

## **ФОРМИРОВАНИЕ ДОЗ ОБЛУЧЕНИЯ НАСЕЛЕНИЯ ОШМЯНСКОГО РАЙОНА ЗА СЧЕТ ВЫПАДЕНИЙ ТЕХНОГЕННЫХ РАДИОНУКЛИДОВ**

*УО «Белорусский государственный медицинский университет»*

---

*После катастрофы на Чернобыльской АЭС произошло загрязнение радионуклидами территории Беларуси. Поэтому для оценки последствий воздействия БелАЭС на окружающую среду и население необходимо иметь исходные данные об измененной в результате радионуклидного загрязнения радиационной обстановке не только в Островецком районе, где стоит БелАЭС, но и в близлежащих районах (в том числе Ошмянском), территория которого попадает в зону планируемых срочных мер и в зону расширенного планирования при возможных радиационных инцидентах на БелАЭС.*

*В работе были проанализированы особенности радиоактивного загрязнения техногенными радионуклидами  $Cs^{137}$  и  $Sr^{90}$  территории Ошмянского района Гродненской области. Также были рассчитаны суммарные годовые эффективные дозы на население, которые могут быть сформированы за счет загрязнения территории Ошмянского района Гродненской области радионуклидами техногенного происхождения ( $Cs^{137}$  и  $Sr^{90}$ ). В настоящее время диапазон доз от этих компонентов составляет от 0,27 мкЗв/год до 15,6 мкЗв/год для Ошмянского района. В течение 10-ти летнего периода времени этот показатель снизится в 1,3 раза, через 30 лет – в 2,3 раза при отсутствии дополнительного загрязнения. Полученные данные могут быть приняты в качестве фоновых для сравнения и оценки влияния БелАЭС на окружающую среду и население близлежащих районов.*

**Ключевые слова:** радиоактивное загрязнение, радиоактивный цезий, радиоактивный стронций, внешнее и внутреннее облучение, естественная радиоактивность, БелАЭС.

***H. A. Prudnikau, A. R. Avetisov, A. N. Stojarov***

### **THE IRRADIATION DOSE LOAD ON THE POPULATION OF OSHMIANY DISTRICT DUE TO FALLOUT OF TECHNOGENIC RADIONUCLIDES**

*Contamination the territory of Belarus by radionuclides occurred after the Chernobyl catastrophe. Therefore, it is necessary, in order to assess the consequences of the Belarusian Nuclear*

## □ Оригинальные научные публикации

*Power Plant impact on the environment and population, to have initial data about changed radiation situation by radionuclide contamination not only in the Ostrovets district, but also in other districts (including Oshmyansky). Territory of Oshmyansky district is included in the zone of planned urgent measures and in the zone of extended planning during possible radiation incidents at Belarusian Nuclear Power Plant.*

*The peculiarity of radioactive contamination by technogenic radionuclides  $Cs^{137}$  and  $Sr^{90}$  of the territory of Oshmyany district of the Grodno region was analyzed. The total annual effective dose to the population, which can be formed due to contamination of Oshmyany district by technogenic radionuclides ( $Cs^{137}$  and  $Sr^{90}$ ) was also calculated. Currently, a range of doses from these radionuclides is from 0.27  $\mu Sv/year$  to 15.6  $\mu Sv/year$  for Oshmyany district. These doses will decrease 1.3 times during 10 years period, and will decrease 2.3 times during 30 years period in the absence of additional contamination. The data can be taken as a initial for comparison and evaluation of the Belarusian Nuclear Power Plant impact on the environment and the population of the surrounding districts.*

**Keywords:** *radioactive contamination, radioactive cesium, radioactive strontium, external and internal radiation, natural radioactivity, the Belarusian Nuclear Power Plant.*

Как известно, в Беларуси активно развивается атомная энергетика. Площадка для строительства станции выбрана в центре Островецкого района Гродненской области, примерно в 19 км от районного центра.

Однако эксплуатация атомных станций не является абсолютно безопасной. За прошедшие десятилетия многие регионы Земного шара подверглись загрязнению за счет глобальных выпадений радионуклидов, причиной которых были не только испытания ядерного оружия, но и инциденты на объектах ядерно-топливного цикла.

