



COMPANY GROUP
«INTELLEKT»

SCIENCECENTRE

Наука и образование в современном мире. Сборник научных трудов, выпуск 4: по материалам IV международной научно-практической конференции, Москва, 30 сентября 2015 г.

Трегуб Н.В.*, Шумакова Е.М.**

**МЕТОДИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ МОНИТОРИНГА
КОНЦЕНТРАЦИИ РАДОНА В ПРИЗЕМНОМ СЛОЕ
В СВЯЗИ С ПРОЯВЛЕНИЯМИ ГЕОДИНАМИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ
НА ТЕРРИТОРИИ САМАРСКОЙ ОБЛАСТИ**

**Самарская областная государственная академия (Наяновой), Самара, Россия*

***Институт водных проблем Российской Академии Наук (ИВП РАН), Москва,
Россия*

doi:10.18411/sc2015-09-26-32

Данные последних десятилетия свидетельствуют о том, что территория Среднего Поволжья проявляет значительную геодинамическую активность различного генезиса и интенсивности. Мониторинг геодинамических процессов - сейсмической активности, геодинамики, флюидной активности - ведется фрагментарно и в весьма ограниченных объемах. Постоянные наблюдения ведутся лишь на некоторых территориях, в частности, на Саратовском геодинамическом полигоне, площадке Балаковской АЭС, в республике Татарстан. Тематические работы выполнялись в 2000-2008 гг. для района Жигулевской ГЭС [4]. Отдельно можно упомянуть динамический мониторинг селитебной территории городского округа Тольятти в связи с техногенным вибрационным воздействием водосливной плотины Жигулевской ГЭС на окружающие территории в условиях напряженно-деформированного состояния среды вблизи крупного гидротехнического сооружения [3].

Отсутствие мониторинга связано с долгое время доминировавшим представлением об отсутствии тектонической активности на платформенных

территориях. Однако фактические данные постепенно разрушают это представление.

Существует довольно простой, мобильно определяемый, объективный показатель, который может быть использован для первичного картирования территории по факту возможной геодинамической активности в зоне повсеместно имеющихся тектонических разрывных нарушений: интенсивность глубинной дегазации и ее изменение. В процессе тектонической деятельности повышается пористость горных пород, образуются системы разнонаправленных трещин, полостей, тектонические зоны приобретают хорошие коллекторские свойства, в них происходит накопление радона, повышается коэффициент эманирования, большая часть тектонических нарушений превращается в радононосные подводящие структуры. Источниками радона могут являться сами горные породы - сланцы, граниты, сиениты.

Кроме того, проблема дегазации интересна и с точки зрения экологии, поскольку усиление выделения радона, паров ртути или иных газов на определенных территориях – влияет на биоту и здоровье людей. Радон и продукты его распада провоцируют онкологические заболевания, особенно рак легких. Оценка вклада радона в формирование средней дозы облучения человека в процессе его жизни дает следующие результаты: из 72% вклада естественного облучения в дозовую нагрузку вклад радона оценивается в 54% [1, 2].

