

УДК 621.039

## ОЦЕНКА РАДИАЦИОННОГО ФОНА РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

Цыганкова С.Д., Широков С.А.

Научный руководитель – Жиров Г.И., ст. преподаватель

*«Радиоактивность - это одно из самых странных и малоизученных явлений, терзающих умы ученых на протяжении долгих лет...»*

Мария Склодовская-Кюри

В современном мире нам достаточно часто приходится слышать с экранов телевизоров, радио, различных информационных порталов термин «радиоактивность». Это обусловлено в первую очередь техногенными катастрофами конца 20-го-начала 21-го века. Среди которых и авария на Три-Майл-Айленд (США), и Чернобыльская АЭС (СССР), АЭС Фукусима-1 и Фукусима-2 (Япония). Нельзя не отметить, что на данном этапе, тема как нельзя актуальна для Республики Беларусь, ввиду становления её в качестве ядерной державы.

Для того, чтобы произвести грамотную оценку радиационного фона нашей страны, нами было принято решение проанализировать данные Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь за 1986, 1996, 2006, 2016, 2017 гг. соответственно. Прежде чем приступить к непосредственной оценке радиационного фона страны, мы предлагаем разобраться в базовых понятиях, относящихся к данной теме.

Исходя из проведенных ранее учёными исследований, можно утверждать: становление и развитие жизни на Земле всегда происходило под влиянием естественного радиоактивного фона. Что позволяет предположить, что живые организмы достаточно хорошо приспособлены к различному виду радиации в небольшом ее количестве. Но что же такое радиация и радиоактивность в целом?

Обычно под словом радиация (от лат. radiation- излучение, сияние) понимают процесс распространения энергии в пространстве в форме различных волн и частиц. Сюда можно отнести: инфракрасное (тепловое), ультрафиолетовое, видимое световое излучение, а также различные типы ионизирующего излучения. Радиоактивностью, называют самопроизвольное превращение неустойчивых изотопов химических элементов в другие элементы (изотопы), сопровождающееся испусканием

элементарных частиц, атомных ядер или жесткого электромагнитного излучения. Можно сказать, что испускание ядром частицы, состоящей из двух протонов и двух нейтронов (ядро атома гелия), – это альфа-излучение; испускание электрона – это бета-излучение. Собственно весь процесс самопроизвольного распада нестабильного нуклида называется радиоактивным распадом, а сам такой нуклид – радионуклидом [2].

Часто нестабильный нуклид оказывается настолько возбужденным, что испускание частицы не приводит к полному снятию возбуждения; тогда он выбрасывает порцию чистой энергии, называемую гамма-излучением (гамма-квантом).

По словам учёных, радиационный фон Земли формируют природные и антропогенные ионизирующие излучения. Радиационный фон Земли складывается из следующих компонентов: космическое излучение; излучение от природных радионуклидов; излучение от искусственных (техногенных) радионуклидов. Также выделяют внешнее (60%) и внутреннее (40%) облучения. Внешнее – за счет воздействия на организм излучений от внешних по отношению к нему источников (космическое излучение и естественные радионуклиды в горных породах, почве, атмосфере). Внутренне – за счет воздействия на организм излучений радионуклидов, находящихся в организме (калий-40 и радионуклиды семейства урана и тория), поступающих в организм с воздухом, водой, пищей.

Суммарная индивидуальная эффективная доза облучения от естественного фона для населения нашей страны составляет 1 мЗв/год.

Вторая составляющая фонового облучения людей обусловлена естественными радионуклидами, связанными с добычей полезных ископаемых, использованием строительных материалов, сжиганием ископаемого топлива (угля), минеральных удобрений, содержащих радионуклиды уранового и ториевого ряда.

Третья составляющая фонового облучения – искусственный фон, обусловленный искусственными источниками, созданными человеком.

В таблице 1. приведены дозы облучения человека от источников, дающих наибольший вклад в индивидуальную дозу.

Источники облучения	Индивидуальная доза, мЗв/год
Естественные источники	2,4

Медицинские процедуры	0,4
Испытания ядерного оружия	0,2
Авария на Чернобыльской АЭС	В среднем по Беларуси 2,2

Из таблицы 1 видно, что из искусственных источников облучения основную добавку к естественному радиационному фону дают медицинские процедуры. Стоит отметить, что авария на ЧАЭС в среднем по Беларуси дала в первый год индивидуальную дозу, приблизительно равную естественному радиационному фону.

