

*А. Р. Аветисов, М. А. Назарова, Н. С. Бондарева,  
Л. А. Квиткевич, А. Н. Стожаров*

## **ФОРМИРОВАНИЕ ГОДОВОЙ ЭФФЕКТИВНОЙ ДОЗЫ ОБЛУЧЕНИЯ НАСЕЛЕНИЯ МЯДЕЛЬСКОГО И ПОСТАВСКОГО РАЙОНОВ ЗА СЧЕТ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ТЕРРИТОРИИ ТЕХНОГЕННЫМИ РАДИОНУКЛИДАМИ ЦЕЗИЯ-137 И СТРОНЦИЯ-90**

*УО «Белорусский государственный медицинский университет»*

---

*В работе приведены результаты расчета суммарных годовых эффективных доз внешнего и внутреннего облучения населения Мядельского и Поставского районов Республики Беларусь. Территории исследуемых районов характеризуются типичным диапазоном дозовых нагрузок от 1 до 6 мкЗв/год для Мядельского района и от 1 до 8 мкЗв/год для Поставского района. В отдельных пятнах локального загрязнения формируются дозы до 40 и 14 мкЗв/год соответственно. Формирование доз происходило в основном за счет вклада долгоживущих техногенных радионуклидов  $Cs^{137}$  и  $Sr^{90}$ . Анализ дозовых нагрузок населения этих районов необходим для оценки радиационной обстановки, сложившейся в настоящий момент на этих территориях. Полученные дозы могут учитываться как исходные «фоновые» значения для сравнения с дозами облучения населения, которые будут формироваться в процессе эксплуатации БелАЭС.*

**Ключевые слова:** *радионуклиды,  $Cs^{137}$ ,  $Sr^{90}$ , эффективная доза, внешнее облучение, внутреннее облучение, радиоактивность, БелАЭС.*

***A. R. Avetisov, M. A. Nazarova, N. S. Bondareva,  
L. A. Kvitkevich, A. N. Stojarov***

### ***THE ANNUAL EFFECTIVE DOSE OF THE POPULATION OF MYADEL AND POSTAVY DISTRICTS DUE TO THE CONTAMINATION OF THE TERRITORY WITH ANTHROPOGENIC RADIONUCLIDES CS-137 AND SR-90***

*The paper presents the results of the calculation of the total annual effective doses from external and internal irradiation of the population in Postavy and Myadel districts of Belarus. The territories*

of the districts under study are characterized by a typical range of radiation doses from 1 to 6  $\mu\text{Sv}/\text{year}$  in Myadel district and from 1 to 8  $\mu\text{Sv}/\text{year}$  in Postavy district. Certain contamination plumes contain doses up to 40 and 14  $\mu\text{Sv}/\text{year}$  respectively. Dosage formation occurred mainly due to the long-lived anthropogenic radionuclides  $\text{Cs}^{137}$  and  $\text{Sr}^{90}$ . Analysis of the population's radiation exposure in these areas is required for assessment of the current radiation situation on this territory. The doses calculated can be considered as the reference 'background' values for comparison with the population's radiation doses that will be formed in the process of operation of the Belarusian nuclear power plant.

**Keywords:** radionuclides,  $\text{Cs}^{137}$ ,  $\text{Sr}^{90}$ , effective dose, external radiation, internal radiation, radioactivity, Belarusian NPP.

Мядельский и Поставский районы расположены в северо-западной части Республики Беларусь и непосредственно граничат с Островецким районом Гродненской области, на территории которого размещена строительная площадка БелАЭС. Площадь Поставского района составляет 2096 км<sup>2</sup>, население составляет 36 442 человек. Мядельский район имеет площадь 1964 км<sup>2</sup>, население – 26 448 человек.

Основную роль в формировании доз облучения населения Поставского и Мядельского районов играют техногенные радионуклиды  $\text{Cs}^{137}$  и  $\text{Sr}^{90}$ , загрязнившие их территории в результате глобальных выпадений и аварии на ЧАЭС. Опасность этих радионуклидов состоит в их высокой подвижности в природных средах, особенностях накопления и распределения в организме человека. В этот период внешнее облучение от поверхности земли и внутреннее облучение от потребления загрязненных продуктов питания являются основными путями облучения населения.

### Материалы и методы

Приоритетными с точки зрения оценки дозы техногенного облучения населения являются данные радиационного мониторинга. Они были предоставлены ГУ «Республиканский центр по гидрометеорологии, контролю радиоактивного загрязнения и мониторингу окружающей среды» Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь (1). Расчет годовых эффективных доз (ГЭД) за счет внешнего и внутреннего облучения производился с помощью программы RESRAD (onsite) 7.0 (США). В настоящий период внешнее облучение от находящихся в почве радионуклидов и внутреннее облучение от потребления загрязненных продуктов питания являются основными путями облучения. При расчете использовались следующие параметры:

- площадь загрязнения населенного пункта (150 000 кв. м);
- прогнозное время (1 год, 10 лет, 30 лет);
- толщина загрязненного слоя почвы (20 см);
- плотность почвы загрязненного слоя (1,35 куб. см);
- потребление овощей и картофеля (163 кг/год);
- потребление молочных продуктов (260 кг/год);
- потребление мяса (91 кг/год).

При расчете доз облучения учитывался вклад не только  $\text{Cs}^{137}$  и  $\text{Sr}^{90}$ , но и дочерних продуктов их распада  $\text{Ba}^{137\text{m}}$  и  $\text{Y}^{90}$  соответственно.

