

УДК 502.175:622.332

# РАДИОЭКОЛОГИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ ТЕРРИТОРИИ УРТУЙСКОГО БУРОУГОЛЬНОГО РАЗРЕЗА



**С. И. ЩУКИН,**  
главный  
геолог  
ПАО «ППГХО»,  
Краснокаменск,  
Россия



**Г. П. СИДОРОВА,**  
проф., д-р техн. наук,  
druja@inbox.ru,  
Забайкальский  
государственный  
университет, Чита, Россия



**Н. В. ОВЧАРЕНКО,**  
главный геолог  
разрезууправления  
«Уртуйское»  
ПАО «ППГХО»,  
Краснокаменск, Россия

## Введение

Освоение угольных месторождений представляет собой сложную природно-техногенную систему, содержащую ряд источников антропогенного воздействия на окружающую среду. В последние годы особое внимание уделяется радиологической безопасности использования углей. Известно, что уголь, как природный сорбент, способен накапливать естественные радиоактивные нуклиды (ЕРН); он всегда содержит то или иное количество радиоактивных веществ уранового и актиноуранового рядов ( $^{238}\text{U}$  и продукты его распада), ториевого ряда ( $^{232}\text{Th}$  и продукты его распада) и долгоживущего радиоактивного изотопа  $^{40}\text{K}$  [1–5].

Отработка таких углей создает определенную нагрузку на геоэкологическую среду (превышение концентраций  $^{222}\text{Rn}$  в шахтном воздухе, повышенные содержания  $^{238}\text{U}$ ,  $^{226}\text{Ra}$  и других радиоактивных элементов в шахтных водах, загрязнение автодорог, формирование техногенного радиационного фона на участках хранения угля с повышенным содержанием ЕРН и др.). При бесконтрольном использовании углей с повышенным содержанием ЕРН последствия таких воздействий могут проявляться как на региональном, так и на глобальном уровне [6–9]. Поэтому при отработке месторождений, содержащих угли с повышенными концентрациями ЕРН, необходимо осуществлять радиоэкологический мониторинг территорий отработки, транспортировки и складирования углей [10]. Радиоэкологический мониторинг должен включать в себя комплексную систему наблюдений за состоянием окружающей среды; это позволит выявить и оценить уровни радиационного загрязнения, составить прогноз происходящих изменений, разработать природоохранные мероприятия, направленные на улучшение экологической обстановки и здоровья населения в зоне воздействия источников загрязнения [11–15].

*Обобщен опыт обеспечения радиационной безопасности населения и производственного персонала при добыче и сжигании местных углей.*

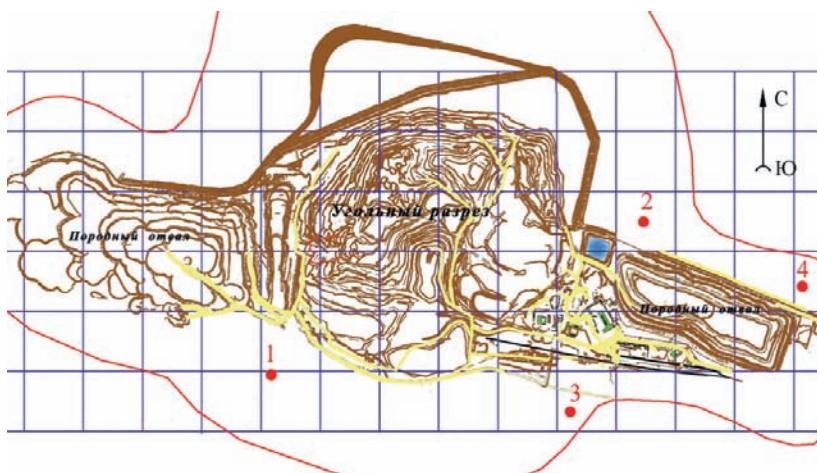
**Ключевые слова:** уголь, естественные радионуклиды, уран, суммарная эффективная удельная активность, сорт углей, радиоэкологическая безопасность, мониторинг.

**DOI:** 10.17580/gzh.2018.07.19

## Характеристика объекта мониторинга

В настоящее время примером отработки углей с повышенным содержанием ЕРН является Уртуйское бурогольное месторождение, расположенное в Краснокаменском районе Забайкальского края. Добыча угля ведется открытым способом. Объект представляет собой участок развития продуктивной угленосной толщи, общая площадь которого составляет около 6 км<sup>2</sup> при длине по простиранию угольных пластов 2,7 км и ширине в крест простирания 0,7–2,3 км. Границы месторождения определяются как естественным выклиниванием угольных пластов и выходом их под наносы, так и ограничивающими разрывными нарушениями.

