

ЕКОЛОГІЧНА ОЦІНКА ВПЛИВУ УРБОСИСТЕМ НА ЯКІСТЬ ВОДНИХ РЕСУРСІВ

Скок С.В.

ДВНЗ «Херсонський державний аграрно-економічний університет»
вул. Стрітєська, 23, 73009, м. Херсон
skok_sv@ukr.net

Внаслідок інтенсивного розвитку урбанізаційних процесів відбувається забруднення поверхневих та підземних вод нітритним, амонійним азотом, сполуками важких металів, фенолом, нафтопродуктами. Найгірший екологічний стан поверхневих вод спостерігається у пониззі Дніпра, Сіверського Дінця, річках Приазов'я, які не відповідають екологічним нормативам за рибогосподарськими та культурно-побутовими критеріями. Встановлено, що основним негативним фактором впливу на якість поверхневих вод є скид забруднених стічних вод з урбанізованих територій, з яких 30% становлять промислові стічні води великих міст, господарсько-побутові – 69%, стічні води сільського господарства – 0,1%. Найбільша кількість забруднених стічних вод потрапляє у поверхневі води через централізовану систему водовідведення міст Дніпропетровської (23%), Львівської (7,1%), Запорізької (6,4%), Одеської (3,2%) областей. Перевищення граничнодопустимої концентрації нафтопродуктів, фенолів, заліза в десятки разів призвело до антропогенно зумовленої трансформації руслових систем, деструкції річкових гідроєкосистем та суттєвого зниження їх водогосподарського та рекреаційного значення. Із усього обсягу стічних вод міста Херсона близько 12% надходять без очистки до гідроєкосистем пониззя Дніпра. Встановлено перевищення рівня мінералізації, сульфатів, хлоридів, амонійного азоту, фосфатів у 2–6 разів.

Інтенсивна експлуатація водозабірних свердловин, понаднормативний водовідбір призвів до порушення зони активного водообміну, посиленої міграції забруднюючих речовин з верхніх горизонтів у нижні. Внаслідок цього протягом останніх 5 років спостерігається чітка тенденція погіршення якісних показників питної води у містах України.

Згідно з оцінками рівнів забруднення підземних вод встановлено, що для західної та центральної частини міста Херсона рівень забруднення за мінералізацією є високим. Для артезіанських свердловин північної, північно-східної та північно-західної частин Херсона встановлено низький рівень забруднення за мінералізацією та за вмістом токсичних речовин I, II, III класів небезпеки. Виявлено просторово-часову диференціацію вмісту хлоридів, сульфатів, нітратів, жорсткості та мінералізації. Здійснено оцінку впливу водовідбору на стан підземних вод, внаслідок чого зменшення загального видобутку підземних вод призвело до підвищення динамічних їх рівнів та погіршення якості води. *Ключові слова:* поверхневі води, підземні води, каналізаційні стоки, деструкція гідроєкосистем, міграція забруднюючих речовин, артезіанські свердловини.

Ecological evaluation of the impact of urban systems on the quality of water resources. Skok S.

The intense development of urbanization processes results in polluting surface water and groundwater with nitrite and ammonium nitrogen, compounds of heavy metals, phenol and petrochemical products. The worst ecological condition of surface water is detected in the lower reaches of the Dnieper, Siverskyi Donets, the rivers of Pryazovia, which do not meet the environmental requirements by fishery and household criteria. The study determines that the main negative factor of the impact on the quality of surface water is dumping polluted sewage of the urbanized territories, 30% of them is industrial sewage of big cities, 69% is domestic sewage, 0.1% is agricultural wastewater. The largest amount of polluted sewage has been dumped into surface water through the centralized water passage by the cities of Dnipro (23%), Lviv (7.1%), Zaporizhzhia (6.4%) and Odesa (3.2%) regions. Exceeding the threshold limit value of petrochemical products, phenols and iron dozens of times has caused anthropogenic transformation of riverbed systems, destruction of hydro-ecosystems and a considerable reduction in their water economy and recreation importance.

About 12% of the total volume of Kherson untreated sewage comes to the hydro-ecosystems of the Lower Dnipro. The study determines that the level of mineralization, sulfates, chlorides, ammonium nitrogen and phosphates exceeds the standards 2–6 times.

Intensive exploitation of water wells and excessive water intake have caused the disruption of the zone of active water cycle and intensified migration of pollutants from higher levels into lower ones. As a result, over the past five years there has been a clear tendency to deterioration of quality indexes of drinking water in the cities of Ukraine.

The evaluation of the levels of groundwater pollution makes it possible to determine that the pollution level by mineralization is high in the western and central parts of Kherson. The research determines that the pollution level by mineralization and the content of toxic substances of the 1st, the 2nd and the 3rd classes of hazards is low in the artesian wells of the northern, northeastern and northwestern parts of Kherson. It establishes space-time differentiation of the content of chlorides, sulfates, nitrates, water hardness and mineralization. The study evaluates the impact of water intake on the condition of groundwater, resulting in a reduction in the total groundwater extraction causing an increase in its dynamic levels and water quality deterioration. *Key words:* surface water, groundwater, sewage, destruction of hydro-ecosystems, migration of pollutants, artesian wells.

Постановка проблеми. Водні ресурси є головним екологічним фактором, який визначає соціальний, економічний, екологічний розвиток суспільства. Систематичне інтенсивне антропогенне навантаження на навколишнє природне середовище

спричинило погіршення еколого-гігієнічного стану поверхневих та підземних вод. Щороку близько 3,5 мільйона випадків смертей пов'язані з неякісним водопостачанням, санітарією та гігієною [1]. Саме тому на Конференції ООН зі сталого розвитку

(Pio+20) було акцентовано на питанні якості води як лімітуючого чинника безпеки питного і господарського водопостачання.

