

Conf.]. Slavutych (Ukraine) ; 2011 : P. 57 (in Russian).

7. Stefanovych H.V., Buderatska N.O. and Mekheda L.V. Morfofunktsionalna kharakterystyka oozytiv ta doimplantatsiynykh embrioniv zhinok, shcho prozhyvaiut na zabrudnennykh radionuklidamy terytoriiakh [Morphofunctional Characteristic of the Oocytes and Pre-Implantation Embryos in the Females, Residing on the Territories Contaminated with Radionuclides]. In : *Radiolohichni ta radioekolohichni aspekty Chornobylskoi katastrofy : mater. konf. [Radiobiological and Radioecological Aspects of the Chornobyl Catastrophe : Coll. Mater. Intern. Conf.]*, Slavutych (Ukraine) ; 2011 : P. 50 (in Ukrainian).

8. Prysiazhniuk A.Ye. and Romanenko A.Yu. Epidemiolohichni doslidzhennia stanu zdorovia naselennia, yake meshkaie na radioaktyvno zabrudnennykh terytoriiakh [Epidemiological Studies of the Health State of the Population, Residing on the Radioactive Contaminated Territories]. In : *25 rokiv Chornobylskoi katastrofy. Bezpeka maibutnioho [25 Years of the Chornobyl Catastrophe. Safety of the Future : National Report of Ukraine]*. Kyiv : KIM; 2011 : 152-164 (in Ukrainian).

9. Piven N.V., Hunko N.V. and Korotkova N.V. *Dovkillia ta zdorovia*. 2014 ; № 4 (71) : 55-60 (in Ukrainian).

10. Likhtarev I.A., Fesenko G.V., Masiuk S.V., Zamostian S.V. et al. Rekonstruktsiya individualnykh doz oblucheniya subiektov Gosudarstvennoho reiestra Ukrainy : metod. rekomendatsii [Reconstruction of the Individual Irradiation Doses of the Subjects of the National Register of Ukraine : Method. Recommendations]. Kiev : Ukrmedpatentinform ; 2013 : 24 p. (in Russian).

11. Buzunov V.O., Pyrohova O.Ya., Krasnikova L.I., Tsuprikov V.A., Voichulene Yu.S. and Domashevska T.Ye. Pokaznyky ta metody ikh rozrahunku v epidemiolohii infektsiynykh zakhvoriuvan : navch. Posibnyk [Indices and Methods for their Calculation in the Epidemiology of Noninfectious Diseases : Manual]. Kyiv : Avitsenna ; 2013 : 120 p. (in Ukrainian).

Надійшла до редакції 17.01.2017

DIRECTIVE 98/83/EC AND RADIOACTIVITY CONTROL OF DRINKING WATER IN UKRAINE

Buzynnyi M.G.

ДИРЕКТИВА 98/83/ЕС І КОНТРОЛЬ РАДІОАКТИВНОСТІ ПИТНОЇ ВОДИ В УКРАЇНІ

B

ода є важливим шляхом надходження радіонуклідів до організму людини. За певних умов радіонукліди, що надходять з водою, можуть формувати суттєву дозу опромінення. Уявлення про допустимі рівні опромінення та про відповідні рівні вмісту радіонуклідів у воді в Україні змінувались, що добре видно, наприклад, на зміні нормативів щодо вмісту урану у воді [1]. Норми радіаційної безпеки України (НРБУ-97) розглядають радіонукліди у воді як джерело опромінення за певних умов, а природні радіонукліди – як потенційне джерело опромінення для широкого загалу населення [2]. Радіонукліди антропогенного походження мають обмежене часове та/або просторове поширення, що видно на прикладі пізньої стадії аварії на ЧАЕС, коли їхня дія обмежена. Розширення області нормування опромінення за рахунок води на все населення збільшує кількість необхідних досліджень, зумовлює запровадження оптиміза-

БУЗИННИЙ М.Г.

ДУ «Інститут громадського здоров'я ім. О.М. Марзєєва НАМН України», м. Київ

УДК 614.777:351.777.6:539.16

Ключові слова: директива 98/83/ЕС, природна радіоактивність води, тритій, радон, сумарна бета-активність та сумарна альфа-активність, ^{226}Ra , ^{228}Ra , сумарна активність ізотопів урану, ^{90}Sr , ^{137}Cs , ^{224}Ra , ^{210}Pb , ^{210}Po .