Особенно сильное загрязнение Беларуси радионуклидами произошло после катастрофы на Чернобыльской АЭС [3, 4]. В связи с этим для оценки последствий воздействия БелАЭС на окружающую среду и население необходимо иметь исходные данные о возможно уже измененной в результате радионуклидного загрязнения радиационной обстановке не только в Островецком районе, но и в близлежащих районах (в том числе Ошмянском), территория которого попадает в зону планируемых срочных мер и в зону расширенного планирования при возможных радиационных инцидентах на БелАЭС.

Ранее в процессе подготовки отчета о воздействии на окружающую среду ОВОС подобный анализ был сделан, однако в этом документе, в основном, анализируется радиозэкологическая обстановка. Тогда как для радиационной защиты населения необходима также информация о дозовых нагрузках за счет радионуклидов, которые являются продуктами выбросов АЭС, и, прежде всего, от их долго живущих компонентов.

Поэтому целью настоящего исследования явился анализ загрязнения и формирования доз на население за счет загрязнения территории Ошмянского района Гродненской области основными долгоживущими техногенными радионуклидами ( $Cs-137$  и  $Sr-90$ ).

### Материалы и методы

Исходное загрязнение  $Cs-137$  и  $Sr-90$  территорий Ошмянского района на 01.01.2016 года было предоставлено 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 осуществляли на основании экологической модели с учетом перехода радионуклидов в системах почва–растения, растения–животные, животные–человек с помощью программы RESRAD (onsite) 7.0, разработанной в Аргонской национальной лаборатории (США). Рассчитывались дозы внутреннего облучения за счет потребления основных продуктов питания (мясная, овощная и молочная компоненты). Учитывался вклад продуктов распада  $Cs-137$  –  $Ba-137m$  и  $Sr-90$  –  $Y-90$ . Для расчетов использовались следующие параметры (таблица).

Таблица. Параметры, использованные при расчете доз облучения

№ п/п	Параметры	Значение
1	Площадь загрязнения сельского населенного пункта	150000 кв. м
2	Время прогнозирования	1,10 и 30 лет
3	Толщина загрязненного слоя почвы	20 см
4	Плотность почвы загрязненного слоя	1,35 куб. см
5	Потребление овощей и картофеля	163 кг/год
6	Потребление молока	260 кг/год
7	Потребление мяса	91 кг/год

Картирование данных проводилось с помощью программы Surfer 12 производства компании

Golden Software (США). Каждый изучаемый параметр из базы данных проходил процедуру обработки и создания сеточного файла (Grid File) средствами данной программы. Обработка входных данных имела следующие особенности: выбор метода математической обработки сеточных данных (Gridding method). Учитывая пятнистый характер загрязнения наиболее оптимальным оказался метод минимальных линий «Minimum Curvature». Остальные методы в той или иной степени занижали, завышали, или существенно искажали результаты реальных изменений в ходе математической обработки полученных данных; остальные параметры (Grid Z limits, Z Transform, Grid Line Geometry и др.) были взяты по умолчанию, т. к. их изменение либо не требовалось (например, на ограничение диапазона данных), либо было малоприспособно в настоящем исследовании (например, использование логарифмической шкалы).

Для картирования данных в качестве графической основы местности использовались векторные шейп-файлы (\*.shp). Преимущества данного стандарта геоинформационных систем: простота использования, универсальность, кросс-платформенность, гибкость, доступность на официальных сайтах разработчиков (например, <http://gis-lab.info/>).

При прорисовке карт использовались стандартные параметры сглаживания (Smoothing-none). Остальные параметры визуализации были равными для карт, отражающих изменения одного изучаемого параметра, и подбирались с учетом их оптимальной информативности [5].

### Результаты и обсуждение

Ошмянский район расположен на северо-востоке Гродненской области, в её северо-восточной части на Ошмянской возвышенности. Граничит на западе с Литвой, на севере – с Островецким районом, на востоке и юге – соответственно со Сморгонским и Ивьевским районами Гродненской области и на юго-востоке – с Воложинским районом Минской области. Почвы дерново-подзолистые и торфяно-болотные. Леса занимают 34 % территории. Под сельскохозяйственными угодьями занято 53% территории.

Площадь территории района составляет 1200 км<sup>2</sup>. Центр района – г. Ошмяны. Население района – 30 969 человек, в том числе городского – 16 388 человек (на 1 января 2016 года). В районе имеется 364 населенных пункта. В основном преобладают малые поселения (менее 100 человек) [6].