Уртуйское месторождение было открыто в процессе проверки геофизической радиоактивной аномалии в начале 1970-х годов ГРП-98 Сосновского ПГО. Геологическую разведку объекта проводила геологическая экспедиция № 324, специализирующаяся на поисках и разведке радиоактивного сырья. При детальной разведке месторождения, проводившейся в 1984–1985 гг., были выявлены ураноносные угли со средним содержанием урана 0,022 %. Промышленное освоение месторождения было начато в 1986 г. Приаргунским производственным горно-химическим объединением (ППГХО) – крупнейшим уранодобывающим предприятием России. Поэтому вопросы радиационной безопасности профессионально решались как при разведке и добыче угля, так и при его использовании. Накопленный опыт обозначил проблемы, связанные с обеспечением радиационной безопасности населения и персонала, а также пути их решения. За основу были приняты требования норм радиационной безопасности, где дозы облучения населения не превышают 1 мЗв в год (на человека); активность золошлаковых отходов (ЗШО), которые используются в строительных целях в населенном пункте, принята не более 370 Бк/кг [2]. Активная деятельность ППГХО в этом плане получила положительные заключения ФМБЦ им. А. И. Бурназяна, НИИ радиационной гигиены и Федерального медико-биологического агентства РФ и стала основой организации системы контроля качества угля по радиационно-гигиеническому фактору.



### Методика и результаты радиозоологического мониторинга

В первые годы отработки месторождения был выполнен комплекс исследовательских работ для изучения радиоактивности углей. На основе проведенных исследований уголь Уртуйского месторождения был разделен на три сорта. К первому сорту отнесен, как потребительский, уголь с содержанием урана ( $C_U$ ) менее 0,001 % и с величиной суммарной эфффективной удельной активности ЕРН ( $A_{эф}$ ) до 123 Бк/кг. Угли второго сорта ( $C_U = 0,001 \div 0,01$  %;  $A_{эф} = 123 \div 1230$  Бк/кг) считаются энергетическими. К третьему сорту отнесен уголь с  $C_U$  более 0,01 % и с  $A_{эф}$  более 1230 Бк/кг.

На основе данной классификации угли 1-го сорта могут быть использованы в бытовых целях. Радиоактивность золы и золошлаковых отходов, образующихся при сжигании угля данного сорта, не превышает предельно допустимые значения  $A_{эф}$  у строительных материалов 1-го класса, установленные нормами радиационной безопасности для применения в населенных пунктах.

Угли 2-го сорта используются как топливо только на Краснокаменской ТЭС. Зола и шлак, образующиеся при сжигании этих углей, соотносятся по суммарной эфффективной удельной активности ЕРН со строительными материалами 2-го и 3-го классов. Отходы сжигания таких углей хранятся в золошлакохранилище и



Рис. 2. Контроль самосвалов с углем на РКС разреза

Рис. 1. Схема расположения точек пробоотбора на разрезоуправлении «Уртуйское»

утилизируются на промышленной площадке предприятия путем использования в качестве материала для закладки выработанного пространства при добыче урановых руд на подземных рудниках.

Полезное применение комплексных углей 3-го сорта, имеющих величину  $A_{эф}$  более 1230 Бк/кг, недопустимо. Все они подлежат захоронению в специальных отвалах до решения вопроса об их использовании.

С целью исключения негативного воздействия на геозоологическую среду и здоровье человека при использовании углей Уртуйского месторождения в бытовых целях на всех технологических этапах его отработки проводится радиозоологический мониторинг, разработанный с учетом «Требований к мониторингу месторождений твердых полезных ископаемых», требований Закона Российской Федерации «О недрах», Закона Российской Федерации «Об охране окружающей природной среды» и других правовых и нормативных документов. Наблюдение осуществляется на территории промышленной зоны предприятия и его санитарно-защитной зоны. Радиационный контроль на промышленной площадке разреза обеспечивает выполнение «Норм радиационной безопасности НРБ-99/2009», «Основных санитарных правил обеспечения радиационной безопасности ОСПОРБ-99/2009», а также «Руководства по контролю загрязнения атмосферы» (РД-52.04.186-89) и имеющихся отраслевых методических документов [2–4].

