

# Оценка доз внутреннего облучения населения различных регионов Российской Федерации природными и техногенными радионуклидами за счет потребления питьевой воды

Ю.Н. Гончарова<sup>1</sup>, Л.Н. Басалаева<sup>1</sup>, М.В. Кадука<sup>1</sup>, Н.С. Швыдко<sup>1</sup>, А.Н. Кадука<sup>2</sup>

<sup>1</sup> ФГУН «Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт радиационной гигиены имени профессора П.В. Рамзаева» Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, Санкт-Петербург

<sup>2</sup> Санкт-Петербургский государственный университет, Санкт-Петербург

*В настоящей работе приведены данные о содержании природных и техногенных радионуклидов в воде подземных и поверхностных источников водоснабжения 19 регионов РФ и дана оценка доз внутреннего облучения населения за счет потребления питьевой воды в этих регионах.*

**Ключевые слова:** природные радионуклиды, техногенные радионуклиды, радиохимический анализ, уровни вмешательства, дозы облучения за счет потребления питьевой воды.

## Введение

Качество природных вод, используемых человеком для питьевых и хозяйственно-бытовых нужд, является одним из определяющих факторов его нормальной жизнедеятельности. Обеспечение населения качественной питьевой водой – одна из приоритетных задач, стоящих перед государством, тем более что в современном мире наблюдается рост антропогенной нагрузки не только на поверхностные источники водоснабжения (ежегодно степень загрязненности поверхностных вод увеличивается на 10%), но и на подземные водоносные системы крупных городов и промышленно развитых районов [1].

Радионуклидный состав природных вод варьирует в широком диапазоне в зависимости от типа вод, климатических условий, состава вмещающих пород [2].

Говорить о каких-либо конкретных фоновых значениях весьма затруднительно, так как диапазон содержаний отдельных радионуклидов одного типа вод даже в пределах одного водоносного горизонта или единой климатической зоны может достигать нескольких порядков. Так, например, в Финляндии удельная активность  $^{226}\text{Ra}$  варьирует в интервале от 0,01 Бк/кг до 49 Бк/кг, удельная активность  $^{228}\text{Ra}$  лежит в пределе от 0,018 Бк/кг до 0,57 Бк/кг, удельная активность  $^{210}\text{Po}$  находится в диапазоне от 0,002 Бк/кг до 7,6 Бк/кг [9].

Такие радионуклиды, как  $^{226}\text{Ra}$ ,  $^{228}\text{Ra}$ ,  $^{210}\text{Po}$ ,  $^{210}\text{Pb}$ , имеют высокий индекс радиотоксичности [3], вследствие этого они характеризуются весьма низкими значениями уровней вмешательства. Нижний предел определения радионуклидов в пробах воды рекомендован как 0,2 от величины уровня вмешательства (УВ) для каждого радионуклида. Так как содержание радионуклидов в природных водах варьирует в широком диапазоне, их нижние концентрации могут быть на уровне фоновых, поэтому для получения достоверного результата необходимо прибегать к концентрированию радионуклидов из больших объемов пробы воды. Большинство известных методик, в частности, методики, разработанные ВИМС [4, 5], предусматривают концентрирование из 1–2 литров водной пробы. Таким образом, эти методики ориен-

тированы на исследование природных вод с высоким содержанием радионуклидов.

Методика выполнения измерений (МВИ), по которой проводятся исследования природной воды в нашем институте (ФГУН НИИРГ), предусматривает проведение радионуклидного анализа воды с использованием 10 литров исходного материала, что позволяет обеспечивать получение достоверных результатов даже для проб воды с низким содержанием природных и техногенных радионуклидов [6].

Требования по ограничению природного облучения населения РФ регламентированы НРБ-99/2009 [8], где установлен порядок оценки качества питьевой воды по показателям радиационной безопасности. Обнаружение в воде превышения регламентируемых значений удельной суммарной альфа- и бета-активности не означает, что потребление этой воды принесет риск для здоровья. В таком случае необходимо провести расширенный анализ воды с целью определения значений удельных активностей основных дозообразующих радионуклидов и оценки возможного риска для здоровья в данных конкретных условиях. Рекомендованный ВОЗ референтный дозовый уровень за счет потребления населением питьевой воды составляет 0,1 мЗв в год в соответствии с рекомендациями МКРЗ, 2000 и BSS, 1996 [10].

## Цель исследования

Оценка качества природной воды по показателям радиационной безопасности и доз внутреннего облучения населения за счет потребления питьевой воды.

