

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЕ СООБЩЕНИЯ

УДК 539.1.074.3,621.039.58

РАДИОАКТИВНОСТЬ ПРИРОДНЫХ ВОД НУРАБАДСКОГО РАЙОНА САМАРКАНДСКОЙ ОБЛАСТИ

Азимов А.Н., Сафаров А.А., Сафаров А.Н. (Самаркандский гос. ун-т, Узбекистан),
Иноятлов А.Х., Муминов И.Т., Рашидова Д.Ш. (НИИ прикладной физики
при Национальном университете Узбекистана, г. Ташкент)

Содержание ^{222}Rn в природных водах, как правило, определяется по α -активности выделенного из воды газа, остальных радионуклидов уран-ториевых семейств и ^{40}K — гамма-спектрометрическим методом, путем радиохимического выделения анализируемых изотопов или выпаривания проб воды [1].

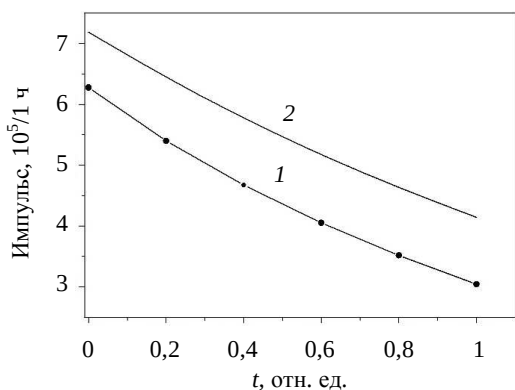
В настоящей работе методом гамма-спектрометрии исследовано содержание естественных радионуклидов в пробах воды из родников, колодцев, скважин, рек, озер и водохранилищ Нурабадского района Самаркандской области.

Подготовка проб и методика измерений. Пробы воды были отобраны из 43 естественных источников, расположенных в разных частях Нурабадского района, различающихся геофизическими характеристиками местности. Для определения удельной активности ^{222}Rn пробы воды герметично упаковывали в сосуд Маринелли непосредственно после отбора (пробы s). Улетучивание радона в процессе отбора и упаковки проб s не превышало 10% (рис. 1) [2]. Для определения удельной активности долгоживущих ^{226}Ra , ^{232}Th и ^{40}K использовали концентрированные пробы, изготовленные путем упаривания проб воды объемом 10—50 л до 1 л при температуре $\sim 70^\circ\text{C}$ (пробы p). Радиоактивное равновесие ^{226}Ra восста-

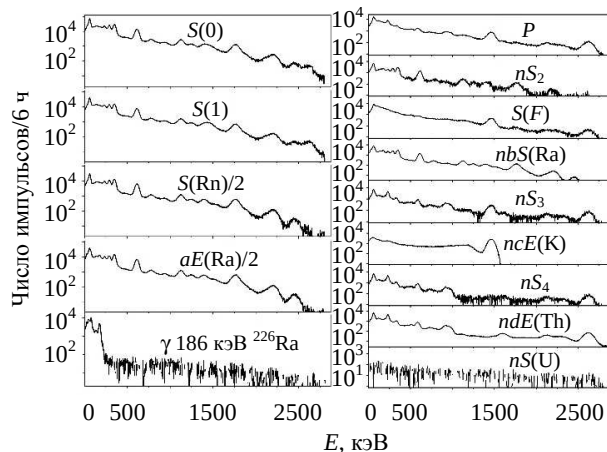
навливалось в пробах p после выдержки в течение примерно 40 сут. Для установления фоновой составляющей в аппаратных спектрах были изготовлены пробы f из дистиллированной воды. Все пробы упаковывали в стандартные однолитровые сосуды Маринелли.

Исследования проведены с использованием гамма-спектрометра со сцинтилляционным детектором NaI(Tl) размером 63×63 мм, энергетическим разрешением $\sim 7\%$ на линии 1332 кэВ, помещенного в свинцовую защиту толщиной 10 см. Гамма-спектрометр по эффективности калибровался с помощью эталонных источников ^{226}Ra , ^{232}Th , ^{40}K из комплекта ОМАСН с наполнителями плотностью $\rho_1 = 0,86$ — $0,96$ и $\rho_2 = 1,64$ — $1,86$ кг/л. Накопление и обработку аппаратных спектров проводили с помощью стандартной спектрометрической аппаратуры и пакета компьютерных программ. γ -Спектры обрабатывали по методике [3], позволяющей корректировать нестабильность характеристик аналоговой спектрометрической аппаратуры.