ДИРЕКТИВА 98/83/ЕС И КОНТРОЛЬ РАДИОАКТИВНОСТИ ПИТЬЕВОЙ ВОДЫ В УКРАИНЕ

Бузынный М.Г.

ГУ «Институт общественного здоровья им. А.Н. Марзеева НАМН Украины», г. Киев

Цель исследования. Анализ методических подходов к контролю радиоактивности питьевой воды, обоснование действий и рамок действия различных нормативов и методов.

Материалы и методы исследований. При исследовании воды применялись различные радиометрические и спектрометрические методы, которые удовлетворяют правилам достаточной избирательности и чувствительности, что позволяет выполнять ограничение по нормируемой величине радиоактивности и/или дозы.

Результаты исследований. Проанализированы методические подходы к контролю радиоактивности питьевой воды в Украине. Разграничены приоритеты применения требований НРБУ-97, ГСанПиН 2.2.4-171-10, Директивы 98/83/ЕС о радиоактивности воды, обоснованы алгоритмы проведения исследований на выполнение требований действующих нормативов и особенности распространения указанных нормативов.

Выводы. Существующие нормативы НРБУ-97, ГСанПиН 2.2.4-171-10, касающиеся радиоактивности питьевой воды, включают или дополняют друг друга, а для расширения сферы действия требований Директивы 98/83/ЕС на территории Украины необходимо сначала утвердить соответствующие изменения в ГСанПиН 2.2.4-171-10.

Ключевые слова: Директива 98/83/ЕС, естественная радиоактивность воды, тритий, радон, суммарная бета-активность и суммарная альфа-активность, ^{226}Ra , ^{228}Ra , суммарная активность изотопов урана, ^{90}Sr , ^{137}Cs , ^{224}Ra , ^{210}Pb , ^{210}Po .

© Бузынный М.Г. СТАТТЯ, 2017

№ 4 2017 ENVIRONMENT & HEALTH 14

DIRECTIVE 98/83/EC AND RADIOACTIVITY CONTROL OF DRINKING WATER IN UKRAINE

Buzynnyi M.

SI "O.M. Marzeiev Institute for Public Health, NAMS of Ukraine", Kyiv

Objective. We analyzed the methodological approaches to the control of drinking water radioactivity, rationalized functions and scopes of the action of various standards and methods.

Material and methods. In the study of water we applied the various radiometric and spectrometric methods that satisfied the rules of sufficient selectivity and sensitivity that allowed to perform the limitation on the normalized value of radioactivity and/or dose.

Results. Methodical approaches to the control of radioactivity of drinking water in Ukraine were analyzed. The priorities of the application of the

requirements of NRB-97, DSanPin 2.2.4-171-10, Directive 98/83/EC on water radioactivity were differentiated. The algorithms of the studies for the fulfillment of the requirements of existing standards and features of the dissemination of mentioned standards were rationalized.

Conclusions. Existing standards NRB-97, State Sanitary Rules and Norms 2.2.4-171-10, concerning the radioactivity of drinking water, include or complement each other, and for the expansion of the scope of the Directive 98/83/EC requirements in Ukraine, the corresponding changes in State Sanitary Rules and Norms 2.2.4-171-10 should be approved first of all.

Keywords: Directive 98/83/EU, natural radioactivity of water, tritium, radon, total beta and total alpha activities, ^{226}Ra , ^{228}Ra , total activity of uranium isotopes, ^{90}Sr , ^{137}Cs , ^{224}Ra , ^{210}Pb , ^{210}Po .

ційного підходу до досліджень – застосування дворівневих (розширених та спрощених) досліджень, що запропоновано у документах ВООЗ та запроваджено в Україні у ДСанПіН2.2.4-171-10 [3, 4]. Для виконання їхніх вимог необхідне зосередження сучасного обладнання і відповідних існуючих методів контролю у мережі лабораторій. Набір методів дослідження може змінюватися, що залежить від наявного обладнання, проте він має охоплювати всі необхідні компоненти забруднення води. Імплементация нормативної бази ЄС на питну воду в Україні поширює відповідним чином вимоги Директиви 98/83/ЕС [5].