Актуальність дослідження. Континентальні поверхневі води є найбільш уразливою ланкою гідросфери стосовно зовнішнього негативного впливу, що призводить до загального дефіциту, поступового виснаження та інтенсивного забруднення поверхневих вод. До причин, які викликають ці явища, належать: скид неочищених комунально-господарських та промислових стічних вод, втрата природних водозбірних площ, зникнення лісових масивів, екстенсивні методи ведення сільського господарства, екологічно необґрунтовані гідротехнічні та меліоративні заходи. Саме тому у більшості країн Західної Європи (Австрія, Великобританія, Данія, Німеччина, Франція) основним джерелом водопостачання є підземні води.

Особливе занепокоєння викликає якісний стан водних ресурсів у зоні впливу міських систем, які використовують великі об'єми поверхневих та підземних вод для господарсько-побутових та промислових потреб, з яких 80% потрапляє до природних вод у неочищеному стані [2; 3].

Інтенсивний антропогенний пресинг на водно-ресурсний потенціал, низькі темпи розвитку водопровідно-каналізаційного господарства призвели до деградації гідросфери, зниження якості води, втрати самоочисної та самовідновної здатності джерел води. Проблеми екологічного стану водних ресурсів набули глобальних масштабів і потребують невідкладних природоохоронних заходів з оптимізації водокористування для їх відновлення [4; 5].

Особливо небезпечними є скид забруднених промислових стічних вод, несанкціоноване утворення звалищ твердих побутових відходів, відсутність організованого управління поверхневим стоком. Незважаючи на зменшення використання води у промисловості на 25% протягом 8 років та скиду стічних вод до водних об'єктів на 33,4%, кількість скиду забруднених стічних вод зростає внаслідок застарілого технічного стану водогосподарського комплексу та низького рівня очистки стічних вод від забруднюючих речовин.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Проблеми водоспоживання, раціонального використання, охорони, інтегрованого управління водними ресурсами відображено у наукових працях вітчизняних та зарубіжних учених [6–13].

Особливий науковий інтерес являє вивчення гідрогеологічного та гідрохімічного режиму підземних вод. Незважаючи на їх природну захищеність від впливу зовнішніх факторів та незалежність загального обсягу вод від сезонних змін клімату, вони зазнають інтенсивного антропогенного пресингу. Причому темпи порушення підземних вод найбільш інтенсивні у великих містах та агломераціях з переважанням обсягів видобутку над експлу-

атаційними запасами [14]. Найбільший негативний вплив на якість підземних вод відзначено у містах західної частини України через залишкове забруднення нафтової промисловості, внаслідок чого спостерігається перевищення вмісту кишкової палички у 80 разів [15].

Згідно з дослідженнями С. Mikovits, Г.Г. Лютого [4; 6; 7] значний вплив на гідрохімічний склад підземних вод здійснюють аварійні витoki водогінних та каналізаційних мереж у зв'язку зі зношеністю металевих труб та схильністю їх до корозії. Із загальної довжини водогінних мереж протяжністю 124,7 тисячі кілометрів 39% перебувають у аварійному стані, що призводить до 30% втрат питної води.

Виділення не вирішених раніше частин загальної проблеми, котрим присвячується зазначена стаття. В умовах інтенсивного розвитку урбанізації не досить вивчені питання впливу урбосистем на джерела водних ресурсів. Адже важливими індикаторами екологічного стану великого міста є якісний стан поверхневих та підземних вод, який змінюється внаслідок взаємного впливу абіотичних та антропогенних факторів [15–16]. З огляду на особливості функціонування кожного міста, спільним фактором впливу на формування якості водних ресурсів у межах урбосистем є інтенсивна антропогенна діяльність, що призводить до порушення екологічної рівноваги, виникнення незворотних процесів у навколишньому природному середовищі.

Зв'язок авторського доробку з важливими практичними завданнями. Результати дослідження доцільно впроваджувати та використовувати у сфері водного господарства, екології та природних ресурсів з метою ліквідації еколого небезпечних аварійних ситуацій систем каналізації, повторного використання стічних вод, покращення екологічного стану приміських акваторій річок, удосконалення моніторингових досліджень якості підземних вод, оптимізації використання водних ресурсів з метою зменшення негативного впливу джерел забруднення на водне середовище.

Новизна. Встановлено сумарний урбанізований вплив на якість водних ресурсів у межах міста Херсона, визначено можливості зниження антропогенного навантаження в зоні впливу урбосистем.

Матеріали і методи досліджень. Дослідження проводилися на основі ретроспективного, системного аналізу стану водних ресурсів, аналізу статистичних даних об'ємів водокористування та водовідведення. Визначення якості питної води здійснено за 400 пробами у різних районах м. Херсона. Якість питної води визначалася за 24 гідрохімічними показниками відповідно до державних санітарних норм та правил «Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною» (2010 р.) Оцінка еколого-гідрогеологічних умов та рівнів забруднення підземних вод здійснена згідно зі шкалами співставлення концентрацій токсичних речовин

та мінералізації до їх граничнодопустимої концентрації (таблиця 1) [17]. Рівень впливу водовідбору на стан підземних вод здійснювався згідно з коефіцієнтом прогнозних ресурсів підземних вод [18].

Застосовані методи абстракції, аналогії, порівнянь, інтегративного підходу щодо впливу функціонування урбосистем на якісний стан водних ресурсів.

Виклад основного матеріалу. Територія України є однією з найменш водозабезпечених країн Європи. Запаси місцевих водних ресурсів для нашої держави становлять 1 тис. м³ на одного жителя за рік. Територіальний розподіл водних ресурсів є нерівномірним та не забезпечує промислові потреби водоемних галузей господарства. Найбільша кількість водних ресурсів зосереджена в річках водозбірного басейну Дунаю у прикордонних районах України, де потреба у воді не перевищує 5% її загальних запасів. Найменш забезпечені водою Кривий Ріг та південні області, де зосереджені основні споживачі води.

