

Лысенко Н.П.¹, Гудыменко В.А.¹, Гулынин А.В.¹, Костюк С.С.²,
Куделькина В.В.^{1©}

¹(ФГОУ ВПО «Московская государственная академия ветеринарной
медицины и биотехнологии им. К.И. Скрябина»). Кафедра радиобиологии,
рентгенологии и ГО

² НИИ физиологии и экоиммунологии ЛНУВМ и БТ имени С.З.Гжицкого.

ПРИРОДНЫЕ АЛЬФА-ИЗЛУЧАЮЩИЕ РАДИОНУКЛИДЫ В ПОДЗЕМНЫХ ВОДАХ МОСКОВСКОЙ ОБЛАСТИ

Исследовали содержание природных альфа-излучающих радионуклидов (U, Ra), в подземных водах Чеховского района Московской области.

В настоящее время важное значение приобретает проблема разведки, радиологического мониторинга и рационального использования подземных, в частности, артезианских, вод. Это связано с ростом промышленного загрязнения бассейнов рек и водохранилищ.

Особо актуальна эта проблема для Московского региона, в котором за счет подземных вод удовлетворяется более 93% потребности в воде хозяйственно-питьевого назначения (В.З. Крутова, 1999).

Мощность залегания зоны пресных вод на территории Московской области достигает 300 м (Ф.И. Кравчинский, 1999).

Вода из глубоких подземных источников, как правило, не несет в себе промышленных, сельскохозяйственных и других химических загрязнений, но может содержать повышенное количество природных альфа-излучающих радионуклидов, вследствие их выщелачивания из водовмещающих пород.

Необходимость определения альфа-излучающих радионуклидов в хозяйственно-питьевого назначения обусловлена их чрезвычайно высокой радиотоксичностью.

Материалы. Исследовали пробы питьевой воды из артезианских скважин населенных пунктов Чеховского района Московской области, водоносные горизонты которых сложены осадочными породами. Скважины относятся к Каширскому, Нарскому и Окско-Протвинскому водоносным горизонтам

Глубина артезианских скважин находилась в пределах от 60 до 80 м, объем проб составлял 1,5 – 2,0 л. Содержание минеральных солей в пробах находилось в пределах 0.15-0.22 г/л, что соответствует естественному их уровню для подземных вод Московской области.

Содержание изотопов урана определяли в 11 артезианских скважинах группового водозабора «Чехов», в которых ранее нами было установлено существенное (в 6-10 раз) превышение по суммарной альфа-активности санитарных нормативов (Санитарно-эпидемиологические правила и

© Лысенко Н.П., Гудыменко В.А., Гулынин А.В., Костюк С.С., Куделькина В.В., 2010

нормативы СанПиН 2.1.4.1074-01. Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества.).

Контролем служила вода из скважины с невысоким значением суммарной альфа-активности..

Для сравнения определяли содержание изотопов урана в пробах грунтовых вод из родников (пос. Григорово Одинцовского района Московской области и Кузьминский парк ЮВАО г. Москвы).

Содержание ^{226}Ra определяли в 8 из 11 артезианских скважин. группового водозабора «Чехов».

Методы исследования. Методика определения изотопов урана в пробах природных вод предусматривает радиохимическую подготовку проб, которая включает концентрирование изотопов урана из водной пробы с помощью гидроксида железа, экстракционное отделение от мешающих радионуклидов и железа, приготовление электролитическим способом препарата (счетного образца).

Все изотопы урана (^{233}U , ^{234}U , ^{238}U , ^{232}U) в процессе радиохимической подготовки ведут себя одинаково и выделяются одновременно. Мешающими альфа-излучателями в спектрометрии изотопов урана могут быть ^{210}Po ($E = 5.305 \text{ МэВ}$), ^{226}Ra ($E = 4.777 \text{ МэВ}$) и ^{230}Th ($E = 4.685 \text{ МэВ}$).

Для определения радиохимического выхода в пробу вводили трассер - раствор ^{232}U известной активности.

Электролитическое осаждение урана выполняли на подложку из коррозионно стойкой нержавеющей стали.

Для детектирования альфа-частиц использовали полупроводниковый альфа-спектрометр «Прогресс-альфа» производства НПП "Доза", (Россия). Время счета выбирали так, чтобы статистическая погрешность измерения не превышала 40 %, (в нашем случае - 30 000 с). Каждая проба просчитывалась по пять раз, полученные результаты обрабатывали по методу Стьюдента для прямых измерений.