## Материалы и методы

Объектами исследования являются подземные и поверхностные источники водоснабжения различных регионов РФ.

Исследования питьевой воды проводились в соответствии с НРБ-99/2009 [7] и МУ 2.6.1.1981-05 [2].

Согласно НРБ-99/2009, предварительная оценка качества питьевой воды по показателям радиационной безопасности может быть дана по удельной суммарной альфа- ( $A_\alpha$ ) и бета-активности ( $A_\beta$ ). При значениях  $A_\alpha$  и  $A_\beta$  ниже

0,2 и 1,0 Бк/кг соответственно, дальнейшие исследования воды не являются обязательными. В случае превышения указанных уровней проводится анализ содержания радионуклидов в воде [7].

Отбор проб, подготовка и измерение активности счетных образцов, а также обработка полученных результатов осуществлялись с использованием альфа-бета-радиометра для измерений малых активностей УМФ-2000 и гамма-спектрометра РГГ-02Т по методикам выполнения измерений, разработанным в ФГУН НИИРГ [6, 8].

Для обработки и статистического анализа результатов исследований использовалась компьютерная программа STATISTICA 7.0.

### Результаты и обсуждение

В 351 пробе воды, отобранной из подземных и поверхностных источников питьевого водоснабжения 19 регионов страны, радиохимическим методом были определены величины удельной суммарной альфа- и бета-активности и удельных активностей основных дозообразующих природных радионуклидов, а также удельных активностей техногенных радионуклидов  $^{137}\text{Cs}$  и  $^{90}\text{Sr}$  (в пробах воды из некоторых регионов).

Для 34% проб превышен критерий предварительной оценки допустимости использования воды для питьевых целей по показателю  $A_\alpha$  (рис. 1). По действующим нормативным документам для 16% проб рекомендуется определение удельных активностей  $^{210}\text{Po}$ ,  $^{210}\text{Pb}$ ,  $^{226}\text{Ra}$ ,  $^{228}\text{Ra}$ ; для 18% рекомендуется определение удельных активностей основных дозообразующих радионуклидов:  $^{210}\text{Po}$ ,  $^{210}\text{Pb}$ ,  $^{226}\text{Ra}$ ,  $^{228}\text{Ra}$ ,  $^{238}\text{U}$ ,  $^{234}\text{U}$  [2].

Для 12% проб превышен критерий предварительной оценки допустимости использования воды для питьевых целей по показателю  $A_\beta$  (рис. 2). Дальнейшие исследования показали, что для 10% проб превышение обусловлено присутствием в воде бета-излучающего радионуклида  $^{40}\text{K}$ , удельная активность которого составляла до 2,32 Бк/кг. В 2% случаев превышение обусловлено присутствием в воде  $^{228}\text{Ra}$  в диапазоне 0,29–0,32 Бк/кг при достаточно жестком уровне вмешательства для данного радионуклида – 0,20 Бк/кг.

В таблице 1 представлены диапазоны удельных активностей основных дозообразующих радионуклидов в 351 пробе питьевой воды различных водоисточников Алтайского края, Брянской, Вологодской, Воронежской,

Оренбургской, Челябинской, Курской и Тверской областей и ХМАО и диапазоны величин суммы отношений удельных активностей этих радионуклидов к соответствующим уровням вмешательства, установленным для них НРБ-99/2009 [7] –  $\Sigma(A_i/U_{B_i})$ . В верхней строке представлены минимальные значения, в нижней строке – максимальные.

Как показывают данные, приведенные в таблице 1, удельные активности основных дозообразующих радионуклидов в пробах воды, отобранных из водоисточников Алтайского края, Брянской, Вологодской, Воронежской, Оренбургской и Челябинской областей, ХМАО на 1–2 порядка ниже соответствующих уровней вмешательства. Величины  $\Sigma(A_i/U_{B_i})$  меньше 1.

Для отдельных проб из Курской и Тверской областей были обнаружены превышения уровней вмешательства основных дозообразующих радионуклидов (кроме  $^{210}\text{Pb}$ ) и невыполнение условия  $\Sigma(A_i/U_{B_i}) \leq 1$  [7].

Во время исследований водоисточников из Курской области в двух из них обнаружены превышения уровня вмешательства для  $^{228}\text{Ra}$ , удельная активность которого составила 0,29 и 0,32 Бк/кг и для пяти проб воды невыполнение условия  $\Sigma(A_i/U_{B_i}) \leq 1$  – диапазон  $\Sigma(A_i/U_{B_i}) \leq 1$  варьирует в пределах 1,07–2,15.