Водні ресурси у державі формуються за рахунок атмосферних опадів, притоку транзитних вод із зарубіжних країн, місцевого стоку та підземних вод (таблиця 2).

Близько 80% становлять ресурси ріки Дніпро, що забезпечують водою майже 30 млн осіб, 2/3 всього населення України [19]. Однак внаслідок екстенсивного розвитку промисловості, низького технологічного рівня виробництва спостерігається забруднення поверхневих вод нітритним, амонійним азотом, сполуками важких металів, фенолом, нафтопродуктами, що потрапляють внаслідок скиду забруднених стічних вод.

Найгірший екологічний стан поверхневих вод спостерігається у пониззі Дніпра, Сіверського Дінця, річках Приазов'я, які є забрудненими та брудними

4–5 класу (рисунок 1), спостерігається перевищення ГДК нітратів, фосфатів, нафтопродуктів у 15 разів, внаслідок скиду стічних вод із приватних забудов, сільськогосподарських полів, промислових підприємств [18].

Більшість поверхневих вод України не відповідають екологічним нормативам за рибогосподарськими та культурно-побутовими критеріями. Тому вони стають небезпечним джерелом питного водопостачання.

Основним негативним фактором впливу на якість поверхневих вод є скид забруднених стічних вод з урбанізованих територій, з яких 30% становлять промислові стічні води великих міст, господарсько-побутові – 69%, стічні води сільського господарства – 0,1%. Найвищий ступінь очистки 97% мають господарсько-побутові стоки, промислові – 2,9%, інші – 0,1% [20]. Проблема ускладнюється низькою ефективністю очистки стічних вод, незадовільним технічним станом очисних споруд та повною відсутністю очистки поверхневих та дренажних стоків.

Найбільшу кількість забруднених стічних вод скинуто у поверхневі води через централізовану систему водовідведення містами Дніпропетровської, Львівської, Запорізької, Одеської областей (таблиця 3, рисунок 2).

Інтенсивний розвиток урбанізації супроводжується утворенням міських агломерацій, збільшенням кількості населення, концентрацією водоемних промислових комплексів та об'єктів енергетики, що здійснюють значний негативний вплив на якість поверхневих та підземних вод.

Близько половини міських стічних вод є не досить очищеними, 15% скидаються до поверхневих вод без очистки. При цьому більшість промислових

Таблиця 1

Оцінка рівня забруднення підземних вод

Гідрогеохімічний стан води	Рівні забруднення	Показники якості			
		Мінералізація	ГДК речовин за класом небезпеки		
			I	II	III
Прийнятний	Низький	<1	<1	<1	<1
Обмежено прийнятний	Середній	1–1,5	1–2	1–5	1–10
Неприйнятний	Високий	1,5–3,0	2–3	5–10	10–20
Небезпечний	Дуже високий	> 3	> 3	> 10	> 20

Таблиця 2

Водні ресурси України

Вид ресурсів	Водні ресурси в роки за водністю, км ³	
	середній	дуже маловодний
Приток транзитного річкового стоку	280,1	217,2
Місцевий річковий стік	52,4	29,7
Загальні ресурси річкового стоку	332,5	246,9
Прогнозні ресурси підземних вод	21,0	21,0
у тому числі гідравлічно не зв'язані з поверхневим стоком	7,0	7,0
Загальні ресурси прісних вод	339,5	253,9



Рис. 1. Оцінка поверхневих вод

підприємств не мають локальних очисних споруд, тому 70% виробничих стоків потрапляють до загальнономіської системи водовідведення без очистки.

З огляду на застарілий технічний стан очисних споруд більшості міст України промислові стоки змішуються з господарсько-побутовими стоками та потрапляють до поверхневих вод з перевищенням граничнодопустимі концентрації нафтопродуктів, фенолів, заліза в десятки разів.

Серед забруднюючих речовин у стоках переважають фосфати (42,5%), що є причиною широкого

застосування у побуті фосфатовмісних мийних засобів та відсутності дієвих методів їх повної очистки на очисних спорудах.

Багаторічне господарське використання водотоків у містах як джерела скидних і стічних вод призвело до акумуляції в донних відкладеннях хімічних речовин та токсичних сполук, небезпечних для природних екосистем і здоров'я людини.

Великий вплив на річкові гідроекосистеми здійснює поверхневий стік із сільськогосподарських угідь, міських територій, забруднюючи їх пестицидами,

