**Экологические проблемы в карстовых районах**

Фомин Геннадий Васильевич, старший научный сотрудник ГНЦ РФ Институт биофизики

Природное выщелачивание урана с накоплением на геохимических барьерах достаточно широко известно [1], чтобы предположить, что после выхода карстовых подземных водотоков, на геохимических барьерах следует ожидать урановую, радоновую и тритиевую аномалии. На Кавказе такими примерами являются два подобных района: в местах выхода (в реки) карстовых подземных водотоков из хребтов Алек (у поселка Ажек) и Арабика (у поселков Дзыхра - Менделеево). Цели данной работы - это выявление (прогноз, поиск и разведка) природных аномалий урана, трития и радона; определение их радиационной опасности для населения. Результаты этой работы могут быть полезны для жителей, проживающих в аномальных районах, а также для специалистов: геологов, физиков и медиков. Если доза на население от воздействия природных источников урана, радона и трития окажется существенной, тогда в этом случае строительство ядерных объектов в таких местах должно быть отклонено и есть основания для дальнейшей разведки этих аномалий с целью поиска урана.

Тритий является индикатором интенсивности ядерных реакций нейтронов с легкими элементами: такими как литий, азот, кислород и др [2]. Из экспериментальных данных известно, что источником быстрых нейтронов в породах являются уран, торий и продукты их распада радиоактивных цепочек - радон, торон {по (альфа,n) реакции}. Наличие радона указывает на аномальное (превышающее фоновое более чем в три раза) количество урана в породах (в воде), когда подземными водотоками вымываются, растворяются известняки в слабокислотной воде т.е. образуются карстовые пещеры, трещины. Совместное существование природных аномалий трития и радона показано в работе[3] для северо-запада Москвы, где, в отличие от других районов Москвы, преобладают карстовые, подземные водотоки. Нами также предсказаны возможные тритиевые аномалии в таких районах России, как Кавказ, Кольский полуостров, Урал и некоторых других. Урановые и радоновые аномалии на Кавказе хорошо известны, например выработанное урановое месторождение у горы Бештау (Железноводск - Лермонтов), содержание урана в породах во многих местах превышает 5г/т, а радиационный фон часто превышает 50мкР/час (0,5мкЗв/час). Гидрогеологи также обнаружили на Кавказе аномальные концентрации трития в минеральной (речной) воде: в Грузии (1989г.)- 38 Бк/л; в бассейне реки Мзымта (Красная Поляна - Сочи, Адлер) - до 12 Бк/л при фоновых значениях 2-3 Бк/л [3]. Во втором случае, тритиевая аномалия объясняется близостью хребта Арабика с карстовыми подземными водотоками и является основанием для последующего прогноза урана.

Пробы воды отбирались нами в реке Сочи (2005г.) у хребта Алек, между впадениями в неё реки Ац -левый приток и реки Ажек - правый приток, а также ниже по течению реки Сочи до поселка Пластунка [3]. Затем пробы выпаривались и конденсат от перегонки измерялся в ГНЦ Институт биофизики на жидкостном сцинтилляционном счетчике типа Rackbeta 1215. При этом использовался сцинтиллятор типа Ultra Gold в соотношении 12 мл сцинтиллятора и 8 мл конденсата. Минимально измеряемая активность-10Бк/л, что соответствует фоновой. Общая относительная неопределенность измерения составляет 20%. Было отобрано 10 проб воды. Максимальное значение концентрации трития - 500Бк/л, дала проба, взятая у впадения реки Ац, а минимальная - 70Бк/л соответствует впадению реки Ажек. Пять проб, взятые еще ниже по течению реки Сочи, показали фоновые значения - до 10Бк/л, т.е. в реке Сочи происходит быстрое разбавление трития.