Еще задолго до аварии на ЧАЭС учёными был изучен естественный радиационный фон на территории Беларуси. Это осуществлялось благодаря деятельности пунктов контроля за радиационной обстановкой в Республике Беларусь. Расположение пунктов вблизи действующих АЭС было связано, на наш взгляд, с необходимостью контроля за возможным возникновением аварийных ситуаций на этих АЭС.

Сегодня известно, что по уровню экспозиционной дозы излучения, фон задолго до аварии колебался от 2 до 12 мкР/ч. Самая малая величина радиационного фона отмечалась в районе г. Мозыря - 2 мкР/ч, более высокая мощность экспозиционной дозы – 10-12 мкР/ч - регистрировалась в северных районах республики, где имеются глинистые осадочные породы, обогащенные ураном. Такой радиационный фон соответствует содержанию радиоактивных изотопов - гамма-излучателей в почвах на уровне 0,05-0,5 Ки/км<sup>2</sup>.

Авария 26 апреля 1986 г. на ЧАЭС коренным образом изменила радиоэкологическую обстановку в Республике Беларусь. Напомним, что в результате аварии разрушился 4 энергоблок, в окружающую среду было выброшено большое количество радиоактивных веществ. Перед аварией в реакторе четвёртого энергоблока находилось 180–190 т ЯТ (диоксида урана). По оценкам, которые в настоящее время считаются наиболее достоверными, в окружающую среду было выброшено от 5 до 30 % от этого количества.

В формировании радиоэкологической обстановки в результате аварии на ЧАЭС выделяют три стадии:

- Первая характеризовалась выбросом из реактора смеси летучих продуктов деления ЯТ. Сюда относятся: криптон-85, ксенон-133, тритий, углерод-14, цезий-137, йод-131 и др., облако из которых представляло мощный поток гамма-излучения.

- На второй основной фактором радиационной опасности выступает радиоактивный йод -131. Эту стадию называют "периодом йодной опасности". В связи с тем, что йод-131 обладает малым периодом полураспада ( $T_{1/2} = 8,04$  сут), уже через два месяца количество его уменьшилось в 250 раз.
- Третья характеризуется формированием опасности для людей долгоживущими радионуклидами: цезием -137 и -134, стронцием-90, изотопами плутония-239, -240, -241, в меньшей степени цезием -144 и рутением-106.

Стоит отметить, что именно цезий и стронций - основные радионуклиды, формирующие радиационный фон в целом.

В первый период после катастрофы значительное повышение мощности экспозиционной дозы гамма-излучения регистрировалось практически по всей территории Беларуси. Наибольшие уровни выпадения йода-131 были зарегистрированы в ближней зоне ЧАЭС: в Брагинском, Хойникском, Наровлянском районах Гомельской области, где его содержание в почвах составило 37000 кБк/м<sup>2</sup> и более. В Ветковском районе Гомельской области содержание йода-131 в почве достигало 20000 кБк/м<sup>2</sup>. В Могилевской области наибольшее загрязнение отмечалось в Чериковском и Краснопольском районах (5550–11100 кБк/м<sup>2</sup>).

Максимальный уровень загрязнения почвы <sup>137</sup>Cs в ближней зоне ЧАЭС был обнаружен в населенном пункте Крюки Брагинского района – 59 200 кБк/м<sup>2</sup> (1600 Ки/км<sup>2</sup>). Интересен тот факт, что загрязнение носило весьма неравномерный, "пятнистый" характер.

В общем подсчёте радиоактивному загрязнению цезием-137 с плотностью 37 кБк/м<sup>2</sup> 1866,0 тыс.га сельскохозяйственных земель. Загрязнения стронцием-90 с уровнем 5,55 кБк/м<sup>2</sup> обнаружено на 21,1 тыс.км<sup>2</sup>. В результате загрязнения из оборота было выведено 265,4 тыс. га земель.

Анализируя данные по состоянию на 1996 г. по <sup>137</sup>Cs, мы можем сделать вывод о том, что уровень загрязнения почвы снизился незначительно, в среднем в пределах сотых долей. Радиоактивному загрязнению цезием-137 с плотностью 37 кБк/м<sup>2</sup> 1344,0 тыс.га сельскохозяйственных земель. Загрязнения стронцием-90 с уровнем 5,55 кБк/м<sup>2</sup> обнаружено на 555,0 тыс.га.