В таблице 2 представлены диапазоны показателей соответствия воды требованиям радиационной безопасности с превышенными значениями и количество случаев их превышений в исследованных пробах воды из Тверской области.

Как показывают данные, приведенные в таблице 2, невыполнение условия  $\Sigma(A_i/U_{B_i}) \leq 1$  для проб воды из Тверской области обусловлено, в основном, превышением уровня вмешательства для  $^{226}\text{Ra}$ ; в единичных случаях – превышением  $U_{B_i}$  для  $^{210}\text{Po}$ ,  $^{238}\text{U}$ ,  $^{234}\text{U}$  и  $^{222}\text{Rn}$ .

В единичных пробах воды водоисточников из республик Калмыкия, Коми, Татарстан, Приморского края, Нижегородской, Липецкой и Архангельской областей также был проведен радиохимический анализ. В таблице 3 представлены средние удельные активности основных дозообразующих радионуклидов питьевой воды вышеуказанных регионов и средние величины  $\Sigma(A_i/U_{B_i})$ . Средние удельные активности основных дозообразующих радионуклидов на 1–2 порядка ниже соответствующих  $U_{B_i}$ . Средние величины  $\Sigma(A_i/U_{B_i})$  меньше 1 для всех проб воды, кроме проб из республики Татарстан.

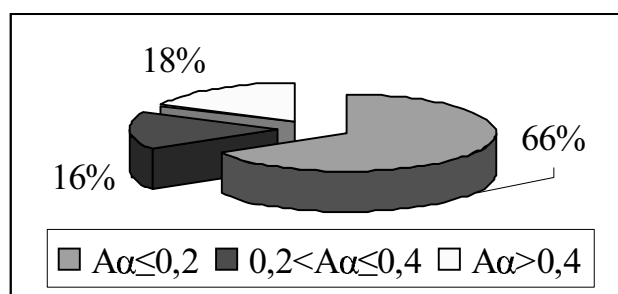


Рис. 1. Доли проб воды в трёх интервалах значений удельной суммарной альфа-активности

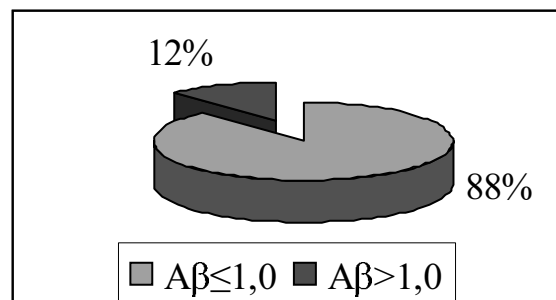


Рис. 2. Доли проб воды в двух интервалах значений удельной суммарной бета-активности

Таблица 1

**Диапазоны удельных активностей природных радионуклидов (Бк/кг) и величин суммы отношений удельных активностей этих радионуклидов к соответствующим уровням вмешательства в пробах воды источников Алтайского края, Брянской, Вологодской, Воронежской, Оренбургской, Челябинской, Курской и Тверской областей, ХМАО**

