

© Ч.С.Алиев, А.А.Фейзуллаев, Р.Дж.Багирли, Ф.Ф.Велиева, 2012

ФАКТОРЫ, КОНТРОЛИРУЮЩИЕ УРОВЕНЬ ОБЪЕМНОЙ АКТИВНОСТИ РАДОНА В АЗЕРБАЙДЖАНЕ

Ч.С.Алиев, А.А.Фейзуллаев, Р.Дж.Багирли, Ф.Ф.Велиева

*Институт геологии НАН Азербайджана
AZ1143, Баку, просп. Г.Джавида, 29А*

В статье приводятся методика и результаты впервые выполненных измерений концентрации радона на территории Азербайджана, математическая и статистическая обработка полученных результатов, составленные по этим данным карты распределения объемной активности и аномальных концентраций радона. Показана связь аномалий концентрации радона с глубинными разломами, эпицентрами землетрясений и температурным полем.

Введение

Радон – один из наиболее токсичных и радиоактивных газов. По данным Международного Комитета по радиационной защите на радон и дочерние продукты его распада приходится 50-90% от коллективной дозы облучения. Этот газ не имеет ни запаха, ни вкуса, ни цвета, поэтому его невозможно обнаружить без специальных приборов.

Радон легко выделяется из почвы в воздух, где он распадается на недолговечные продукты, называемые дочерними продуктами радона. При распаде эти дочерние продукты радона выделяют радиоактивные альфа-частицы и прикрепляются к аэрозолям, пылинкам и другим частицам, содержащимся в воздухе. В 1987 году радон и дочерние продукты его распада на основании экспериментальных и эпидемиологических исследований были признаны экспертами Международного Агентства по изучению рака опасными для здоровья человека.

Попадая из атмосферного воздуха в организм человека, радон и дочерние продукты его распада вызывают злокачественные новообразования легких. Широкомасштабные исследования, проведенные в Западной Европе и США, показали, что радон является второй после курения причиной заболеваемости раком легких, а некоторыми исследователями даже как главный фактор риска для рака легких на первое место выдвигается радон и его дочерние продукты распада. По данным наблюдений в одном миллионе домов в США активность радона меняется в пределах от не-

скольких единиц до более 1000 Бк/м³, причем в 2% помещений доза радиации соизмерима с той, которую получили жители города Припять в результате аварии на Чернобыльской АЭС в апреле 1986 года.

Проблемой радона занимаются даже в тех странах, которые считаются благополучными в экологическом отношении. В Швеции, например, впервые обратили внимание на рост количества онкологических заболеваний (в том числе рака легких) среди людей, живущих на 1-2 этажах в некоторых районах страны. Было установлено, что в подвальную часть и в жилые помещения зданий, расположенных в этих районах, из нижележащих горных пород поступает газ радон.

В Германии уровень радона в воздушной среде 1% жилых зданий выше 250 Бк/м³, а в 0,1% – 600 Бк/м³ (при рекомендованной экспертами Европейского Союза по радиационной защите норме для жилых зданий не превышающей 200 Бк/м³).

В Словении в рамках Национальной Радоновой Программы в период 1990-1994 было обследовано 730 детских домов и 890 школ, при этом в 47 (6,4%) и 77 (8,7%) из них радонное облучение превысило допустимую «планку» 400 Бк/м³ (Радиация: Дозы..., 1990).

Исследования концентрации радона и мероприятий по снижению его уровня проводятся и в других странах Европы.

Результаты радиометрических исследований, проводимых в Азербайджане, показали, что естественное радиационное поле на территории Азербайджана находится в пределах, характерных для горных пород и

почв земного шара, и составляет около 6-8 мкР/ч. При этом установлена связь естественного радиационного поля с геологическим строением территории, проявляющаяся в том, что зоны активных тектонических нарушений характеризуются аномалиями гамма-поля.

Однако с экологической точки зрения особый интерес представляет изучение уровня содержания радона. Но, к сожалению, в Азербайджане исследования естественного уровня радона до сих пор не проводились.

