

мировка по нему дочерних продуктов вряд ли оправдана.

Сдвиги равновесия (см. табл. 2) в сторону последующих продуктов распада радона можно объяснить диффузионным осаждением RaA в подводных коммуникациях, которое имело место в наших экспериментах. В результате проведения дополнительных экспериментов было установлено, что в камере с радонам, из которой отбирались пробы, содержится около 30% «свободных атомов» RaA. При фильтрации воздуха значительная часть этих атомов оседает на внутренних стенках системы отбора пробы.

Из проведенной работы следует, что более точным методом определения концентраций RaA, RaB и RaC в воздухе является раздельное измерение активности каждого из дочерних продуктов радона на фильтре сразу после окончания фильтрации. Такие измерения могут быть проведены в течение 2—3 мин при времени фильтрации 5 мин, скорости прокачки 20 л/мин и концентрации дочерних продуктов радона  $\sim 0,1 \div 1$  ПДК. Следовательно, данный метод является более экспрессным, чем применявшиеся ранее. Искомые концентрации  $q_A$ ,  $q_B$  и  $q_C$  определяются непосредственно в *кюри/л*.

Одновременные измерения  $\alpha$ -активности RaC' и  $\beta$ -активности RaC позволяют ввести поправку на поглощение  $\alpha$ -излучения фильтром, аэрозолям и инертной пылью, осевшей на фильтре при отборе пробы. По предложенной методике с использованием твердого препарата Ra<sup>226</sup> можно проводить исследовательские работы по физике аэрозолей, градуировку аэрозольных радиометров, служащих для определения концентраций дочерних продуктов радона.

В заключение авторы приносят глубокую благодарность сотрудникам Радиового института АН СССР Д. М. Зив, Е. А. Волковой и Ю. В. Мазурек, изготовившим неманируемые источники из Ra<sup>226</sup>.

Поступила в Редакцию 3/VII 1964 г.  
В окончательной редакции 14/XII 1964 г.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. E. Tsivoglou, H. Ayer, D. Holaday. *Nucleonics*, 11, No. 9, 40 (1953).
2. К. Марков, Н. Рябов, К. Стась. «Атомная энергия», 12, 315 (1962).
3. Л. С. Ружер. Диссертация, МИФИ, 1961.
4. Е. И. Гольданский, А. В. Куденко, М. И. Подгорецкий. Статистика отсчетов при регистрации ядерных частиц. М., Физматгиз, 1959.

УДК 551.577.7

## Радиоактивные выпадения на территории СССР в 1963 г.

С. Г. Малахов, Г. А. Серeda, В. Ф. Брендаков, Т. В. Полякова, Р. И. Первунина,  
В. И. Свищева, В. Н. Чуркин

В работе приведены сводные данные о радиоактивных выпадениях продуктов деления и их содержании в почве в СССР в 1963 г. На основании изучения изотопного состава радиоактивных выпадений делаются предположения об их принадлежности конкретным сериям испытаний. Дана оценка общего количества Sr<sup>90</sup>, выпавшего в северном полушарии в 1962 и 1963 гг.

Выпадения собирали на марлевые планшеты площадью 0,3 м<sup>2</sup>; экспозиция длилась 1 сутки. Эффективность сбора принималась равной 0,36 [1]. Радиохимическому и  $\gamma$ -спектрометрическому анализу подвергался пепел, полученный от сжигания планшетов, расставленных в 10—20 точках соответствующего административного района, области или республики. Обыч-

но пепел, собираемый с этих станций, накапливался в течение квартала, тщательно перемешивался и только после этого поступал на анализ. Определение Ce<sup>144</sup>, Ce<sup>141</sup>, Zr<sup>95</sup> в пробе проводилось методом  $\gamma$ -спектрометрии с применением 100-канального амплитудного анализатора и кристалла NaJ(Tl) диаметром 70 мм и высотой 50 мм. Выделение Sr<sup>90</sup> из пробы осуществлялось радиохимически по методу, описанному в работе [2]. Ошибка радиохимического анализа Sr<sup>90</sup> составляла не более 15%,  $\gamma$ -спектрометрического анализа Ce<sup>141</sup>, Ce<sup>144</sup>, Zr<sup>95</sup> — 10—15%. Количество Sr<sup>90</sup> в поверхностном слое почвы толщиной 10 см определялось согласно рекомендациям работы [3].

В настоящей работе приводятся сведения, усредненные в основном по широтным поясам размерами  $10^\circ$  с учетом площадей областей или республик. Аналогичные данные за 1962 г. можно найти в работах [4, 5].

