

Щодо сумарної альфа-активності води підземних джерел водопостачання

- **Дудар Т. В.**
Кафедра екології Національного авіаційного університету, м. Київ, Україна
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3114-9732>
- **Якименко Г. М.**
Кафедра екології Національного авіаційного університету, м. Київ, Україна
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2137-1025>
- **Тітаренко О. В.**
ДП «Науковий центр аерокосмічних досліджень Землі ІГН НАН України», м. Київ, Україна
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5804-1022>
- **Свіденюк М. О.**
ДП «Науковий центр аерокосмічних досліджень Землі ІГН НАН України», м. Київ, Україна

Досліджено воду артезіанських свердловин міста Києва за показником сумарної альфа-активності. Визначено внесок підземної води у загальний об'єм питної води міста Києва. Встановлено, що в середньому по місту сумарна альфа-активність води байосу в 3,5 раза більша за аналогічний показник для сеноманської води. Створено ГІС-відображення загального вмісту α -випромінювачів у підземній воді обох ярусів Оболонського району міста. Відстежено динаміку сумарної альфа-активності артезіанської води обох водоносних горизонтів для зазначеного району. Визначено, що під час споживання байоської оболонської води до організму людини надходить у 2 рази більше альфа-випромінювачів, ніж із сеноманської.

Ключові слова: сумарна альфа-активність, α -випромінювачі, показники радіаційної безпечності, підземні води, ГІС-проект.

© Дудар Т. В., Якименко Г. М., Тітаренко О. В., Свіденюк М. О., 2020

У статті розглядаються підземні джерела водопостачання міста Києва. Як столиця держави та один із потужних промислових осередків України, місто Київ є найбільшим споживачем води нашої країни: щороку для потреб міста з природних водних об'єктів забирається до 300 млн. м³ води. При тому середньодобовий обсяг питної води з централізованих джерел водопостачання становить 691 тис. м³ (станом на 2016 рік). ПрАТ «АК «Київводоканал», – монополіст з централізованого виробництва та постачання питної води, – бере її із трьох джерел: р. Десна, р. Дніпро та артезіанських свердловин сеноману верхньої крейди та байосу середньої юри. Середньорічний розподіл між цими джерелами відображений на рисунку 1: переважна частина води надходить з річок – до 91%. Проте підтримка в робочому стані розроблених у післяварійний період (1986 – 1988 рр.) свердловин, – як резервного джерела водопостачання, – не втрачає своєї актуальності [1] – [3].

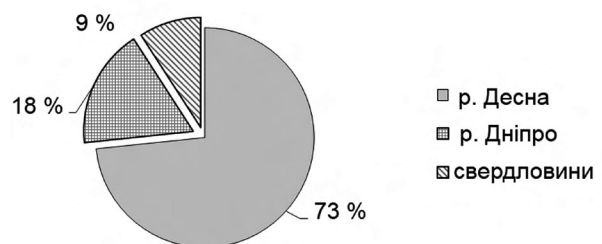


Рисунок 1 – Внесок джерел централізованого водопостачання Києва в загальний об'єм питної води

Керівництво Всесвітньої організації охорони здоров'я з контролю якості води [4] та державні санітарні правила і норми ДСанПіН 2.2.4-171-10 [4] вимагають під час гігієнічної оцінки радіаційної безпечності питної води в місцях водозаборів визначати насамперед «скринінгові» показники: питомі сумарні альфа- і бета-активності. При

неперевищенні максимально допустимих значень $\Sigma\alpha$ -активності ($0,1 \text{ Бк/дм}^3$) та $\Sigma\beta$ -активності ($1,0 \text{ Бк/дм}^3$) вода визнається придатною для подальшого використання як сировина під час виготовлення води питної. За умови перевищення цих нормативів необхідно провадити додаткові дослідження, а саме визначати питому активність Ra-226, Ra-228, Rn-222, ΣU , Sr-90, Cs-137.

Світова спільнота має значний інтерес до ефективної дози опромінення населення, яка формується переважно природними радіонуклідами та контролюється за значеннями сумарної активності альфа- й бета-випромінювачів. Протягом останнього десятиріччя опубліковані результати спостережень бразильських [5], турецьких [6], [7], мексиканських [8], німецьких [9], йорданських [10], сербських [11] дослідників.

На жаль, контроль якості води за радіаційними показниками в Київській агломерації, яка розташована в зоні безпосереднього впливу Чорнобильської атомної станції, натепер привертає незначну увагу вчених. Крім авторів статті [12], [13] – [16], останніми роками систематичні дослідження проводились лише працівниками Державної установи «Інститут гігієни та медичної екології ім. О. М. Марзєєва НАМН України» [17] – [18].

Результати багаторічних авторських досліджень питомої сумарної альфа-активності підземних вод міста Києва подані в цій публікації. Крім того, для кращого розуміння впливу геологічної структури території дослідження (рисунки 2–3), нами створено ГС-відображення загальної активності альфа-випромінювачів природно найбільш «радіоактивного» району міста Києва – Оболоні.

