

Радонометрические исследования Шубаркольского месторождения

МУРТАЗИНА Фариза Ермахамбетовна, докторант, farizakhy@gmail.com,
***ЕФРЕМОВА Светлана Сергеевна**, преподаватель, svetik_1976@bk.ru,
ШМИДТ-ФЕДОТОВА Ирина Михайловна, PhD, преподаватель, irinka.shmidt@mail.ru,
БЕЛГІБАЕВ Қайрат Игібайұлы, докторант, belgibayev_k@mail.ru,
НАО «Карагандинский технический университет имени Абылкаса Сагинова»,
пр. Н. Назарбаева, 56, Караганда, Казахстан,
*автор-корреспондент.

Аннотация. Представлены результаты радонометрических исследований на прибортовых участках Шубаркольского месторождения угля. Рассматриваются механизмы формирования аномалий радоновых эманаций в зонах тектонических разломов. Радон концентрируется в разломных структурах, что позволяет использовать его для картирования тектонических нарушений. Исследования проводились методом эманационной съемки с использованием радиометров РГА-500. Измерения выполнялись по профильным линиям, выявляющим потенциальные зоны тектонической подвижности. Для минимизации внешних влияний учитывались состав пород, покровные отложения, уровень грунтовых вод и влажность почвы. Результаты позволили детализировать зоны структурного ослабления массива и подтвердили их параметры, определённые другими геофизическими методами. Установлена связь концентрации радона с амплитудой микросейсмических колебаний. Метод эманационной съемки доказал эффективность для прогнозирования деформационных процессов и оценки устойчивости бортов разреза.

Ключевые слова: радонометрия, эманационная съемка, тектонические разломы, геодинамическая активность, структурное ослабление, объемная активность радона, почвенный воздух, разрывные нарушения, микросейсмические колебания, нормирование данных, картирование, буровзрывные работы, геофизические методы.

Введение

Природа и механизм образования аномалий эманаций радона над тектоническими дизъюнктивными зонами связаны с современной геодинамической активностью. Свойства радона и условия, формирующиеся между временно консолидированными блоками горного массива, обеспечивают картину распределения этих участков. Радон в данном случае выступает в роли природного индикатора.

Методы исследования

Генерация радона в горных породах происходит непрерывно. Как и материнские радионуклиды, радон присутствует в разных количествах во всех горных породах. Через поры и микротрещины радон перемещается под влиянием диффузного, конвективного и эффузионного механизмами распространения перемещается, как и другие газы, в земной коре и аккумулируется в зонах тектонических нарушений. Еще одной причиной формирования аномалий радона, также

вызванных повышенной проницаемостью подвижных разломных зон, может быть увеличение концентрации материнских радиоэлементов, в частности радия, что связано со вторичными скоплениями в трещинах и на контактах нарушенных пород. Переотложенные радийсодержащие соединения активно сорбируются выветрелыми до глинистого состояния породами разломной зоны и также принимают участие в формировании аномалий радона.

Установлено, что под влиянием вибраций наблюдается повышение интенсивности выделения радона из горных пород, причем дифференцированное в зависимости от частоты вибровоздействия. Исходя из этого, аномалии объемной активности радона надразломных зон можно рассматривать как признак подвижности этих структур независимо от мощности осадочных пород. Аномалии радона при значительных толщах осадочных пород связаны, в большей степени, с повышенным выделением радона из пород

осадочного комплекса, входящих в зону геодинамического влияния этого нарушения [1,2].

Таким образом, формируются аномалии радоновых эманацй над участками тектонических разломов, а значения радоновых эманацй непосредственно зависят от степени развития открытой трещиноватости и интенсивности вибровоздействия, являющихся проявлением современной геодинамической активности.

Глубинность картирования тектонических структур интенсивностью современных геодинамических процессов, активизирующих радоновые эманацй из покровных отложений [3]. Измерения объемной активности радона (Бк/м³) в почвенном воздухе выполняются радиометрами альфа-активных газов РГА-500 по профильным линиям из шпуров, глубиной 0,8 – 1,0 м.

