

DOI: 10.25558/VOSTNII.2019.13.3.008

УДК 622.874

© С.М. Простов, Д.П. Кулик, Е.А. Шабанов, 2019

С.М. ПРОСТОВ

д-р техн. наук, профессор,
профессор кафедры
КузГТУ, г. Кемерово
e-mail: psm.kem@mail.ru



Д.П. КУЛИК

студент
КузГТУ, г. Кемерово
e-mail: kulikdenis1996@mail.ru



Е.А. ШАБАНОВ

канд. техн. наук,
доцент кафедры
КузГТУ, г. Кемерово
e-mail: evgenshab@mail.ru



ПРОГНОЗ РАДОНОВОЙ ОПАСНОСТИ В КЕМЕРОВСКОЙ ОБЛАСТИ

Изложены основные виды экологического контроля окружающей среды на территории Кемеровской области. Проанализированы данные о результатах замеров концентрации загрязняющих веществ в карьерных водах Краснобродского угольного разреза. Приведены наиболее опасные для организма человека загрязняющие вещества. Приведена методика выполнения замеров плотности потока радона при помощи специальных приборов и камер. Описаны результаты замеров плотности потока радона по различным объектам на территории Кузбасса. Сформирована база данных для интерпретации результатов экспериментальных замеров при контроле изменения степени загрязнения. Сделан вывод о необходимости проведения измерений и контроля радона, а также его дочерних продуктов на территории Кемеровской области.

Ключевые слова: РАДИОАКТИВНЫЕ ВЕЩЕСТВА, РАДОН, МОНИТОРИНГ, ОКРУЖАЮЩАЯ СРЕДА, ПРЕДЕЛЬНО ДОПУСТИМАЯ КОНЦЕНТРАЦИЯ, ПЛОТНОСТЬ ПОТОКА.

Экологический контроль состояния окружающей среды представляет собой комплексную систему мониторинга объектов окружающей среды для контроля уровня фактического

загрязнения и заблаговременного предупреждения возникающих критических ситуациях, вредных для здоровья людей и живых организмов, использования рациональным

образом природных ресурсов. На территории Кузбасса ведется мониторинг по следующим направлениям:

- состояние атмосферного воздуха;
- радиационная обстановка;
- контроль состояния земель;
- контроль состояния лесов;
- агроэкологическая обстановка;
- состояние геологической среды;
- горно-экологический контроль.

На горнодобывающих и горноперера-

батывающих предприятиях экологический контроль ведется постоянно на всех этапах производства горных работ [1]. В частности на Краснобродском разрезе, расположенном на Новосергеевском поле, проводится контроль содержания загрязняющих веществ. В табл. 1 приведены наиболее опасные из загрязняющих веществ, найденные в результате проведенных исследований карьерных вод Краснобродского угольного разреза.

Таблица 1

Результаты исследований карьерных вод Краснобродского угольного разреза на Новосергеевском поле

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

Одним из опасных факторов, оказывающих влияние и на организм человека, и на другие живые организмы и растения, является радиация. Радиация находится вокруг нас повсеместно — очень важно для человека находиться в тех местах, где ее количество присутствует в допустимых пределах.

Помимо радиоактивных изотопов металлов, одним из наиболее опасных для человека является радон [2–4], содержание которого не фиксируется при мониторинге во время ведения горных работ, так как он не входит в перечень веществ, подлежащих контролю.

Радон — это природный радиоактивный газ. Он составляет 50–60 % дозы радиации, получаемой человеком за один год от природного излучения, и встречается повсеместно. Радон и продукты его распада излучают опасные альфа-частицы, которые разрушают живые клетки. Альфа-частицы создают радиоактивную аэрозоль в момент прилипания к микроскопическим частицам, попадающим в организм человека в процессе дыхания, так

происходит облучение клеток дыхательных органов.

Любой тип почв выделяет радон, в связи с этим проблема повышенного уровня скопления этого газа актуальна для всего мира [5–8]. Для таких территорий, как Кузбасс, где распространены горные формы рельефа, для которых характерно, как правило, большее содержание урана и активное выделение радона, данная проблема становится особенно актуальной. Уровень содержания радона в воздухе в Кемеровской области выше, чем на обычных равнинных территориях.

