

- формування і безпосередня робота з базою даних (архівом інформації);
- первинна статобробка і встановлення залежностей;
- представлення даних в табличній, графічній і картографічній формах;
- прогнозні розрахунки;
- перевірка і коригування прогнозів.
- формування і безпосередня робота з базою даних (архівом інформації);
- первинна статобробка і встановлення залежностей;
- представлення даних в табличній, графічній і картографічній формах;
- прогнозні розрахунки;
- перевірка і коригування прогнозів.

Гідрогеологічна режимно-експлуатаційна станція ЗАТ "Трускавецькурорт", м. Трускавець
Дата поступлення: 20.03. 2004 р.

УДК 539.165

С.В. ІВАСІВКА, А.Б. БУБНЯК, О.Р. ДАЦЬКО, І.П. ПОЛЮЖИН

ВМІСТ КАЛІЮ ТА БЕТА-АКТИВНІСТЬ МІНЕРАЛЬНИХ ВОД

Методами атомно-емісійного аналізу та сцинтиляційної енергетическої спектрометрії β -випромінювання в діапазоні 100-3500 кеВ способом енергетических показань, що вміст калію є головним фактором, що впливає на β -радіоактивність мінеральних («Лужанська», «Поляна Квасова») та природних вод із скважин в районі Помярки, які контролюються "Гідрогеологічною режимно-експлуатаційною станцією" ЗАО ЛОУ "Трускавецькурорт", (г.Трускавець, Україна). Отримані кореляційні залежності між β -радіоактивністю вод та вмістом калію пропонується використовувати для попередньої оцінки наявності інших радіоактивних компонентів в досліджуваних пробах води. Вказано на необхідність упорядкування нормативної бази України по радіоактивності природних вод.

* * *

ВСТУП

Природні води, склад яких формується при контакті з геологічними породами, містять традиційні макрокомпоненти - катіони натрію, калію, кальцію та магнію, а також мікрокомпоненти - важкі метали та природні радіонукліди. Концентрація шкідливих речовин у водах залежить від умов формування їх складу при контакті з породами. Тому вода, мінералогічний склад якої утворюється внаслідок безпосереднього контакту з породами, потребує дослідження на вміст важких металів та наявність радіонуклідів.

Вміст токсичних речовин у питних та мінеральних водах вже давно регламентований, що знайшло відображення в діючих НТД. Нормативна база щодо радіологічного стану вод не має чіткого окреслення [1], оскільки радіологічні дослідження для об'єктів навколишнього середовища набули помітного поширення тільки після аварії на Чорнобильській АЕС (1986 р.), що зумовило значний розвиток приладобудування для реєстрації малих активностей, зокрема, відносно дешевої сцинтиляційної спектрометрії енергій β - та γ - випромінювання. Слід зауважити, що методична база радіології малих активностей зараз знаходиться на стадії розробки нових та вдосконалення існуючих методик концентрування і підготовки лічильних зразків конкретних об'єктів дослідження та ідентифікації нуклідів, про що відзначалося в роботі [1].

Природна радіоактивність вод, у більшості випадків, зумовлена [1] присутністю радону (торону), радію (226, 228, 224), урану (234, 238) та калію-40 (^{40}K). Діапазони питомої активності природних та питних вод зумовленої вмістом певних радіонуклідів, за даними [1], є наступними (Бк/л):

Радій-226 - від 0.01 до 1

Радій-228 - від 0.02 до 1-

Калій-40 - від 0.037 до 3.7.

Сумарна радіоактивність від різних видів випромінювання (Бк/л):

α - від 0.04 до 0.36

β - від 0.35 до 4,0

що була розрахована на основі сумування найбільш ймовірних значень активності та діапазонів вмісту основних радіонуклідів у природних водах. Для природних вод основний вклад в α -активність вносять радіонукліди ^{234}U , ^{238}U , ^{226}Ra та ^{224}Ra , а фонові β -активність на 50-90 % зумовлена ^{40}K .

У воді джерел господарсько-питного водопостачання [1] нормативні документи України (НРБУ-97; ДР-97; ДСанПіН №383-96) регламентують наступні допустимі рівні (ДР) питомої активності, (Бк/л):

сумарної питомої α -активності природної суміші ізотопів - 0.3

сумарної питомої β -активності природної суміші ізотопів - 1.0

^{222}Rn -100; ^{226}Ra - 1; ^{228}Ra - 1; ^{137}Cs - 2; ^{90}Sr - 2.