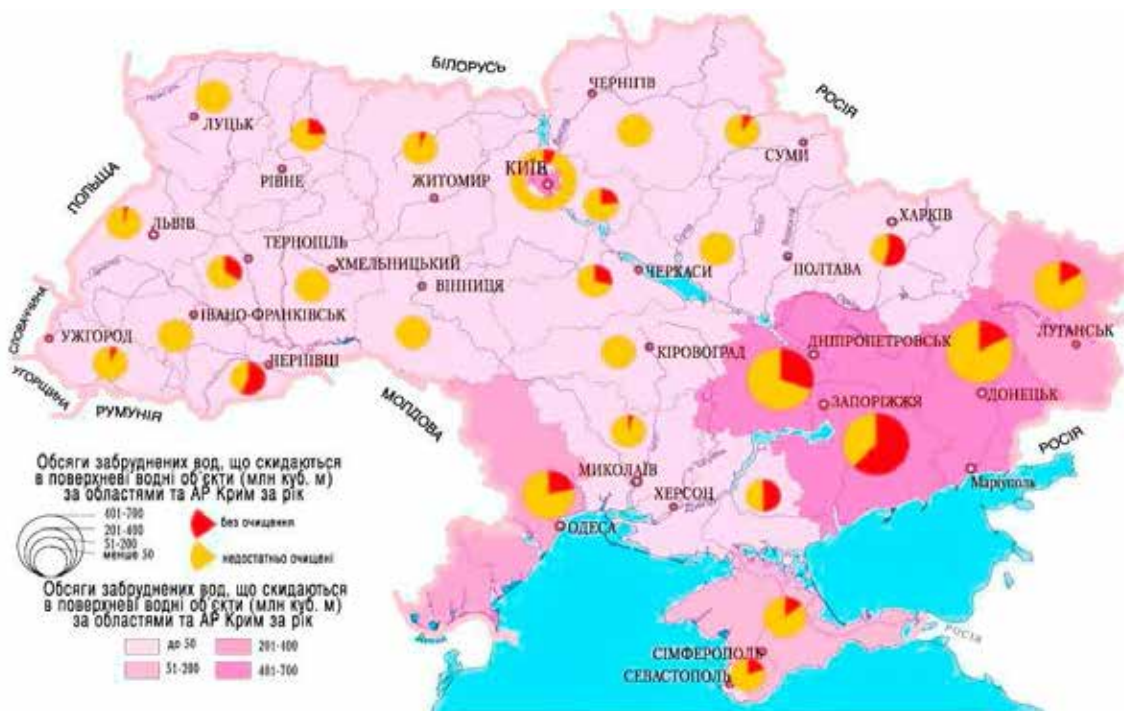


Рис. 2. Обсяги скидів стічних вод, млн м³ за рік

фосфором, калієм, хлоридами протягом періоду від сніготанення до періоду припинення поверхневого стоку восени [21]. Це призводить до антропогенно зумовленої трансформації руслових систем, деструкції річкових гідроекосистем та суттєвого зниження їх водогосподарського та рекреаційного значення. При цьому одночасність і різноманітність форм впливу урбосистем на русла річок у приміських територіях викликає незворотний процес порушення екологічної рівноваги водних ресурсів.

Особливо інтенсивний антропогенний вплив спостерігається у пониззі Дніпра. Зміна гідрологічного режиму вплинула на процеси формування якості води та біопродуктивності гідроекосистеми Дніпра. Протягом останніх 30 років об'єм водного стоку зменшився на 20%, становить 42,1–42,5 км³ за рік. Крім того, погіршення екологічного стану пониззя Дніпра спричинене щорічним скидом стічних шахтних, промислових, господарсько-побутових вод міст верхньої течії у кількості 360 млн м³, які разом зі зливовим поверхневим та частково-очищеними каналізаційними стоками міста Херсона несуть значні обсяги змитих і розчинених забруднюючих речовин [20] (рисунк 3).

Із всього обсягу стічних вод міста Херсона близько 12% надходять без очистки до гідроекосистем Нижнього Дніпра. Періодичні аварійні ситуації внаслідок високого рівня зношеності кана-

лізаційних мереж є причиною додаткового скиду неочищених вод. Незважаючи на незначний обсяг міських стоків у загальному стоці р. Дніпро, частка їх впливу на гідрологічні та хімічні показники якості поверхневих вод є великою. Спостерігається перевищення рівня мінералізації, сульфатів, хлоридів, амонійного азоту, фосфатів у 2–6 разів, що підтверджує наявність антропогенних факторів забруднення поверхневих вод Дніпра та зумовлює низьку якість води ріки Дніпро відповідно до нормативів рибогосподарського та культурно-побутового призначення.

Неочищені стічні каналізаційні, зливові води внаслідок аварійних ситуацій, несанкціонованого ґрунтового скиду фільтраційним шляхом потрапляють до ґрунтових та підземних вод, які є дуже цінними джерелами питного водопостачання, забезпечують 2/3 питних потреб населення. Із 185 великих міст України 50 повністю забезпечуються за рахунок підземних вод. Щорічно у державі використовується на різні потреби близько 5 млрд м³ підземних вод. Прогнозні ресурси їх становлять 22,5 млрд м³ на рік, експлуатаційні – 5,7 млрд м³ на рік [17]. З огляду на обмеженість та територіальну нерівномірність поширення запасів підземних вод, питне водопостачання з підземних джерел інтенсивно використовується у містах Києві, Львові, Рівному, Херсоні, Ужгороді, Сумах та інших містах. Зважаючи на природну захищеність підземних вод, до яких належить глибина

Таблиця 3

Скид забруднених стічних вод у водні об'єкти за 2017 рік

Область	Обсяг забруднених стічних вод, млн м ³	%
м. Київ	284,3	28,6
Дніпропетровська область	230,293	23,0
Львівська область	70,809	7,1
Запорізька область	64,173	6,4
Одеська область	32,657	3,2
Сумська область	23,033	2,3
Миколаївська область	22,357	2,2
Чернігівська область	13,944	1,4
Харківська область	9,818	1,1
Рівненська область	4,498	0,4
Черкаська область	4,487	0,4
Закарпатська область	4,235	0,4
Тернопільська область	2,604	0,3
Житомирська область	1,996	0,25
Київська область	1,959	0,2
Чернівецька область	1,873	0,2
Полтавська область	1,568	0,2
Кіровоградська область	1,328	0,2
Івано-Франківська область	1,102	0,1
Херсонська область	0,912	0,1
Вінницька область	0,833	0,1
Хмельницька область	0,609	0,1
Волинська область	0,106	0,05
Всього	997,35	100,0