| Регион               | <sup>226</sup> Ra | <sup>224</sup> Ra | <sup>228</sup> Ra | <sup>210</sup> Pb | <sup>210</sup> Po | <sup>238</sup> U | <sup>234</sup> U | <sup>222</sup> Rn | $\Sigma(A_i/UB_i)$ |
|----------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|------------------|------------------|-------------------|--------------------|
| Алтайский край       | 0,009<br>0,024    | 0,004<br>0,025    | 0,003<br>0,011    | 0,004<br>0,006    | 0,002<br>0,006    | 0,007<br>0,029   | —                | —                 | 0,080<br>0,170     |
| Брянская область     | 0,002<br>0,042    | 0,002<br>0,020    | 0,002<br>0,024    | 0,002<br>0,010    | 0,002<br>0,004    | 0,002<br>0,12    | —                | —                 | 0,040<br>0,340     |
| Вологодская область  | 0,005<br>0,120    | 0,002<br>0,043    | 0,002<br>0,025    | 0,002<br>0,040    | 0,002<br>0,007    | 0,009<br>0,040   | 0,023<br>0,028   | 5,0<br>11,0       | 0,090<br>0,54      |
| Воронежская область  | 0,010<br>0,073    | 0,004<br>0,078    | 0,006<br>0,054    | 0,002<br>0,004    | 0,002<br>0,004    | 0,004<br>0,054   | —                | 8,0<br>10,0       | 0,100<br>0,660     |
| Оренбургская область | 0,012<br>0,048    | 0,002<br>0,068    | 0,006<br>0,016    | 0,002<br>0,007    | 0,002<br>0,004    | 0,004<br>0,035   | —                | —                 | 0,11<br>0,21       |
| ХМАО                 | 0,007<br>0,35     | 0,008<br>0,020    | 0,002<br>0,070    | 0,002<br>0,039    | 0,002<br>0,040    | 0,002<br>0,120   | 0,002<br>0,340   | —                 | 0,031<br>0,680     |
| Челябинская область  | 0,014<br>0,061    | 0,002<br>0,008    | 0,003<br>0,017    | 0,002<br>0,034    | 0,002<br>0,010    | 0,020<br>0,096   | 0,110            | —                 | 0,100<br>0,750     |
| Курская область      | 0,006<br>0,350    | 0,002<br>0,140    | 0,002<br>0,320    | 0,002<br>0,008    | 0,002<br>0,011    | 0,006<br>0,410   | 0,009<br>0,490   | —                 | 0,080<br>2,150     |
| Тверская область     | 0,031<br>1,280    | 0,002<br>0,380    | 0,002<br>0,024    | 0,002<br>0,030    | 0,002<br>0,480    | 0,004<br>3,70    | 0,004<br>4,20    | 5,0<br>68,0       | 0,100<br>4,34      |
| УВ*                  | 0,49              | 2,1               | 0,20              | 0,20              | 0,11              | 3,0              | 2,8              | 60                | 1                  |

\* – соответствующий уровень вмешательства по приложению 2а НРБ-99/2009 [7], Бк/кг.

Таблица 2

**Диапазоны показателей соответствия воды требованиям радиационной безопасности с превышенными значениями и количество случаев их превышений для проб воды из Тверской области**

| Радионуклид/показатель | Количество случаев превышения<br>УВ/условия (1), % | Диапазон удельных активностей, Бк/кг<br>и $\Sigma(A_i/UB_i)$ |
|------------------------|----------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|
| <sup>226</sup> Ra      | 13                                                 | 0,72–1,28                                                    |
| <sup>210</sup> Po      | 3                                                  | 0,12–0,48                                                    |
| <sup>238</sup> U       | 1                                                  | 3,70                                                         |
| <sup>234</sup> U       | 1                                                  | 4,20                                                         |
| <sup>222</sup> Rn      | 1                                                  | 68,00                                                        |
| $\Sigma(A_i/UB_i)$     | 17                                                 | 1,25–4,34                                                    |

В 101 пробе воды, отобранной на территориях Ленинградской, Вологодской, Архангельской, Оренбургской, Рязанской и Брянской областей определены удельные активности техногенных радионуклидов <sup>137</sup>Cs и <sup>90</sup>Sr. Анализировались поверхностные и подземные источники водоснабжения. В таблице 4 представлены средние величины удельных активностей техногенных радионуклидов проб воды и средние величины  $\Sigma(A_i/UB_i)$ .

Как показывают приведенные в таблице 4 данные, средние величины удельных активностей техногенных радионуклидов на несколько порядков ниже соответствующих величин УВ<sub>г</sub>. Величины  $\Sigma(A_i/UB_i)$  много меньше 1.

Таблица 3

**Средние удельные активности природных радионуклидов (Бк/кг) в пробах воды источников республик Калмыкия, Коми и Татарстан, Приморского края, Нижегородской, Липецкой, Архангельской областей и средние значения суммы отношений удельных активностей радионуклидов к соответствующим уровням вмешательства**

| Регион                | <sup>226</sup> Ra | <sup>224</sup> Ra | <sup>228</sup> Ra | <sup>210</sup> Pb | <sup>210</sup> Po | <sup>238</sup> U | <sup>234</sup> U | <sup>222</sup> Rn | $\Sigma(A_i/UB_i)$ |
|-----------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|------------------|------------------|-------------------|--------------------|
| Архангельская область | 0,062             | 0,002             | 0,020             | 0,012             | 0,007             | 0,009            | 0,013            | —                 | 0,36               |
| Липецкая область      | 0,008             | 0,002             | 0,004             | 0,002             | 0,002             | 0,016            | —                | —                 | 0,07               |
| Нижегородская область | 0,057             | 0,036             | 0,023             | 0,002             | 0,002             | 0,010            | —                | —                 | 0,35               |
| Приморский край       | 0,004             | 0,002             | 0,002             | 0,006             | 0,002             | 0,004            | —                | —                 | 0,07               |
| Республика Калмыкия   | 0,011             | 0,011             | 0,009             | 0,004             | 0,002             | 0,042            | —                | —                 | 0,12               |
| Республика Коми       | 0,009             | 0,002             | 0,006             | 0,006             | 0,004             | 0,240            | 0,290            | —                 | 0,30               |
| Республика Татарстан  | 0,330             | 0,030             | 0,093             | 0,003             | 0,004             | 0,013            | —                | 6                 | 1,30               |
| УВ*                   | 0,49              | 2,1               | 0,20              | 0,20              | 0,11              | 3,0              | 2,8              | 60                | 1                  |