Слід відзначити, що вищевказані рівні питомої радіоактивності відносяться до природних і питних вод (мінералізація менше 1.5г/л).

На жаль відсутні НТД, що регламентують загальну α -і β -активність в мінеральних, особливо високомінералізованих водах.

Відомо [2], що природна β -радіоактивність зумовлена ізотопом ^{40}K , що в кількості 0.0119 % входить до складу такого біологічного макрокомпонента як калій, який відіграє суттєву роль для життєдіяльності людини. Слід відзначити, що вміст калію у питній воді згідно ГОСТ 2874-82 [3] та ДСанПіН №383-96 (надалі ДСанПіН) не нормується. Однак, якщо концентрація калію складає наприклад 0.1 г/л, тоді питома активність такої води буде 3.1 Бк/л, що в 3 рази перевищує норматив ДСанПіН. Для відповідності ДСанПіН за показником сумарної питомої активності 1 Бк/л, при умові відсутності інших природних радіонуклідів, вміст калію не повинен перевищувати величини 30-40 мг/л. В залежності від місця формування природних вод (склад геологічних порід) вміст калію може бути достатньо високим. Цікаво, що вміст калію в будівельних матеріалах нормується ОСП-72/87 ([4], п.1.4, с.94) і допустимий рівень (ДР) питомої активності ^{40}K складає $1.3 \cdot 10^{-7}$ Кі/кг або 4810 Бк/кг ([5], с.9). При радіологічному контролі будматеріалів рекомендується ([5], с.16) застосовувати методики згідно [6]. Особливості вимірювання радіоактивності в будматеріалах та приміщеннях узагальнено в монографіях [7,8]. Очевидно, що актуальним стає нормування калію у питних та мінеральних водах, що використовуються в бальнеології.

Однією з особливостей аналізу та оцінки якості вод, що містять природний калій, до складу якого входить природний радіонуклід ^{40}K , який крім основної бета-активності (біля 90 %) має ще й гама-активність (біля 10 %), повинне бути представлення кількості калію у воді, а не сумарний показник вмісту натрію та калію, як це регламентується існуючою нормативною базою. Між вмістом калію та концентрацією радіонукліду ^{40}K є прямопропорційна залежність.

Спроби звернути увагу на розрізнення походження радіоактивності вод та продуктів харчування і виділення в цьому активності зумовленої вмістом калію були зроблені майже 20 років тому. В методичних рекомендаціях МЗ УРСР та АН УРСР (с.94, [9]), Держстандартом внесено доповнення по врахуванню природного ізотопу калію-40, згідно якого від загальної активності зразка віднімають активність, яка зумовлена калієм і яка вибирається з таблиць згідно вмісту останнього та виду досліджуваних продуктів та сировини. Однак для природних і мінеральних вод [1], залишається невирішеним питання врахування, або неврахування радіонукліду калій-40, який завжди є присутнім у воді і досить часто в кількостях, які зумовлюють питому β -активність більшу ніж 1 Бк/л.

Згідно [1], на основі реального радіонуклідного складу природних питних вод та найбільш типових співвідношень між різними радіонуклідами можна оцінити граничні рівні для певних видів активностей наступними величинами: α - 0,4 Бк/л та β - 2 Бк/л;

Поряд з природною радіоактивністю вод суттєвим після аварії на Чорнобильській АЕС є також вміст штучних радіонуклідів ^{137}Cs та ^{90}Sr , що нормується в Державних гігієнічних нормативах ДР-97 [10], де значення допустимих рівнів вмісту ^{137}Cs та ^{90}Sr в питній воді не повинно перевищувати 2 Бк/л. В ДР-97 для контролю вмісту ^{137}Cs та ^{90}Sr у харчових продуктах та питній воді рекомендуються методичні вказівки [11]. Згідно методів Агенції Охорони Довкілля США (EPA - Environmental Protection Agency) зокрема методу 900 [13], в пункті 1.3 дано вимоги до меж детектування сумарної β - та α - активності, які для питної води складають 4 пКі/л (0.148 Бк/л) та 3

пКі/л (0.111 Бк/л), відповідно. Тобто радіометр повинен вимірювати питомі бета-активності на рівні 0.15 Бк/л, що забезпечує запас відносно ДР=1 Бк/л для питної води майже в 7 разів, в іншому випадку необхідно проводити концентрування досліджуваної води.

