

УДК 628.1.033:502.1(477.72)

DOI <https://doi.org/10.32851/wba.2021.2.14>

ОЦІНКА СУЧАСНОГО СТАНУ ВОДОПОСТАЧАННЯ МІСТА ХЕРСОН В КОНТЕКСТІ ДОСЯГНЕННЯ ЦІЛЕЙ СТАЛОГО РОЗВИТКУ

*Скок С.В. – к.с.-г.н., доцент,
Херсонський державний аграрно-економічний університет,
skok_sv@ukr.net*

Якісне водопостачання являється пріоритетною екологічною проблемою усіх країн світу, забезпечує їх високий соціально-економічний розвиток. Нерівномірний територіальний розподіл якісних водних ресурсів в умовах систематичного і тривалого антропогенного навантаження на навколишнє середовище та глобальних змін клімату спричиняє обмеження прав населення у водоспоживанні. Відповідно до гідрологічного районування територія Херсонської області відноситься до зони недостатнього зволоження та низької водності Причорноморського регіону. Встановлено, що водопостачання міста Херсон відбувається із підземних артезіанських джерел глибиною 60-100 м верхньо-сарматського ярусу неогенової системи. У межах Херсонського родовища питних вод поширені підземні води гідрокарбонатно-хлоридного, хлоридно-гідрокарбонатного натрієво-магнієвого, натрієво-кальцієвого складу з мінералізацією води 0,4-1,0 г/дм³. У зв'язку із інтенсивним експлуатаційним водовідбором артезіанських свердловин встановлена просторово-часова динаміка вмісту хімічних речовин та мінералізації у питній воді.

Найгірша якість води спостерігалася у свердловинах Шуменського мікрорайону та центральної частини міста Херсон, у яких вміст хлоридів, сульфатів, мінералізація становили 3 ГДК з чіткою тенденцією до підвищення концентрацій.

Порушення режиму експлуатації приватних свердловин спричинило фекальне та техногенне забруднення водоносних горизонтів, погіршило органолептичні показники води за присмаком та запахом.

Відповідно до виконання основних положень концепції сталого розвитку щодо зниження високого рівня техногенного навантаження на підземні водоносні горизонти розроблена система природоохоронних заходів покращення водозабезпечення міста Херсон з урахуванням організаційно-технічних, економічних, нормативно-правових та виховних аспектів.

Ключові слова: показник водозабезпеченості, підземні води, свердловини, показники якості вод, водоносний горизонт, сталий розвиток.

Постановка проблеми. Якість водних ресурсів являється абіотичним екологічним фактором, що відіграє пріоритетну роль у забезпеченні соціально-економічного розвитку країн, територіальної локалізації промислового комплексу, являється невід'ємною складовою соціальної, економічної, екологічної сфер суспільства. Екологічний стан водних ресурсів

є одним з інтегрованих індикаторів сталого розвитку регіонів, який перетворився на одну із найбільш гострих проблем нашої країни, став важливим показником у забезпеченні національної безпеки України, фактором впливу на стан здоров'я людини. Причиною цього являється обмежена кількість та якісне виснаження водних ресурсів внаслідок систематичного і тривалого антропогенного навантаження на навколишнє середовище [1]. Проблема водопостачання більшості міст України посилюється через низькі показники водозабезпеченості нашої країни (рис. 1).

