

ЕСТЕСТВЕННЫЕ РАДИОНУКЛИДЫ УРАНА И КАЛИЯ В НЕКОТОРЫХ ТИПАХ БУТИЛИРОВАННЫХ ВОД БЕЛАРУСИ

Е. В. Пытель, М. В. Попеня, С. В. Овсянникова

ВВЕДЕНИЕ

На территориях, загрязненных техногенными радионуклидами, основным источником радиации являются техногенные радионуклиды, а в регионах, не подверженных техногенному воздействию, — естественные радионуклиды. Присутствующие в окружающей среде радионуклиды вместе с пищей и питьевой водой попадают в организм человека. Согласно данным НКДАР ООН, вклад содержащихся в питьевой воде естественных радионуклидов в дозу облучения населения обусловлен преимущественно ^{238}U , ^{234}U , ^{226}Ra , ^{228}Ra , ^{222}Rn , ^{210}Po и ^{40}K , в меньшей степени — ^{210}Pb , ^{232}Th , ^{228}Th и ^{230}Th .

В настоящее время для питьевых нужд используют в основном подземные источники водоснабжения. Жители многих стран, включая и население Республики Беларусь, широко применяют для питьевых целей бутилированную воду. Это вода в укупоренной таре различного типа, без обработки или прошедшая обработку в соответствии с требованиями технического регламента, относится к пищевым продуктам. Такая вода содержит минеральные вещества и диоксид углерода, естественным образом присутствующие в воде или специально добавленные [1].

Содержание природного урана в бутилированных водах может варьировать в широких пределах (от менее 1 до ~ 2 000 мБк/кг и более), в некоторых случаях оно может превышать установленные нормативы [2].

Цель настоящей работы — определить удельные активности негазированных бутилированных вод торговых марок «Минская», «Фрост», «Протера» и «Дарида» по альфа-излучающим изотопам урана и ^{40}K , а также оценить среднегодовые эффективные дозы внутреннего облучения жителей Беларуси за счет поступления этих радионуклидов в организм человека с подобными водами.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

Объектами исследования являлись пробы негазированных бутилированных вод «Минская», «Фрост», «Протера», «Дарида», получаемых из артезианских скважин глубиной от 106 до 302 м. Массы анализируемых проб воды составляли не менее 10 кг.

Удельные активности водных проб по альфа-излучающим изотопам урана определялись методом радиохимического анализа с альфа-спектрометрической идентификацией радионуклидов на установке ALPHA KING 576. Удельные активности проб воды по ^{40}K оценивались на основе экспериментальных данных по общему содержанию калия в воде, с учетом доли радионуклида в природной смеси изотопов калия (0,0117 % по массе). Концентрация калия в воде измерялась атомно-абсорбционным спектрометром ZEE nit 700 P.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Результаты определения удельных активностей изученных проб бутилированных вод по естественным радионуклидам урана ^{238}U , ^{234}U и по их сумме ($^{238}\text{U} + ^{234}\text{U}$) приведены на рисунке 1.

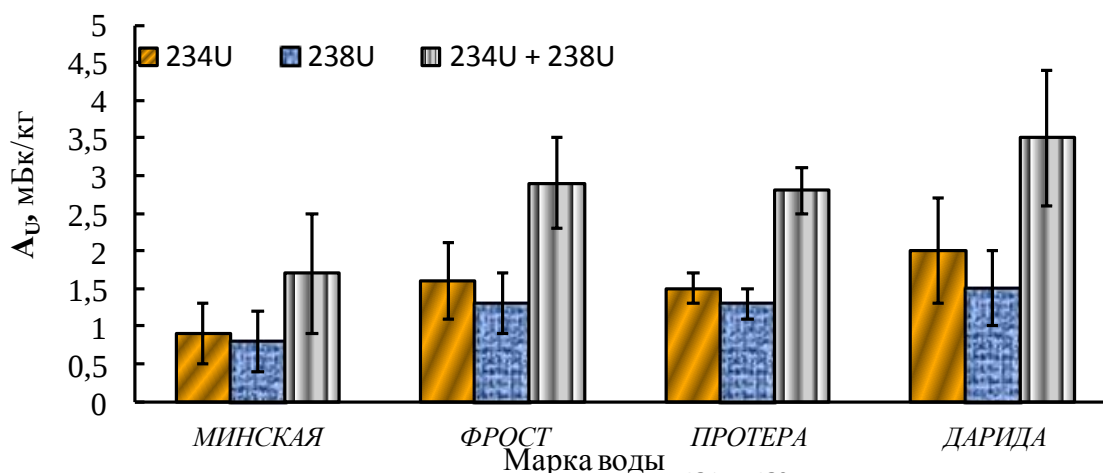


Рис. 1. Удельные активности проб воды по ^{234}U , ^{238}U и их сумме (A_U)

