

## АНАЛИЗ СТРУКТУРЫ ДОЗЫ ВНЕШНЕГО ГАММА-ОБЛУЧЕНИЯ ШКОЛЬНИКОВ В НАСЕЛЕННЫХ ПУНКТАХ ГОМЕЛЬСКОЙ ОБЛАСТИ В РАЗЛИЧНЫХ ЗОНАХ РАДИОАКТИВНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ

А.Н. Переволоцкий<sup>1</sup>, Е.В. Великоборец<sup>2</sup>, Е.В. Красовская<sup>2</sup>

<sup>1</sup>ФГБНУ "Всероссийский научно-исследовательский институт радиологии и агроэкологии", Обнинск, Российская Федерация, forest\_rad@mail.ru

<sup>2</sup>Учреждение образования "Гомельский государственный университет им. Ф.Скорины", Гомель, Беларусь

**Введение.** Проанализирована структура дозы внешнего  $\gamma$ -излучения в ареалах населенных пунктов Гомельской области, находящихся в I и II зонах радиоактивного загрязнения на современном этапе формирования радиационно-экологической обстановки.

**Материалы и методы.** Объектами исследований послужили н.п. Гончаровка Речицкого района, находящийся в Ia зоне радиоактивного загрязнения (1-2 Ки/км<sup>2</sup> по <sup>137</sup>Cs) и н.п. Октябрево Кормянского района, находящийся в II зоне радиоактивного загрязнения (5-15 Ки/км<sup>2</sup> по <sup>137</sup>Cs). В пределах ареалов н.п. проведены исследования в соответствии с методическими указаниями МУ 2.6.1.2153-06 [1] и МУ 2.6.1.2222-07 [2], а также рекомендациям МР 2.6.1.0007-10 [3]: отобраны образцы почвы для определения содержания <sup>137</sup>Cs, в точках отбора определены географические координаты и мощность поглощенной дозы внешнего гамма-излучения, мощность дозы измерена также в различных локациях ареала н.п. Расчетными методами определены величины мощности поглощенной дозы от излучения <sup>137</sup>Cs и вклад в измеренную мощность дозы излучения от естественных источников ионизирующей радиации, построены изолинии исследуемых радиационных показателей, характеризующие их пространственное распределение.

**Результаты исследований и их обсуждение.** В ареале н.п. Гончаровка (Ia зона) плотности загрязнения почвы <sup>137</sup>Cs находятся в диапазоне от 10 до 90 кБк/м<sup>2</sup>, при этом в

северной и юго-западной частях ареала есть участки с повышенной плотностью загрязнения (более 50 кБк/м<sup>2</sup>). Расчетная мощность поглощенной дозы внешнего  $\gamma$ -излучения в ареале исследуемого н.п., обусловленная <sup>137</sup>Cs, составляет от 1 до 7·10<sup>-8</sup> Гр/ч.

В ареале н.п. Октябрьево (II зона) плотность загрязнения почвы <sup>137</sup>Cs находится в диапазоне от 120 до 320 кБк/м<sup>2</sup>, при этом исследуемый показатель повышается от западной к восточной части ареала. Непосредственно в пределах н. п. плотность загрязнения почвы <sup>137</sup>Cs составляет 140-200 кБк/м<sup>2</sup>, постепенно повышаясь от юго-западной к северной и восточной его частям. Расчетная величина мощности дозы внешнего гамма-излучения находится в диапазоне от 10 до 35·10<sup>-8</sup> Гр/час. В северной и восточной частях исследуемые значения превышают 25·10<sup>-8</sup> Гр/час, а в юго-западной части составляют менее 12·10<sup>-8</sup> Гр/час. Непосредственно для территории населенного пункта мощность поглощенной дозы находится в диапазоне от 5 до 20·10<sup>-8</sup> Гр/час.

Данные по характеристикам радиоактивного загрязнения по ареалу каждого населенного пункта были подвергнуты кластерному анализу для выявления участков с достоверно отличающимися исследуемыми показателями. Статистически обработанные данные по каждому из кластеров представлена в таблице 1.