Определение активности естественных радионуклидов в пробах воды гамма-спектрометрическим



Р и с. 1. Зависимость интенсивности спектра $S(\text{Rn})$ (1) и распада ^{222}Rn (2) от времени выдержки (в единицах $T_{1/2}$)



Р и с. 2. Пример разложения исходных аппаратных спектров проб s и p на составляющие

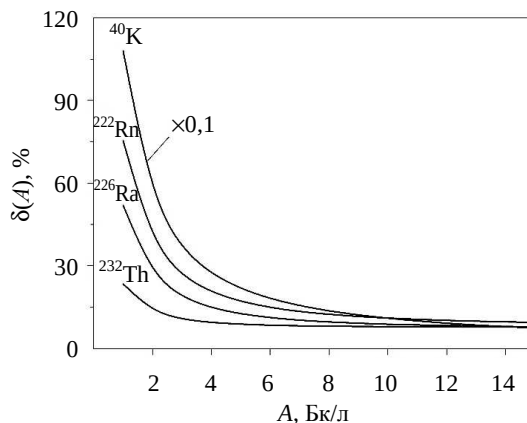
методом осложнено тем, что аппаратный спектр фоновой составляющей формируется теми же радионуклидами, что и анализируемые в пробах. Кроме того, интенсивность спектра фона, как правило, значительно превышает интенсивность спектра анализируемых радионуклидов. Эти трудности в значительной степени можно преодолеть путем последовательного разложения исходных спектров на отдельные составляющие (рис. 2).

γ -Спектр проб s представляет собой суперпозицию спектров ^{226}Ra , ^{232}Th , ^{235}U , ^{40}K и фона F

$$S_0 = S(\text{Rn}) + S(\text{Ra}) + S(\text{U}) + S(F) + S(\text{K}) + S(F).$$

Составляющую $S(\text{Rn})$ определяли по разности $S_0 - S_1$, где $S_1 = [S(\text{Rn})/2] + S(\text{Ra}) + S(\text{U}) + S(\text{K}) + S(\text{Th}) + S(F)$ — спектр пробы, измеренный через 3,8 сут после определения спектра S_0 ; $S(\text{Rn})/2 = S_0 - S_1$. Спектры ^{222}Rn и ^{226}Ra различаются отсутствием γ -линии 186 кэВ материнского ^{226}Ra . Поэтому составляющую ^{222}Rn в пробе можно установить по формуле $S(\text{Rn})/2 = S_0 - S_1$ путем нормировки спектра эталонного источника $E(\text{Ra})$ в области $E_\gamma > 186$ кэВ на коэффициент a : $S(\text{Rn})/2 = aE(\text{Ra}) - S_{\gamma 186}(^{226}\text{Ra})$.

Составляющие естественных ^{226}Ra , ^{40}K и ^{232}Th определяли путем последовательного вычитания из аппаратного спектра пробы нормированных спектров эталонных источников из комплекта ОМАСН:



Р и с. 3. Среднеквадратичная погрешность определения удельной активности в пробах

$$S_2 = S_1 - S(\text{Rn}) - S(F) = S(\text{Ra}) + S(\text{K}) + S(\text{Th}) + S(\text{U});$$

$$S(\text{Ra}) = bE(\text{Ra});$$

$$S_3 = S_2 - bE(\text{Ra}) = S(\text{K}) + S(\text{Th}) + S(\text{U}); \quad S(\text{K}) = cE(\text{K});$$

$$S_4 = S_3 - cE(\text{K}) = S(\text{Th}) + S(\text{U});$$

$$S(\text{Th}) = dE(\text{Th}); \quad (1)$$

$$S(\text{K}) = S_4 - dE(\text{Th}), \quad (2)$$

где b, c, d — коэффициенты нормировки; $E(\text{Ra}), E(\text{K}), E(\text{Th})$ — спектры эталонных источников Ra, K, Th соответственно.

Слабоинтенсивная составляющая ^{235}U в спектре может быть установлена по разности спектров (1) и (2).

Концентрация естественных радионуклидов в природных водах Нурабадского района

Объект	Номер пробы	$A_{\min} - A_{\max}$, Бк/л			
		^{222}Rn	^{226}Ra	^{232}Th	^{40}K
Зирабулакские горы:					
родники	1—5	80—120	1,2—2,1	0,4—0,7	12—17
реки	6,7	10—16	0,8—1,6	0,3—0,5	7—10
Сабирсайское водохранилище	8	7—12	1,5—3,1	0,4—0,6	8—14
Карнабчул:					
колодцы глубиной 26—30 м	9—13	20—40	0,5—1	0,3—0,5	3—5
питьевые скважины глубиной 40—50 м	14—19	30—60	0,5—1,2	0,3—0,6	4—6
Каратепинские горы:					
родники	20—23	20—30	0,4—0,5	<0,2	2—5
реки	24—27	6—10	<0,3	<0,2	2—4
Адыры Каратепы, питьевые скважины глубиной 40—50 м	28—33	15—30	0,3—0,5	<0,2	3—5
Бассейн реки Зарафшан:					
каналы	34, 35	4—6	<0,3	<0,2	2—3
озеро	36	4—6	<0,3	<0,2	2—3
Каттакурганское водохранилище	37	5—6	<0,3	<0,2	2—3
г. Нурбулак, лечебные скважины	38—40	40—65	1—1,8	0,6—0,7	2—4
г. Нурабад и окрестности:					
водопровод	41	40—80	<0,3	0,3—0,6	2—5
геологические скважины глубиной 650 м	42	17—280	2,3—3,3	1,2—1,8	10—15
	43	840—1200	5,3—6,0	3—4	18—24

Статистические и методические погрешности установления содержания радионуклидов в пробах в зависимости от их активности показаны на рис. 3.