Радиоактивность изученных проб воды, обусловленную природным ураном, определяли в основном изотопы ^{234}U и ^{238}U , поскольку активность ^{235}U была незначительной по сравнению с ними. Подобная ситуация характерна и для других природных объектов, содержащих естественный уран [2]. Удельные активности проб по суммарному урану находились в диапазоне от 1,7 до 3,5 мБк/кг. Из изученных бутилированных вод минимальное содержание урана было обнаружено в пробе воды «Минская», а максимальное — в пробе воды «Дарида». В воде «Фрост» и «Протера» содержание урана было практически одинаковым. Отношение между активностями ^{234}U и ^{238}U в изученных пробах воды варьировало от 1,1 до 1,3, что свидетельствовало о нарушении в них изотопного равновесия. Подобная ситуация характерна для природных вод и обусловлена тем, что дочерний ^{234}U является атомом отдачи материнского ^{238}U . Он легче поступает из породы в водную среду, поэтому

в природных водах отношение $^{234}\text{U}/^{238}\text{U}$ по активности обычно больше единицы [3].

Расчетные удельные активности бутилированных вод по ^{40}K представлены на рисунке 2.

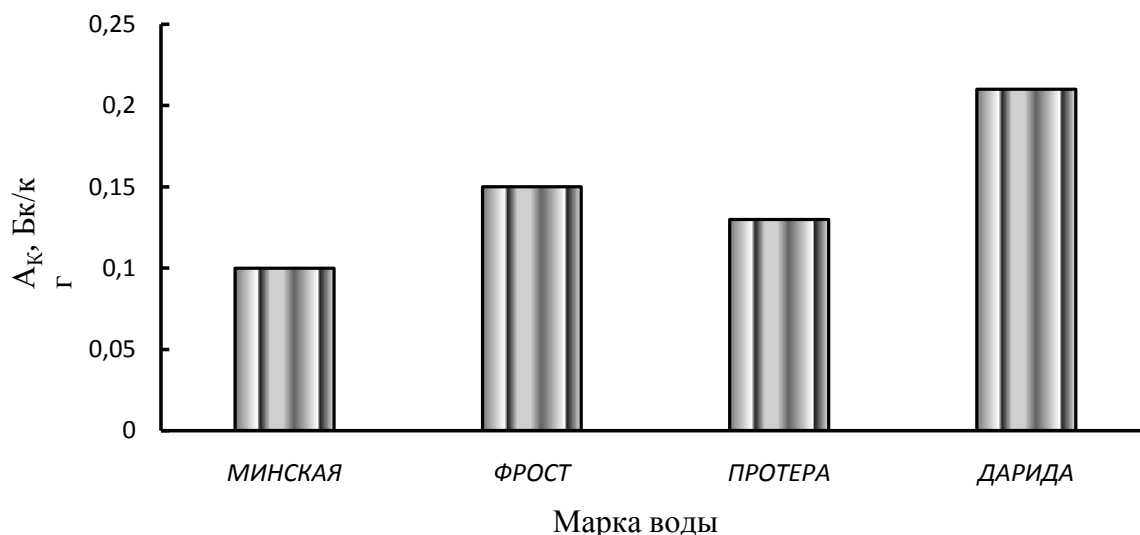


Рис.2. Удельные активности проб воды по ^{40}K (A_K)

Анализ данных по содержанию в воде радионуклидов, показал, что удельные активности проб бутилированных вод, обусловленные присутствием ^{40}K , в 40–60 раз превышают удельные активности вод по сумме изотопов ^{238}U и ^{234}U . В Беларуси содержание природного ^{40}K в питьевой воде не нормируется, однако нормируется общее содержание природного калия (2–20 мг/кг). Верхний предел содержания калия в воде соответствует удельной активности по ^{40}K 0,61 Бк/кг. Общее содержание калия в изученных пробах воды составляло 3,3–7,1 мг/л, а их удельная активность по ^{40}K — 0,10÷0,21 Бк/кг. Следовательно, все пробы воды по содержанию радионуклидов $^{234+238}\text{U}$ и ^{40}K соответствовали установленным нормативам. При этом удельные активности бутилированных вод по ^{40}K и $^{234+238}\text{U}$ возрастали в ряду «Минская» – «Протера», «Фрост» – «Дарида» в соответствии с увеличением глубины вскрытия подземных вод скважинами, из которых были отобраны пробы. С увеличением глубины скважин отношение по активности $^{234}\text{U}/^{238}\text{U}$ в воде также возрастало.

