УДК 550.42

ИССЛЕДОВАНИЕ РАДОНА В ГОРОДЕ КАЗАНЬ И ЕГО ОКРЕСТНОСТЯХ

Апкин Р.Н, канд. геогр. наук, доцент
Казанский государственный энергетический университет, Россия

Участник конференции, Национального первенства по научной аналитике

В статье приводятся данные измерений плотности потока и объемной активности радонового излучения в почве на территории города Казань и его окрестностей. Проведен анализ результатов измерений, дана оценка радоновой опасности территории, а также выявлены закономерности изменения концентрации радона в исследованном районе.

Ключевые слова: радон, излучение, объемная активность радона, плотность потока радона, радоноопасность, мониторинг.

In this paper measurements data are exposed concerning the radon radiation stream density and volume activity in soil air in the territory around the city of Kazan. The analysis of measuring results was made and the estimation of radon hazards of the territory under study was given. Radon concentration periodical changes were made clear.

Keywords: radon, radiation, radon volume activity, radon radiation stream density, radonhazards, monitoring.

Среди множества химических элементов большую опасность для человека представляет радиоактивный газ радон. Он без цвета и запаха, тяжелее воздуха в 7,5 раз. Образуясь в недрах Земли, радон высвобождается из земной коры повсеместно, попадая, таким образом, в среду обитания человека. Но его концентрация в различных точках Земли неодинакова.

Например, на территориях с повышенной радиоактивностью значения концентрация радона повышена и представляет, несомненно, большую опасность для человека. При определенных условиях, не исключением являются и территории с невысокой эксхаляцией радона. Поскольку радон тяжелее воздуха, в связи с этим он способен накапливаться в подвальных и цокольных помещениях, а также на нижних этажах строений [1, 2].

В последние годы радоновая проблема является предметом многочисленных дискуссий. Интерес к этой проблеме вызван, прежде всего, в связи с необходимостью оценки потенциальной радоноопасности территорий. Главная опасность радона заключается в том, что он будучи газом, попадая при дыхании в организм человека, может вызвать микроожог легочных тканей, что в свою очередь приводит к раку легких. По данным Научного Комитета по действию атомной радиации ООН, примерно 20% общего количества заболеваний раком легких у населения вызвано вдыханием содержащего радон воздуха [3].

Актуальность вопроса также подтверждается долей годовой индивидуальной дозы облучения населения (рис. 1).

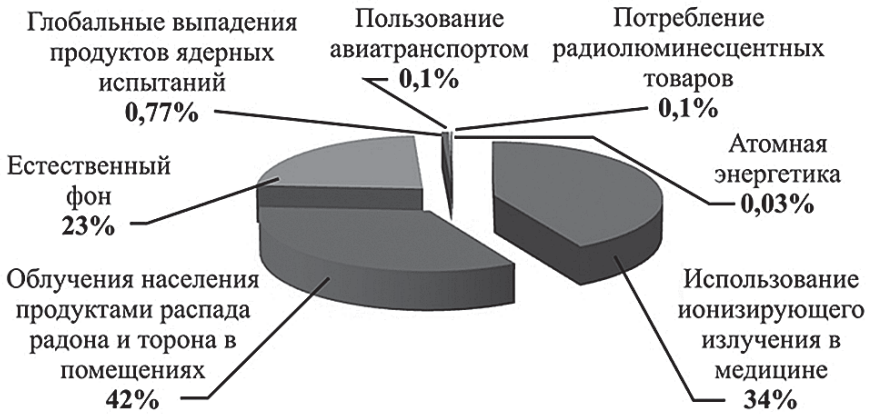

Рис. 1. Источники радиоактивного облучения среднестатистического россиянина за год

В 1995 году в России принят федеральный закон «О радиационной безопасности населения» и существуют нормативы, регламентирующие допустимые уровни ионизирующего излучения. Одним из таких документов является Постановление Главного государственного санитарного врача РФ от 26 апреля 2010 г. № 40 «Об утверждении СП 2.6.1.2612-10 «Основные санитарные правила обеспечения радиационной безопасности» (ОСПОРБ 99/2010).

Известно, что в жилые помещения радон может попасть разными путями: из недр Земли, из стен и фундамента зданий, вместе с водопроводной водой и природным газом. Самый значимый путь накопления радона в помещениях связан с выделением (эксхаляция) радона из грунта, на котором стоит здание[1].

