

- сбор и анализ данных радиационного мониторинга на территориях Брянской области, загрязненных долгоживущими радионуклидами, включающий в себя определение содержания  $^{137}\text{Cs}$  в пищевых продуктах;
- анализ результатов измерений содержания  $^{137}\text{Cs}$  в организме местных жителей с помощью счетчиков (спектрометров) излучения человека (СИЧ);
- прогноз доз внутреннего облучения населения Брянской области на период до 2056 года.

Для выполнения поставленных задач были использованы данные мониторинга содержания радионуклидов в основных дозообразующих пищевых продуктах (молоке и грибах), произведенных и собранных за период 1987-2016 гг. (7201 проба молока и 10505 проб грибов) на территориях Брянской области с плотностью загрязнения почвы  $^{137}\text{Cs}$  в 1986 году от 5 до 30 Ки/км<sup>2</sup> (где фактически не применялись контрмеры). В отобранных пробах определяли удельную активность  $^{137}\text{Cs}$ . Анализы выполнялись в Испытательной лаборатории ФБУН НИИРГ им. П.В. Рамзаева и в Испытательном лабораторном центре ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Брянской области». Все результаты по пробам молока были получены с помощью радиохимических методов анализа, а по пробам грибов – с использованием  $\gamma$ -спектрометрических и радиохимических методов.

Общее количество использованных в настоящей работе данных СИЧ-измерений, выполненных нами в период 1987-2016 гг., составляет 14 663.

В настоящее время «медленные» периоды полуснижения  $\text{КП}_{\text{молоко}}$  и  $\text{КП}_{\text{грибы}}$  составляют 21 и 19 лет, соответственно, а «медленные» эффективные полупериоды очищения молока и грибов от  $^{137}\text{Cs}$  за счет радиоактивного распада последнего и природного самоочищения данных продуктов со временем от этого химического элемента составляют около 12 лет, что несколько отличается от значений, приведенных в таблице 6.6 методических указаний МУ 2.6.1.2222-07, утвержденных в 2007 году, – 15 и 17 лет, соответственно.

Показано также, что в настоящее время эффективное годовое потребление грибов уменьшилось незначительно, а молока – снизилось в 1,8 раза (по сравнению с данными, приведенными в табл. 6.4 МУ 2.6.1.2222-07).

Полученные результаты позволили нам, в конечном итоге, выполнить прогноз фактических доз облучения населения Брянской области на период вплоть до 2056 года и выделить населенные пункты (НП), в которых оправдано проведение соответствующих защитных мероприятий. В первую очередь, это те НП, в которых средняя годовая эффективная доза равна или превышает 1,0 мЗв/год. В 2016 году таких НП было 19 из всех 749 НП, отнесенных к зонам радиоактивного загрязнения. При этом максимальная доза в 2016 году ( $E_{\text{max}}$ ) составила 3,7 мЗв/год. В другие годы прогнозируется: 2026 г. – 6 НП ( $E_{\text{max}} = 2,4$  мЗв/год); 2036 г. – 3 НП ( $E_{\text{max}} = 1,6$  мЗв/год); 2046 г. – 1 НП ( $E_{\text{max}} = 1,1$  мЗв/год); 2056 г. – ни одного НП ( $E_{\text{max}} = 0,76$  мЗв/год).

## ВКЛАД ТРАНСУРАНОВЫХ ЭЛЕМЕНТОВ В ДОЗЫ ОБЛУЧЕНИЯ ПЕРСОНАЛА В ЗОНЕ ОТЧУЖДЕНИЯ ЧЕРНОБЫЛЬСКОЙ АЭС

**К.Н. Буздалкин<sup>1</sup>, В.Н. Бортновский<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>ГПНИУ «Полесский государственный радиационно-экологический заповедник», г. Хойники, Беларусь

<sup>2</sup>УО «Гомельский государственный медицинский университет», г. Гомель, Беларусь

Из трёх зон отчуждения, с которых эвакуировано население и где прекращена традиционная хозяйственная деятельность (на территории восточно-уральского радиоактивного следа, вокруг поврежденных реакторов Чернобыльской и Фукусимской АЭС), 30-км зона ЧАЭС является самой опасной вследствие загрязнения  $\alpha$ -излучающими долгоживущими радионуклидами. Выпавшие на почву  $^{241}\text{Am}$ ,  $^{238}\text{Pu}$ ,  $^{239}\text{Pu}$  и  $^{240}\text{Pu}$  практически не вносят вклад в дозу внешнего облучения и не поступают корневым путём в растения и далее в продукты питания растительного происхождения, а через корма – в пищевую продукцию животного происхождения. Однако при пожарах в результате подъёма радионуклидов в зону дыхания происходит формирование доз внутреннего облучения ингаляционным путём.

В среднем на территории белорусского сектора зоны отчуждения Чернобыльской АЭС происходит 5 пожаров в год. Глобальное изменение климата не даёт оснований надеяться на снижение количества и интенсивности пожаров.

