

Научная статья

Original article

УДК 553



**РАДОНОМЕТРИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ШУБАРКОЛЬСКОГО
УГОЛЬНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ**

RADONOMETRIC RESEARCH OF THE SHUBARKOL COAL DEPOSIT

Муртазина Фариза Ермахамбетовна, Докторант. Карагандинский технический университет имени Абылкаса Сагинова. Казахстан, г. Караганда.

Асанова Жанар Мажитовна, PhD, Карагандинский технический университет имени Абылкаса Сагинова. Казахстан, г. Караганда.

Абдиева Лаззат Макашевна, Карагандинский технический университет имени Абылкаса Сагинова. Казахстан, г. Караганда.

Решетняков Эдвард Дмитриевич, Магистрант, Карагандинский технический университет имени Абылкаса Сагинова. Казахстан, г. Караганда

Murtazina Fariza Ermakhambetovna, Doctoral student. Karaganda Technical University named after Abylkas Saginov. Kazakhstan, Karaganda.

Asanova Zhanar Mazhitovna, PhD, Karaganda Technical University named after Abylkas Saginov. Kazakhstan, Karaganda.

Abdieva Lazzat Makashevna, Karaganda Technical University named after Abylkas Saginov. Kazakhstan, Karaganda.

Reshetnyakov Edward Dmitrievich, Master's student, Karaganda Technical University named after Abylkas Saginov. Kazakhstan, Karaganda

Аннотация. Данная статья представляет собой исследование высвобождения газа радона на Шубаркольском угольном месторождении, основываясь на методах лабораторных и аналитических исследований. Измерения объемной активности радона были проведены в широтном направлении по двум профильным линиям, протяженностью 200 метров, с интервалами в 30 метров между линиями и 10 метров между точками измерения. Эти измерения проводились впервые на данном участке.

Радон, являющийся источником альфа-излучения, образуется в горных породах в результате распада урана-238 и тория-232. Полученные результаты позволяют оценить уровень радона в почвенном воздухе, а также выявить аномалии, связанные с геодинамической активностью и воздействием вибрации.

В статье подчеркивается важность выявления аномалий радона над тектоническими разломами как индикатора их подвижности. Вибрации, степень трещиноватости, и концентрация радиоэлементов влияют на интенсивность высвобождения радона из горных пород. Полученные данные представляют важный вклад в понимание современных геодинамических процессов на рассматриваемой территории и могут быть использованы для стратегического планирования и управления развитием региона.

Abstract. This article is a research of the release of radon gas at the Shubarkol coal deposit, based on laboratory and analytical research methods. Measurements of radon volumetric activity were carried out in the latitudinal direction along two profile lines, 200 meters long, with intervals of 30 meters between lines and 10 meters between measurement points. These measurements were carried out for the first time in this area.

Radon, which is a source of alpha radiation, is formed in rocks as a result of the decay of uranium-238 and thorium-232. The results obtained make it possible to assess the level of radon in soil air, as well as to identify anomalies associated with geodynamic activity and the effects of vibration.

The article emphasizes the importance of identifying radon anomalies over tectonic faults as an indicator of their mobility. Vibrations, the degree of fracturing, and the concentration of radioelements affect the intensity of radon release from rocks. The data

obtained represent an important contribution to the understanding of modern geodynamic processes in the territory under consideration and can be used for strategic planning and management of the development of the region.

Ключевые слова: *радон, Шубаркольское угольное месторождение, аномалии радона, объёмная активность, геодинамическая активность, тектонические разломы, вибрация, радиоэлементы, горные породы, радиометр.*

Keywords: *radon, Shubarkol coal deposit, radon anomalies, volumetric activity, geodynamic activity, tectonic faults, vibration, radioelements, rocks, radiometer.*

Исследование высвобождения газа радона достаточно изучено и как показывают исследования, в первую очередь, проявление аномалий зависит от геодинамической активности. Исследование на Шубаркольском угольном месторождении на предмет высвобождения радона проводилось впервые. Методы исследования лабораторные, аналитические.