Весной и летом 2010 года на территории города Казань и его окрестностей были проведены инструментальные измерения радона в почвенном воздухе. С помощью прибора производства фирмы SARADGmbH (Германия) RTM 1688-2 GeoStation (рис. 2) было проведено 38 измерений объемной активности радона в почвенном воздухе на 30 контрольных точках. Измерения проводились на глубине 0.5 м с помощью присоединенного к прибору специального зонда (рис. 2, справа). По полученным данным создана электронная база в программе Microsoft-Excel, фрагмент которой приведен в таблице 1.

В процессе анализа полученных данных была обнаружена зависимость значений объемной активности радона в почвенном воздухе от геолого-геоморфологических условий залегания почвенного покрова. Наивысшие значения концентрации радона в почвенном воздухе были зарегистрированы на высоких территориях с абсолютными отметками от 100 до 160 м. Это водоразделы с почвами, сформированными на элювиально-делювиальных отложениях с близким залеганием пермских пород. На них значения объемной активности радона зафиксированы в интервале 3700-6700 Бк/м^3. Наименьшие значения концентрации радона в почвенном воздухе были зарегистрированы на абсолютных отметках 55-60 м, т.е. на территориях первой и второй террас рек Волги и Казанки, состоящих из аллювиальных отложений. Это территории с песчаными и супес-

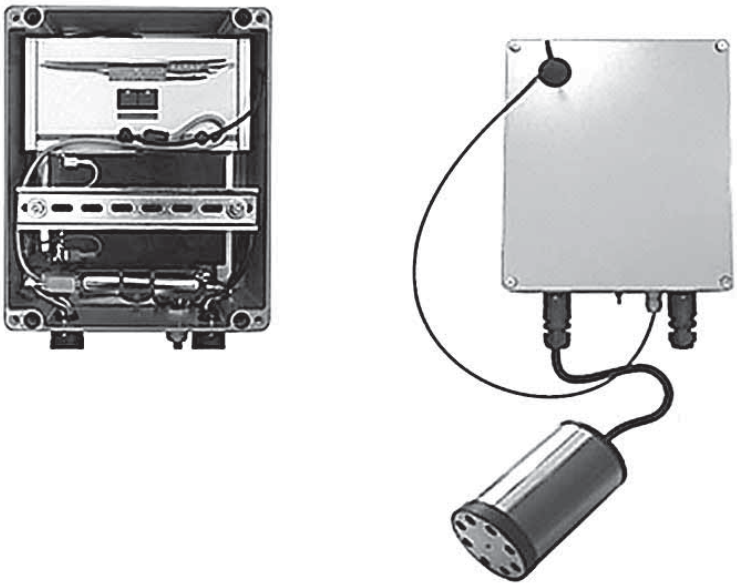

Рис. 2. Прибор RTM 1688-2 GeoStation (справа с подключенным зондом).

чаными почвами и близким залеганием к поверхности грунтовых вод, что препятствует эксхаляции радона в верхние слои почв. На данных территориях средняя концентрация радона в почвенном воздухе составила 1500 Бк/м^3 [4].

Исследования радона в почвенном воздухе были продолжены осенью 2010 года в окрестностях г. Казани около микрорайона Дербышки. По геоморфологическим условиям территория района представляет собой террасированную речную долину левобережья р. Казанки. Инструментальные измерения проведены на пяти точках вдоль поперечного профиля речной долины. Точки выбирались на почвах, не затронутых или слабоизмененных хозяйственной деятельностью человека. Профиль рельефа и точки замера показаны на рисунке 3.

С помощью приборов RTM 1688-2 GeoStation и RTM 1688-2(рис. 4) на выбранных точках одновременно измерялась объемная активность радона и определялась плотность потока радона.

Объемная активность радона определялась с помощью приборaRTM 1688-2 GeoStation на глубине 0.5 м. Для определения плотности потока радона применялся метод использования накопительной камеры. Накопительная камера закапывалась тоже на глубину 0.5 м и соединялась через трубки с насосом прибора RTM 1688-2.Суть данного метода состоит в том, что поток радона из грунта увеличивает концентрацию радона внутри накопительной камеры, установленной открытым основанием на исследуемый грунт, а прибор в автоматическом режиме фиксирует значения концентрации.

По геометрическим размерам накопительной камеры, времени экспозиции и накопленной активности радона определяется плотность потока радона с поверхности грунта по следующей формуле:

$$q = \frac{A(t) \cdot V}{S \cdot t}$$

где *A(t)* – объемная активность радона в воздухе накопительной камеры, измеренная через время *t*, Бк/м^3; *S* – площадь поверхности основания накопительной камеры, м^2; *t* – время накопления радона, с; *V* – объем накопительной камеры, м^3[7].

