

---

---

### Секция 3

## РАДИАЦИОННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

---

---

### АНАЛИЗ СТЕПЕНИ РАДИОАКТИВНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ «ДАРОВ ЛЕСА» В РАЗЛИЧНЫХ РЕГИОНАХ БЕЛАРУСИ

*Азовская Н.О.*, кандидат сельскохозяйственных наук, ст. преподаватель

*Чернушевич Г.А.*, ст. преподаватель

*Домненкова А.В.*, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент

Белорусский государственный технологический университет

**Аннотация.** Проведен анализ факторов, влияющих на формирование доз внутреннего облучения населения республики, проживающего на загрязненных радионуклидами территориях. Согласно прогнозам, к 2046 г произойдет снижение степени радиоактивного загрязнения Беларуси, однако площадь загрязнения более 37 кБк/м<sup>2</sup> будет составлять около 830 тыс. га. В зоне радиоактивного загрязнения по останется большая площадь лесных массивов, поэтому проблема повышенного содержания радионуклидов цезия-137 в «дарах леса» и, в первую очередь, в ягодах будет актуальна и население будет получать дополнительную дозу внутреннего облучения от их потребления.

**Ключевые слова:** ягоды, радионуклиды, цезий-137, удельная активность.

Вследствие аварии 1986 года на Чернобыльской АЭС (ЧАЭС) значительная часть территории Беларуси подверглась радиоактивному загрязнению и больше всего пострадал лесной фонд [1]. В связи с радиоактивным загрязнением местности возникает проблема экологически чистого использования «даров леса» (грибов, ягод, березового сока и др.).

В настоящее время степень радиоактивного загрязнения лесных угодий Беларуси снизилась с 23% (в 1986) до 14,77% (2021), загрязнены радионуклидами леса 45 лесхозов. После распада короткоживущих радионуклидов и включения основных долгоживущих дозообразователей цезий-137 и стронций-90 в биологический круговорот веществ радиационная обстановка в лесах изменяется медленно, так как самоочищение происходит только за счет радиоактивного распада [2]. Загрязненный лесной фонд является источником радиационной опасности для населения (табл. 1).

Для рационального использования природных ресурсов на загрязненных радионуклидами территориях лесного фонда в соответствии с «Правилами ведения лесного хозяйства в зонах радиоактивного загрязнения» организована особая система ведения лесохозяйственной деятельности, обеспечивающая в

течение длительного времени эффективное проведение лесохозяйственных мероприятий, безопасные условия труда и получение нормативно чистой продукции [3].

*Таблица 1 – Загрязнение территории лесного фонда цезием-137*

Наименование ПЛХО	Общая площадь лесного фонда	Прогноз на 2046 г. загрязнения цезием цезием-137, тыс. га
Брестское	1282,8	26,3
Витебское	1634,3	0
Гомельское	1818,2	536,4
Гродненское	909,6	2,2
Минское	1492,4	8,3
Могилевское	1212,8	256,1
<i>Итого</i>	8349,8	829,3

Радиационное обследование земель лесного фонда осуществляется при плотности загрязнения почв цезием-137 более 37 кБк/м<sup>2</sup> в соответствии с ТКП 240-2010 [4].

Радиационный мониторинг лесного фонда осуществляется на постоянных пунктах наблюдения, которые и образуют первичную сеть радиационного мониторинга леса (РМЛ) [5].

Объектами радиационного мониторинга являются лесная подстилка, почва, растения и их части, грибы, ягоды. Контролируемыми параметрами являются мощность дозы гамма-излучения, активность цезия в объектах радиационного мониторинга леса. Основные задачи РМЛ – изучение динамики и факторов, влияющих на накопление цезия-137 в контролируемых объектах [6].

Нормирование содержания радионуклидов в лесных ресурсах осуществляется в соответствии с Республиканскими допустимыми уровнями РДУ-99 [7].

В связи с высоким уровнем остаточного радиоактивного загрязнения значительных территорий Республики Беларусь после аварии на ЧАЭС долгосрочный прогноз радиоактивного загрязнения лесных пищевых продуктов, вносящих вклад в дозу внутреннего облучения населения, проживающего на этих территориях, является актуальной задачей. В лесных экосистемах абсолютными концентраторами цезием-137 и одним из основных дозообразующих компонентов в трофической цепи являются ягоды (особенно для критических групп населения, таких как жители загрязненных территорий, работники лесного хозяйства, охотники и члены их семей).

В настоящее время основной вклад в дозу внутреннего облучения вносят лесные пищевые продукты, главным образом грибы и ягоды, являющиеся продуктом потребления сельских жителей загрязненных районов [8].