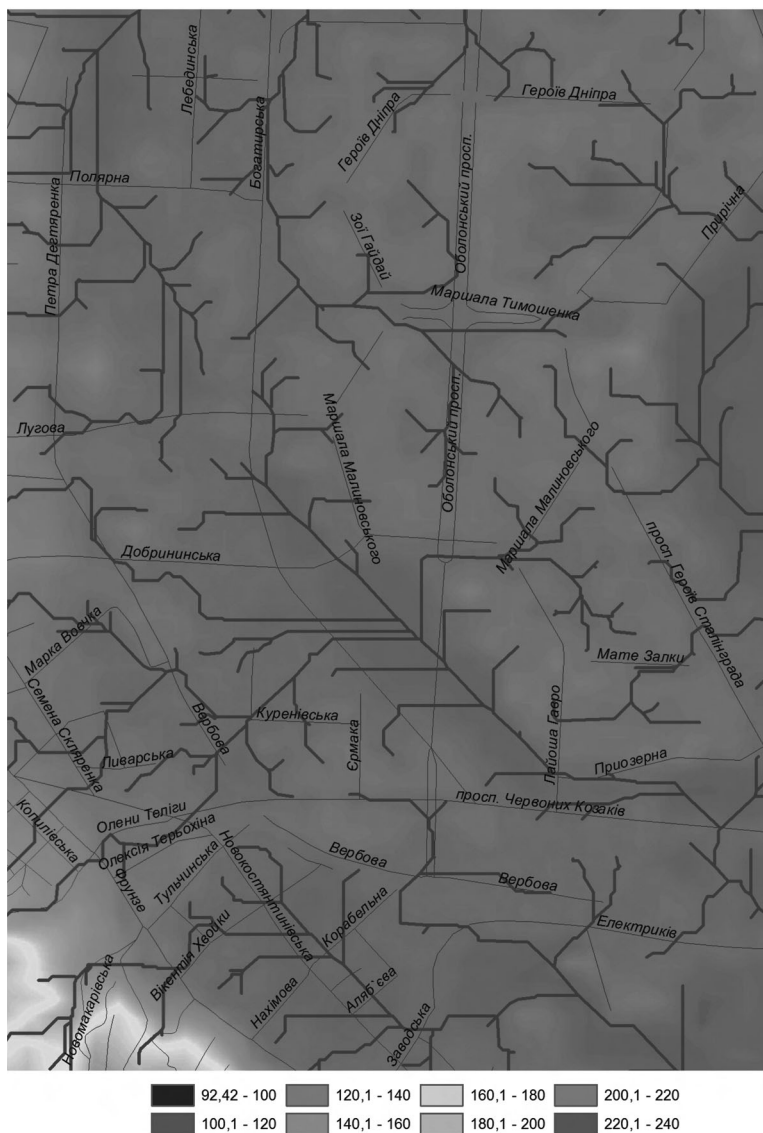


Рисунок 2 – Дані поверхні рельєфу з порядками водотоків на територію Оболоні

Примітка. На використаних картах є неактуальні назви вулиць.

