

*Тернов В. И.*

**ГИГИЕНИЧЕСКАЯ ЗНАЧИМОСТЬ СОВРЕМЕННЫХ УРОВНЕЙ  
ВНУТРЕННЕГО ОБЛУЧЕНИЯ НАСЕЛЕНИЯ МИНСКОГО  
РЕГИОНА ОТ ИНКОРПОРИРОВАННОГО ЦЕЗИЯ-137**

*Белорусская медицинская академия последипломного образования*

Принцип оптимизации (ALARA) является одним из главных принципов, положенных в основу функционирования всей системы по обеспече-

нию должного уровня радиационной безопасности человека, поскольку реализация его предполагает удержание доз облучения человека на столь низких уровнях, которые можно реально достичь с учетом социальных и экономических факторов.

В новой основополагающей публикации МКРЗ [7] подчеркивается, что при реализации принципа оптимизации всегда встает вопрос: «Все ли возможное из того, что в преобладающих обстоятельствах сделано, является разумным для снижения дозы? Оптимизация защиты не есть минимизация дозы. Оптимизированная защита — это результат оценки, в которой тщательно сбалансированы вред от облучения и ресурсы, необходимые для защиты облучаемых индивидуумов. Таким образом, наилучший вариант защиты — это не обязательно тот, при котором достигается самая низкая доза».

Отсюда следует, что эффективность работы всей системы радиационной безопасности будет зависеть от того, насколько полно мы владеем информацией об источниках ионизирующего излучения, воздействующих на население, дозах облучения, формирующихся от каждого из них, и их соотношений внутри полной дозы. Иными словами, прежде чем принимать решение о проведении мер радиационной защиты, необходимо провести тщательный мониторинг доз облучения населения от всех известных источников.

В Республике Беларусь, начиная с 1999 г., функционирует единая государственная система контроля и учета индивидуальных доз облучения [6], в которой имеются подсистемы слежения за дозами, формирующимися у лиц, профессионально связанных с источниками излучения (персонал), у пациентов при проведении основных рентгенодиагностических процедур, а также у населения, проживающего на территориях, загрязненных в результате аварии на ЧАЭС [2, 3].

Вместе с тем известно, что в результате аварии на ЧАЭС, уровень присутствия радионуклидов в окружающей среде изменился практически на всей территории Республики, а следовательно, изменилось и облучение всего населения. Однако фактических данных о дозах облучения жителей, проживающих на территориях, не вошедших в разряд загрязненных, практически отсутствует, что в определенной мере затрудняет здесь реализацию принципа ALARA.

В настоящей работе ставилась цель — оценить гигиеническую значимость современных уровней внутреннего облучения населения Минского региона от инкорпорированного цезия-137.

Для достижения поставленной цели последовательно решались следующие задачи: определить фактические уровни доз внутреннего облучения (ДВО) населения Минского региона (г. Минск и Минская область) цезием-137, сопоставить уровни этих доз с таковыми, получаемыми жите-

лями, проживающими на территориях, отнесенных к категории загрязненных; сравнить современные уровни ДВО населения цезием-137 с дозами, имевшими место до аварии на ЧАЭС, сформулировать общие направления совершенствования системы радиационного контроля и мониторинга.

В работе использована база данных по ДВО цезием-137 населения Минска и Минской области, полученной в период с 1999 по 2002 гг. Республиканским эндокринологическим диспансером (8039 измерений), а также результаты измерений содержания цезия-137 в организме взрослого населения г. Минска и Минской области за период с 2007 по 2010 гг. (331 измерение). Измерения проведены на экспертном СИЧе [1, 4]. В качестве испытуемых выступали слушатели курсов повышения квалификации БелМАПО и студенты МГЭУ им. А. Д. Сахарова. Экспериментальная установка СИЧ позволяет измерять гамма-излучения в диапазоне энергии от 50 до 3000 КэВ, а уровень детектируемой активности во всем теле — в пределах от  $7,5 \cdot 10$  до  $8,5 \cdot 10^5$  Бк. Предел относительной погрешности измерений не превышает  $\pm 1\%$ . Для обработки спектров излучения использована программа SICN-АТК. Полученные на установке значения удельной активности цезия-137 в теле человека (Бк/кг) пересчитывались на массу тела (Бк/организм), а затем с помощью дозовых коэффициентов (DF) переводились в микрозиверты.

В результате проведенных исследований установлено, что удельное содержание цезия-137 в организме жителей Минского региона существенно различалось в разные периоды. Так, по г. Минску удельное содержание в организме за период с 2002 по 2010 гг. снизилось в 2,6 раза, а по Минской области — в 2,4 раза ( $p < 0,05$ ). В целом, по региону удельная активность цезия-137 снизилась с  $(39,4 \pm 0,9)$  до  $(15,8 \pm 1,0)$  Бк/кг, что более чем в 2 раза ниже по сравнению с исходным уровнем. Некоторые различия в удельном содержании цезия-137 отмечались лишь в период 1999–2002 гг., когда у минчан содержание изотопа было на 9 % выше. В последующем (2007–2010 гг.) различий в показателях содержания цезия-137 в организме у жителей г. Минска и Минской области не отмечено.

