

<http://doi.org/10.17721/1728-2721.2019.73.5>  
УДК 626.81:574.635

Л. Хохлова, асп.,  
Д. Лукашов, д-р біол. наук, проф.  
ННЦ "Інститут біології та медицини"  
Київського національного університету імені Тараса Шевченка, Київ, Україна

## ЯКІСТЬ ВОДИ У МАГІСТРАЛЬНОМУ КАНАЛІ КАХОВСЬКОЇ ЗРОШУВАЛЬНОЇ СИСТЕМИ

*Наведено результати аналізу хімічного складу води Каховського магістрального каналу в межах Херсонської та Запорізької областей, Каховського водосховища, у районі розташування Головної насосної станції, за період 2015–2017 рр., проведено екологічну оцінку якості води, яка використовується для зрошення та питних потреб, проаналізовано джерела надходження забруднюючих речовин у водні об'єкти та можливі наслідки їх дії на гідробіоценози та водне середовище у цілому.*

**Ключові слова:** меліоративний об'єкт, зрошення, якість води, гідрохімічні показники, зрошувальна система, гранично допустима концентрація, моніторинг вод.

**Постановка проблеми.** Україна володіє унікальним природно-ресурсним потенціалом і за якісним складом ґрунтів та біопродуктивністю угідь є однією з найбагатших аграрних держав світу. Найбільша частина (більше 2/5) сільськогосподарських угідь припадає на Степ – зону нестійкого й недостатнього зволоження. У посушливих умовах виробництво сільськогосподарської продукції значною мірою залежить від вирішення проблеми штучного зрошення сільгоспугідь. У зв'язку з цим, починаючи із 60-х рр. ХХ ст., на півдні України було розпочато великомасштабне спорудження меліоративних об'єктів, побудовано Каховське водосховище і найбільшу в Європі – Каховську зрошувальну систему, сумарна протяжність каналів якої становить 520 км. Водогосподарський комплекс у степовій зоні є найпотужнішим в Україні, а Херсонська та Запорізька області – є зонами розвитку інтенсивного землеробства й гідромеліоративного будівництва [4].

До останнього часу наукові засади розвитку меліорації земель в Україні були орієнтовані на вирішення практичних задач, пов'язаних із водозабезпеченням сільгоспугідь з метою підвищення врожайності сільськогосподарських культур. Із багатьох екологічних проблем біотопів і біоценозів, що виникають при зрошенні земель, головна увага приділялася осолонцюванню ґрунтів і кількісному виснаженню водних ресурсів. Питанню забруднення іригаційних вод важкими металами, радіоактивними речовинами, пестицидами і мікроорганізмами було приділено значно менше уваги. Проте відомо, що якість зрошувальної води, зокрема її хімічний склад, можуть визначати санітарно-гігієнічні параметри продукції. Тому в сучасних умовах господарювання першочергове значення для ефективного та екологічно безпечного використання зрошуваних земель з метою вирощування екологічно чистої продукції має якість поливної води [15].

Оцінювання якості поливних вод України показало, що більшість із них постійно або тимчасово виходить за межі I класу за небезпекою підлучення й осолонцювання ґрунтів. 40 % поливних вод належать до обмежено придатних і непридатних. Згідно із Комплексною екологічною оцінкою якості поверхневих вод Каховського водосховища як системи водопостачання м. Бердянська, за загальною санітарним індексом якісний стан води і ступінь її придатності для використання водного об'єкта населенням є помірно забрудненим і має показник 2,6; за гідрохімічним формалізованим сумарним показником хімічного забруднення водний об'єкт перебуває у надзвичайній екологічній ситуації, за гідрохімічним індексом забруднення води, що становить 6,2, належить до дуже брудних. Інтегральний індекс екологічного стану становить 2,75 і класифікує водосховище як таке, що перебуває у напруженій екологічній ситуації [1; 3].

**Аналіз наукових публікацій.** Оцінка якості зрошувальної води є однією з актуальних проблем загального і меліоративного ґрунтознавства як в Україні, так і за кордоном. У цій області за останні 20 років накопичений значний експериментальний матеріал. Питанням оцінки стану річкового стану басейну Дніпра із водогосподарських позицій займалися Й. Гриб, А. Яцик, С. Балюк, М. Ромащенко, О. Носоненко, М. Захарова, В. Морозов. Вивченню мінералізації та макрокомпонентного складу поливних вод і впливу на засолення ґрунтів присвячені роботи П. Лозовіцького, І. Ткаченко. Агрогідрохімічні особливості міграції важких металів у поливних водах України розглядалися в роботах В. Ладних, Л. Чаусової. Також Т. Єгоровою розраховано та узагальнено коефіцієнти водної міграції важких металів у агроландшафтах Степової зони України різного функціонального використання. Проблеми застосування технологій ГІС для моніторингу якості водних ресурсів досліджували Є. Анпілова, В. Лялько, О. Томченко, О. Федоровський, О. Рябоконтенко та ряд інших. В. Тімченко, Г. Карповою оцінено ретроспективні й сучасні показники стану екосистем та якості води пониззя ділянки Дніпра й Каховського водосховища. В. Гнатюком і Н. Підгорним проведено комплекс оцінку якості поверхневих вод Каховського водосховища як джерела водопостачання м. Бердянська Запорізької області.