ООО «НООСТРОЙ» — одна из компаний, занимающихся за мерами концентрации радона в Кузбассе. По специальной методике производит измерения плотности потока радона с поверхности земли [9]. Основные принципы данной методики приведены ниже:

1. Монтаж накопительных камер с активированным углем. Активированный уголь способен очень эффективно впитывать радон, в связи с чем за короткий промежуток времени

накапливается большое количество продуктов радиоактивного распада, для того чтобы сделать выводы об активности радона на участке замера. Данные камеры необходимо располагать на расстоянии от 200 до 1000 мм друг от друга, при этом место закладки камеры необходимо очистить от растений и крупных камней (рис. 1). Для измерения объемной фактической активности, камеры необходимо погрузить на глубину 200–500 мм. Перед установкой емкости, камеры встряхиваются, чтобы активированный уголь распределился



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

В настоящее время в Российской Федерации действуют Нормы радиационной безопасности (НРБ-99), согласно которым ПДК радона в воздухе не должна превышать 200 мБк/м³ (для зданий, построенных раньше 1999 года) и 100 мБк/м³ (для зданий, построенных после 1999 года).

Согласно существующим нормам (Свод правил 11-102-97В) выделяют 3 класса опасности объекта, который зависит от уровня плотности потока радиоактивного газа (радона) с поверхности почвы:

I класс: менее 80 мБк/м²·с. Уровень опасности — «низкий». Для обеспечения безопасной эксплуатации зданий достаточно обычной системы общеобменной вентиляции, с помощью которой радон будет успевать уда-

равномерно и наилучшим образом абсорбировал радон.

2. Для сбора необходимой информации нужно оставить приспособления в земле на период времени от 4 до 10 часов, и после этого отправить камеры в лабораторию для исследования. Далее определяется плотность потока радона с помощью радиометра «Альфард плюс» (рис. 2). После сбора данных со всех точек замеров проводятся специальные расчеты для подведения итогов и вынесения заключения о наличии радона на объекте.



Рис. 2. Измерительный комплекс «Альфард плюс» для контроля радона, торона и их дочерних продуктов

ляться из помещений, не накапливаясь.

II класс: от 80 до 200 мБк/м²·с. Уровень опасности — «средний». Требуется умеренная инженерная защита, при этом применяются особые требования по устройству и конструкции фундамента, а также усиленные требования по гидроизоляции фундамента. Особое внимание в здании уделяется системе вентиляции.

III класс: более 200 мБк/м²·с. Уровень опасности — «высокий», требующий максимальных мер инженерной защиты объекта. Применяются особые меры по устройству и конструкции фундамента для предотвращения попадания радона внутрь помещений, также предусматриваются уплотнения для всех отверстий, дверей и люков, ведущих в

подвальные помещения. Должен использоваться кольцевой дренаж и другие методы защиты. В отдельных случаях воздух пропускают через фильтры.

Результаты исследования плотности потока радона с поверхности почвы по различ-

ным объектам Кемеровской области представлены в табл. 2 и на рис. 3.

В табл. 3 приведены данные о концентрации радиоактивного изотопа радона ²²²Rn в общественных и жилых зданиях городов Кузбасса.

Таблица 2

Результаты замеров плотности потока радиоактивного газа радона с поверхности почвы (по данным ООО «НООСТРОЙ»)

Месторасположение	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 многоквартирного 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
Кемеровская область, Ленинск-Кузнецкий район, с. Подгорное	51	173	I
Жилой дом № 2 по ул. Луначарского в г. Полысаево	117	173	II
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, Заводский район, м-он 52, 12-14-16-ти этажный жилой дом № 33 по ул. Сарыгина	< 20	98	I
г. Кемерово, Центральный район, микрорайон № 15А. Жилой комплекс «В», дом № 10	71	127	II
МБУ ДОЛ «Чайка», г. Междуреченск, территория Новый Улус, детский лагерь Чайка, 1	< 20	44	I
Микрорайон № 72 Ленинского района г. Кемерово	< 20	122	I
г. Кемерово, Центральный район, микрорайон № 15А, ул. Терешковой, 16, 16а, 16б, 16в, 16г	< 20	68	I
Кемерово, пр. Ленинградский, 55, корпус 1	< 20	82	I