\* – соответствующий уровень вмешательства по приложению 2а НРБ-99/2009, Бк/кг.

Таблица 4

**Средние величины удельных активностей и суммы отношений удельных активностей радионуклидов к соответствующим уровням вмешательства  $^{137}\text{Cs}$  и  $^{90}\text{Sr}$  в воде исследованных источников водоснабжения**

| Область       | $^{137}\text{Cs}$ , Бк/кг | $^{90}\text{Sr}$ , Бк/кг | $\Sigma(A_i/УВ_i)$ |
|---------------|---------------------------|--------------------------|--------------------|
| Ленинградская | 0,016                     | 0,018                    | 0,005              |
| Вологодская   | 0,010                     | 0,020                    | 0,005              |
| Архангельская | 0,005                     | 0,005                    | 0,002              |
| Оренбургская  | 0,020                     | 0,005                    | 0,003              |
| Рязанская     | 0,11                      | 0,057                    | 0,022              |
| Брянская      | 0,038                     | 0,012                    | 0,005              |
| УВ*           | 11                        | 4,9                      | 1                  |

\* – соответствующий уровень вмешательства по приложению 2а НРБ-99/2009 [7], Бк/кг.

В результате проведенных исследований было обнаружено, что превышение величины удельной суммарной альфа-активности 0,2 Бк/кг характерно для 34%, превышение величины удельной суммарной бета-активности 1,0 Бк/кг – для 12% исследованных проб воды. В то же время установлено, что величины суммы отношений удельных активностей основных дозообразующих радионуклидов к соответствующим уровням вмешательства для этих проб могут быть ниже 1, в этих случаях вода признается безусловно соответствующей требованиям радиационной безопасности [7]. Соответственно, и суммарная годовая эффективная доза (СГЭД) внутреннего облучения населения за счет ее потребления не превышает 0,1 мЗв/год.

В таблице 5 представлены диапазоны основных показателей соответствия воды требованиям радиационной безопасности и число случаев их превышений в исследованных пробах воды.

Таблица 5

**Диапазоны основных показателей соответствия воды требованиям радиационной безопасности и количество случаев их превышений**

| Радионуклид        | Число случаев с превышенными критериями, % | Диапазон удельных активностей, Бк/кг |
|--------------------|--------------------------------------------|--------------------------------------|
| $^{226}\text{Ra}$  | 7                                          | 0,002–1,28                           |
| $^{224}\text{Ra}$  | –                                          | 0,002–0,380                          |
| $^{228}\text{Ra}$  | 2                                          | 0,002–0,320                          |
| $^{210}\text{Pb}$  | –                                          | 0,002–0,040                          |
| $^{210}\text{Po}$  | 1                                          | 0,002–0,480                          |
| $^{238}\text{U}$   | 0,3                                        | 0,002–3,700                          |
| $^{234}\text{U}$   | 0,4                                        | 0,002–4,200                          |
| $^{222}\text{Rn}$  | 3                                          | 5,0–68                               |
| $\Sigma(A_i/УВ_i)$ | 9                                          | 0,040–4,34                           |

Из анализа данных таблицы 5 очевидно, что в большинстве случаев установлены превышения величины уровней вмешательства удельных активностей для  $^{226}\text{Ra}$ ,

$^{228}\text{Ra}$  и  $^{222}\text{Rn}$ . При этом, по данным проведенных исследований, содержанием в воде  $^{226}\text{Ra}$  обусловлено 43% превышений. Превышения величины уровня вмешательства для  $^{210}\text{Po}$  обнаружены в трех скважинах, расположенных на территории Тверской области. В пробе воды одного из водоисточников Тверской области выявлено превышение величины уровней вмешательства для  $^{238}\text{U}$  и  $^{234}\text{U}$ .