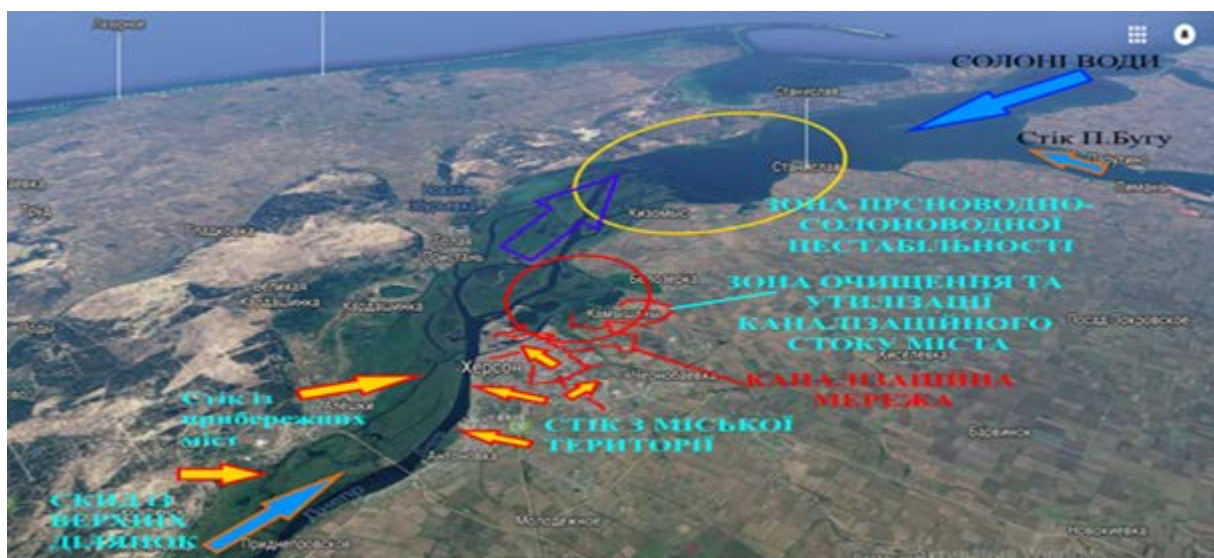


Рис. 3. Основні джерела водного забруднення пониззя Дніпра

їх залягання, потужність слабopроникних порід, літологія, сорбційні властивості порід, посилення техногенних факторів створюють несприятливі умови експлуатації ресурсів підземних, у результаті чого на урбанізованих територіях спостерігаються вичерпання та виснаження підземних вод з утворенням великих депресійних воронок, підтягування і проникнення солоних вод [18]. Протягом останніх 18 років обсяги відбору підземних вод скоротилися на 68,1% у зв'язку зі зменшенням кількості водоспоживачів та частки використання підземних вод у загальному балансі водокористування в містах України. Однак глобальна зміна клімату, посилення урбанізаційних процесів, збільшення площ водонепроникних покриттів у містах порушують природний механізм поповнення ґрунтових та підземних вод дощовими водами, внаслідок чого видобуток перевищує їх утворення в 3,5 рази. Під впливом інтенсивної експлуатації водозабірних свердловин, понаднормативного водовідбору порушується зона активного водообміну, відбувається посилена міграція забруднюючих речовин з верхніх горизонтів у нижні з високою якістю води. Найгірший екологічний стан питної води з систем централізованого водопостачання за санітарно-хімічними показниками у 2018 році був у містах Миколаївській, Полтавській, Рівненській, Житомирській, Запорізькій областях, а за мікробіологічними показниками – у Рівненській, Закарпатській, Тернопільській, Вінницькій, Хмельницькій, Миколаївській, Одеській, Івано-Франківській областях (таблиця 4).

При цьому встановлено, що протягом останніх 5 років спостерігається чітка тенденція погіршення якісних показників питної води у містах України, що підтверджує тривалий та інтенсивний антропогенний пресинг на навколишнє природне середовище.

Сприятливі гідрогеологічні особливості міста Херсона полягають у формуванні якісних ресур-

сів підземних вод Причорноморської водоносної системи. У зв'язку із посушливими кліматичними умовами міста Херсона внаслідок перевищення процесів випаровування над кількістю опадів на 100 мм у ґрунтах формується не промивний тип водного режиму, завдяки якому збільшується фільтраційний час надходження забруднених зливових вод до ґрунтових вод. Крім того, глибина залягання підземних вод на рівні 60–100 м та потужність слабopроникних відкладів зони аерації (5–30 м) сприяють високому рівню природної їх захищеності від надходження забруднюючих речовин з вище розташованих водних горизонтів. Тому господарсько-питне водопостачання здійснюється з підземних джерел, які експлуатуються водозабірними свердловинами з верхньосарматського водоносного комплексу у кількості 389 штук, середньосарматського – 4 штук, середнього міоцену – 9 штук.

Подається та розподіляється вода насосними станціями водопроводу (6 одиниць), що мають енергоємне морально застаріле обладнання. Щодоби подача для міста питної води становить 55 тис. м³. Із них 55 свердловин подають воду з відхиленням від Державних санітарних норм 2.2.4-171-10 за солевим складом.

Режим водопостачання мешканців міста Херсона становить 24 години. Для підтримання подачі води на рівні 150–200 л/добу на 1 людину вважається цілком достатнім для створення комфортних умов її проживання. Норма споживання послуг централізованого питного водопостачання для населення становить 171 л/добу для приватних будинків, 178 л/добу – для багатоквартирних будинків.

При цьому специфіка водоспоживання визначається нестійкою динамікою виробництва, запровадження ресурсозберігаючих технологій, міграційними та депопуляційними процесами в досліджуваній урбосистемі.