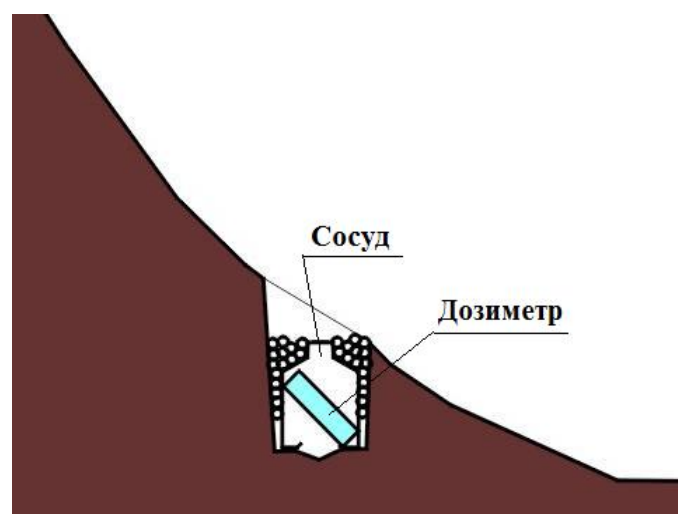


Рис. 1. Схема размещения дозиметра в склоне карстовой воронки

Существуют проблемы, связанные с уточнением региональных особенностей формирования доз облучения от радона и его ДПР, поскольку, как правило, геологическая обстановка большинства территорий изучена плохо. В данной работе приводятся результаты измерений концентрации радона различной продолжительности и периодичности в контрольной точке, расположенной в п. Новосемейкино (Самара), а также результаты статистической обработки и анализа материала.

Измерения проводились индикатором радона SIRAD модификации MR-106N(SinmoR), предназначенным для оценки эквивалентной равновесной объемной активности (ЭРОА) дочерних продуктов изотопов радона-222 в воздухе помещений (далее – активности радона) по величине объемной активности (ОА) радона. Дозиметр имеет двухуровневый принцип оценки и осреднения содержания радона в воздухе. Количественную оценку прибор демонстрирует после 4 часов с момента начала замера. Полученные данные с шагом в 4 ч записываются в память.

Снимая данные с интервалом 4 часа, можно наблюдать суточную изменчивость концентрации радона. В 0 часов прибор рассчитывает и сохраняет среднесуточное значение, обнуляя остальную информацию. Таким образом, при недельной автоматической постановке можно получить ряд из 6 среднесуточных значений и несколько значений последнего дня, взятых с интервалом в 4 часа. Даже более информативным, чем содержание радона в почвенном воздухе является изменение интенсивности его выделения – плотность потока [5]. Поэтому отработан способ применения данного радонометра для замера концентрации радона не в условиях помещения, а в подпочвенном воздухе с обеспечением достаточной проточности воздуха. Проточность воздуха хотя и не позволяет получать максимальные значения радона за период наблюдений, но обеспечивает более точное отображение кратковременных вариаций потока газа из грунта. В яме глубиной в 30-50 см устраивается сосуд в дне которого проделано отверстие диаметром приблизительно 10 см) и малое отверстие в горловине сосуда. Внутри

устанавливается запущенный прибор, пространство между стенками сосуда и ямы заполняется землей (рис. 1).

Район п. Новосемейкино выбран не случайно (Рис. 2): карстовые явления, достаточно интенсивная дегазация радона и водорода в структурах Жигулевского разлома на территории незасеваемых полей в п.г.т. Новосемейкино, обнаруженная в 2014 г. По словам местных жителей, в некоторых местах ощущается запах сероводорода, предположительно имеющего глубинное происхождение. На данной территории разрабатывались месторождения серы, образовавшейся в результате флюидного режима.

Мониторинг дегазации радона в Новосемейкино осуществлялся с 14 мая по 11 июня 2015г. Индикатор радона устанавливался на дне карстовой воронки.

В наблюдаемый период среднесуточная интенсивность дегазации радона изменялась во времени, иногда резко спадая практически до нуля. В основном интенсивность дегазации составляла 2÷6 тыс. Бк/м³ (Рис.3) (при среднесуточном ПДК для радона 100 Бк/м³).



Рис. 2 Местоположение точки мониторинга в п. Новосемейкино.

Атмосферное давление за период наблюдений изменялось от 743 мм рт.ст. до 761 мм рт.ст. Визуальный анализ ряда вариаций концентрации радона и значений атмосферного давления (рис. 3) позволяет предположить, что интенсивность выделения радона находится в противофазе с изменениями атмосферного давления: периодам некоторого повышения атмосферного давления соответствуют периоды снижения интенсивности выделения радона.