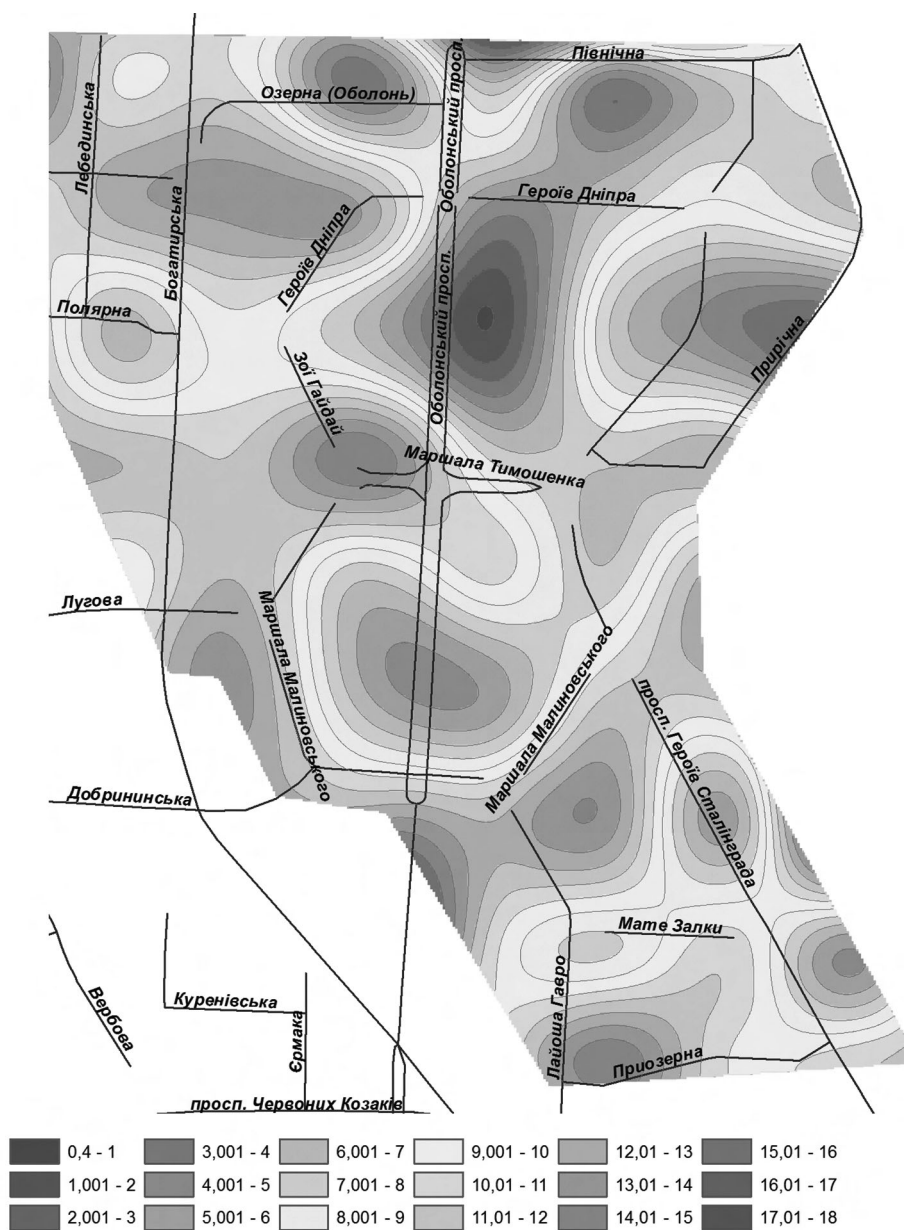


Рисунок 3 – Карта щільності лінеamentів Оболоні

Матеріал та методика досліджень

Як об'єкт дослідження використовували усереднені проби води підземних свердловин сеноману верхньої крейди і байосу середньої юри в місцях спеціалізованих водозаборів. Дослідження проводились протягом 2010–2017 рр. Проби відбирались відповідно до вимог нормативних документів [19], [20]: із загального об'єму проби 1 дм³ відокремлювали дві аліквоти по 0,1 дм³, які досліджували паралельно.

Для визначення сумарної альфа-активності за ДСТУ ISO 9696-2001 [20] використовували альфа-бета-спектрометр Quantulus 1220. Попе-

редньо 100 см³ води випарювали до сухого осаду, який розчиняли та переносили в пластикову віалу, після чого додавали сцинтилятор OptiPhase 'HighSafe'3. Калібрувальним зразком був радіоактивний стандартний розчин Ra-226 з максимальною енергією альфа-випромінення 4,78 MeV. Похибка вимірювання не перевищувала 10 %. Достовірність проведення вимірювань підтверджена успішним проходженням тесту МАGATE – World-Wide Open Proficiency Test IAEA-TEL-2017-03 та IAEA-TEL-2018-03.

Результати вимірювань заносились в атрибутивну таблицю (рисунок 4), на основі якої створено ГІС-проект у програмному середовищі ArcGIS 10.1 з відображенням даних на топооснові міста Києва.

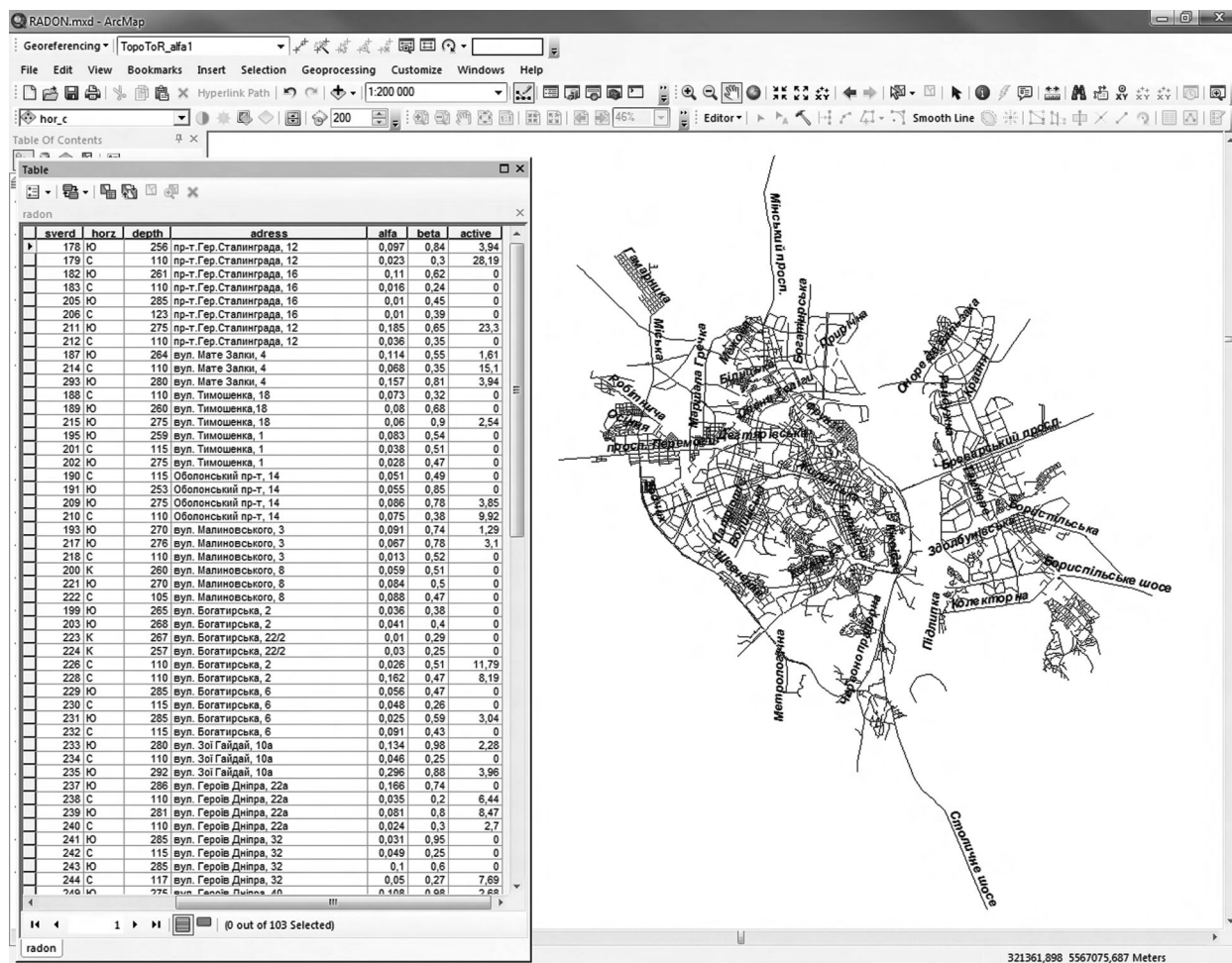


Рисунок 4 – ГІС-проект розташування свердловин

Динаміка сумарної альфа-активності води артезіанських свердловин міста Києва розраховувалася за допомогою модуля Spatial Analyst Tools ArcGIS 10.1 за допомогою сплайн-інтерполяції.