**Выпадения  $Sr^{90}$ ,  $Ce^{144}$ ,  $Zr^{95}$  в различных районах СССР**

В табл. 1 приведены данные об интенсивности выпадений  $Sr^{90}$ ,  $Ce^{144}$ ,  $Ce^{141}$ ,  $Zr^{95}$  на территории СССР. Результаты измерения усреднены поквартально и по различным широтным поясам. Отмечается сезонный ход с максимумом во втором и третьем кварталах; в 1959—1961 гг. этот максимум приходился обычно на первый-второй кварталы [6, 7]. Заметен и широтный

Таблица 1

**Интенсивность радиоактивных выпадений  $Sr^{90}$ ,  $Ce^{144}$ ,  $Ce^{141}$ ,  $Zr^{95}$  в зависимости от географической широты (Европейская часть СССР и Средняя Азия), *мюри/км<sup>2</sup>·мес***

Изотоп	Квартал года	Географическая широта, °с. ш.			
		70—60	60—50	50—40	40—37
$Sr^{90}$	I	0,7	1,1	1,1	1,2
	II	2,7	3,4	3,3	2,2
	III	2,6	2,9	2,9	1,1
	IV	0,5	0,7	0,8	0,6
	Всего за год*	19,5	24,3	24,3	15,3
$Ce^{144}$	I	11,7	26,8	14,5	21,3
	II	36,3	58,2	44,6	40,2
	III	37,1	40,7	50,0	12,0
	IV	11,2	13,4	13,2	7,9
	Всего за год*	190	264	242,0	146,7
$Zr^{95}$	I	26,0	21,0	16,0	20,7
	II	13,0	23,0	22,0	27,0
	III	7,7	7,4	9,2	2,4
	IV	0,8	0,9	0,9	1,8
$Ce^{141}$	I	8,8	19,0	18,4	13,1
	II	15,8	13,6	24,2	25,1

\* В *мюри/км<sup>2</sup>·год* с учетом радиоактивного распада; приведено к 1 января 1964 г.

ход: наибольшие выпадения наблюдаются в поясе  $40-60^\circ$  с. ш. и уменьшаются к северу и югу.

В табл. 2 приведены средние значения интенсивности радиоактивных выпадений продуктов деления в общем по СССР и отдельно для Европейской части, Сибири и Дальнего Востока и сопоставлены с аналогичными сведениями за 1962 г. [4, 5].

Таблица 2

**Средняя интенсивность выпадений  $Sr^{90}$ ,  $Ce^{144}$  и  $Zr^{95}$  на территории Советского Союза и 1962—1963 гг., *мюри/(км<sup>2</sup>·мес)***

Район измерений	Изотоп	I квар-тал	II квар-тал	III квар-тал	IV квар-тал	Всего за год, <i>мюри/км<sup>2</sup></i>
СССР (в среднем за 1963 г.)	$Sr^{90}$	1,1	3,0	2,8	0,7	22,5
	$Ce^{144}$	22,8	42,6	39,2	12,3	—
	$Zr^{95}$	18,0	19,3	7,1	0,8	—
СССР (в среднем за 1962 г.)	$Sr^{90}$	0,23	1,5	0,8	0,7	9,6
	Европейская часть СССР (1963 г.)	$Sr^{90}$	1,0	3,1	2,8	0,7
Сибирь и Дальний Восток (1963 г.)	$Ce^{144}$	23,1	41,5	38,2	11,9	—
	$Zr^{95}$	13,8	16,0	5,8	0,9	—
	$Sr^{90}$	—	—	2,8	0,6	—
	$Ce^{144}$	—	—	50,8	10,0	—
	$Zr^{95}$	—	—	6,6	0,6	—

В табл. 3 сравниваются выпадения  $Sr^{90}$  в 1959, 1962 и 1963 гг. и средние данные о выпадениях этого изотопа в СССР и ряде пунктов в других странах. Рассмотрение таблиц позволяет сделать следующие выводы.

1. Приведенные уровни выпадений радиоактивных продуктов деления на территории Советского Союза с 1959 по 1963 г. примерно согласуются с уровнями выпадений в других странах [4, 8—12]. Средние значения за 1963 г. примерно в полтора раза выше, чем по данным американской службы HASL [13].

2. В 1963 г. отмечается наибольшая интенсивность выпадений  $Sr^{90}$  по сравнению с прошлыми годами. Так, за первую половину 1963 г. выпадения во многих районах были даже больше, чем за весь 1962 или 1959 г. В среднем по СССР количество  $Sr^{90}$ , выпавшего из атмосферы в 1963 г. [22,5 *мюри/(км<sup>2</sup>·год)*], было более чем в два раза выше, чем в 1962 г. [9,6 *мюри/(км<sup>2</sup>·год)*], и более чем в три раза больше, чем в 1959 г. [5,9 *мюри/(км<sup>2</sup>·год)*].

Таблица 3

Плотность выпадения  $Sr^{90}$  в почве различных районов северного полушария в 1959, 1962, 1963 гг. [1, 4, 8—12], *мкюри/км<sup>2</sup>*

Район измерений	1959 г.	1962 г.	Первое полугодие 1962 г.	Второе полугодие 1962 г.	Первое полугодие 1963 г.	Второе полугодие 1963 г.	1963 г.
Токио	8,1	8,09	4,9	3,19	11,4	—	—
Милфорд-Хейвен (Англия)	5,7	9,3	4,5	4,8	12,1	—	—
Рейкьявик	—	15,1	8,5	6,6	10,2	—	—
Оттава	8,4	19,7	10,6	9,1	21,8	—	—
Гибралтар	12,2	16,1	8,7	7,4	18,5	—	—
Нью-Йорк	8,6	11,0	6,0	5,0	13,5	10,2	23,7
Питтсбург (США)	7,7	10,7	5,5	5,2	9,7	—	—
Уэствуд (Нью-Джерси, США)	9,1	13,2	7,7	5,5	13,6	11,7	24,7
Луисвилл (Кентукки, США)	6,2	9,5	6,3	3,2	15,5	—	—
Вена	4,7	6,1	3,3	2,8	10,5	4,3	15,8
СССР (в среднем)	5,9	9,6	5,1	4,5	12,0	4,3	22,5

Самый высокий уровень выпадений отмечен во втором и третьем кварталах 1963 г. Указанные различия связаны с разной мощностью ядерных испытаний, проведенных в 1958, 1961 и 1962 гг.

