

Рис. 2. Распределение подвижного урана и свинца на участке с нерудными аномалиями:

1 — почва; 2 — делювий; 3 — коренные породы. Содержание элемента в геохимических фонах; 4 — до 3 гф; 5 — 3 ÷ 10 гф; 6 — 10 ÷ 30 гф; ———— кривая  $\gamma$ -активности.

свинца в почвенном слое иногда наблюдается и в перадиоактивных аномалиях.

Некоторые из нерудных радиоактивных аномалий незначительно удалены от рудных тел. Однако в большинстве случаев какой-либо связи их с первичным урановым оруденением не наблюдается. Очевидно, что нерудные радиоактивные аномалии образовались вследствие миграции и осаждения урана из почвенных вод. При этом источником урана могли быть как рудные жилы с урановой минерализацией, так и горные породы, не содержащие урана в повышенном количестве.

Таким образом, если участки с рудными радиоактивными аномалиями характеризуются наличием в рыхлых отложениях ореолов рассеяния урана, свинца, цинка, кобальта, молибдена, мышьяка, т. е. тех элементов, которые образуют вокруг урановых рудных тел эндогенные ореолы рассеяния, то на участках с нерудными аномалиями фиксируются повышенные содержания только урана и иногда свинца. В условиях аридного климата определение элементов-индикаторов уранового оруденения можно использовать для диагностики рудных и нерудных радиоактивных аномалий.

Поступило в Редакцию 1/IV 1965 г.

УДК 551.577.7

## О загрязнении растительности радиоактивными выпадениями

О. Г. Миронов

Радиоактивные вещества при загрязнении или внешней среды накапливаются в растениях за счет поступления изотопов как через почву, так и при непосредственном попадании на растения [1]. Выпадающие радиоактивные вещества могут прочно задерживаться на поверхности растений [2]. При этом их искусственная радиоактивность состоит из накопленной и поверхностной загрязненности. Определенный интерес при этом представляет выяснение зависимости уровня радиоактивной загрязненности растений от интенсивности выпадений из атмосферы.

Для выяснения этой связи в конце мая 1963 г. в средней европейской полосе СССР была собрана растительность (наземная часть) с участка почвы размерами  $1 \times 1$  м, не подвергавшегося обработке. В весовом отношении 97% всех трав (240 г) составляли 13 видов (см. таблицу). Примерно такое же видовое соотношение было и на других участках. С января по май 1963 г. ежедневно измеряли интенсивность радиоактивных выпадений в этом районе методом кювет. Перед проведением радиометрических, радиохимических и  $\gamma$ -спектрометрических исследований трава и осадки озолялись при температуре около  $500^\circ\text{C}$ .  $\text{Sr}^{90}$  находили по его дочернему продукту  $\text{Y}^{90}$  методом экстракции последнего трибутилфосфатом [3]. Спектры  $\gamma$ -излучателей регистрировали с помощью анализатора импульсов АИ-100. При проведении  $\gamma$ -спектрометрических исследований большую помощь оказал В. П. Парчевский, которому приношу глубокую благодарность. Радиометрические анализы осуществляли на установке «Флокс» с торцовым счетчиком в свинцовой защите. Поскольку естественная активность растений обусловлена в основном  $\text{K}^{40}$ , в золе растений калий определяли методом пламенной фотометрии. Результаты

измерения суммарной  $\beta$ -активности доминирующих видов трав приведены в таблице.

Как видно из приведенных в таблице данных, искусственная активность превышала естественную, составляя примерно 70% суммарной  $\beta$ -активности. Учитывая вес растений на  $1 \text{ м}^2$  (240 г), их активность по видам, а также весовое соотношение видов, рассчитали активность растений, произрастающих на  $1 \text{ км}^2$ . Суммарная  $\beta$ -активность составила 5,5 мкюри, искусственная 3,9 мкюри. Плотность выпадений к концу мая по суммарной  $\beta$ -активности равнялась  $\sim 200$  мкюри/ $\text{км}^2$  (с учетом распада). Следовательно, загрязнение растений составило около 2% всей активности выпавших радиоактивных веществ.

Анализ показал, что за пять месяцев  $\text{Sr}^{90}$  в осадках выпало около  $2,0$  мкюри/ $\text{км}^2$ . В растениях же его количество равно  $48,5$  мкюри/кг, или  $11,5$  мкюри/ $\text{км}^2$ , т. е. примерно 0,5% всего выпавшего  $\text{Sr}^{90}$ .