Мета роботи. В даній роботі на основі модельних розчинів досліджено залежність між вмістом калію у воді та її питомою β-радіоактивністю, зумовленою нуклідом ⁴⁰K і показано вплив натрію як основного макрокомпонента на результати вимірювань. Також досліджено β-радіоактивність і вміст калію деяких зразків мінеральних (Лужанська, Поляна Квасова) та проб води з свердловин урочища Помірки (Трускавець), які використовуються для лікувальних ванн.

Об'єкти аналізу: проби вод наступних свердловин, які обслуговуються Гідрогеологічною режимно-експлуатаційною станцією філії ЗАТ ЛОЗ "Трускавецькурорт" (м.Трускавець): 61-РГД, 38-РГД, 28-РГД, а також мінеральні води Лужанська та Поляна Квасова. Основні характеристики хімічного складу досліджених вод приведені в таблиці 1.

Таблиця 1.

Основні характеристики хімічного складу досліджених вод

№	Вода	Мінералізація, г/л	Діапазон вмісту Na+K, мг/л (розрахунковий метод)
1	Свердловина 61-РГД	2.8	300 - 320
2	Свердловина 38-РГД	23.9	7 500 - 8 000
3	Свердловина 28-РГД	334.5	112 000 - 117 000
4	Лужанська	4.7	900 - 1 800 (декларовано)
5	Поляна Квасова	9.3	1 500 - 3 000 (декларовано)

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ЧАСТИНА

Підготовка лічильних зразків рідких проб. В роботі [1] вказується, що мінімально вимірювані (детектовані) активності (МВА, МДА) стосуються визначення радіоактивності природних вод за умови їх попереднього концентрування. Тобто, підготовка лічильних зразків рідких проб проводиться шляхом концентрування радіонуклідів, яке пропонується в НД та науково-технічній літературі здійснювати озоленням проб, хімічною обробкою (наприклад, осадженням іонів лужноземельних металів з молока ([14], с.31) у формі оксалатів) випарюванням проби води ([15], с.16), або сорбцією іонів на катіонообміннику КУ-2-8 в амонійній формі ([16], с.11). В даній роботі використовували метод концентрування проб шляхом випарювання, а коефіцієнт концентрування враховувався програмою обробки радіометричної інформації при розрахунку питомої активності початкової води.

АПАРАТУРА

Для вимірювання радіоактивності використовували сцинтиляційний спектрометр бета-випромінювання марки СЕБ-01(150) (НВП "АтомКомплекПрилад", м.Київ) [17], який призначений для визначення питомої активності радіонуклідів ⁹⁰Sr та ⁹⁰Y (у рівновазі), ¹³⁷Cs, ⁴⁰K на основі спектру енергій β-випромінювання в діапазоні 100-3500 кеВ. Математична обробка спектру енергій β-випромінювання для визначення активності відомих нуклідів здійснюється за методом енергетичних інтервалів ("енергетичних вікон") шляхом розв'язку переозначеної системи лінійних алгебраїчних рівнянь (СЛАР) на основі сингулярного розкладання матриць СЛАР ([14] стор.6,23), що реалізовано в пакеті комп'ютерної програми AkWin [18].

АТОМНО-ЕМІСІЙНИЙ СПЕКТРАЛЬНИЙ АНАЛІЗ ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ КАЛІЮ У ВОДІ МЕТОДОМ ДОБАВОК (ПОЛУМ'ЯНА ФОТОМЕТРИЯ)

Визначення калію методом атомно-емісійної спектроскопії (АЕС) на спектрофотометрі марки С-115-М1 ("SELMI", м.Суми, Україна) з ацетиленовим полум'ям як джерелом збудження проводили абсолютним калібруванням з метою попередньої оцінки вмісту останнього та методом добавок для точного визначення калію з врахуванням фонового випромінювання натрію, як основного інтерферуючого компонента вод, керуючись рекомендаціями ГОСТ 23268.7-78 (стор.34