#### Содержание радиоактивных продуктов деления в почве

Содержание  $Ce^{144} + Pr^{144}$ ,  $Zr^{95} + Nb^{95}$ ,  $Ru^{106} + Rh^{106}$ ,  $Sr^{90} + Y^{90}$ ,  $Cs^{137}$ ,  $Sb^{125}$  в почве на 1 июля 1963 г. приведено в табл. 4. Для сравнения отметим, что, по данным лаборатории HASL [13], в почвах северного полушария в июле 1963 — марте 1964 гг. содержалось следующее количество  $Sr^{90}$ : 32 *мкюри/км<sup>2</sup>* в полосе 60—70° с. ш.; 51 *мкюри/км<sup>2</sup>* в полосе 50—60° с. ш.; 58 *мкюри/км<sup>2</sup>* в полосе 40—50° с. ш.; 47 *мкюри/км<sup>2</sup>* в полосе 30—40° с. ш. Учитывая, что пробы почв в этом случае брались позднее, чем в нашей работе, согласие результатов следует признать удовлетворительным. Среднее содержание  $Sr^{90}$  в почве (44 *мкюри/км<sup>2</sup>*) примерно согласуется с суммой выпадений  $Sr^{90}$  за все годы проведения ядерных испытаний. Так, для Токио эта сумма

к 1 августа 1963 г. составила 45,2 *мкюри/км<sup>2</sup>*, а для Милфорд-Хейвена (Англия) — 49,4 *мкюри/км<sup>2</sup>* [8, 9].

Была сделана попытка оценить количество отдельных изотопов в почве, выпавших в первую половину 1963 г. С этой целью сравнивались данные табл. 1 и 4, причем количество выпавшего  $Ce^{144}$  приводилось к 1 июля 1963 г. Результаты определения  $Sr^{90}$  и  $Ce^{144}$  представлены в табл. 5. Примерно 50—60% атомов  $Ce^{144}$  и 30% атомов  $Sr^{90}$  от общего содержания этих изотопов в почве выпало из атмосферы в течение января — июня 1963 г. Полученные результаты совпадают с некоторыми другими оценками. Так, в Токио и Милфорд-Хейвене за рассматриваемые шесть месяцев выпало примерно 25% от суммарного количества выпадений  $Sr^{90}$  в предыдущие годы [8, 9].

Суммарная активность указанных выше изотопов в почве составляет 1,66 *кюри/км<sup>2</sup>*. Она лишь немного меньше суммарной загрязненности почвы продуктами деления, так как включает в себя наиболее существенные в количественном отношении изотопы, характерные для смеси продуктов деления возрастом от нескольких месяцев до 2—3 лет.

Для сравнения с уровнем радиоактивного загрязнения почв в 1959 г. приведем данные измерений в Ленинграде [14]. В районе Ленинграда с 1954 по 1959 г. кумулятивное накопление выпадений  $Sr^{90}$  составляло 14,3 *мкюри/км<sup>2</sup>*,  $Cs^{137}$  — 27,6 *мкюри/км<sup>2</sup>*, количество  $Ce^{144} + Pr^{144}$ , накопленное к середине 1959 г., было равно 120 *мкюри/км<sup>2</sup>*,  $Zr^{95} + Nb^{95}$  — 90 *мкюри/км<sup>2</sup>*. Максимальное накопление суммарной  $\beta$ -активности в почве в 1958—1959 гг. составило в Кьеллере 0,8 *кюри/км<sup>2</sup>* [15], в Подмосковье — 0,6 *кюри/км<sup>2</sup>* [16].

Радиоактивное загрязнение почв в 1963 г. не имело таких явных широтных изменений, как распределение радиоактивных выпадений вообще. Лишь севернее 60° с. ш. отмечается более низкое содержание отдельных изотопов в почве по сравнению с более южными широтами. Этот факт объяснить трудно. Однако следует заметить, что в предыдущие годы нередко над территорией СССР обычное широтное распределение радиоактивных выпадений с максимумом между 40—60° с. ш. существенно искажалось. Так было, например, в 1962 г. [4, 5]. С другой стороны, данных о выпадениях продуктов деления из атмосферы и содержании их в почве южнее 40° с. ш. относительно мало и они все относятся к полосе широт 40—37° с. ш.