**Мета статті.** У поданій роботі було поставлено за мету проаналізувати якість води у магістральному каналі Каховської зрошувальної системи стосовно вимог вирощування екологічно чистої сільськогосподарської продукції. За даними моніторингу Держводагентства України проаналізувати й оцінити екологічну ситуацію в Каховському магістральному каналі та Каховському водосховищі, у районі розташування Головної насосної станції дослідити, чи забезпечується подавання води нормативної якості для зрошення та питних потреб у Херсонській і Запорізькій областях. Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити такі завдання: 1) установити хімічний склад води в каналі та водосховищі, у районі надходження води у меліоративний об'єкт; 2) визначити динаміку та тенденції до зміни складу головних іонів, концентрації речовин води у часі; 3) оцінити ступінь забруднення води у каналі та водосховищі; 4) установити причини та вірогідні джерела забруднення водойми; 5) описати можливі наслідки дії забруднювальних речовин на гідробіоценози та водне середовище у цілому.

**Методика досліджень.** Основним джерелом отримання інформації про стан і якість поверхневих вод Каховського зрошувального масиву є дані спеціалізованої системи моніторингу. Державний моніторинг вод здійснюється Державним агентством водних ресурсів з метою

забезпечення збирання, оброблення, збереження й аналізу інформації про стан вод, прогнозування його змін і розроблення науково обґрунтованих рекомендацій для прийняття рішень у галузі використання і охорони вод та відтворення водних ресурсів. Моніторингова інформація – дані спостережень, що виконуються за певною програмою з визначеною періодичністю та переліком контрольованих показників стану водних об'єктів. До основних відомчих моніторингових мереж, що охоплюють територію Херсонської й Запорізької областей, належать системи спостережень організацій – суб'єктів обласної системи моніторингу довкілля: державної екологічної інспекції, Каховської гідрогеолого-меліоративної експедиції (КГГМЕ), Херсонського обласного управління водних ресурсів, обласних центрів із гідрометеорології [13].

Вимірювання показників якості поверхневих вод у районі верхнього б'єфу Каховської гідроелектростанції біля ГНС Каховського магістрального каналу, 106 км – точка 1 (с. Любимівка, Херсонська область), у точці 2 – 127 км каналу (с. Червоноармійське, Запорізька область) проводилися акредитованими лабораторіями моніторингу вод і ґрунтів Запорізького та Херсонського обласних управлінь водних ресурсів Держводагентства України згідно із затвердженою Програмою контролю за якістю поверхневих вод протягом 2015–2017 рр. (рис. 1). У відібраних пробах здійснювалися інструментально-лабораторні вимірювання концентрації забруднювальних речовин та якісних показників (властивостей) води, що характеризують її гідрохімічний стан.

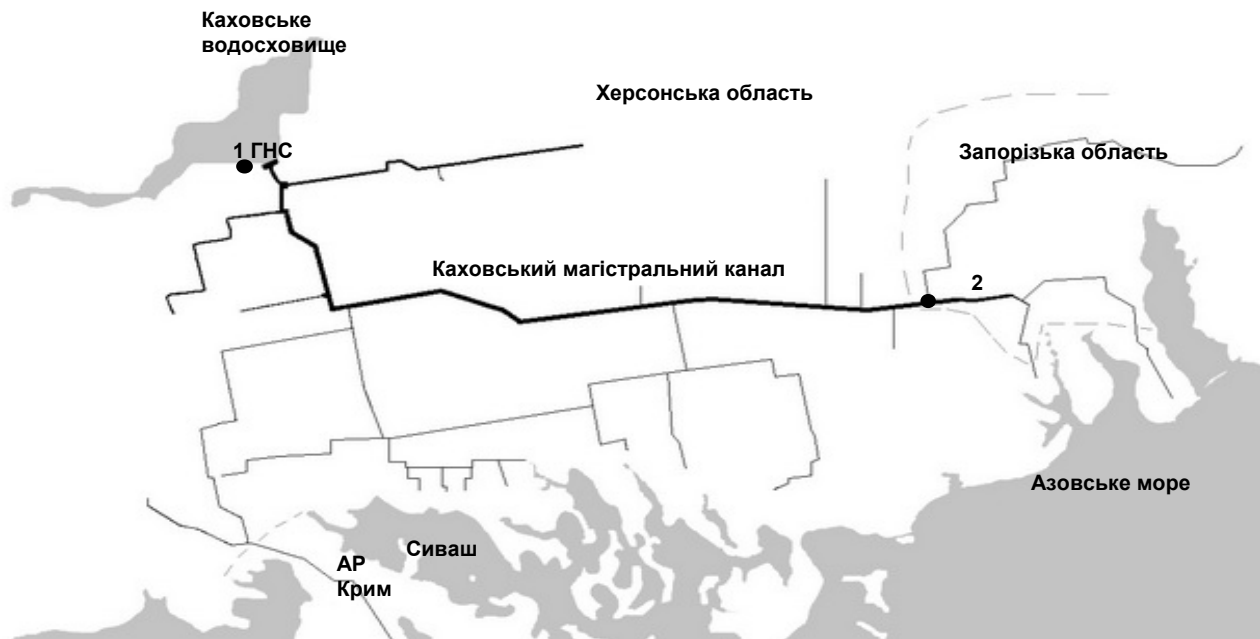


Рис. 1. Розташування контрольних точок спостережень на Каховському магістральному каналі Каховської зрошувальної системи

**Виклад основного матеріалу.** Каховська зрошувальна система – меліоративна система у Херсонській і Запорізькій областях на площі 318,6 тис. га. Джерело її живлення – Каховське водосховище, з якого вода надходить до Каховського магістрального каналу – штучного меліоративного об'єкта довжиною 150 км, що споруджено для зрошування сільськогосподарських угідь та водопостачання сільських населених пунктів Херсонської й Запорізької областей. Для подавання води використовують Головну насосну станцію (далі – ГНС), розраховану на подавання 530 м<sup>3</sup>/с води на висоту 25 м. Систему збудовано як закриту внутрішньогосподарську мережу у вигляді відкритих каналів із застосуванням протифільтраційних ґрунто- і бетоноплівкових екранів. Дренажні, поверхневі та скидні води відводяться скидними каналами загальною довжиною майже 160 км до акумулюючих ставків і водоймищ, які використовуються для риборівництва. ГНС Каховської зрошувальної системи постачає воду також іншим зрошувальним системам: Приазовській, Сірогозькій, Північнокримському каналу, Генічеській, Каланчацькій та каналам другого порядку [11].