С целью определения геодинамической составляющей формирования поля радона, выполняется нормирование значений объемной активности радона в почвенном воздухе. Для этого полученные в результате измерений значения объемной активности радона группируются по принадлежности к однотипным участкам:

- по вещественному составу горных пород;
- по диффузионным свойствам покровных отложений;
- по положению уровня грунтовых вод;

Кроме того, при группировании учитывается временной период измерений.

Рассчитываются нормированные значения объемной активности радона для каждой точки измерения группы:

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

где N_i – нормированная объемная активность радона точки измерения i , безразмерная величина;

Q_i – значение объемной активности радона в почвенном воздухе точки измерения на профильной линии, Бк/м³;

$Q_{\text{ср. группы}}$ – среднеарифметическое значение объемной активности радона в почвенном воздухе группы значений, Бк/м³.

Составляется карта распределения нормированных значений объемной активности радона в почвенном воздухе изучаемой территории, на основе которой осуществляется её геодинамическое районирование [4].

При помощи нормирования устраняется влияние нетектонических факторов, выделяется геодинамическая составляющая формирования поля радона, тем самым позволяя использовать результаты эманацйной съемки для ранжирования трещиноватых участков по степени современной геодина-

мической активности и по степени деформирования [5].

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 эманацйной съемки в условиях горного массива Шубаркольского месторождения угля для опережающего определения структурно-геодинамической модели прибортового массива, определения индекса геодинамической активности выявленных деформационных участков.

Эманацйная съемка выполнена на прибортовых участках №№ 1; 2; 3, в створе и параллельно экспериментальным выемочным блокам [6].

Картина поля радоновых эманацй отражает блочную структуру исследуемых участков горного массива месторождения, с четким выделением геодинамически активных межблоковых пространств – разрывных нарушений. Результаты радонометрии отражают дифференциацию изучаемых участков массива по степени структурного ослабления, современной геодинамической активности и отражают их пространственные параметры [7].

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

На участке выполнены измерения объемной активности радона по двум профильным линиям Ir–Ir и IIr–IIr в меридиональном направлении, протяженностью 200 м. Расстояние между профильными линиями 30 м. Расстояние между точками измерения 10 м (рисунок 1).

По данным радонометрии, в целом по участку исследований значения концентрации радона в почвенном воздухе изменяются от 363Бк/м³ до 4138 Бк/м³. Нормированные значения объемной активности радона изменяются от 0,3 до 2,1. Основные разрывные нарушения имеют азимут простирания 60°.

Прибортовой участок радонометрических исследований №2. На участке выполнены измерения объемной активности радона по двум профильным линиям IIIr–IIIr и IVr–IVr в широтном направлении, протяженностью 300 м. Расстояние между профилями 30 м.

Расстояние между точками измерения 10 м (рисунок 2).

По данным радонометрии, по участку исследований значения концентрации радона в почвенном воздухе изменяются от 145 Бк/м³ до 1960 Бк/м³. Нормированные значения объемной активности радона изменяются от 0,2 до 2,8. Основные разрывные нарушения имеют азимут простирания 300°.

На участке №3 выполнены измерения объемной активности радона по двум профильным линиям Vr–Vr и VIr–VIr в широтном направлении, протяженностью 200 м. Расстояние между профильными линиями 30 м. Расстояние между точками измерения 10 м (рисунок 3).

