

УДК 614.876:546.36

**А. А. СУДНЕКО, С. А. ТАГАЙ, О. А. ШУРАНКОВА**

Гомель, ГомГМУ

Научный руководитель – С. А. Калиниченко, канд. биол. наук, доцент

## **ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНЫХ ДОЗ ВНУТРЕННЕГО ОБЛУЧЕНИЯ ОТ ИНГАЛЯЦИОННОГО ПОСТУПЛЕНИЯ $^{137}\text{Cs}$ НА ОТКРЫТОЙ ТЕРРИТОРИИ ЗОНЫ ОТЧУЖДЕНИЯ**

**Актуальность.** Авария на Чернобыльской атомной электростанции стала одной из крупнейших техногенных катастроф в истории человечества. В результате выброса радиоактивных веществ в атмосферу значительные территории оказались загрязнены радионуклидами [1].

Несмотря на снижение по прошествии времени уровней радиационного фона в отношении  $\gamma$ -излучающих радионуклидов, определенные участки требуют строгого контроля и соблюдения мер радиационной безопасности. Важной задачей является минимизация радиационного воздействия на окружающую среду и население, а также поддержание условий для безопасного ограниченного использования природных экосистем и выполнения своих функциональных обязанностей персоналом Полесского государственного радиационно-экологического заповедника (ПГРЭЗ). Текущие исследования фиксируют медленную миграцию радионуклидов, что вызывает необходимость постоянного контроля за состоянием окружающей среды, в т. ч. радионуклидным составом аэрозолей воздуха и уровнем доз внутреннего облучения работников, обусловленным ингаляционным поступлением радионуклидов.

**Цель** – оценить эффективные дозы внутреннего облучения от ингаляционного поступления  $^{137}\text{Cs}$  на открытой территории зоны отчуждения ПГРЭЗ.

**Материалы и методы.** Для оценки радиационного состояния атмосферного воздуха в мае – июне 2025 г. на девяти экспериментальных участках заповедника проводился отбор проб аэрозолей путем прокачки воздуха через аэрозольный фильтр FPM 1530 размером 270×230 мм с помощью цифрового высокообъемного воздухозаборного устройства VOPV-12 (VF Nuclear, Czech). Скорость потока воздуха составляла 100–130 м<sup>3</sup>/ч. В ходе исследования прокачен объем воздуха в пределах 260–500 м<sup>3</sup>. Определение объемной активности  $^{137}\text{Cs}$  проводили на аэрозольных фильтрах с использованием  $\gamma$ -спектрометра Canberra (Canberra Industries, Inc.USA), пиковый сигнал  $\gamma$ -излучения  $^{137}\text{Cs}$  составляет около 661,7 кэВ [2].

Расчет ингаляционной эффективной дозы внутреннего облучения проводили по формуле (1):

$$D = A \times t \times k_d,$$

где  $A$  – объемная активность воздуха (Бк/м<sup>3</sup>),  $t$  – время действия (сек),  $k_d$  – дозовый коэффициент (Зв/Бк·с)

**Результаты исследований.** Для оценки уровня радиационного загрязнения воздуха на пробных участках проведено измерение объемной активности <sup>137</sup>Cs аэрозольных частиц. Объемные активности <sup>137</sup>Cs служат важным индикатором радиационной обстановки и позволяют выявить участки с повышенной радиоактивной нагрузкой. Полученные данные позволяют судить о распределении <sup>137</sup>Cs в атмосферном воздухе и оценить потенциальные риски персонала, работающего в условиях радиоактивного загрязнения. В рамках исследования проведен сравнительный анализ уровней объемной активности радионуклидов <sup>137</sup>Cs, который дает возможность оценить распределение <sup>137</sup>Cs и выявить наиболее загрязненные участки (таблица 1). Полученные данные послужили основой для последующей оценки ингаляционной дозы внутреннего облучения (таблица 2).