Територія, через яку прокладено магістральний канал Каховської зрошувальної системи, характеризується складними кліматичними умовами, значні без-

дошові періоди сприяють виникненню атмосферних засух і суховіїв. Клімат помірно-континентальний із порівняно м'якою зимою (середні температури зимових місяців -1° -3° С) та жарким і довгим літом (середні температури +22° +23° С, максимальні – більше 40° С). Середня багаторічна кількість опадів становить близько 300–400 мм. Тривалість безморозного періоду – пересічно 179 днів на рік. Переважна кількість опадів випадає влітку у вигляді злив, узимку сніговий покрив нестійкий, існує кілька десятків днів. В останні роки у зв'язку зі змінною клімату, сніговий покрив практично відсутній. Динаміка багаторічних коефіцієнтів зволоження простежується в бік зростання, спостерігаються явища аномального випадання опадів переважно наприкінці весни та влітку за відносно постійного рівня температури повітря. Коефіцієнт зволоження зростає від 0,68 (1951) до 0,8 (2012). Водночас, клімату території досліджень притаманні літні суховії – потужні вітри (більше 5 м/с) за низької вологості (менше 30 %) та високих температур (вище 25° С). Такі вітри негативно впливають на розвиток сільськогосподарських культур, знижують родючість ґрунтів. Сумарна радіація досягає 4000–5200 МДж/м<sup>2</sup>. Більшу частину сонячної радіації поверхня одержує із травня по вересень. Вегетаційний період триває

200–250 днів. Природні умови сприяють вирощуванню зернових культур та овочів, розвитку баштанництва й виноградарства. Найпоширенішими типами ґрунтів є чорноземи південні малогумусні та темно-каштанові залишково слабо- і середньосолонцюваті [5].

За даними багаторічних спостережень у південних регіонах України кожні 6–8 років із 10 оцінюються як сухі та посушливі. Забезпечення росту обсягів сільськогосподарської продукції у степових районах можливе тільки за рахунок інтенсифікації всіх галузей сільського господарства і збільшення родючості кожного гектара землі в умовах зрошення. У досягненні цієї мети вирішальна роль належить гідромеліорації ґрун-

тів і ландшафтів у цілому як вагомого засобу підвищення ефективності землеробства.

За багаторічними даними Інституту зрошувального землеробства НААН України зі зрошувального гектара одержують урожаї у 2–3 рази вищі, ніж із незрошувального. Поливні землі є фактором стабілізації сільськогосподарського виробництва на півдні України, що виявляється у посушливі роки [11].

За таких умов щороку поливний сезон у степовій зоні України розпочинається з весни і фактично триває до початку листопада, орні землі зрошуються дощувальними машинами типу фрегат (табл.1).

**Таблиця 1. Інформація про водогосподарську обстановку на Каховській зрошувальній системі за 2017 р. (про процес поливного сезону)**

Дата	Об'єм подавання води, тис. м <sup>3</sup> /с	Заявка по системі, м <sup>3</sup> /с	Миттєвий водозабір, м <sup>3</sup> /с	Середньодобовий водозабір, м <sup>3</sup> /с	Кількість працюючих насосних станцій, дощувальних машин типу – фрегат, шт.
13.04.2017	16 890,3	20,6	17,7	8,2	НС – 13, фрегатів – 17
28.04.2017	26 099,5	14,6	6,5	4,1	НС – 6, фрегатів – 2
04.05.2017	30 149,5	43,4	23	9,6	НС – 19, фрегатів – 36
11.05.2017	42 007,1	61,4	38,1	26,1	НС – 62, фрегатів – 211
18.05.2017	62 498,1	63,6	47,5	32,3	НС – 104, фрегатів – 373
25.05.2017	86 976,1	81,1	67,1	44,5	НС – 118, фрегатів – 550
31.05.2017	127 748,0	121,6	94,6	80,8	НС – 164, фрегатів – 1001
07.06.2017	182 100,1	138,5	116,6	92,4	НС – 182, фрегатів – 1323
14.06.2017	247 652,8	153,3	110,7	106,7	НС – 171, фрегатів – 1208
22.06.2017	306 925,0	157,7	120,0	99,1	НС – 171, фрегатів – 1243
29.06.2017	379 825,5	167,7	136,2	119,5	НС – 191, фрегатів – 1586
06.07.2017	441 771,4	143,4	76,8	38,3	НС – 108, фрегатів – 783
13.07.2017	477 090,0	137,1	96,9	63,1	НС – 135, фрегатів – 931
20.07.2017	543 858,5	168,5	141,8	128,8	НС – 185, фрегатів – 1587
26.07.2017	610 177,1	172,0	146,5	131,5	НС – 188, фрегатів – 1622
03.08.2017	690 871,9	168,7	129,0	107,2	НС – 169, фрегатів – 1331
10.08.2017	769 169,2	171,5	151,7	126,4	НС – 193, фрегатів – 1675
17.08.2017	842 843,9	160,7	118,9	98,8	НС – 177, фрегатів – 1287
23.08.2017	896 140,8	136,3	79,8	75,7	НС – 126, фрегатів – 829
31.08.2017	949 637,8	128,7	76,4	79,6	НС – 154, фрегатів – 859
07.09.2017	977 508,9	95,5	52,6	42	НС – 119, фрегатів – 471
14.09.2017	1 003 844,6	77,6	42,3	35,5	НС – 88, фрегатів – 345
21.09.2017	1 019 166,1	49,5	46,4	22,6	НС – 83, фрегатів – 265
28.09.2017	1 029 700,3	38,7	22,1	10,1	НС – 47, фрегатів – 118
04.10.2017	1 039 170,3	38,5	17,0	14,1	НС – 58, фрегатів – 147
12.10.2017	1 044 928,3	18,7	2,6	4,0	НС – 24, фрегатів – 56
19.10.2017	1 044 928,3	3,1	0,1	1,8	НС – 8, фрегатів – 15
26.10.2017	1 044 928,3	0,6	0,1	0,1	НС – 1, фрегатів – 1