Зависимость концентрации радона от атмосферного давления (рис. 4) показывает достаточно четко выраженную обратную зависимость с атмосферным давлением. Отдельно следует рассматривать этап наблюдений в период с 17 по 22 мая, когда наблюдался устойчивый рост атмосферного давления, интенсивность дегазации в этот период постепенно сошла на нет. Построенная для этого периода отдельно зависимость суточной концентрации радона от атмосферного давления также показывает нисходящую зависимость, которую можно интерпретировать уравнением линейной регрессии с достаточно достоверной аппроксимацией ($R^2 > 0,7$). Использование всего ряда наблюдений без предварительного анализа сразу снижает достоверность аппроксимации до ничтожно малой величины. Однако в данной ситуации фильтрация данных возможна, так как изъятые из рассмотрения данные представляют собой период наблюдений в пределах определенного атмосферного события. В целом, изменение интенсивности дегазации в зависимости от атмосферного давления (в диапазоне, наиболее обеспеченном измерениями) довольно существенное – в интервале значений давления от 752 до 757 мм рт.ст. интенсивность дегазации изменялась от 1000 до 3000 Бк/м³, то есть, в три раза.

Поэтому представляется целесообразным при изучении интенсивности дегазации учитывать не только эндогенные составляющие, но и внешние, атмосферные процессы, в данном случае, давление столба воздуха.

Представляется достаточным вводить поправку на атмосферное давление в день наблюдений, при этом достаточно среднесуточных значений. Для данного периода интенсивность дегазации можно рассчитать по формуле (1):

$$R = -383P_{\text{атм}} + 291500, \quad (1)$$

где R – интенсивность дегазации радона, $\text{Бк}/\text{м}^3$, P – атмосферное давление, мм рт. ст.