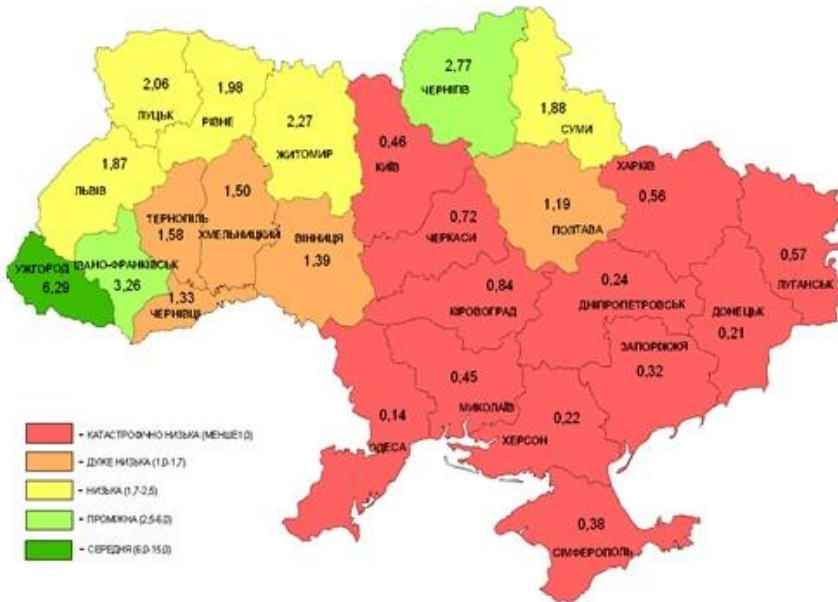


Рис. 1. Забезпеченість регіонів України за місцевими водними ресурсами (тис.м³/ на одну людину) [3]

Територіальний розподіл водних ресурсів є нерівномірним відповідно до розміщення водоемних галузей промислового комплексу. Інтенсивно водні ресурси використовуються у водозабірних басейнах Дніпра, Дністра, Сіверського Дінця, Південного, Західного Бугу, а також – малих річках Приазов'я та Причорномор'я. Найбільша кількість водних ресурсів зосереджена в річках водозбірного басейну Дунаю у прикордонних районах України, де потреба у воді не перевищує 5% від її загальних запасів. Найменш забезпечені даними ресурсами східні та південні області, де зосереджені основні водокористувачі.

Близько 80% становлять ресурси ріки Дніпро, що забезпечують водою 30 млн. чоловік, 2/3 всього населення України [2]. Основна екологічна проблема полягає у його забрудненні нітритним, амонійним азотом,

сполуками важких металів, фенолом, нафтопродуктами, що потрапляють внаслідок скиду стічних вод (370 млн. м³ щорічно) та інтенсивного розвитку промисловості.

Проблеми якісного водозабезпечення спостерігаються у південному регіоні України. Високі показники водоспоживання в умовах низького рівня забезпечення водою обумовлюються невисокою щільністю гідрографічної мережі, посушливим кліматом, надмірним використанням води у сільському господарстві. Розвиток промислового комплексу у міських системах порушили водогосподарський баланс. У зв'язку з цим було збудовано водосховища, канали, водоводи для акумулювання стоку річок і його розподілу між вододефіцитними регіонами. Проте проблема кількісного та якісного водозабезпечення населення посилилася в умовах глобальних змін клімату, розвитку високої урбанізації, використання водоемних технологій у виробництві, інтенсивного забруднення поверхневих та підземних джерел води, низької екологічної культури населення [4].

Відповідно до однієї з цілей сталого розвитку «Чиста вода та належні санітарні умови» проблема прогресивного погіршення якості джерел водопостачання повинна бути вирішена на основі раціонального використання та оптимального розподілу водних ресурсів серед всіх секторів економіки.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Аналіз сучасного рівня водозабезпечення регіонів України, проблеми водоспоживання, розробка методів інтегральної оцінки екологічного стану джерел водопостачання, вдосконалення системи управління водними ресурсами з урахуванням інтегрованого підходу висвітлено у наукових працях В.І. Зацерковного [1], Фещенка В.П. [2], Є.В. Обухова [5], Л.В. Левковської [6], В.М. Шестопалова [7] та інших.

З метою зменшення ступеня негативного антропогенного впливу на водні джерела в Україні розроблена система законодавчих норм у сфері водокористування, збереження та використання водних ресурсів. Законодавство у сфері питної води та питного водопостачання складається з Водного кодексу України, Кодексу України Про надра, закону України «Про забезпечення санітарного та епідемічного благополуччя населення». Відповідно до імплементації Україною Європейського законодавства забезпечення населення якісною водою в достатній кількості здійснюється згідно «Протоколу про воду та здоров'я Конвенції Європейської економічної комісії ООН щодо охорони та використання трансграничних водотоків та міжнародних озер» та Директиви Європейського Союзу «Якість води та управління водними ресурсами, включаючи морське середовище». Досягнення цілі сталого розвитку міст щодо забезпечення чистою водою та належної санітарії із застосуванням інтегрованого управління водними ресурсами висвітлено у Стратегії розвитку водної політики України на 2020-2050 рр.