В 2017 г. была введена в действие «Программа мониторинга за состоянием окружающей среды на Уртуйском месторождении бурого угля по лицензии на право пользования недрами ЧИТ 02585 ТЭ», утвержденная Департаментом по недропользованию по Центрально-Сибирскому округу (Центрсибнедра), которая включает в себя полный комплекс радиационного контроля территории месторождения.

Радиационный контроль ведут лаборатория радиационной безопасности ПАО «ППГХО», лаборатория качества угля и геологическая служба разрезоуправления «Уртуйское». В процессе мониторинга отбирают и анализируют пробы почвы, растительности, поверхностных и подземных вод. Пробы анализируют на содержание естественных радионуклидов, представленных членами уранового ряда и калий-40. К ним относятся уран естественный, представленный смесью природных изотопов урана-238, урана-234 и урана-235; радий-226; полоний-210; свинец-210 и торий-230.

Установлена следующая периодичность радиационного контроля: состояния почвы и растительности – 2 раза в год; снега и дождевых вод – 1 раз в год; поверхностных и подземных вод – ежемесячно. Состояние геозоологической среды контролируется в четырех маршрутных точках по румбам с учетом розы ветров на границе санитарно-защитной зоны предприятия (рис. 1).

В системе мониторинга также осуществляется радиационный контроль углей при добыче и мониторинг территории угольного склада. Для оперативного контроля качества углей по содержанию ЕРН на разрезе создана радиометрическая контрольная станция (РКС). Через нее проходят все без исключения углевозы, это позволяет вести качественную сортировку углей по радиационно-гигиеническому фактору (рис. 2).

По принятой схеме сортировки углей при их добыче на склад готовой продукции поставляются угли 1-го и 2-го сортов, где они складываются в отдельные угольные штабелы. Кроме РКС, в систему контроля качества угля входят гамма-опробование забоев экскаваторов и штабелей угольного склада, а также гамма-картаж эксплуатационно-разведочных скважин.

Все применяемые методы контроля радиационно-гигиенического качества угля позволяют исключить превышение содержания ЕРН в отгружаемом угле. При этом гарантируется непревышение дозы облучения населения в 1 мЗв/год и получение золошлаковых отходов при сжигании углей с активностью не более 1500 Бк/кг.

За последние 20 лет работы разрезу управления «Уртуйское» (1998–2017 гг.) содержание урана в отгружаемом угле ( $C_U$ ) по

данным гамма экспресс-анализа не превышало 0,001 % (среднее значение 0,0005), максимальная величина  $A_{эф}$  составляла 94,5 Бк/кг угля (средняя – 77,2). Расчетная доза облучения достигала 0,59 мЗв/год (средняя – 0,46). Пробы золошлаковых отходов сжигания углей показали величину  $A_{эф}$  не более 403,7 Бк/кг (средняя 314,5).

### Заключение

Созданная система мониторинговых наблюдений за состоянием природной среды в пределах Уртуйского месторождения бурого угля на период проведения горных работ позволяет составить адекватную картину изменения во времени указанных компонентов природной среды под воздействием деятельности горнорудного предприятия. На основе получаемой в процессе мониторинга информации принимаются решения по обеспечению процессов управления добычей минерального сырья, снижению негативных последствий эксплуатационных работ на окружающую природную среду.

### Библиографический список

См. англ. блок. **ГЖ**

«GORNYY ZHURNAL», 2018, № 7, pp. 97–99  
DOI: 10.17580/gzh.2018.07.19

#### Radio-ecological monitoring of the Urtui open-pit lignite mine

##### Information about authors

S. I. Shchukin<sup>1</sup>, Chief Geologist

G. P. Sidorova<sup>2</sup>, Professor, Doctor of Engineering Sciences, druja@inbox.ru

N. V. Ovcharenko<sup>1</sup>, Chief Geologist of Urtui Open Pit Mine Management

<sup>1</sup> Priargunsky Mining and Chemical Works, Krasnokamensk, Russia

<sup>2</sup> Transbaikalian State University, Chita, Russia

##### Abstract

The modern world is faced with an acute problem of radiological assessment of impact exerted on geoecology of an area by coal mining operations. Coal is known as a natural sorbent capable to accumulate natural radioactive nuclides of uranium–thorium series. This property of coal shows itself as increased content of radioactive elements in water in mines, background radiation in storage areas of coal with the increased content of nuclides, etc.