Станом на 14.12.2017 р. Головною насосною станцією з початку року перекачено  $W = 1\,044\,928,3$  тис. м<sup>3</sup> води.

Із табл. 1 можна побачити, що сільськогосподарські угіддя степової зони зрошуються близько 7 місяців. Як зазначалося вище, цьому сприяють специфічні природно-кліматичні умови регіону. Починаючи із травня до кінця липня середньодобовий водозабір зростає із 4,1 до 132 м<sup>3</sup>/с. Протягом поливного сезону зростання водозабору є нерівномірним. У періоди випадання достатньої або аномальної кількості атмосферних опадів зменшується кількість працюючих насосних станцій та кількість дощувальних машин на полях. Як наслідок, обсяг водозабору знижується. Із кінця вересня до кінця жовтня потреби сільськогосподарських виробників у воді для зрошення зменшуються із 4,0 до 0,1 м<sup>3</sup>/с.

Управління Головного Каховського магістрального каналу Держводагентства України у поливний сезон управляє операціями, пов'язаними з водозабором із джерела зрошення, розподіляє воду між управліннями водного господарства, організаціями-водокористувачами та фермерськими господарствами на основі плану водокористування, підтримує робочі горизонти по магістральному й інших розподільчих каналах та водовіділах Каховської зрошувальної системи. Як видно з

табл. 1, середньодобовий забір протягом 2017 р. не перевищував заявлених показників із подавання води. У 2017 р. ГНС подано 1044928,3 тис. м<sup>3</sup> об'єму води на потреби зрошення.

Зарегулювання Дніпра та інтенсивне водоспоживання у сільському господарстві змінило його гідрологічний режим, що виявилось у зменшенні швидкості течії й інтенсивності турбулентного перемішування, зменшенні водообміну тощо. Тип кругообігу речовин і енергії у Каховському водосховищі перетворився із транзитного на замкнений, домінуючою ролі набули внутрішньоводоймові процеси. Трансформація гідрологічного режиму неминуче призвела до зміни хімічного складу дніпровської води. Акваторія пониззя Дніпра стала частковим акумулятором твердого стоку та хімічних речовин, які змиваються зі всього басейну [2].

Унаслідок скидів забруднювальних речовин промисловими й побутовими підприємствами у річку Дніпро, загальна характеристика показників якості води у Каховському водосховищі, вода з якого подається до магістрального каналу, свідчить про поступове погіршення її стану, особливо в частині перевищення концентрації

іонів деяких металів, хлоридів, сульфатів. Зважаючи на це, якість використовуваної води для зрошення може не завжди задовольняти установленим вимогам за екологічними та агрономічними критеріями.

Агрономічні критерії придатності води для зрошення регламентує ДСТУ 2730:2015, згідно з яким нормування якості зрошувальної води здійснюють з урахуванням складу і властивостей ґрунтів. Оцінювання якості зрошувальної води охоплює такі показники: сума токсичних солей в еквівалентах хлору (eCl-), мекв/дм<sup>3</sup>; величину рН; лужності від нормальних карбонатів (CO<sub>3</sub><sup>2-</sup>) і токсичної лужності (HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>—Ca<sup>2+</sup>), мекв/дм<sup>3</sup>; відношення суми лужних катіонів натрію і калію (мекв/дм<sup>3</sup>) до суми всіх катіонів (мекв/дм<sup>3</sup>), %; перевищення концентрації катіону магнію над концентрацією катіону кальцію, мекв/дм<sup>3</sup>; уміст аніону хлору (Cl<sup>-</sup>), мекв/дм<sup>3</sup>; термодинамічні потенціали; температуру води, °С. Під час оцінювання якості зрошувальної води виділяють три класи її придатності: зрошувальна вода I класу – придатна для зрошення без обмежень, зрошувальну воду II класу використовують за умови обов'язкового застосування комплексу заходів запобігання деградації ґрунтів або поліпшення води до показників I класу, зрошувальна вода III класу – вода, показники якості якої виходять за межі значень, що установлені для зрошувальних вод II класу, непридатна для зрошення без попереднього поліпшення її складу [7].