Проблема водозабезпечення населення порушується у наукових працях зарубіжних вчених Carolina Calero Preciado [8], Liu Ying [9], Yudha P. Heston [10]. Основними причинами погіршення якості водних джерел на континентах світу є використання великих об'ємів води у народному господарстві (Азія 2500 млрд м³ в рік та Північна Америка 700 млрд м³ в рік), високий рівень мінералізації вод у посушливий період, забруднення водотоків у фазі паводкового водного режиму, застосування неефективних методів водопідготовки, перебої у системі водопостачання. При цьому William MRoberts [11] у своїх наукових дослідженнях акцентував увагу на застосуванні механізму платежів екосистемних послуг для покращення якісних та кількісних показників водних джерел та ефективного управління водними ресурсами.

Більшість наукових робіт присвячені екологічним проблемам водопостачання з поверхневих водойм та водотоків, які є основним джерелом водоспоживання та водокористування країн світу. Однак маловивченим є специфіка використання підземних вод як екологічно безпечного джерела питної води. 25% урбосистем світу повністю забезпечується водою із підземних джерел. Такі європейські країни як Данія, Бельгія, Швеція до господарського обігу залучають 85%-90% ресурсів підземних вод. У зв'язку із цим актуальності набуває визначення факторів впливу на якість води підземних джерел та можливість їх використання відповідно до встановлених норм питного водоспоживання.

Постановка завдання. Здійснити екологічну оцінку джерел питного водопостачання в контексті визначених цілей сталого розвитку.

Методика досліджень. Методологія здійснення оцінки антропогенного навантаження на екологічний стан підземних ресурсів питної води здійснювалася з урахуванням системного підходу на основі взаємопов'язаних компонентів: «умови формування підземних вод – використання підземних джерел води на промислові та комунальні потреби – якість води» та просторово-часового аналізу впливу екологічних факторів на гідрохімічний стан підземних вод. Оцінка придатності підземних вод проводилася на основі співвідношення фактичної концентрації хімічних речовин до гранично допустимої концентрації поліутантів відповідно до ДСанПіН 2.2.4-171-10 «Гігієнічні вимоги до питної води, призначеної для споживання людиною».

Результати дослідження та їх обговорення. Територія Херсонської області за рівнем водозабезпеченості відноситься до гостродефіцитних регіонів України. Показник водозабезпеченості становить 0,22 тис. м³ на одну людину. Водні об'єкти області займають 430 тисяч га, природні водотоки (річки) – 10,7 тисяч га. Серед них найбільші річки Дніпро, Інгулець, 24 річки загальною довжиною 374 кілометрів. Озера, лимани, прибережні

замкнуті водойми займають 328 тисяч га. Географічний розподіл водних об'єктів на території Херсонської області є нерівномірний. Найбільше природних водотоків та водойм зосереджено в західній та центральній частині області, східний регіон є безводним. У зв'язку з обмеженою кількістю водних ресурсів та посушливим кліматом Херсонської області, створена мережа штучних водойм, загальною площею 92 тисяч га [6, 7].

Відповідно до гідрологічного районування територія Херсонської області відноситься до зони недостатнього зволоження та низької водності Причорноморського регіону. У зв'язку із цим водопостачання міста Херсон відбувається із підземних артезіанських джерел глибиною 60-100 м з верхньо-сарматського ярусу неогенової системи, яка містить водовмісні шари горизонтів підземних вод [12].

Підземні води у відкладах верхнього сармату в межах території міста Херсон характеризуються просторово-часовою динамікою вмісту хімічних речовин та мінералізації, що є причиною інтенсивного експлуатаційного водовідбору з артезіанських свердловин та географічного розташування водозаборів. На площі Херсонського родовища питних вод поширені підземні води гідрокарбонатно-хлоридного, хлоридно-гідрокарбонатного натрієво-магнієвого, натрієво-кальцієвого складу з мінералізацією води 0,4–1,0 г/дм³. Загальна жорсткість води змінюється в межах 0,4–0,9 ммоль/дм³ [13].

Херсонський водозабір використовує експлуатаційні запаси підземних вод об'ємом 198,7 тис.м³/добу (табл. 1). На території родовища видобутку підземних вод сформувалася депресійна воронка через порушення їх водовідбору, який з початку 90-х років скоротився в два рази. Внаслідок понаднормативного відбору підземних вод створюються несприятливі умови перетікання забруднюючих речовин з верхніх у нижні водоносні горизонти. Погіршення якості підземних вод та виснаження водоносного горизонту посилюється внаслідок порушення терміну та режиму експлуатації водозаборів.