Таблица 1 – Объемная активность <sup>137</sup>Cs в аэрозолях воздуха

Место отбора	Объем воздуха, м <sup>3</sup>	Объемная активность, Бк/м <sup>3</sup>
Новопокровское лесничество	286,0	$1,51 \times 10^{-2} \pm 0,29 \times 10^{-2}$
Тульговичское лесничество	260,1	$3,15 \times 10^{-2} \pm 0,61 \times 10^{-2}$
Воротецкое лесничество	313,1	$8,67 \times 10^{-4} \pm 3,07 \times 10^{-4}$
Станция Масаны	500,1	$3,77 \times 10^{-4} \pm 1,35 \times 10^{-4}$

Таблица 2 – Ингаляционная доза внутреннего облучения от <sup>137</sup>Cs в аэрозолях воздуха, рассчитанная на 1 час

Место отбора	Доза внутреннего облучения, Зв/ч	Неопределенность оценки дозы внутреннего облучения, Зв/ч
Новопокровское лесничество	$7,05 \times 10^{-7}$	$1,35 \times 10^{-7}$
Тульговичское лесничество	$1,47 \times 10^{-6}$	$2,86 \times 10^{-7}$
Воротецкое лесничество	$4,06 \times 10^{-8}$	$1,43 \times 10^{-8}$
Станция Масаны	$1,76 \times 10^{-8}$	$6,70 \times 10^{-9}$

Сравнительный анализ полученных доз внутреннего облучения проводили с использованием критерия Манна – Уитни (U-тест) для распределения, отличного от нормального. В результате анализа установлено достоверное различие ингаляционных доз внутреннего облучения на участках Тульговичского лесничества и исследовательской станции

Масаны ( $p < 0,05$ ). Для оценки потенциальных рисков для населения полученные дозы внутреннего облучения сравнили с установленным нормативом, который, согласно международным рекомендациям и нормативам радиационной безопасности, составляет годовую дозу облучения для населения, 1 мЗв [3]. Исходя из допустимого значения годовой дозы облучения в расчете на 1 час при 36-часовой рабочей неделе, дозовый предел составляет  $1,14 \times 10^{-4}$  мЗв/час. Таким образом, пребывание на участке Новопокровского лесничества создает 0,62 % от допустимой годовой дозы внутреннего облучения, на участке Тульговичского лесничества – 1,29 %, Воротецкого – 0,04 % и исследовательской станции Масаны – 0,02 %.

**Заключение.** На основании проведенных исследований можно сделать вывод о наличии достоверных различий в уровнях радиационного загрязнения воздуха по содержанию радионуклида  $^{137}\text{Cs}$  на исследуемых участках. Максимальные значения объемной активности этого радионуклида зафиксированы в лесничествах Новопокровское и Тульговичское, что указывает на потенциально повышенную радиационную нагрузку в этих районах в данный период. Минимальные уровни отмечены на станции Масаны, что, скорее всего, свидетельствует о климатических условиях (скорость и направление ветра, условия увлажнения) и отсутствии пылеобразующего фактора на данной территории при проведении исследований.

#### Список использованной литературы

1. Малиновский, В. В. Миграция  $^{137}\text{Cs}$  в почвах при длительном использовании агроландшафтов / В. В. Малиновский, Т. А. Смирнова // Радиационная безопасность и радиобиология. – 2016. – № 4. – С. 22–29.
2. Калиниченко, С. А. Оценка параметров ресуспензии радионуклидов при выполнении мероприятий по содержанию территории зоны отчуждения ЧАЭС / С. А. Калиниченко, В. Н. Калинин, В. Н. Забродский // Известия Гомельского государственного университета имени Ф. Скорины. Серия: Естественные науки. – 2023. – № 3 (138). – С. 21–27.
3. International Commission on Radiological Protection. Radiological protection: Dose coefficients for intakes of radionuclides by adults (ICRP Publication 119) / Editor-in-Chief Dr Claire Cousins // Annals of the ICRP. – 2012. – Vol. 42, № 3. – 45 p.

**К содержанию**