Мета досліджень. Аналіз методичних підходів контролю радіоактивності питної води, обґрунтування вимог і рамок дії різних нормативів і методів.

Матеріали і методи досліджень. Загальне уявлення про радіаційне забруднення води артезіанських свердловин відкриває перший крок – визначення вмісту радону-222, сумарної бета- ($\Sigma\beta$) та сумарної альфа-активності води ($\Sigma\alpha$), які потім використовують для контролю балансу у наступних розгорнутих дослідженнях (чи відповідає сума компонентів, що має бета-активність ($\Sigma\beta$), та чи відповідає сума компонентів, що має альфа-активність ($\Sigma\alpha$). Дослідження $\Sigma\beta$ і $\Sigma\alpha$ проводять таким чином, щоб виключити вплив короткоживучих дочірніх продуктів розпаду (ДПР) радону, що досягається за рахунок випарювання води: радон залишає пробу, а його ДПР у сухому залишку розпадається протягом 3-х годин. Сухий залишок розчиняють слабкокислим розчином та переносять з кювету для обчислення відповідно до вимог вимірювального приладу

та методу вимірювань, що застосовується. Важливо розуміти, що на проведення таких досліджень впливає присутність у воді ^{224}Ra [6]. Це короткоживучий радіонуклід, який не нормується, проте він, разом з його дочірніми продуктами, може давати значний вклад у сумарну альфа-активність протягом певного часу. У значній кількості випадків повторні вимірювання проб, проведені за тиждень, дають змогу виявити це та встановити, чи є насправді перевищення нормативу за $\Sigma\alpha$ активністю.

Нормативні вимоги щодо радіоактивності води артезіанських свердловин (НРБУ-97, п. 8.6.4) запровадили підхід з обмеження дози опромінення, а їх виконання вимагає неперевіщення рівня вмісту передбачених радіонуклідів: ^{222}Rn , ^{226}Ra , ^{228}Ra та суми активності ізотопів урану, для чого проводять відповідні селективні дослідження – концентрування, виділення радіонуклідів та їх вимірювання у відповідний момент. Зрозуміло, що названі дослідження досить складні, вимагають застосування сучасного чутливого обладнання, тому можуть проводитися в обмеженій кількості лабораторій.

Запровадження ДСанПіН2.2.4-171-10 ввело оптимізаційний підхід – двоетапні дослідження, де на першому етапі результати спрощених досліджень (визначення вмісту радону-222 та $\Sigma\beta$ і $\Sigma\alpha$) говорять про безпечність показників води при виконанні таких вимог або про необхідність проведення розширених досліджень. Розширені дослідження включають елементи дослідження, передбачені НРБУ-97, п. 8.6.4, та застосовується звичайна вимога чутливості методів дослідження забруднення – для

контролю нормованої одиниці. Чутливість методу має бути не гірше 0,1 від нормативу, відповідно: тритій – 10 Бк·л⁻¹, ^{222}Rn – принаймні 10 Бк·л⁻¹, ^{226}Ra – 0,1 Бк·л⁻¹, ^{228}Ra – 0,1 Бк·л⁻¹, сумарна активність ізотопів урану – 0,1 Бк·л⁻¹.

Директива 98/83/ЕС обмежує дозу опромінення людини, зумовлену споживанням води, яку потрібно розраховувати кожного разу, та допустимий вміст у воді тритію і радону. Для розрахунку сумарної дози потрібно визначити вміст вже названих вище радіонуклідів, можливо інших: ^{90}Sr , ^{137}Cs , ^{210}Pb , ^{210}Po . Виконання вимог Директиви 98/83/ЕС до якості води (необхідність контролю загальної річної дози опромінення за рахунок споживання води 0,1 мЗв, особливо для дітей) накладає більш жорсткі вимоги до чутливості методів та ще більше звужує коло можливих учасників контролю, тобто ці дослідження в Україні можуть проводитися в обмеженій кількості лабораторій.