збірника стандартів для питних мінеральних вод) [19]. Основні параметри роботи спектрофотометра: довжина хвилі монохроматора - 766.7 нм, ширина щілини - 1 нм, напруга на фотоелектронному помножувачі - 1300 Вольт (65 под. - п.9.3.2 с.61 [20]), масштаб реєстрації - 10 або 20, час інтегрування - 5 секунд, пальник з довжиною щілини - 5 см, витрата розчину - 3 мл/хв, тиски газів - ацетилен - 0.09 МПа, повітря - 0.17 МПа, висота встановлення пальника - 30 под. Калібрувальні розчини готували послідовним розбавленням (щоразу 1:10) основного стандартного розчину з концентрацією іонів калію 1000 мг/л, який було приготовано за ГОСТ-4212-76 на основі хлориду калію кваліфікації "ХЧ" (ГОСТ 4234-77, наважка - 1.91055 г). Вміст калію в калібрувальних розчинах - 0.1, 0.2, 0.5, 1.0, 1.5, 2.0 мг/л. Води з мінералізацією 1000-3000 мг/л розбавляли дистильованою водою в 100 або 1000 раз і методом абсолютного калібрування одержували орієнтовний вміст калію. Методика підготовки проб для методу добавок була наступною: по 5-10 мл відповідно розбавленої досліджуваної води, для якої наступне розбавлення 10-20 раз давало аналітичний сигнал випромінювання за методом абсолютного калібрування в межах від 300 до 1000 вносили в чотири мірні колби місткістю 100 мл, в які також додавали відповідні об'єми - 0, 2, 4, 6 мл стандартного розчину хлориду калію з концентрацією за калієм 10 мг/л, і розчини в мірних колбах доводили до мітки дистильованою водою. Наприклад, початкова вода за методом абсолютного калібрування містила калій в кількості 50-100 мг/л, її розбавляли в 10 раз (1:10) дистильованою водою, і далі по 10 мл розбавленої (1:10) досліджуваної води вносили в 4 мірні колби на 100 мл. Тобто, досліджувана вода в кінцевому результаті розбавлялася в 100 раз (1:100), що відповідало концентрації 0.5-1 мг/л (до 2 мг/л -максимального значення лінійності калібрувальної шкали). Спектрофотометр С-115-М1 калібрували згідно інструкції (стор.72, [20]) використовуючи дистильовану воду та стандартний розчин з концентрацією калію 2 мг/л. Далі послідовно отримували величину емісії для проб, що були приготовані для методу добавок.

Типові приклади калібрувальних графіків методом добавок приведені на рис.1. Математичну обробку експериментальних даних проводили в середовищі MathCAD (<http://www.mathcad.com>) за методом найменших квадратів (МНК) використовуючи для лінеаризації стандартні функції даного комп'ютерного пакету – slope та intercept. Коефіцієнт кореляції для калібрувальних залежностей був не меншим ніж 0.99.-

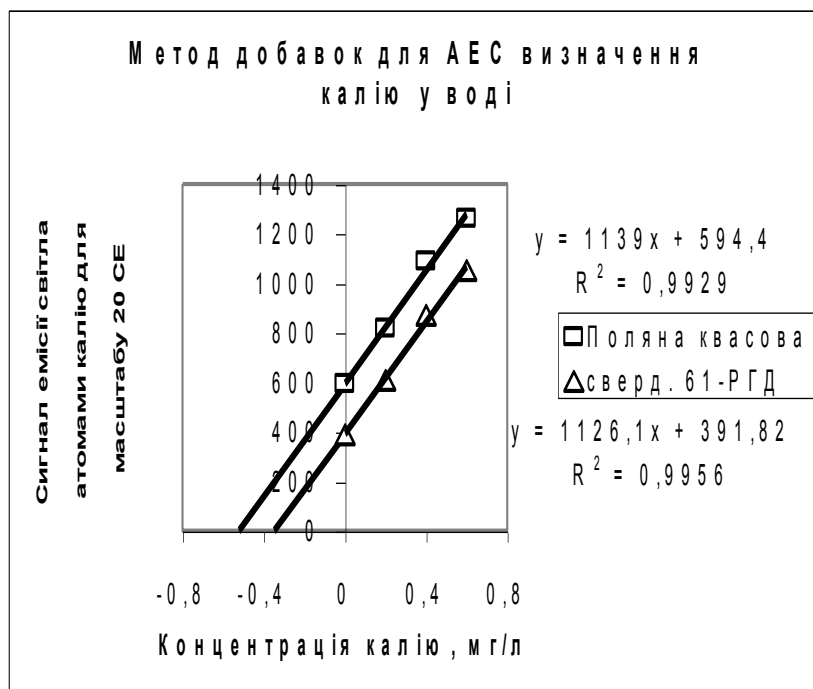


Рис.1. Приклади калібрувальних графіків для АЕС визначення калію методом добавок.

