

УДК 622.874

МОНИТОРИНГ РАДИАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ТЕРРИТОРИИ КУЗБАССА

Кулик Д.П., студент гр. ФПс-141, V курс
Научный руководитель: Простов С.М., д.т.н., профессор
Кузбасский государственный технический университет
имени Т.Ф. Горбачева
г. Кемерово

Экологический мониторинг окружающей среды представляет собой систему наблюдений за состоянием объектов окружающей среды для оценки их фактического уровня загрязнения и предупреждения о создающихся критических ситуациях, вредных для здоровья людей и других живых организмов, рационального использования природных ресурсов и обеспечения стабильного функционирования геосистем различного хозяйственного назначения. На территории Кемеровской области ведутся системные наблюдения по следующим направлениям [1]:

- *мониторинг состояния атмосферного воздуха;*
- *мониторинг радиационной обстановки;*
- *мониторинг земель;*
- *мониторинг лесов;*
- *агроэкологический мониторинг;*
- *мониторинг состояния геологической среды;*
- *горно-экологический мониторинг.*

На горнодобывающих предприятиях экологический мониторинг постоянно ведется на всех стадиях горных работ. В частности на Новосергеевском поле Краснобродского разреза проводится мониторинг по наличию токсичных веществ, наиболее опасные из которых приведены в табл.1.

Таблица 1 - Сводные результаты анализов карьерных вод на Новосергеевском поле Краснобродского угольного разреза

Наименование вещества	Средние концентрации, мг/л	ПДК
Сульфаты	216,98	
Хлориды	21,4	
Железо	0,21	
Азот аммонийный	0,27	
Ион нитритов	0,12	
Нефтепродукты	0,068	
Никель	0,01	

Одним из самых опасных факторов, влияющих как на организм человека, так и на другие живые организмы является радиация. Она присутствует

вокруг нас повсеместно – важно находится там, где ее количество находится в допустимых нормах.

На ряду с радиоактивными изотопами металлов, одним из наиболее опасных по воздействию на человека является газ радон, который до настоящего времени не входит в число веществ, подлежащих мониторингу при ведении горных работ.

Радон - природный радиоактивный газ, продукт полураспада природного урана, рассеянного в земной коре. Он отвечает за 50-60% всей годовой дозы природного излучения и встречается повсеместно. Этот газ и продукты его распада излучают весьма опасные альфа - частицы, которые разрушают живые клетки. Прилипая к микроскопическим пылинкам, альфа - частицы создают радиоактивную аэрозоль, которая попадает в организм человека при вдыхании, так происходит облучение клеток дыхательных органов. Значительные дозы могут спровоцировать рак легких или лейкемию. По данным отечественных и зарубежных исследований, воздействие радона является первой после курения табака причиной рака легких в мире [2].

Выделение радона происходит в любом типе почв. Потому проблема повышения уровня концентрации этого газа актуальна для всего мира. Но особенно - для тех территорий, где, как в Кемеровской области, очень распространены горные формы рельефа, отличающиеся повышенным содержанием урана и активным выделением радона. Поэтому уровень его концентрации в Кузбассе в среднем выше, чем на равнинных территориях [3,4].

Одной из компаний, занимающихся измерением радона в Кемеровской области, является ООО "НООСТРОЙ". Измерения плотности потока радона с поверхности земли производятся по методике, основные принципы которой приведены ниже:

- Установка накопительных камер с активированным углем. Это вещество имеет свойство очень эффективно впитывать радон, в результате чего за относительно короткий промежуток времени накапливается достаточное количество продуктов радиоактивного распада, чтобы сделать выводы об активности радона на площадке. Камеры должны располагаться на расстоянии от 20 до 100 см друг от друга, при этом участок закладки камеры очищается от растительности и крупных камней (рис. 1). При измерении фактической объемной активности камеры должны быть погружены на глубину 20 – 50 см. Перед закладкой емкости встряхиваются, чтобы уголь распределился более равномерно, и лучше абсорбировал радон.
- Для сбора информации необходимо оставить приспособления в земле на период от 4 до 10 часов, после чего отправить в лабораторию для исследования. С помощью радиометра "Альфард плюс" определяется плотность потока радона (рис. 2). После сбора данных со всех контрольных точек проводятся дополнительные расчеты для подведения итогов и вынесения заключения о радоне на участке.



