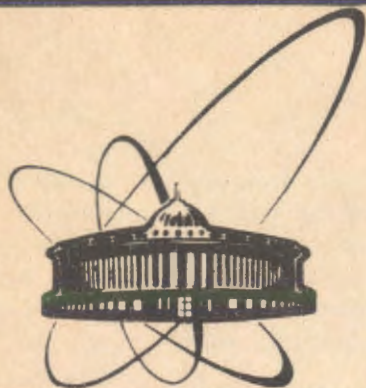


91-548



сообщения
объединенного
института
ядерных
исследований
дубна

P16-91-548

Лыу Там Бат, В.П.Бамблевский

ОЦЕНКА СОДЕРЖАНИЯ РАДИОАКТИВНОСТИ
В ПРИЗЕМНОМ СЛОЕ ВОЗДУХА Г.ДУБНЫ
С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ БИОИНДИКАТОРОВ -
ИГЛ СОСНЫ

1991

1. ВВЕДЕНИЕ

В начале шестидесятых годов после многократно проведенных испытаний ядерного оружия начались исследования по определению уровней суммарной удельной бета-активности в иглах сосны ^{1/1}. Отмечалась определенная корреляция между уровнями удельной радиоактивности в иглах сосны и выпадениями продуктов ядерных взрывов.

Впоследствии иглы сосны (и.с.) рассматривались как хороший биоиндикатор радиационных загрязнений приземного воздуха ^{1/2}. В дальнейшем различные группы специалистов более детально изучали характер колебаний содержания радиоактивности после испытаний ядерного оружия, аварий на АЭС и специальных экспериментов с целью использования этого биоиндикатора в качестве удобного материала для контроля содержания радиоактивности во внешней среде.

Результаты исследований показали, что и.с. достаточно быстро и активно абсорбируют практически все значимые радиоактивные изотопы, появляющиеся во внешней среде после ядерных взрывов или аварий на реакторах: ¹³¹I, ⁹⁰Sr, ⁶⁰Co, ¹⁰³Ru, ¹⁴⁴Ce, ¹⁴⁴Pr, ¹²⁵Sb, ¹⁴⁰La, ¹⁴⁰Ba, и т.д.

В то же время отсутствие радиоизотопов или их незначительное содержание в и.с. служит необходимым доказательством благополучного состояния внешней среды в рассматриваемом аспекте. При интерпретации результатов контроля и исследований необходимо учитывать ранее экспериментально установленные закономерности, наиболее важные из которых — сезонные колебания радиоактивности в и.с. и возраст и.с., отбираемых для измерений.

В настоящей работе впервые представлены результаты исследований содержания радиоактивности в и.с., отобранных в районе расположения ОИЯИ и в окрестностях г.Дубны.

2. ОТБОР ПРОБ И ИЗМЕРЕНИЕ

В ранее опубликованных работах ^{1/1-3, 8/} авторы показали, что старые и.с. абсорбируют радиоизотопы из воздуха (через аэрозоли или ионы в растворе) заметно активнее молодых и.с. В данной работе отбор проб проводился в одном и том же месте с площади ~ 1 га, расположенном в нескольких километрах от г. Дубны в западном направлении, некоторые пробы отобраны также с территории техплощадки ЛЯП ОИЯИ. Масса сырых и.с. равнялась примерно 2-3 кг, возраст и.с. составлял 2-9, 10-16, 22-26 месяцев,

а периодичность отбора колебалась от двух недель до месяца. И.с. нарезались длиной 1-1,5 см, а затем высушивались при температуре не более 100°C. Подготовленные таким образом сухие иглы помещались в контейнер типа Маринелли объемом 0,5 или 3 л, и измерялись спектры на гамма-спектрометре с Ge(Li)-детектором объемом 72 см³; импульсы детектора через 4096-канальный интерфейс передавались для анализа в компьютер типа IBM PC/AT.

3. РЕЗУЛЬТАТЫ ИЗМЕРЕНИЙ

Кроме пиков полного поглощения от изотопов ⁷Be, ⁴⁰K и некоторых изотопов семейства урана и тория во всех полученных спектрах обнаружен только один пик от искусственного изотопа — ¹³⁷Cs. На рис. 1а, б представлены типичные спектры фона и пробы соответственно. Незначительное количество ¹³⁷Cs обусловлено лишь глобальными выпадениями и не превышает результатов аналогичных измерений, проведенных в других регионах земного шара [2,3,8].

