



УДК 543.3:628.1

## АНАЛІЗ ЕКОЛОГІЧНОГО СТАНУ НЕЦЕНТРАЛІЗОВАНОГО ПИТНОГО ВОДОПОСТАЧАННЯ ЗА САНІТАРНО- ХІМІЧНИМИ ПОКАЗНИКАМИ

М.П. Строкаль, аспірант\*

В.А. Копілевич, доктор хімічних наук

Л.В. Войтенко, кандидат хімічних наук

Національний університет біоресурсів і природокористування України

Виконано екологічне оцінювання якості питної води нецентралізованих джерел на межі Полісся і Лісостепу в Київській області. Виявлено, що стан водних об'єктів, розташованих на межі природно-кліматичних зон, за рядом санітарно-хімічних показників у більшості випадків відповідає вимогам І–ІІ екологічних класів (вода безпечна, придатна для споживання), за винятком вмісту кадмію.

**Актуальність дослідження.** Наразі якість питної води в Україні є проблемою рівня державної безпеки країни [1], оскільки масового характеру набуло забруднення водних об'єктів сполуками антропогенного походження – нітратами, важкими металами, пестицидами тощо [2]. Особливої уваги потребують нецентралізовані вододжерела, розташовані переважно на аграрних територіях і це пояснюється, в першу чергу, тим, що їх контроль та моніторинг здійснюється в обмеженому обсязі. По-друге, нецентралізоване водопостачання є основним джерелом питної води в сільських населених пунктах, де проживає біля 31% (14,336885 млн) мешканців від загальної чисельності населення (45,778534 млн) України [3]. На відміну від населення великих міст, мешканці сіл у більшості не

мають доступу до альтернативних джерел водопостачання (бюветів, бутильованої води, пунктів розливу).

Згідно з Постановою Кабінету міністрів України № 741 від 27.09.08 "Про затвердження Державної цільової соціальної програми першочергового забезпечення централізованим водопостачанням сільських населених пунктів на період до 2010 року" у 2009 р. було передбачено бюджетне фінансування в обсязі 53,4 млн грн, а виділено лише 20 тис. грн (0,04%) [2]. Однак актуальність здійснення цієї програми залишається і надалі, а тому дослідження якості води об'єктів нецентралізованого водопостачання України є справою державного значення, хоча б в одержанні достовірної інформації про рівень придатності водних джерел для господарських пот-

\*Науковий керівник – доктор хімічних наук В. А. Копілевич.



реб з урахуванням впливу води на тривалість та якість життя мешканців сільських територій.

Отже, основна мета дослідження полягала в екологічному оцінюванні нецентралізованих джерел питного водопостачання на основі аналітичних досліджень ряду санітарно-хімічних показників.

**Об'єкти та методи дослідження.** Нецентралізовані джерела питного водопостачання представлені підземними водами (криниці) та підземними водами (свердловини). Об'єкти дослідження розташовані на межі Поліської та Лісостепової природно-кліматичних зон Київської області. Моніторинг якості питних вододжерел проведено на територіях відокремленого підрозділу НУБіП України "Навчально-дослідне господарство "Ворзель" та Немішаївського агротехнічного коледжу (зона Полісся), а також на територіях Боярського коледжу екології і природних ресурсів та відокремленого підрозділу НУБіП України "Боярська лісова дослідна станція" (зона Лісостепу).

Екологічна оцінка стану вищевказаних водних об'єктів здійснювалась на основі екологічної класифікації відповідно до ДСТУ 4808:2007 [4] та національних нормативів, встановлених ДСанПіН 2.2.4-171-10 [5].

Дослідження екологічного стану питних джерел проводились протягом 2008–2011 рр. за показниками, які, відповідно до ДСТУ 4808:2007, використовуються для екологічної оцінки стану вододжерел: вмістом алюмінію, заліза загального, кадмію, марганцю, міді, нікелю, свинцю, цинку та фторидів. Слід відзначити, що за класифікацією ДСанПіН 2.2.4-171-10 ряд вказаних компонентів питної води відносяться до речовин II класу небезпеки (Al, Cd, F, Pb).