Результаты измерений (см. таблицу). В пробах воды, отобранных из подземных источников (колодцев, питьевых и лечебных скважин, родников), активность ^{222}Rn значительно выше, чем в открытых водоемах (реках, водохранилищах, озерах и каналах). Наибольшую активность ^{222}Rn имеют пробы воды из геологических скважин.

Наблюдается зависимость удельной активности естественных радионуклидов в пробах от территориального расположения источников природных вод. Так, содержание радона в водах родников и рек Зирабулакских гор и Сабирсайского водохранилища, собирающего воды одноименной реки, которая берет начало в Зирабулакских горах, выше, чем в источниках Каратепинских гор. В значительно меньшем количестве естественные радионуклиды содержатся в пробах вод из открытых водоемов бассейна реки Зарафшан. Наблюдаемое различие радиоактивности воды связано, по-видимому, с разным содержанием урана в горных породах вблизи истоков рек и естественных источников.

Удельная активность ^{222}Rn в водах лечебных скважин значительно ниже, чем в сопоставимых с

ними по глубине геологических скважинах, сравнима с активностью вод менее глубоких питьевых скважин, что характерно для термальных вод [1].

Измеренная активность долгоживущих естественных радионуклидов в пробах воды коррелирует с активностью в них ^{222}Rn , что согласуется с данными [1]. При этом активность естественных радионуклидов семейства ^{238}U выше, чем ^{232}Th . По-видимому, это связано с различием их кларкового содержания в породах данной местности и большей растворимостью соединений урана в воде.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ферронский В.И., Дубинчук В.Т., Поляков В.А. и др. Природные изотопы гидросферы. М.: Недра, 1975.
2. Мухамедов А.К., Потешкин Г.В., Салихбаев У.С. и др. γ -Спектрометрическое определение ^{222}Rn в природных водах. — Атомная энергия, 2002, т. 92, вып. 3, с. 243—245.
3. Azimov A.N., Hushmuradov Sh.Kh., Muminov I.T. e.a. Gamma spectrometric determination of natural radionuclides and ^{137}Cs concentration in environmental samples. — Radiation Measurements, 2008, v. 43, p. 66—71.

Поступило в Редакцию 6.05.14

Рефераты статей

Окончание. Начало см. на с. 174

УДК 621.039.542.342+621.039.543.6

Давиденко В.Д., Цибульский С.В. **Эффективный способ сжигания энергетического плутония в ВВЭР.** — Атомная энергия, 2015, т. 118, вып. 3, с. 134—136.

В статье рассмотрен один из вариантов формирования топливных загрузок для сжигания плутония энергетического качества в ВВЭР. Использование энергетического плутония в твэлах без сырьевого изотопа позволяет почти в 1,5 раза повысить эффективность его энергетического потенциала по сравнению с традиционным смешанным топливом и избавляет от необходимости повторной переработки отработавшего топлива, полученного при сжигании плутония. Рис. 3, список лит. 2 назв.

УДК 699/841+621.039

Сааков Э.С., Рясный С.И., Зайкин И.И., Касьянов К.Г., Казновский П.С., Казновский А.П., Щугорев А.В. **Повышение эффективности расчетно-экспериментальной оценки сейсмостойкости оборудования АЭС с применением базы данных.** — Атомная энергия, 2015, т. 118, вып. 3, с. 137—141.

Повышение эффективности использования расчетно-экспериментальной оценки сейсмостойкости оборудования на вводимых в эксплуатацию и подлежащих продлению срока эксплуатации действующих энергоблоках АЭС мо-

жет быть достигнуто путем применения базы данных сейсмической квалификации, разрабатываемой на основе собственного опыта и значительного объема результатов предшествующих работ (более 5000 единиц обследованного оборудования).

Набор параметров для включения в базу данных и ее структура определены на основании ранее разработанных критериев и методов сокращения трудоемкости расчетно-экспериментальной оценки сейсмостойкости оборудования АЭС. Предусмотрены возможности использования базы данных для систематизации и обобщения результатов расчетно-экспериментальных обследований, а также для оценки сейсмостойкости оборудования косвенными методами. Список лит. 14 назв.

УДК 536.631

Девятко Ю.Н., Хомяков О.В., Кузнецов В.И., Чулкин Д.А. **Модель теплоемкости диоксида урана.** — Атомная энергия, 2015, т. 118, вып. 3, с. 141—147.

Проанализированы существующие модели теплоемкости диоксида урана. Разработана новая физическая модель теплоемкости диоксида урана на основании экспериментальных фоновых спектров с использованием методов теории твердого тела. Предложенная модель применима в широком интервале температуры и не содержит подгоночных параметров. Рис. 6, список лит. 25 назв.