Радон представляет собой химический элемент из группы инертных газов, не взаимодействующий с другими элементами. Он является источником альфа-излучения и легко обнаруживается современными приборами даже при низких концентрациях. Радон в 7,5 раз тяжелее атмосферного воздуха, при этом обладает высокой проникающей способностью. Газ образуется в процессе распада урана-238 и тория-232, непрерывно генерируясь в горных породах. Как и другие радионуклиды, радон присутствует в различных количествах во всех горных породах. Сквозь пористость и трещиноватость горных пород радон перемещается под воздействием диффузии (из-за градиента концентрации), конвекции (по причине температурного градиента) и эффузии (в результате градиента давления), также как и другие газы, в земной коре, где аккумулируется в зонах тектонических нарушений.

Дополнительным фактором, способствующим образованию аномалий радона из-за увеличенной проницаемости подвижных разломных зон, может быть повышение концентрации материнских радиоэлементов, в частности, радия. Это связано с образованием в трещинах и на контактах нарушенных пород вторичных

скоплений. Подвергнутые повторному осаждению соединения с содержанием радия активно адсорбируются глинистыми породами разломной зоны и также участвуют в формировании аномалий радона.

Было также выявлено, что воздействие вибрации приводит к увеличению интенсивности высвобождения радона из горных пород, и это увеличение дифференцированно зависит от частоты воздействия вибрации. Таким образом, аномалии объемной активности радона надразломных зон могут рассматриваться как признак подвижности этих структур, независимо от мощности осадочных пород. В случае значительной толщи осадочных пород аномалии радона, в большей степени, связаны с увеличением выделения радона из пород осадочного комплекса, входящих в зону геодинамического воздействия данного разлома (период полураспада радона-222 составляет 3,8 суток) [1,2].

На фоне выше перечисленных факторов возникают аномалии радоновых эманаций над участками тектонических разломов, где их значения напрямую зависят от степени развития открытой трещиноватости и интенсивности воздействия вибрации, которые выступают проявлением современной геодинамической активности. Под воздействием упругих колебаний наблюдается различная интенсивность выделения радона в зависимости от частоты воздействия вибрации. В природных условиях уровень эсхалации радона на территории тектонического разлома тесно коррелирует с амплитудой квазигармонических компонентов микросейсмического фона при частоте 16,6 Гц. Это объясняет наличие аномалий объемной активности радона над разломными структурами, которые перекрыты мощными верхними отложениями. Эти отложения действуют как своеобразные резонаторы. Глубина картографирования тектонических структур теперь определяется не только диффузионной длиной миграции эманаций из пород кристаллического фундамента, но и интенсивностью современных геодинамических процессов, активизирующих радоновые эманации из верхних отложений [3].

Измерения объемной активности радона в почвенном воздухе (в Бк/м³) проводятся с использованием радиометров альфа-активных газов РГА-500 (см.

рисунок 1) вдоль профильных линий, проложенных через шпуров глубиной от 0,8 до 1,0 метра



Рисунок 1 – Радиометр альфа-активных газов РГА-500

С целью выявления геодинамической составляющей формирования радонового поля, производится нормирование показателей объемной активности радона в почвенном воздухе. Данные, полученные в результате измерений, классифицируются и группируются по отношению к одному типу участка в соответствии с химическим составом горных пород, диффузионными свойствами поверхностных отложений, уровнем грунтовых вод, влажностью почв по площади и т.д. Кроме того, при группировке учитывается временной промежуток измерений.

Вычисляются нормализованные значения объемной активности радона для каждой точки измерения внутри группы.

Важно отметить, что при классификации данных обязательно учитывается период времени измерений.

Производится расчет нормированных значений объемной активности радона для каждой точки измерения внутри группы:

$$N_i = Q_i / Q_{\text{среднее группы}} \quad (1)$$

где N_i – нормированная безразмерная объемная активность радона в точке измерения i ;

Q_i – объемная активность радона в почвенном воздухе в точке измерения, расположенной на профильной линии, Бк/м³;

$Q_{\text{среднее группы}}$ – среднее арифметическое объемной активности радона в почвенном воздухе для данной группы значений, Бк/м³.