Таблица 4

Содержание  $Ce^{144}+Pr^{144}$ ,  $Zr^{95}+Nb^{95}$ ,  $Ru^{106}+Rh^{106}$ ,  $Sr^{90}+Y^{90}$ ,  $Cs^{137}$  и  $Sb^{125}$  в почве различных широтных поясов СССР на 1 июля 1963 г., *мкюри/км<sup>2</sup>*

Широта, °с. ш.	$Ce^{144}+Pr^{144}$	$Sb^{125}$	$Ru^{106}+Rh^{106}$	$Cs^{137}$	$Zr^{95}+Nb^{95}$	$Sr^{90}+Y^{90}$	Всего
30—40	640	52	420	95	520	100	1827
40—50	630	47	410	95	550	90	1822
50—60	620	46	405	93	550	88	1846
60—70	400	38	240	60	230	70	1038
В среднем по СССР	570	46	370	86	460	88	1668

Таблица 5

Количество  $Ce^{144}+Pr^{144}$  и  $Sr^{90}$ , выпавших в первой половине 1963 г., от общего содержания продуктов деления в почве (на 1 июля 1963 г.), %

Широта, °с. ш.	$Ce^{144}+Pr^{144}$	$Sr^{90}$
30—40	47	20
40—50	48	30
50—60	66	30
60—70	60	30

#### Об отношениях активностей отдельных изотопов в радиоактивных выпадениях

На рис. 1—2 приведены отношения активностей  $Zr^{95}/Ce^{144}$  и  $Ce^{144}/Sr^{90}$  в выпадениях в 1962—1964 гг. Проведенные на этих же графиках прямые линии соответствуют различным предположениям о дате ядерных испытаний: 15 сентября и 1 ноября 1961 г. (I и II линии), 1 мая и 1 августа 1962 г. (III и IV линии) и 1 января 1963 г. (V линия). Начальные отношения активностей  $Zr^{95}/Ce^{144}$  и  $Ce^{144}/Sr^{90}$  были приняты равными 5,7 и 45 соответственно. Указанные линии как бы разграничивают области, связанные с отдельными сериями ядерных испытаний в 1961—1962 гг. Для сравнения на тех же графиках приведены результаты измерений в ряде пунктов за пределами Советского Союза [8, 11]. Представленные данные позволяют сделать следующие выводы.

1. Судя по отношению  $Zr^{95}/Ce^{144}$ , предполагаемое время образования продуктов деления, обнаруженных в приземном слое атмосферы в выпадениях в 1963 г., относится к маю — августу 1962 г. Скорее всего в 1963 г. из атмосферы выпадала смесь продуктов деления нескольких серий ядерных испытаний 1961 и 1962 гг.

2. Отношение  $Ce^{144}/Sr^{90}$  сильно колеблется и существенно различается в различных пунктах наблюдения. Предполагаемое время образования при этом также оказывается существенно неодинаковым для разных пунктов и периодов наблюдения.

Указанный факт можно объяснить многими причинами. Возможно влияние ошибок измерения или присутствия продуктов от различных типов испытаний (небольшие изменения отношения  $Ce^{144}/Sr^{90}$  приводят к существенным изменениям в оценке возраста продуктов деления). Вполне вероятны разные доли продуктов деления от отдельных испытаний в общей смеси этих продуктов в зависимости от места и времени отбора проб. Не исключено и фракционирование изотопов при распространении и осадении аэрозолей из атмосферы (различные скорости оседания, вымывание и захват аэрозолей). Выделить одну из этих причин в качестве основной нельзя из-за отсутствия дополнительных экспериментальных данных. Не исключено и одновременное влияние всех перечисленных причин.

3. Обращает на себя внимание возрастание в последнем квартале 1963 г. среднеквартального отношения  $Ce^{144}/Sr^{90}$  в выпадениях на территории СССР (см. рис. 2). По данным измерений над Сан-Анжелес (США, штат Техас, 31° с. ш.), подобное увеличение этого отношения отмечено и в стратосфере (рис. 3 [12]) в течение второй половины 1963 г. — первой половины 1964 г.

Интересно, что указанное явление имело место и в прошлые годы. Возрастание отношения  $Ce^{144}/Sr^{90}$  в радиоактивных выпадениях на территории СССР летом 1961 г. было отмечено в работе [4]. На рис. 4 построен график изменения отношения  $Ce^{144}/Sr^{90}$  в 1960—1961 гг. в радиоактивных выпадениях и в приземном слое воздуха для ряда пунктов северного полу-