Результати досліджень

Із 144 артезіанських свердловин міста Києва 67 належать до сеноману верхньої крейди (рисунок 5), 77 – до байосу середньої юри (рисунок 6). Найбільша кількість сеноманських свердловин розташована в Оболонському районі – 25 одиниць. Значення питомої сумарної альфа-активності сеноманської води з Оболоні коливається від $0,010 \pm 0,001$ до $0,162 \pm 0,017$ Бк/дм³ із середньою активністю $0,045 \pm 0,004$ Бк/дм³.

При тому вміст α -випромінювачів у сеноманській крейдяній воді загалом по місту Києву становить $0,033 \pm 0,003$ Бк/дм³

при значеннях показника від $0,010 \pm 0,001$ до $0,162 \pm 0,016$ Бк/дм³. Без врахування Оболонського району середня сумарна альфа-активність води міста сеноманських свердловин менша на 20 % і становить $0,026 \pm 0,002$ Бк/дм³.

Більшість із 77 київських свердловин байосу середньої юри розташована на житловому масиві Троєщині, Деснянського району та в Оболонському районі – по 18 та 38 одиниць відповідно. Середній загальний вміст α -випромінювачів у троєщинській воді становить $0,188 \pm 0,018$ Бк/дм³ при мінімумі $0,069 \pm 0,007$ Бк/дм³ та максимумі $0,279 \pm 0,028$ Бк/дм³. Щодо оболонської води байосу середньої юри ситуація така: середня сумарна альфа-активність води цього району – $0,097 \pm 0,010$ Бк/дм³ при мінімумі $0,028 \pm 0,003$ Бк/дм³ та максимумі $0,296 \pm 0,029$ Бк/дм³. Загалом по місту середня питома $\Sigma\alpha$ -активність байоської води сягає $0,115 \pm 0,012$ Бк/дм³: найменше значення – $0,010 \pm 0,001$ Бк/дм³, а найбільше – $0,296 \pm 0,029$ Бк/дм³.