На основе проведенных исследований в ста жилых зданиях учёные из КемГУ измерили уровень концентрации радиоактивного газа (радона) (50–100 % ПДК), который ока-

зался высоким в основном в частных одноэтажных домах. Почти в половине из исследованных домов уровень концентрации был близок к ПДК. Превышение уровня концент-



Рис. 3. Результаты замеров плотности потока радиоактивного газа радона с почвы на территории Кемеровской области компанией ООО «НООСТРОЙ»: I–III – классы опасности участка по концентрации радона

Таблица 3

Концентрации радона в общественных и жилых зданиях, введенных в эксплуатацию в 1997 г.
(по данным Кемеровского областного ЦГСЭН)

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

рации радона выявлено в 12 % домов, данный показатель соответствует среднемировому. Очень высокие концентрации радона отмечены на первых этажах многоквартирных жилых домов, которые были построены до 1999 года. При этом в домах современной постройки не было обнаружено превышений действующих норм. Результаты проведенных исследований показывают, что существует взаимосвязь зависимости числа повреждений хромосом от уровня концентрации радона.

Скапливание радиоактивных элементов в горных породах и эквивалентная равновесная объемная активность радона в воздухе различаются в разных шахтах и в каждом пласте. В подземных выработках угольных шахт Кузбасса были зафиксированы превышения

гигиенических нормативов эквивалентной равновесной объемной активности радона, полученные при этом значения приведены в табл. 4.

Приведенные результаты измерений указывают на необходимость разработки и внедрения мероприятий по радиационной защите работников угольных шахт и разрезов.

В результате проведенных исследований и анализа полученной информации следует сделать вывод о том, что в настоящее время существует необходимость проведения измерений и контроля радона на территории Кемеровской области. В настоящее время замеры радона на угледобывающих предприятиях не являются обязательными, и этой проблеме в Кемеровской области уделено мало внимания.

Таблица 4

Концентрация эквивалентной равновесной объемной активности радона угольных шахт Кузбасса

№ п/п	Населенный пункт	ЭРОА радона
1	ш. «Зенковская» (г. Прокопьевск)	410 Бк/м ³
2	ш. «Байдаевская» (г. Новокузнецк, закрыта в 1997 году)	до 6000 Бк/м ³
3	ш. «Заречная» (г. Полысаево)	960 Бк/м ³

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Киес А., Сторони А., Тошева З., Хофман Х. Измерение излучений радона как способ контроля оседаний поверхности, вызванных ведением горных работ // Физико-технические проблемы разработки полезных ископаемых. 2006. № 5. С. 120–124.
2. Орловский Ю.И. Радоновая опасность в строительстве и защита от нее // Строительные материалы. 2007. № 5. С. 58–62.
3. Петренёва И.В., Пузырников А.А. Опасность воздействия высоких концентраций радона на организм человека // Вестник Донбасской национальной академии строительства и архитектуры. 2015. № 3 (113). С. 8–10.
4. Грязев М.В., Качурин Н.М., Стась Г.В. Выделения радона при подземной добыче угля и прогноз радоновой опасности очистных и подготовительных участков угольных шахт // Известия Тульского государственного университета. Науки о Земле. 2017. № 4. С. 303–311.
5. Михнев И.П., Михнева С.В. Эксхалация радона из поверхности почвы и критерии потенциальной опасности участков под застройку нижеволжского региона // Интерактивная наука. 2018. № 3 (25). С. 66–70.
6. Ненахова Е.В., Макаров О.А., Черняго Б.П., Синицкий В.В., Минаев Э.А. Гигиеническая оценка опасности радона в жилых помещениях на территории Прибайкалья // Acta Biomedica Scientifica. 2006. № 6 (52). С. 191–193.
7. Чеховский А.Л. Оценка радоноопасности некоторых населенных пунктов лиозненского района // Медико-биологические проблемы жизнедеятельности. 2017. № 1 (17). С. 93–99.
8. Чунихин Л.А., Чеховский А.Л., Дроздов Д.Н. Карта радоновой опасности территории республики Беларусь // Радиационная гигиена. 2016. Т. 9. № 4. С. 43–46.
9. Апкин Р.Н., Кусина Е.А. Практический опыт изучения методов и приборов обеспечения радоновой безопасности населения // Вестник НЦБЖД. 2018. № 2 (36). С. 62–69.