Картирование полученных данных проводилось с помощью компьютерной программы Surfer v.13.0 компании Golden Software (США). При картировании данных использовались общедоступные карты Республики Беларусь в популярном векторном формате географических файлов Shapefile (\*.shp). Для обработки расчетов по дозовой нагрузке и последующего их нанесения на карту были использованы стандартные параметры создания файла сетки данных (grid data file format), за исключением параметра Gridding Method, в котором был выбран параметр Minimum Curvature. Основанием для такого выбора послужило минимальное искажение (сглаживание) реальных измерений или расчетных данных для каждой точки в отличие от метода интерполяции данных Kriging, который заложен в расчеты по умолчанию.

### Результаты и обсуждение

Территория Мядельского района загрязнена радиоактивным цезием и стронцием практически равномерно с типичным диапазоном плотности загрязнения  $\text{Cs}^{137}$  от 0,03 до 0,08 Ки/км<sup>2</sup>,  $\text{Sr}^{90}$ : 0,01–0,02 Ки/км<sup>2</sup> (табл. 1).

Таблица 1. Плотность загрязнения территории Мядельского и Поставского районов  $\text{Cs}^{137}$  и  $\text{Sr}^{90}$

Район	Типичный диапазон плотности загрязнения территории $\text{Cs}^{137}$ (Ки/км <sup>2</sup> )	Типичный диапазон плотности загрязнения территории $\text{Sr}^{90}$ (Ки/км <sup>2</sup> )
Мядельский	0,03–0,08	0,01–0,02
Поставский	0,02–0,11	0,01–0,06

К югу от Мяделя имеется пятно загрязнения техногенным цезием с плотностью 0,4–0,6 Ки/км<sup>2</sup>.

Поставский район занимает территорию с загрязнением техногенным цезием: 0,02–0,08 Ки/км<sup>2</sup>, стронцием: 0,01–0,06 Ки/км<sup>2</sup> (таблица 1). Имеются отдельные пятна загрязнения  $\text{Cs}^{137}$  от 0,1 до 0,17 Ки/км<sup>2</sup>.

Диапазон суммарных эффективных доз облучения населения Мядельского района за счет радионуклидов  $\text{Cs}^{137}$  и  $\text{Sr}^{90}$  по прогнозу на 2017 год будет составлять от 1 до 6 мкЗв/год, в отдельных пятнах загрязнения до 40 мкЗв/год (рис. 1).

Расчет суммарных эффективных доз облучения населения в Поставском районе на 2017 год показал диапазон от 1 до 8 мкЗв/год, в пятнах загрязнения  $\text{Cs}^{137}$  до 14 мкЗв/год (рис. 2).

При этом цезий-137 будет вносить основной вклад в формирование суммарной годовой эффективной

## Оригинальные научные публикации

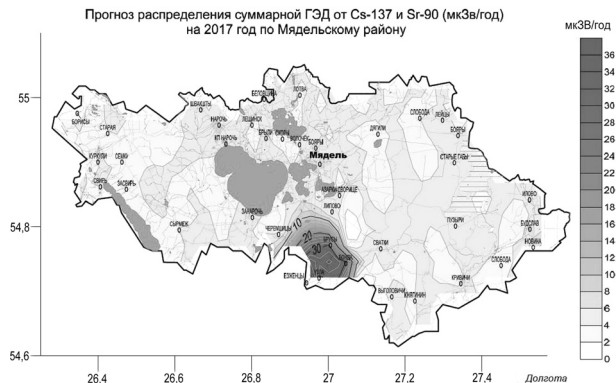


Рис. 1. Прогноз распределения ГЭД (в мкЗв/год) за счет  $Cs^{137}$  и  $Sr^{90}$  на территории Мядельского района Минской области на 2017 год (по оси абсцисс – градусы восточной долготы, по оси ординат – градусы северной широты)

дозы за счет внешнего облучения населения этих районов, а внутреннее облучение за счет потребления овощной продукции будет обусловлено стронцием-90, мясной и молочной – цезием-137 (2, 3).

Полученные данные могут быть приняты в качестве фоновых для сравнения и оценки влияния строящейся БелАЭС на окружающую среду и население на всех этапах ее эксплуатации.

### Литература

1. Радиационное обследование объектов окружающей среды (почва, воздух, вода) в регионе строящейся Бело-

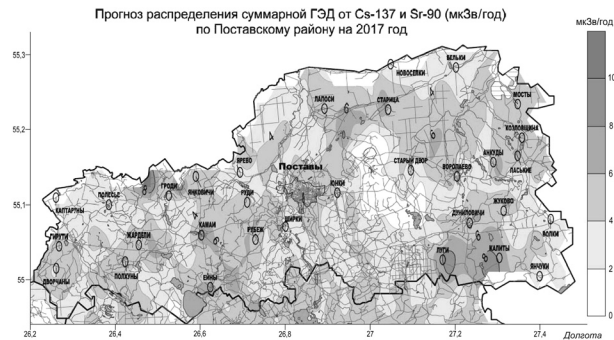


Рис. 2. Прогноз распределения ГЭД (в мкЗв/год) за счет  $Cs^{137}$  и  $Sr^{90}$  на территории Поставского района Витебской области на 2017 год (по оси абсцисс – градусы восточной долготы, по оси ординат – градусы северной широты)

русской АЭС. ГУ «Республиканский центр радиационного контроля и мониторинга окружающей среды». – Минск, 2013. – 34 с.

2. Каталог средних годовых эффективных доз облучения жителей населенных пунктов Республики Беларусь; сост. Н. Г. Власова [и др.] // ГУ «Республиканский научно-практический центр радиационной медицины и экологии человека». – Гомель, 2010. – 31 с.

3. Пономаренко, В. В., Панов А. В., Марочкина А. В. Оценка изменения доз облучения населения в различные периоды после аварии на Чернобыльской АЭС // Радиация и риск. – 2014. – Т. 23, № 3. – С. 100–114.

Поступила 2.02.2017 г.