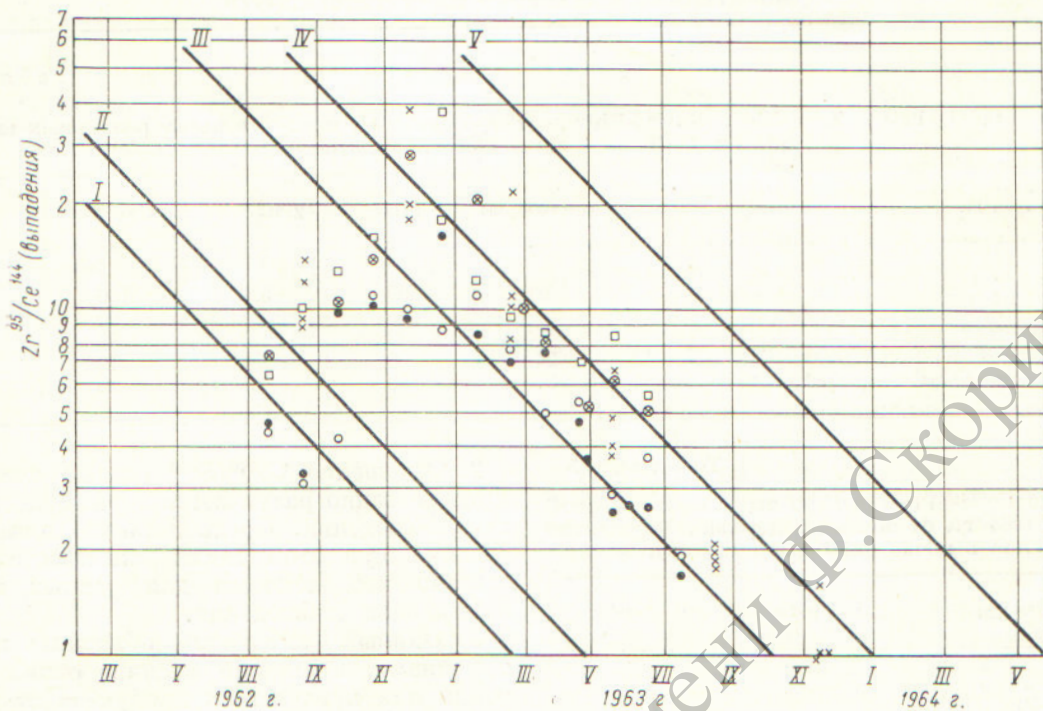


Рис. 1. Отношение активности  $Zr^{95}/Ce^{144}$  в радиоактивных выпадениях в 1962—1964 гг.:  
 × — СССР, выпадения (см. табл. 1); ⊙ — Милфорд-Хейвен (Англия), осадки; ● — Чилтон (Англия), осадки; □ — Ричмонд (США), осадки; ⊗ — Нью-Джерси (США), осадки.

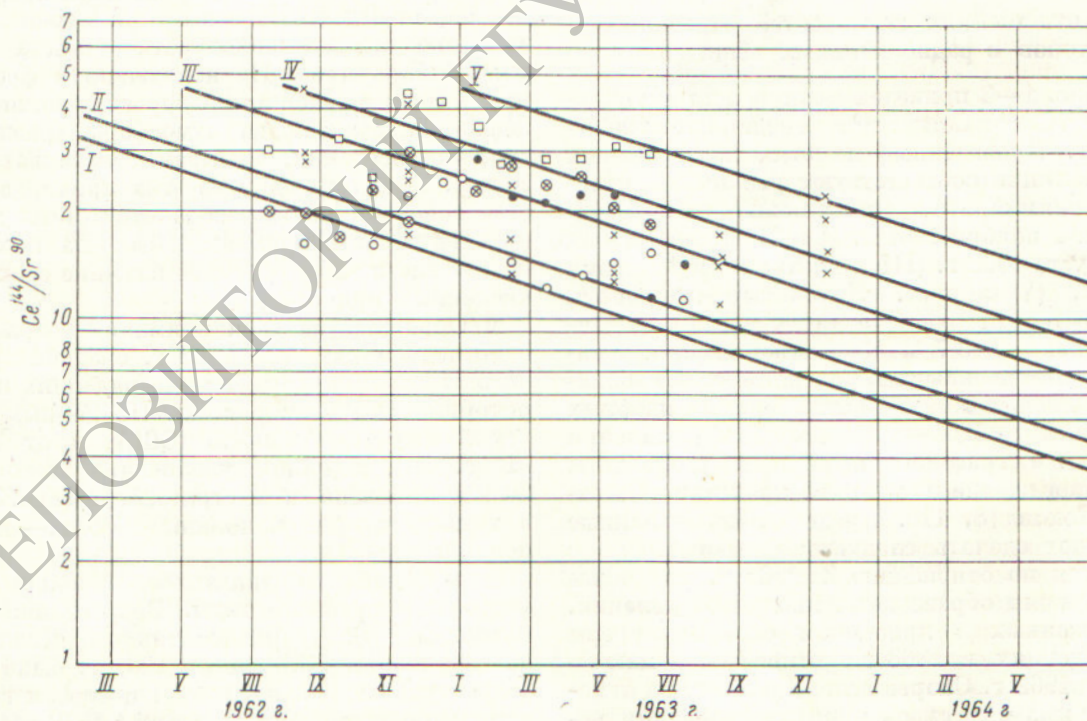


Рис. 2. Отношение активностей  $Ce^{144}/Sr^{90}$  в радиоактивных выпадениях в 1962—1964 гг.:  
 × — СССР, выпадения (см. табл. 1); ⊙ — Милфорд-Хейвен (Англия), осадки; ● — Абингтон (Англия), осадки; ⊗ — Уэствуд, Нью-Джерси (США), осадки; □ — Ричмонд, Калифорния (США), осадки.