Лабораторні дослідження санітарно-хімічних показників якості води прове-

дено на базі сертифікованої вимірювальної лабораторії якості поверхневих, підземних та стічних вод і об'єктів сільськогосподарського використання кафедри аналітичної і біонеорганічної хімії та якості води НУБіП України, акредитованої Укрметтестстандартом (свідоцтво про акредитацію № ПТ-0117/07 від 27.04.2007). Вміст важких металів (Pb, Cd, Cu, Zn) визначено з використанням автоматизованого комплексу МХ-А-1000-5, який у 2007 р. пройшов Державні контрольні випробовування в Укрметтестстандарті та занесений до державного реєстру засобів вимірювальної техніки за реєстраційним номером У2551-07, ТУ У 13694790.002-95. Відбір проб здійснено відповідно до вимог ГОСТ 24481-80. Вода питьевая. Отбор проб (Вода питна. Відбір проб) та ГОСТ 17.1.5.04-81. Приборы и устройства для отбора, первичной обработки и хранения проб природных вод (прилади та пристосування для відбору, первинної обробки і зберігання проб природних вод). Аналітичні результати, представлені в даній роботі, усереднено по території дослідження.

**Результати та їх обговорення.** Інтегральна екологічна оцінка поверхневих та підземних вод для господарсько-питних цілей наведена у державному стандарті України ДСТУ 4808:2007 [4], який дозволяє оцінити якість як поверхневих, так і підземних вод за екологічною класифікацією. Даний документ встановлює екологічну класифікацію якості підземних вод за чотирма класами: I клас – відмінна, бажана якість води; II клас – добра, прийнятна якість води; III – задовільна, прийнятна якість води; IV клас – посередня, обмежено придатна, небажана якість води. В табл. 1 наведено порівняльну характеристику екологічних нормативів до джерел водопостачання та вимог до якості питної води централізова-



Таблиця 1. Нормативи та екологічна класифікація якості нецентралізованих джерел питної води

Показники якості питної води	Нормативи якості води, мкг/дм <sup>3</sup>		Екологічні класи якості за ДСТУ 4808:2007, мкг/дм <sup>3</sup>			
	ДСанПіН 2.2.4-171-10		I	II	III	IV
	Водопровідна, з пунктів розливу та кюветів	Колодязі, каптажі джерел				
Алюміній, (Al)	200	Не визначається	Відсутність	<500	501-2000	>2000
Залізо загальне, (Fe)	200 (1000) <sup>1</sup>	1000	<300	300-1000	1001-2000	>2000
Кадмій, (Cd)	1	Не визначається	<1	1-2	3-4	>4
Марганець, (Mn)	50 (500)*	500	<50	50-100	101-500	>500
Мідь, (Cu)	1000	Не визначається	<1000	1000-2000	3000	>3000
Нікель, (Ni)	20**	Не визначається	<20	2-50	51-100	>100
Свинець, (Pb)	10	Не визначається	<10	10-30	31-100	>100
Фториди, (F)	Для кліматичних зон: IV - 700, III - 1200, II - 1500	1500	2000-7000	2000-7000	2000-7000	2000-7000
Цинк, (Zn)	1000	Не визначається	<100	100-200	201-500	>500

\* – встановлюється за погодженням з головним державним санітарним лікарем відповідної адміністративної території; \*\* - набирає чинності з 1 січня 2015 р.

них та нецентралізованих джерел. Аналіз наведених даних свідчить про те, що лише води I екологічного класу придатні за санітарно-хімічними показниками, дослідженими у даній роботі, для питного водопостачання з нецентралізованих джерел (колодязів, каптажів джерел). Слід відзначити таку особливість нормування якості питної води нецентралізованих джерел за ДСанПіН 2.2.4-171-10: ряд показників (вміст Al, Cd, Cu, Ni, Pb, Zn) в них не обов'язкові до контролю (позначено терміном – "не визначається"). Проте, на наш погляд, це не означає, що вказані речовини не є токсични-

ми для людей, що п'ють воду з криниць, тому при оцінюванні якості води нецентралізованих джерел було прийнято нормативи, вказані для води централізованого водопостачання.

