

BeO путем создания технологической внутризерновой пористости.

Авторы выражают благодарность С. Т. Конобеевскому, Я. Е. Гегузину и Э. Я. Михлину за интерес к исследованиям и В. А. Казакову за помощь в проведении отжигов.

Поступила в редакцию 10/XI 1966 г.
В окончательной редакции 13/III 1967 г.

ЛИТЕРАТУРА

1. Radiation damage in Reactor Materials. Vienna, IAEA, 1963.

2. J. Nucl. Materials, 14 (1964).
3. С. Т. Конобеевский, В. И. Клименков, В. М. Косенков. «Докл. АН СССР», 165, 524 (1965).
4. Elston et al. J. Nucl. Materials, 14, 111 (1964).
5. Bruin, Watson, J. Nucl. Materials, 14, 239 (1964).
6. Я. Е. Гегузин. Макроскопические дефекты в металлах. М., Металлургиздат, 1962.
7. R. Rau. J. Nucl. Materials, 11, 320 (1964).
8. R. Rau. J. Nucl. Materials, 17, 341 (1965).

О влиянии природных условий на содержание и распределение радиоактивного стронция в почвенном покрове

Ф. И. ПАВЛОЦКАЯ, Э. Б. ТЮРЮКАНОВА

УДК 551.577.7:631.4

При определении содержания продуктов глобальных выпадений пробы почвенного покрова отбирают на ровных открытых целинных участках с минимальным стоком (например, на аэродромах, в парках), не полностью соответствующих природным особенностям той или иной страны. Цель настоящей работы — выяснить влияние некоторых природных факторов на характер распределения радиоактивного стронция в почвенном покрове СССР в течение 1959—1963 гг. Образцы отбирали как на ровных целинных участках согласно методике, описанной ранее [1], так и в различных ландшафтах с использованием сравнительно-географического метода.

В результате анализа проб, отобранных из поверхностных горизонтов почв на ровных целинных участках в разных районах Советского Союза, установлено, что в 1959—1963 гг.

продолжал сохраняться неравномерный характер распределения Sr⁹⁰ на земной поверхности (табл. 1).

Ядерные испытания 1961—1962 гг. увеличили содержание Sr⁹⁰ в почвах некоторых стран северного полушария в среднем в два раза (табл. 2). Однако, как отмечалось ранее [1], по средним величинам нельзя судить об уровне загрязнения того или иного района, поскольку максимальные и минимальные значения различаются между собой в несколько раз. Так, в 1963 г. содержание Sr⁹⁰ в почвенном покрове нашей страны в слое толщиной до 5 см составляло 19—54 мкюри/км²; в почвенном покрове США [до 15(20) см] оно равнялось 12,3—73,5 мкюри/км² [4]; Норвегии 18,9—51,7 мкюри/км² [4]; Канады 15,9—62,5 мкюри/км² [4]; Франции 22,8—31,4 мкюри/км² [4] и Дании 26—47 мкюри/км² [7]. Такие колебания обус-

Широтный эффект распределения Sr⁹⁰ в почвенном покрове, мкюри/км²

Таблица 1

С. ш., градусы	1959—1961 гг. *			Апрель — май 1962 г. (по СССР), в слое до 5 см	Август — сентябрь 1963 г. (по СССР)			Июнь 1963 г. — март 1964 г. (среднемировые данные), в слое до 15 см [4]
	по СССР		средне-мировые данные в слое до 15 см [2]		в слое до 5 см	в слое до 15 см**	в слое до 15 см [3]	
	в слое до 5 см	в слое до 15 см**						
70—60	11,2	12,8	13,2	17,7	23,8	29,5	—	—
60—50	13,8	17,2	16,9	23,5	27,8	37,4	35	26,3
50—40	16,2	20,3	24,1	24,5	29,5	36,8	44	37,8
40—30	—	—	24,0	33,2	34,3	42,8	45	46,9
							—	43,8

* Данные до возобновления ядерных испытаний.

** Экстраполированные величины из расчета, что в среднем в почвенных профилях разных типов почв в верхних 5 см задержалось 80% Sr⁹⁰ (66—87% в зависимости от типа почв).