Что касается 2006 г., то загрязнение в тот период носило по-прежнему весьма неравномерный, "пятнистый" характер. Анализ карт радиоактивного загрязнения цезием-137 территории Беларуси позволяет

выделить несколько основных пятен: ближняя зона ЧАЭС, куда входит 30-км зона вокруг самой станции. Уровни загрязнения почвы цезием-137 этой территории чрезвычайно высоки, максимальные значения в отдельных точках превышали  $37000 \text{ кБк/м}^2$  ( $1000 \text{ Ки/км}^2$ ). В то же время значения загрязнения в некоторых точках не превышают  $185 \text{ кБк/м}^2$  ( $5 \text{ Ки/км}^2$ ). Второе пятно - северо-западный след. К нему относятся южная и юго-западная часть Гомельской области, центральные части Брестской, Гродненской и Минской областей. Уровни загрязнения в этом следе существенно ниже, чем в ближней зоне ЧАЭС. Третье пятно находится на севере Гомельской и центральной части Могилевской областей.

Радиоактивному загрязнению цезием-137 с плотностью  $37 \text{ кБк/м}^2$  в 2006 г. подвергалось  $1062,4$  тыс. га сельскохозяйственных земель, что, по сравнению с 1996 г., на  $281,6$  тыс.га меньше. Загрязнения стронцием-90 с уровнем  $5,55 \text{ кБк/м}^2$  обнаружено на  $367,0$  тыс.га. Разница -  $188$  тыс.га.

Глядя, на карту 2016 г. мы можем сделать вывод, о заметном снижении показателя загрязнения цезием-137 территории Беларуси. Это связано, на наш взгляд, с завершением периода полураспада цезия-137. По карте видно, что уровень поверхностного загрязнения Гомельской области в 2016 г. не превышает в среднем  $15 \text{ Кюри /км}^2$  по  $^{137}\text{Cs}$  (вне территории Полесского государственного радиационно-экологического заповедника). Радиоактивному загрязнению цезием-137 с плотностью  $37 \text{ кБк/м}^2$   $936,6$  тыс.га сельскохозяйственных земель. Разница (в сравнении с 2006 г.) составляет  $125,8$  тыс.га. Загрязнения стронцием-90 с уровнем  $5,55 \text{ кБк/м}^2$  обнаружено на  $307,7$  тыс.га. Разница составляет  $59,3$  тыс.га.

По состоянию на 9 мая 2017 г. радиационная обстановка на территории Республики Беларусь остаётся стабильной, мощность дозы (МД) гамма-излучения соответствует установившимся многолетним значениям. Как и прежде, повышенные уровни МД гамма-излучения зарегистрированы в пунктах наблюдений городов Брагин и Славгород, находящихся в зонах радиоактивного загрязнения. На остальной территории МД гамма-излучения не превышает уровень естественного гамма-фона (до  $0,20 \text{ мкЗв/ч}$ ). В областных городах среднегодовой уровень МД гамма-излучения находится в пределах от  $0,10$  до  $0,12 \text{ мкЗв/ч}$ . Для населенных пунктов, таких как Брагин, отмечается сезонное изменение МД гамма-излучения. Для остальных населенных пунктов, где МД гамма-излучения сравнима с доаварийной, ярко выраженных сезонных изменений МД гамма-излучения не наблюдается.

На основании [1], которые были предоставлены Национальной системой мониторинга окружающей среды Республики Беларусь, мы можем сделать вывод, что природные процессы распада радионуклидов за 31 год, прошедших после аварии на Чернобыльской АЭС, внесли существенные коррективы в структуру распределения радионуклидов по территории Беларуси. За этот период уровни и площади загрязнения цезием и стронцием значительно сократились (примерно в 2 р.). Проведя анализ карты прогноза радиационного фона в РБ на 2056 г. по административным областям, мы можем утверждать, что к началу 2056 г. уровень загрязнения цезием-137 большинства территории Республики Беларуси приблизится к нулевой отметке. Лишь незначительная часть в форме локальной зоны площадью около 15 км<sup>2</sup>, превышающая этот уровень, сохранится на белорусской части современного Полесского государственного радиационно-экологического заповедника. Что касается зон, с уровнем загрязнения более 15 Ки/км<sup>2</sup>, то они станут радиационно безопасными только через 100 лет. Согласно нашему прогнозу, площадь радиационного загрязнения должна сократиться к 2056 г. примерно на 30 %.

### Литература

1. Атлас современных и прогнозных аспектов последствий аварии на Чернобыльской АЭС на пострадавших территориях России и Беларуси / Под ред. Ю.А. Израэля, И.М. Богдевича. М.: Фонд «Инфосфера – НИА – Природа»; Мн.: Белкартография, 2009. 140 с.: ил., картБекман И.Н. Радиохимия, т. 2. М. – Онтопринт, 2014 г. - 398 с.
2. Бекман И.Н. Радиохимия, т. 1. М. – Онтопринт, 2011 г. - 398 с.