*Характеристика якості води на території НДГ "Ворзель".* Результати досліджень, наведених у табл. 2, свідчать про те, що на території НДГ "Ворзель" якість води локального водогону з підземних джерел (свердловин) та у криницях за 2008 та 2011 рр. відноситься до I екологічного класу якості за більшістю показників, крім кадмію та цинку. За вмістом кадмію як підземні джерела, так і криниці (дані



2008 р.) відносяться до IV екологічного класу якості води (небажаної якості). Повторні дослідження в 2011 р. на меншій кількості джерел показали, що спостерігається тенденція покращання якості за цим показником до II класу. Спостерігались також значні коливання вмісту цинку протягом періоду дослідження у воді криниць, що важко обґрунтувати дією виключно природно-кліматичних чинників.

*Характеристика якості води на території Немішайвського коледжу.* Якість підземних вод, води локального водогону з цих джерел та криничних вод на території Немішайвського коледжу характеризується відмінною якістю (I клас) за більшістю показників протягом 2008–2011 рр. (табл. 2). Винятком є високі концентрації кадмію в усіх нецентралізованих джерелах водопостачання та цинку в підґрунтових водах у 2011 р., внаслідок чого якість води знижується до IV та III екологічних класів відповідно.

Вміст заліза загального в підземних водах та водогоні з цих джерел перевищує норматив ( $\leq 200$  мкг/дм<sup>3</sup>, табл. 1) більш ніж у 3 рази. Незважаючи на це, в цілому дані води можна віднести до II класу (прийнятної якості) за методикою ДСТУ 4808:2007.

*Порівняльна оцінка якості води на територіях НДГ "Ворзель" та Немішайвського коледжу Поліської зони.* Якість питної води на територіях НДГ "Ворзель" та Немішайвського коледжу має такі спільні ознаки: (i) якість води є відмінною (I клас) за більшістю санітарно-хімічних показників, (ii) вміст заліза у підґрунтових водах НДГ "Ворзель" та Немішайвського коледжу відповідає II та III класам відповідно лише у 2011 р. та (iii) високі концентрації кадмію було виявлено в усіх об'єктах нецентралізованого водопостачання. Якість питної води досліджених територій зони Полісся також відрізняється за

вмістом заліза. На території Немішайвського коледжу вода зі свердловин характеризується високими концентраціями заліза у підземних джерелах, на відміну від розташованих на території НДГ "Ворзель".

*Характеристика якості води на території Боярського коледжу.* Води цієї місцевості відносяться до I–III екологічних класів якості у 2009 та 2011 рр. (табл. 1). Було виявлено, що вміст заліза та кадмію в усіх об'єктах нецентралізованого водопостачання перевищує допустимий вміст ( $\leq 200$  мкг/дм<sup>3</sup> для заліза та  $\leq 1$  мкг/дм<sup>3</sup> для кадмію, табл. 1), крім 2011 р. за вмістом заліза. Загалом якість води за цими показниками відноситься до II класу, за винятком водогону, де вона відповідає III класу. За вмістом марганцю у підземних водах та водогоні з цих джерел відзначено задовільну якість (III клас, прийнятна для споживання). За рештою досліджених показників якість води в усіх нецентралізованих джерелах водопостачання є відмінною (табл. 2).

*Характеристика якості води на території Боярської лісової дослідної станції.* Нецентралізовані джерела водопостачання на цій території відповідають I–IV екологічним класам у 2009 та 2011 рр. (табл. 2). У підземних джерелах виявлено високий вміст заліза (IV клас), кадмію (II клас) та марганцю (II клас), що перевищує встановлені національні нормативи (табл. 1). У воді локального водогону з підземних джерел було виявлено високу концентрацію кадмію, що перевищує норматив більш ніж удвічі. За показниками вмісту заліза загального, кадмію та марганцю води належать до II класу, що характеризує їх як "добрі", з прийнятною якістю. Якість цих вод за рештою показників є відмінною (I клас).