Следующим шагом, составляется карта, используемая для распределения нормированных значений объемной активности радона в почвенном воздухе исследуемой территории, и используется как основа для геодинамическое районирование [4].

Данный принцип позволяет устранять влияние нетектонических факторов, а также выделяется аспект геодинамики в процессе формирования радонового поля, что открывает возможность применения данных эманационных измерений для выявления и классификации участков с трещинами в зависимости от уровня современной геодинамической активности и степени деформации.

Выходные данные радонометрии (эманационная съемка). Радонометрия выполнялась на дневной поверхности прибортовой зоны в створе и параллельно экспериментальным участкам для решения задач:

– выявление и дифференциация зон структурного ослабления с целью подтверждения результатов других геофизических методов, применяемых непосредственно на выемочных блоках, повышения информативности и достоверности исследований в целом;

– изучение и демонстрация возможностей эманационной съемки в условиях горного массива Шубаркольского месторождения угля для опережающего определения структурно-геодинамической модели прибортового массива,

определения индекса геодинамической активности выявленных деформационных участков.

Эманационная съемка выполнена на прибортовых участках № 1; 2; 3, в створе и параллельно экспериментальным выемочным блокам.

Структура поля радоновых эманаций демонстрирует блочное устройство территории горного массива месторождения, где ярко выражены геодинамически активные пространства между блоками - зонами разломных нарушений (см. рисунки 2 – 7). Выходные радонометрические данные отражают дифференциацию изучаемых участков массива по степени структурного ослабления, современной геодинамической активности и отражают их пространственные параметры.

Прибортовой участок радонометрических исследований №1 (в створе и параллельно экспериментальному блоку №1 (2В чистый, Западный разрез).

Исследованная область была подвергнута измерениям объемной активности радона вдоль двух профильных линий Ir–Ir и Pr–Pr, протяженность которых составила 200 м в меридиональном направлении. Расстояние между указанными профильными линиями составило 30 м, а интервал между отдельными точками измерения составил 10 м (см. рисунки 2, 3).

Согласно радонометрическим данным, общие значения концентрации радона в почвенном воздухе в пределах исследованного участка колеблются от 363 Бк/м³ до 4138 Бк/м³. Нормализованные значения объемной активности радона варьируются в диапазоне от 0,3 до 2,1.

Основные разрывные нарушения имеют азимут простираения 60°.

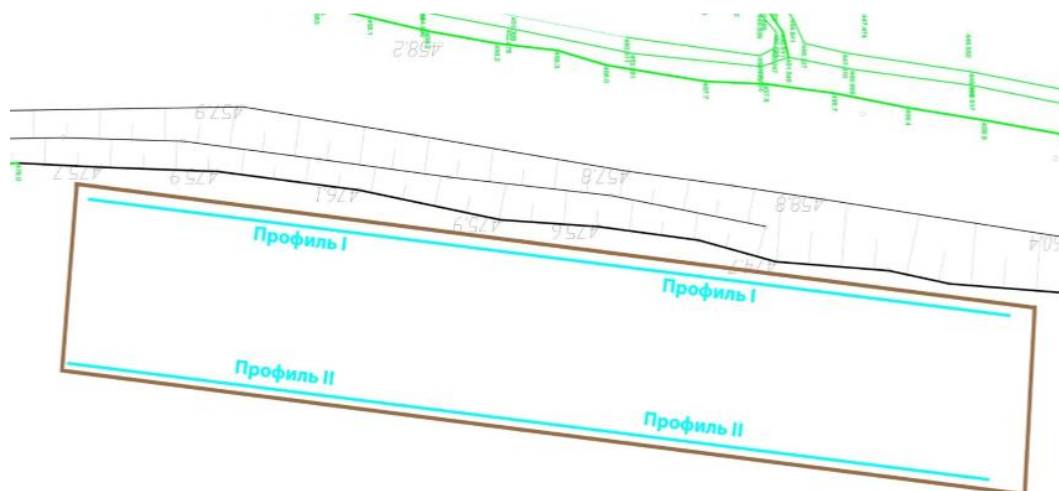


Рисунок 2 – Схема расположения радонометрических профилей на прибортовом участке №1 (2В чистый, Западный разрез)