Эта проблема актуальна на территории 30-км зоны Чернобыльской АЭС, в том числе Полесского государственного радиационно-экологического заповедника (ПГРЭЗ). На участках зоны отчуждения с высоким

уровнем загрязнения трансурановыми элементами и  $^{90}\text{Sr}$  вклад ингаляционного поступления радионуклидов в дозу облучения персонала может превышать все остальные пути облучения при некоторых видах работ.

По ряду причин исследуется в основном только объёмная активность  $^{137}\text{Cs}$  и его распространение на значительные расстояния. В то же время показано, что вклад  $^{137}\text{Cs}$  в «ингаляционную» дозу облучения персонала может составлять только 1% от всей внутренней дозы (при тушении пожаров в 2015 году). При этом вклад  $^{90}\text{Sr}$  составил 41%, а трансурановых элементов – 58%. Вклад  $^{241}\text{Pu}$ , распадающегося по схеме  $\beta$ -распада иранее не учитываемого в расчётах, при ингаляционном поступлении составил 3%, т.е. в 3 раза больше, чем от  $^{137}\text{Cs}$ .

В 2017 году на территории Полесского государственного радиационно-экологического заповедника произошло 11 природных пожаров. В 2017 году вклад трансурановых элементов в индивидуальную эффективную дозу внутреннего облучения персонала, ожидаемую в результате ингаляционного поступления радионуклидов, составил 60%. В том числе от  $^{241}\text{Am}$  – 27%,  $^{238+239+240}\text{Pu}$  – 24% и от  $^{241}\text{Pu}$  – 9%. Тушение пожаров заняло 55 часов, индивидуальная эффективная доза внутреннего облучения персонала, ожидаемая в результате ингаляционного поступления радионуклидов, оценивается в 16 мкЗв.

В 2018 году вклад трансурановых элементов в ингаляционную дозу облучения составил 62%.

Следует отметить, что во всех перечисленных ситуациях дозы облучения персонала, ожидаемые в результате ингаляционного поступления радионуклидов, не превышали 0,1 мЗв/год, что значительно меньше установленного в ПГРЭЗ контрольного уровня для персонала (5 мЗв/год).

## О СОВРЕМЕННЫХ ПРОБЛЕМАХ ЛЕСНОЙ РАДИОЭКОЛОГИИ И ВЕДЕНИИ ЛЕСНОГО ХОЗЯЙСТВА В ЛЕСАХ ЗАГРЯЗНЕННЫХ РАДИОНУКЛИДАМИ

Н.И. Булко, А.М. Потапенко, Н.В. Толкачева, И.А. Машков, Н.В. Митин, М.А. Шабалева

*ГНУ «Институт леса Национальной академии наук Беларуси», г. Гомель, Беларусь*

Лесная радиоэкология как наука начала формироваться после испытаний атомного оружия. В чернобыльский период лесная радиоэкология в основном сводилась к разработке схем поведения того или иного радионуклида в некоторых типах леса, изучению действия ионизирующего излучения на определенные виды древесных пород. При этом значительная часть информации носила закрытый характер.

Только после Чернобыльской катастрофы начались широкие исследования, связанные с ведением лесного хозяйства в условиях радиоактивного загрязнения. Изучали не только устойчивость лесных экосистем, но и механизмы и закономерности поведения радионуклидов в лесных биогеоценозах, миграция радионуклида в системе почва-растение, качественно и количественно оценивались данные радиологических показателей в лесных биогеоценозах, организован радиационный мониторинг в лесном фонде.

Особенно интенсивно велись исследования во второй половине 90-х и в начале второго тысячелетия. Накопление и анализ полученного экспериментального материала по аккумуляции и перераспределению в лесных биогеоценозах радионуклидов, способствовали интенсивному развитию лесной радиоэкологии, позволили выделить в науке о лесах новую научную дисциплину «радиоэкологическое лесоводство», стали научной базой познания закономерностей механизмов биогеохимии радионуклидов в лесных экосистемах.

Полученные результаты позволили решить проблемы лесохозяйственной деятельности. Нормативные документы по ведению лесного хозяйства в условиях радиоактивного загрязнения постоянно дорабатывались с учетом новых получаемых знаний в области лесной радиоэкологии. При этом система ведения лесного хозяйства базировалась и базируется во всех 4-х редакциях основного нормативного документа – «Правил ведения лесного хозяйства в зонах радиоактивного загрязнения» на соблюдении норм и правил радиационной безопасности работников и на получении лесной продукции с содержанием радионуклидов не превышающем допустимого уровня.

Была установлена особая роль лесных биогеоценозов как биогеохимического барьера в поступлении радионуклидов по трофическим цепям, что обусловлено особенностями накопления радионуклидов в элементах лесных экосистем, особенностями лесных почв, обеспечивающих высокую миграционную способность радионуклидов, сложностью и разнообразием путей миграции радиоактивных веществ в лесных экосистемах, отсутствием возможности широкого применения контрмер по снижению поступления радионуклидов в растения.

С течением времени, вследствие распада радионуклидов радиационная обстановка улучшалась. Следствием этого было сокращение объемов радиоэкологических исследований в лесных экосистемах с предложениями смещения их в ближнюю зону, на территорию ПГРЭЗ.