Содержание Sr⁹⁰ в почвенном покрове некоторых стран северного полушария, мкюри/км²

Таблица 2

Страна	1959—1961 гг.*		1963 г.		Увеличение за период с 1959 по 1963 гг.
	в слое до 5 см	в слое до 5—15 (20) см	в слое до 5 см	в слое 5—15 (20) см	
СССР	14,1	17,8**	29,0	36,2**	2,0 раза
США [5,6]	—	24,3	—	47,6	2,0 »
Япония [4,5]	—	26,4	—	49,7	1,9 »
Канада [4,5]	—	19,3	—	37,4	2,0 »
Норвегия [4,5]	—	18,3	—	33,8	1,9 »
Среднемировые данные для 30—70° с. ш. [4,5]	—	19,5	—	38,6	2,0 »

* Данные до возобновления ядерных испытаний.
** Экстраполированные величины.

ловлены различиями в темпах накопления Sr⁹⁰ в поверхностных горизонтах почвенного покрова. Эти темпы, в свою очередь, зависят от поступления Sr⁹⁰ из атмосферы и той природной обстановки, в которую они попадают: типа почв, вида растительного покрова и рельефа, гидрометеорологических условий и т. п. [8—12]. Например, в ноябре 1962 г. содержание Sr⁹⁰ в образцах почв с покровом мха составляло 21,2 ± 1,4 мкюри/км², а в образцах без мха, собранных на расстоянии ~15 м от первого, оно было равно 11,7 ± 0,6 мкюри/км².

Принято считать, что основная часть радиоактивных продуктов поступает на землю с атмосферными осадками. В некоторых работах отмечалась прямолинейная зависимость между количеством осадков и содержанием Sr⁹⁰ в выпадениях или почве [13]. Однако нами такой зависимости обнаружено не было [1]. Сравнение прироста содержания Sr⁹⁰ в поверхностном

горизонте почв (до 5 см) с количеством выпавших осадков в отдельных пунктах за период между отборами проб в 1960 и 1962 гг. показало интересную зависимость (рис. 1), которая выражается кривой, довольно резко спадающей с увеличением количества осадков. Это обусловлено тем, что наряду с увеличением поступления Sr⁹⁰ с осадками наблюдается и более интенсивное его вымывание. При этом отчетливо проявляется влияние типа почв. Наименьшее накопление (наибольшее «промывание» верхних горизонтов) отмечено в дерново-подзолистых почвах, которые по сравнению с черноземными почвами характеризуются более легким механическим составом, кислой реакцией, меньшей емкостью поглощения, меньшим содержанием гумуса и обменных оснований. Эти физико-химические свойства определяют формы, в которых находятся радиоактивные и стабильные изотопы в почвах, и их подвижность [14, 15]. Более высокие темпы накопления радиоактивного стронция в верхних горизонтах сероземных почв объясняются большим содержанием в них сульфатов и карбонатов. Увеличение количества осадков способствует переходу Sr⁹⁰ в почвенный раствор и миграции его в почвах.

Темпы поступления и накопления в почвах Sr⁹⁰, вычисленные нами на основании содержания этого изотопа в почвах СССР и данных, опубликованных в работах [2, 4, 6, 16—19], представлены в табл. 3. Видно, что значительная доля выпавшего из атмосферы Sr⁹⁰ вследствие различных процессов (миграции, поглощения растениями и т. д.) выносится из поверхностных горизонтов почвы. Об этом же свидетельствуют данные о его содержании в кумулятив-

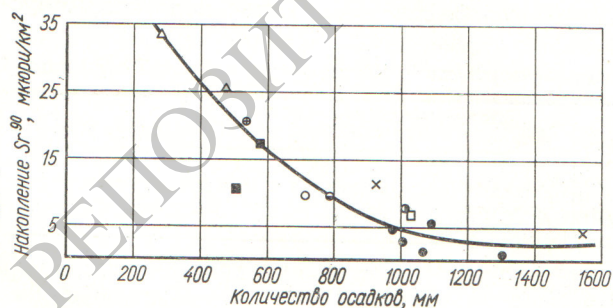


Рис. 1. Сравнение темпов накопления Sr⁹⁰ в поверхностном горизонте (до 5 см) в зависимости от типа почв и количества осадков (за период с июля — сентября 1960 г. по апрель — май 1962 г.):

× — дерново-подзолистая; ● — дерново-подзолистая песчаная; ○ — дерновая песчаная; ■ — чернозем; ⊙ — чернозем выщелоченный; □ — бурная заболоченная; ⊕ — горная коричневая; ○ — горно-таежная подзолистая; △ — сероземная.

Сравнение темпов поступления и накопления Sr^{90} в почвах за период 1960—1963 гг.