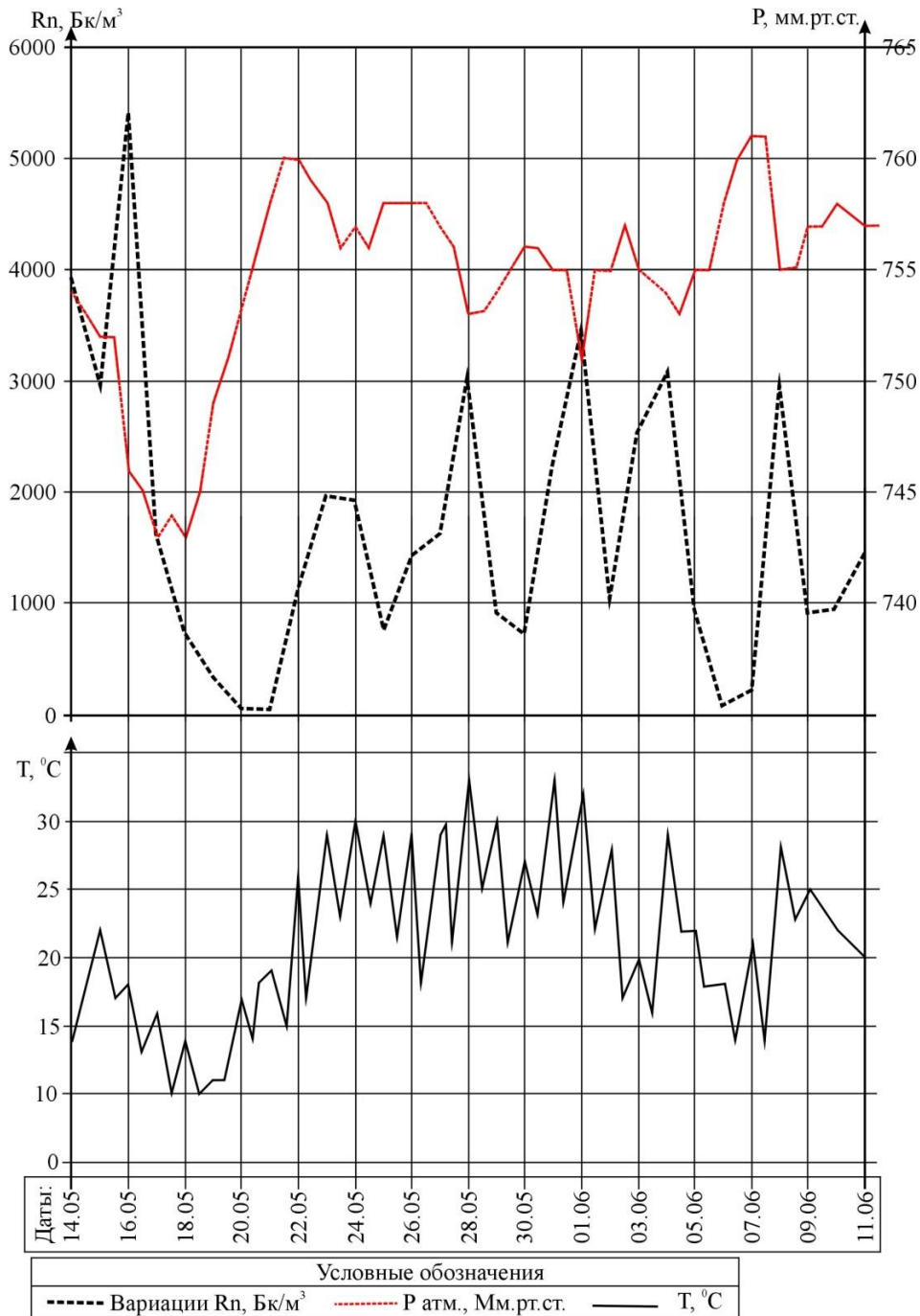


Рис. 3 Изменение среднесуточной концентрации радона.

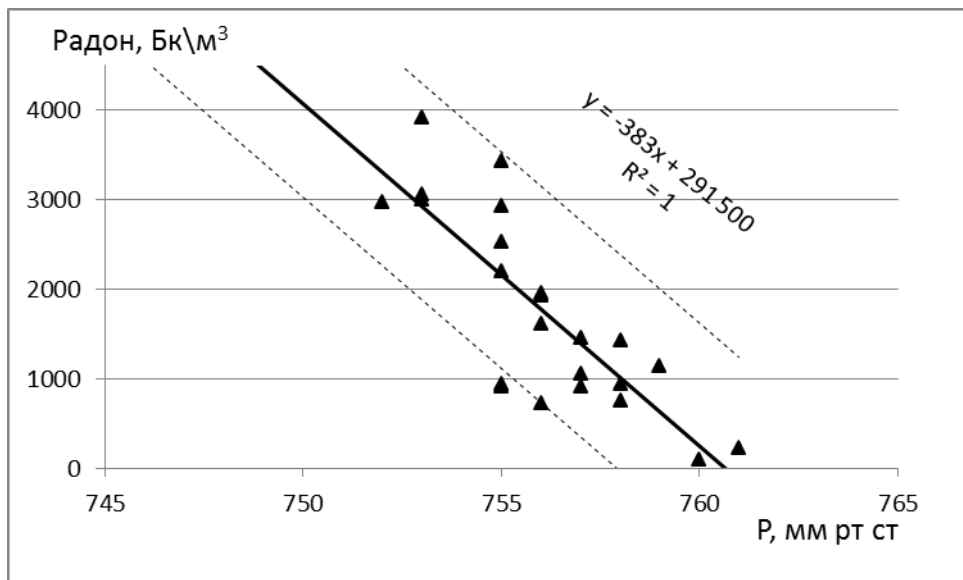


Рис. 4 Связь интенсивности дегазации радона с атмосферным давлением.

Изменения температуры атмосферного воздуха также сопровождаются изменением концентрации радона. Визуально на общем графике они различимы слабо в связи с интенсивным суточным ходом температуры.

Интенсивность дегазации на территории п.г.т. Новосемейкино хоть и велика, однако при атмосферном давлении 760 мм рт.ст., нормальных атмосферных условиях, практически сходит на нет.