На контрольных точках оба прибора включались одновременно, отчеты автоматически в течение 1.5 часов через каждые 10 мин. заносились в память приборов. Таким образом, новыми данными пополнилась первоначально созданная электронная база объемной активности радона в почвенном воздухе, а для последних пяти точек были получены значения плотности потока радона (табл. 2).

ТВ работах многих исследователей оценка радоноопасных территорий проводится по значениям концентрации объемной активности радона. По мнению других авторов, показатель плотности потока радона является наиболее информативным и объективным. По нашему мнению, важно знать интенсивность поступления радона в измеряемую среду, и поэтому мы придерживаемся второй точки зрения.

Согласно санитарным правилам и нормативам(СП 2.6.1.2612-10) ОСПОРБ – 99/2010, при выделении участков территорий под строительство зданий жилищного и общественного назначения выбирают участки с плотностью потока радона с поверхности грунта не более 80 мБк/м^{2}Чс.

Дадим оценку проведенных исследований по полученным данным на контрольных точках.

Первая точка находится на абсолютной высоте около 190 м. Это водораздельная территория, которая покрыта элювиально-делювиальными отложениями четвертичного периода, ниже которых лежат породы татарского яруса верхней перми. На контрольной точке этого участка были проведены два инструментальных измерения с разницей в пять недель. В первом случае определена объемная активность радона, значение ее составило 6714 Бк/м^3. Во втором, кроме объемной активности радона, определена плотность потока радона, значения их составили 6882 Бк/м^3 и 44 мБк/м^2·с соответственно. Плотность потока радона в этой точке находится в пределах нормы. По данным объемной активности радона видно, что значение

Таблица 1

Фрагмент электронной базы

№	Coordinates	Time	Radon	Error	Thoron	Error	Temp.	rel. Hum.	Pres.
			Bq/mi	%	Bq/mi	%	°C	%	mbar
1	N 55°48’59»	23.04.2010 8:46	5955	20	1706	36	7	80	969
	E 49°05’40»	23.04.2010 8:56	4705	23	1440	40	6.5	84	970
		23.04.2010 9:06	7016	18	771	57	6.5	86	970
		23.04.2010 9:16	8373	17	1576	39	6.5	88	970
		23.04.2010 9:26	7433	18	1322	44	6.5	90	970

во втором случае больше. Возможно, это связано с разницей атмосферного давления, поскольку атмосферное давление во время второго замера было ниже, что способствует повышенной эксхаляции радона из почвы. При первом измерении прибор зафиксировал значение атмосферного давления равное 99.8 кПа, во время второго – 97.0 кПа[1].

Вторая точка находится на абсолютной высоте около 135 м. Это участок верхних террас р. Казанки перекрытых солифлюкционными отложениями, представленными в основном суглинками и супесями. Здесь значение плотности потока радона на контрольной точке составило 149мБк/м^2·с, что в 1.86 раза больше установленного норматива для территорий выделяемых под строительство зданий жилищного и общественного назначения.

По мере понижения рельефа геологическое строение территории меняется и переходит к выраженным аллювиальным отложениям надпойменных террас, состав которых представлен суглинками, супесями и песками. Меняются и значения радона. На третьей точке плотность потока радона составила 115 мБк/м^2·с, на четвертой точке – 17мБк/м^2·с.Видно, что значение плотности потока радона на третьей точке выше установленного норматива в 1.4 раза, а на четвертой в пределах нормы.

Особый интерес вызвали данные, полученные на пятой контрольной точке. Если в исследованиях, проведенных ранее, значения концентрации радона на надпойменных террасах рек были наименьшими(≈ 1500 Бк/м^3), то здесь объемная активность радона на низкой террасе составила 10376 Бк/м^3.Эта величина является наибольшей, даже по сравнению со значениями данного параметра на предыдущих контрольных точках. В этой точке также высоко значение плотности потока радона; оно равно 102мБк/м^2·с.

Участок, на котором была выбрана для измерений пятая точка, расположен на левом берегу р.Казанки, на противоположном берегу которой находится Голубое озеро. Это озеро, – точнее, цепочка озер, – приурочено ккарстовым провалам, то есть на данной территории развиты карстовые процессы. Известно, что одним из условий образования карста является трещиноватость карстующихся пород. Таким образом, с высокой долей вероятности можно утверждать, что концентрации радона интенсивности его поступления в исследуемую среду на интересующем нас участке способствовала повышенная трещиноватость и разрывные нарушения в зоне карстующихся пород. Этим можно объяснить высокие значения активности и плотности потока радона на контрольной пятой точке.