В соответствии с НРБ-99 уровень вмешательства для населения по концентрации трития в воде составляет 3300Бк/л, что в 6 раз больше, чем обнаруженный нами максимум. Однако мы считаем, что необходимо предусмотреть следующие этапы возможных исследований: а) измерить концентрацию трития в карстовом водотоке в нескольких местах; б) определить содержание трития в воздухе в районе поселка Ажек; в) оценить дозу от трития при внутреннем поступлении для людей, проживающих в данной местности. Из результатов наших исследований можно сделать вывод: тритий является новым признаком для прогноза, поиска и разведки аномалий и месторождений урана.

Что касается измерений объемной активности радона в воздухе Воронцовской системы пещер, то они проводились сотрудниками Геологического Института ВСЕГЕИ и Радиевым Институтом (1999г.,2000г. и 2001г.) [3]. Был отмечен рост более чем на порядок объемной активности радона с годами. Например, в Туфовом зале - 10Бк/м3 (1999г.), 2900Бк/м3 (2000г.) и 5900Бк/м3 (2001г.). В 2001г. наблюдался максимум во всех частях Воронцовской системы пещер - от 875Бк/м3 до 5900 Бк/м3. Минимум наблюдался вблизи входов в пещеры, где проветривание достаточно интенсивно от 255Бк/м3 до 525Бк/м3 . Согласно НРБ-99 в новых зданиях объемная активность радона в воздухе помещений не должна превышать 100Бк/м3 . Поэтому величины, обнаруженные в Воронцовских пещерах - аномальные и могут представлять опасность для населения и туристов. Например для инструкторов время посещения пещер может составить несколько часов в день, в летний период. С нашей точки зрения в плане дальнейших исследований следует предусмотреть измерения плотности потока радона для поселков Ажек, Пластунка, Воронцовка, Красная Поляна и др. Можно было бы определить дозу от воздействия радона для населения этих поселков.

Рассмотрим радоновые аномалии на территории Северо-Запада г.Москвы на примере аномалии в Крылатском-Рублево. Дом отдыха "Рублево" - это десятки коттеджей на правом берегу Москва - реки в районе Крылатского, на левом берегу находится похожий дачный комплекс - Серебряный Бор. С целью проверки радоноопасности помещений вновь построенных коттеджей в "Рублево" нами были измерены концентрации радона в воздухе помещений подвалов и 1-х этажей. Измерения проводились радонометром РРА-01М-03. Результаты измерений в среднем на порядок [3] превышают величину 100Бк/м3 - норму из НРБ-99 по радону.

Анализ поведения трития (в виде окиси трития) в окружающей среде показывает, что в зависимости от степени изученности моделируемой системы, географических и демографических особенностей, параметры миграции трития меняются в широких пределах. По этой причине рекомендуется везде, где это возможно конкретизировать пути и параметры миграции трития в районе размещения предприятий экспериментальным путем. Поэтому необходимо учесть опыт по безопасности для населения в районе предприятий с тритием [2], а также результаты биологических экспериментов по хроническому воздействию малых доз трития. В результате анализа данных по миграции трития в окружающей среде тритиевого предприятия выделены две зоны миграции трития. Определено значение плотности потока трития, отнесенной к концентрации трития во влаге воздуха приземной атмосферы. Только этот нормированный параметр одинаков для двух зон миграции трития. Нами проанализированы данные по дозовым пределам и оценке риска от трития .

**Список литературы**

1.Евсеева Л.С., Перельман А.И., Иванов К.Е. Геохимия урана в зоне гипергенеза. М., Атомиздат, 1975, 280с и http://gvfomin.pochta.ru/KarstRadiation.doc.

2. Тритий - это опасно. Сборник. Челябинск, 2001, с. 30-37. http://gvfomin.pochta.ru/tritium-danger.pdf

3.Фомин Г.В. Тритий и радон в районах цепочек карстовых пещер. Вопросы атомной науки и техники. Серия "Термоядерный синтез". 2006. Вып.2., с 69-73. http://gvfomin.pochta.ru/tritium.htm