В результате проведенных исследований было обнаружено, что суммарная активность радионуклидов в воде источников питьевого водоснабжения различных регионов России в 95% случаев определяется изотопами радия ( $^{226}\text{Ra}$  и  $^{228}\text{Ra}$ ) и  $^{222}\text{Rn}$ . В воде подземных и поверхностных водоисточников Алтайского края, Брянской, Вологодской, Воронежской, Оренбургской и Челябинской областей, ХМАО удельные активности основных дозообразующих радионуклидов природных рядов урана и тория на 1–2 порядка ниже соответствующих УВ. Величины  $\Sigma(A_i/УВ_i)$ , в том числе и максимальные, меньше 1. Полученные данные позволили оценить СГЭД внутреннего облучения населения вышеперечисленных регионов при условии постоянного потребления воды из обследованных водоисточников (табл. 6). Оценка доз выполнена с учетом ошибки измерений в соответствии с МУ 2.6.1.1981-05 [2].

Данные таблицы 6 позволяют сделать вывод о том, что СГЭД внутреннего облучения населения при условии постоянного потребления питьевой воды из водоисточников Алтайского края, Брянской, Вологодской, Воронежской, Оренбургской и Челябинской областей, ХМАО ниже референтного дозового уровня, рекомендованного ВОЗ, 0,1 мЗв/год и составляет от 3% до 86% от этой величины.

Таблица 6

**СГЭД внутреннего облучения населения за счет потребления питьевой воды в Алтайском крае, Брянской, Вологодской, Воронежской, Оренбургской, Челябинской, Курской и Тверской областях, ХМАО, мЗв/год**

| Регион               | Среднее значение СГЭД | Диапазон СГЭД |
|----------------------|-----------------------|---------------|
| Алтайский край       | 0,016                 | 0,009–0,020   |
| Брянская область     | 0,012                 | 0,005–0,040   |
| Вологодская область  | 0,025                 | 0,010–0,062   |
| Воронежская область  | 0,032                 | 0,012–0,076   |
| Оренбургская область | 0,020                 | 0,013–0,024   |
| Челябинская область  | 0,044                 | 0,012–0,086   |
| ХМАО                 | 0,022                 | 0,003–0,078   |
| Курская область      | 0,10                  | 0,009–0,25    |
| Тверская область     | 0,07                  | 0,012–0,50    |

Для некоторых водоисточников Тверской и Курской областей, в пробах воды которых обнаружены случаи превышения уровней вмешательства для основных дозообразующих радионуклидов, величина суммы отношений удельных активностей радионуклидов к соответствующим уровням вмешательства больше 1.

Вклад каждого дозообразующего радионуклида в СГЭД внутреннего облучения населения Тверской и Курской областей за счет потребления питьевой воды из обследованных источников показан на рисунках 3 и 4.

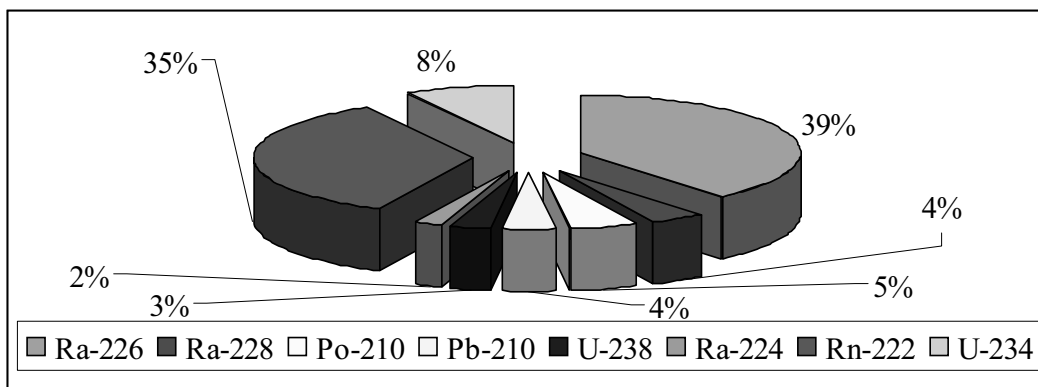


Рис. 3. Вклад основных дозообразующих радионуклидов в СГЭД внутреннего облучения населения Тверской области за счет потребления питьевой воды