На основе полученных данных по содержанию ^{234}U , ^{238}U и ^{40}K в пробах воды оценены среднегодовые эффективные дозы внутреннего облучения критических групп населения (дети в возрасте 1–2 лет) в результате поступления этих радионуклидов в организм человека с различными бутилированными водами. При оценке доз учитывались соответствующие дозовые коэффициенты радионуклидов (0,12 мкЗв/Бк для ^{238}U , 0,13 мкЗв/Бк для ^{234}U и 0,0058 для ^{40}K). Среднегодовое потребление питьевой воды было принято равным 730 кг/год. Установленные величины

эффективных доз, обусловленных присутствием в воде изотопов урана и совместно радионуклидов урана и калия, показаны на рисунке 3.

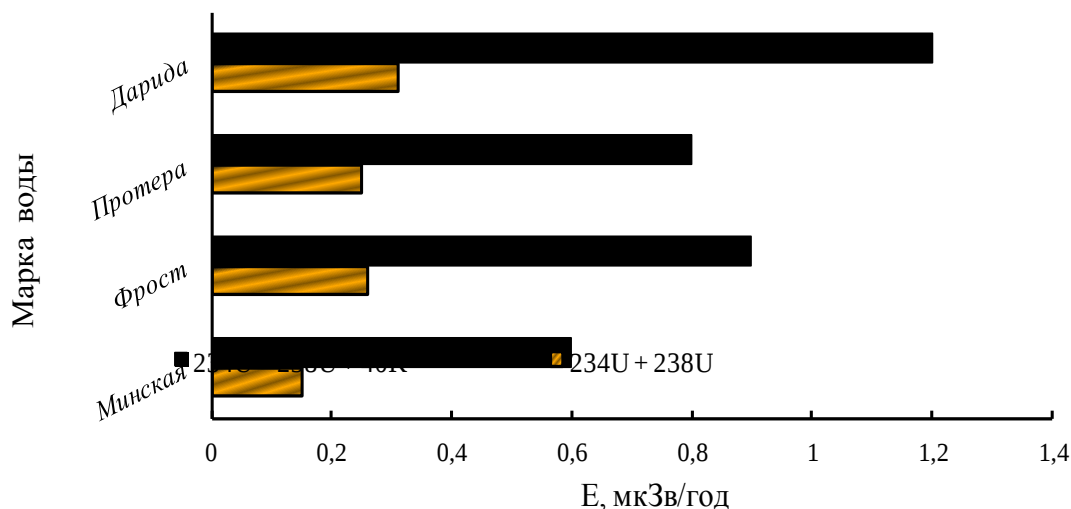


Рис. 3. Среднегодовые эффективные дозы, обусловленные присутствием в пробах воды изотопов урана и совместно радионуклидов урана и калия

Из полученных данных следует, что при постоянном потреблении указанных типов вод среднегодовые эффективные дозы внутреннего облучения критических групп населения, обусловленные совместным присутствием в воде радионуклидов ^{238}U , ^{234}U и ^{40}K ($0,6 \div 1,2$ мкЗв/год), намного меньше дозового предела $0,1$ мЗв/год.

Литература

1. Технический регламент ЕврАзЭС ТР 2011/00*/ЕврАзЭС. О безопасности бутилированных вод, 2011.
2. Bomben A. M., Equillor H. E., Oliverira A. A. ^{226}Ra and natural uranium in Argentinian bottled mineral waters // Radiation protection dosimetry. 1996. Vol. 67. № 3. P. 221-224.
3. Тумаева Н. А. Ядерная геохимия. М.: МГУ, 2000. С. 108–109.

РАДИАЦИОННО-ИНДУЦИРОВАННОЕ ДЕКАРБОКСИЛИРОВАНИЕ ПРОПИОНОВОЙ КИСЛОТЫ И ЕЕ ПРОИЗВОДНЫХ В ВОДНЫХ РАСТВОРАХ

Е. Г. Руденко, А. А. Сладкова, О. И. Шадыро

ВВЕДЕНИЕ

Карбоновые кислоты и их производные играют важную роль в функционировании биосистем, поскольку многие важнейшие биохимические пути связаны с превращениями карбоновых кислот или их производных. В частности, кетокислоты участвуют в процессах трансминирования.