Many coal fields are developed without radiation control these days. When coal with high concentration of nuclides is used by thermal stations, boiler-houses and private house furnaces, generated ash is saturated with nuclides, which creates extra radiation load on the surrounding area and becomes a source of nuclear pollution of the environment and radiation exposure of people.

The authors discuss the radio-ecological monitoring system adopted in the area of the Urtui lignite field to eliminate adverse impact on geo-ecology and health under residential use of the Urtui field coal. The system of monitoring of natural environment within the limits of the Urtui lignite field in the course of mining provides adequate time history of the natural habitat components affected by mining. Based on the monitoring information, decisions are made on control of mineral mining operations and mitigation of adverse effect of mines on the environment.

**Keywords:** coal, natural radioactive nuclides, uranium, total effective specific activity, coal grade, radio-ecological safety, monitoring.

##### References

1. Arbutov S. I., Volostnov A. V., Mashenkin V. S., Rybalko V. I., Radioactive elements (U, Th) in coals. *Radioactivity and Radioactive Elements in Human Environment: IV International Conference Proceedings*. Tomsk : TPU, 2003. pp. 56–62.

- Xin Wang, Qiyang Feng, Ruoyu Sun, Guijian Liu. Radioactivity of natural nuclides ( $^{40}\text{K}$ ,  $^{238}\text{U}$ ,  $^{232}\text{Th}$ ,  $^{226}\text{Ra}$ ) in coals from Eastern Yunnan, China. *Minerals*. 2015. Vol. 5. Iss. 4. pp. 637–646.
- Arbutov S. I., Mashenkin V. S. Radioactive elements in caustobiooliths of Northern Asia. *Radioactivity and Radioactive Elements in Human Environment: IV International Conference Proceedings*. Tomsk : Scientific & Technical Translations, 2016. pp. 67–74.
- Sidorova G. P., Krylov D. A. Radioactivity of Coal and Coal-Fired Power Station Ash. Chita : ZabGU, 2016. 248 p.
- Shpirt M. Ya., Punanova S. A. Assessment of radioactivity of solid combustible minerals. *Khimiya tverdogo topliva*. 2014. No. 1. pp. 3–11.
- Cherentsova A. A., Maiorova L. P., Matveenko T. I. Environmental Conditions in the Influence Zone of Ash Dumps of Heat-Power Stations. Khabarovsk : TOGU, 2013. 123 p.
- Gluschenko N. N., Olkhovskaya I. P. Ecological safety in energetics. Characteristics of fly ash particles from coal power plants. *Proceedings of the Russian Academy of Sciences. Power Engineering*. 2014. No. 1. pp. 20–28.
- Jalil S., Rashid M. Analysis of natural radioactivity in coal and ashes from a coal fired power plant. *Chemical Engineering Transactions*. 2015. Vol. 45. pp. 1549–1554.
- Kajori Parial, Guin R., Agrahari S., Sengupta D. Monitoring of radionuclide migration around Kolaghat thermal power plant, West Bengal, India. *Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry*. 2016. Vol. 307. Iss. 1. pp. 533–539
- Sidorova G. P., Krylov D. A., Ovcharenko N. V. Radiation environment in the areas of location of coal-fired power stations in Russia. *Vestnik Zabaikalskogo gosudarstvennogo universiteta*. 2017. Vol. 23. No. 5. pp. 36–44.
- Amin Y. M., Khandaker M. U., Shyen A. K. S., Mahat R. H., Nor R. M., Bradley D. A. Radionuclide emissions from a coal-fired power plant. *Applied Radiation and Isotopes*. 2013. Vol. 80. pp. 109–116.
- Bazhin V. Yu., Beloglazov I. I., Feshchenko R. Yu. Deep conversion and metal content of Russian coals. *Eurasian Mining*. 2016. No. 2. pp. 28–32. DOI: 10.17580/em.2016.02.07
- Lauer N. E., Hower J. C., Taggart R. K., Vengosh A. Naturally occurring radioactive materials in coals and coal combustion residuals in the United States. *Environmental Science & Technology*. 2015. Vol. 49. Iss. 18. pp. 11227–11233.
- Pandit G. G., Sahu S. K., Puranik V. D. Natural radionuclides from coal fired thermal power plants – estimation of atmospheric release and inhalation risk. *RadioProtection*. 2011. Vol. 46. No. 6. pp. 173–179.
- Jalil S., Rashid M. Analysis of natural radioactivity in coal and ashes from a coal fired power plant. *Chemical Engineering Transactions*. 2015. Vol. 45. pp. 1549–1554.