Результаты  $\gamma$ -спектроскопических исследований осадков и растений представлены на рис. 1 и 2. На рис. 1 показана спектрограмма осадков, собранных с января по май 1963 г. Анализ проводился в августе 1963 г. (верхняя кривая) и спустя 5,5 месяца (нижняя кривая). На верхнем спектре видны три фотопика, энергии которых соответствуют энергиям  $\gamma$ -излучения  $\text{Ce}^{144+141}$  —  $\text{Pr}^{144}$ ,  $\text{Ru}^{103+106}$  —  $\text{Rh}^{106}$ ,  $\text{Zr}^{95}$  —  $\text{Nb}^{95}$ ; на втором спектре — уменьшение фотопиков вследствие радиоактивного распада. Фотопик с энергией, соответствующей  $\text{Cs}^{137}$  —  $\text{Ba}^{137}$ , раньше маскировался фотопиком  $\text{Zr}^{95}$  —  $\text{Nb}^{95}$ . Сравнительные данные  $\gamma$ -спектроскопии осадков и растений представлены на рис. 2. Сравнение спектрограмм осадков и растений, измеренных в январе 1964 г., свидетельствует об одинаковой природе их радиоактивных загрязнений.

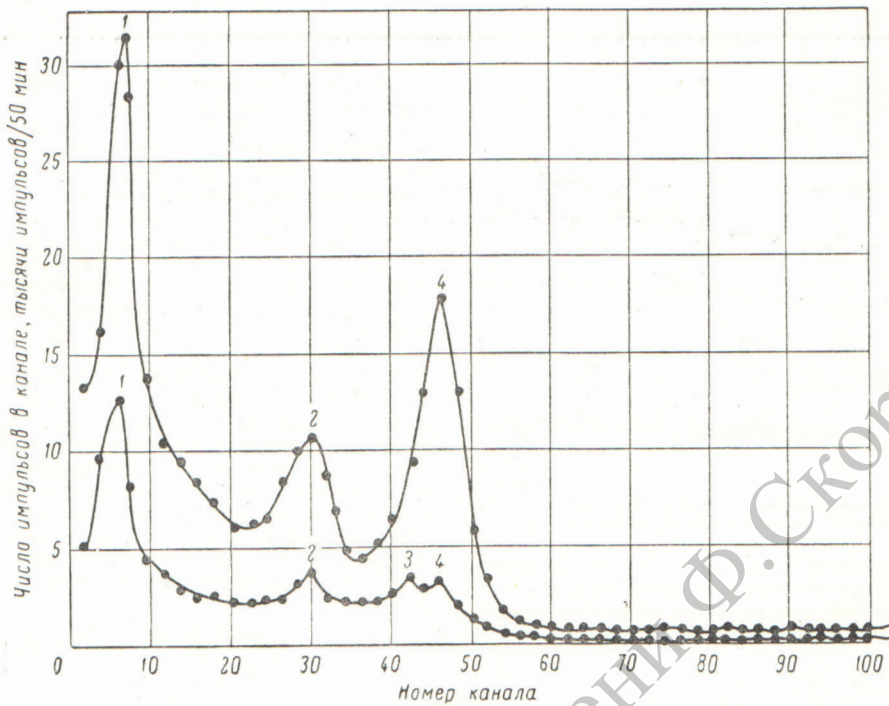


Рис. 1. Спектрограмма  $\gamma$ -излучения пробы радиоактивных выпадений за январь — май 1963 г.

1 — фотопик  $\text{Ce}^{144}$  —  $\text{Pr}^{144}$ ; 2 — фотопик  $\text{Ru}^{103+106}$ ; 3 — фотопик  $\text{Cs}^{137}$  —  $\text{Ba}^{137}$ ; 4 — фотопик  $\text{Zr}^{90}$  —  $\text{Nb}^{95}$ .