На территории Ошмянского района всего было обследовано 155 населенных пунктов на загрязнение Cs-137 и/или Sr-90. Всего 154 (99,35 ± 0,64%)

населенных пунктов было загрязнено Cs-137 и/или Sr-90. При этом 22 (16,8 ± 3,0%) населенных пункта были загрязнены одновременно как Cs-137, так и Sr-90. Поверхностная активность по Cs-137 составляла от 0,02 до 0,16 Ки/км<sup>2</sup>, среднее значение 0,046 ± 0,033 Ки/км<sup>2</sup>. Поверхностная активность по Sr-90 во всех случаях составляла 0,01 Ки/км<sup>2</sup>.

Шестьдесят три (40,6 ± 3,9%) населенных пункта были загрязнены только Cs-137, поверхностная активность по Cs-137 составляла от 0,02 до 0,22 Ки/км<sup>2</sup>, среднее значение 0,05 ± 0,04 Ки/км<sup>2</sup>.

Исключительно Sr-90 было загрязнено 65 (41,9 ± 3,9%) поселений. Поверхностная активность по Sr-90 во всех случаях составляла 0,01 Ки/км<sup>2</sup>.

Один (0,65 ± 0,64%) населенный пункт не был загрязнен ни Cs-137, ни Sr-90.

Относительно всего Ошмянского района поверхностная активность по Cs-137 составляла от 0 до 0,22 Ки/км<sup>2</sup>, среднее значение 0,03 ± 0,02 Ки/км<sup>2</sup>. Поверхностная активность по Sr-90 составляла от 0 до 0,01 Ки/км<sup>2</sup>, среднее значение 0,006 ± 0,005 Ки/км<sup>2</sup> (рисунок).

Согласно расчетам, через 30 лет в Ошмянском районе, при отсутствии дополнительных источников загрязнения на территории района не останется участков с поверхностной активностью Cs-137 более 0,11 Ки/км<sup>2</sup> и поверхностной активностью Sr-90 более 0,005 Ки/км<sup>2</sup>.

Анализируя представленные данные можно отметить, что особенностью радионуклидного загрязнения данного района является наличие населенных пунктов загрязненных только Sr-90. Известно, что при авариях на ядерных физических установках происходит выброс радиоактивного цезия и стронция, загрязняющих территорию, при этом благодаря большой летучести, цезий может распространяться дальше стронция и поэтому будут выявляться территории загрязненные цезием и стронцием, или только цезием. Наличие загрязнения территории только стронцием-90 говорит о том, что загрязнение данных территорий произошло, возможно, не из-за аварии на ядерной физической установке, в том числе катастрофы на ЧАЭС. Источником такого загрязнения могла явиться утечка радионуклидов из соседних объектов ядерно-топливного цикла.

Расчет суммарных годовых эффективных доз (ГЭД) облучения населения за счет радионуклидов Cs-137 и Sr-90 показал, что их диапазон в Ошмянском районе в настоящее время составляет от 0,27 мкЗв/год до 15,6 мкЗв/год, среднее значение 2,17 ± 0,27 мкЗв/год. Через 10 лет значение этого показателя от 0,11 мкЗв/год до 12,4 мкЗв/год,

