

УДК 54-722

**К ВОПРОСУ О СНИЖЕНИИ ПОВЕРХНОСТНОЙ АКТИВНОСТИ
ЦЕЗИЯ-137 НА ЗАГРЯЗНЕННЫХ ТЕРРИТОРИЯХ ЗА СЧЕТ
МИГРАЦИИ РАДИОНУКЛИДА В ПОЧВЕННЫХ ГОРИЗОНТАХ**

Тимкин Алексей Викторович

кандидат сельскохозяйственных наук, доцент

tim-king@mail.ru

Мичуринский государственный аграрный университет

Мичуринск, Россия

Аннотация. В данной статье показана роль миграции радионуклида цезия-137 в почвенных горизонтах при формировании средней годовой эффективной дозы облучения населения радиационно загрязнённых территорий.

Ключевые слова: радиационное загрязнение, физический мониторинг, миграция радионуклидов, средняя годовая эффективная доза облучения от техногенных источников, радиационная безопасность.

Одним из основных параметров, влияющих на формирование средней годовой эффективной дозы облучения населения радиационно загрязнённой территории, является содержание в почве радионуклидов цезия-137. В силу ряда причин этот радионуклид в подавляющей степени определяет техногенный радиационный фон, складывающийся из доз облучения за счет глобальных радиоактивных выпадений в результате атмосферных ядерных испытаний и за счет прошлых радиационных аварий [4-12].

По данным Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека на территории Тамбовской области за последние 15 лет произошло снижение средней годовой эффективной дозы облучения населения от техногенных источников с 14 до 5 мкЗв [1], что с одной стороны связано с распадом цезия-137, а с другой – с процессами миграции радионуклида в почвенных горизонтах, уменьшающими его вклад во внешнее и внутреннее облучение.

Процессы миграции связаны с вымыванием почвенного горизонта и механическим перенесением почвенных частиц с радионуклидами, фильтрацией осадков в глубь почвы, капиллярным подъёмом влаги, диффузией ионов, а также деятельностью микроорганизмов. На это влияют типы почв, пахотная обработка, особенности рельефа и интенсивность увлажнения территории[3].

Целью данной работы является оценка влияния факторов окружающей среды на формирование средней годовой эффективной дозы облучения населения радиационно загрязнённых территорий Петровского и Сосновского районов Тамбовской области, пострадавших от аварии на Чернобыльской АЭС.

Задачи работы:

1. Расчет снижения уровня загрязнения территории цезием-137 за счет его радиоактивного распада по отношению к данным Росгидромета по состоянию на 01 января 1996 г.

2. Определение поверхностной активности цезия-137 в соответствии с утвержденной методикой и оценка вклада процессов миграции радионуклида в

формирование средней годовой эффективной дозы облучения населения.

Данные Росгидромета по загрязнению территории исследуемых населённых пунктов на 01 января 1996 г. и пересчёт указанных значений по экспоненциальному закону отражены в таблице 1[14]. Из закона радиоактивного распада следует, что активность радионуклида (A) уменьшается по экспоненциальной зависимости: $A = A_0 e^{-\lambda T}$, где A_0 – активность в начальный момент времени; T – время, прошедшее сначала распада; λ – постоянная распада, характеризующая вероятность распада на 1 атом в единицу времени (для цезия-137 – $2,3 \times 10^{-2} \text{год}^{-1}$)[4].

Таблица 1

Поверхностная активность цезия-137 (кБк/м²) на загрязнённых территориях Петровского и Сосновского районов Тамбовской области

Населённый пункт	Данные Росгидромета на 01.01.1996	Расчётные данные на 01.01.2017, (A_p)	Экспериментальные данные [4] на 01.01.2017, (A_3)	$\Delta A = A_p - A_3$	A_p / A_3
Петровское	37,37	23,13	13,02	10,11	1,8
Никольское	35,07	21,74	9,20	12,54	2,4
Новоситовка	32,56	20,15	11,03	9,12	1,8
Покрово-Чичерино	31,08	19,24	4,58	14,66	4,2
Михайловка	37,37	23,13	15,19	7,94	1,5
Русское	42,18	26,11	15,00	11,11	1,7

Исследования, проведенные методами физического мониторинга путем отбора проб в населенных пунктах и их исследования, в соответствии с методиками и инструкциями Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека[13], показали превышение расчетных данных над экспериментальными в 1,5-4,2 раза. Полученные различия частично можно объяснить неточностью результатов глобального мониторинга, но в большей степени – миграцией радионуклидов в почвенных горизонтах[2].