В данной статье рассматриваются результаты впервые выполненных в 2010-2011 годах измерений концентрации радона в жилых и производственных помещениях на территории Азербайджана. Эти исследования проводились при финансовой поддержке Швейцарского Национального Научного Фонда (SNSF) в рамках гранта «Создание кадастра и карты распределения радона в Азербайджане, используя швейцарскую методологию и опыт». Исследования проводились совместно с Radon Competence Centre (RCC), University of Applied Sciences of Southern Switzerland (SUPSI) и Институтом геологии Национальной Академии наук.

Задачи, метод и объем исследований

Основной целью проекта являлись составление радонового кадастра, создание карты объемной активности радона для Азербайджана и ее анализ.

Поставленная цель достигалась путем осуществления ряда мероприятий, а именно: а) ознакомления с опытом решения проблемы радонового загрязнения урбанизированных территорий за рубежом; б) измерения уровня радона на первых этажах жилых и производственных помещений; в) анализа связи выявленного радонового поля с особенностями геологической среды различных регионов Азербайджана.

При содействии SNSF и SUPSI Институту геологии НАНА были предоставлены 2500 радоновых детекторов марки “Gammadata” (рис.1).

Эти дозиметры были установлены преимущественно в жилых домах и на некоторых промышленных объектах различных регионов республики в течение ноября-декабря 2010 года. Время экспозиции – не менее 2-х месяцев. Сбор детекторов проходил в первые месяцы 2011 года. Некоторое количество детекторов (50 шт.) были установлены на нефтяных промыслах Абшеронского полуострова и находились там в период с марта по апрель 2011 года.



Рис. 1. Детектор марки “Gammadata”

При расстановке детекторов заполнялись специально разработанные анкеты, на которых указывались: код дозиметра, время установки и снятия, адрес, координаты, а также тип постройки и материал, из которого был построен дом и т.д. После сбора детекторы были отправлены в Швецию для снятия показаний.

Результаты исследований

Выявленные концентрации радона изменяются в широких пределах: минимальное значение равно $0,32 \text{ Бк/м}^3$, а максимальное – $1109,02 \text{ Бк/м}^3$.

Полученные данные были обработаны с помощью методов математической статистики. На рисунке 2 приведена гистограмма распределения значений радона, которая имеет логнормальный характер, с модальным значением (M_0), равным около 45 Бк/м^3 . Верхний порог фона, определенный как $2M_0$, составил около 90 Бк/м^3 . Таким образом, значения более 90 Бк/м^3 могут считаться аномальными. Однако учитывая, что в Азербайджане предельно допустимая норма (ПДН) для радона

составляет 200 Бк/м^3 , то с экологической точки зрения наибольший интерес представляют объекты со значениями радона, превышающими ПДН.

В результате обработки полученных данных были построены карты распределения объемной активности (рис. 3) и карта аномальных концентраций радона (рис. 4) на территории Азербайджана.