Таблиця 1. Загальні запаси підземних вод Херсонського родовища

Ділянки Херсонського родовища підземних вод	Запаси підземних вод за категоріями, тис.м ³ /добу			
	A	B	C,	A+B+C,
1. Кіндійська ділянка в тому числі:	59,6	79,2	21,8	160,6
Кіндійська-I (НСВ-1)	10,0			10,0
Кіндійська-II	49,6		21,8	71,4
Херсонська-I (поодинокі свердловини міськводоканалу)		32,8		32,8
Херсонська-II (поодинокі свердловини промислових підприємств)		46,4		46,4
2. Верхне-Антонівська ділянка	7,8	15,6	14,7	38,1
Всього:	67,4	94,8	36,5	198,7

Починаючи з 2010 року кількість експлуатаційних свердловин Херсонського родовища підземних вод знижується (табл. 2).

Основним водокористувачем підземних вод є «Виробниче управління водопровідно-каналізаційного господарства міста Херсона», в експлуатації якого знаходиться 151 свердловин, з яких 30% свердловин не відповідають якісним показникам питної води відповідно ДСанПіН 2.2.4-171-10 «Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною».

У зв'язку із закінченням терміну експлуатації свердловин здійснюється їх реконструкція та подальше використання для централізованого водопостачання. Обмеженість матеріальних ресурсів підприємства на буріння нових артезіанських свердловин спричиняє погіршення якісних показників підземних вод за мінералізацією, хлоридами та сульфатами.

Таблиця 2. Кількість діючих свердловин та водовідбір підземних вод на ділянках Херсонського родовища

Ділянки експлуатації Херсонського родовища підземних вод	Роки										
	1931	1938	1944	1957	1963	1970	1980	1993	2010	2015	2020
	Кількість свердловин Водовідбір, тис. м ³ /добу										
Кіндійська-I	$\frac{3}{2,0}$	$\frac{8}{6,6}$	$\frac{1}{0,8}$	$\frac{10}{15,0}$	$\frac{13}{18,1}$	$\frac{17}{27,1}$	$\frac{21}{29,5}$	$\frac{21}{25,8}$	$\frac{21}{19,5}$	$\frac{18}{17,6}$	$\frac{15}{14,0}$
Кіндійська-II	-	-	-	$\frac{3}{7,0}$	$\frac{10}{22,6}$	$\frac{20}{42,4}$	$\frac{20}{38,0}$	$\frac{38}{45,64}$	$\frac{38}{31,8}$	$\frac{38}{26,3}$	$\frac{40}{35,64}$
Верхньо-Антонівська	-	-	-	-	-	-	$\frac{12}{15,5}$	$\frac{11}{14,96}$	$\frac{12}{11,9}$	$\frac{12}{11,5}$	$\frac{12}{10,32}$
Херсонська-I	-	-	-	$\frac{5}{10,0}$	$\frac{12}{7,0}$	$\frac{26}{13,0}$	$\frac{53}{32,5}$	$\frac{83}{63,2}$	$\frac{86}{30,2}$	$\frac{76}{35,1}$	$\frac{76}{34,1}$
Херсонська-II	-	-	-	$\frac{12}{10,0}$	$\frac{21}{15,0}$	$\frac{31}{23,0}$	$\frac{83}{48,5}$	$\frac{170}{46,49}$	$\frac{180}{12,5}$	$\frac{173}{10,1}$	$\frac{166}{8,74}$
Всього:	$\frac{3}{2,0}$	$\frac{8}{6,6}$	$\frac{1}{0,8}$	$\frac{30}{35,0}$	$\frac{56}{62,7}$	$\frac{94}{105,5}$	$\frac{189}{164,0}$	$\frac{323}{196,0}$	$\frac{337}{105,9}$	$\frac{317}{100,5}$	$\frac{309}{103,8}$

Згідно проведених досліджень встановлено, що на господарсько-побутові потреби витрачаються великі об'єми питної води, які складають 5055 м³ на добу.

Показник водоспоживання у місті Херсон складає 368 м³ на рік на одну людину, що перевищує загально-державний показник вдвічі [13]. Погіршується ситуація відсутністю лічильників у 12,4% мешканців міста Херсона, особливо в секторі приватної забудови.