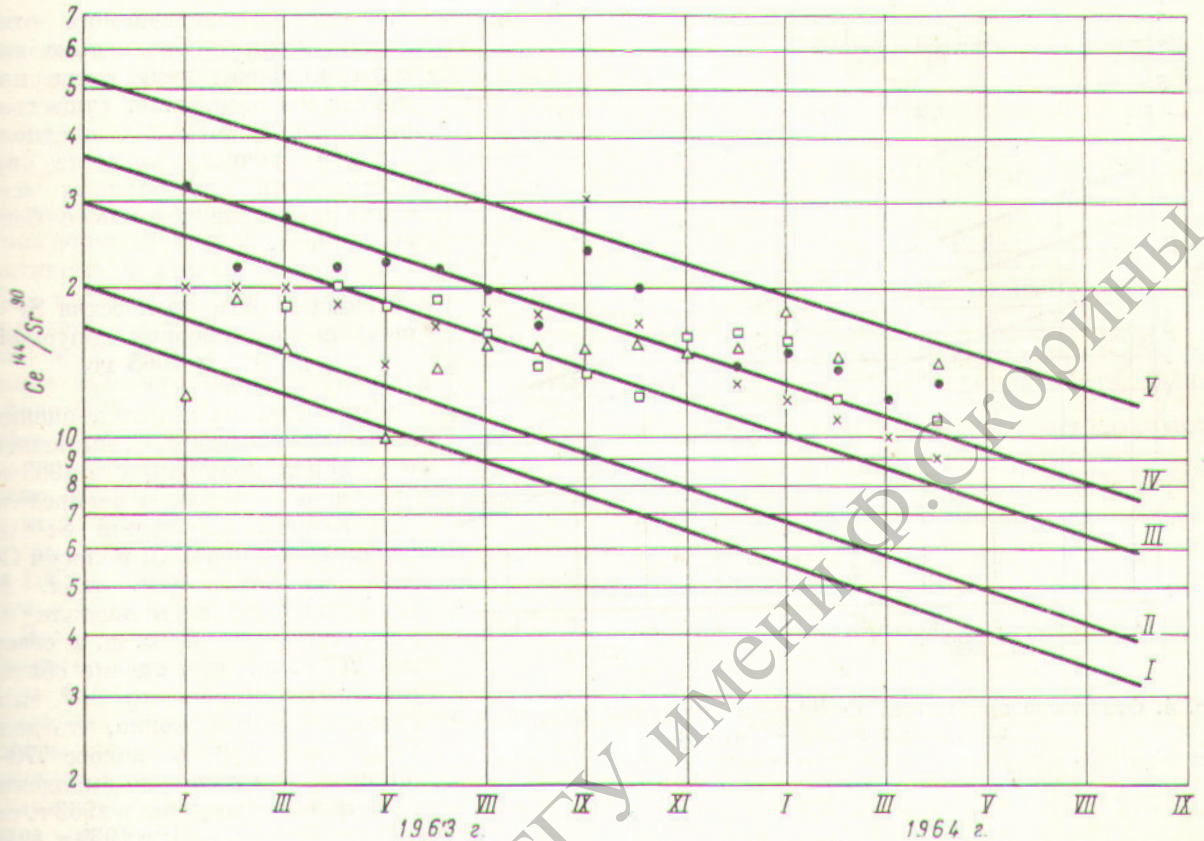


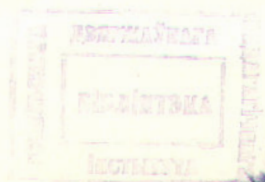
Рис. 3. Отношение  $Ce^{144}/Sr^{90}$  в пробах аэрозолей из стратосферы в 1963–1964 гг. ( $35^\circ$  с. ш.).

шария [14, 17, 18]. При этом линии I, II и III соответствуют изменениям отношения  $Ce^{144}/Sr^{90}$  для испытаний, проведенных 1 ноября, 1 июля и 1 января 1958 г. Отчетливо заметен рост отношения в третьем квартале 1961 г., что, по данным измерений в Ленинграде, было и осенью 1960 г.

Можно утверждать, что возрастание отношения  $Ce^{144}/Sr^{90}$  в приземном слое воздуха летом 1961 г. связано с поступлением в нижние слои атмосферы продуктов деления, заброшенных в мезосферу при высотных испытаниях. Известно, что первые признаки появления в приземном слое атмосферы северного полушария продуктов деления от высотных испытаний 1958 г. (появление  $Rh^{102}$ ) были обнаружены через год после их проведения — осенью 1959–1960 гг. Поступление больших количеств этих продуктов в нижние слои стратосферы полярных и умеренных широт происходило осенью — зимой 1960–1961 г., а в приземный слой воздуха — в III квартале 1961 г. [19–21].

Согласно работе [22], в стратосфере в умеренных и полярных широтах северного полушария в конце 1959 и в начале 1960 г. наблюдалось постепенное возрастание отношения  $Ce^{144}/Sr^{90}$ , причем в слое, находящемся на высоте 18–21 км, оно установилось более высоким, чем в нижних слоях. Возрастание было связано с поступлением из мезосферы радиоактивных аэрозолей от высотных испытаний (установлено по изменению концентраций  $Rh^{102}$ ).