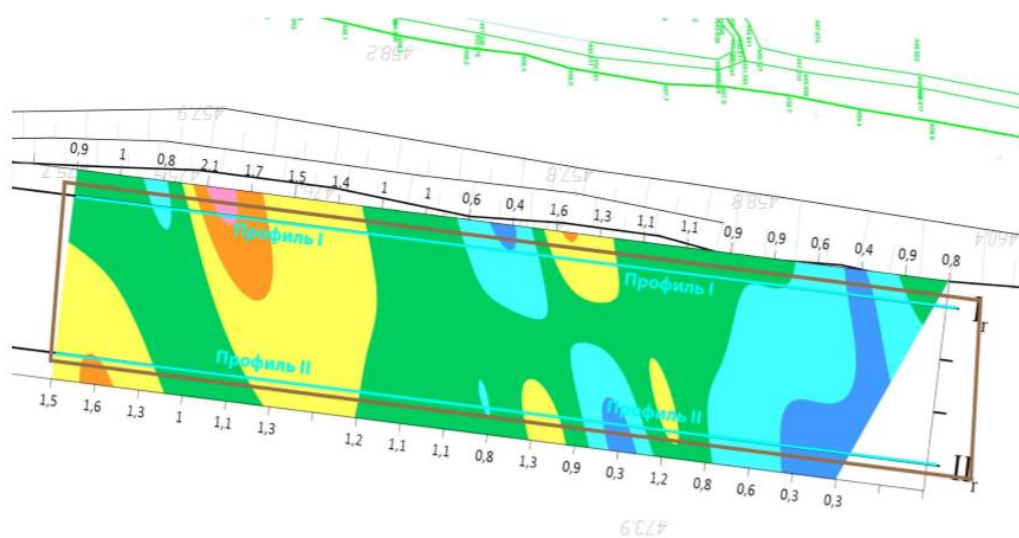


Рисунок 3 – Результаты радонометрических профилей на прибортовом участке №1 (2В чистый, Западный разрез)

Прибортовой участок радонометрических исследований №2 в створе и параллельно экспериментальному блоку №4 (2В чистый (берма), Центральный разрез).

Исследования по объемной активности радона были проведены на участке вдоль двух профильных линий IIIr–IIIr и IVr–IVr в направлении широты. Данные

Международный журнал прикладных наук и технологий "Integral"

линии имеют протяженность 300 м, с расстоянием в 30 м между ними. Точки измерения были размещены на расстоянии 10 м друг от друга (см. рисунки 4.65, 4.66).

Согласно радонометрическим данным, значения концентрации радона в почвенном воздухе в общем по исследованному участку варьируются от 145 Бк/м³ до 1960 Бк/м³.

Нормированные значения объемной активности радона колеблются в пределах от 0,2 до 2,8.

Основные разрывные нарушения имеют азимут простирания 300°. Прибортовой участок радонометрических исследований №3 (в створе и параллельно экспериментальным выемочным блокам) №2 (2В с породными прослоями «Центр») и №3 (1В2 «Центр»).

Исследования по измерению объемной активности радона проведены на участке вдоль двух профильных линий Vr–Vr и VIr–VIr, протяженность которых составила 200 м в широтном направлении. Между указанными профильными линиями имеется интервал в 30 м, а расстояние между отдельными точками измерения составило 10 м (см. рисунок 4.67, 4.68).

Согласно радонометрическим данным, общие значения концентрации радона в почвенном воздухе в пределах исследованного участка колеблются от 835 Бк/м³ до 3703 Бк/м³. Нормированные значения объемной активности радона варьируются в диапазоне от 0,5 до 1,7.

Основные разрывные нарушения имеют азимут простирания 15°.