Результатом проведенных исследований стали следующие выводы:

- на обследованной территории на всех контрольных точках с повышенными значениями концентрации радона необходимо провести детальные измерения для выработки рекомендаций по защите населения от облучения радоном и продуктами его распада;
- актуальным является вопрос изучения закономерностей распределения потока радона не только в Казани и ее окрестностях, но и на всей территории Республики Татарстан с целью защиты населения от облучения на радоноопасных территориях и участках.

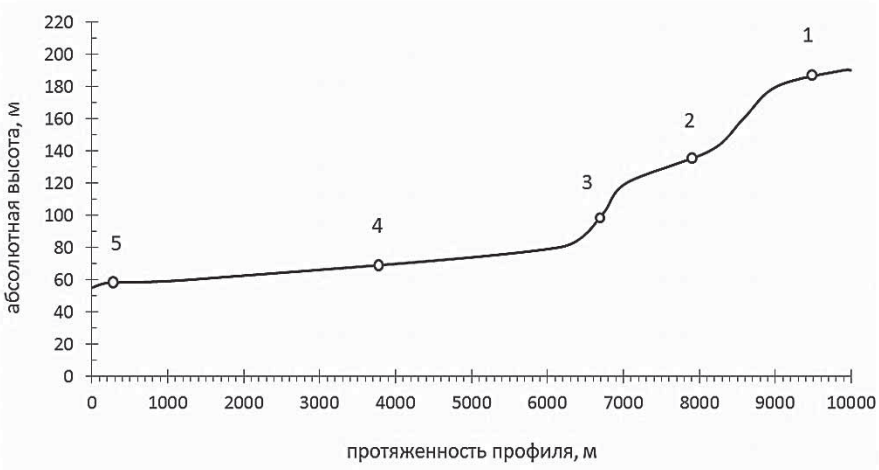

Рис. 3. Профиль участка исследований

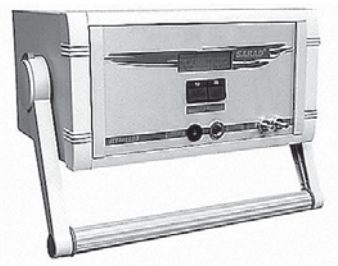

Рис. 4. Прибор RTM 1688-2 со встроенным насосом

1 **Во время измерений на остальных точках значение атмосферного давления отличалось ненамного и менялось в пределах 100.0 – 100.7 кПа.**

Таблица 2

Объемная активность (ОАР), плотность потока радона (ППР)

№	ОАР, Бк/м^3	ППР, мБк/м^2·с	Координаты точек	Абсолютная высота, м
1	6882	44	N 55°51’59” E 49°18’03”	190
2	9849	149	N 55° 52’29” E 49°16’41”	135
3	5913	115	N 55°53’00” E 49°15’47”	95
4	1391	17	N 55°53’31” E 49°13’09”	63
5	10376	102	N 55°54’36” E 49°10’10”	58

Литература:

1. Уткин В.И. Газовое дыхание Земли // Соросовский Образовательный Журнал, 1997, №1. – С.57-64.
2. Крисюк Э.М. Радиационный фон помещений. – Л.: Недра, 1989. – 404с.
3. Козлов Ф.В. Справочник по радиационной безопасности. – М.: Энергоатомиздат, 1991. – 352 с.
4. Apkin R.N., Yagafarova N.T. Research of radon in soil on the territory of Kazan city // 6th Dresden Symposium "Hazard – Detection and Management", September 20-24, 2010. – P. 7-8.
5. Апкин Р.Н., Демидов А.В., Забелин А.А. Современное состояние вопроса регистрации радона и физические методы измерений его активности в почве, воде и воздухе (на примере г.Казани и Приказанья) // Вестник РУДН. Серия «Экология и безопасность жизнедеятельности»,№1, 2012 – С. 79-86.
6. Апкин Р.Н., Забелин А.А.Радон в почвенном воздухе в окрестностях г.Казань// Безопасность в техносфере, №3 (май-июнь), 2012 – С. 19-22.
7. Яковлева В.С. Методы измерения плотности потока радона и торона с поверхности пористых материалов: монография. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2011. – 174 с.

IASHE INTERNATIONAL SCIENTIFIC CONGRESS

INTERNATIONAL SCIENTIFIC CONGRESS

Multisectoral scientific-analytical forum for professional scientists and practitioners

Main goals of the IASHE scientific Congresses:

- **Promotion of development of international scientific communications and cooperation of scientists of different countries;**
- **Promotion of scientific progress through the discussions and collateral overcoming of urgent problems of modern science by scientists of different countries;**
- **Active distribution of advanced ideas in various fields of science.**

For additional information please contact us:
www: http://gisap.eu
e-mail: congress@gisap.eu