Рис. 1. Накопительная камера НК-32 с активированным углем



Рис. 2. Комплекс измерительный для мониторинга радона, торона и их дочерних продуктов "Альффард плюс"

По действующим в настоящее время в России Нормам радиационной безопасности (НРБ-99) допустимая концентрация радона в воздухе не должна превышать 100 мБк/м^3 (для зданий построенных после 1999 года) и 200 мБк/м^3 (для ранее построенных зданий).

В зависимости от уровня плотности потока радона с поверхности почвы определяют три класса опасности участка, согласно СП 11-102-97:

- 1 класс: до $80 \text{ мБк/м}^2 \cdot \text{с}$. Низкий уровень опасности, для обеспечения безопасности достаточно обычной общеобменной вентиляционной системы, с помощью которой радиоактивный газ будет успевать удаляться, не накапливаясь.
- 2 класс: $80 - 200 \text{ мБк/м}^2 \cdot \text{с}$. Средний уровень опасности, требуется умеренная защита: применяются особые требования по обустройству фундамента, повышенные требования по гидроизоляции. Особое внимание уделяется вентиляции.
- 3 класс: свыше $200 \text{ мБк/м}^2 \cdot \text{с}$. Высокий уровень опасности, требующий максимальных мер защиты объекта. Применяются особые конструкции фундамента для предотвращения попадания газа внутрь помещения, предусматриваются уплотнения для всех люков, ведущих в подвальные помещения, используется кольцевой дренаж и прочие методы защиты. В некоторых случаях воздух приходится пропускать через фильтр.

Результаты измерения плотности потока радона с поверхности почвы по 19 участкам Кемеровской области представлены в табл.2 и рис 3.

Таблица 2 - Результаты определения плотности потока радона с поверхности почвы (по данным ООО "НООСТРОЙ")

Участок	Плотность потока радона с поверхности почвы с учетом погрешности, мБк/м ² ·с		Класс опасности участка
	min	max	
г. Полысаево, Квартал «В», дом №3	<20	-	I
г. Кемерово, строительство много-квартирного дома	<20	106	I
г. Кемерово, ул.Институтская, 25.	<20	-	I
г. Березовский, зона склада ВМ ООО «Азот Майнинг Сервис»	<20	118	I
ул. Сосновая в Восточном жилом районе Анжеро-Судженского городского округа	80	131	II
Жилой дом №1 по ул. Луначарского в г. Полысаево.	<20	148	II
п. Трудармейский, ул. 60 лет Октября	48	134	I
Жилой дом №2 по ул. Луначарского в г. Полысаево.	117	173	II
Кемеровская область, Ленинск-Кузнецкий район, с. Подгорное	51	173	I
Многоэтажный жилой дом №1: г. Кемерово, заводский район, микрорайон №15	<20	-	I
Кемеровская область, пгт. Верх-Чебула, ул. Юбилейная, 10	42	83	I
г. Кемерово, Центральный район, микрорайон № 15А. Жилой комплекс «В», дом № 10	71	127	II
г. Кемерово, Заводский район, м-он 52, 12-14-16-ти этажный жилой дом № 33 по ул. Сарыгина	<20	98	I
МБУ ДОЛ «Чайка», г. Междуреченск, территория Новый Улус детский лагерь Чайка, 1	<20	44	I
Жилой дом № 1 по ул. Луначарского г. Полысаево	<20	142	II
Микрорайон №72 Ленинского района г. Кемерово	<20	122	I
Жилой дом №2 по ул. Луначарского в г. Полысаево	<20	162	II
г. Кемерово, Центральный район, микрорайон №15А, ул. Терешковой 16, 16а, 16б, 16в, 16г	<20	68	I
Кемерово, пр. Ленинградский, 55 корпус 1; пр. Ленинградский, 55 корпус	<20	82	I