Відхилення кількості проб від нормативів, %

Нестандартні проби води з	Кількість (%) нестандартних проб				
	Роки				
	2014	2015	2016	2017	2018
джерел централізованого водопостачання, в т.ч. водогони за:					
мікробіологічними показниками	2,9	4,6	6,4	6,7	7,7
санітарно-хімічними показниками	14,7	15,7	18,4	20,0	22,7
в тому числі з комунальних водопроводів за:					
мікробіологічними показниками	2,2	3,1	4,3	4,6	5,1
санітарно-хімічними показниками	8,4	12,4	13,7	16,2	18,5
з водопровідної мережі					
мікробіологічними показниками	2,9	4,4	6,5	6,7	7,8
санітарно-хімічними показниками	11,5	13,5	16,2	17,8	18,5
джерел нецентралізованого водопостачання за:					
мікробіологічними показниками	15,5	18,0	23,1	20,4	23,4
санітарно-хімічними показниками	31,4	32,7	33,2	32,6	34,4

Встановлено, що питна вода найбільше використовується на господарсько-побутові потреби вранці, в обідні часи та після закінчення робочого часу. При цьому споживається близько 80–85% добового обсягу води з максимальною її витратою 3535,1 м³/год. Найменше вода використовується у нічний час, приблизно 5–6% від загальної подачі.

Показники водовикористання у Херсоні переважають загальнодержавні вдвічі. Погіршується ситуація відсутністю лічильників у 12,4% мешканців урбосистеми, особливо в секторі приватної забудови [22].

Гідрохімічний стан на території Херсона формується внаслідок взаємного впливу абіотичних та антропогенних факторів. Серед антропогенних факторів особливо небезпечними є скид не досить

очищених стічних вод, втрати води у водогінних мережах водопостачання та водовідведення, надмірна міська забудова території, понаднормативний водовідбір, інтенсивна експлуатація артезіанських свердловин [23].

Внаслідок міського будівництва відбувається ущільнення ґрунту, розчинення і винос солей ґрунтовими водами, утворюється суфозія, наслідком чого є локальне просідання ґрунту. Депресивні форми рельєфу у вигляді невеликих замкнутих улоговин концентрують поверхневий дощовий стік, внаслідок чого погіршується загальний гідрогеологічний та гідрохімічний стан міста.

Понаднормативний відбір підземних вод призвів до порушення зони активного водообміну



Рис. 4. Картосхема розташування свердловин водно-каналізаційного господарства міста Херсона

Херсонського родовища та до активної міграції забруднюючих речовин з верхніх горизонтів у нижні продуктивні водоносні горизонти. Найявна тенденція нераціонального використання води в умовах гострого дефіциту призведе до неспроможності якісного водозабезпечення населення міста Херсона в найближчі роки.

Згідно з еколого-гідрогеологічними умовами та рівнями забруднення встановлено, що для західної та центральної частини міста гідрогеохімічний стан за мінералізацією є неприйнятним. Для артезіанських свердловин північної, північно-східної та північно-західної частин міста Херсона встановлено низький рівень забруднення за мінералізацією та за вмістом токсичних речовин I, II, III класів небезпеки. При цьому виявлено просторово-часову диференціацію вмісту хлоридів, сульфатів, нітратів, жорсткості та мінералізації. Встановлено, що протягом останніх 40 років обсяги ресурсів прісних підземних вод з мінералізацією 1 г/дм³ скоротились на 20%.

Певною особливістю водопостачання Херсона є локальні свердловини окремих будинків, які не з'єднані з міською мережею (рисунк 4).

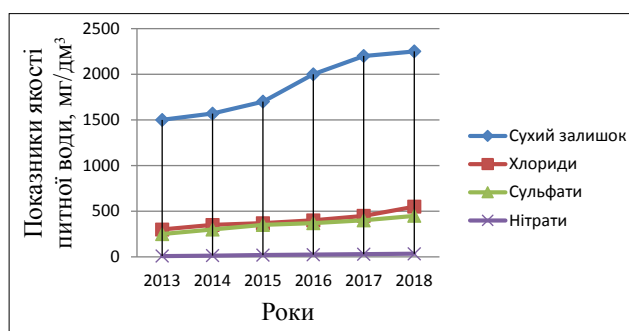


Рис. 5. Динаміка показників якості питної води

У таких свердловинах спостерігається неглибоке залягання питної води (28–40 м) на території різних районів м. Херсона, які характеризуються нижчими показниками якості води, ніж міська мережа централізованого водопостачання, внаслідок фекального та техногенного забруднення. Це є причиною органолептичних відхилень проб води з характерним запахом та присмаком.

При цьому спостерігається чітка тенденція збільшення мінералізації, хлоридів, сульфатів протягом останніх 5 років (рисунк 5).

Таблиця 5

Експлуатаційні запаси підземних вод для міста Херсона

Найменування ділянок	Водоносний горизонт	Категорії запасів, тис. м ³ /добу			
		A	B	C	C ₁
Кіндійська	верхньосарматський	59,6	79,2	21,8	–
I майданчик	верхньосарматський	10,0	–	–	–
II майданчик	верхньосарматський	49,6	–	21,8	–
Свердловини міськводопроводу	верхньосарматський	–	32,8	–	–
Свердловини промпідприємств	верхньосарматський	–	46,4	–	–
Підstepненська	Понт-меотис-верхньосарматський	43,3	38,7	17,6	49,7
Всього		102,9	117,9	39,4	49,7