По данным радонометрии, в целом по участку исследований значения концентра-

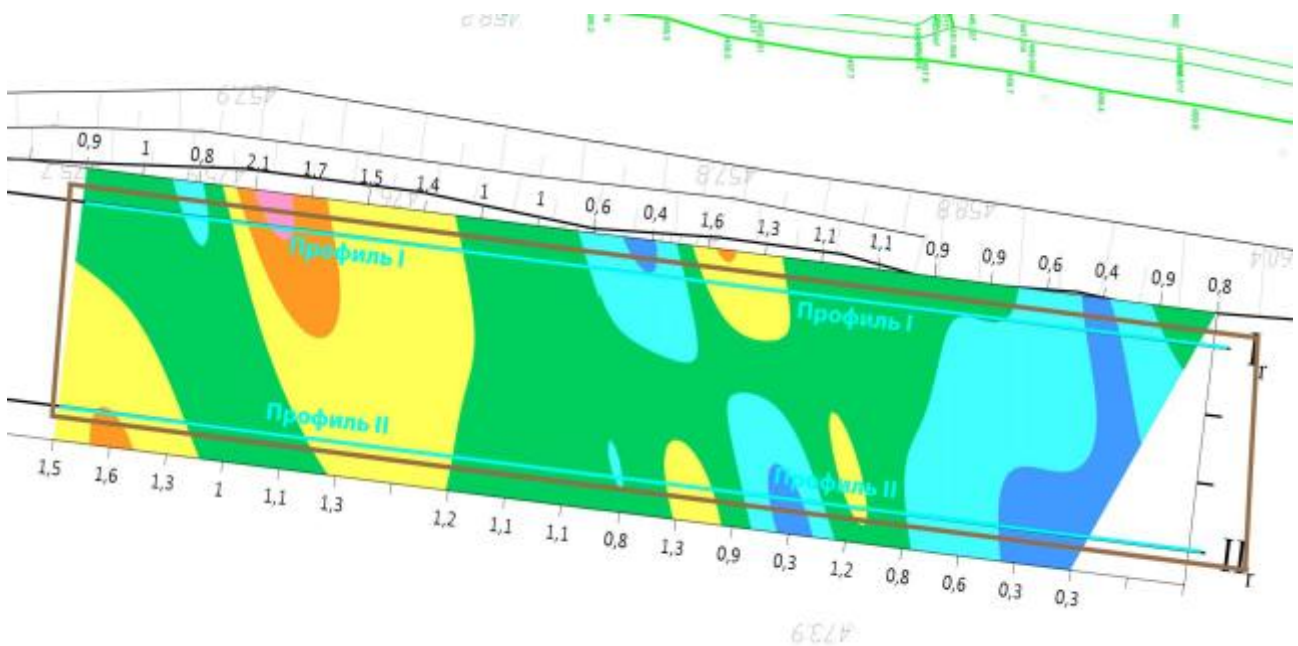


Рисунок 1 – Результаты радонометрических профилей на прибортовом участке № 1

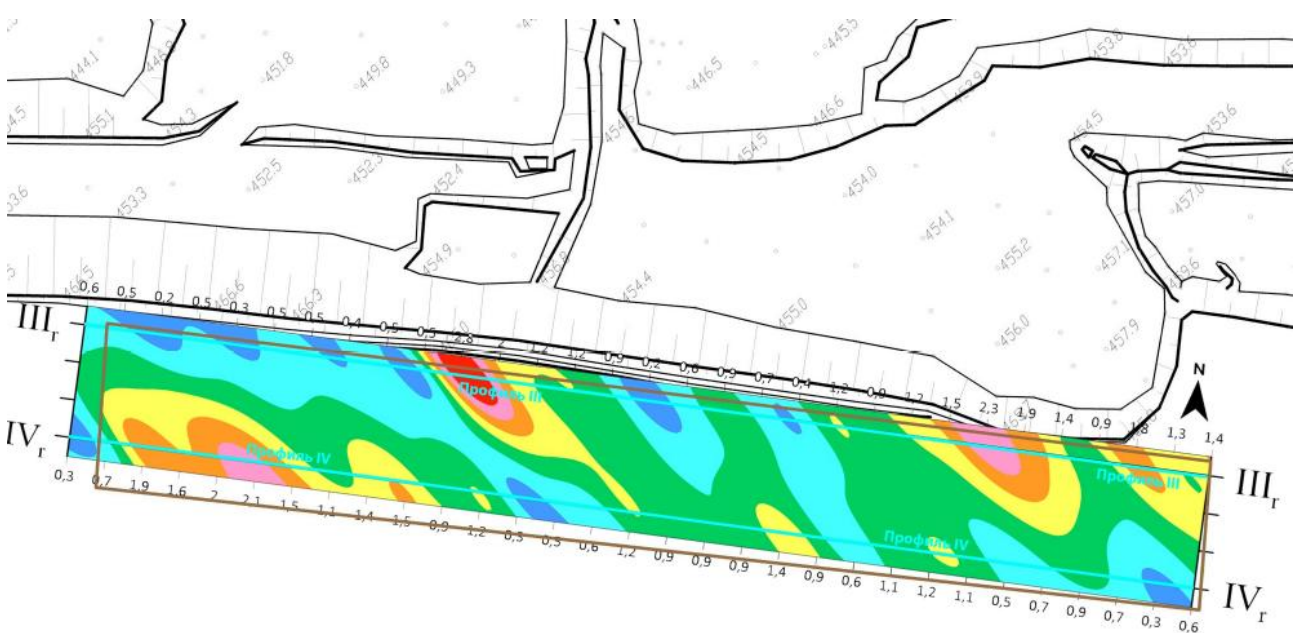


Рисунок 2 – Схема расположения профилей радонометрии с результатами на прибортовом участке № 2