В лесах Беларуси произрастает 5 видов ягод, которые традиционно используются в питании населения (земляника, черника, брусника, клюква, малина).

Потребление «даров леса» в среднем на одного жителя лесных регионов Беларуси составляет 3-10 кг/год ягод. Употребление их в пищу приводит к увеличению дозы внутреннего облучения на 0,3-0,6 мЗв/год при плотности загрязнения 185 кБк/м<sup>2</sup>. Очевидно, что при более высоких плотностях загрязнения эта доза будет больше. По данным исследователей [9], пищевые продукты леса, составляющие всего несколько процентов от массы ежедневного рациона сельских жителей Белорусского Полесья, определяют поступление в их организм до 50% общей активности цезия-137, содержащейся в рационе питания.

Самым загрязненным районом Беларуси является Светлогорский район Гомельской области. Исследования показали, что удельная активность образцов превышает нормы в соответствии с РДУ-99. Для нашего образца черники удельная активность цезия-137 составляла 1750 Бк/кг, а для клюквы – 400 Бк/кг, когда допустимое содержание цезия-137 для дикорастущих ягод не должно превышать 185 Бк/кг (РДУ-99) [3]. Поэтому в таких загрязненных районах необходимо проводить радиационный мониторинг, а также анализировать собранные ягоды.

По предварительным расчетам, в результате употребления ягод из Светлогорского района в количестве по 10 кг черники и клюквы, доза внутреннего облучения может составить 0,3 мЗв при допустимой норме 1 мЗв в год. Таким образом, только данные ягоды могут составить третью часть допустимой нормы внутреннего облучения для человека [10].

Допустимый уровень загрязнения показали пробы из Минского и Волковысского районов: выявлено, что в Минском районе удельная активность черники составила 157 Бк/кг, клюквы – 70 Бк/кг, а в Волковысском районе – черники – 111 Бк/кг, клюквы – 52 Бк/кг.

В ходе работы были проанализированы данные за последние годы [11] о содержании гамма-излучающего радионуклида цезия-137 в пробах лесных ягод с различных регионов: Минского района Минской области, Волковысского района Гродненской области, Светлогорского района Гомельской области. Выявлено, что на протяжении последних 3 лет концентрация радиоизотопа цезия-137 в почвах значительно снизилась, но по-прежнему превышает РДУ-99 (185 Бк/кг).

Цезий во внутренних органах человека распределяется неравномерно. Уровни накопления цезия-137 в органах при среднем содержании 50 Бк/кг на все тело: почки – 3000 – 4000 Бк/кг, печень – 2000 – 3000 Бк/кг, сердце – более 1000 Бк/кг. Также накапливается в мышечных тканях, лимфоузлах, селезенке, мышцах. Согласно методике, предложенной Минздравом Республики Беларусь, пределу в 1 мЗв/год соответствует удельная активность цезия-137 в теле от 361 до 433 Бк/кг в зависимости от возрастной группы.

Основными мероприятиями по снижению дозовых нагрузок на человека являются: строгое соблюдение санитарно-гигиенических условий труда, радиационный контроль сырья и готовой продукции, радиометрический контроль продуктов питания и питьевой воды, использование технологий, снижающих активность пищевой продукции, использование для контроля

радиационной нагрузки спектрометров излучения человека, применение энтеросорбентов для выведения радионуклидов из организма.

Проверить продукцию, выращенную (собранную) самостоятельно или купленную на рынках, можно в центрах гигиены и эпидемиологии, в лабораториях радиационного контроля лесхозов. Также это можно проверить в лабораториях радиационного контроля Белкоопсоюза на рынках, в местных центрах радиационного контроля.

Ягоды, произрастающие в лесах на загрязненной радионуклидами территории, накапливают гамма-излучающий радионуклид цезий-137. Для определения способности ягод накапливать цезий-137, используется коэффициент перехода. Этот коэффициент находят по отношению удельной активности цезий-137 к плотности загрязнения почвы цезием-137.