Методика определения активности ^{226}Ra в пробах природных вод основана на измерении гамма-спектра счетного образца, содержащего количественно выделенные (из объема водной пробы 5-10 дм^3) изотопы радия. При этом на момент измерения изотопы радия находятся в равновесии с короткоживущими дочерними продуктами распада.

Количественное концентрирование ^{226}Ra основано на изоморфном соосаждении микроколичеств радия с сульфатом бария.

При распаде ^{226}Ra образуется ^{222}Rn , и в результате чего эманирования значительная часть дочерних продуктов распада ^{214}Pb и ^{214}Bi может быть потеряна, что приведет к занижению измеряемой активности. Влияние этого эффекта устраняется герметизацией концентрата и последующей выдержкой для установления радиоактивного равновесия между материнскими изотопами радия и их дочерних продуктов распада.

Для определения активности ^{226}Ra выполняли гамма-спектрометрические измерения концентрата через двадцать три дня выдержки по гамма-линиям ^{214}Pb и ^{214}Bi . Использовали сцинтилляционный гамма-спектрометр «Прогресс-БГ». Время измерения каждого образца составило три часа.

Результаты и обсуждение. Превышение контрольного уровня суммарной альфа-активности - обычное явление для многих глубинных скважин Подмоскovie. Так, при исследовании 49 исследованных проб подземных вод из артезианских скважин того же Чеховского района Московской области в 2000 - 2002 гг. контрольный уровень суммарной альфа-активности (0.1 Бк/л) был достоверно превышен в 53% случаев (Н.П. Лысенко, В.А. Гудыменко и др., 2003).

Средняя величина активности ^{234}U в скважинах исследованного водозабора составила 0.28 Бк/л, а ^{238}U – 0.20 Бк/л.

Отмечена корреляция между величинами объемных активностей изотопов урана и величиной суммарной альфа-активности (0.66 для ^{234}U и 0.56 для ^{238}U соответственно).

При анализе полученных значений активности изотопов урана в пробах водозабора «Чехов» можно отметить существенные различия в величине активности ^{234}U и ^{238}U , достигающие одного порядка.

Таким образом, диапазон вариаций природных активностей изотопов урана в пределах одного водоносного горизонта может быть значительным, (диаграмма. 1, табл. 1).

Диагр. 1. Диапазон вариаций активностей изотопов урана.



Диагр. 2. Диапазон вариаций активностей изотопов урана.

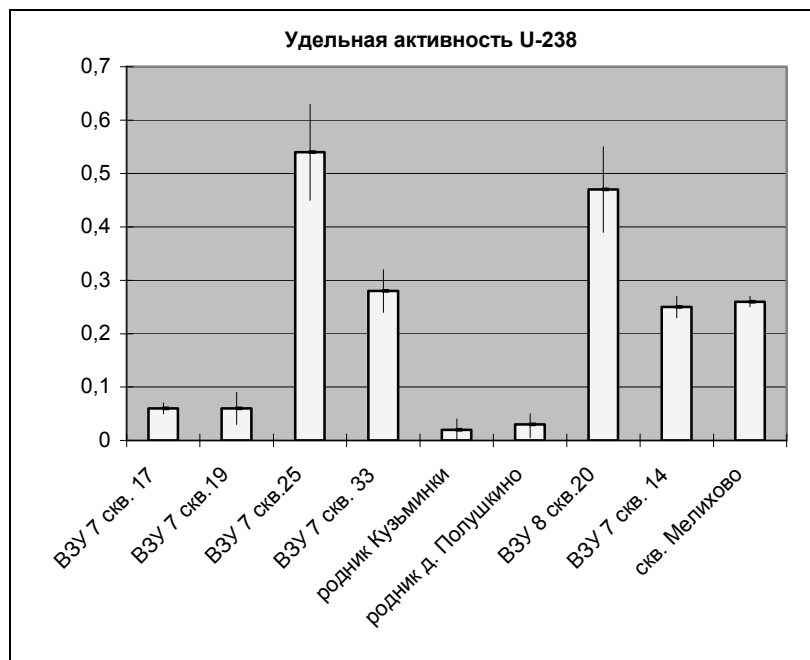


Табл. 1.

Значения активностей изотопов урана.