Екологічні критерії придатності води для зрошення регламентує ДСТУ 7286:2012. Оцінювання якості природної води для зрошення за екологічними критеріями здійснюють з метою запобігання можливому негативному впливу на довкілля та здоров'я населення, а саме: змін стійкості ландшафтів і агроландшафтів, санітарно-гігієнічного стану поверхневих і підземних вод тощо. Оцінювання якості поверхневих та підземних вод під час зрошення виконують за показниками, що характеризують хімічний склад, загальноєкологічну якість і фізикохімічність, санітарно-токсикологічну й водно-міграційну здатність хімічних елементів і речовин, бактеріологічну забрудненість, уміст радіоактивних речовин тощо [1; 14].

За даними гідрогеолого-меліоративної служби (далі – ГГМС) Держводагентства України за останні роки, на території Херсонської області мінералізація зрошувальних вод р. Дніпро становила 0,32–0,51 г/л. Уміст гідрокарбонат-, хлорид- і сульфат-іонів коливався відповідно в

межах 2,40–3,28; 1,03–1,36 та 1,20–2,60 м-екв/л. Кількість іонів кальцію, магнію, натрію відповідно дорівнювала 2,0–3,3; 1,4–2,6; 0,72–2,56 м-екв/л. Спостерігалася періодична поява іонів CO<sub>3</sub><sup>2-</sup>. Водневий показник рН коливався у межах 7,6–8,8. Значення активності іонів (pCa) досягали 2,40–2,74, іонів натрію (pNa) – 2,90–3,52. Клас води – гідрокарбонатно-кальцієвий. Із урахуванням небезпеки вторинного підлучення і осолонцювання поливних вод Каховської зрошувальної системи належать до II класу і є обмежено придатними, що вказує на необхідність проведення заходів, які забезпечують попередження деградації ґрунту. Зрошення дніпровською водою чорноземів південних призвело до зміни фізичних, фізикохімічних та хімічних властивостей ґрунту [8].

Під час використання для зрошення вод II класу (обмежено придатні для зрошення) розвиваються деградаційні процеси – засолення, осолонцювання, ущільнення, знеструктурення та злитизація, кіркоутворення, забруднення ґрунтів. За таких умов навіть застосування комплексу агроеліоративних заходів дає можливість лише обмежити, стримати, послабити вияв цих процесів, але не може усунути їх цілком.

Згідно з аналізом еколого-агроеліоративного стану зрошуваних земель ГГМС використання обмежено придатних і непридатних для зрошення вод за вмістом важких металів в умовах високого техногенного навантаження на агроландшафти спричиняє значне накопичення їхніх рухомих форм у ґрунтового профілі, що створює небезпеку подальшого надходження цих токсикантів у рослинну продукцію [1].

Оцінку зрошувальної води за небезпекою погіршення санітарно-бактеріологічного стану природного середовища здійснюють з метою попередження прямого негативного впливу на стан агроєкосистеми й навколишнього природного середовища, а також непрямого впливу на здоров'я людини. Тому відповідно до САНПІН 4630, гігієнічні вимоги для зрошувальної води такі самі, як і до води господарчо-питного водокористування [12; 14]. Тому при опрацюванні зібраних даних моніторингу вод про середньорічні концентрації речовин у контрольних створах спостережень на Каховському магістральному каналі, нами проводилася перевірка відповідності ГДК згідно із вищезазначеним нормативом. Результати хімічних аналізів представлені у табл. 2.

**Таблиця 2. Середньорічні результати гідрохімічних аналізів моніторингу поверхневих вод у контрольних точках спостережень**

Показники	Точки спостереження			р. Дніпро 106 км ГНС с. Любимівка			127 км каналу с. Червоноармійське		
	2015	2016	2017	2015	2016	2017	2015	2016	2017
Кальцій, мг/дм <sup>3</sup>	55,6	49,7	54,1	52,1	53,0	58,0			
Магній, мг/дм <sup>3</sup>	17,6	17,2	16,4	16,4	19,3	14,9			
Сульфати, мг/дм <sup>3</sup>	52,9	51,3	55,0	53,0	52,7	56,6			
Хлориди, мг/дм <sup>3</sup>	47,8	37,6	34,2	49,7	40,2	38,7			
Сухий залишок, мг/дм <sup>3</sup>	324,0	329,9	354,0	329,0	364,0	354,0			
ХСК, мгО/дм <sup>3</sup>	23,0	24,3	22,8	24,0	26,2	26,0			
БСК <sub>5</sub> , мгО <sub>2</sub> /дм <sup>3</sup>	2,3	2,6	2,8	2,8	3,1	3,5			
Іон амонію, мг/дм <sup>3</sup>	0,236	0,252	0,356	0,250	0,335	0,365			
Нітрати, мг/дм <sup>3</sup>	1,68	1,66	1,5	1,29	1,78	1,41			
Марганець, мг/дм <sup>3</sup>	0,044	0,047	0,044	0,052	0,049	0,053			
Мідь, мг/дм <sup>3</sup>	0,017	0,018	0,015	0,018	0,016	0,021			
Нікель, мг/дм <sup>3</sup>	0,0066	0,0071	0,0076	0,0074	0,0060	0,0070			
Хром, мг/дм <sup>3</sup>	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03			
Залізо заг., мг/дм <sup>3</sup>	0,253	0,226	0,184	0,296	0,274	0,246			

Із табл. 2 ми можемо побачити, що у воді як Каховського водосховища (район розташування ГНС), так і безпосередньо у магістральному каналі протягом трьох років спостерігалася перевищення у 1,6 рази від уста-

новлених нормативів (не більше 15,0 мгО/дм<sup>3</sup>) показника хімічного споживання кисню (далі – ХСК). Найбільше його середньорічне значення він мав у 2016 р. у воді каналу – 26,2 мгО/дм<sup>3</sup>, найменше – у водосховищі

(22,8 мгО/дм<sup>3</sup> у 2017 р.) Максимальне значення ХСК у районі закінчення каналу в Запорізькій області спостерігалось за рахунок інтенсифікації процесів евтрофікації під час спекотної погоди (червень – серпень).

