

УДК: 539.16.04

ПОСТУПЛЕНИЯ ^{137}Cs ВО ВНЕШНЮЮ СРЕДУ

¹Аъзам Турсунович Худайбердиев

*¹Кандидат физико-математических наук, доцент,
университет Экономики и педагогики, Карши, Узбекистан*

RELEASE OF ^{137}Cs INTO THE ENVIRONMENT

¹Azam Tursunovich Khudaiberdiev

*¹Candidate of Physical and Mathematical Sciences, Associate Professor,
University of Economics and Pedagogics, Karshi, Uzbekistan*

АННОТАЦИЯ

В статье рассматриваются источники и механизмы поступления техногенного радионуклида цезия-137 (^{137}Cs) во внешнюю среду. Основное внимание уделяется процессам распространения радионуклида в атмосферном воздухе, почвах и водных объектах, а также его миграции и накоплению в природных экосистемах.

Проанализированы основные факторы, влияющие на перенос и перераспределение ^{137}Cs в окружающей среде, включая атмосферные выпадения, гидрологические процессы и биологическое накопление.

Рассматриваются особенности поведения радионуклида в почвенном покрове и водных системах, а также его потенциальное воздействие на экологическое состояние природных объектов и здоровье человека. Полученные результаты подчёркивают важность систематического радиационного мониторинга окружающей среды и применения современных методов радиометрического анализа для оценки уровня загрязнения.

ABSTRACT

This article examines the sources and mechanisms of the release of the man-made radionuclide cesium-137 (^{137}Cs) into the environment. It focuses on the processes of radionuclide dissemination in atmospheric air, soils, and water bodies, as well as its migration and accumulation in natural ecosystems. The main factors influencing the transport and redistribution of ^{137}Cs in the environment are analyzed, including atmospheric deposition, hydrological processes, and biological accumulation.

The behavior of the radionuclide in soil and aquatic systems, as well as its potential impact on the ecological state of natural objects and human health, are examined. The results highlight the importance of systematic environmental radiation monitoring and the use of modern radiometric analysis methods to assess contamination levels.

Ключевые слова: цезий-137, радионуклиды, радиоактивное загрязнение, окружающая среда, миграция радионуклидов, радиационный мониторинг, техногенные радионуклиды, экология.

Key words: cesium-137, radionuclides, radioactive contamination, environment, radionuclide migration, radiation monitoring, man-made radionuclides, ecology.

Как нам известно, цезий является щелочным металлом, и его относительная атомная масса равно 132,91 а.е. Атомный номер цезия $Z=55$, температура плавления $28,5^{\circ}\text{C}$, температура кипения 670°C , плотность при 20°C составляет $1,873\text{ г/см}^3$.

Он бурно реагирует с кислородом, водой, кислотами и другими веществами, образуя растворимые соли, в земной коре его содержание составляет $\sim 7,10^{-4}\%$.

В небольших количествах цезий содержится практически во всех объектах окружающей среды, в том числе в продуктах питания животного и растительного происхождения, в органах и тканях человека [1, 2].

Цезий имеет 35 изотопов с $A=114-148$, из них 34 радиоактивны и только один ^{133}Cs стабилен. РН Cs с $A=134-148$ образуются при спонтанном или вынужденном делении ядер U и Th.

В радиационно-гигиеническом аспекте, как уже указывалось выше, наибольший интерес представляет ^{137}Cs (табл.1), т.е. образующийся как осколок деления и как продукт последовательного распада других осколков деления – изобаров с $A=137$: ^{137}Te (4 с) \rightarrow ^{137}I (24,2 с) \rightarrow ^{137}Xe (3,83 мин) \rightarrow ^{137}Cs (30,17 лет) \rightarrow $^{137\text{m}}\text{Ba}$ (2,55 мин) \rightarrow ^{137}Ba (стаб.) [3].

Равновесная удельная активность природного ^{137}Cs в почвах и минералах очень мала от 3,7 до 370 мкБк/кг, его равновесное содержание в земной коре оценивается $\sim 6 \cdot 10^{16}$ Бк, а содержание в верхнем одно метровом слое почвы $\sim 8 \cdot 10^{11}$ Бк.