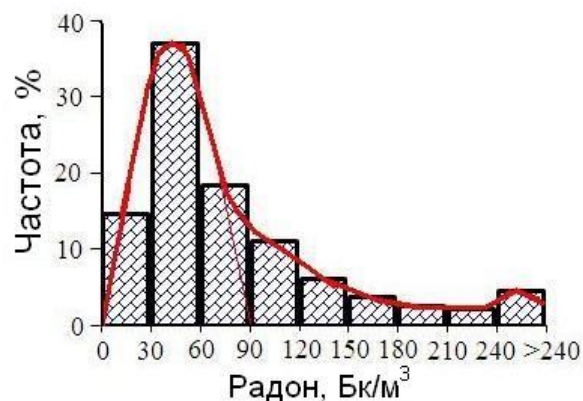


Рис. 2. Гистограмма распределения значений радона на территории Азербайджана

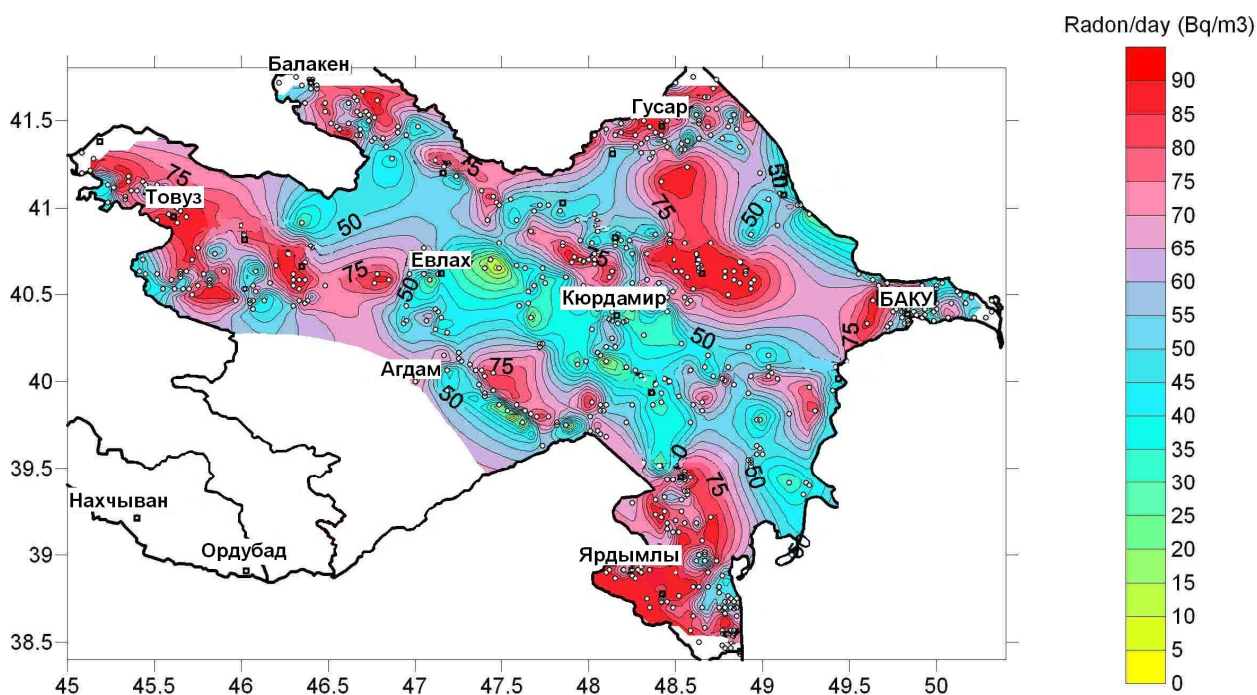


Рис. 3. Карта распределения объемной активности радона на территории Азербайджана