Для первого, менее загрязненного кластера, 95% доверительный интервал плотности загрязнения составил от 113 до 145 кБк/м<sup>2</sup> для н.п. Октябрьево (точки отбора расположены в южной и восточной частях ареала) и от 19 до 29 кБк/м<sup>2</sup> по н.п. Гончаровка (в центральной части). Измеренная мощность дозы для н.п. Гончаровка составила 14±0,6·10<sup>-8</sup> Гр/ч и 20,7±0,8·10<sup>-8</sup> Гр/час для н.п. Октябрьево

**Таблица 1 – Результаты статистической обработки данных по радиационной обстановки в кластерах в ареале н.п.**

Кластер	Среднее	Стандартное отклонение	Ошибка среднего	95% доверительный интервал	
				нижний	верхний
Плотность загрязнения почвы <sup>137</sup> Cs, кБк/м <sup>2</sup> в ареале н.п. Октябрьево					
1	129,0	7,3	26,5	113,0	145,0
2	261,8	23,9	79,4	208,5	315,2
Мощность поглощенной дозы $\gamma$ -излучения, н·10 <sup>-8</sup> Гр/ч в ареале н.п. Октябрьево					
1	20,7	0,8	3,0	19,0	22,5
2	32,9	2,3	7,4	27,6	38,2
Плотность загрязнения почвы <sup>137</sup> Cs, кБк/м <sup>2</sup> в ареале н.п. Гончаровка					
1	24,04	7,71	2,57	19,00	29,08
2	65,10	16,10	5,37	54,58	75,62
Мощность поглощенной дозы $\gamma$ -излучения, н·10 <sup>-8</sup> Гр/ч в ареале н.п. Гончаровка					
1	9,49	1,20	0,23	9,04	9,94
2	13,97	1,65	0,55	12,89	15,05

В н.п. Октябрьево вклад <sup>137</sup>Cs в измеренную мощность поглощенной дозы составляет от 45 до 85% и от 10 до 55% в ареале н.п. Гончаровка. Максимальные значения вклада наблюдаются в наиболее загрязненных частях ареала (65-85%) для первого н.п. и 35-55% для второго. Непосредственно в населенных пунктах вклад <sup>137</sup>Cs в величину мощности дозы был несколько ниже – около 65% и около 25%, соответственно.

В различных локациях ареалов измеренная мощность поглощенной дозы находится в диапазоне от 12 до 20·10<sup>-8</sup> Гр/час в н.п. Октябрьево и 10-13·10<sup>-8</sup> Гр/час – в н.п. Гончаровка (таблица 2). Как правило, из всех локаций, максимальные величины мощности дозы наблюдаются в лесу, а минимальные значения – в школах и на школьном дворе.

**Таблица 2 – Данные по мощности поглощенной дозы внешнего  $\gamma$ -излучения в различных локациях населенного пункта,  $n \cdot 10^{-8}$  Гр/ч**

№№ Измерения	Жилой дом	Двор	Огород	Улица	Школа	Школьный двор	Лес	Луг
Ареал населенного пункта Октябрево								
Средняя	14,46	15,23	15,25	14,31	12,10	14,09	19,13	13,50
Стандартное отклонение	2,17	2,69	2,47	2,98	1,33	1,96	4,96	1,63
Ошибка среднего	0,54	0,95	0,87	1,05	0,47	0,69	1,75	0,58
Коэффициент вариации, %	15,0	17,7	16,2	20,8	11,0	13,9	25,9	12,1
Точность опыта, %	3,8	6,2	5,7	7,4	3,9	4,9	9,2	4,3
Ареал населенного пункта Гончаровка								
Средняя	10,76	11,49	10,5	10,40	9,57	10,69	12,89	10,57
Стандартное отклонение	1,41	1,57	1,90	1,54	1,32	1,50	1,96	1,22
Ошибка среднего	0,35	0,55	0,67	0,54	0,47	0,53	0,69	0,43
Коэффициент вариации, %	13,1	13,6	18,0	14,8	13,8	14,1	15,2	11,6
Точность опыта, %	3,3	4,8	6,4	5,2	4,9	5,0	5,4	4,1

Годовая эквивалентная доза внешнего  $\gamma$ -излучения от  $^{137}\text{Cs}$  для школьников составляет 0,28 мЗв и от естественных источников излучения 0,58 мЗв для н.п. Октябрево. В н.п. Гончаровка исследуемые показатели составляют 0,08 и 0,52 мЗв, соответственно (таблица 3).