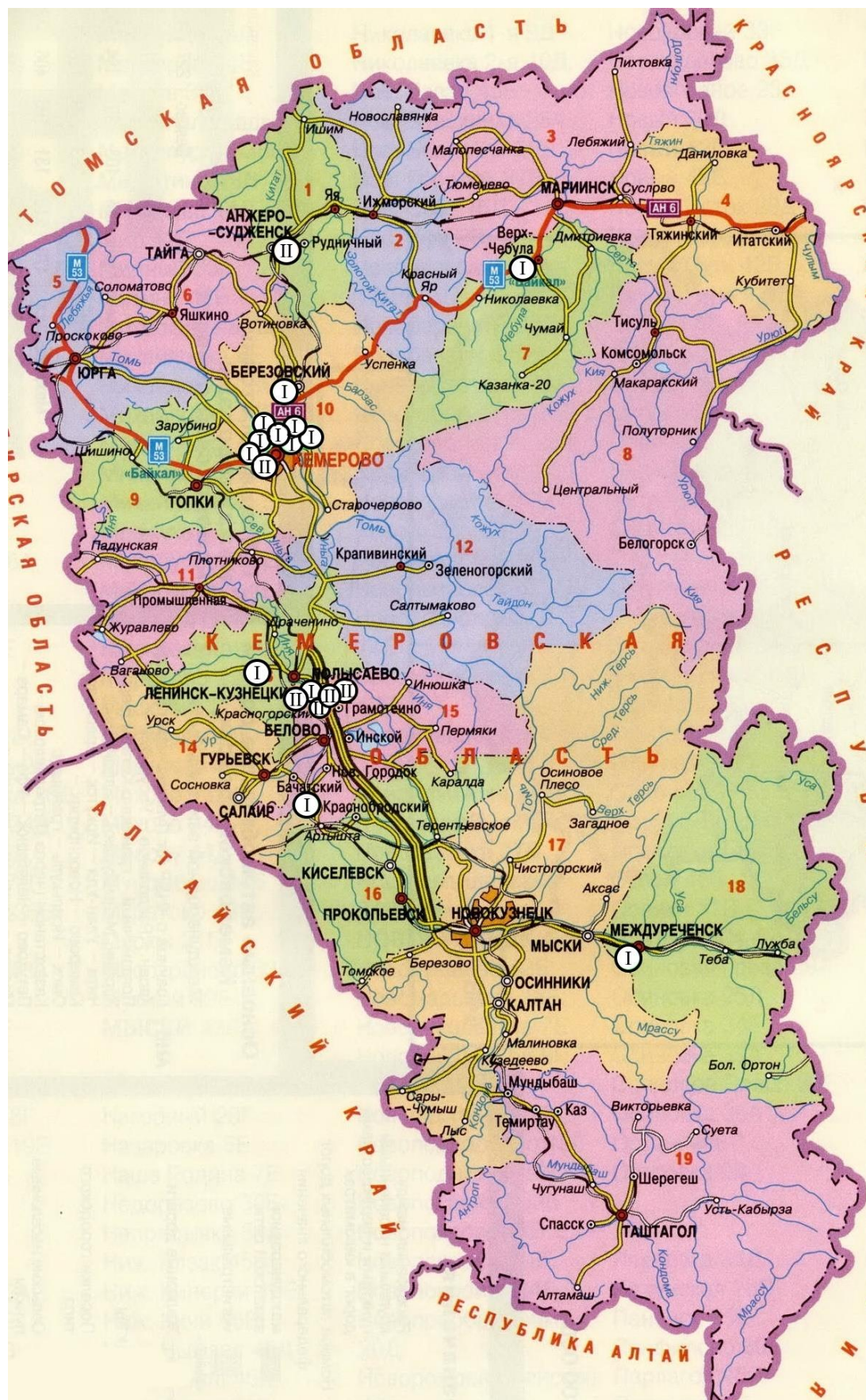


Рис. 3. Результаты определения плотности потока радона с почвы по Кемеровской области компанией ООО "НООСТРОЙ" :
I-III - класс опасности участка по радону

В табл. 3 приведены данные о концентрации радиоактивного изотопа радона ^{222}Rn в жилых общественных зданиях городов Кемеровской области.