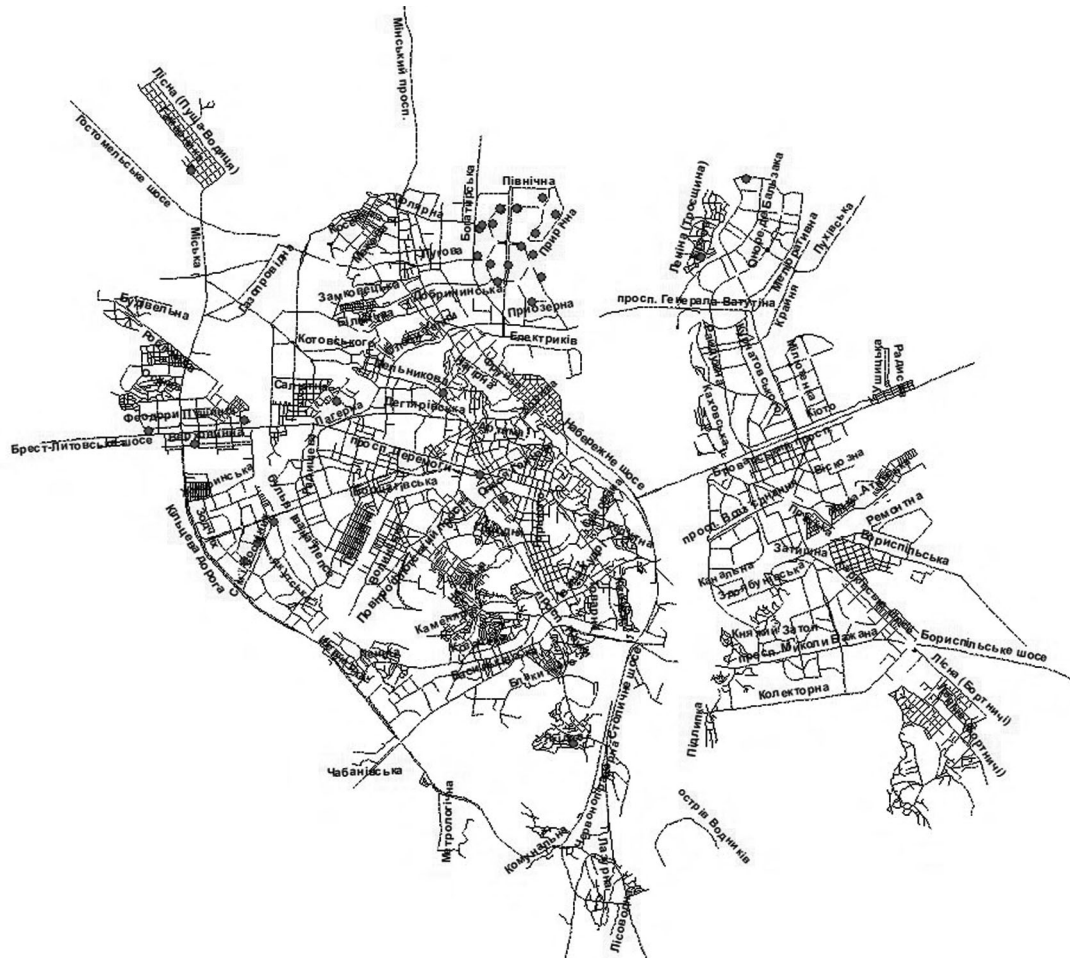


Рисунок 5 – Артезіанські свердловини сеноману верхньої крейди



Рисунок 6 – Артезіанські свердловини байосу середньої юри

Обговорення результатів досліджень

Результати спостережень загального вмісту $\Sigma\alpha$ -випромінювачів у артезіанській воді міста Києва свідчать про суттєві перевищення показника в більшості свердловин байосу середньої юри двох районів столиці: Деснянського (житловий масив Троєщина) (в 17 свердловинах із 18 наявних сумарна альфа-активність більша за $0,1 \text{ Бк/дм}^3$) та Оболонського (перевищення показника виявлено в 12 свердловинах із наявних 38).

Досліджуваний радіаційний показник у воді сеноману верхньої крейди має значно кращі для здоров'я людини значення: перевищення зафіксоване лише в одній троєщинській свердловині та одній оболонській.

Загальна кількість свердловин із понаднормовою альфа-активністю (за ДСанПіН 2.2.4-171-10 [21]) у місті Києві станом на кінець 2017 року досягла 39, із них – 37 свердловин байосу середньої юри та 2 – свердловини сеноману верхньої крейди.

Під час порівняння середнього по місту Києву значення показника підземної води за горизонтами встановлено, що байоська вода в 3,5 раза активніша за сеноманську.

Обробка результатів досліджень у програмному середовищі ArcGIS 10.1 (рисунки 7, 8) проводилась із врахуванням таких фактів:

більшість свердловин обох горизонтів пробурена в Оболонському районі;

за результатами досліджень виявлено підвищений вміст α -випромінювачів у підземній воді Оболоні та Троєщини;

мешканці Оболонського району забезпечуються питною артезіанською водою на 90 %, а поверхневою – не більше ніж на 10 % завдяки перетіканню води в «закільцьованій» водопровідній мережі з інших районів.

Задля роз'яснення динаміки альфа-активності води артезіанських свердловин (рисунки 7–8), автори проаналізували матеріали геологічних зйомок масштабу 1:200000 (аркуш М-36-XIII (місто Київ), напрацьованих геологічними експедиціями України [22].

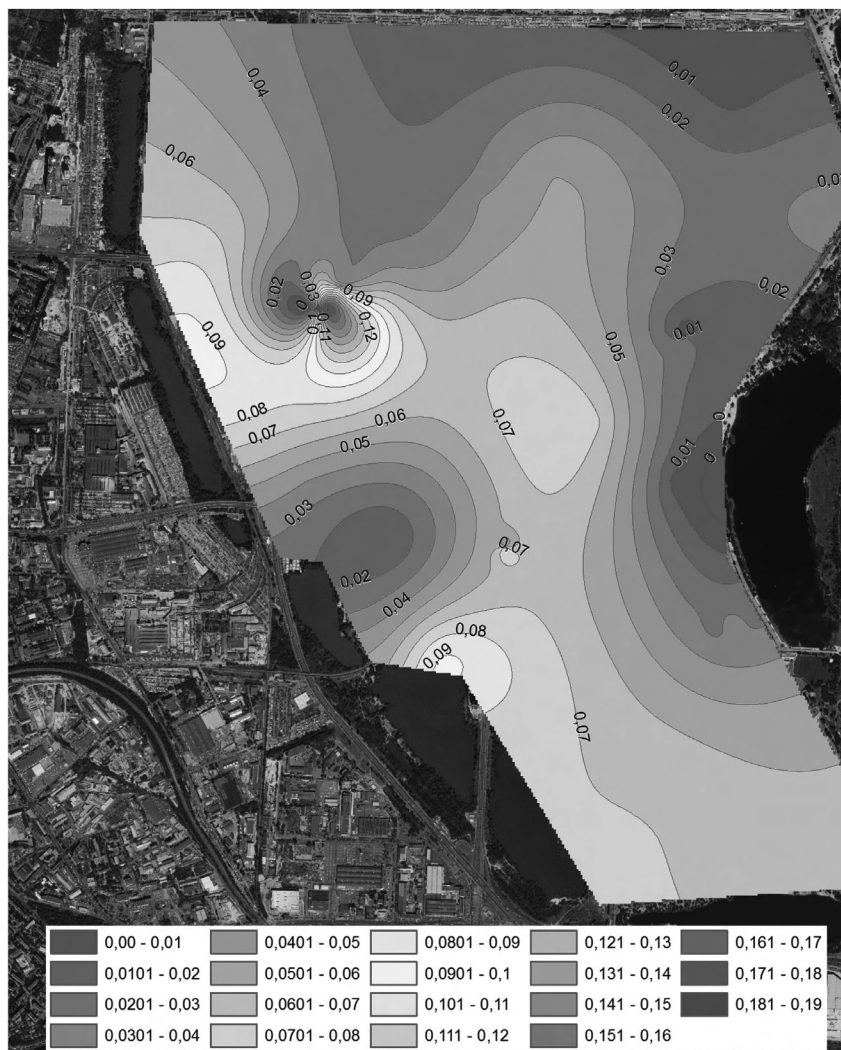


Рисунок 7 – Динаміка сумарної альфа-активності води артезіанських свердловин сеноману верхньої крейди в Оболонському районі