Існуюча тенденція використання води в умовах гострого дефіциту в майбутньому призведе до неможливості водозабезпечення населення досліджуваної урбосистеми в повному обсязі. При цьому спостерігається чітка тенденція до погіршення якісних показників питної води протягом останніх десяти років (рис. 2).

Згідно наведеного рисунка встановлено, що якісний стан питної води залежить від вмісту хлоридів, сульфатів, нітратів та мінералізації, які схильні до значної просторово-часової динаміки. Спостерігатиметься тенденція підвищення значень по мінералізації, хлоридів, вміст сульфатів – зменшиться.

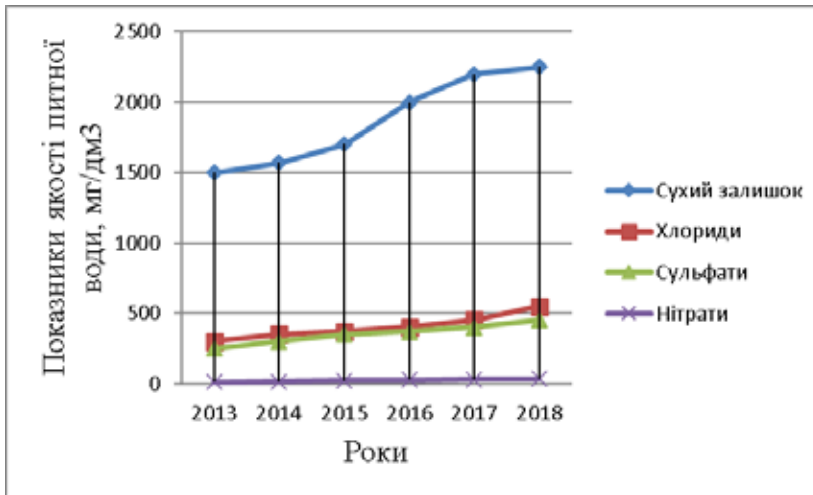


Рис. 2. Динаміка показників якості у водогінній системі міста Херсон

Концентрація нітратів у питній воді збільшиться на окремих територіях у центрі міста Херсон, які локально забруднюються внаслідок раптових аварій у водопровідній системі. Встановлено, що найгірша якість води спостерігалася у свердловинах Шуменського мікрорайону та центральної частини міста Херсон, у яких вміст хлоридів, сульфатів, мінералізація становили 3 ГДК, спостерігалася нітратне забруднення та погіршення органолептичних властивостей води. В інших районах міста Херсон якість питної води відповідає встановленим нормам, проте коливання загальної жорсткості та мінералізації ставить під загрозу населення використовувати воду для питних потреб у майбутньому.

У прибережних районах міста Херсон воду добувають із приватних і відносно неглибоких свердловин глибиною 28-40 м, які характеризуються низькими показниками якості води порівняно із свердловинами, які використовуються для централізованого водопостачання. Порушення режиму експлуатації приватних свердловин спричиняє фекальне та техногенне забруднення водоносних горизонтів, що є причиною погіршення органолептичних показників води за присмаком та запахом [14].