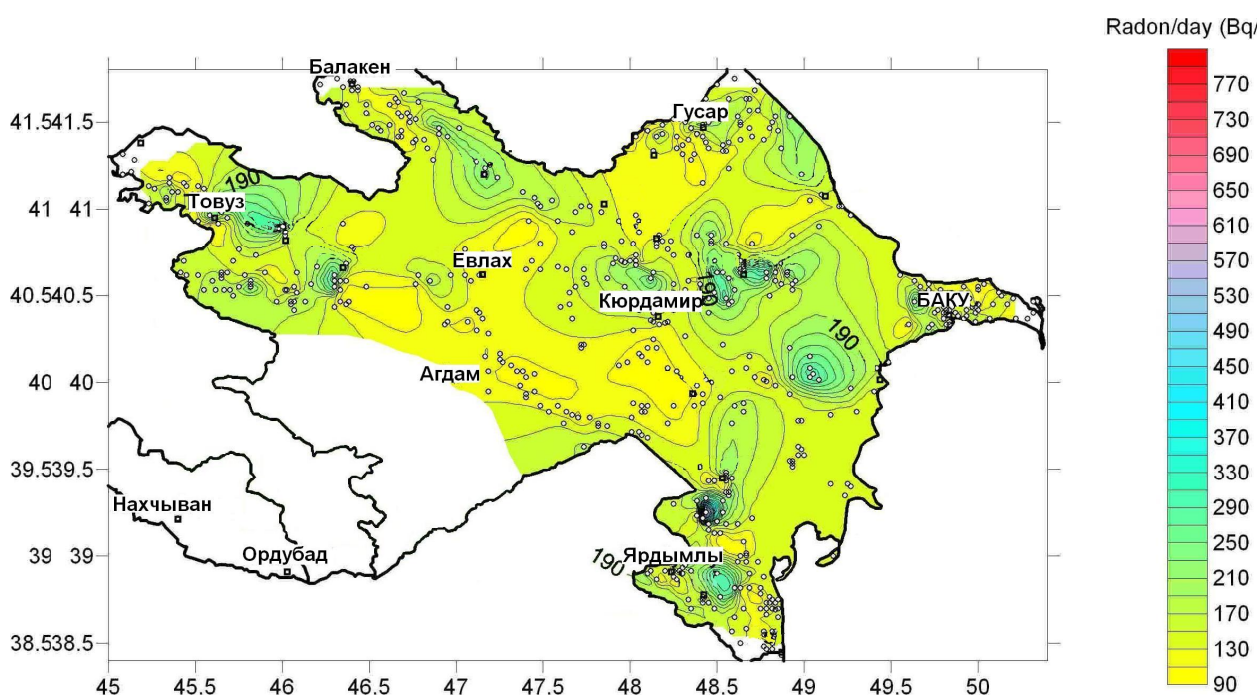


Рис. 4. Карта аномальных концентраций радона на территории Азербайджана

Обсуждение результатов

Анализ представленных карт показывает, что распределение радона в пространстве неоднородно и имеет мозаичный характер. Участки наиболее высоких концентраций приурочиваются к горноскладчатым массивам Большого Кавказа и Талыша, а наиболее низкие – к низменной территории. Исходя из этого, можно предположить, что повышенные концентрации характерны для относительно более древних пород.

Рассматривая влияние на распределение радона других геологических факторов, следует отметить, что радон является компонентом-примесью и выносится из недр на поверхность в составе углеводородных, азотных и углекислых газовых потоков. Преобладающими путями субвертикальной миграции являются высокопроницаемые зоны глубинных разломов, которые, как правило, отражаются повышенным тепловым потоком. Учитывая это, карта аномальных концентраций радона была сопоставлена с глубинными разломами и эпицентрами землетрясений на территории Азербайджана (рис.5) и картой геотермических градиентов для среза глубин 5000 м (рис.6). Это сопоставление выявляет опреде-

ленную пространственную корреляцию рассмотренных параметров, подтверждая теоретические предпосылки. Так устанавливается тяготение аномальных концентраций радона и температурных аномалий к Западно-Каспийскому и Аджидай-Алятскому и Талышскому глубинным разломам. Широко известным фактом является влияние сейсмической активности на интенсивность флюидных потоков. При сопоставлении карты концентраций радона с картой эпицентров землетрясений на территории Азербайджана (Кадилов и др., 2008) выявлена определенная их пространственная корреляция.

Определенный интерес представляет распределение радона в зависимости от материала, из которого построено здание, и этажа, где установлен детектор. Из таблицы 1 видно, что относительно высокая концентрация радона наблюдалась в домах, построенных из натурального камня. Рассмотрение концентраций отдельно для этажей показало, что нет явно выраженных ожидаемых отличий значений для первого и второго этажей (табл. 2). Повышенные концентрации встречены в обоих случаях. Важно выявить дальнейшими исследованиями их пространственную корреляцию.