Рисунок 8 – Динаміка сумарної альфа-активності води артезіанських свердловин байосу середньої юри в Оболонському районі

На підставі аналізу результатів особливостей глибинної геологічної структури території, виконаних у 1991–1998 рр., зауважимо, що на формування давньої річкової мережі Оболонського району істотно вплинули тектонічні фактори. Долини водотоків успадкували негативні структури доюрського рельєфу. Такі структури сформувалися вздовж послаблених зон у породах фундаменту, приурочених, насамперед, до найдавніших розривних порушень. Оскільки вони здебільшого мають північно-східне та північно-західне орієнтування, то річкова мережа, що формувалась саме тоді, мала аналогічний напрямок: це знайшло відображення на рисунках 2–3. У подальшому розломи зазнавали активізації,

по них відбувались блокові переміщення фундаменту, які часто визначали орієнтування річкової мережі, спричиняли міграцію русел, впливали на інтенсивність процесів розмиву й осадонакопичення. Здебільшого це характерно для водотоків, що формувались на пухких піщано-глинистих утвореннях тріасу. Останні легко розмивались – це призводило до утворення глибоких долин-депресій у доюрському рельєфі, виповнених згодом алювіальними різнофасціальними осадами значної потужності. Глинисті відклади, які менше зазнавали ерозії, відігравали роль екрана. Блокові переміщення фундаменту, неоднаковий вріз давніх водотоків у доюрську поверхню і подальша ерозія сформованих осадків зумовили

значні варіації розрізів як за потужностями, так і за набором літофациальних складових. Такими геолого-тектонічними факторами, на нашу думку, можна пояснити динаміку альфа-активності води артезіанських свердловин (у найближчому до кристалічного фундаменту юрському горизонті вона вища, а в сеноманському – нижча).

Висновки

За даними восьмирічних досліджень встановлено, що сумарна альфа-активність води з 27 % артезіанських свердловин перевищує нормативно допустимі значення, тож відповідно до вимог ДСанПіН 2.2.4-171-10 [4] рекомендуємо проводити додаткові селективні визначення питомої активності 5 радіонуклідів.

Середня сумарна альфа-активність крейдяної сеноманської води по місту Києву становить $0,033 \pm 0,003$ Бк/дм³, найактивніша вода цього ярусу видобувається на Оболоні: середня активність оболонської води – $0,045 \pm 0,004$ Бк/дм³.

Середня сумарна альфа-активність байоської середньоярської води по місту становить $0,115 \pm 0,012$ Бк/дм³, найактивніша вода цього ярусу видобувається на Оболоні та на Троєщині: $0,097 \pm 0,010$ Бк/дм³ та $0,188 \pm 0,018$ Бк/дм³ відповідно.

Значні відмінності вмісту α -випромінювачів обумовлені, насамперед, геолого-тектонічними факторами. Динаміка сумарної альфа-активності Оболонського району знайшла ГІС-відображення у рисунках 7-8, наведених у цій статті.

Список використаної літератури

1. Національна доповідь про якість питної води та стан питного водопостачання в Україні у 2012 році. Мінво регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України. 2013. 450 с.
2. Національна доповідь про якість питної води та стан питного водопостачання в Україні у 2014 році. Мінво регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України. 2015. 423 с.
3. Національна доповідь про якість питної води та стан питного водопостачання в Україні у 2016 році. Мінво регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України. 2017. 407 с.
4. Guidelines for drinking-water quality: fourth edition incorporating the first addendum. Geneva: World Health Organization, 2017. 631 p.
5. Fabiana F. Dias et al. Total alpha and beta determination by liquid scintillation counting in water samples from a brazilian intercomparison exercise. 2009 International

Nuclear Atlantic Conference INAC-2009, Rio de Janeiro, Brazil, September 27 to October 2, 2009. 8 p.

6. Altıkulac A. et al. The natural and artificial radionuclides in drinking water samples and consequent population doses. *Journal of Radiation Research and Applied Sciences*. 2015. URL: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jrras.2015.06.007>.

7. Gaye Özgür Çakal, Rufe yet Güven, Haluk Yüce. An application of LSC method for the measurement of gross alpha and beta activities in spiked water and drinking water samples/ *Nukleonika*. 2015. 60 (3). P. 637-642. URL: <https://doi.org/10.1515/nuka-2015-0089>.

8. Tsroya S. et al. Fast screening of operational aqueous samples by gross alpha and beta counting with LSC systems. *Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry*. July 2018. 317 (3). URL: <https://doi.org/10.1007/s10967-018-6007-x>.

9. Beyermann M., Bünger T., Schmidt K., Obrikat D. Occurrence of natural radioactivity in public water supplies in Germany: ²³⁸U, ²³⁴U, ²³⁵U, ²²⁸Ra, ²²⁶Ra, ²²²Rn, ²¹⁰Pb, ²¹⁰Po and gross α activity concentrations. *Radiation Protection Dosimetry*. September 2010. V. 141, № 1. P. 72–81. URL: <https://doi.org/10.1093/rpd/ncq139>.