Анализ ДВО, рассчитанных по уровням содержания цезия-137 во всем организме, показал, что, в целом, формирующиеся дозы являются относительно низкими и имеют четкую закономерность к снижению (табл. 1).

Таблица 1

**ДВО цезием-137 (мкЗв/год), сформированные у населения Минского региона в разные периоды наблюдения**

| Регион                     | 1999–2002 гг. |            | 2007–2010 гг. |             |
|----------------------------|---------------|------------|---------------|-------------|
|                            | n             | m ± M      | n             | m ± M       |
| г. Минск                   | 6871          | 88,5 ± 1,1 | 261           | 51,8 ± 1,8* |
| Минская область            | 1168          | 82,5 ± 1,0 | 70            | 47,5 ± 4,4* |
| В среднем по всему региону | 8039          | 85,5 ± 1,1 | 331           | 49,7 ± 3,1* |

\* Статистически достоверная разница по отношению к 1999–2002 гг.

Так, у жителей г. Минска уровень ДВО снизился с  $(88,5 \pm 1,1)$  мкЗв/год в 1999–2002 гг. до  $(51,8 \pm 1,8)$  мкЗв/год в 2007–2010 гг. ( $p < 0,05$ ), а у населения Минской области — с  $(82,5 \pm 1,0)$  до  $(47,5 \pm 4,4)$  мкЗв/год ( $p < 0,05$ ). При этом различия между значениями ДВО у городских и сельских жителей не отмечено.

Учитывая, что на метаболизм цезия-137 могут влиять пол и возраст человека [5], проанализированы материалы по уровням ДВО отдельно у мужского и женского населения (табл. 2).

Таблица 2

ДВО цезием-137 (мкЗв/год) у населения Минского региона в сопоставлении с полом и возрастом

| Возраст, лет | Пол | Регион        |                |                 |            |               |                  |                 |               |
|--------------|-----|---------------|----------------|-----------------|------------|---------------|------------------|-----------------|---------------|
|              |     | г. Минск      |                | Минская область |            | г. Минск      |                  | Минская область |               |
|              |     | 1999–2002 гг. |                |                 |            | 2007–2010 гг. |                  |                 |               |
|              |     | п             | м ± М          | п               | м ± М      | п             | м ± М            | п               | м ± М         |
| 20–29        | муж | 146           | $85,6 \pm 3,3$ | 94              | $80 \pm 2$ | 34            | $50 \pm 5^*$     | 8               | $60 \pm 20$   |
|              | жен | 224           | $82,3 \pm 4,3$ | 130             | $80 \pm 3$ | 53            | $61 \pm 4,9^*$   | 15              | $70 \pm 10$   |
| 30–39        | муж | 936           | $94,2 \pm 3$   | 141             | $80 \pm 1$ | 22            | $58,5 \pm 6,3^*$ | 9               | $40 \pm 10^*$ |
|              | жен | 339           | $92,3 \pm 4,1$ | 88              | $80 \pm 2$ | 44            | $48,7 \pm 4,5^*$ | 10              | $50 \pm 10^*$ |

Окончание табл. 2

| Возраст, лет | Пол | Регион        |                |                 |             |               |                  |                 |               |
|--------------|-----|---------------|----------------|-----------------|-------------|---------------|------------------|-----------------|---------------|
|              |     | г. Минск      |                | Минская область |             | г. Минск      |                  | Минская область |               |
|              |     | 1999–2002 гг. |                |                 |             | 2007–2010 гг. |                  |                 |               |
|              |     | п             | м ± М          | п               | м ± М       | п             | м ± М            | п               | м ± М         |
| 40–49        | муж | 2267          | $88,2 \pm 2$   | 266             | $80 \pm 3$  | 9             | $63 \pm 1,1^*$   | 4               | $30 \pm 3^*$  |
|              | жен | 327           | $93,7 \pm 2,7$ | 95              | $90 \pm 3$  | 39            | $52,3 \pm 8,4^*$ | 9               | $50 \pm 10^*$ |
| 50–59        | муж | 1250          | $83,7 \pm 1,1$ | 167             | $80 \pm 2$  | 9             | $47 \pm 11^*$    | 5               | $20 \pm 2^*$  |
|              | жен | 242           | $95 \pm 5,8$   | 51              | $90 \pm 10$ | 32            | $51,2 \pm 5,3^*$ | 3               | $20 \pm 10^*$ |
| 60 и старше  | муж | 819           | $90,4 \pm 3,5$ | 92              | $80 \pm 1$  | 12            | $42 \pm 9^*$     | 2               | $1000 \pm 10$ |
|              | жен | 183           | $78 \pm 2,2$   | 42              | $80 \pm 20$ | 14            | $41,9 \pm 3,1^*$ | 4               | $500 \pm 20$  |

\* Статистически достоверные различия по отношению к 1999–2002 гг.