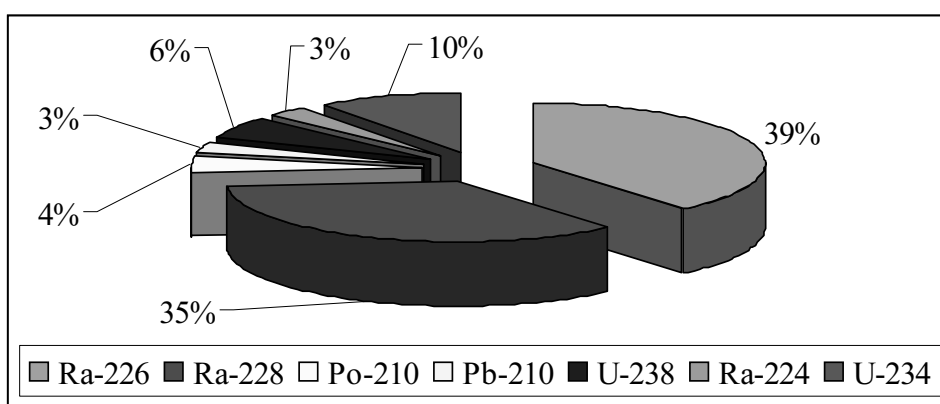


Рис. 4. Вклад основных дозообразующих радионуклидов в СГЭД внутреннего облучения населения Курской области за счет потребления питьевой воды

СГЭД внутреннего облучения населения за счет потребления питьевой воды превышает референтный дозовый уровень, рекомендованный ВОЗ, для 50% проб воды из Курской области и для 11% проб воды из Тверской области.

В таблице 7 представлены средние значения СГЭД от техногенных радионуклидов  $^{137}\text{Cs}$  и  $^{90}\text{Sr}$  для водоисточников Ленинградской, Вологодской, Архангельской, Оренбургской, Рязанской и Брянской областей, рассчитанные на основании радиохимических исследований проб воды источников из вышеперечисленных регионов.

Таблица 7

СГЭД внутреннего облучения населения от  $^{137}\text{Cs}$  и  $^{90}\text{Sr}$  за счет потребления питьевой воды

| Область       | СГЭД от $^{137}\text{Cs}$ ; $^{90}\text{Sr}$ , мЗв/год |
|---------------|--------------------------------------------------------|
| Ленинградская | 0,0005                                                 |
| Вологодская   | 0,0005                                                 |
| Архангельская | 0,0002                                                 |
| Оренбургская  | 0,0003                                                 |
| Рязанская     | 0,0022                                                 |
| Брянская      | 0,0005                                                 |

Данные таблицы 7 показывают, что значения СГЭД от техногенных радионуклидов  $^{137}\text{Cs}$  и  $^{90}\text{Sr}$  для вышеуказанных областей составляют 0,2–2,2% от референтного дозового уровня, рекомендованного ВОЗ, 0,1 мЗв/год.

### Выводы

1. Для 34% проб воды из 19 регионов страны значения удельной суммарной альфа-активности превышают 0,2 Бк/кг, а для 12% проб воды значения удельной суммарной бета-активности превышают 1,0 Бк/кг.
2. Суммарная активность радионуклидов в воде источников питьевого водоснабжения различных регионов России в 95% случаев определяется изотопами радия ( $^{226}\text{Ra}$  и  $^{228}\text{Ra}$ ) и  $^{222}\text{Rn}$ .
3. Величина  $\Sigma(A_i/UB_i)$  не превышает 1 для 100% исследованных проб воды, отобранных из поверхностных и подземных источников водоснабжения, расположенных на территории Алтайского края, Брянской, Вологодской, Воронежской, Оренбургской и Челябинской областях, ХМАО, т.е. мероприятия по снижению радиоактивности воды в этих регионах не являются обязательными.
4. Величина  $\Sigma(A_i/UB_i)$  превышает 1 для 11% проб, отобранных на территории Тверской области и 50% проб, отобранных на территории Курской области. Защитные

мероприятия по снижению содержания радионуклидов в питьевой воде должны осуществляться с учетом принципа оптимизации.

5. СГЭД внутреннего облучения населения Тверской и Курской областей за счет постоянного потребления питьевой воды из обследованных источников составляет 0,085 мЗв/год (с учетом ошибки измерений). Диапазон значений указанной величины находится в пределах 0,009–0,5 мЗв/год.

8. Техногенные радионуклиды  $^{137}\text{Cs}$  и  $^{90}\text{Sr}$  дают пренебрежимо малый вклад в СГЭД от потребления питьевой воды – до 2,2 мкЗв/год.

