Записки Ленинградского ордена Ленина и ордена Трудового Красного Знамени горного института им. Г. В. Плеханова, т. LXIV, вып. 2, 1974 г.

ВЛИЯНИЕ Rn и Tn В ПРИЗЕМНОМ СЛОЕ АТМОСФЕРЫ НА ГАММА-СПЕКТРАЛЬНЫЕ ОПРЕДЕЛЕНИЯ U и Th

М. И. Тюхтин

Радон и торон являются одной из составных частей земной атмосферы. Распределение концентраций радона изучено достаточно полно [1, 2, 5—8]. Значительно меньше имеется сведений о концентрации торона в атмосфере [1, 5, 8]. Обнаружены значительные суточные [6, 8] и сезонные [1] изменения концентраций радона в приземном слое атмосферы. Концентрация радона и торона в атмосферном воздухе определяется эксхаляцией их из горных пород и почвы, а также турбулентным перемешиванием в атмосфере. При этом последний фактор для радона является доминирующим. Турбулентное перемешивание в безветреные дни минимально перед восходом солнца и максимально в полдень [8]. Концентрация радона, наоборот, достигает максимума перед восходом солнца и минимума в полдень [6, 8].

Эксхаляция радона и торона максимальна летом и минимальна зимой. Между величинами эксхаляции торона и концентрации ThB в атмосфере существует прямая зависимость, что указывает на слабое влияние атмосферных явлений на концентрацию торона и продуктов его распада в воздухе. Максимальная же концентрация радона в атмосфере нередко совпадает с минимальной эксхаляцией его из почвы, так как благодаря значительной продолжительности жизни Rn концентрация его в атмосфере практически полностью определяется происходящими в ней процессами.

Суточные и сезонные изменения концентрации радона и торона и их продуктов распада в приземном слое воздуха приводят к изменениям интенсивности гамма-излучения на поверхности земли. Поэтому интересно оценить степень влияния вариаций концентраций радона и торона на результаты гамма-спектрометрических определений урана и тория на месте залегания горных пород. Одним из способов такой оценки является измерение концентраций урана и тория в течение длительного времени на фиксированных точках. В течение июля—октября 1969 г. нами проведены длительные измерения гамма-спектрометром АГС-3 в двух точках с различными содержаниями урана и тория. С целью исключения ошибок за изменение параметров прибора перед каждым замером эталонировали гамма-спектрометр. Продолжительность измерений выбирали с учетом обеспечения точности определения

содержания урана, тория и калия не хуже ±10% (см. таблицу).

Полученные данные показывают, что в подавляющем большинстве случаев содержание урана в утренние часы выше, чем в вечерние. Причина этих различий станет понятной, если обратиться к суточному ходу изменений концентраций радона в воздухе. Утренние измерения, как правило, проводились в интервале 7—9 *ч*, т. е. когда коцентрация радона в приземном слое воздуха достаточно велика [6, 8], а вечерние измерения — во время наибольшего понижения концентрации радона (17—20 *ч*).

Средние содержания урана, тория и калия по многодневным измерениям

Параметр	U, 10^{-4}%		Th, 10^{-4}%		K, %	
	Утро	Вечер	Утро	Вечер	Утро	Вечер
Точка 1 июль — август						
Среднее по 26 измерениям	4,9	4,5	10,4	10,7	1,5	1,5
Среднее квадратичное отклонение	±0,38	±0,30	±0,53	±0,55	±0,06	±0,09
Средняя квадратичная ошибка среднего	±0,08	±0,07	±0,11	±0,12	±0,01	±0,02
Точка 2 сентябрь — октябрь						
Среднее по 22 измерениям	4,0	3,1	9,1	9,5	1,2	1,2
Среднее квадратичное отклонение	±0,42	±0,36	±0,42	±0,49	±0,09	±0,05
Средняя квадратичная ошибка среднего	±0,909	±0,13	±0,09	±0,17	±0,02	±0,02

Среднее содержание урана утреннего выше вечернего в точке 1 на $0{,}4 \cdot 10^{-4}$%, а в точке 2 на $0{,}9 \cdot 10^{-4}$%. Расхождение средних содержаний урана проверено по критерию Стьюдента [3]: вычисленные значения критерия Стьюдента значительно превосходят табличные для 5%-ного и даже 1%-ного уровней значимости, что указывает на существенное различие средних.