Различные ягоды накапливают гамма-излучающие радионуклиды (цезий-137) по-разному, вследствие чего делятся на три группы: сильно- (клюква, черника), средне- (земляника) и слабонакапливающие (малина, ежевика). Сбор ягод разрешен на тех участках леса, где поверхностная активность не превышает 2 Ки/км<sup>2</sup>.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Чернобыль не ушел – он рядом и иногда становится злее. [Электронный ресурс]. – 2016. – Режим доступа: <http://greenbelarus.info/articles/26-04-2016/chernobyl-ne-ushyol-ryadom-i-inogda-stanovitsya-zlee> – Дата доступа: 11.02.2021.
2. Переволоцкий А. Н. Распределение <sup>137</sup>Cs и <sup>90</sup>Sr в лесных биогеоценозах. Гомель: Институт радиологии, 2006. 255 с.
3. Республиканские допустимые уровни содержания радионуклидов цезия-137 и стронция-90 в пищевых продуктах и питьевой воде (РДУ-99): ГН 10-117-99. – Введ. 26.04.99. – Минск: Министерство здравоохранения Респ. Беларусь, 1999. – 10 с.
4. Радиационный контроль. Обследование земель лесного фонда. Порядок проведения: ТКП 240-2010. Введ. 01.06.2010. Минск, 2010. 24 с.
5. Радиационный мониторинг лесного фонда. Закладка постоянного пункта наблюдения. Порядок проведения: ТКП 498-2013. Введ. 03.10.2013. Минск, 2013. 28 с.
6. Радиационный контроль. Отбор и подготовка проб лесной продукции. Порядок проведения: ТКП 251-2010. Введ. 28.06.2010. Минск, 2010. 24 с.
7. Республиканские допустимые уровни содержания радионуклидов цезия-137 и стронция-90 в пищевых продуктах и питьевой воде (РДУ-99): ГН 10-117-99.
8. Динамика радиоактивного загрязнения природных пищевых продуктов после аварии на Чернобыльской АЭС / В. Н. Шутов [и др.] // ЗНиСО. 2003 № 4. С. 9–12.
9. Байрашевская Д. А. Формирование дозы внутреннего облучения населения, употребляющего продукты загрязненных лесных экосистем. Минск: МГЭУ им. А.Д.Сахарова, 2005. 330 с.

10. Критерии оценки радиационного воздействия: гигиенический норматив. Введ. 01.01.2013. Минск: Министерство здравоохранения Республики Беларусь, 2012. 232 с.
11. Результаты радиационного контроля грибов, ягод и мяса дичи [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.bellesozaschita.by/front/ru/index?id=46> – Дата доступа: 11.11.2019.

## ПОСЛЕДСТВИЯ ЧЕРНОБЫЛЬСКОЙ АВАРИИ СПУСТЯ 35 ЛЕТ

*Жолнерчик В.В., Лойко А.Д.*

Ильющонок А.В., канд. физ.-мат. наук, доцент

Университет гражданской защиты

Чернобыльская трагедия, произошедшая 26 апреля 1986 года, является крупнейшей в истории человечества радиационная катастрофой. Два взрыва на 4-м энергоблоке Чернобыльской атомной электростанции, расположенной в Украинской ССР, и последующий пожар привели к беспрецедентному выбросу из ядерного реактора около 200 различных радионуклидов с периодами полураспада от нескольких часов до сотен тысяч лет. Основной выброс радионуклидов продолжался в течение 10 суток. В начале мая повышенный уровень радиации был зарегистрирован даже в Японии.

Загрязнению цезием-137 с плотностью более 37 кБк/м<sup>2</sup> (1 Ки/км<sup>2</sup>) подверглась территория Республики Беларусь площадью 46,615 тыс. км<sup>2</sup>, в том числе 18,6 тыс. км<sup>2</sup> или 21 % сельскохозяйственных земель, 20,1 тыс. км<sup>2</sup> или 22 % лесного фонда. На площади 136,5 тыс. км<sup>2</sup> загрязнение почвы превышало 10 кБк/м<sup>2</sup>.

В настоящее время альфа-излучающие радионуклиды чернобыльского происхождения представлены долгоживущими изотопами плутония-238, 239, 240 и америция-241. В связи с естественным распадом плутония-241 (бета-излучатель, период полураспада 14,4 года) и образованием америция-241 (альфа-излучатель, период полураспада 432 года) до 2059 г. будет происходить увеличение активности этого радионуклида.

С 1986 по начало 2020 г. численность населения республики, проживающего на территории радиоактивного загрязнения, в том числе и за счет перехода части населенных пунктов в более чистые зоны уменьшилась на 1096,4 тыс., или на 49,8 % и на 01.01.2020 составляла 1103,6 тыс. человек.

В настоящее время к территории радиоактивного загрязнения, на которой расположены населенные пункты, относятся 19 районов Гомельской области, 12 районов Могилевской области, 4 района Брестской области, 9 районов Минской области и 3 района Гродненской. Всего 47 районов.

В основу государственной политики по преодолению последствий катастрофы на Чернобыльской АЭС заложен переход от послеаварийных