Таблица.1

Характеристики излучений ^{137}Cs

Вид излучения	β_1^-	β_2^-	γ	e^- (K)	e^- (L)	$e(M)$ ()	K_{α_1}	K_{α_2}	K_{β_1}	K_{β_2}	L_{α_2}
Е, кэВ	514	117 6	662	624	656	660	32,1	31,8	36,3	37,4	4,4
% на распад	94,6	5,4	85,2	8,2	1,5	0,5	3,9	2,0	1,1	0,2	0,1

Основным источником поступления ^{137}Cs в окружающую среду являются глобальные и региональные выпадения ПЯД, обусловленные ядерными взрывами в атмосфере.

В 20-м веке ядерными державами проведено не менее 2060 испытаний атомных и термоядерных зарядов, из них 457 в атмосфере северного и 44 южного полушария [4].

В результате этих испытаний внешняя среда была загрязнена ПЯД с суммарной активностью $\sim 1,81 \cdot 10^{21}$ Бк, из них $^{137}\text{Cs} \sim 9 \cdot 10^{17}$ Бк.

Пространственное распределение ПЯД на различных территориях Земли зависит от мощности, условий проведения взрывов географических, климатических условий и других факторов. Как правило, при атмосферных взрывах значительная часть, а при наземных до 50% радиоактивных осадков выпадает вблизи от района испытаний, что обуславливает значительные колебания уровня загрязнения территорий ПЯД на фоне отчётливо выраженной её широтной зональности [5].

Кроме того, ведутся многолетние дискуссии о том, что другими источниками поступления ПЯД в окружающую среду являются АЭС и предприятия ядерного комплекса. В 1994 г в 32 странах мира находились в эксплуатации 432 АЭС с суммарной мощностью 340 ГВт и в 14 странах строились 42 АЭС с суммарной мощностью 34 ГВт [6].

В процессе работы в них накоплено огромное количество ПЯД и трансурановых элементов, активность которых в тысячи раз превосходит активность ПЯД, образовавшихся в результате ядерных испытаний в атмосфере и выпавших на Землю к концу 1982 г.

В нормальных условиях эксплуатации АЭС и предприятий ядерного комплекса выбросы и протечки РН в окружающую среду значительно ниже

установленных норм и в основном воздействуют на близлежащие территории.

Однако, к сожалению, случаи нештатных ситуаций на этих объектах не единичны.

Катастрофические аварии произошли в 1957 г на ПО «МАЯК» на Южном Урале, в 1986 г на Чернобыльской АЭС, в результате чего значительные территории, примыкающие к этим объектам, стали запретными зонами для проживания населения и хозяйственной деятельности, а на более удалённых территориях это привело к возрастанию доли внутреннего облучения по отношению к внешнему.

Характер загрязнений территорий ПЯД в период ядерных аварий в значительной степени определяется метеорологическими факторами.

Менее опасные по последствиям аварии происходят ежегодно, например, в период с 1971 по 1984 г на АЭС в 14 странах мира произошла 151 авария.

В целом по Земному шару, если исключить зоны ядерных катастроф и ядерных полигонов, вклад этих источников облучения в относительную эффективную эквивалентную дозу в десятки (ядерные испытания) и тысячи (АЭС) раз меньше доз, получаемых человеком при рентгеновской диагностике.

ЛИТЕРАТУРА

1. А.А. Моисеев. Цезий-137. Окружающая среда. Человек. М., Энергоатомиздат, 1985.
2. Вредные химические вещества. Радиоактивные вещества. Под ред. Л.А. Ильина и В.А. Филова. Л., Химия, 1990.
3. Table of Isotopes. Seventh edition. Edited by C.M. Lederer, V.S. Shirley. Printed in the USA, 1978.
4. Ionizing Radiation: Sources and Biological Effects. United Nations Scientific Committee on the Effects of atomic Radiation 1982 Report to the General assembly, with annexes, UN, New York, 1982.
5. Л.И. Болтнев, Ю.А. Израэль, В.А. Ионов, Н.М. Назаров. – Атомная энергия, Т.2, вып.5, 1977, с.355-360.
6. А.Т. Худайбердиев. Содержание ^{40}K , ^{137}Cs и ^7Be в почвах. Вестник ЖизПИ, 2024, №4, с.212-218