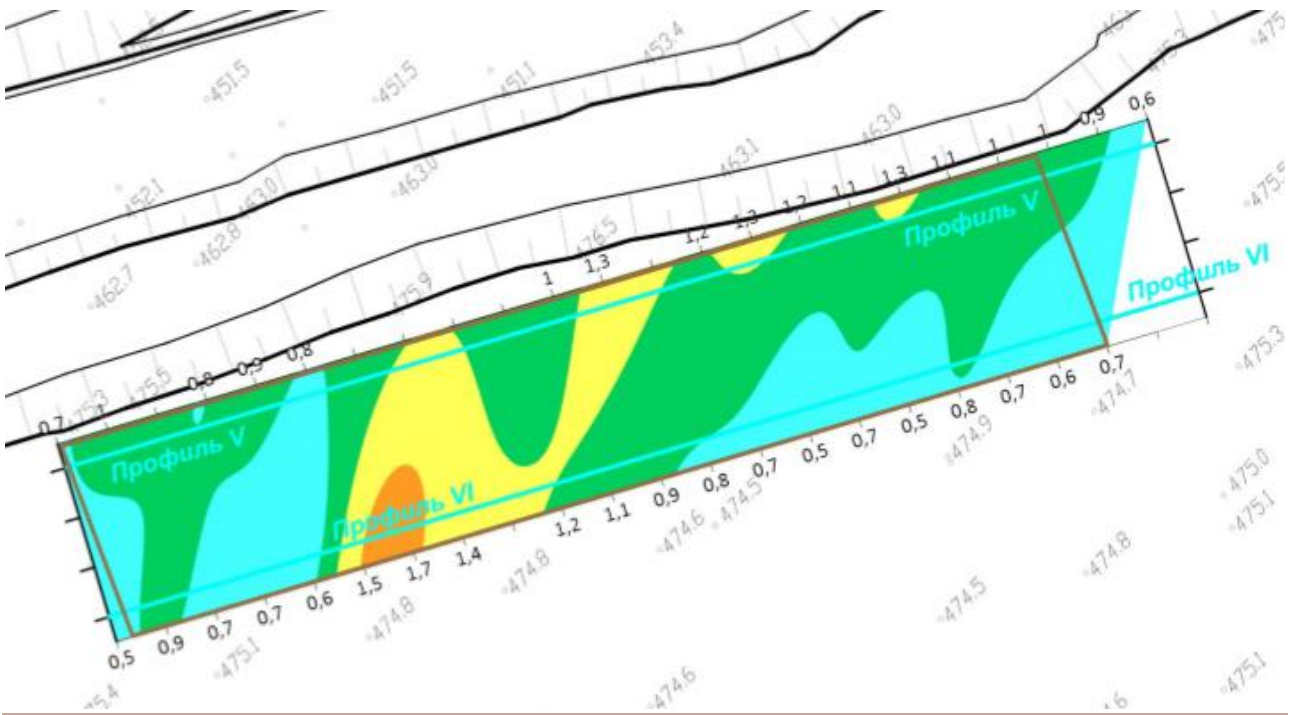


Рисунок 3 – Результаты измерений участка № 3

ции радона в почвенном воздухе изменяются от 835 Бк/м³ до 3703 Бк/м³. Нормированные значения объемной активности радона изменяются от 0,5 до 1,7 [8]. Основные нарушения имеют азимут простирания 15°.