Колебания радиоконцентрации ¹³⁷Cs у старых и.с. представлены на рис. 2. Видно, что у старых и.с. (возраст 10-25 месяцев) удельная радиоактивность практически не зависит от времени года, т.е. сезонные колебания не наблюдаются.

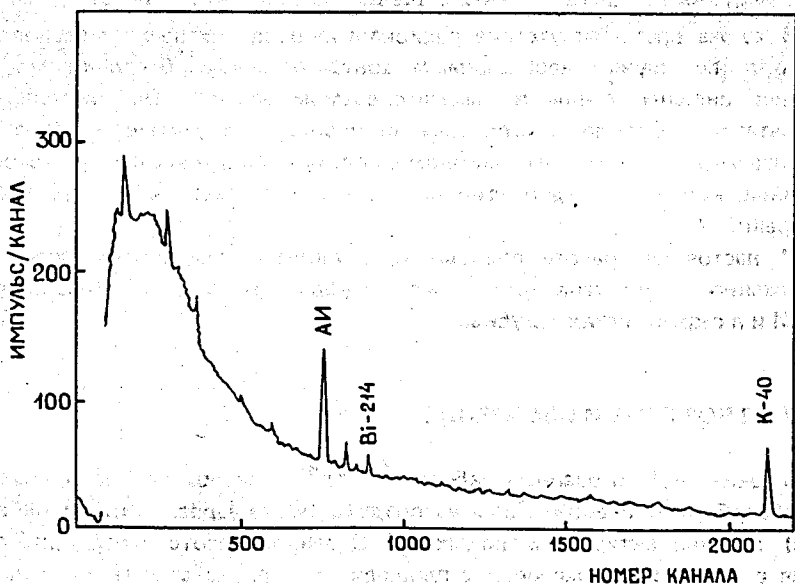


Рис. 1а. Фоновый спектр гамма-спектрометра.

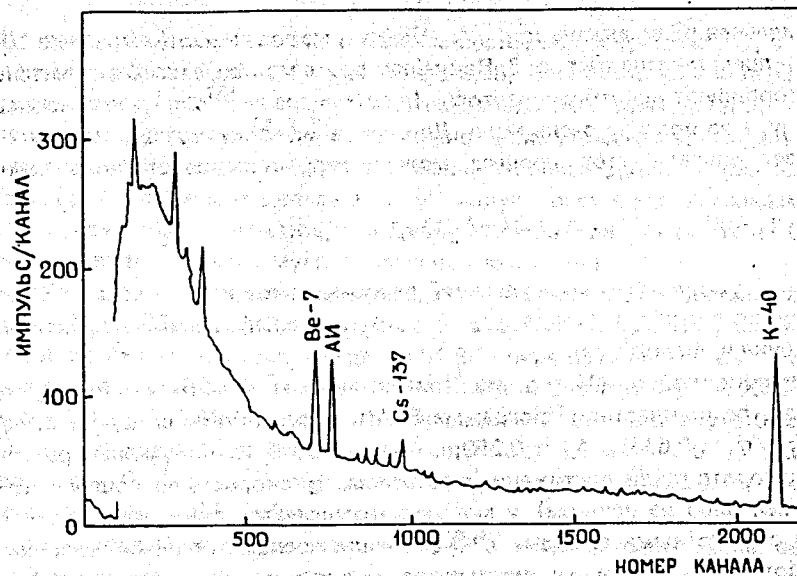


Рис. 1б. Типичный аппаратный гамма-спектр от игл сосны.

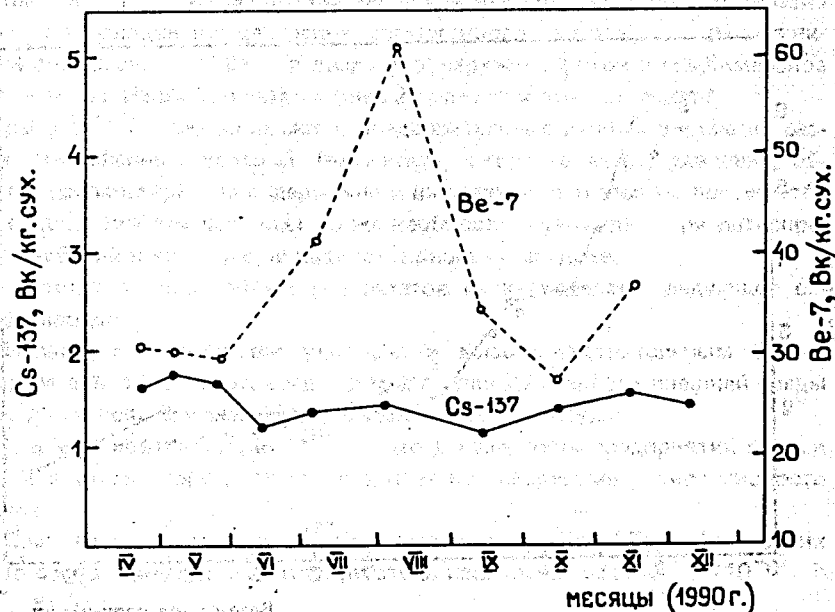


Рис. 2. Концентрация радиоизотопов ¹³⁷Cs и ⁷Be в иглах сосны в зависимости от времени года.