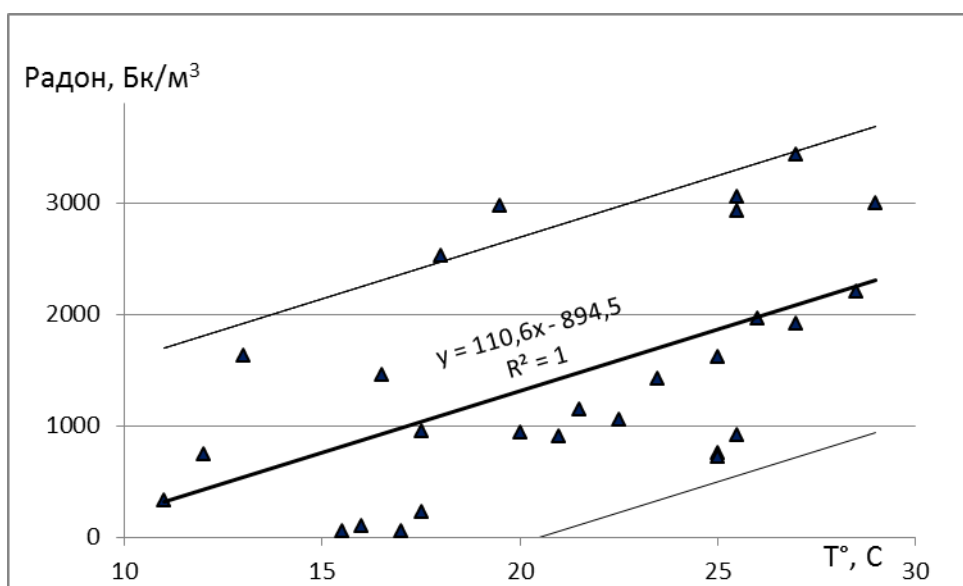


Рис. 5 Связь интенсивности дегазации со среднесуточной температурой воздуха.

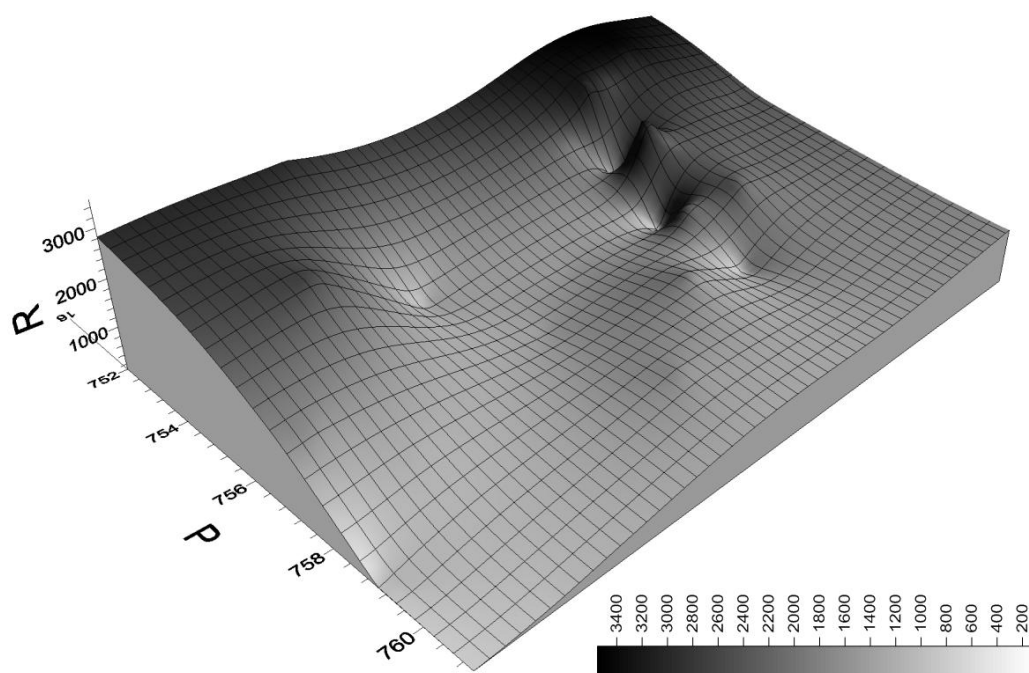


Рис. 6. Зависимость интенсивности дегазации радона от атмосферных условий.