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

В таблиці 2 приведено визначений методом добавок з допомогою полум'яної АЕС вміст калію та результати вимірювання β -активності зумовленої радіонуклідом ^{40}K з допомогою сцинтиляційної енергетичної β -спектроскопії.

На рис.2 у повних логарифмічних координатах (для наочності) показано співвідношення між мінералізацією та вмістом калію у досліджених пробах води, оскільки діапазони концентрацій калію та мінералізації становлять 10^3 та 10^2 , відповідно. Як бачимо з приведених даних, що чим більша мінералізація, то більший вміст калію, а отже і вища питома β -активність (табл.2).

Співвідношення між вмістом калію та мінералізацією досліджуваних мінеральних вод задовільно апроксимується прямою лінією (рис.2).

Таблиці 2

Результати визначення вмісту калію методом добавок з допомогою полум'яної АЕС та вимірювання питомої β -активності радіонукліду ^{40}K сцинтиляційною енергетичною β -спектроскопією

№	Вода	Вміст калію, мг/л (метод АЕС)	Питома бета-активність ^{40}K , Бк/л	
			Експериментальна	Розрахована
1	Свердловина 61-РГД	26	0.7	0.8
2	Свердловина 38-РГД	980	22.0	23.2
3	Свердловина 28-РГД	17094	400.0	399.9
4	Лужанська	29	1.7	1.0
5	Поляна Квасова	52	2.4	1.5

Для виявлення впливу основних макрокомпонентів (зокрема натрію) на результати вимірювань радіоактивності були приготовані дві серії модельних розчинів хлориду калію з концентраціями іону калію 2.1; 4.2; 8.4; 13.6; 18.9 г/л у дистильованій воді та в 15% хлориді натрію. Результати вимірювань β -активності зумовленої ^{40}K для модельних розчинів приведені в таблиці 3.

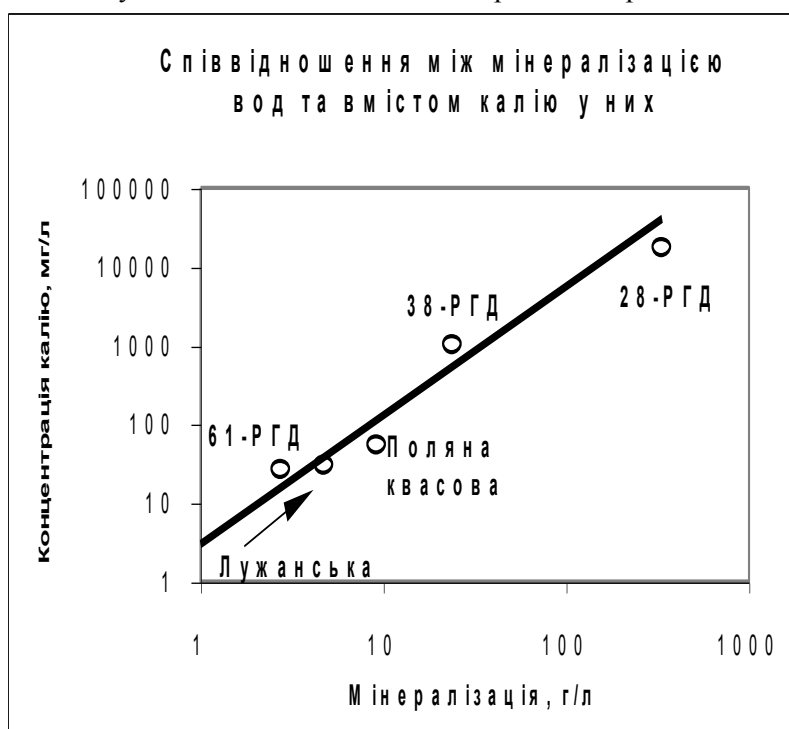


Рис.2. Співвідношення між вмістом калію та мінералізацією досліджуваних вод у повних логарифмічних координатах.