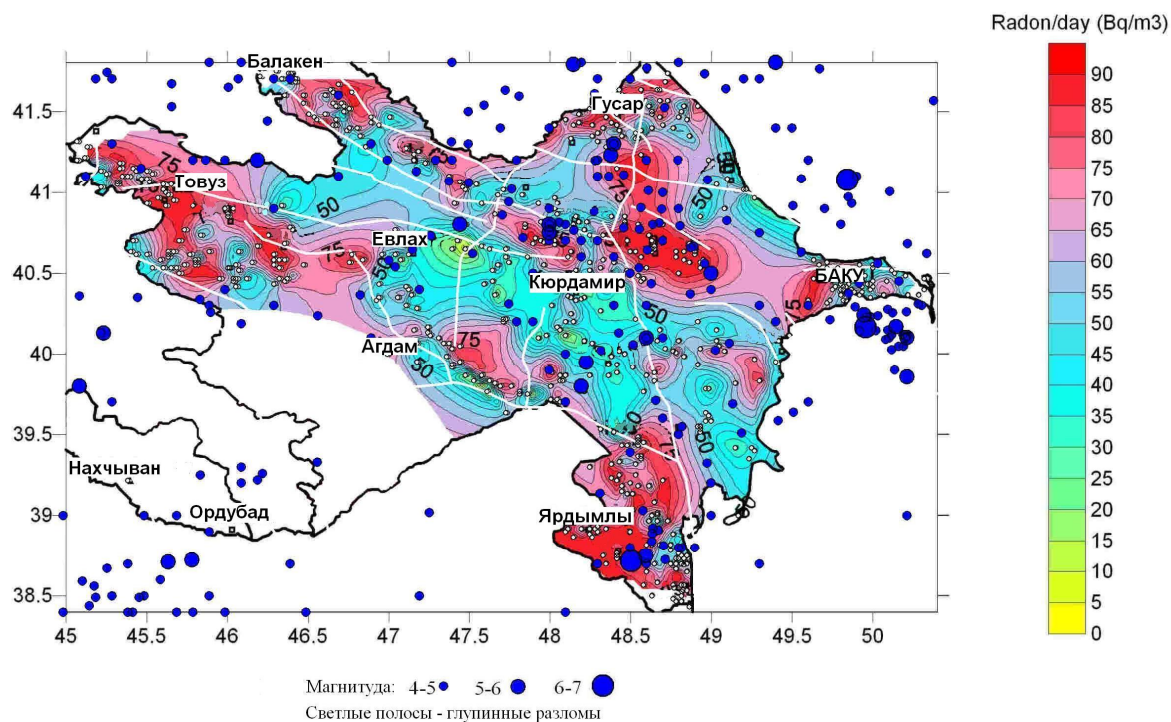


Рис. 5. Карта сопоставления радонового поля Азербайджана с глубинными разломами и с эпицентрами ощутимых землетрясений

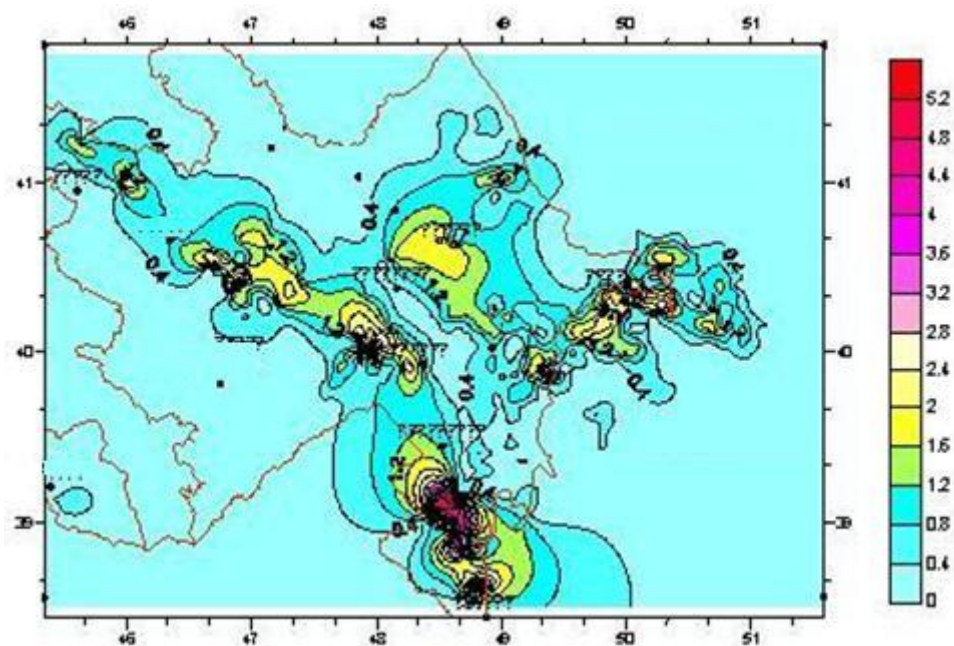


Рис. 6. Карта изменения полных горизонтальных геотермических градиентов для среза глубин 5000 м (по Мухтарову, 2011)