По аналогии с 1960–1961 гг. следует думать, что осенью — зимой 1963–1964 гг. в приземный слой воздуха в заметных количествах поступали продукты деления, заброшенные во время испытаний в высокие слои стратосферы и, возможно, в мезосферу. Не исключено, что именно это обстоятельство послужило причиной более продолжительного максимума выпадений продуктов деления и его смещения на II–III квартал в 1963 г. по сравнению с 1959 г. Причину возрастания отношения  $Ce^{144}/Sr^{90}$  в продуктах деления от высотных



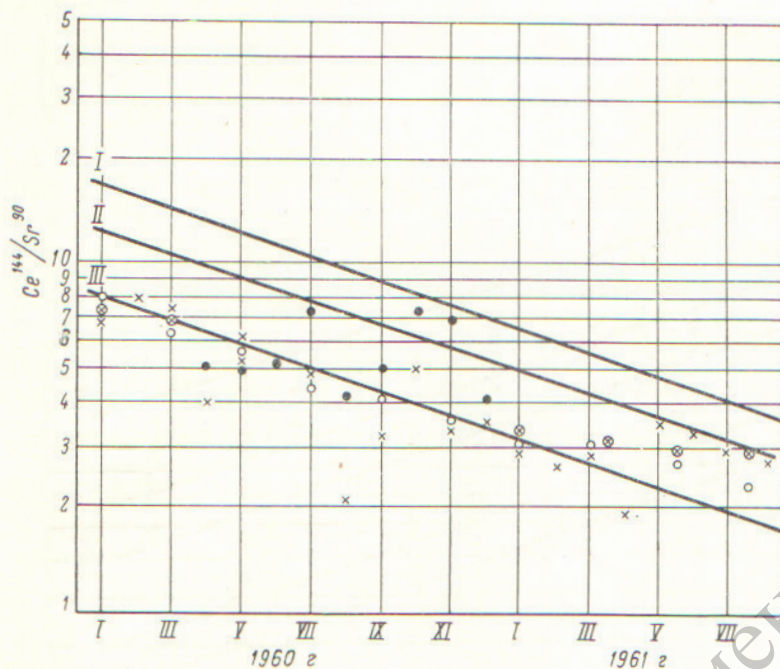


Рис. 4. Отношение активностей  $Ce^{144}/Sr^{90}$  в приземном воздухе и в выпадениях в 1960—1961 гг.:

● — Ленинград, воздух; × — Милфорд-Хейвен, осадки; ○ — Моозонее (Канада), воздух; ⊗ — Вашингтон (США), воздух.

испытаний следует искать в явлениях фракционирования и сепарации  $Ce^{144}$  и  $Sr^{90}$  при образовании и распространении в атмосфере радиоактивных аэрозолей от ядерных испытаний. Окислы  $Sr^{90}$  более летучи, чем окислы  $Ce^{144}$ , к тому же газообразный предшественник  $Sr^{90}$  имеет больший период полураспада, чем предшественник  $Ce^{144}$ . Отсюда следует, что  $Ce^{144}$  по сравнению со  $Sr^{90}$  будет в основном находиться на более крупных частицах [23]. Тогда доля  $Ce^{144}$ , выпавшего локально, будет существенно выше локальных выпадений  $Sr^{90}$ , а в продуктах деления, распространившихся глобально, отношение  $Ce^{144}/Sr^{90}$  окажется заниженным. Именно заниженные значения  $Ce^{144}/Sr^{90}$  наблюдались в стратосфере экваториальных широт в течение всего 1958 г., несмотря на серии ядерных испытаний в районе Тихого океана [22]. Отсутствие локальных выпадений в случае высотных испытаний и большая скорость седиментации аэрозоля, обогащенного  $Ce^{144}$ , обусловили повышение отношения  $Ce^{144}/Sr^{90}$  при поступлении продуктов деления в нижнюю стратосферу, а затем в тропосферу. С другой стороны, уве-

личение рассматриваемого отношения можно объяснить и простым «омоложением» смеси продуктов деления, т. е. существенным уменьшением их предполагаемого среднего возраста при поступлении относительно «свежих» продуктов деления с больших высот.

#### Оценка общего количества $Sr^{90}$ , выпавшего в северном полушарии в 1962 и 1963 гг.

Была сделана попытка оценить общее количество  $Sr^{90}$ , выпавшего в северном полушарии в 1963 г., на основе сведений о распределении годовых выпадений  $Sr^{90}$  по различным широтным полосам Советского Союза (см. табл. 1). Поскольку мы не проводили измерений южнее  $37^\circ$  с. ш. и севернее  $70^\circ$  с. ш., при оценке общего количества выпавшего  $Sr^{90}$  было сделано предположение, что доля выпадений  $Sr^{90}$  в полосе  $70-30^\circ$  с. ш. относительно выпадений на остальных широтах в 1963 г. остается такой же, как в 1959 г. [24].