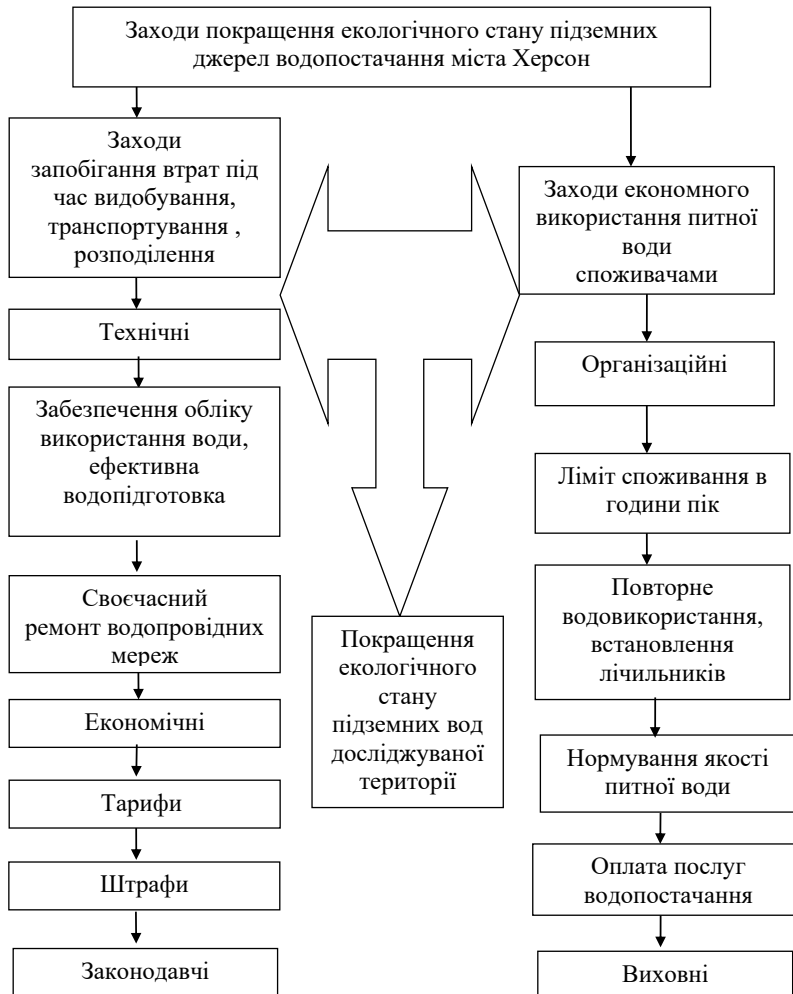


Рис. 3. Удосконалення сталого функціонування системи водопостачання

На сьогодні посилення проблеми водозабезпечення міста Херсон вимагає виконання основних положень концепції сталого розвитку, що ґрунтується на впровадженні системи заходів щодо покращення системи водопостачання з урахуванням організаційно-технічних, економічних, нормативно-правових та виховних аспектів (рис. 3).

Покращення якісного стану питної води у місті Херсон в умовах посиленого антропогенного навантаження на підземні джерела водокористування при відсутності систематичного природоохоронного контролю у сфері використання водних ресурсів потребує застосування новітніх економічно-ефективних технологій очистки води, здійснення економного

та раціонального водокористування із встановленням лічильників обліку витрат води, модернізації застарілої водогінної мережі, своєчасної ліквідації аварійних ситуацій на водопроводах, розробки нових режимів експлуатації свердловин.

Застосування системи природоохоронних заходів у сфері водопостачання знизить ступінь техногенного навантаження на підземні водоносні горизонти та покращить екологічний стан урбанізованого середовища міста Херсон.

Висновки. Якість водних ресурсів являється абіотичним екологічним фактором, пріоритетним показником сталого розвитку регіонів, що відіграє головну роль у забезпеченні питною водою населення та територіального розподілу промислового комплексу.

Встановлено, що територія Херсонської області в умовах обмеженості водних ресурсів та посушливого клімату відноситься до гостродефіцитних регіонів України. Показник водозабезпеченості становив 0,22 тис. м³ на одну людину. Експлуатаційні запаси підземних вод Херсонського водозабору склали 198,7 тис.м³/добу. Внаслідок порушення режимів експлуатації артезіанських свердловин, погіршилися якісні показники підземних вод. Із загальної кількості свердловин 30% не відповідають якісним показникам питної води відповідно ДСанПіН 2.2.4-171-10 «Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною». Спостерігався високий вміст сульфатів, хлоридів та мінералізації (3 ГДК) на територіях Шуменського району та центральної частини міста. Для покращення стану водопостачання у межах міста Херсон запропоновані заходи на основі застосування новітніх економічно-ефективних технологій водопідготовки, раціонального водокористування, модернізації застарілої водогінної мережі, розробки нових режимів експлуатації свердловин.

EVALUATION OF THE CURRENT STATE OF WATER SUPPLY IN KHERSON IN THE CONTEXT OF CONSIDERING SUSTAINABLE DEVELOPMENT

*Skok S.V. – PhD in Agriculture, Associate professor,
Kherson State agrarian and economic university,
skok_sv@ukr.net*

High-quality water supply is a vital ecological problem all over the world that ensures their high social-economic development. A limited amount and uneven territorial distribution of high-quality water resources under conditions of systematic and long-time anthropogenic loading on the environment become the main issues in achieving sustainable development of the regions.