10. Sajedah M. Al-Amir, Ibrahim F. Al-Hamarneh, Mohammad Awadallah, Tahseen Al-Abed. Natural radioactivity in tap water and associated age-dependent dose and lifetime risk assessment in Amman, Jordan. *Applied radiation and isotopes: including data, instrumentation and methods for use in agriculture, industry and medicine*. December 2011. 70 (4). 692-8. URL: <https://doi.org/10.1016/j.apradiso.2011.12.002>.

11. Marija M. Janković, Dragana J. Todorović, Nataša A. Todorović, Jovana Nikolov. Natural radionuclides in drinking waters in Serbia. *Applied Radiation and Isotopes*. 2012. V. 70. №12. P. 2703–2710. URL: <https://doi.org/10.1016/j.apradiso.2012.08.013>.

12. Дудар Т. В., Свіденюк М. О., Щербей В. Я. Використання топографічних даних та радіолокаційної зйомки для оцінки стану зсувонебезпечних ділянок. *Екологічна безпека та природокористування*. 2017. Вип. 23. С. 28–35.

13. Шураков А. Н., Якименко А. Н. Определение радионуклидов в подземных водах Киева / Методы анализа и контроля качества воды : материалы конф, Москва, 6 июня 2012 г. М. : Би., 2012. С. 16.

14. Шураков О. М., Якименко Г. М. Радиологічний стан підземних джерел водопостачання Київщини. Вода та довкілля : матеріали конф., Київ, 6–9 листопада 2012 р. С. 108–109.

15. Якименко А. Н. Оценка качества воды Киевского водохранилища по показателям радиационной безопасности. *Химия и технология воды*. 2013. том 35, № 4 (234). С. 341–348.

16. Якименко А. Н. Радиационный мониторинг поверхностных вод Киевской области. *Гидробиологический журнал*. 2013. том 49. №4 (292). С. 87–93.

17. Бузинний М. Г., Михайлова Л. Л., Сахно В. І., Романченко М. О. Дослідження природних радіонуклідів у підземній воді в Україні. *Довкілля та здоров'я*. 2011. №1. С. 31–35.

18. Бузинний М. Г., Михайлова Л. Л., Сахно В. І., Романченко М. О. Сучасні тенденції радіаційного контролю якості питної води. *Гігієна населених місць*. 2013. №62. С. 232–237.

19. ДСТУ ISO 5667-11 : 2005. Якість води. Відбирання проб. Ч. 11. Настанови щодо відбирання проб підземних вод. К. : Держспоживстандарт України, 2006.15 с.

20. ДСТУ ISO 9696-2001. Захист від радіації. Вимірювання альфа-активності у прісній воді. Метод концентрованого джерела. К. : Держспоживстандарт України, 2003. 16 с.

21. Державні санітарні норми і правила. Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною : ДСанПіН 2.2.4-171-10. К. : МОЗ України, 2013. 24 с.

22. Державна геологічна карта України масштабу 1:200 000 аркуша М-36-XIII (Київ). К. : Міністерство екології та природних ресурсів України, Північне державне регіональне геологічне підприємство «Північгеологія», 2001. 78 с.: іл. URL: <http://www.geokniga.org/sites/geokniga/files/mapcomments/m-36-xiii-kiev-geologicheskaya-karta-i-karta-poleznyh-iskopaemyh-chetvertichnyh.pdf>.

References

1. National report on quality of drinking water and state of drinking water supply in Ukraine in 2012. Ministry of Regional Development, Construction, Housing and Communal Services of Ukraine, 2013, 450.

2. National report on quality of drinking water and state of drinking water supply in Ukraine in 2014. Ministry of Regional Development, Construction, Housing and Communal Services of Ukraine, 2015, 423.

3. National report on quality of drinking water and state of drinking water supply in Ukraine in 2016. Ministry of Regional Development, Construction, Housing and Communal Services of Ukraine, 2017, 407.

4. Guidelines for drinking-water quality: fourth edition incorporating the first addendum. Geneva: World Health Organization, 2017, 631.

5. Fabiana, F. Dias et al. (2009). Total alpha and beta determination by liquid scintillation counting in water samples from a Brazilian intercomparison exercise. 2009 International Nuclear Atlantic Conference INAC-2009, Rio de Janeiro, Brazil, 8.

6. Altıkuş, A. et al. (2015). The natural and artificial radionuclides in drinking water samples and consequent population doses. *Journal of Radiation Research and Applied Sciences*. Retrieved from <http://dx.doi.org/10.1016/j.jrras.2015.06.007>.

7. Çakal, G. Ö., Güven, R., Yüce, H. (2015). An application of LSC method for the measurement of gross alpha and beta activities in spiked water and drinking water samples. *Nukleonika*, 60(3), 637-642. DOI: 10.1515/nuka-2015-0089.

8. Tsroya, S. et al. (2018). Fast screening of operational aqueous samples by gross alpha and beta counting with LSC systems. *Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry*. 317(3). DOI: 10.1007/s10967-018-6007-x.

9. Beyermann, M., Bünger, T., Schmidt, K., Obrikat, D. (2010). Occurrence of natural radioactivity in public water

supplies in Germany: 238U, 234U, 235U, 228Ra, 226Ra, 222Rn, 210Pb, 210Po and gross α activity concentrations. *Radiation Protection Dosimetry*, 1, 72-81. Retrieved from <https://doi.org/10.1093/rpd/ncq139>.