Среднюю годовую плотность выпадений  $Sr^{90}$  в полосе шириной  $10^\circ$  (см. табл. 1) умножали на общую площадь земли в этой полосе и получали количество  $Sr^{90}$ , выпавшего в соответствующем широтном поясе. Таким образом, было оценено, что в 1963 г. в северном полушарии выпало 3,3, а в 1962 г. — 1,4 *Мкюри*  $Sr^{90}$ . В общем за два года атмосфера северного полушария очистилась от 4,7 *Мкюри*  $Sr^{90}$ . Для сравнения укажем, что, по данным работ [13, 25], общее количество  $Sr^{90}$ , выпавшего в северном полушарии в 1962 и 1963 гг. составляло 1,3 и 2,3 *Мкюри* соответственно. Расхождение результатов связано как с их грубо приближенным характером, так и с тем, что пункты отбора проб расположены в совершенно различных физико-географических районах США и СССР. Кроме того, несколько различаются и методы сбора выпадений в обоих случаях.

Всего в атмосфере северного полушария на 1 января 1963 г. (до высоты 30 км) содержалось около 6 *Мкюри*  $Sr^{90}$  [13]. Таким образом, в течение 1963 г. из атмосферы выпало примерно 0,6—0,4 всех запасов этого изотопа.

Если считать, что очищение атмосферы происходит по законам кинетики первого порядка, то среднее время пребывания  $Sr^{90}$  в атмосфере  $\tau$  (в годах) можно рассчитать по формуле  $\tau = \frac{T_{1/2}}{0,69} = \frac{1}{\ln \frac{J}{J-F}}$  [13]. Здесь  $T_{1/2}$  — период по-

лучищения атмосферы от радиоактивных загрязнений (в годах);  $J$  — количество радиоактивных веществ в атмосфере в начале года;  $F$  — количество выпавших за год радиоактивных веществ. Отсюда получим  $\tau \approx 1,2 \div 2,0$  года, а  $T_{1/2} = 0,8 \div 1,4$  года. Это значение выше среднего времени пребывания в атмосфере  $Sr^{90}$ , заброшенного в 1958 г. в стратосферу в умеренных и в высоких широтах северного полушария ( $T_{1/2} \approx 0,5 \div 0,6$  года), и связано, вероятно, с тем, что высота заброса продуктов деления в стратосферу в умеренных и высоких широтах северного полушария в 1962 г. была в среднем существенно выше, чем в 1958 г.

Зная содержание  $Sr^{90}$  в почвах различных широтных поясов СССР на 1 июля 1963 г. (см. табл. 4) и принимая количество  $Sr^{90}$ , выпавшего во второй половине 1963 г. из атмосферы, за половину всех запасов  $Sr^{90}$ , можно оценить максимальный уровень среднего содержания этого изотопа в почвах СССР в ближайшие один-два года. В том случае, если не будет проведено новых испытаний, он без учета распада составит примерно 60—70 мкюри/км<sup>2</sup>.

Поступила в Редакцию 20/VIII 1964 г.  
В окончательной редакции 1/III 1965 г.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. В. М. Шубко. Выпадение  $Sr^{90}$  на поверхность территории СССР. М., Изд-во АН СССР, 1959.
2. В. И. Баранов, В. Д. Виленский. «Радиохимия», 4, 486 (1962).

3. А. К. Лаврухина, Т. В. Малышева, Ф. И. Павлоцкая. Радиохимический анализ. М., Изд-во АН СССР, 1963, стр. 192.
4. В. М. Шубко, А. М. Еремичева. Документы ООН А/АС 82/g/L-916 (1963); А/АС 82/g/L-706 (1961).
5. С. Г. Малахов, Е. Н. Давыдов, Н. А. Карагод. Документ ООН А/АС 82/g/L-902 (1963).
6. E. Hardy, W. Collins. Radiolog. Health Data, IV, No. 1 (1963).
7. Fallout program; Quarterly summary report. HASL-146, 1964.
8. R. Cambray, E. M. R. Fisher, G. Spicer. AERE-R-4392 (1963).
9. Y. Mijake, K. Saruhashi, Y. Katsuragi. Papers Meteorol. and Geophys., 24, 3 (1963).
10. H. Crooks, R. Osmond, E. M. R. Fisher. AERE R-3349 (1960).
11. Fallout program; Quarterly summary report; HASL-142 (1964).
12. Fallout program; Quarterly summary report. HASL-149 (1964).
13. Report of the U. N. scientific committee on the effects of atomic radiation. N. Y., 1964, p. 48.
14. Радиоактивные загрязнения внешней среды. Сб. под ред. В. И. Шредова, С. И. Широкова. М., Госатомиздат, 1962.
15. T. Hviinden. Radioactive fallout in Norway, July 1959 to July 1960; Report F-404.
16. С. Малахов. Документ ООН А/АС 82/g/L-614 (1960).
17. R. Crooks et al. AERE R-3766 (1961).
18. B. Lockhart et al. Radiolog. Health Data, IV, 71 (1963).
19. M. Kalkstein. Science, 137, 645 (1962).
20. P. Gustafson, S. Brar, M. Kerrigan. J. Geophys. Res., 67, 4641 (1962).
21. M. Leo, A. Walton. Science, 140, 1398 (1963).
22. A. Stebbins, R. Minx. The high altitude sampling program Radiation standards including fallout Hearings before the Joint committee on atomic energy congress of the United States. Part II, 1962, p. 649.
23. E. Freiling. TID-7632, 1962, p. 47.
24. E. Hardy, W. Collins. Radiolog. Health Data, 4, No. 1 (1963).
25. W. Collins. Ibid., 5, 163 (1964).