Таблица 3 - Концентрации радиоактивного радона в жилых и общественных зданиях, введенных в эксплуатацию в 1997 г. (по данным Кемеровского облЦГСЭН)

№	Административный пункт	Количество обследованных зданий	Общее количество измерений радона	Количество измерений больше нормы (100 Бк/м ³)	Концентрация превышающая значение min	^{222}Rn , Бк/м ³ нормативное max
1	Кемерово	25	115	28	149	372
2	Новокузнецк	11	110			
3	Прокопьевск	6	48			
4	Анжеро-Судженск	3	28	16	131	142
5	Юрга	2	8	8	115	182
6	Мариинск	2	15	2	107	114
7	Белово	20	52	19	113	239
8	Тисуль	1	6			
9	Кедровка	1	9			

По результатам исследований около сотни жилых домов учёные-генетики из Кемеровского государственного университета получили достаточно высокие уровни концентрации радона (от 50% до 100% ПДК) в частных одноэтажных домах. Примерно в половине из них уровень был близок к предельно допустимому. Превышение ПДК выявлено в двенадцати процентах домов, что соответствует среднемировому показателю. Достаточно высокие концентрации газа отмечены на первых этажах многоквартирных домов, построенных более двадцати лет назад. В домах же современной постройки превышений норм обнаружено не было. Предварительные результаты показывают, что возможно существование зависимости числа повреждений хромосом от уровня концентрации радона[2].

В целом, радиационная ситуация в регионе признается удовлетворительной, однако на угольных шахтах, разрезах и на территории области имеются локальные потенциально опасные по радиационному загрязнению участки. Имеется также возможность внешних радиационных воздействий со стороны относительно близко расположенного крупного предприятия по переработке ядерных материалов в Томске, а также воздействий, связанных с последствиями проводившихся ядерных испытаний на Семипалатинском полигоне и подземного ядерного взрыва в Чебулинском районе Кемеровской области в сентябре 1984 г. Воздействие ионизирующего излучения на организм может проявиться в отдаленные сроки. Среднее значение латентного периода для злокачественных образований различных органов 20-25 лет.

Исследования последних лет показали, что радон необходимо учитывать в структуре газового баланса угледобывающих шахт. Основными источниками радоновыделений в горные выработки являются разрабатываемые угольные пласты и вмещающие породы с повышенными содержаниями природных радионуклидов, а так же подземные воды, насыщенные растворенным радоном, и в ряде случаев — осадки шахтных вод, содержащие в своем составе нерастворимые соли радия .

Содержание радионуклидов в горных породах и ЭРОА радона в воздухе сильно различаются для каждой шахты и для каждого пласта. Так, в подземных выработках ряда угледобывающих шахт были зафиксированы превышения установленных гигиенических нормативов ЭРОА радона: ш. «Зенковская» (г. Прокопьевск) – 410 Бк/м³, ш. «Заречная» (г. Полысаево) – 960 Бк/м³, ш. «Байдаевская» (г. Новокузнецк) – до 6000 Бк/м³ (закрита в 1997 году) . Приведенные данные указывают на необходимость разработки и внедрения мероприятий по радиационной защите персонала угольных шахт и разрезов[3,4].

Из представленных данных следует вывод о необходимости проведения измерений и мониторинга радона и его дочерних продуктов на территории Кемеровской области. На данный момент замеры радона не являются обязательными на угледобывающих предприятиях и этой проблеме уделено очень мало внимания.

Список литературы:

1. СП 11-102-97. Свод правил. Инженерно-экологические изыскания для строительства. Введ. 15.08.97, - Москва: [б.и.], 1997. - 38 с.
2. Кемеровские генетики изучают влияние радона на горожан [Электронный ресурс] / Ю. Потапова. - Электрон. текстовые дан. - Кемерово: [б.и.], 2017. Режим доступа: <http://www.sib-science.info/ru/news/izuchat-vliyanie-11052017>
3. Коршунов Г. И. Прогноз радиационной обстановки в подземных выработках шахт и рудников // Г. И. Коршунов, Н. А. Мироненкова // ГИАБ. - 2015. - № 7 - С. 196 - 200.
4. Игнатова А. Ю. Состояние и анализ комплексного экологического мониторинга на угольных предприятиях Кузбасса [текст] / А.Ю. Игнатова , Э.А. Чередников, Н.Л. Чурина // Вестник Кузбасского государственного технического университета: сб. статей. - Кемерово, 2003. - С. 66 - 70.