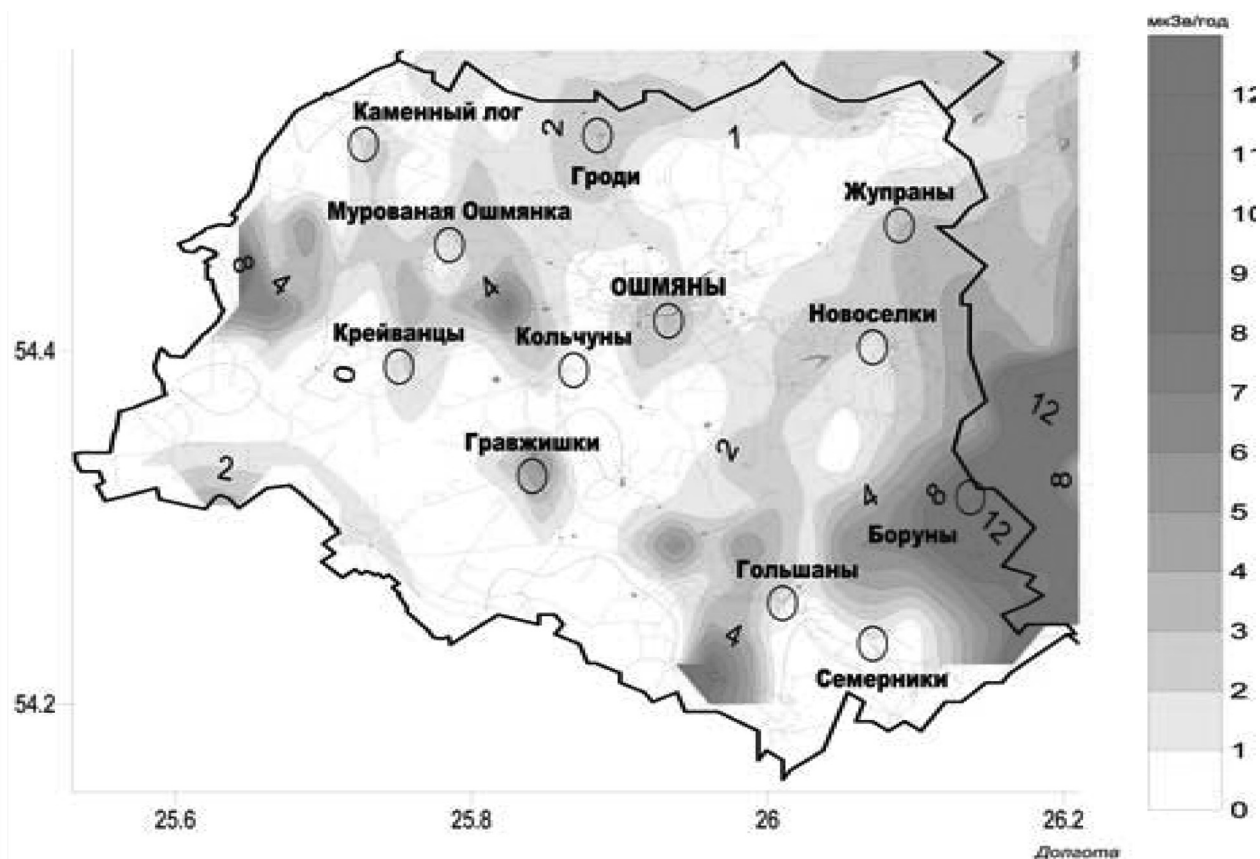


Рисунок. Распределение суммарной ГЭД за счет Cs-137 и Sr-90 на территории Ошмянского района Гродненской области по состоянию на 2016 год (по оси абсцисс – градусы восточной долготы, по оси ординат – градусы северной широты)

среднее значение  $1,66 \pm 0,21$  мкЗв/год (уменьшится в 1,3 раза), через 30 лет от  $0,01$  мкЗв/год до  $7,5$  мкЗв/год, среднее значение  $0,96 \pm 0,13$  мкЗв/год (уменьшится в 2,3 раза).

Таким образом, принимая в качестве средней величины в Беларуси значение ГЭД от компонентов радиационного фона равное  $2,4$  мЗв/год [2] можно утверждать, что в настоящее время загрязнение территории Ошмянского района техногенными радионуклидами формирует у населения дозу, не превышающую  $15,6$  мкЗв/год. Это составляет не более  $0,65\%$  от ГЭД, т. е. вклад Cs-137 и Sr-90 в дозовую нагрузку населения этого района является незначительным. Полученные данные могут быть приняты в качестве фоновых для сравнения и оценки влияния строящейся БелАЭС на окружающую среду и население близлежащих районов.

### Литература

1. Радиационное обследование объектов окружающей среды (почва, воздух, вода) в регионе строящейся Белорусской 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 / ГУ Республиканский научно-практический центр радиационной медицины и экологии человека», сост. Н. Г. Власова [и др.]. – Гомель, 2010. – 31 с.

3. Ильин, Л. А., Павловский О. А. Радиологические последствия аварии на Чернобыльской АЭС // Атомная энергия. – 1988. – Т. 65, № 2. – С. 119–128.

4. 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.

5. Стожаров, А. Н., Герменчук М. Г., Аветисов А. Р., Жукова О. М. Анализ формирования годовой эффективной дозы облучения за счет выпадений техногенных радионуклидов на территории Островецкого района Гродненской области // Медицинский журнал. – 2016. – № 3. – С. 140–142.

6. Статистические бюллетени. Численность населения на 1 января 2016 г. и среднегодовая численность населения за 2015 год по Республике Беларусь в разрезе областей, районов, городов и поселков. Номер регистрации: 26/251-р // Национальный статистический комитет Республики Беларусь. 30 Марта 2016.

Поступила 06.05.2017 г.