В результате установлено, что значительных отличий в ДВО у лиц различного возраста и пола не прослеживается.

Полученные нами значения ДВО по Минскому региону (условно чистому), сравнивались с таковыми, регистрируемыми у лиц, проживающих на загрязненных территориях. Для такого сравнения были взяты данные СИЧ-мониторинга населения Гомельской области за 2009 г., выполненные в рамках реализации единой государственной системы контроля и учета доз облучения. Такое сопоставление показало, что ДВО населения Минской и Гомельской областей весьма близки и составляет соответственно 50 и 60 мкЗв/год.

Характерно, что современные ДВО у населения Минской области от инкорпорированного цезия-137 остаются на порядок выше тех, которые имели место до аварии и формировались за счет этого радионуклида глобального происхождения [8].

Таким образом, наши исследования показали, что население Минского региона, несмотря на то, что оно, как правило, проживает на территориях, не отнесенных к разряду загрязненных, содержит в своем организме цезий-137, способный формировать дополнительное к естественному фону облучение. Современные уровни накопления цезия-137 в организме у жителей г. Минска и Минской области способны создать в организме годовую дозу порядка  $(49,7 \pm 3,1)$  мкЗв/год. При этом установлено, что со временем уровни накопления цезия-137, равно как и ДВО, заметно снижаются. Так, в 2010 г. по сравнению с 2002 г. удельная активность цезия-137 в организме и, соответственно, ДВО снизились более чем в 1,7 раз. Сопоставление полученных данных по ДВО у жителей Минского региона с допустимыми пределами дозы, оговоренными законодательно, свидетельствуют о том, что они составляют всего около 5 % от него (1 мЗв/год). Следует также сказать, что такая доза составляет около 2 % от уровня естественного природного фона облучения человека (около 2,4 мЗв/год). Иными словами, ДВО цезием-137 столь низки, что не способны нанести ущерб здоровью, который можно было бы статистически подтвердить.

Вместе с тем, исходя из «беспороговой» концепции, положенной в основу принципа оптимизации, принятого в системе радиационной безопасности, следует стремиться к тому, чтобы эти дозы были как можно меньшими. В такой ситуации сохраняют актуальность меры, которые предпринимаются в республике для того, чтобы ДВО цезием-137 удерживать на низких уровнях. Это более оправдано тем, что текущие ДВО цезием-137 у жителей Минского региона все еще существенно выше тех, которые имели место до аварии на ЧАЭС.

Учитывая весьма низкие значения текущих ДВО у населения Минского региона, следовало бы предпринять меры по серьезной коррекции системы контроля пищевых продуктов на содержание цезия-137. Такая коррекция должна быть направлена как на должное обоснование проводимого объема исследований, так и на перевод радиационного контроля в русло мониторинга с выходом на регистрацию абсолютного содержания радионуклида в объектах исследования. В этом случае мониторинг ДВО станет неотъемлемой составной частью всей системы контроля за радиоактивностью пищевых продуктов и позволит приблизиться к главной цели работы этой системы — к целенаправленному, управляемому снижению доз облучения, формирующихся у населения от различных источников, включая и цезий-137.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. *Баковец, Н. В.* Информационно-измерительный комплекс «Экспертный бета-гамма-СИЧ» / Н. В. Баковец, А. И. Жуковский, В. А. Чудаков // Изв. Бел. инженер. акад. 2004. № 1. Ч. 2. С. 250–252.

2. *20 лет* после чернобыльской катастрофы : последствия в Республике Беларусь и их преодоление. Национальный доклад / под ред. В. Е. Шевчука, В. Л. Гурачевского ; Ком. по проблемам последствий катастрофы на Чернобыльской АЭС при Совете Министров Респ. Беларусь. Минск, 2006. 112 с.

3. *Жученко, Ю. М.* Сравнительный анализ оценок текущей средней годовой эффективной дозы населения, проживающего на загрязненных радионуклидами территориях / Ю. М. Жученко, Л. А. Чунихин, Н. Г. Власова // Медико-биологические проблемы жизнедеятельности. 2009. № 2. С. 43–52.

4. *Измерительный комплекс «Экспертный бета-гамма-СИЧ»* / О. М. Аншаков [и др.] // Сб. тр. / Белорус. гос. ин-т метрологии ; под ред. Н. А. Жагоры. Минск, 2006. Вып. 4. С. 49–51.

5. *Моисеев, А. А.* Цезий-137. Окружающая среда. Человек / А. А. Моисеев. М. : Энергоатомиздат, 1985. 119 с.

6. *О единой* государственной системе контроля и учета индивидуальных доз облучения : постановление Совета Министров Респ. Беларусь от 17 июня 1999 г. № 929.

7. *Рекомендации 2007* года Международной комиссии по радиационной защите : публикация 103 МКРЗ : пер. с англ. / под ред. М. Ф. Киселева, Н. К. Шандалы. М., 2009. 342 с.

8. *Тернов, В. И.* Основы радиационной гигиены : учеб.-метод. пособие / В. И. Тернов. Минск : БелМАПО, 2007. 229 с.