Криничні води на цій території характеризуються відмінною якістю (I клас), окрім показника вмісту кадмію



Таблиця 2. Екологічні класи якості нецентралізованих джерел питного водопостачання в об'єктах дослідження

Зона	Роки	ПОКАЗНИКИ, мкг/дм <sup>3</sup>								
		Al	Fe	Cd	Mn	Cu	Ni	Pb	F**	Zn
Зона Полісся	НДГ «Ворзель»									
	Локальний водогін з підземних джерел (свердловин, n)									
	2008 (n=7)	I ( 5,00)*	I (135,43)	IV (5,20)	I ( 5)	I (8,26)	I ( $<1,00$ )	I (3,37)	71,19	I (19,67)
	Підґрунтові води (криниці)									
	2008 (n=4)	I ( 5,00)	I (102,45)	IV (4,83)	I (33,64)	I (21,73)	I (1,37)	I (2,33)	90,55	I (18,73)
	2011 (n=3) <sup>1</sup>	I ( 5,00)	I (30,00)	II (1,33)	I ( $<5,00$ )	I (8,77)	-	I (1,87)	82,33	II (101,00)
	Територія Немішайвського коледжу									
	Підземні джерела - артезіанські свердловини (n)									
	2008 (n=4)	I ( $<5,00$ )	II (800,75)	IV (6,97)	I (19,42)	I (36,83)	I (1,38)	I (4,43)	205,00	I (30,40)
	Водогін з підземних джерел (свердловин, n)									
	2008 (n=8)	I ( $<5,00$ )	II (784,13)	IV (5,43)	I (8,26)	I (9,10)	I (1,91)	I (4,61)	169,52	I (31,65)
	Підґрунтові води (криниці)									
	2008 (n=5)	I ( $<5,00$ )	I (165,50)	IV (5,09)	I ( $<5,00$ )	I (6,48)	I (1,16)	I (2,71)	39,75	I (34,02)
	2011 (n=11) <sup>2</sup>	I ( $<5,00$ )	I (57,67)	II (1,20)	I ( $<5,00$ )	I (1,87)	-	I (2,09)	58,00	III (252,54)
Зона Лісостепу	Територія Боярського коледжу									
	Підземні джерела - артезіанські свердловини (n)									
	2009 (n=2)	I ( $<5,00$ )	II (904,60)	II (1,27)	III (133,20)	I (2,53)	I ( $<10,00$ )	I (1,80)	239,40	I (36,23)
	Локальний водогін з підземних джерел (свердловини, n)									
	2009 (n=8)	I ( $<5,00$ )	III (1084,43)	II (1,46)	III (167,57)	I (19,09)	I ( $<10,00$ )	I (2,54)	196,60	I (42,30)
	Підґрунтові води, (криниці, n)									
	2009 (n=2)	I ( 5,00)	II (411,00)	II (2,13)	I ( $<5,00$ )	I (46,48)	I ( $<10,00$ )	I (0,95)	180,00	I (66,25)
	2011 (n=4) <sup>1,2</sup>	I ( 5,00)	I (32,75)	II (1,45)	I ( $<5,00$ )	I (4,75)	-	I (5,08)	128,75	I (84,75)
	Територія Боярської лісової дослідної станції									
	Підземні джерела - артезіанські свердловини (n)									
	2009 (n=7)	I ( $<5,00$ )	IV (2353,86)	II (1,45)	II (51,71)	I (12,23)	I ( $<10,00$ )	I (3,40)	112,43	I (27,07)
	Локальний водогін з підземних джерел (свердловин, n)									
	2009 (n=1)	I ( $<5,00$ )	I (25,67)	II (2,10)	I ( $<5,00$ )	I (37,20)	I ( $<10,00$ )	I (0,90)	101,00	I (11,03)
	Підґрунтові води, (криниці, n)									
2009 (n=18)	I ( 5,00)	I (41,85)	II (1,67)	I (8,69)	I (17,25)	I ( $<10,00$ )	I (2,97)	80,08	I (66,45)	
2011 (n=17) <sup>1</sup>	I ( $<5,00$ )	I (200,71)	I (0,78)	I (28,12)	I (11,87)	-	I (3,68)	75,94	III (220,01)	

<sup>1</sup> – літній сезон; <sup>2</sup> – осінній сезон; \* – скрізь у дужках представлені дані усереднені за результатами n кількості зразків води у трьохкратній повторності (за осінніх, літніх та весняних сезонів) у 2008 і 2009 роки та в одній кратності (за літній або осінній сезон) у 2011 році; \*\* – норматив вмісту однаковий для всіх класів



(II клас) у 2009 р. та вмісту цинку (III клас) у 2011 р. Вміст кадмію в досліджених криницях у середньому перевищує норматив ( $\leq 1$  мкг/дм<sup>3</sup>) на 50%. На відміну від кадмію, вміст цинку в даних водах, хоча і віднесених до "задовільної" якості, не перевищує встановлених нормативів ( $\leq 1000$  мкг/дм<sup>3</sup>, табл. 1).