Таблица 3

Районы наблюдения	Поступление с выпадениями, мкюри/км ²	Накопление содержания в почве, мкюри/км ²	Разница	
			мкюри/км ²	%
70—60° с. ш. *	16,8	13,1	-3,7	22,0
60—50° с. ш. *	22,9	19,5	-3,4	14,8
50—40° с. ш. *	26,9	22,2	-4,7	17,4
40—30° с. ш. *	19,2	11,3	-6,9	35,9
Среднее значение	21,45	16,5	-5,0	23,3
СССР	30,9 **	22,0	-8,9	28,8
ГДР ***	12,4	10,8	1,6	12,9

* Вычислено на основании данных работ [2, 4].
 ** Вычислено на основании данных работ [6, 16, 17].
 *** Вычислено на основании данных работ [18, 19] за период с июня 1961 г. по июнь 1963 г. для почв луговых пастбищ.

ных выпадениях и почвах, опубликованные другими исследователями [18, 20—22]. Так, в почвах Ленинградской области [21, 22] содержание радиоактивного стронция в верхнем горизонте почвенного покрова оказалось в 1,7—2 раза ниже его поступления на земную поверхность.

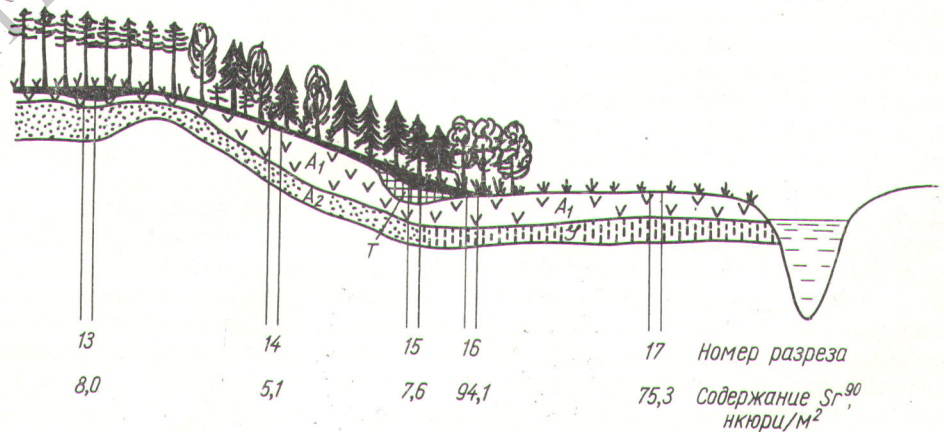
Таким образом, из приведенного материала видно, что даже на ровных целинных участках с ненарушенной структурой наблюдаются значительные различия в содержании и темпах накопления радиоактивного стронция в почвенном покрове различных районов Советского

Союза. Эти различия будут проявляться еще больше, если при отборе образцов почв для определения содержания радиоактивных продуктов деления будут учитываться ландшафто-геохимические условия местности. Последние оказывают существенное влияние на характер распределения Sr^{90} в почвенном покрове [8—12]. В качестве примера можно привести данные о распределении Sr^{90} в одном из полесских ландшафтов лесной зоны, где наряду с сильным рассеиванием элементов в почвах водоразделов и террас наблюдается их концентрирование в некоторых почвах притеррасных и центральных областей пойм [23]. Минимальное содержание Sr^{90} летом 1961 г. (рис. 2) наблюдалось на водоразделах, занятых хорошо дренированными и аэрированными, дерново-подзолистыми песчаными почвами (8 мкюри/м²). Выносимый из них с поверхностным и внутрпочвенным стоками Sr^{90} аккумулировался в плохо дренированных заболоченных дерново-глеевых почвах (70—90 мкюри/м²), являющихся своеобразным геохимическим барьером, препятствующим выносу этого изотопа из ландшафта.

В 1962—1963 гг. сохранялось неравномерное распределение Sr^{90} . Однако, как и предполагалось, произошла заметная нивелировка за счет поступлений этого изотопа из атмосферы начиная с осени 1961 г. Колебание максимальных и минимальных величин содержания Sr^{90} в верхнем (до 20 см) слое почв сократилось в два-три раза и находилось в пределах 15—50 мкюри/м². Понижение содержания Sr^{90} в пойменных почвах было вызвано его вымыванием, чему способствовали характер паводка и большое количество осадков в 1962 г., которое почти в два раза превысило среднегодовую норму. Последнее вызвало также высокий уровень почвенно-грунтовых вод. Кроме того, значительная часть выпавшего Sr^{90} задерживалась

Рис. 2. Распределение Sr^{90} в почвах полесского ландшафта лесной зоны (до 20 см), мкюри/м² [8]:

Разрез 13 — дерново-подзолистая песчаная на песке; разрез 14 — то же, оглеенная песчаная на песке; разрез 15 — торфяно-перегнойно-глеевая супесчаная на песке; разрез 16 — дерново-глеевая песчаная поверхностно ожелезненная на песке; разрез 17 — дерново-глеевая супесчаная на песке.