Відповідно з даними табл. 2 спостерігаємо, що аналогічна ситуація відбувається із БСК<sub>5</sub>. Бачимо, що за три роки відслідковується тенденція до збільшення значення БСК<sub>5</sub> із 2,3 мгО<sub>2</sub>/дм<sup>3</sup> у 2015 р. до 3,5 мгО<sub>2</sub>/дм<sup>3</sup> у 2017 р. (при нормі не більше 3,0 мгО<sub>2</sub>/дм<sup>3</sup>). Таке перенасичення води органічними сполуками в майбутньому може стимулювати розвиток сапрофітних бактерій (у т. ч. особливо небезпечних хвороботворних), водних грибів, різко загострюючи епідеміологічну обстановку на водному об'єкті [9]. За даними Регіональних доповідей про стан навколишнього природного середовища у Херсонській області за 2015–2017 рр., джерелами появи у воді органічних речовин та азоту амонійного є комунальні скиди неочищених зворотних вод із очисних споруд міст Каховка та Берислав [10].

Як бачимо із табл. 2, у всіх точках спостережень протягом трьох років концентрація хрому шестивалентного у воді не перевищувала рівня ГДК – менше 0,05 мг/дм<sup>3</sup> (ГДК не більше 0,05 мг/дм<sup>3</sup>). Наявність важких металів – марганцю, міді, нікелю, свинцю, заліза спостерігається як у водосховищі, так і у магістральному каналі, проте їхня концентрація формально не перевищує ГДК. Концентрація загального заліза у воді коливалася від 0,184–0,296 мг/дм<sup>3</sup> (ГДК – 0,33 мг/дм<sup>3</sup>). Уважається, що відносно невеликий уміст важких металів пояснюється тим, що основні джерела забруднення промислових міст Запоріжжя, Енергодара безпосередньо не впливають на водосховище і на якість води у ньому [10]. Низькі концентрації металів у воді водосховища та каналу пов'язані із сорбцією їх на завислих частках і осадженням та споживанням їх гідробіонтами, зокрема синьо-зеленими водоростями. Таким чином відбуваються процеси самоочищення екосистеми гідромеліоративних об'єктів при невеликих швидкостях течії. Також аридність клімату сприяє формуванню на території прокладення магістрального каналу випаровувальних фізико-хімічних бар'єрів природного генезису [6; 9].

Уміст сульфатів і хлоридів у воді водосховища та каналу протягом трьох років не перевищував установлених ГДК. Зменшення її мінливості компонентів літогенної групи іонів – кальцію (Ca<sup>2+</sup>) та магнію (Mg<sup>2+</sup>) більшою мірою пов'язано зі змінами умов формування річкового стоку (зарегульованістю стоку), у результаті чого збільшились попуски маломінералізованих весняних вод у меженний період за рахунок змивів зі схилів до водосховища, відбувається розбавлення води, зниження її жорсткості [9]. Найбільший уміст кальцію спостерігався на каналі у 2017 р. – 58 мг/дм<sup>3</sup>, найменший у районі ГНС у 2016 р. – 49,7 мг/дм<sup>3</sup>. У 2017 р. спостерігалось зменшення концентрації магнію, найменше його значення зафіксовано у точці 2 – 14,9 мг/дм<sup>3</sup>.

Вміст іонів амонію у природних водах варіює в інтервалі від 10 до 200 мкг/л у перерахунку на азот. Основними джерелами надходження іонів амонію у штучні водні об'єкти є тваринницькі ферми, господарсько-побутові стічні води, поверхневий стік із сільгоспугідь при використанні амонійних добрив [10]. Протягом трьох років концентрація іону амонію у пробах води в усіх точках спостережень була значно меншою від установлених норм (ГДК – 1,0 мг/дм<sup>3</sup>) і коливалася в діапазоні 0,236–0,365 мг/дм<sup>3</sup>. Наявність такої кількості іону амонію у водосховищі та каналі відбувається переважно за рахунок

порушення науково обґрунтованих технологій унесення добрив фермерськими господарствами [10].

Присутність нітратних іонів у природних водах пов'язано із внутрішніми процесами у водоймі нітрифікації амонійних іонів за участю кисню під дією нітрифікуючих бактерій; атмосферними опадами, що поглинають оксиди азоту; стоком із сільськогосподарських угідь і зі стоками води зі зрошуваних полів, на яких застосовуються азотні добрива. У незабруднених водах уміст нітратних іонів звичайно виражається сотими, десятими частками міліграма і рідше одиницями міліграмів у літрі. Проте, протягом трьох років у всіх контрольних точках концентрація нітратів варіювалася у каналі в діапазоні 1,29 у каналі (2015) – 1,78 мг/дм<sup>3</sup> (2016), у водосховищі від 1,5 (2017) до 1,68 мг/дм<sup>3</sup>, однак не перевищувала ГДК – 45,0. Наявність підвищеного вмісту нітратів у розчиненій формі є також одним із показників евтрофування водного об'єкта [9].