Таблица 1

Материал, из которого построен дом и концентрация радона

Материал конструкции	Кол-во детекторов	%	Концентрация радон, Бк/м ³			
			Максимум	Минимум	Средняя	Осредненная
Дерево	15	0,68	215,56	13,69	70,55	46,82
Речной камень	342	14,99	833,92	0,32	99,63	73,12
Натуральный камень	12	0,52	328,01	51,86	114,38	103,50
Кубик (известняк)	1420	62,23	1014,29	0,32	79,00	54,46
Бетон	40	1,75	253,02	13,32	52,04	36,95
Кирпич	88	3,86	1109,02	5,59	94,50	61,74
Тесаный камень	9	0,39	664,02	19,76	189,95	97,04
Саман	355	15,58	795,72	0,32	88,76	64,81
Всего	2281	100	-	-	-	-

Таблица 2

Этаж, на котором установлен детектор и концентрация радона

Этаж	Кол-во детекторов	%	Концентрация радон, Бк/м ³			
			Максимум	Минимум	Средняя	Осредненная
-1	9	0,44	175,86	28,65	61,51	38,41
1	1561	76,86	1109,02	0,32	90,24	62,20
2	439	21,61	546,96	0,71	68,96	51,97
3	15	0,74	68,24	0,32	24,87	23,99
4	6	0,3	44,83	0,32	23,50	23,20
5	1	0,05	19,30	19,30	19,30	19,30
Всего	2031	100	-	-	-	-

Закключение

На основании выполненных исследований впервые составлена карта распределения объемной концентрации радона в Азербайджане, которая выявляет зоны и участки его значений, превышающих ПДН и могущих представлять опасность здоровью населения.

Выполнен анализ связи выявленных особенностей радонового поля с геологическими условиями. Делается заключение, что в формировании радонового поля Азербайджана участвует комплекс геологических факторов.

Сделанные выводы являются предварительными, работы по анализу выявленного уровня радона в Азербайджане продолжают и включают нижеследующие задачи:

- анализ связи между уровнем заболеваемости населения раком легких и распределением радона (совместно с региональными организациями Министерства Здравоохранения Республики);

- разработка и осуществление мероприятий по снижению уровня радоновой опасности.

Благодарности

Авторы выражают благодарность Швейцарскому Национальному Научному Фонду (SNSF) за финансовую поддержку в проведении вышеуказанных исследований, позволивших впервые составить карту распределения объемной концентрации радона в Азербайджане.

Авторы также выражают свою признательность:

- представителям региональных организаций Республиканского Центра гигиены и эпидемиологии Министерства здравоохранения Азербайджана и лично Гашиму Гашимову – руководителю отдела радиационной гигиены вышеназванного Центра;

- сотрудникам региональных центров Республиканского Сейсмологического Центра (Генеральный директор Гурбан Етирмишли);

- руководителю Научного Центра НАНА в городе Шеки Закарии Ализаде и его

научному сотруднику Гусейну Мустафабейли.

ЛИТЕРАТУРА

- КАДИРОВ, Ф.А., ЕТИРМИШЛИ, Г.Д., КАДЫРОВ, А.Г. 2008. Оценка максимальной магнитуды и интенсивности землетрясений на территории Азербайджана. *Известия НАН Азербайджана. Науки о Земле*, 36, 81-88.
- МУХТАРОВ, А.Ш. 2011. Структура теплового поля осадочного комплекса Южно-Каспийского бассейна. Автореферат диссертации на соискание ученой степени д.г.-м.н. Баку. 43.
- РАДИАЦИЯ: ДОЗЫ, эффекты, риск. 1990. Мир. Москва. 79 с.