Влияние геоморфологических условий и типа почв на распределение Sr⁹⁰ в почвенном покрове толщиной до 30 (40) см

Таблица 4

Зона	Расположение	Почва	Содержание Sr ⁹⁰ , нкюри/км ²
Лесостепная	Водораздел Склоны	Серые лесные, суглинистые	45 (29—53)
	Дно балок	Серые лесные, оподзоленные, песчаные	35 (30—38)
Влажная субтропическая [24]	Плато Склон Шлейф	Серые лесные с мощной подстилкой	55 (50—60)
		Краснозем	247,5
		»	90,0
		»	257

Примечание. В скобках указаны интервалы колебаний содержания Sr⁹⁰.

травянистой растительностью и ежегодно выносилась с укосом.

Следует отметить, что в годы, характеризующиеся высокими уровнями выпадений и аномальными гидрометеорологическими условиями, не наблюдается корреляции между распределением Sr⁹⁰ и стабильных стронция и кальция. Это обусловлено различиями источников их поступления и временем, в течение которого они находятся в почве.

На примере распределения Sr⁹⁰ в почвах лесостепной зоны видна отчетливая зависимость содержания этого изотопа не только от типа почв и их механического состава, но и от геоморфологического строения местности. Из данных табл. 4 следует, что максимальное содержание радиоактивного стронция летом 1963 г. отмечалось в серых лесных почвах с мощной лесной подстилкой, расположенных на дне балок; минимальное — на склонах, занятых серыми лесными оподзоленными или песчаными почвами; почвы водоразделов занимали промежуточное положение. Аналогичное распределение Sr⁹⁰ наблюдалось для красноземных почв влажной субтропической зоны [24].

В почвах северной тайги летом 1962 г. максимальное содержание Sr⁹⁰ наблюдалось в микропонижениях платообразной вершины и на участках с наиболее развитым почвенным покровом; минимальное — на участках, занятых болотами; склоны характеризовались промежуточными величинами. Высокие содержания Sr⁹⁰ на вершинах обусловлены, по всей вероятности, отсутствием стока из микропонижений, где расположены наиболее развитые почвы, а низкие — небольшой емкостью погло-

щения сфагнового торфа, сильным обводнением и значительным количеством этого изотопа в воде болот.

Пониженное содержание Sr⁹⁰ наблюдалось нами ранее во влажной торфянистой почве лесной зоны. Так, в 1960 г. оно составляло соответственно 12,6 и 16,9—30,3 нкюри/м² для торфянистых и дерново-подзолистых почв. На роль геоморфологических и других природных факторов в поведении радиоактивных продуктов деления на земной поверхности указывается и в других работах [18, 24].

Приведенный материал свидетельствует о многообразном влиянии природных факторов на поведение Sr⁹⁰ в почвенном покрове, что необходимо иметь в виду при оценке содержания этого изотопа (и других продуктов глобальных выпадений) на земной поверхности и экстраполяции закономерностей поведения стабильных изотопов на поведение радиоактивных. В одной работе невозможно учесть многообразие природных условий в разных районах страны и поэтому нельзя рекомендовать единую методику отбора образцов почвенного покрова. Однако необходимо отметить, что отбор образцов должен проводиться с учетом ландшафто-геохимических особенностей местности и сопровождаться подробной характеристикой почвенно-растительного покрова, подстилающих пород, гидрологических и геоморфологических условий. В каждом элементарном ландшафте образцы почв и растительного покрова желательно отбирать из трех-пяти точек, характеризующихся одинаковыми природными условиями.

Поступила в Редакцию 21/X 1966 г.
В окончательной редакции 24/IV 1967 г.