Таблиця 3.

Результати вимірювань питомої β -активності
для модельних розчинів

Номер розчину	Концентрація калію, мг/л	Питома β -активність, Бк/л	
		Без NaCl	15 % NaCl
1	2098	73	55
2	4196	116	94
3	8391	237	209
4	13636	369	343
5	18880	511	514

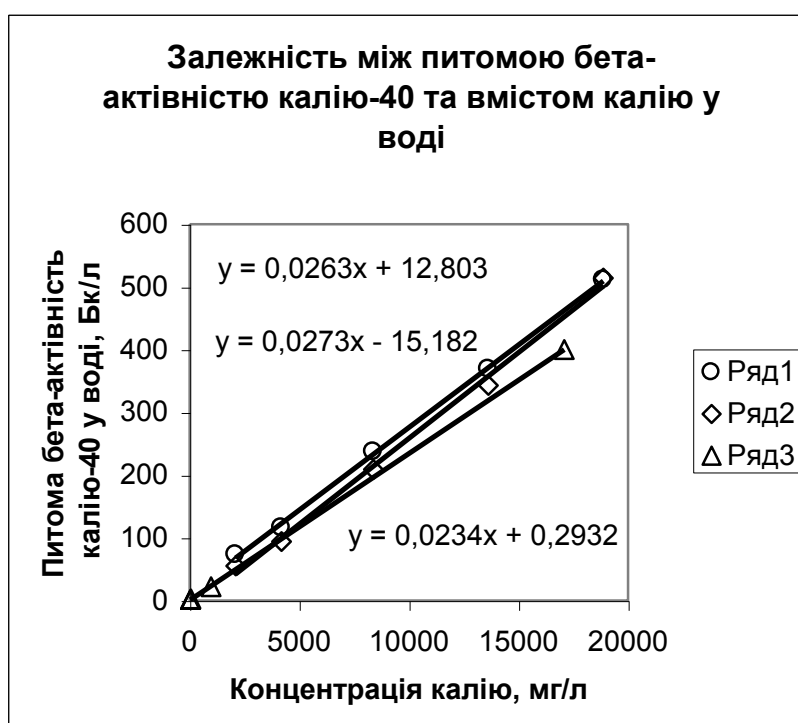


Рис.3. Залежності між питомою β -активністю для модельних розчинів (1 - без NaCl, 2 - 15 % NaCl) і досліджуваних проб мінеральної води (3) та концентрацією калію.

Як видно з рис.3, залежності між питомою β -активністю для модельних розчинів та концентрацією іону калію в них є прямолінійними і майже однаковими для обох серій модельних розчинів, про що свідчать і параметри залежностей $A(\text{Бк/л})=a \cdot C(\text{К})(\text{мг/л})+b$ приведені в таблиці 4, зокрема близькість кутового коефіцієнту (0.026 та 0.027) та незначні величини відтинків.

Таблиці 4.

Параметри залежностей $A[\text{Бк/л}]=a \cdot C(\text{К})[\text{мг/л}]+b$ та
коефіцієнти кореляції (r)

Проби	a	b	r
Модельні без NaCl	0.0263	12.803	0.9993
Модельні з 15 % NaCl	0.0273	-15.182	0.9981
Досліджувані	0.0234	0.2932	0.9992

Таким чином, хлорид натрію практично не впливає на результати вимірювання β -активності радіонукліду ^{40}K . Залежність між питомою β -активністю для досліджуваних проб води та концентрацією в них калію є також прямолінійною і близькою до кореляцій для модельних розчинів (Табл. 4). Слід відзначити, що параметри кореляцій для досліджуваних мінеральних вод визначаються в основному двома зразками вод з високим вмістом калію, а саме пробами з свердловин 38-РГД (біля 1 г/л) та 28-РГД (біля 17 г/л), які також характеризуються високою питомою бета-активністю радіонукліду ^{40}K - 22 та 400 Бк/л, відповідно. Про це свідчить і порівняння розрахунків β -активності зразків за концентрацією калію, знайденою методом полум'яної АЕС, з експериментально знайденими величинами питомої β -активності радіонукліду ^{40}K , що приведено в таблиці 2.