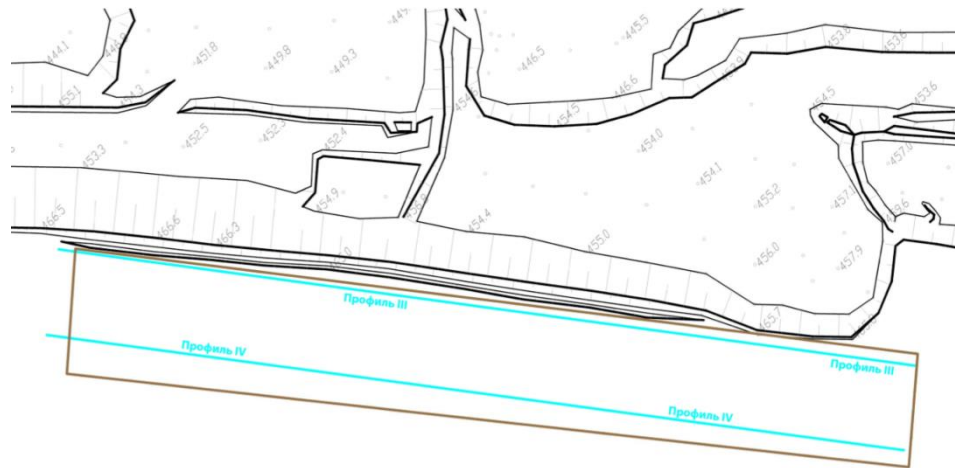


Рисунок 4 – Схема расположения радонометрических профилей на прибортовом участке №2 (2В чистый (берма), Центральный разрез) Масштаб 1:1000

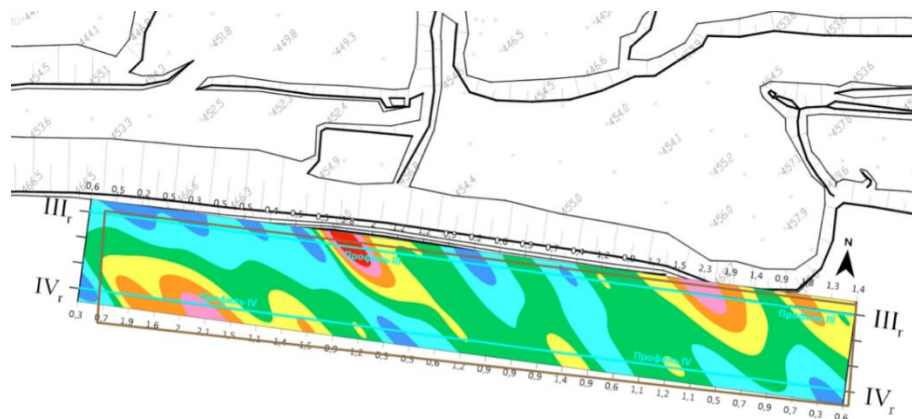


Рисунок 5 – Схема расположения профилей радонометрии с результатами на прибортовом участке №2 (2В чистый (берма), Центральный разрез) Масштаб 1:1000

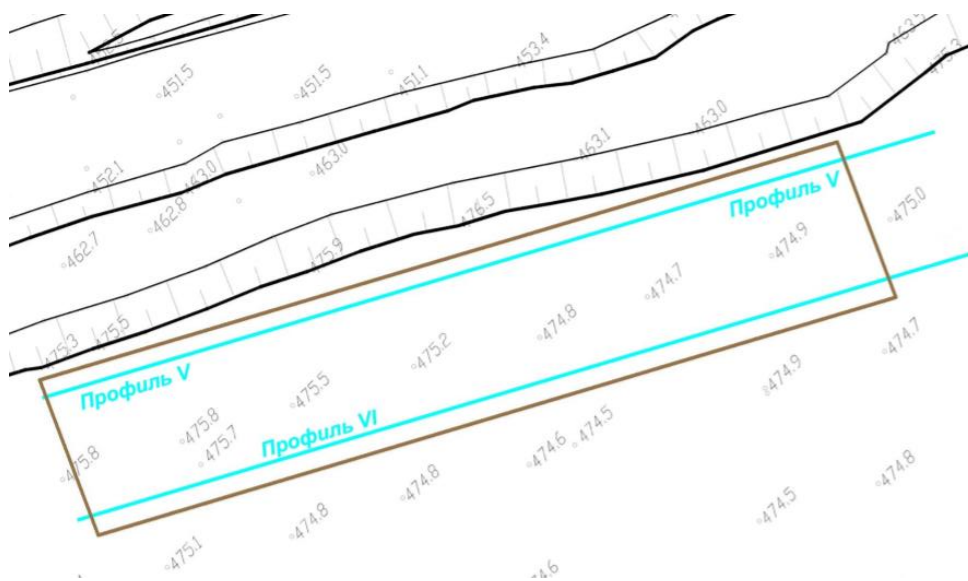


Рисунок 6 – План участков №2 2В с прослоями «Центр» и № 3 1В2 «Центр» обводненный с положением профилей радонометрии. Масштаб 1:1000