Результати досліджень. Дія нормативів поширюється таким чином, що вони не конфліктують один з одним, адже виконання вимог НРБУ-97, п. 8.6.4 та відповідність результатів розгорнутих досліджень відповідним нормативам ДСанПіН 2.2.4-171-10 фактично еквівалентні. Проте більш жорсткі вимоги щодо $\Sigma\beta$ і $\Sigma\alpha$ активності, що використовуються під час проведення спрощених досліджень, дають механізм для отримання води кращої якості, яка містить менше радіонуклідів. Це важливо, наприклад для підприємств, які випускають фасовану воду для немовлят. Ці вимоги відкривають методичний підхід застосування спрощених досліджень. Для поширення дії вимог

Директиви 98/83/ЕС на території України спочатку мають бути затверджені відповідні зміни до ДСанПіН 2.2.4-171-10, пов'язані з імплементацією, та відповідне коло поширення. Незалежно від цього нормативи Директиви 98/83/ЕС вже декілька років набувають чинності в Україні шляхом входження у коло їхньої дії ряду вітчизняних підприємств, зокрема виробників аграрного сектору, які виходять зі своєю продукцією на ринок Європи. Для таких підприємств однією з умов їх поступального руху є виконання вимог Директиви 98/83/ЕС.

Про існування аномального вмісту природних радіонуклідів у питній воді в Україні відомо за результатами наших досліджень [7]. Ці дослідження, проведені на початку 1990-х років, дали уявлення про контраст і компоненти забруднення води. Дослідження на виконання вимог НРБУ-97, п. 8.6.4 [8] показали спектр і контраст можливого забруднення води для деяких областей півночі України. Пізніше [9] результати досліджень показали особливості забруднення води, зокрема при її двоступеневих дослідженнях у комунальних водопровідних підприємствах і підприємствах, що випускають фасовану воду. Зокрема, має місце той факт, що значна частина води не задовольняє вимог щодо $\Sigma\beta$ і $\Sigma\alpha$ активності води, а для деяких областей – майже вся. Привертає увагу те, що місця можливого поширення забруднення води тритієм – це околиці об'єктів ядерної технології, сховищ радіоактивних відходів, а радіоізотопні композиції урану у воді [10] змушують відмовитися від застосування методів визначення вагового складу урану.

Висновки

Запровадження нормативів щодо вмісту радіонуклідів у воді є елементом системи радіаційної якості води, що служить зниженню опромінення населення.

Радіаційні нормативи різної жорсткості, які застосовуються щодо якості води, дають підстави для розбудови системи багаторівневих досліджень якості води, що гарантують комерційну реалізацію води з низьким вмістом радіонуклідів.

Імплементація вимог Директиви 98/83/ЕС до ДСанПіН на питну воду є шляхом входження України у поле дії нормативів ЄС.

ЛІТЕРАТУРА

1. Бузинний М.Г. Еволюція гігієнічних регламентів для урану

у питній та підземній воді. *Гігієна населених місць: зб. наук. праць*. Київ, 2004. Вип. 43. С. 316-321.

2. Норми радіаційної безпеки України (НРБУ-97): Державні гігієнічні нормативи. ДГН 6.6.1.6.5.00198. Київ, 2003. 127 с.

3. WHO. Water Safety. Radiological Aspects. URL: http://www.who.int/water_sanitation_health/dwq/GDW9rev1and2.pdf. Accessed 22.02.2017.

4. Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною : ДСанПіН 2.2.4-171-10. Режим доступу: <http://zakon0.rada.gov.ua/laws/show/z0452-10>

5. Council Directive 98/83/EC of 3 November 1998 on the Quality of Water Intended for Human Consumption.

6. Szabo Z., dePaul V. T., Kraemer Th. F., Parsa B. Occurrence of Radium-224, Radium-226 and Radium-228 in Water of the Unconfined Kirkwood-Cohansey Aquifer System, Southern New Jersey : U.S. Geological Survey Scientific Investigations Report 2004-5224. 110 p.

7. Zelensky A.V., Buzinny M.G., Los I.P. Measurement of Radium-226, Radon-222, and Uranium-238, 234 in Underground Water of the Ukraine with Ultra Low-Level Liquid Scintillation Counter. *Liquid Scintillation Spectrometry 92 : Proc. Of Int. Conf. On Advances in LSC (Vienna, Austria, Sep. 14-18, 1992)*. Tucson: Radiocarbon, 1993. P. 405-411.