ЛИТЕРАТУРА

1. В. И. Баранов и др. «Атомная энергия», 18, 246 (1965).
2. Доклад научного комитета ООН по действию атомной радиации. Т. 2. Приложение E—F. A/5216, 1962.
3. В. Н. Чуркин, В. Ф. Брендаков. Информационный бюллетень «Радиобиология», № 9. М., «Наука», 1966, стр. 11.
4. E. Hardy, J. Rivera. Документ научного комитета ООН, A/AC, 82/G/L-971, 1964.
5. E. Hardy et al. Ibidem A/AC 82/G/L-822, 1963.
6. Report of the United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation. General Assembly, XIX Session. Ibidem, A/5814, 1964.
7. A. Aarkrog, J. Lippert. Environmental Radioactivity in Denmark in 1963. Risø Report, No. 85, 1964.
8. Э. Б. Тюрюканова и др. «Почвоведение», № 8, 88 (1964).
9. Э. Б. Тюрюканова и др. «Почвоведение», № 10, 66 (1964).
10. В. И. Баранов, Ф. И. Павлоцкая, Э. Б. Тюрюканова. Проблемы геохимии. В сб., посвященном 70-летию со дня рождения академика А. П. Виноградова. М., «Наука», 1965, стр. 556.
11. В. И. Баранов и др. Доклад № 385, представленный СССР на Третью международную конференцию по мирному использованию атомной энергии (Женева, 1964).
12. Э. Б. Тюрюканова, Ф. И. Павлоцкая, В. И. Баранов. В сб. «Радиоактивность почв и методы ее определения». М., «Наука», 1966, стр. 36.
13. E. Hardy, L. Alexander. Документ научного комитета ООН, A/AC, 82/G/L-776, 1962.
14. Ф. И. Павлоцкая и др. В сб. «Радиоактивность почв и методы ее определения». М., «Наука», 1966, стр. 20.
15. В. М. Бочкарев, З. Г. Антропова, Е. И. Белова. «Почвоведение», № 9, 56 (1964).
16. В. М. Шубко, А. М. Еремичева. Документ научного комитета ООН, A/AC, 82/G/L-916, 1964.
17. С. Г. Малахов и др. «Атомная энергия», 19, 28 (1965).
18. H. Reissig. Kernenergie, 7, 117 (1964).
19. H. Reissig. Kernenergie, 8, 364 (1965).
20. I. Holland. TID-5544 (1959).
21. Л. И. Гедеев и др. В сб. «Радиоактивные изотопы в атмосфере и их использование в метеорологии». М., Атомиздат, 1965, стр. 345.
22. В. П. Шведов, В. К. Виноградова. В сб. «Радиоактивное загрязнение внешней среды». М., Атомиздат, 1962, стр. 217.
23. Э. Б. Тюрюканова. Тезисы докладов Всесоюзного межвузовского совещания по проблеме «Микроэлементы и естественная радиоактивность почв». Петрозаводск, 1965.
24. Н. Т. Кварацхелиа, Г. Г. Глonti. «Почвоведение», № 10, 64 (1965).

Система гарантий и инспекций МАГАТЭ

Ф. ПОЛОМСКИЙ

УДК 621.039:341.24

Международное агентство по атомной энергии (МАГАТЭ) создано в 1957 г. в целях содействия использованию атомной энергии в мирных целях. Членами этой международной организации, которая входит в систему ООН, являются 96 стран. К числу важнейших областей деятельности МАГАТЭ относится создание и применение системы международного контроля (гарантий), которая обеспечивала бы использование атомной энергии исключительно в мирных целях.

В соответствии с этими целями Агентство Уставом (статья III) уполномочено: «Устанавливать и проводить в жизнь гарантии, имеющие своей целью обеспечить, чтобы специальные расщепляющиеся и иные материалы, услуги, оборудование, технические средства и сведения, предоставляемые Агентством или по его требованию, или под его наблюдением или контролем, не были использованы таким образом, чтобы способствовать какой-либо военной цели, и распространять, по требованию сторон, применение этих гарантий на любые двусторонние или многосторонние соглашения или, по требо-

ванию того или иного государства, на любые виды деятельности этого государства в области атомной энергии» [1].

Здесь важно заметить, что гарантии Агентства могут применяться в трех случаях: 1) когда государства получают непосредственно от Агентства ядерное горючее или другую помощь, влекущую за собой применение гарантий; 2) когда государства — участники двусторонних соглашений — обратятся к Агентству с требованием применить гарантии в связи с этими соглашениями; 3) когда государство в одностороннем порядке попросит Агентство применить гарантии в отношении своей деятельности в области атомной энергии.

Дальнейшее развитие этих принципиальных положений содержится в статье XII Устава, в которой права и обязанности Агентства сводятся к следующему:

1. Рассматривать конструкцию установок и одобрять их с учетом того, что они не будут содействовать каким-либо военным целям и позволят осуществлять эффективное применение гарантий.