Разница между средними содержаниями урана на точке 2 значительно больше, чем на точке 1. Это, вероятно, связано, с тем, что измерения на точке 1 проведены летом — во время интенсивного турбулентного перемешивания атмосферы, а измерения на точке 2 совпали с резким похолоданием .

Обратная картина наблюдается в изменении содержаний тория. Средние содержания его по утренним измерениям ниже, чем по вечерним, и разница между ними одинакова ($0{,}4 \cdot 10^{-4}$%) на обеих точках. Правда, различия средних содержаний тория при 1%-ном уровне значимости становятся несущественными.

Средние содержания калия по утренним и вечерним измерениям одинаковы с точностью до 0,1%. Это показывает, что изменение влажности горных пород в течение летнего периода и аппаратурные погрешности не оказали заметного влияния на результаты гамма-спектрометрических измерений.

Расчеты показывают, что наблюдаемым максимальным разностям содержаний урана и тория по утренним и вечерним измерениям соответствуют изменения концентраций радона и торона в атмосферном воздухе, соответственно, на $4 \cdot 10^{-13}$ и $0{,}6 \cdot 10^{-13}$ *кюри/л*, что довольно близко к амплитуде колебаний концентраций по данным Т. И. Сисигиной и

Х. Юнга [6, 8]. Суточные и сезонные колебания концентраций радона в атмосфере в отдельные дни могут вносить существенные погрешности в гамма-спектрометрические определения кларковых содержаний урана. Так, при определении содержаний в известняках, кларк по урану для которых около $1 \cdot 10^{-4}\%$, ошибка может достигать 100%. Для пород с содержаниями урана более $5 \cdot 10^{-4}\%$ ошибки за счет изменений концентраций радона в воздухе будут не выше 10—20%.

Для подавляющего большинства горных пород наблюдаемые изменения концентраций торона в приземном слое атмосферы вносят дополнительные ошибки в содержание тория не более 5%.

Уменьшение влияния атмосферных концентраций радона и торона на результаты гамма-спектрометрических определений содержаний урана и тория достигается экранированием датчика гамма-спектрометра сверху, как это делается при гамма-измерениях в горных выработках [4]. По нашим данным, экран из стали толщиной 7 *см* уменьшает влияние помех примерно в 10 раз.

ЛИТЕРАТУРА

1. Малахов С. Г., Чернышева П. Г. О сезонных изменениях концентрации радона и торона в приземном слое атмосферы. В сб.: Радиоактивные изотопы в атмосфере и их использование в метеорологии. Атомиздат, 1965.
2. Милн В. Б. и др. Концентрация радона и вертикальное турбулентное перемешивание в приземном слое атмосферы. В сб.: Радиоактивные изотопы в атмосфере и их использование в метеорологии. Атомиздат, 1965.
3. Митропольский А. К. Техника статистических вычислений. Физматгиз, 1961.
4. Новиков Г. Ф., Капков Ю. Н. Радиоактивные методы разведки. Недра. 1965.
5. Сердюкова А. С., Капитонова Ю. Т. Изотопы радона и их короткоживущие продукты распада в природе. Атомиздат, 1969.
6. Сисигина Т. И. Радон как индикатор стабильности в атмосфере. В сб.: Радиоактивные изотопы в атмосфере и их использовании в метеорологии. Атомиздат, 1965.
7. Стыро Б. И. Вопросы ядерной метеорологии. АН Лит.ССР, 1959.
8. Юнге Х. Химический состав и радиоактивность атмосферы. Мир, 1965.