8. Бузинний М.Г. Природна радіоактивність питної води свердловин на території України. *Гігієнічна наука та практика на рубежі століть: матеріали XIV з'їзду гігієністів України (19-21 травня 2004 р., Дніпропетровськ)*. К., 2004. Т. II. С. 308-310.

9. Buzinny M., Sakhno V., Romanchenko M. Natural Radionuclides in Underground Water in Ukraine. *LSC 2010. Advances in Liquid Scintillation Spectrometry : Proc. Of the Intern. Conf. (Paris, 6-10, September 2010)*. 2010. P. 81-85.

10. Shiraishi K., Igarashi Y., Yamamoto M. et al. Concentrations of Thorium and Uranium in Freshwater Samples Collected in the Former USSR. *Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry*. 1994. Vol. 185 (1). P. 157-165.

REFERENCES

1. Buzynnyi M.G. Evoliutsiia hihienichnykh rehlamentiv dlia uranu v pytnii ta pidzemnii vodi [Evolution of the Hygienic Regulations for Uranium in Drinking and Underground Water]. In : *Hihiena naselenykh*

mists [Hygiene of Settlements]. Kyiv ; 2004 ; 43 : 316-321 (in Ukrainian).

2. Normy radiatsiinoi bezpeky Ukrainy (NRBU-97) : Derzhavni hihienichni normatyvy. DHN 6.6.1.6.5.00198 [Norms for Radiation Safety of Ukraine (NRSU-97) : State Hygienic Standards. SHS 6.6.1.6.5.00198]. Kyiv ; 2003 : 127 p. (in Ukrainian).

3. WHO. Water Safety. Radiological Aspects. URL : http://www.who.int/water_sanitation_health/dwq/GDW9rev1and2.pdf. Accessed 22.02.2017

4. Hihienichni vymohy do vody pytnoi, pryznachenoi dlia spozhyvannia liudynoiu : DSanPiN 2.2.4-171-10 [Hygienic Requirements to Drinking Water for Human Consumption : State Sanitary Norms 2.2.4-171-10]. URL : <http://zakon0.rada.gov.ua/laws/show/z0452-10> (in Ukrainian).

5. Council Directive 98/83/EC of 3 November 1998 on the Quality of Water Intended for Human Consumption.

6. Szabo Z., dePaul V.T., Kraemer Th. F. and Parsa B. Occurrence of Radium-224, Radium-226 and Radium-228 in Water of the Unconfined Kirkwood Cohansey Aquifer System, Southern New Jersey : U.S. Geological Survey Scientific Investigations Report. 2004-5224 : 110 p.

7. Zelensky A.V., Buzinny M.G. and Los I.P. Measurement of Radium-226, Radon-222, and Uranium-238, 234 in Underground Water of the Ukraine with Ultra Low-Level Liquid Scintillation Counter. In : *Liquid Scintillation Spectrometry 92 : Proc. of Int. Conf. on Advances in LSC (Vienna, Austria, Sep. 14-18, 1992)*. Tucson : Radiocarbon; 1993 : 405-411.

8. Buzynnyi M.G. Pryrodna radioaktyvnist pytnoi vody sverdlovyn na terytorii Ukrainy [Natural Radioactivity of Drinking Well Water at the Territory of Ukraine]. In : *Hihienichna nauka ta praktyka na rubezhi stoloit : materialy XIV zizdu hihienistiv Ukrainy [Hygienic Science and Practice at the Turn of the Century : Materials of XIV Congress of the Hygienists of Ukraine]*. Kyiv ; 2004 ; II : 308-310 (in Ukrainian).

9. Buzinny M., Sakhno V. and Romanchenko M. Natural Radionuclides in Underground Water in Ukraine. In : *LSC 2010. Advances in Liquid Scintillation Spectrometry : Proc. of the Intern. Conf. (Paris, 6-10 September 2010)*. 2010 : 81-85.

10. Shiraishi K., Igarashi Y., Yamamoto M. et al. *Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry*. 1994 ; 185(1) : 157-165.

Надійшла до редакції 13.02.2017