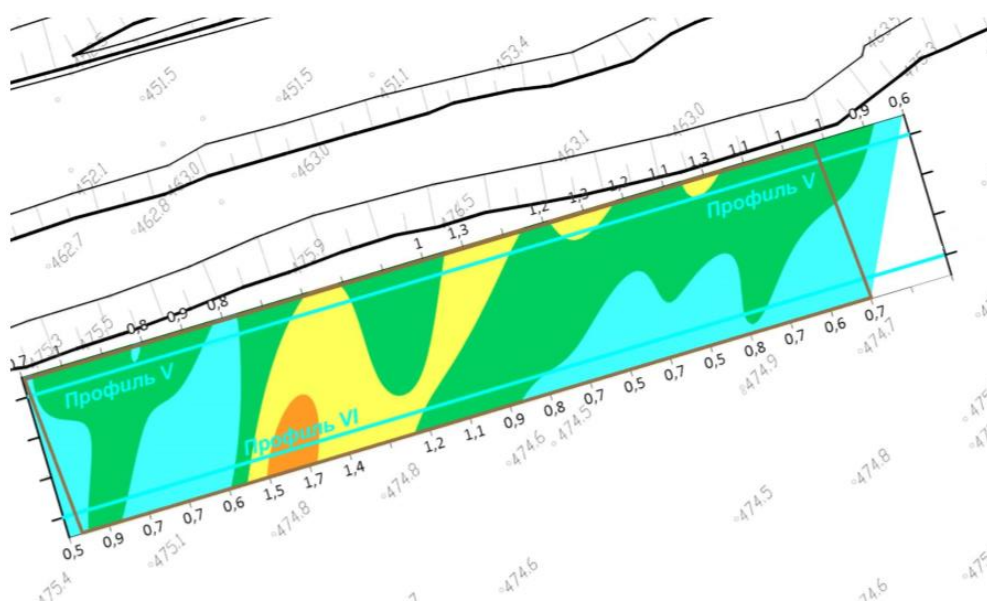


Рисунок 7 – Результаты измерений участков № 2 2В с прослоями «Центр» и № 3 1В2 «Центр» обводненный с положением профилей радонометрии. Масштаб 1:1000

Выводы Использование эманационной съемки на прибортовых участках в створе экспериментальных выемочных блоков выполнялось в качестве заверочного метода при определении геомеханического состояния горного массива. Результаты исследований подтвердили пространственные параметры зон

структурного ослабления, полученные другими геофизическими методами непосредственно на выемочных блоках.

Кроме того, учитывая оперативность, результативность и достоверность метода, результаты эманационной съемки по районированию массива горных пород по степени структурного ослабления могут быть востребованы для определения оптимальных параметров БВР при удалении перекрывающих полускальных пород вскрыши, при решении вопроса устойчивости бортов разреза.

Литература

1. Горбушина Л.В. Эманационный метод индикации геодинамических процессов при инженерно-геологических изысканиях / Л. В. Горбушина, Ю.С. Рябоштан // Советская геология. - 1975. - № 4. - С. 48 – 50.
2. Резонансные особенности эсхалации природного радона / В.В. Адушкин и др. // ДАН. – 2005. - т. 400. - № 3.
3. Далатказин Т.Ш. Использование радонометрии при изучении современной геодинамики на территориях, перекрытых мощным чехлом осадочных пород для решения задачи обеспечения безопасной эксплуатации объектов недропользования / Т.Ш. Далатказин // Горный информационно-аналитический бюллетень. 2011. №7. С. 97-100.
4. Далатазин Т.Ш. Трансформация поля радоновых эманаций в зоне техногенного воздействия горных работ при отработке Южной залежи Песчанской группы месторождений Проблемы недропользования [электрон.ресурс]:рецензир. сб. научн. статей: ИГД УрО РАН.- 2015.- №1С. 13 – 19.
5. Электрическое зондирование геологической среды. Ч.1/ Под ред. В.К. Хмелевского, В.А, Шевнина. – М.: Изд-во МГУ, 1988. – 177 с. – ISBN 5- 211-00727-1.
6. Электроразведка методом сопротивлений / Под ред. В.К. Хмелевского, В.А, Шевнина: Учебное пособие. – М.: Изд-во МГУ, 1994. – 160 с. – ISBN 5-211-03303-5.