*Порівняльна оцінка якості води на територіях Боярського коледжу та Боярської лісової дослідної станції.* У воді підземних джерел на території Боярської лісової дослідної станції та Боярського коледжу, розташованих на достатньо значному віддаленні, виявлено різні тренди концентрацій заліза загального та марганцю, хоча, як правило, ці два супутніх компоненти підземних вод корелюють за вмістом. За екологічною класифікацією якості води локального водогону з підземних джерел на території Боярської лісової дослідної станції відповідає I класу за більшістю показників, на відміну від аналогу на території Боярського коледжу. На обох територіях криничні води містять значні концентрації кадмію. За вмістом цинку на території Боярської лісової дослідної станції у 2011 р. вода є задовільної якості, тоді як на території коледжу - відмінної. Загалом, джерела водопостачання на території Боярської лісової дослідної станції характеризуються вищою якістю за екологічною класифікацією.

*Порівняльна оцінка якості води на межі поділу Поліської та Лісостепової зон.* Результати дослідження якості нецентралізованих джерел водопостачання за санітарно-хімічними показниками на межі Поліської та Лісостепової зон Київської області виявили ряд *спільних* характеристик. Зокрема, це високий вміст кадмію і періодичні сплески вмісту цинку. Традиційно присутність цих елементів пов'язують з техногенним забрудненням локального типу – за рахунок роботи теп-

лових станцій, металургійних підприємств. Деякі пестициди, фосфатні добрива згадують як можливі джерела надходження кадмію у поверхневі та ґрунтові води [6]. Проте не можна виключати і природний чинник, а саме наявність на території дослідження біогеохімічної аномалії з підвищеним вмістом цих компонентів у складових довкілля [7, 8]. Слід відзначити також, що біогеохімічні характеристики кадмію та цинку близькі внаслідок схожості хімічних властивостей [7].

Виявлено деякі *відмінності* в якості нецентралізованих джерел водопостачання Поліської та Лісостепової зон. Перш за все, концентрації кадмію у водах територій Полісся вищі, порівняно з територіями Лісостепу. По-друге, в Лісостеповій частині виявлено підвищені концентрації марганцю у підземних джерелах водопостачання, тоді як у Поліській зоні вміст марганцю не перевищує допустимий рівень. По-третє, в Лісостеповій зоні на території Боярського коледжу підземні джерела більш забруднені порівняно з територіями Поліської зони.

#### Висновки

Найбільш забрудненими є нецентралізовані джерела водопостачання на території Боярського коледжу порівняно з іншими територіями за екологічною класифікацією ряду санітарно-хімічних показників. Найменш забрудненими можна вважати води, які знаходяться на територіях Боярської лісової дослідної станції в зоні Лісостепу та НДГ "Ворзель" в зоні Полісся. Це пояснюється тим, що лісова станція розташована у зоні з найнижчим рівнем антропогенного навантаження – у лісовому масиві. Джерела питного водопостачання на територіях Боярського та Немішаївського коледжів відчувають значно інтенсивніший антропогенний вплив, оскільки на цих територіях відбувається неконтрольований скид побуто-



во-господарчих стічних вод і практично повністю відсутня система централізованого водовідводу й очищення.

Було виявлено непогодженість методики оцінки екологічного стану вод, придатних для споживання людиною, за ДСТУ 4808:2007 з національними нормативами, встановленими в ДСанПіН 2.2.4-171-10. Наприклад, криничні води на території Боярської лісової дослідної станції за вмістом цинку відносяться до екологічної категорії "задовільної" якості, тоді як їх концентрації не перевищують встановлені нормативи для питної води. Потрібно зазначити, що методика ДСТУ 4808:2007 призначена для оцінювання вод, які проходять попередню очистку [9]. В нашому випадку, нецентралізовані джерела водопостачання не є об'єктом попередньої очистки води, вони безпосередньо споживаються для господарсько-питних цілей [10]. В окре-

мих випадках, вода водогонів з підземних джерел повинна попередньо очищуватися від надлишку заліза та марганцю.