Выводы

1. Использование эманационной съемки на прибортовых участках в створе экспериментальных выемочных блоков выполнялось в качестве заверочного метода при определении геомеханического состояния горного массива.

2. Результаты исследований подтвердили пространственные параметры зон структурного ослабления, полученные другими геофизическими методами непосредственно на выемочных блоках.

3. 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.

Благодарность

Исследование профинансировано Комитетом науки Министерства науки и высшего образования Республики Казахстан в рамках программно-целевого финансирования по реализации научной, научно-технической программы ИРН № BR24993009.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Горбушина Л.В., Рябоштан Ю.С. Эманационный метод индикации геодинамических процессов при инженерно-геологических изысканиях // Советская геология. 1975. № 4. С. 48-50.
2. Адушкин В.В., Спивак А.А., Кожухов С.А., Кукушкин Ю.В. Резонансные особенности эсхалиции природного радона // ДАН. 2005. Т. 400. № 3. С. 369-371.
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 // Горный информационно-аналитический бюллетень

- тьень. 2011. № 7. С. 97-100.
4. Далатазин Т.Ш. Трансформация поля радоновых эманацій 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. № 1. С. 13-19.
 5. Подымов И.С., Подымова Т.М. Мониторинг состояния гидрогеодеформационного поля по плотности потока радона из грунта // Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон моря. 2016. № 1. С. 56-62.
 6. Сухоруков М.В., Спивак А.А. Пространственно-временные особенности поля радона в связи с тектоническими структурами // Успехи современного естествознания. 2017. № 1. С. 94-99.
 7. Стась Г.В., Арди М.Н. Геологические условия, определяющие формирование радиационной обстановки // Известия ТулГУ. Науки о Земле. 2015. № 1. С. 93-100.
 8. Jianwei Cheng, Yan Wu, Haiming Xu, Jin Liu, Yekang Yang, Huangjun Deng, Yi Wang. Comprehensive and Integrated Mine Ventilation Consultation Model – CIMVCM // Tunnelling and Underground Space Technology. 2015. Volume 45. Pp. 166-180.

Шұбаркөл кен орнын радонометриялық зерттеу

МУРТАЗИНА Фариза Ермахамбетқызы, докторант, farizakhy@gmail.com,
***ЕФРЕМОВА Светлана Сергеевна**, оқытушы, svetik_1976@bk.ru,
ШМИДТ-ФЕДОТОВА Ирина Михайловна, PhD, оқытушы, irinka.shmidt@mail.ru,
БЕЛГІБАЕВ Қайрат Игібайұлы, докторант, belgibayev_k@mail.ru,
«Әбілқас Сағынов атындағы Қарағанды техникалық университеті» КеАҚ, Н. Назарбаев даңғылы, 56, Қарағанды, Қазақстан,
*автор-корреспондент.

Аңдатпа. Шұбаркөл көмір кен орнының аспаптық учаскелеріндегі радонометриялық зерттеулердің нәтижелері келтірілген. Тектоникалық ақаулар аймақтарында радон эманациясының ауытқуларын қалыптастыру механизмдері қарастырылады. Радон ақаулы құрылымдарда шоғырланған, бұл оны тектоникалық бұзылуларды картаға түсіру үшін пайдалануға мүмкіндік береді. Зерттеулер РГА-500 радиометрлерін қолдана отырып, эманациялық зерттеу әдісімен жүргізілді. Өлшеулер тектоникалық қозғалғыштықтың ықтимал аймақтарын анықтайтын профиль сызықтары бойынша жүргізілді. Сыртқы әсерлерді азайту үшін тау жыныстарының құрамы, жабын шөгінділері, жер асты суларының деңгейі және топырақтың ылғалдылығы ескерілді. Нәтижелер массивтің құрылымдық әлсіреу аймақтарын егжей-тегжейлі көрсетуге мүмкіндік берді және олардың басқа геофизикалық әдістермен анықталған параметрлерін растады. Радон концентрациясының микросейсмикалық тербелістердің амплитудасымен байланысы анықталды. Эманациялық түсіру әдісі деформациялық процестерді болжау және кесу тақталарының тұрақтылығын бағалау үшін тиімді екенін дәлелдеді.