7. И.А. Доброхотова, П.В. Новиков, К.В. Новиков. Практикум по интерпретации результатов полевых наблюдений в методах электроразведки. Учебное пособие. – М.: РГГРУ, 2011. – 62 с.
8. Каринский А. Д., Теория полей, применяемых в разведочной геофизике (Статические поля. Стационарное электрическое поле). / Изд. 2-е, исправленное. Учебное пособие. МГРИ-РГГРУ 2014. – 105 с.
9. Методы и аппаратура электроразведки на переменном токе: научное издание / В.И. Иголкин, Г.Я. Шайдуров, О.А. Тронин, М.Ф. Хохлов. – Красноярск: Сиб. федер. ун-т, 2016. – 272 с. ISBN 978-5-7638-3554-0.

References

1. Gorbushina L.V. Emanation method for indicating geodynamic processes during engineering geological surveys / L.V. Gorbushina, Yu.S. Ryaboshtan // Soviet Geology. - 1975. - No. 4. - P. 48 – 50.
2. Resonant features of exhalation of natural radon / V.V. Adushkin et al. // DAN. – 2005. - t. 400. - No. 3.
3. Dalatkazin T.Sh. The use of radonometry in the study of modern geodynamics in territories covered by a thick cover of sedimentary rocks to solve the problem of ensuring the safe operation of subsoil use objects / T.Sh. Dalatkazin // Mining information and analytical bulletin. 2011. No. 7. pp. 97-100.
4. Dalatazin T.Sh. Transformation of the field of radon emanations in the zone of technogenic impact of mining operations during the development of the Southern deposit of the Peschansky group of deposits Problems of subsoil use [electronic resource]: reviewer. Sat. scientific articles: IGD Ural Branch RAS. - 2015. - No. 1С. 13 – 19.
5. Electrical sounding of the geological environment. Part 1/ Ed. VC. Khmelevsky, V.A., Shevnin. – М.: Moscow State University Publishing House, 1988. – 177 p. – ISBN 5- 211-00727-1.

6. Electrical prospecting using the resistivity method / Ed. VC. Khmelevsky, V.A., Shevnin: Textbook. – М.: Moscow State University Publishing House, 1994. – 160 p. – ISBN 5-211-03303-5.
7. I.A. Dobrokhotova, P.V. Novikov, K.V. Novikov. Workshop on interpreting the results of field observations in electrical prospecting methods. Tutorial. – М.: RGGRU, 2011. – 62 p.
8. Karinsky A.D., Theory of fields used in exploration geophysics (Static fields. Stationary electric field). / Ed. 2nd, corrected. Tutorial. MGRI-RGGRU 2014. – 105 p.
9. Methods and equipment for electrical prospecting on alternating current: scientific publication / V.I. Igolkin, G.Ya. Shaidurov, O.A. Tronin, M.F. Khokhlov. – Krasnoyarsk: Sib. federal univ., 2016. – 272 p. ISBN 978-5-7638-3554-0.

© Муртазина Ф.Е., Асанова Ж.М., Абдиева Л.М., Решетняков Э.Д., 2024
Международный журнал прикладных наук и технологий "Integral" 1/2024.

Для цитирования: Муртазина Ф.Е., Асанова Ж.М., Абдиева Л.М., Решетняков Э.Д. Радонметрические исследования Шубаркольского угольного месторождения// Международный журнал прикладных наук и технологий "Integral" №1/2024.