Як вже відзначалося в роботі [1], враховуючи міжнародні рекомендації, радіаційний контроль природних вод доцільно проводити на двох рівнях:

1. масовий радіометричний контроль з метою прийняття рішень, який відповідає на питання, чи досліджувана вода містить суттєві кількості радіонуклідів, тобто, чи немає перевищення допустимих рівнів сумарної активності;

2. проведення при необхідності, зокрема при перевищенні допустимих рівнів сумарної активності, детальних досліджень певного джерела води з метою прийняття належних заходів безпеки.

Близькість результатів для модельних розчинів та досліджуваних проб вказує на можливість застосування одержаних залежностей при проведенні радіологічних досліджень на першому рівні. Визначаючи вміст калію, наприклад методом АЕС, та сумарну питому β -активність радіометром, одержують точку, яку порівнюють із залежністю між сумарною питомою β -активністю від радіонукліду ^{40}K (Табл.4) та концентрацією калію, якщо ця точка знаходиться вище вказаної прямолінійної залежності, тоді дану пробу води досліджують на другому рівні радіаційного контролю для природних вод.

ВИСНОВКИ

1. Необхідний ретельний перегляд і упорядкування нормативної бази в ділянці радіологічного контролю природних вод, зокрема стосовно вод з підвищеним вмістом калію.

2. Існує потреба в погодженні та створенні нової методичної бази пробопідготовки та узгодження технічних характеристик сучасних приладів з уніфікованими методами проведення вимірювань, зокрема чіткість рекомендацій при виборі геометрії і мінімальних детектованих активностях, статистичній оцінці їх значущості.

3. Одержані в роботі результати свідчать про необхідність окремого визначення калію у природних водах при проведенні радіологічних досліджень на першому рівні контролю вод.

4. Назріла необхідність нормування калію і відповідно фонові β -активності, зумовленої радіонуклідом ^{40}K , та визначення областей застосування природних вод з підвищеним вмістом калію.

5. Необхідно розглянути існуючі методики радіологічного контролю природних вод з метою створення нормативного документу для виконання вимірювань та інтерпретації результатів з надійними критеріями меж виявлення малих активностей.

ЛІТЕРАТУРА

1. Рудык А.Ф., Шевченко А.И. О проблемах радиационного контроля при родных вод Украины и его приборном обеспечении.- Информационні матеріали розроблені НВП "АтомКомплексПрилад". - Київ, 1998.- С.3-7.

2. Шевченко И.Н., Даниленко А.И. Природная радиоактивность растений, животных и человека // 2-е изд., испр. и доп.- К.: Наук. думка, 1989.- 208 с.

3. ГОСТ 2874-82. Вода питьевая. Гигиенические требования и контроль за качеством.- Москва, Издательство стандартов.- 1993.- 8 с.

4. Нормы радиационной безопасности НРБ-76/87 и основные санитарные правила работы с радиоактивными веществами и другими источниками ионизирующих излучений. ОСП 72/87.- Минздрав СССР. - 3-е изд., перераб. и доп.- М.: Энергоатомиздат, 1988.-160 с.

5. Определение активности естественных радионуклидов в объектах окружающей среды. (Методическое пособие). / Составители: Рудык А.Ф., Казимиров А.С. - НПП "АтомКомплексПрибор". - К., 1992. 63 с.

6. Методические рекомендации по проведению радиационного контроля в строительстве.- Госстрой УССР, 1991.

7. Горицкий А.В. Радиоактивность строительных материалов.- К.: Будівельник.- 1990.

8. Крисюк Э.М. Радиационный фон помещений. - М.: Энергоатомиздат- 1989.

9. Авсеенко В.Ф. Дозиметрические и радиометрические приборы и измерения. - К.: Урожай.- 1990.- 144 с.

10. ДР-97. Державні гігієнічні нормативи. Допустимі рівні вмісту радіонуклідів ^{137}Cs і ^{90}Sr у продуктах харчування та питній воді.- К., 1997. - 10 с.

11. Методические рекомендации по санитарному контролю за содержанием радиоактивных веществ в объектах внешней среды. / Под ред. А.Н.Марья и А.С.Зыковой. - М., 1980.