Кілт сөздер: радонометрия, эманациялық зерттеу, тектоникалық бұзылулар, геодинамикалық белсенділік, құрылымдық әлсіреу, радон көлемінің белсенділігі, топырақ ауасы, бұзылулар, микросейсмикалық тербеліс, деректерді нормалау, картаға түсіру, бұрғылау және жару жұмыстары, геофизикалық әдістер.

Radonometric Studies of the Shubarkolskoye Field

MURTAZINA Fariza, Doctoral Student, farizakhy@gmail.com,
***EFREMOVA Svetlana**, Teacher, svetik_1976@bk.ru,
SHMIDT-FEDOTOVA Irina, PhD, Teacher, irinka.shmidt@mail.ru,
BELGIBAEV Kairat, Doctoral Student, belgibayev_k@mail.ru,
NPJSC «Abylqas Saginov Karaganda Technical University», 56 N. Nazarbayev Avenue,
Karaganda, Kazakhstan,

*corresponding author.

Abstract. *The article presents the results of radonometric studies at the instrument sites of the Shubarkol coal deposit. The mechanisms of formation of radon emanation anomalies in tectonic fault zones are considered. Radon is concentrated in fault structures, which makes it possible to use it for mapping tectonic disturbances. The research was carried out by the method of emanation survey using RGA-500 radiometers. The measurements were carried out along profile lines, revealing potential zones of tectonic mobility. To minimize external influences, the composition of rocks, cover deposits, groundwater level and soil moisture were taken into account. The results made it possible to detail the zones of structural weakening of the massif and confirmed their parameters determined by other geophysical methods. A relationship between the radon concentration and the amplitude of microseismic oscillations has been established. The method of emanation survey has proven effective for predicting deformation processes and assessing the stability of the sides of the section.*

Keywords: *radonmetry, emanation survey, tectonic faults, geodynamic activity, structural weakening, radon volume activity, soil air, faults, microseismic vibrations, data normalization, mapping, drilling and blasting operations, geophysical methods.*

REFERENCES

1. Gorbushina L.V., Ryaboshtan Yu.S. An emanation method for indicating geodynamic processes in engineering and geological surveys // *Soviet Geology*. 1975. № 4. Pp. 48-50.
2. Adushkin V.V., Spivak A.A., Kozhukhov S.A., Kukushkin Yu.V. Resonant features of natural radon escalation // *Reports of the Academy of Sciences*. 2005. Volume 400. № 3. Pp. 369-371.
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 subsurface use facilities // *Mining information and analytical bulletin*. 2011. № 7. Pp. 97-100.
4. Dalatkazin T.Sh. Transformation of the radon emanation field in the zone of anthropogenic impact of mining operations during the development of the Southern deposit of the Peschanskaya group of deposits // *Problems of subsurface use [electronic resource]: a peer-reviewed collection of scientific articles: Institute of Mining of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences*. 2015. № 1. Pp. 13-19.
5. Podymov I.S., Podymova T.M. Monitoring of the state of the hydrogeodeformation field by radon flux density from the ground // *Environmental safety of the coastal and offshore zones of the sea*. 2016. № 1. Pp. 56-62.
6. Sukhorukov M.V., Spivak A.A. Spatial and temporal features of the radon field in connection with tectonic structures // *The successes of modern natural science*. 2017. № 1. Pp. 94-99.
7. Stas' G.V., Ardi M.N. Geological conditions determining the formation of the radiation environment // *Izvestia Tula State University. Earth Sciences*. 2015. № 1. Pp. 93-100.
8. Jianwei Cheng, Yan Wu, Haiming Xu, Jin Liu, Yekang Yang, Huangjun Deng, Yi Wang. Comprehensive and Integrated Mine Ventilation Consultation Model – CIMVCM // *Tunnelling and Underground Space Technology*. 2015. Volume 45. Pp. 166-180.