Удельная радиоактивность Q , Бк/кг молодых и.с. (возраст до 10 месяцев) представлена на рис. 3. При своем росте молодые и.с. более интенсивно абсорбируют некоторые изотопы (в том числе ^{137}Cs) через корневую систему, а из воздуха очень мало. Достигнув максимума, Q молодых игл начинает спадать, этот процесс можно аппроксимировать выражением:

$$Q = q_0 \exp(-\lambda_1 t) + q_1 \exp(-\lambda_2 t), \quad (1)$$

где q_0, q_1 — константы удельной радиоактивности; t — время (месяц), прошедшее с начала наблюдения; λ_1, λ_2 — коэффициенты эффективного выведения и поглощения.

Аппроксимация (1) по экспериментальным значениям (рис.3) проводилась по стандартной программе FUMILI; результаты следующие: $q_0 = 8,11$; $q_1 = 0,613$; $\lambda_1 = 0,259$; $\lambda_2 = -0,0649$. Из полученных результатов видно, что после достижения максимума Q скорость поглощения (либо из почвы, либо из воздуха) у молодых и.с. заметно снижается. Это согласуется с известными фактами^{4,5/}, что после загрязнения воздуха радоноизотопами старые и.с. поглощают их из атмосферы значительно лучше, чем молодые и.с. Из анализа полученных результатов (рис. 2) за период исследования не обнаружено сезонных колебаний ^{137}Cs в старых

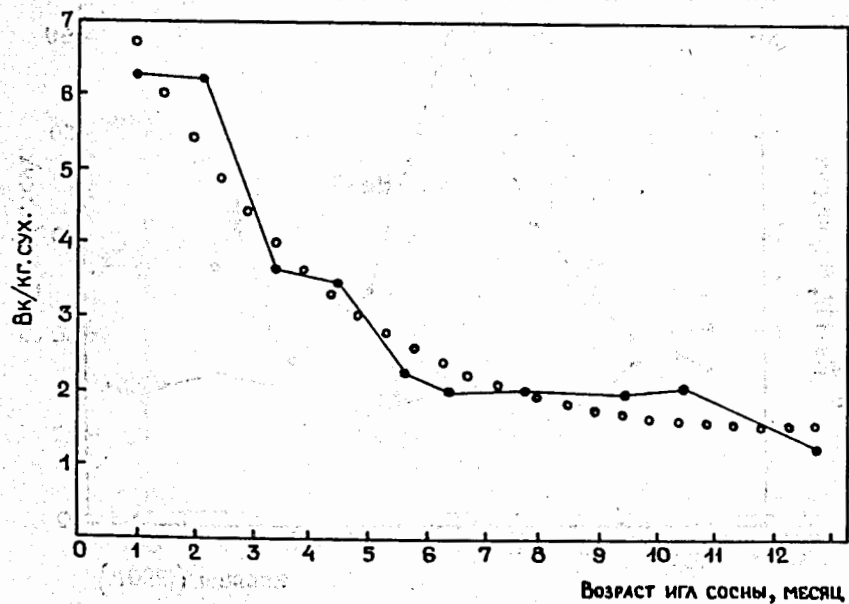


Рис. 3. Концентрация радиоизотопа ^{137}Cs в молодых иглах сосны в зависимости от возраста, ● — измерения, ○ — аппроксимация.

и.с., а средняя концентрация этого изотопа составляет в сухих иглах, в лесных массивах вблизи Дубны, $\bar{Q} = (1,5 \pm 0,35)$ Бк/кг. Указанное значение Q довольно мало и не превышает известные аналогичные результаты, полученные в других регионах^{2,3,8/}; можно также утверждать, что деятельность каких-либо предприятий, расположенных вблизи Дубны и тем более в самом городе, не вносит вклада в окружающую среду в рассматриваемом аспекте. Следует также отметить, что Дубна расположена на широте $\sim 60^\circ$, что соответствует^{7/} минимуму глобальных выпадений.