Так, за прошедшее с момента глобального радиэкологического мониторинга время, за счет радиоактивного распада поверхностная активность цезия-137 снизилась на 11,84-16,07 кБк/м², что в среднем составляет 55,9 % от

общего снижения активности (таблица 2). Вклад миграционных процессов составляет 7,94-14,66кБк/м²или в среднем 44,1 %.

Таблица 2

Снижение поверхностной активностицезия-137 на загрязнённых территориях Петровского и Сосновского районов Тамбовской области

Населённый пункт	Снижение поверхностной активностицезия-137 за счет радиоактивного распада		Снижение поверхностной активностицезия-137 за счет миграции радионуклидов	
	кБк/м ²	%	кБк/м ²	%
Петровское	14,24	58,5	10,11	41,5
Никольское	13,33	51,5	12,54	48,5
Новоситовка	12,41	57,6	9,12	42,4
Покрово-Чичерино	11,84	44,7	14,66	55,3
Михайловка	14,24	64,2	7,94	35,8
Русское	16,07	59,1	11,11	40,9
Среднее:		55,9		44,1

Влияние процессов миграции радионуклидов на поверхностную активность подтверждает сравнение результатов исследования почв в Покрово-Чичерино и Михайловке. При очень близком расположении на местности этих населённых пунктов и их малых размерах обращает на себя внимание значительная разница поверхностной активности цезия-137 (таблица 1).Изучение рельефа местности показывает, что Покрово-Чичерино расположено на возвышенности по отношению к Михайловке, находящейся в пойме реки Избердейка. Поверхностный сток и перемещение почвенно-грунтовых вод обуславливают направленную миграцию твёрдых частиц и растворимых соединений. Эти факторы и определяют значительную разницу поверхностной активности цезия-137 в населённых пунктах.

Известно, что вертикальный перенос радионуклидов в целинных почвах происходит очень медленно, а пахотная обработка почв значительно ускоряет эти процессы. Проведенные исследования подтверждают эту закономерность, удельная активность цезия-137 на участках многолетней залежи в 2-3,8 раза выше, чем на пахотных участках. В первом случае она составляет в среднем 97,8 Бк/кг, а во втором – 37,9 Бк/кг (таблица 3).

Удельная активность цезия-137 (Бк/кг) на загрязнённых территориях Петровского и Сосновского районов Тамбовской области

Населённый пункт	Участок многолетней залежи	Пахотный участок
Петровское	109,2	28,7
Никольское	65,7	31,4
Новоситовка	81,1	35,8
Покрово-Чичерино	36,1	12,5
Михайловка	174,6	80,4
Русское	120,1	38,6
Среднее:	97,8	37,9

Выводы:

1. С момента проведения глобального радиоэкологического мониторинга на загрязнённых территориях Петровского и Сосновского районов Тамбовской области, пострадавших от аварии на Чернобыльской АЭС, в 2,1-4,7 раза произошло снижение поверхностной активности цезия-137.

2. Снижение поверхностного загрязнения на 55,9 % определяется распадом радионуклида и на 44,1 % – процессами миграции радионуклида в почвенных горизонтах, что подтверждается влиянием рельефа и пахотной обработки почвы на исследуемых территориях.

3. В отдаленный период радиоактивного заражения местности цезием-137 снижение средней годовой эффективной дозы облучения населения в равной степени определяется радиоактивным распадом и влиянием факторов окружающей среды.

Список литературы:

1. Санкт-Петербургский НИИ радиационной гигиены имени профессора П.В. Рамзаева. Публикации [Электронный ресурс] – Режим доступа URL:<http://www.niirg.ru/Issues.htm>.

2. Тимкин А.В. Оценка загрязнения почв и сельскохозяйственной продукции радионуклидами цезия-137 и стронция-90 в некоторых районах Тамбовской области / А.В. Тимкин // Технологии пищевой и перерабатывающей промышленности АПК - продукты здорового питания. – 2017. – №1. – С. 8-13.

3. Тимкин А.В. Радиационная безопасность / А.В. Тимкин // учеб. пособие. – Мичуринск: МГПИ, 2007. – 188 с.

4. Тимкин А.В. Решение задач на определение последствий воздействия ионизирующего излучения на здоровье человека при изучении вопросов радиационной безопасности в школе и вузе / А.В. Тимкин// Педагогика безопасности: сб. материалов международной науч. конф. – Екатеринбург: Уральский государственный педагогический университет, 2015. – С. 168-171.