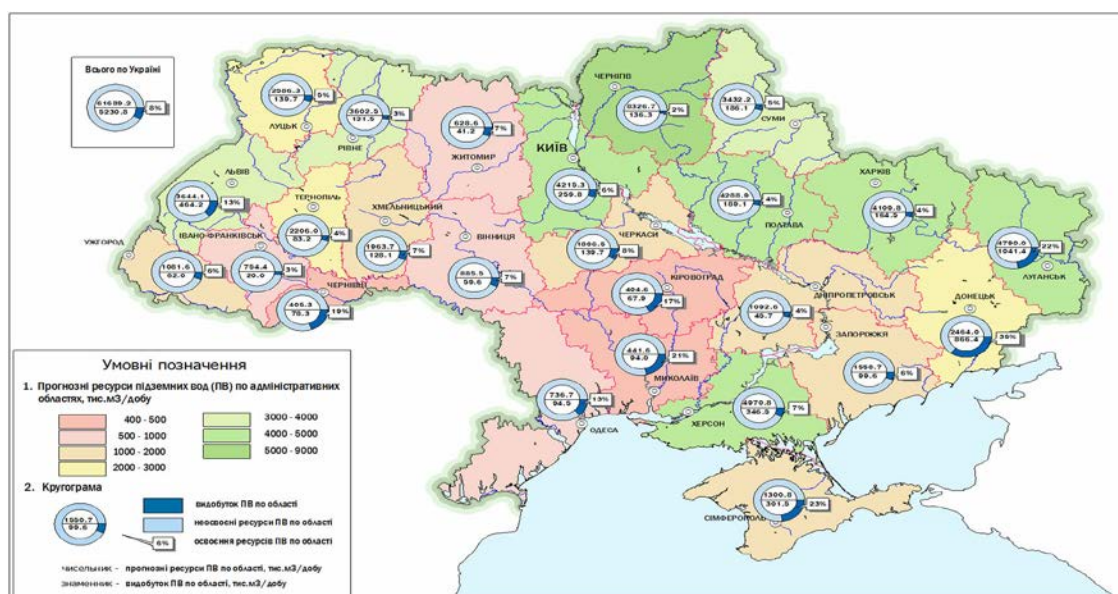


Рис. 6. Прогнозні ресурси підземних вод

Висока щільність міської забудови та систем комунікації у центрі міста Херсона через навантаження на верхній лесовий шар ґрунту сприяють проникненню забруднених нітратами фільтраційних вод до приповерхневих та глибоких водоносних пластів карстових масивів на територіях складування азотомісних добрив та місцях аварійних витоків каналізаційних мереж.

Важливим критерієм оцінки впливу на стан підземних вод є обсяг водовідбору згідно з експлуатаційними та прогнозними запасами, які для верхньосарматського водоносного горизонту Херсонського родовища становлять 198,7 тис. м³/добу та 4000 тис. м³/добу відповідно (таблиця 5, рисунок 6).

Відзначено, що в розрізі адміністративних областей України місто Херсон займає лідируючі позиції щодо наявності прогнозних ресурсів підземних вод. При цьому встановлено, що видобуток підземних вод у кількості 55 тис. м³/добу не перевищує експлуатаційні та прогнозні запаси та не виснажує нижні водоносні горизонти.

Однак було відзначено, що зменшення загального видобутку підземних вод у 2018 році на 0,25% призвело до підвищення динамічних їх рівнів та погіршення якості води.

В умовах антропогенного навантаження на всі складники навколишнього природного середовища, яке найбільше спостерігається у містах, великого значення набуває створення системи постійного моніторингу балансових експлуатаційних та прогнозних запасів підземних вод, зміни їх якості під впливом інтенсивної експлуатації артезіанських свердловин [15].

З огляду на головну особливість підземних вод відновлюватися протягом певного часу за рахунок живлення поверхневими та підземними водами суміжних водоносних горизонтів вод необхідним заходом є обґрунтування меж їх використання згідно з розробленими схемами прогнозних водозаборів.

Особливої охорони потребують поверхневі води як найбільш уразливі до негативного антропогенного впливу із застосуванням організаційно-правових заходів покращення їх екологічного стану. При цьому пріоритетним напрямом має бути модернізація міських очисних споруд із збільшенням їх проектної потужності, будівництво локальної системи очистки стічних вод на підприємствах, здійснення організованого управління міських поверхневих

стоків, посилення контролю підприємств за дотриманням граничнодопустимого скиду стічних вод до поверхневих водних об'єктів.

Головні висновки та перспективи подальших досліджень. Встановлено, що до поверхневих вод потрапляють 15% стічних вод без очистки. Серед забруднюючих речовин у стічних водах переважають фосфати (42,5%).

Погіршення екологічного стану пониззя Дніпра спричинене зменшенням об'єму водного стоку на 20%, щорічним скидом стічних шахтних, промислових, господарсько-побутових вод міст верхньої течії у кількості 360 млн м³, які разом зі зливовими поверхневими та частково-очищеними каналізаційними стоками міста Херсона несуть значні обсяги змитих і розчинених забруднюючих речовин.

Інтенсивна експлуатація ресурсів підземних вод, понаднормативний їх водовідбір на урбанізованих територіях призвели до виснаження підземних вод з утворенням великих депресійних воронки та погіршенням якості води внаслідок порушення зони активного водообміну, посиленої міграції забруднюючих речовин з верхніх горизонтів у нижні з високою якістю води.

Найгірший екологічний стан питної води з систем централізованого водопостачання за санітарно-хімічними показниками у 2018 році спостерігається у містах Миколаївської, Полтавської, Рівненської, Житомирської, Запорізької областях, а за мікробіологічними показниками – у Рівненській, Закарпатській, Тернопільській, Вінницькій, Хмельницькій, Миколаївській, Одеській, Івано-Франківській областях.

У м. Херсоні виявлено просторово-часову диференціацію вмісту хлоридів, сульфатів, нітратів, жорсткості та мінералізації внаслідок тривалого антропогенного впливу на підземні джерела. Визначений рівень забруднення та стан еколого-гідрогеологічних умов водозаборів. Згідно з оцінками впливу водовідбору на еколого-гідрологічні умови підземних вод встановлено, що загальний їх видобуток вище та нижче норми негативно впливає на якісний стан артезіанських вод у зоні дії урбосистем.