В работе^{6/} представлены результаты радиационной обстановки в Москве в 1986-1988 гг., обусловленные выпадением цезия. Из указанных в этой работе данных следует, что до 26.04.86 концентрация ^{137}Cs в воздухе колебалась от $1,3 \cdot 10^{-19}$ до $4 \cdot 10^{-19}$ Ки/л. Значение q 28-29.04.86 равнялось $1,2 \cdot 10^{-15}$ Ки/л; затем концентрация ^{137}Cs в воздухе быстро спадала, и в конце 1987 г. значение составляло от 1,1 до $4 \cdot 10^{-19}$ Ки/л. Величина $q \sim 10^{-18} \div 10^{-19}$ Ки/л соответствует в и.с. $Q = (1,5 \pm 0,35)$ Бк/кг сухого веса и.с. или $\sim 0,6$ Бк/кг сырого веса и.с.

Вести массовый контроль концентраций в воздухе столь малой величины обычными способами (прокачка через фильтр $\sim 10^5$ м³ воздуха, гамма-спектрометрия, радиохимия и т.д.) — очень трудоемкая и дорогостоящая задача. Для сравнения ДКБ для ^{137}Cs — $4,9 \cdot 10^{-13}$ Ки/л^{9/}.

В работе^{11/} на основании экспериментальных результатов указана сезонная корреляция концентрации космогенного изотопа ^7Be , минимальное содержание ^7Be в воздухе обнаружено зимой и максимальное весной — летом. Наши результаты (рис. 2) близки к этим выводам.

В работе^{7/} также имеются предварительные данные о влиянии различных атмосферных условий (влажность, скорость ветра, давление, облачность, температура) на содержание и выпадение изотопов из приземного слоя воздуха. Все эти факторы также необходимо учитывать при интерпретации колебаний концентраций радиоактивности в воздухе.

На основании полученных результатов можно сделать следующие основные выводы:

1. Иглы сосны являются удобным и высокочувствительным биоиндикатором для дополнительного контроля радиоактивности внешней среды и в первую очередь за контролем радиоактивности воздуха;

2. Еще раз подтверждено^{10/}, что деятельность предприятий вблизи Дубны и в самом городе пока не влияет на содержание радиоактивности в воздухе;

3. Средняя концентрация ^{137}Cs составляет $(1,5 \pm 0,35)$ Бк/кг в сухих и.с. (что соответствует концентрации этого изотопа в воздухе $\sim 10^{-18} \div 10^{-19}$ Ки/л);

4. Не обнаружены сезонные колебания ^{137}Cs в и.с., а концентрации других искусственных изотопов, испускающих гамма-кванты, пренебрежимо малы; но обнаружены сезонные колебания космогенного изотопа ^7Be ;

5. Установлена закономерность изменения концентрации ¹³⁷Cs в молодых иглах.

Авторы выражают благодарность А.Н.Каргину за большую помощь в проведении гамма-спектрометрии, В.А.Куликову за помощь в сборе и подготовке проб и М.М.Комочкову за поддержку и внимание к работе.

ЛИТЕРАТУРА

1. Szepe R. — *Atompraxis*, 1963, v.6, N 3, p.218.
2. Nomoshima N., Takashima Y. — *J.Radioanal.Chem.*, 1981, v.67, N 2, p.385.
3. Masuoka N., Nomoshima N. — *Radioch.Radioanal.Lett.*, 1983, v.57, N 3, p.269.
4. Алексахин Р.М., Бочарова М.А. — *Лесоведение*, 1971, №4, с.59.
5. Тихомиров Ф.А. и др. — *Лесоведение*, 1969, №1, с.56.
6. Телушкина Е.Л., Зыкова А.С., Воронина Т.Ф. — *АЭ*; 1991, т.70, вып.1, с.43.
7. Глобальные выпадения продуктов деления ядерных взрывов как фактор облучения человека. Под ред. Мареня А.Н., М.: Атомиздат, 1980.
8. Liu Tam Bat va sac song su. UBKH va KTNN, 1991, N66A.01.04.
9. Нормы радиационной безопасности (НРБ-76/87). М.: Энергоатомиздат, 1988.
10. Аленицкая С.И., Бамблевский В.П. и др. — *Сообщение ОИЯИ 16-10539*, Дубна, 1977.
11. Beseova G. et al. — *In Proc. of the Second Int. Conf. on Low Level Counting, Low Radioactivities'80, Bratislava, 1980, v.2, p.125.*

Рукопись поступила в издательский отдел
13 декабря 1991 года.