	ВЗУ 7 скв. 17	ВЗУ 7 скв. 19	ВЗУ 7 скв. 25	ВЗУ 7 скв. 33	родник Кузьминки	Родник д. Полушкино	ВЗУ 8 скв. 20	ВЗУ 7 скв. 14	скв. Мелихово
Активность ^{234}U	0,06	0,06	0,61	0,34	0,01	0	0,55	0,36	0,26
Активность ^{238}U	0,06	0,06	0,54	0,279	0,02	0,026	0,47	0,25	0,26

По данным изотопной лаборатории ВИМСа, активность ^{238}U в подземных водах средней полосы европейской части России варьирует в пределах 0.006 - 0.06 Бк/л, а активность ^{234}U находится в пределах 0.008 - 0.09 Бк/л соответственно.

Объемная активность ^{235}U в исследованных пробах соответствовала нормальному фоновому соотношению между изотопами ^{238}U и ^{235}U .

Таким образом, максимальные значения активности природных изотопов урана в исследованных подземных водах существенно превышены. Это свидетельствует о повышенном, содержании природных изотопов урана в осадочных породах, формирующих Каширский, Нарский и Окско-Протвинский водоносные горизонты.

При этом уровни вмешательства для ^{234}U и ^{238}U , указанные в НРБ-99, (2.9 Бк/л и 3.1 Бк/л соответственно), нигде не превышены, поэтому специальные меры контроля за данными скважинами не требуются.

Активности ^{234}U и ^{238}U в грунтовых водах (родник Кузьминки и родник около пос. Григорово) существенно ниже значений активностей в воде артезианских скважин, что можно объяснить малым содержанием изотопов урана в почве и грунтах, т.к. водоносные слои, питающие родники, обычно залегают неглубоко (на глубине нескольких метров).

Следует обратить внимание на изотопное соотношение $^{234}\text{U}/^{238}\text{U}$ (γ), которое указывает на состояние радиоактивного равновесия в ряду радионуклидов (в данном случае – в ряду ^{238}U).

Разделение генетически связанных изотопов урана идет на контакте твердой и жидкой фаз при их взаимодействии. В результате разделения изотопов радионуклида жидкая фаза обогащается дочерним изотопом (в нашем случае – ^{234}U), а твердая испытывает его недостаток (Н.А. Титаева, 2000).

В итоге для природных вод характерно соотношение $^{234}\text{U}/^{238}\text{U}$ более 1. Для подземных вод осадочных пород значение соотношения $^{234}\text{U}/^{238}\text{U}$ составляет 1.2-2.5 (Н.А. Титаева, 2000).

Для скважин водозабора «Чехов» нами получено среднее значение γ , равное 1.26, что несколько ниже значений, характерных для вод осадочных пород.

Значения активности ^{226}Ra для большинства проб колебались в интервале 0,02-0,03 Бк/л, при этом лишь две скважины показали превышение средних значений (0.08 и 0.09 Бк/л соответственно).

Как показано в работах изотопной лаборатории ВИМСа, активность ^{226}Ra в подземных водах средней полосы Европейской части России находится в пределах 0.01 - 0.07 Бк/л (А.Е. Бахур, 1996).

Как видно, значения активности ^{226}Ra вполне согласуются с литературными данными. По результатам наших исследований, уровень вмешательства по НРБ-99 для ^{226}Ra , (0.5 Бк/л), также нигде не превышен.

Объемную активность, наиболее жестко нормируемого естественного альфа-излучателя ^{210}Po , определяли в лаборатории аналитического отдела ЦИПиТ МосНПО «РАДОН» для 7 из 11 исследованных скважин. Активность ^{210}Po во всех пробах не превышала 0.02 Бк/л, при среднем значении 0.012 Бк/л.

Следовательно, уровень вмешательства НРБ-99 по ^{210}Po (0.12 Бк/л) в исследованных скважинах не превышен.

Таким образом, основной вклад в величину суммарной альфа-активности артезианских вод группового водозабора «Чехов» вносят изотопы урана, и несмотря на превышение суммарной альфа активности, эту воду можно использовать без ограничений.

Литература

1. Бахур А.Е. Радиоактивность природных вод. АНРИ, № 2 (8), 1996/97, с. 32-39.
2. Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы СанПиН 2.1.4.1074-01. Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества.- М: Федеральный центр госсанэпиднадзора Минздрава России, 2002.-103 с.
3. Кравчинский Ф.И. Минерализованные подземные воды в Московской области. Геологический вестник центральных районов России, №4, 1999(9).
4. Крутова В.З. Природные ресурсы Московской области и их состояние. Геологический вестник центральных районов России, №4, 1999(9).
5. Титаева Н.А. Ядерная геохимия. Московский университет, 2000.

Стаття надійшла до редакції 4.09.2010