5. Тимкин А.В. Радиоэкологический мониторинг как средство формирования экологической культуры обучающихся / А.В. Тимкин // Сб.: Экологическая педагогика: проблемы и перспективы в свете развития технологий Индустрии 4.0.: материалы Международной научной школы, организованной при финансовой поддержке Администрации Тамбовской области, 2017. - С. 63-67.

6. Федулова Ю.А. Развитие познавательного интереса к химии средствами персонификации научного наследия / Ю.А. Федулова, В.В. Мелехина // Наука и Образование. - 2019. – Т. 2. - № 2. - С. 181.

7. Федулова Ю.А. Модель методической системы опережающего обучения естественнонаучным дисциплинам в ведущем вузе / Ю.А. Федулова, Е.С. Симбирских, А.В. Козачек // Вопросы современной науки и практики. Университет им. В.И. Вернадского. - 2019. - № 4 (74). - С. 118-125.

8. Попова Е.Е. К вопросу о повышении эффективности обучения химии / Е.Е. Попова, Л.П. Петрищева, А.В. Новикова // Сборник статей по итогам научно-исследовательской и инновационной работы Социально-педагогического института ФГБОУ ВО Мичуринский ГАУ за 2017 год: Актуальные проблемы науки и образования. – Мичуринск: изд-во Мичуринского государственного аграрного университета, 2017. - С. 83-87.

9. Шиковец Т.А. Развитие познавательного интереса во внеурочной деятельности по химии / Т.А. Шиковец, Е.Е. Попова, Л.П. Петрищева / Сборник статей по итогам научно-исследовательской и инновационной работы Социально-педагогического института ФГБОУ ВО Мичуринский ГАУ за 2017

год: Актуальные проблемы науки и образования. – Мичуринск: изд-во Мичуринского государственного аграрного университета, 2017. - С. 100-105.

10. Попова Е.Е. Эффективность использования практико-ориентированных заданий с химическим содержанием / Е.Е. Попова, Л.П. Петрищева, О.А. Горлова // Сб.: Современные педагогические технологии в организации образовательного пространства региона : материалы Областной научно-практической конференции. – Мичуринск: ООО «БИС», 2018. - С. 161-165.

11. Попова Е.Е. Научно-исследовательские лаборатории Мичуринского ГАУ как образовательный ресурс при изучении школьного курса химии / Е.Е. Попова, Л.П. Петрищева // Сб.: Экологическая педагогика: проблемы и перспективы в свете развития технологий Индустрии 4.0 : материалы Международной научной школы, организованной при финансовой поддержке Администрации Тамбовской области. Под общей редакцией Е.С. Симбирских. – Мичуринск: изд-во Мичуринского государственного аграрного университета, 2017. -С. 217-221.

12. Шиковец Т.А. Организация проектной деятельности в непрерывном естественнонаучном образовании / Т.А. Шиковец, Л.П. Петрищева, Е.Е.Попова // Сб.: Современные педагогические технологии в организации образовательного пространства региона : материалы Областной научно-практической конференции. – Мичуринск: ООО «БИС», 2018. - С. 188-193.

13. МУ 2.6.1.784-99 Зонирование населенных пунктов РФ, подвергшихся радиоактивному загрязнению вследствие аварии на Чернобыльской АЭС, по критерию годовой дозы облучения населения[Электронный ресурс] – Режим доступа URL:<http://docs.cntd.ru/document/1200029629>.

14. Постановление Правительства РФ от 18.12.97 № 1582. Перечень населённых пунктов, находящихся в границах зон радиоактивного загрязнения вследствие катастрофы на Чернобыльской АЭС[Электронный ресурс] – Режим доступа URL:<https://base.garant.ru/176600>.

UDC 54-722

ON THE ISSUE OF REDUCING THE SURFACE ACTIVITY OF CAESIUM-137 IN POLLUTED TERRITORIES DUE TO RADIONUCLIDE MIGRATION IN SOIL HORIZONS

Timkin Alexey Viktorovich

Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor

Michurinsk State Agrarian University

Michurinsk, Russia

Annotation. This article shows the role of migration of caesium-137 radionuclide in soil horizons in the formation of the average annual effective radiation dose of the population of radiation-contaminated territories.

Key words: radiation pollution, physical monitoring, migration of radionuclides, the average annual effective dose from technological of sources, Radiation Safety.