## Литература

1. Тутельян, О.Е. Гигиеническое обеспечение радиационной безопасности питьевой воды: автореф. дис. ... канд. мед. наук: 14.00.07 / О.Е. Тутельян. – М.: Российская медицинская академия последипломного образования и Федеральный центр Госсанэпиднадзора Минздрава России, 2003. – 29 с.
2. Методические указания "Радиационный контроль и гигиеническая оценка источников питьевого водоснабжения и питьевой воды по показателям радиационной безопасности. Оптимизация защитных мероприятий источников питьевого водоснабжения с повышенным содержанием радионуклидов" (МУ:2.6.1.1981-05). Ионизирующее излучение, радиационная безопасность: введ. 01.06.2005. – М.: Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, 2005. – 34 с.
3. Вредные химические вещества: справочник / под ред. В.А. Филова. – СПб: Химия, 1994. – 686 с.
4. Методика вычислительных измерений объемной активности изотопов радия (226, 228) в пробах природных вод с минерализацией до 5 г/дм<sup>3</sup> альфа-бета-радиометрическим методом с радиохимической подготовкой: свидетельство ФГУП "ВНИИФТРИ" Федерального агентства Российской Федерации "Ростехрегулирование" № 40090,6Б327 от 26.02.2006 г. – М.: ВИМС, 2006.
5. Бахур, А.Е. Полный радионуклидный анализ на низкофоновом альфа-бета-радиометре УМФ-2000 / А.Е. Бахур [и др.] // Анри. – 2006. – №2. – С. 36–42.
6. Методика вычислительных измерений удельной активности радионуклидов  $^{238}\text{U}$ ,  $^{234}\text{U}$ ,  $^{232}\text{Th}$ ,  $^{230}\text{Th}$ ,  $^{228}\text{Th}$ ,  $^{226}\text{Ra}$ ,  $^{226}\text{Ra}$ ,  $^{224}\text{Ra}$ ,  $^{210}\text{Pb}$ ,  $^{210}\text{Po}$ ,  $^{40}\text{K}$ ,  $^{137}\text{Cs}$ ,  $^{90}\text{Sr}$  и суммарной удельной активности альфа – бета – излучающих радионуклидов в воде с применением альфа-бета радиометра и альфа – спектрометра: Свидетельство ФГУП "ВНИИМ им Д.И. Менделеева" Федерального государственного агентства по техническому регулированию и метрологии № 1212/07 от 26.12.2007 г. – 42 с.
7. Нормы радиационной безопасности (НРБ – 99/2009): Санитарные правила и нормы (СанПиН 2.6.1.2523 – 09): утв. и введ. в действие от 01 сентября 2009 г. взамен СанПиН 2.6.1.758-99. – М.: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2009. – 100 с.
8. Методика вычислительных измерений удельной активности  $^{222}\text{Rn}$  в воде: Свидетельство ФГУП "ВНИИМ им Д.И. Менделеева" Федерального государственного агентства по техническому регулированию и метрологии № 1058/07 от 18.10.2007 г.
9. Sources and effects and risks of ionizing radiation: UNSCEAR 2000 Report to the General Assembly. – New York: United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation, 2000. – 125 p.
10. World Health Organization. Guidelines for Drinking-Water Quality. Vol. 1: 3rd ed. ISBN 92 4 154638 7. – Geneva, 2004. – P. 197–209.

Ju.N. Goncharova<sup>1</sup>, L.N. Basalaeva<sup>1</sup>, M.V. Kaduka<sup>1</sup>, N.S. Shvydko<sup>1</sup>, A.N. Kaduka<sup>2</sup>

## Estimation of the population exposure doses from natural and artificial radionuclides due to drinking-water consumption for the inhabitants of different areas of Russian Federation

<sup>1</sup> Federal Scientific Organization «Saint-Petersburg Research Institute of Radiation Hygiene after Professor P.V. Ramzaev» of Federal Service for Surveillance on Consumer Rights Protection and Human Well-being, Saint-Petersburg

<sup>2</sup> Saint-Petersburg State University, Saint-Petersburg

**Abstract.** The report contains data on specific activity values of natural and artificial radionuclides in the water of underground and surface sources in 19 areas of Russian Federation and data on population internal exposure doses from drinking water consumption in these areas.

**Key words:** natural radionuclides, artificial radionuclides, radiochemical analysis, interventional levels, exposure doses from drinking-water consumption.

Поступила 14.05.2010 г.

Ю.Н. Гончарова  
Тел: (812) 232-73-46  
E-mail: Ylijagonscharova@mail.ru