Основной вклад в годовую эквивалентную дозу от  $^{137}\text{Cs}$  для школьников населенных пунктов вносит их пребывание в жилых помещениях – 35%. Вторым важным источником формирования дозы внешнего облучения по  $^{137}\text{Cs}$  является нахождение во дворе, в огороде и на улице – по 16% в каждой локации. Вклад леса в годовую дозу не превышает 5%.

От естественных источников излучения наибольший вклад в годовую эквивалентную дозу вносит пребывание школьников в жилых помещениях и в школе – около 60% и 14%, соответственно

**Таблица 3 – Годовая эквивалентная доза в различных локациях, мЗв**

Доза от	Жилой дом	Двор	Огород	Улица	Школа	Школьный двор	Лес	Луг	Сумма
Населенный пункт Гончаровка									
$^{137}\text{Cs}$ , мЗв	0,028	0,013	0,012	0,012	0,007	0,002	0,003	0,002	0,079
Вклад, %	35,85	16,48	15,11	14,92	9,00	2,00	3,62	3,04	100,00
ЕРН, мЗв	0,308	0,043	0,040	0,039	0,071	0,005	0,010	0,008	0,523
Вклад, %	58,77	8,29	7,61	7,51	13,51	1,01	1,82	1,49	100,00

Населенный пункт Октябрево									
$^{137}\text{Cs}$ , мЗв	0,102	0,045	0,045	0,042	0,024	0,005	0,011	0,008	0,282
Вклад, %	36,17	15,96	15,96	14,89	8,51	1,77	3,90	2,84	100,00
ЕРН, мЗв	0,394	0,027	0,027	0,025	0,092	0,003	0,007	0,005	0,579
Вклад, %	68,05	4,66	4,66	4,32	15,89	0,52	1,21	0,86	100,00

**Заключение.** В ходе проведенных нами исследований были изучены плотности загрязнения почвы  $^{137}\text{Cs}$ , мощности поглощенной дозы внешнего  $\gamma$ -излучения в пределах ареалов населенных пунктов. Исследовано пространственное распределение показателей радиоактивного загрязнения в пределах ареала исследуемых населенных пунктов. Показана существенная роль  $^{137}\text{Cs}$  в формировании дозы внешнего гамма-излучения, которая повышается по мере увеличения плотности загрязнения почвы данным радионуклидом.

Рассчитанная годовая эквивалентная доза внешнего  $\gamma$ -излучения по  $^{137}\text{Cs}$  для школьников в н.п. Гончаровка составляет 0,079 мЗв/год, в н.п. Октябрево – 0,282 мЗв/год. Основной вклад в величину исследуемого показателя вносит пребывание в жилых домах (36%), а также пребывание во дворе, на огороде и улице (по 16%).

Рассчитанная годовая эквивалентная доза от естественного  $\gamma$ -излучения для школьников н.п. Гончаровка составляет 0,523 мЗв/год и н.п. Октябрево – 0,579 мЗв/год. Основной вклад в величину исследуемого показателя вносит пребывание в жилых домах – 0,3-0,4 мЗв/год (что составляет 60%) и в школе – 0,07-0,09 мЗв/год (14%).

#### Литература

1. Оперативная оценка доз облучения населения при радиоактивном загрязнении территории воздушным путем: Методические указания МУ 2.6.1.2153-06. – М.: Федеральное бюджетное учреждение здравоохранения «Федеральный центр гигиены и эпидемиологии» Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителя и благополучия человека, 2006. – 32 с.

2. Прогноз доз облучения населения радионуклидами цезия и стронция при их попадании в окружающую среду: Методические указания МУ 2.6.1.2222-07. М.: Федеральное бюджетное учреждение здравоохранения «Федеральный центр гигиены и эпидемиологии» Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителя и благополучия человека, 2007. – 38 с.

3. Оценка доз облучения детей, проживающих на территориях, радиоактивно загрязненных вследствие аварии на Чернобыльской АЭС. Методические рекомендации: МР 2.6.1.0007-10. – М.: Федеральный Центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2010. – 31 с.