Виявлення систематичного сумарного урбанізаційного впливу сприятиме розробці ефективних заходів зменшення антропогенного навантаження на водне середовище в межах урбосистем на основі вдосконалення системи моніторингових досліджень якості водних ресурсів.

Література

1. Halder J.N., Islam M.N. Water pollution and its impact on the human health. *Journal of environment and human*. 2015. Vol. 2(1). Pp. 36–46.
2. Rietveld L.C., Siri J.G., Chakravarty I. Improving health in cities through systems approaches for urban water management. *Environ. Health*. 2016. 15(Suppl 1). Vol. 31. Pp. 152–171. DOI: 10.1186/s12940-016-0107-2.
3. Scott J., McGrane. Impacts of urbanisation on hydrological and water quality dynamics, and urban water management: a review. *Hydrological Sciences Journal*. 2016. Vol. 61:13. Pp. 2295–2311. DOI: 10.1080/02626667.2015.112808.
4. Mikovits C., Rauch W., Kleidorfer M. Dynamics in urban development, population growth and their influences on urban water infrastructure. *Procedia Engineering*. 2014. Vol. 70. Pp. 1147–1156.

5. Eshtawi T., Evers, M. Tischbein, B. Quantifying the impact of urban area expansion on groundwater recharge and surface runoff. *Hydrological Sciences Journal*. 2016. Vol. 61. Pp. 826–843. DOI:10.1080/02626667.2014.1000916.
6. Лютий Г.Г., Люта Н.Г., Саніна І.В. Шляхи розвитку моніторингу експлуатаційних запасів питних підземних вод. *Збірник наукових праць УкрДГРІ*. 2017. Вип. 1–2. С. 209–217.
7. Лютий Г.Г., Саніна І.В. Фактори погіршення якості підземних вод у процесі експлуатації водозаборів в Україні. *Збірник наукових праць УкрДГРІ*. 2011. № 1. С. 91–103.
8. Kometa S.S., Akoh N.R. The hydro-geomorphological implications of urbanisation in Bamenda, Cameroon. *Journal of Sustainable Development*. 2012. Vol. 5 (6) Pp. 64–73. DOI:10.5539/jsd.v5n6p64.
9. Pawari M.J., Gawande S. Ground water pollution and its consequence. *International journal of engineering research and general science*. 2015. Vol. 3(4), Pp. 773–776.
10. Md. Khalid Hasan, Abrar Shahriar, Kudrat Ullah Jim. Water pollution in Bangladesh and its impact on public health. *Heliyon*. 2019. Vol. 5(8). Pp. 1–23. DOI: 10.1016/j.heliyon.2019.e02145.
11. Glińska-Lewczuk K., Golaś I., Koc J.. The impact of urban areas on the water quality gradient along a lowland river. *Environmental Monitoring and Assessment*. 2016. Vol. 188(11): Pp. 624, 1–15. DOI: 10.1007/s10661-016-5638-z.
12. Zereg S., Boudoukha A., Benaabidate L. Impacts of natural conditions and anthropogenic activities on groundwater quality in Tebessa plain, Algeria. *Sustainable Environment Research*. 2018. Volume 28. Issue 6. Pp. 340–349.
13. Yang Q., Wang L., Martin J.D. Hydrochemical characterization and pollution sources identification of groundwater in salawusu aquifer system of Ordos basin, China. *Environmental. Pollution*. 2016. Vol. 216. Pp. 340–349. DOI: 10.1016/j.envpol.2016.05.076.
14. Selvakumar S., Ramkumar K., Chandrasekar N. Groundwater quality and its suitability for drinking and irrigational use in the Southern Tiruchirappalli district, Tamil Nadu, India. *Appl Water Sci*. 2017. Vol. 7 Pp. 411–420.
15. Xueru Guo et al. Seasonal and Spatial Variability of Anthropogenic and Natural Factors Influencing Groundwater Quality Based on Source Apportionment. *Int. J. Environ. Res. Public Health*. 2018. Vol. 15(2). Pp. 1–19. DOI: 10.3390/ijerph15020279.
16. Khatri N., Tyagi S. Influences of natural and anthropogenic factors on surface and groundwater quality in rural and urban areas. *Frontiers in Life Science*. 2015. Vol. 8. Pp. 23–29. DOI: org/10.1080/21553769.2014.933716.
17. Прибилова В.М. Підземні водні ресурси Харківської області та стратегія їх використання для водопостачання населення. *Вісник Харківського національного університету*. 2015. Т. 1157. С. 37–44.
18. Щербак О. Методичні аспекти антропогенного впливу на підземну гідросферу на прикладі Херсонської області. *Геологія*. 2013. Т. 1 (60). С. 59–63.
19. Пічура В.І., Потравка Л.О., Скок С.В. Екологічний стан акваторії ріки Дніпро у зоні впливу урбосистем (на прикладі міста Херсона). *Водні біоресурси та аквакультура*. 2019. № 2. С. 19–34.
20. Стрілецька О., Петровська М. Оцінка якості питної води міста Львова. *Proceedings*. 2016. № 1. С. 212–222.
21. Pichura V., Potravka L., Skok S., Vdovenko N. Causal regularities of effect of urban systems on condition of hydro ecosystem of Dnieper river. *Indian Journal of Ecology*. 2020. No. 47(2).
22. Скок С.В. Аналіз господарсько-питного водоспоживання у міському середовищі (на прикладі міста Херсона). *Екологічні науки*. 2018. № 20. С. 75–78.
23. Пічура В.І., Скок С.В. Вплив урбосистем на гідрогеологічні та гідрохімічні умови водоносних горизонтів. *Наукові доповіді НУБіП України*. 2019. № 6 (82). URL: <http://dx.doi.org/10.31548/dopovidi2019.06.001>.