Однако при использовании среднесуточной температуры воздуха проявляется прямая зависимость, когда с ростом температуры увеличивается интенсивность дегазации радона (рис. 5).

Использование максимальной или минимальной суточной температуры воздуха (в нашем случае использовались дневная и вечерняя температура) дает тот же результат. Несмотря на то, что измерения проводились в натуральных условиях, когда одновременно изменялись несколько действующих факторов, зависимость хорошо интерпретируется уравнением линейной регрессии с достоверностью аппроксимации 1, все результаты измерений укладываются в интервал $\pm 2\sigma$, что говорит о высокой достоверности зависимости.

Общие закономерности в виде влияния космофизических процессов проявились и при мониторинге в п.г.т. Новосемейкино – максимальная концентрация радона 16 мая наблюдалась через день после лунного перигелия, этот день исключен из анализа связи дегазации с атмосферными процессами, так как вклад космофизических процессов явно превышает вклад атмосферных процессов.

Дегазация происходит в реальных условиях, когда параметры атмосферы, в нашем случае, атмосферное давление и температура воздуха, изменяются одновременно. Совместный анализ трех составляющих процесса дает следующую картину (рис. 6): минимальная дегазация наблюдается при сочетании минимальной температуры воздуха и максимального давления.

По-видимому, атмосферное давление оказывает больший ограничивающий эффект на процесс дегазации – при нормальном атмосферном давлении 760 мм рт.ст. процесс дегазации практически прекращается независимо от температуры, тогда как при самой низкой в период измерений температуре воздуха и низком атмосферном давлении дегазация происходит. Возможно, при более низких температурах или промерзании почвы будет наблюдаться ограничивающий эффект, эту гипотезу следует проверить в зимних условиях.

Выводы:

1) на платформенных территориях в условиях незначительной тектонической активности в разрывных нарушениях дегазация радона во многом зависит как от космофизических условий, так и от атмосферных условий;

2) интенсивность дегазации зависит от атмосферного давления существенным образом, при нормальном атмосферном давлении 760 мм рт.ст. дегазация сходит на ноль вне зависимости от иных факторов, эту величину атмосферного давления, по-видимому, можно считать равновесной в плане условий дегазации и ограничивающей в плане интенсивности дегазации;

3) интенсивность дегазации пропорциональна температуре воздуха и увеличивается с ее ростом;

4) в реальных условиях одновременного изменения атмосферного давления и температуры минимальная интенсивность дегазации соответствует минимальным температурам и максимальному давлению;

5) методы контроля параметров дегазации радона, его дальнейшего распространения, разработанные в условиях интенсивной эндогенной дегазации

(по типу территорий с вулканической активностью), нуждаются в адаптации к платформенным условиям.

Литература

1. Публикация 65 МКРЗ "Защита от радона-222 в жилых зданиях и на рабочих местах". М.: Энергоатомиздат, 1995. 78 с.

2. Радиация: Дозы, эффекты, риск // Пер. с англ. М.: Мир, 1988. 79 с.

3. Шумакова Е.М., Кондрашина П.В. Российский и зарубежный опыт освоения территорий, прилегающих к крупным плотинам // Вестник Московского университета. Серия 21: Управление (государство и общество). 2015, № 2, с. 65-79.

4. Яковлев В.Н., Шумакова Е.М., Трегуб Н.В. Сейсмическая активность и геодинамика Самарской области // Известия Самарского научного центра РАН. 2014, т. 16., № 1-1, с. 27-34.

5. Яковлева В.С., Каратаев В.Д. Плотность потока радона с поверхности земли как возможный индикатор изменения напряженно-деформированного состояния геологической среды// Вулканонология и сейсмология. 2007, №1, с. 74-77.