According to the hydrological zoning, the territory of Kherson region is referred to the zone of insufficient moisture and low water content of the Black Sea region. It was established that in Kherson water is supplied from underground water wells of 60-100 m deep of the upper Sarmatian horizon of the Neogene system. Groundwater of hydrocarbonate-chloride, chloride-hydrocarbonate sodium-magnesium, sodium-calcium composition with water mineralization of 0.4-1.0 g/dm³ are available within Kherson reservoir of drinking water. Space and time dynamics of the content of chemical substances and mineralization in drinking water was determined because of intensive exploitative water intake of the water wells.

The worst water quality was characteristic of the water wells of Shumenskyi micro-district and the central part of Kherson, where the content of chlorides, sulfates and mineralization made 3 TLV and have a distinct tendency to an increase in concentrations.

The violation of the regime of exploitation of private water wells caused fecal and anthropogenic pollution of aquifers, deteriorated water organoleptic indexes by taste and smell.

In order to follow the main principles of the concept of sustainable development in terms of reduction of a high level of anthropogenic loads on underground aquifers, we suggest a system of nature conservation measures aimed at improvement of water supply in Kherson taking into account organizational-technical, economic, regulatory-legislative and educational aspects.

Keywords: index of water supply, groundwater, water wells, indexes of drinking water quality, aquifer, sustainable development.

ЛІТЕРАТУРА

1. Зацерковний В.І. Плічко Л.В. Аналіз системи управління водогосподарським комплексом України та пошук шляхів щодо її вдосконалення. *Наукоємні технології*. 2017. № 4 (36). С. 358–367.
2. Фещенко В.П. Раціональне використання та відновлення водних ресурсів. Монографія. Житомир: ЖДУ ім І. Франка, 2016. 250 с.
3. Шестопалов В.М., Лютий Г.Г., Саніна І.В. Сучасні підходи до гідрогеологічного районування України. *Мінеральні ресурси*. 2019. № 2. С. 3–12.
4. Шумигай І.В. Особливості використання підземних вод у межах сільських територій. *Збалансоване природокористування*. 2013. № 2-3. С. 95–99.
5. Обухов Є.В. Показники забезпеченості населення України водними ресурсами на початку 2019 року. *Гідроенергетика України*, 2019. № 12. С. 31–35.
6. Левковська Л.В., Сундук А.М. Безпека водних ресурсів України: аналіз, оцінка, пріоритети забезпечення. *Економіка природокористування і охорони довкілля*, 2014. С. 71–75.
7. Шестопалов В.М. Стеценко Б.Д., Руденко Ю.Ф. Підземні води верхньосарматського водоносного горизонту як резервне джерело питного водозабезпечення Миколаєва (Україна). *Геологічний журнал*. 2019. № 2 (367). С. 5–17.

8. Carolina Calero Preciado et al. Intermittent Water Supply Impacts on Distribution System Biofilms and Water Quality. *Water Research*. Vol. 201, 1 August 2021. URL: <https://doi.org/10.1016/j.watres.2021.117372>.
9. Liu Ying et al. Big Data Analysis of Water Quality of Secondary. *Water Supply. Procedia Computer Science*. 2019. Vol. 154, 744–749.
10. Yudha P. Heston, Nur Alvira Pascawati. Problem and technology solution improving water quality in Morotai Island (A case study in Koloray, Muhajirin and Juanga). *Technology in Society*. 2021. Vol. 65. URL: <https://doi.org/10.1016/j.techsoc.2021.101552>.
11. William M Roberts et al. Mapping the potential for Payments for Ecosystem Services schemes to improve water quality in agricultural catchments: A multi-criteria approach based on the supply and demand concept. *Water Research*. Vol. 206, 2021. URL: <https://doi.org/10.1016/j.procs.2019.06.116>.
12. 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>.
13. Скок С.В. Аналіз господарсько-питного водоспоживання у міському середовищі (на прикладі міста Херсона). *Екологічні науки*. 2018. № 20. С. 75–78.
14. 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. 47(2). pp. 273–280.