**Висновки.** За результатами гідрохімічних вимірювань установлено, що якість поверхневої води в контрольних створах відповідала нормативам екологічної безпеки для зрошення й питного водопостачання, за винятком таких показників, як БСК<sub>5</sub>, ХСК, які є важливими індикаторами, що відображають поступове погіршення санітарного стану у водосховищі та магістральному каналі. Водночас, нестійкість більшості компонентів забруднень, які з часом виводяться з води під впливом різних процесів, сприяє самоочищенню гідромеліоративних об'єктів. Це трапляється внаслідок покращання фізичних властивостей під впливом адсорбції завислими частинками органічних речовин, важких металів, мікроорганізмів, коагуляції та седиментації завислих неорганічних і органічних речовин, мінералізації нестійкої органічної речовини, зростання концентрації кисню за рахунок аерації та водної рослинності. Проаналізувавши матеріали наукової літератури і щорічних доповідей регіональних Департаментів екології та природних ресурсів, визначено, що основними антропогенними джерелами забруднення гідромеліоративних об'єктів є комунальні скиди неочищених зворотних вод із очисних споруд населених пунктів, які розташовані поблизу водойм, поверхневий стік із сільськогосподарських угідь у період танення снігу й випадання дощів. Для запобігання надходження забруднюючих речовин у меліоративні споруди та поліпшення якості води рекомендовано провести роботи з удосконалення й ремонту очисних споруд, запровадження біологічного очищення стічних вод в аеробних умовах, будівництва колекторно-інженерної мережі із перехоплення стоку, розробки та надання рекомендацій сільськогосподарським підприємствам щодо нормованого внесення добрив на поля і рекомендацій з підвищення імунітету важливих сільськогосподарських культур до шкідників і хвороб, що дає змогу зменшити застосування пестицидів.

#### Список використаних джерел:

1. Балюк С. Якість поливної води та її приховані ризики / С. Балюк, Л. Воронинцева, О. Дрозд // Пропозиція. – 2013. – 2 с.
2. Бойко М. Ф. Екологія Херсонщини / М. Ф. Бойко, С. Г. Чорний. – Херсон: Екоцентр, 2001. – 155 с.
3. Гнатюк В. В. Комплексна екологічна оцінка якості поверхневих вод Каховського водосховища як системи водопостачання м. Бердянська / В. В. Гнатюк, Н. В. Підгорний // IV-й всеукр. з'їзд екологів з міжнародною участю. – Вінниця, ВНТУ, 2013. – С. 232–234.
4. Данилишин Б. М. Природно-ресурсний потенціал сталого розвитку України / Б. М. Данилишин, С. І. Дорогунцов. – К.: Нічлава, 1999. – 715 с.
5. Довгань Г. Д. Географія / Г. Д. Довгань, О. Г. Стадник. – Х.: Раїнон, 2016. – 286 с.
6. Єгорова Т. М. Особливості міграції важких металів у степовій зоні України / Т. М. Єгорова // Меліорація і водне господарство. – 2014. – № 101. – С. 231–240.

7. Захист довкілля. Якість природної води для зрошення. Агрономічні критерії. ДСТУ 2730:2015. ННЦ "ІГА імені О. Н. Соколовського. – Київ, 2016. – 13 с.

8. Малеев В. О. Зрошувальні меліорації Херсонської області в контексті збалансованого розвитку / В. О. Малеев, В. М. Безпальченко // Вісн. ХНТУ. – 2017. – № 1(60). – С. 215–223.

9. Парфенова Г. К. Антропогенные изменения гидрохимических показателей качества вод / Г. К. Парфенова. – Томск: Аграф-пресс, 2010. – 204 с.

10. Регіональна доповідь про стан навколишнього природного середовища у Херсонській області за 2015–2017 роки Департаментів екології та природних ресурсів Херсонської й Запорізької обласної державної адміністрації [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.menr.gov.ua>.

11. Ромащенко М. І. Наукові засади розвитку меліорації земель в Україні / М. І. Ромащенко // Водне господарство України. – 2013. – № 1. – С. 35–42.

12. САНПин 4630-88. Санитарные правила и нормы охраны поверхностных вод от загрязнения. – М.: Изд. Минздрава СССР, 1988. – 67 с.

13. Степова О. В. Моніторинг поверхневих вод / О. В. Степова, В. В. Рома. – Полтава: ПНТУ, 2017. – 82 с.

14. Якість природної води для зрошення. Екологічні критерії. ДСТУ 7286:2012. Вид. офіц. ННЦ "ІГА імені О. Н. Соколовського. – Київ, 2013. – 17 с.

15. Suggested Citation : 10 Salts and Trace Elements. National Research Council // Soil and Water Quality: An Agenda for Agriculture. – 1993. – 361 p.

#### References:

1. Balyuk S. Yakist' polyvnoyi vody ta yiyi prykhovani ryzyky / S. Balyuk, L. Vorotyntseva, O. Drozd / Propozytsiya. – 2013. – 2 s.

2. Boyko M. F. Ekolohiya Khersonshchyny / M. F. Boyko, S. H. Chorny. – Kherson: Ekotsentr, 2001. – 155 s.

3. Hnatyuk V. V. Kompleksna ekolohichna otsinka yakosti poverkhnelykh vod Kakhovskoho vodoshkovyshcha yak systemy vodopostachannya m. Berdyans'ka / V. V. Hnatyuk, N. V. Pidhornyy // IV-y vseukrayins'kyi z'yizd ekolohiv z mizhnarodnoyu uchastyu. – Vynnytsya, VNTU, 2013. – S. 232–234.

