. 15 p.
2. Imetkhenov A. B., Sandakova D. M. *Tekhnogennoe zagryaznenie berilliem okruzhayushchey sredy (Yermakovskoe mestorozhdenie, Zapadnoe Zabaykale)* [Technogenic pollution by environment beryllium (Ermakovskiy field, Western Transbaikalia)]. *Vestnik Vostochno-Sibirskogo gosudarstvennogo tekhnologicheskogo universiteta* [Bulletin of the East Siberian State Technological University], 2010, no. 2, pp. 134–139.

3. Kovalskaya V. N. Otchet Voda na Zemle [The report Water on Earth]. *Reka i my* [River and we], Novokizhinginsk, 1994. 25 p.
4. Kovalskaya V. N. Pervootkryvateli mestorozhdeniya [Pioneers of a field]. *Dolina Kizhinga* [The valley Kizhinga], December 25, 1999, no. 13, pp. 4.
5. Kupriyanova I. I., Shpanov Ye. P., Anufrieva S. I. Berillievye rudy Rossii: mineralno-syrevaya baza, tekhnologicheskie i ekologicheskie problemy [Beryllium ores of Russia: mineral resources, technological and environmental problems]. *Mineralnoe syre. Ser. Geologo-ekologicheskaya Mineral Raw Materials. Series Geological and Ecological*, 2005, no. 18, pp. 68.
6. Kupriyanova I. I., Shpanov Ye. P., Rumyantseva G. Yu. Mineralogo-geokhimicheskie issledovaniya form nakhozhdeniya berilliya v pochvakh tekhnogennykh oreolov [Mineral and geochemical researches of forms of finding of beryllium in soils of technogenic auras]. *Mineralogiya i geokhimiya landshafta gornorudnykh territoriy* [Mineralogy and Geochemistry of a Landscape of Mining Territories], Chita, Transbaikalian State Humanitarian Pedagogical University named N. G. Chernyshevsky, 2008, pp. 13–16.
7. Kupriyanova I. I. Ekologicheskaya situatsiya na territorii Kizhinginskogo karera (Yermakovskoe flyuorit-berilliovoe mestorozhdenie, Buryatiya) [Ecological situation in the territory of the Kizhinginsk pit (Ermakovskiy fluorite-beryllium field, Buryatia)]. *Razvedka i okhrana nedr* [Investigation and Protection of a Subsoil], 2008, no. 7, pp. 65–68.
8. Lazarev N. V. *Vrednye veshchestva v promyshlennosti. Neorganicheskie i elementorganicheskie soedineniya* [Harmful substances in the industry. Inorganic and elementorganichesky connections: reference book], Leningrad, Khimiya Publ., 1977, vol. 3. 607 p.
9. Marfenin N. N. *Ekokultura: v poiskakh vykhoda iz ekologicheskogo krizisa* [Ecoculture: in search of an exit from ecological crisis], Moscow, International Independent University of Environmental and Political Sciences Publ. House, 1998. 344 p.
10. Platonov A. P., Platonov V. A. *Osnovy obshchey i inzhenernoy ekologii* [Fundamentals of the general and engineering ecology], Rostov-on-Don, Feniks Publ., 2002. 352 p.
11. *Proekt stroitelstva gorno-obogatitel'nogo predpriyatiya na baze Yermakovskogo mestorozhdeniya berillievyykh rud* [The construction project of the mining and processing enterprise on the basis of the Ermakovskiy field of beryllium ores], Moscow, VNIPIPT Publ. House, 2007, book 1, vol. 11 (1): Environmental protection. 109 p.
12. Sandakova D. M., Imetkhenov A. B., Kislov Ye. V. Vozobnovlenie Yermakovskogo mestorozhdeniya – faktor ukhudsheniya prirodnoy sredy [Renewal of the Ermakovskiy field – a factor of deterioration of environment]. *Noveyshie dostizheniya evropeyskoy nauki – 2011 : materialy VII Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii* [Latest Developments of the European Science – 2011. Proceedings of the VII International Scientific and Practical Conference], Sofia, «Byal GRAD-BG» OOD Publ., 2011, vol. 34: Ecology, pp. 15–18.
13. Sandakova D. M., Imetkhenov A. B., Kislov Ye. V. Monitoring zagryazneniya territorii Yermakovskogo mestorozhdeniya pri vozobnovlenii dobychi berilliya [Monitoring of pollution of the territory of the Ermakovskiy field at beryllium production renewal]. *Innovatsionnoe razvitie gorno-metallurgicheskoy otrasli : materialy Vserossiyskoy nauchno-prakticheskoy konferentsii s elementami nauchnoy shkoly dlya molodezhi* [Innovative Development of Mining and Metallurgical Branch. Proceedings of the All-Russian Scientific and Practical Conference with the Elements of Scientific School for Youth], Irkutsk, 2009, 1 electronic optical disc (CD-ROM).
14. Sandakova D. M. Rezultaty ekologicheskogo monitoringa na territorii Yermakovskogo mestorozhdeniya, svyazannogo s dobychey berilliya [Results of environmental monitoring in the territory of the Ermakovskiy field connected with beryllium production]. *Vestnik Vostochno-Sibirskogo gosudarstvennogo tekhnologicheskogo universiteta* [Bulletin of the East Siberian State Technological University], 2009, no. 4, pp. 100–103.
15. Drits M. Ye. (ed.) *Svoystva elementov* [Properties of elements], Moscow, Ruda i metally Publ., 2003, book 1. 448 p.