REFERENCES

1. Zatserkovnyi V.I. Plichko L.V. (2017). *Analiz systemy upravlinnia vodohospodarskyim kompleksom Ukrainy ta poshuk shliakhiv shchodo yii vdoskonalennia* [Analysis of the management system of the water management complex of Ukraine and search ways of improve]. *Naukoiemni tekhnologii*, no. 4 (36), 358–367. [in Ukrainian].
2. Feshchenko V.P. (2016). *Ratsionalne vykorystannia ta vidnovlennia vodnykh resursiv* [Rational use and restoration of water resources]. Monohrafiia. Zhytomyr: ZhDU im I. Franka. [in Ukrainian].
3. Shestopalov V.M., Liutyi H.H., Sanina I.V (2019). *Suchasni pidkhody do hidroheolohichnoho raionuvannia Ukrainy* [Modern approaches to hydrogeological zoning of Ukraine]. *Hidroheolohichne raionuvannia Ukrainy*. Mineralni resursy, no. 2, 3–12. [in Ukrainian].
4. Shumyhai I.V. (2013). *Osoblyvosti vykorystannia pidzemnykh vod u mezhakh silskykh terytorii* [Features of groundwater use within rural areas]. *Zbalansovane pryrodokorystuvannia*, no. 2-3, 95–99. [in Ukrainian].
5. Obukhov Ye.V. (2019). *Pokaznyky zabezpechenosti naselennia Ukrainy vodnymi resursamy na pochatku 2019 roku* [Indicators of water supply of

- the population of Ukraine in early 2019]. *Hydroenerhetyka Ukrainy*, no. 12, 31–35. [in Ukrainian].
6. Levkovska L.V., Sunduk A.M. (2014). *Bezpeka vodnykh resursiv Ukrainy: analiz, otsinka, priorityty zabezpechennia* [Security of water resources of Ukraine: analysis, assessment, priorities.]. *Ekonomika pryrodokorystuvannia i okhorony dovyklykiv*: zbirnyk naukovykh prats, 71–75. [in Ukrainian].
 7. Shestopalov V.M., Stetsenko B.D., Rudenko Yu.F. (2019). *Pidzemni vody verkhnosarmatskoho vodonosnoho horyzontu yak rezervne dzherelo pytnoho vodozabezpechennia Mykolaieva (Ukraina)* [Groundwater of the Upper Sarmatian aquifer as a reserve source of drinking water supply of Nikolaev (Ukraine)]. *Heolohichni zhurnal*, no. 2 (367), 5–17. [in Ukrainian].
 8. Carolina Calero Preciado et al. (2021). Intermittent Water Supply Impacts on Distribution System Biofilms and Water Quality. *Water Research*. Vol. 201, 1 August. URL: <https://doi.org/10.1016/j.watres.2021.117372>.
 9. Liu Ying et al. (2019). Big Data Analysis of Water Quality of Secondary. *Water Supply. Procedia Computer Science*, Vol. 154, 744–749.
 10. Yudha P. Heston, Nur Alvira Pascawati (2021). Problem and technology solution improving water quality in Morotai Island (A case study in Koloray, Muhajirin and Juanga). *Technology in Society*, Vol. 65. URL: <https://doi.org/10.1016/j.techsoc.2021.101552>.
 11. William MRoberts et al. (2021). Mapping the potential for Payments for Ecosystem Services schemes to improve water quality in agricultural catchments: A multi-criteria approach based on the supply and demand concept. *Water Research*, Vol. 206. URL: <https://doi.org/10.1016/j.procs.2019.06.116>.
 12. Pichura V.I., Skok S.V. (2019). *Vplyv urbosystem na hidroheolohichni ta hidrokhimichni umovy vodonosnykh horyzontiv* [Influence of urban systems on hydrogeological and hydrochemical conditions of aquifers]. *Naukovi dopovidi NUBiP Ukrainy*, no. 6 (82). URL: <http://dx.doi.org/10.31548/dopovidi2019.06.001>. [in Ukrainian].
 13. Skok S.V. (2018). *Analiz hospodarsko-pytnoho vodospozhyvannia u miskomu seredovyshchi (na prykladi mista Khersona)* [Analysis of drinking water consumption in the urban environment (on the example of the city of Kherson)]. *Ekolohichni nauky*, no. 20, 75–78. [in Ukrainian].
 14. Pichura V., Potravka L., Skok S., Vdovenko N. (2020). Causal regularities of effect of urban systems on condition of hydro ecosystem of Dnieper River. *Indian Journal of Ecology*, no. 47(2), 273–280.