12. МИ. Методика экспрессного определения объемной удельной активности β -излучающих нуклидов в воде, продуктах питания, растительности и почве методом прямого измерения "толстых проб". Утверждена 12.08.1986 Минздравом СССР.

13. Prescribed Procedures for Measurement of Radioactivity in Drinking Water - EPA 600 4-80-032 - August 1980 (EPA approved) 900.0 Gross Alpha and Gross Beta Radioactivity in Drinking water 903.0 Alpha-Emitting Radium Isotopes In Drinking Water 903.1 Radium-226 In Drinking Water Radon Emanation Technique.

14. Активність радіонуклідів ^{90}Sr та ^{90}Y в лічильних зразках, одержаних методами селекції нуклідів. Методика виконання вимірювань з використанням сцинтиляційних спектрометрів та програмного забезпечення АК-1. - МІ-12-08-99. // Розробники: Бабенко В.В., Казимиров О.С., Рудик О.Ф. (НВП "АтомКомплексПрилад"), Семенютін О.М.(Науково-дослідний інститут сільгоспродіології), Шевченко О.І. (Міністерство охорони здоров'я України) - К., 1999.- 33 с.

15. Активность, удельная активность и объемная активность бета-излучающих радионуклидов в счетных образцах объектов технологических и природных сред. Методика выполнения измерений с использованием спектрометра энергий бета-излучения сцинтиляционного типа СЕБ-01.- МІ-12-05-99. - Разработчики: Кравченко Н.И., Коваленко Г.Д., Лихтарев И.А. -

ГНПО "Метрология", Украинский НИИ экологических проблем, Институт радиационной защиты АТН Украины. - 69 с.

16.Активність бета-випромінюючих радіонуклідів у лічильних зразках водних об'єктів. Методика виконання вимірювань з використанням бета-спектрометрів і програмного забезпечення АКWin. // Розробники: Бабенко В.В., Ісаєв А.Г., Рудик О.Ф., Христенко Ю.С., Циганков М.Я. - Науково-виробниче підприємство "АтомКомплексПрилад". - К., 2003.- 36 с.

17. Спектрометр енергий бета-излучения СЕБ-01. Руководство по эксплуатации. - ААНК.416653.006РЭ. - Разработчики документа: Бабенко В.В., Татарчук О.И., Черный Е.В., Шиндерман М.Б. Научно-производственное предприятие "АтомКомплексПрибор". - К., 2002. - 43 с.

18.Программа управления анализатором и обработки спектрометрической информации "AkWin". Версия 3.0. Руководство пользователя. 482.13698692.XXXXX.01.34.02 - Научно-производственное предприятие "АтомКомплексПрибор". - К., 2002. - 88 с.

19. ГОСТ 23268.7-78. Воды минеральные питьевые лечебные, лечебно-столовые и природные столовые. Методы определения ионов калия.

20.Спектрофотометр атомно-абсорбционный С-115-М1. Техническое описание и инструкция по эксплуатации. 2.851.034.04 ТО. - Сумы.-1990.- 86 с.

S.V.IVASIVKA, A.B.BUBNYAK, O.R.DATSKO, I.P.POLYUZHYN POTASSIUM CONTENT AND β -ACTIVITY OF MINERAL WATERS

By methods of atomic-emission spectroscopy analysis and scintillation energy spectrometry of β -radiation in range 100-3500 keV it has been shown that the potassium content is main factor caused the β -radioactivity of mineral ("Luzhanska" and "Polyana Kvasova") and natural waters from the drilled wells which are controlled by "Hydrogeological regime-exploiting station" of filial CSC MHO "Truskavetskurort" (Truskavets town, Ukraine). The correlation dependencies between β -radioactivity of the waters and potassium content obtained here are proposed to use for preliminary estimation of the presence of another radioactive components in the tested water samples. It has been marked that necessity is existed for ordering of Ukrainian standards in area of natural waters radioactivity.

Інститут фізіології ім. О.О.Богомольця НАН України;
Філія ЗАТ ЛОЗ "Трускавецькурорт" "Гідрогеологічна режимно-експлуатаційна станція",
м.Трускавець

Дата поступлення: 23.03.2004 р.