Проведено попередню екологічну оцінку якості різних видів нецентралізованих джерел водопостачання на межі Поліської та Лісостепової зон Київської області за рядом санітарно-хімічних показників до класифікації ДСТУ 4808:2007 та наведено короткий порівняльний аналіз ДСТУ 4808:2007 з ДСанПіН 2.2.4-171-10. Результати вказують на (i) відмінності в якості питної води, (ii) спільні характеристики та (iii) на можливі причини відхилення якості води нецентралізованих джерел від екологічних стандартів на межі зон Полісся та Лісостепу. Для більш повного екологічного оцінювання слід провести також моніторинг груп епідеміологічної, паразитологічної, санітарно-хімічної, радіологічної безпечності та якості води.

## Література

1. Рада Національної безпеки і оборони України. Рішення "Про стан безпеки водних ресурсів держави та забезпечення населення якісною питною водою в населених пунктах України". - Введено в дію Указом Президента N 221/2009 від 06.04.2009. - [Режим доступу]: - <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/n0004525-09>.
2. Національна доповідь про стан навколишнього природного середовища в Україні у 2008 році / МінЖКГ України. - Оф. вид. - К.: МінЖКГ, 2010. - 710 с.
3. Чисельність наявного населення України на 1 січня 2011 року / Держкомстат України. - Оф. вид. - К.: Державний комітет статистики України, 2011. - 112 с.
4. Джерела централізованого питного водопостачання. Гігієнічні і екологічні вимоги щодо якості води та правил вибирання: ДСТУ 4808:2007. - [Чинний від 2007-07-05]. - К.: Держспоживстандарт України, 2007. - 36 с.
5. Державні санітарні норми та правила "Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною": ДСанПіН 2.2.4-171-10. - [Чинний від 2010-05-12]. - К.: Міністерство охорони здоров'я України, 2010. - [Режим доступу]: - <http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/z0452-10/>.
6. Сенновская Т.В. Сад у дороги // Наука и жизнь, 2006. - № 5. - С. 93.
7. Воронкова И.П. Межсредовое распределение токсичных микроэлементов в окружающей среде сельских и урбанизированных территорий: Автореф. дис. ... канд. биол. наук: 03.00.16 - Оренбург, 2004. - 26 с.
8. Корж В.Д. Геохимия элементного состава гидросферы // М.: Недра, 1991. - 243 с.
9. Кофанов В.І., Огняник М.С. Нормативно-методичне забезпечення визначення якості води при оцінці впливу на навколишнє середовище // Екологія довкілля та безпека життєдіяльності. - 2008. - №4. - С. 15-23.



10. Шляхи забезпечення нормативної якості питної води від стану джерел централізованого водопостачання / Н. А. Мешкова-Клименко, І. С. Єзловецька, В. Ф. Вакуленко // "Наукові доповіді НАУ" 2007-3 (8). – [Режим доступу]: – <http://www.nbuv.gov.ua/e-Journals/nd/2007-3/07mnacws.pdf>

## АННОТАЦІЯ

**Строкаль М.П., Копілевич В.А., Войтенко Л. В.** Аналіз екологічного стану нецентралізованого питтєвoгo водоснабження по санітарно-хімічним показателям // *Біоресурси і природопольовання*. – 2012. – 4, № 1-2. – С. 34-41.

Выполнено экологическое оценивание качества питьевой воды нецентрализованных источников на границе Полесья и Лесостепи в Киевской области. Показано, что состояние водных объектов, размещенных на границе природно-климатических зон, по ряду санитарно-химических показателей в большинстве случаев отвечает требованиям I-II классов (вода безопасная, пригодная для употребления), за исключением содержания кадмия.

## SUMMARY

**M. Strokal, V. Kopilevych, L. Voytenko.** An analysis of environmental status of non-centralized drinking water supply on sanitary-chemical indicators // *Biological Resources and Nature Management*. – 2012. – 4, № 1-2. – P. 34-41.

An environmental assessment of non-centralized drinking water supply sources, which are located on a boundary between Polissya and Forest-Steppe territories in Kyiv oblast' has been performed. The analysis has revealed that the quality of these drinking sources on a few sanitary-chemical indicators of water quality is met the requirements of I-II environmental quality classes (water with appropriate quality for drinking purposes) in most cases except for Cadmium content.