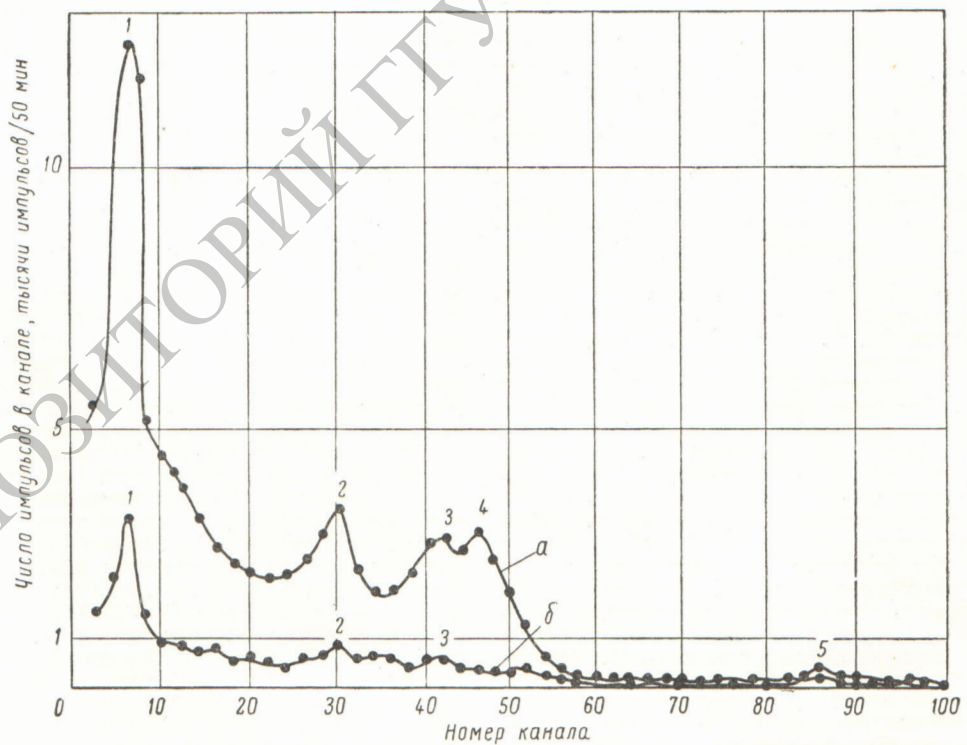


Рис. 2. Сопоставление  $\gamma$ -спектрограмм проб осадков (а) и растений (б). Обозначения: 1 — 4 — то же, что и на рис. 1; 5 — фотопик  $\text{K}^{40}$ .

Продолжение

Естественная и искусственная  $\beta$ -активность  
некоторых трав

Вид растения	Суммарная удельная активность, икюри/кг	Удельная активность $K^{40}$ , икюри/кг	Доля искусственной активности, %
Яснотка пурпурная ( <i>Lamium purpureum</i> )	15,2	5,3	65,0
Крапива жгучая ( <i>Urtica urens</i> ) . . . . .	58,0	10,1	82,6
Пырей ползучий ( <i>Agropyrum repens</i> ) . . . . .	39,0	9,0	77,0
Подорожник большой ( <i>Plantago major</i> ) . . . . .	19,0	4,2	78,0
Гусиная лапка ( <i>Potentilla anserina</i> ) . . . . .	22,0	3,8	82,7
Морковник ( <i>Daucus</i> )	17,1	6,5	62,0
Тысячелистник обыкновенный ( <i>Achillea millefolium</i> ) . . . . .	13,0	3,9	70,0
Мать-и-мачеха ( <i>Fussilago farfara</i> ) . . . . .	22,4	6,2	72,3
Клевер луговой ( <i>Trifolium pratense</i> ) . . . . .	24,0	6,5	73,0
Чернобыльник обыкновенный ( <i>Artemisia vulgaris</i> ) . . . . .	28,1	3,9	73,0
Полынь горькая ( <i>Artemisia absinthium</i> )	10,0	3,0	70,0

Вид растения	Суммарная удельная активность, икюри/кг	Удельная активность $K^{40}$ , икюри/кг	Доля искусственной активности, %
Лопух большой ( <i>Arctium lappa</i> ) . . . . .	18,0	6,7	62,8
Одуванчик лекарственный ( <i>Taraxacum officinale</i> ) . . . . .	13,5	6,5	52,0

Полученные результаты еще не позволяют сделать широких обобщений, однако на основании приведенных данных можно заключить, что активность изученных растений в 1963 г. на 70% была обусловлена искусственными радиоактивными веществами; на растениях задерживается около 2% всей активности выпавших радиоактивных изотопов и около 0,5% выпавшего  $Si^{90}$ .

Поступило в Редакцию 15/VI 1964 г.  
В окончательной редакции 1/X 1964 г.

ЛИТЕРАТУРА

1. И. В. Тулякин, Е. В. Юдинцева. Радиоактивные продукты деления в почве и растениях. М., Госатомиздат, 1962.
2. R. Menzel et al. Science, 142, 3592 (1963).
3. А. К. Лаврухина, Т. В. Малышева, Ф. И. Павлоцкая. Радиохимический анализ. М., Изд-во АН СССР, 1963.



РЕПОЗИТОРИЙ ГИИ