DOI: 10.25558/VOSTNII.2019.13.3.008

UDC 622.874

© S.M. Prostov, D.P. Kulik, E.A. Shabanov, 2019

S.M. PROSTOV

Doctor of Engineering Sciences, Professor,
Professor of Department
KuzSTU, Kemerovo
e-mail: psm.kem@mail.ru

D.P. KULIK

Student
KuzGTU, Kemerovo
e-mail: kulikdenis1996@mail.ru

E.A. SHABANOV

Candidate of Engineering Sciences,
Associate Professor of the Department
KuzSTU, Kemerovo
e-mail: evgenshab@mail.ru

RADON HAZARD FORECAST IN KEMEROVO REGION

The main types of environmental ecological control in the Kemerovo region are outlined. Data on the results of concentration measurements of pollutants in the quarry waters of the Krasnobrodsky coal section were analyzed. The most dangerous pollutants for the human body are given. The procedure of radon flow density measurement with the help of special instruments and chambers is presented. Results of measurements of radon flux density on various objects in Kuzbass are described. A database has been formed to interpret the results of experimental measurements when controlling the change in the degree of contamination. It was concluded that it is necessary to carry out measurements and control of radon, as well as its subsidiaries in the Kemerovo region.

Keywords: RADIOACTIVE SUBSTANCES, RADON, MONITORING, ENVIRONMENT, MAXIMUM PERMISSIBLE CONCENTRATION, FLOW DENSITY.

REFERENCES

1. Kies A., Storoni A., Tosheva Z., Hofman H. Measurement of radon radiation as a method of controlling surface sedimentation caused by mining // Physical and technical problems of mining [Fiziko-tehnicheskiye problemy razrabotki poleznykh iskopayemykh]. 2006. No. 5. P. 120–124. (In Russ.).
2. Orlovsky Yu.I. Radon hazard in construction and protection from it // Building materials [Stroitelnyye materialy]. 2007. No. 5. P. 58–62. (In Russ.).
3. Petrenyova I.V., Bubnikov A.A. Danger of exposure of the human body to high concentrations of radon // Journal of the Donbas National Academy of Construction and Architecture [Vestnik Donbasskoy natsionalnoy akademii stroitelstva i arkhitektury]. 2015. № 3 (113). P. 8–10. (In Russ.).
4. Mud M.V., Kacurin N.M., Stasya G.V. Extraction of radon in underground coal mining and forecast of radon danger of treatment and preparatory sections of coal mines // News of the Tula State University. Earth Sciences [Izvestiya Tulsogo gosudarstvennogo universiteta. Nauki o Zemle.]. 2017. No. 4. P. 303–311. (In Russ.).
5. Mikhnev I.P., Mikhneva S.V. Exhalation of radon from the soil surface and criteria of the potential danger of plots for construction of the Lower Volga region // Interactive science [Interaktivnaya nauka]. 2018. № 3 (25). P. 66–70. (In Russ.).
6. Nenakhova E.V., Makarov O.A., Chernyago B.P., Sinitsky V.V., Minaev E.A. Hygienic hazard assessment of radon in residential premises in the Baikal region // Acta Biomedica Scientifica [Acta Biomedica Scientifica]. 2006. No. 6 (52). P. 191–193. (In Russ.).
7. Chekhovsky A.L. Assessment of radio danger of some settlements of the Ioznensky district // Medical and biological problems of life [Mediko-biologicheskiye problemy zhiznedeyatelnosti]. 2017. № 1 (17). P. 93–99. (In Russ.).
8. Chunikhin L.A., Chekhovsky A.L., Drozdov D.N. Map of the radon hazard of the territory of the Republic of Belarus // Radiation Hygiene [Radiatsionnaya gigiyena]. 2016. T. 9. No. 4. P. 43–46. (In Russ.).
9. Apkin R.N., Kusina E.A. Practical experience in the study of methods and instruments for ensuring radon safety of the population // Bulletin Scientific Center for Life Safety [Vestnik Nauchnyy tsentra bezopasnosti zhiznedeyatelnosti]. 2018. No. 2 (36). P. 62–69. (In Russ.).