10. Al-Amir, S.M., Al-Hamarneh, I.F., Awadallah, M., Al-Abed, T. (2011). Natural radioactivity in tap water and associated age-dependent dose and lifetime risk assessment in Amman, Jordan. *Applied radiation and isotopes: including data, instrumentation and methods for use in agriculture, industry and medicine*. 70(4), 692-698. DOI: 10.1016/j.apradiso.2011.12.002.

11. Janković, M.M., Todorović, D.J., Todorović, N.A., Nikolov, J. (2012). Natural radionuclides in drinking waters in Serbia. *Applied Radiation and Isotopes*. 70(12), 2703-2710. Retrieved from <https://doi.org/10.1016/j.apradiso.2012.08.013>.

12. Dudar, T., Svideniuk, M., Scherbei, V. (2017). Measuring topographic data and radiolocation imaging for assessing state of landslide areas. *Environmental Safety and Environmental Management*. No. 23, 28-35.

13. Shurakov, A., Yakimenko, A. (2012). Identification of radionuclides in groundwater of Kyiv. *Methods of Water Quality Analysis and Control. Proceedings of the Conference, Moscow*, 16.

14. Shurakov, O., Yakimenko, G. (2012). Radiological state of groundwater sources of water supply in the Kyiv region. *Water and Environment. Proceedings of the Conference*. Kyiv, 108-109.

15. Yakimenko, A. (2013). Quality assessment of water in Kyiv Reservoir by radiation safety indicators. *Water chemistry and technology*, 4(234), 341-348.

16. Yakimenko, A. (2013). Radiation monitoring of surface water in the Kyiv region. *Hydrobiology Journal*. 4(292), 87-93.

17. Buzynnyi, M., Mykhailova, L., Sakhno, V., Romanchenko, M. (2011). Study of natural radionuclides in underground water in Ukraine. *Environmental and Health*. No. , 31-35.

18. Buzynnyi, M., Mykhailova, L., Sakhno, V., Romanchenko, M. (2013). Modern trends in radiation monitoring of drinking water quality. *Hygiene of Settled Areas*. No. 62, 232-237.

19. DSTU ISO 5667-11:2005. Water quality. Sampling. Part 11. Procedures on groundwater sampling. Kyiv, State Committee of Ukraine on Technical Regulation and Consumption Policy of Ukraine, 2006, 15.

20. DSTU ISO 9696-2001. Radiation protection. Measuring alpha activity in fresh water. Concentrated source method. Kyiv, State Committee of Ukraine on Technical Regulation and Consumption Policy of Ukraine, 2003, 16.

21. DSanPiN 2.2.4-171-10. State health and safety standards and rules. Health and safety requirements for drinking water intended for human consumption. Kyiv, Ministry of Health of Ukraine, 2013, 24.

22. State geological map of Ukraine with a scale of 1:200 000 M-36-XIII. Kyiv, Ministry of Ecology and Natural Resources of Ukraine, Northern State Regional Geological Enterprise "Pivnichgeolohiia", 2001, 78. Retrieved from <http://www.geokniga.org/sites/geokniga/files/mapcomments/m-36-xiii-kiev-geologicheskaya-karta-i-karta-poleznyh-iskopaemyh-chetvertichnyh.pdf>.

About Gross Alpha Activity of Underground Water Sources

Dudar T.¹, Iakymenko A.¹, Titarenko O.², Svideniuk M.²

¹ Department of Environmental Studies, National Aviation University, Kyiv, Ukraine

² Scientific Center for Aerospace Research of the Institute for Geology of NAS of Ukraine, Kyiv, Ukraine

Artesian wells remain strategically important sources of drinking water for the Kyiv megacity, especially in the vicinity of radioactively contaminated areas of the Chernobyl exclusion zone. The contribution of groundwater to the total volume of drinking water was indicated. The water from 144 artesian wells was investigated in terms of gross alpha activity: 67 of them were drilled up to the Cenomanian aquifer of the Upper Cretaceous, 77 - up to the Bajocian aquifer of the Middle Jurassic.

Studies have found that the gross alpha activity in 39 wells exceeds the regulatory limit, with 37 of the 39 wells supplying water from the Bajocian aquifer. The average gross alpha activity of the Cenomanian water is 0.033 ± 0.003 Bq/dm³, the most active water of this aquifer is produced in the Obolon area where the average value equals 0.045

± 0.004 Bq/dm³. The average gross alpha activity of the Bajocian water is 0.115 ± 0.012 Bq/dm³, the most active water of this aquifer is produced in the Obolon and Troyeshchyna areas where the average values equal 0.097 ± 0.010 Bq/dm³ and 0.188 ± 0.018 Bq/dm³, respectively. Therefore, in average, the Bajocian water is 3.5 times more active than the Cenomanian one: the average activity reaches 0.115 ± 0.012 Bq/dm³ against 0.033 ± 0.003 Bq/dm³.

GIS mapping of the total content of α -emitters in the groundwater of both aquifers was created. The dynamics of the gross alpha activity of artesian water from both aquifers was monitored for the Obolon area. It was determined that when consuming the Bajocian water, two times more alpha-emitters enter the human body than from the Cenomanian water.

The processing of the results through the spline interpolation with the Spatial Analyst Tools module ArcGIS 10.1 made it possible to analyze this trend for the megacity area: geological and tectonic factors such as block movement of the foundation, unequal incision of ancient watercourses into the pre-Bajocian surface and the erosion of sediments had always had the greatest influence on the enhanced alpha activity of the Bajocian water.

Keywords: gross alpha activity, α -emitters, indicators of radiation safety, groundwater, GIS project.

Отримано 17.11.2019