4. Danylyshyn B. M. Pryrodno-resursnyy potentsial staloho rozvytku Ukrainy / B. M. Danylyshyn, S. I. Dorohuntsov. – K.: Nichlava, 1999. – 715 s.

5. Dovhan H. D. Heohrafiya / H. D. Dovhan, O. H. Stadnyk. – KH.: Ranok, 2016. – 286 s.

6. Yehorova T. M. Osoblyvosti mihratsiyy vzhhykh metaliv u stepoviy zoni Ukrainy / T. M. Yehorova // Melioratsiya i vodne hospodarstvo. – 2014. – № 101. – S. 231–240.

7. Zakhyst dovkillya. Yakist' pryrodnoyi vody dlya zroshennya. Ahronomichni kryteriyy. DSTU 2730:2015. Vydannya ofitsiynе. NNTS "IHA imeni O. N. Sokolovskoho. – Kyiv, 2016. – 13 s.

8. Malyeyev V. O. Zroshuvalni melioratsiyyi Khersonsk'oyi oblasti v konteksti zbalansovanoho rozvytku / V. O. Malyeyev, V. M. Bezpal'chenko // Visnyk KHNTU. – 2017. – № 1(60). – S. 215–223.

9. Parfenova G. K. Antropogennyye izmeneniya gidrokhimicheskikh pokazateley kachestva vod / G. K. Parfenova. – Tomsk: Agraf-press, 2010. – 204 s.

10. Regional'na dopovid' pro stan navkolyshn'oho pryrodnoho seredovyscha u Khersonsk'iyi oblasti za 2015-2017 roky Departamentiv ekolohiyi ta pryrodnykh resursiv Khersonsk'oyi ta Zaporiz'koyi oblasnoyi derzhavnoyi administratsiyyi [Elektronnyy resurs]. – Rezhym dostupu: <http://www.menr.gov.ua>.

11. Romashchenko M. I. Naukovi zasady rozvytku melioratsiyyi zemel' v Ukraini / M. I. Romashchenko // Vodne hospodarstvo Ukrainy. – 2013. – № 1. – S. 35–42.

12. SANPin 4630-88. Sanitarnyye pravila i normy okhrany poverkhnostnykh vod ot zagryazneniya. – M.: Izd. Minzdrava SSSR, 1988. – 67 s.

13. Stepova O. V. Monitorynh poverkhnelykh vod / O. V. Stepova, V. V. Roma. – Poltava: PNTU, 2017. – 82 s.

14. Yakist' pryrodnoyi vody dlya zroshuvannya. Ekolohichni kryteriyy. DSTU 7286:2012. Vydannya ofitsiynе. NNTS "IHA imeni O. N. Sokolovskoho. – Kyiv, 2013. – 17 s.

15. Suggested Citation : 10 Salts and Trace Elements. National Research Council // Soil and Water Quality: An Agenda for Agriculture. – 1993. – 361 p.

Надійшла до редколегії 22.05.18

Л. Хохлова, асп.,

Д. Лукашов, д-р биол. наук, проф.

УНЦ "Институт биологии и медицины"

Киевского национального университета имени Тараса Шевченка, Киев, Украина

### КАЧЕСТВО ВОДЫ В МАГИСТРАЛЬНОМ КАНАЛЕ КАХОВСКОЙ ОРОСИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ

Приведены результаты анализа химического состава воды Каховского магистрального канала в пределах Херсонской и Запорожской областей, Каховского водохранилища, в районе расположения Главной насосной станции, за период 2015–2017 гг. Проведена экологическая оценка качества воды, используемой для орошения и питьевых нужд. Проанализированы источники поступления загрязняющих веществ в водные объекты и возможные последствия их воздействия на гидробиоценозы и водную среду в целом.

Ключевые слова: мелиоративный объект, орошение, качество воды, гидрохимические показатели, оросительная система, предельно допустимая концентрация, мониторинг вод.

L. Khokhlova, PhD Student,

D. Lukashov, Doctor of Science in Biology, Professor

Educational and Scientific Center "Institute of Biology and Medicine"

Taras Shevchenko National University of Kyiv, Kyiv, Ukraine

### QUALITY OF WATER IN THE MAIN CHANNEL OF THE KAKHOVKA IRRIGATION SYSTEM

The physical-geographical and climatic conditions of the territories of the steppe zone of Ukraine, where the Kakhovka irrigation system is constructed, is considered. The role of the Kakhovka main channel in increasing the volumes of production of agricultural products in the steppe areas, intensification of all branches of agriculture and increasing the fertility of the land under irrigation conditions are determined. The volumes of water use for irrigation by agricultural producers during the vegetative period have been analyzed. The normative documents regulating the quality of water for irrigation by agronomic and environmental criteria are considered. The results of the analysis of the chemical composition of the water of the Kakhovka main channel within the limits of the Kherson and Zaporizhzhia oblasts, Kakhovsky reservoir, in the area of the location of the Main Pumping Station, for the period 2015-2017, are presented, an environmental assessment of the quality of water used for irrigation and drinking needs was conducted. Having analyzed the materials of scientific literature and annual reports of regional departments of ecology and natural resources, the main anthropogenic sources of pollution of hydro-amelioration objects have been identified. Provided recommendations for preventing the introduction of pollutants into reclamation facilities and improving the quality of water for irrigation and drinking purposes. The possible consequences of the action of pollutants on hydrobiocenoses and the aqueous medium as a whole are determined. Also established the role of hydrobiots in the processes of self-clearing of the water from pollutants.

Keywords: meliorative object, irrigation, water quality, hydrochemical indicators, irrigation system, maximum permissible concentration, water monitoring.