

УДК 556.53:502/504

DOI 10.47049/2226-1893-2025-4-251-270

ЕКОЛОГО-МЕЛІОРАТИВНИЙ МОНІТОРИНГ ЯКОСТІ ПОВЕРХНЕВИХ ВОД В ПРИДУНАЙСЬКИХ ОЗЕРАХ ДЛЯ КРАПЛИННОГО ЗРОШЕННЯ

А.П. Блажко

доцент кафедри «Гідротехнічне будівництво»
blazhko49@gmail.com

Одеська державна академія будівництва та архітектури, Одеса, Україна

Анотація. Розглянуто основні засади оцінки якості поливної води в придунайських озерах для систем краплинного зрошення за агрономічними, екологічними і технічними критеріями. Дослідженням встановлено, що за агрономічними критеріями зрошувальні води озер Кугурлуй і Кагул відповідають I класу якості і можуть використовуватися для систем краплинного зрошення без обмежень. Поверхневі води озер Ялпуг, Китай і Катлабух відповідають II класу якості. Використання води такої якості для систем краплинного зрошення токсично впливає на рослини, приводить до розвитку вторинного засолення ґрунту. Еколого-гігієнічний та еколого-токсикологічний стан поливних вод із придунайських озер не загрожує зниженню здатності ґрунтів до самоочищення, погіршенню гігієнічного стану та харчової якості сільськогосподарської продукції. Еколого-меліоративний моніторинг каламутності та солевмісту в поверхневих водах досліджуваних водойм показав, що найменш забрудненими за вмістом завислих речовин та загальної концентрації солей виявилися озера Кагул і Кугурлуй. Зрошувальні води інших озер оцінені як «обмежено придатні» для мікрозрошення.

Ключові слова: поверхневі води, агрономічні, екологічні та технологічні показники, екологічне оцінювання якості води, краплинне зрошення.

UDC 556.53:502/504

DOI 10.47049/2226-1893-2025-4-251-270

ENVIRONMENTAL AND AMENITY MONITORING OF SURFACE WATER QUALITY IN DANUBE LAKES FOR DRIP IRRIGATION

A. Blazhko

Associate Professor of the Department of «Hydrotechnical Construction»
blazhko49@gmail.com

Odesa State Academy of Civil Engineering and Architecture, Odesa, Ukraine

Abstract. *The main principles of assessing the quality of irrigation water in the Danube lakes for drip irrigation systems according to agronomic, environmental and technical criteria are considered. Agronomic criteria are aimed at preventing the deterioration of soil fertility (salting, salinization, and alkalization) and toxic effects on the crops themselves. Environmental criteria are aimed at preventing deterioration of the quality of crop products (accumulation of harmful substances in the harvest) and reducing the negative impact on the environment. Technical criteria are aimed at preventing harmful impact on elements of the irrigation network and the hydro-ameliorative drip irrigation system.*

To achieve the goal of the work, the following tasks were implemented: appropriate calculations were made to assess the content of toxic salts, trace elements and heavy metals, suspended sediments of organic and mineral origin in irrigation waters, and the concentrations of phenols, petroleum products and synthetic surfactants were assessed relative to the maximum permissible indicators.

The study found that according to agronomic criteria, the irrigation waters of the Danube lakes Kugurlui and Cahul correspond to the I quality class and can be used for drip irrigation systems on soils of different mechanical composition without restrictions. The surface waters of the Yalpug, Kitay and Katlabukh reservoir lakes correspond to the II quality class both in terms of average annual and maximum values of hydrochemical indicators. The use of water of this quality for drip irrigation systems has a toxic effect on plants, inhibiting their growth and vegetation, and leads to the development of secondary soil salinization.

The ecological-hygienic and ecological-toxicological state of irrigation waters from the Danube lakes does not threaten the reduction of the ability of soils to self-purify, the deterioration of the hygienic state and nutritional quality of agricultural products. Ecological and reclamation monitoring of turbidity and salt content in the surface waters of the studied water bodies showed that the least polluted in terms of suspended solids and total salt concentration were the lakes Cahul and Cugurlui. Irrigation waters of other studied lakes were assessed as «limitedly suitable» for micro-irrigation.

Keywords: *surface waters, agronomic, ecological and technological indicators, ecological assessment of water quality, drip irrigation.*

Постановка проблеми. Оцінювання якості зрошувальної води та її вплив на показники родючості ґрунтів є одним із актуальних завдань в обґрунтуванні площ відновлення і розвитку зрошування та визначенні територій і напрямів розвитку зрошуваного землеробства в Україні [1].

Останніми роками в Україні при зрошенні сільськогосподарських культур знаходить все більше застосування один із прогресивних, ресурсо-енергозберігаючих, екологічно безпечних способів поливу – краплинне зрошення. Цей спосіб поливу широко застосовується в овочівництві США, Австралії, Ізраїлю та країнах Західної Європи. З 1997 р. в Україні розпочався новий етап застосування технологій краплинного зрошення в овочівництві відкритого ґрунту. Великомасштабного примінення в Україні краплинне зрошення набуло з 2004 р., коли площі його досягли 25,0 тис. га. Відтоді відмічається позитивна динаміка зростання площ краплинного поливу – у 2010 р. вона досягла майже 48 тис. га. Для краплинного

зрошення використовують воду природних і штучних водоймищ, а також воду підземних джерел. Придатність води для систем краплинного зрошення лімітується загальною мінералізацією, концентрацією токсичних солей, вмістом зважених речовин, пестицидів, наявністю гідробіонтів, паразитологічних і епідеміологічних показників тощо. Тому важливою особливістю систем краплинного зрошення є високі вимоги до якості поливної води [2].

Огляд останніх досліджень і публікацій з цієї проблеми. Перші методичні підходи до оцінки якості поливної води (Л. Розов, 1956 р.; В. Ковда, 1946 р.) базувалися на оцінці якості води для зрошування за її мінералізацією. Пізніше Л. Розовим було визначено, що солі, які розчинені у поливній воді, володіють різним ступенем токсичності і по-різному впливають на сільськогосподарські рослини [3].

Ідею оцінки якості зрошувальної води за показником мінералізації нині підтримують учені одеської екологічної наукової школи [4]. Вони вважають, що саме мінералізація поливної води є найголовнішим показником її якості, однак пропонують усе ж такі звертати увагу і аналізувати мінеральний склад поливних вод у вигляді гіпотетичних солей. При цьому необхідно враховувати, що всі солі натрію і всі хлориди є токсичними, а карбонати і сульфати кальцію та карбонати магнію не є токсичними. Сірчаноокислий і вуглекислий кальцій у водному розчині використовуються як добриво і виконують роль меліорантів. Однак вільна вуглекислота і аніони сірчаної кислоти агресивно діють на бетонні споруди меліоративних систем. Усе ж таки найбільш агресивною у поливній воді для систем краплинного зрошення є нормальна сода [4].

Полівна вода залежно від її мінералізації та вмісту аніонів і катіонів може негативно впливати на показники родючості ґрунтів. Придатність води для зрошення визначають за комплексом факторів та їх взаємодією. Найбільш важливими є вміст солей у воді, хімічний склад води, механічний склад і водно-фізичні властивості ґрунтів, вміст і склад солей у ґрунті, кліматичні умови, дренажність території, спосіб поливу, агротехнічні прийоми та особливості сільськогосподарських культур, що зрошуються. Крім того, бажано враховувати, що натеper набувають актуальності питання ефективного та екологобезпечного використання зрошуваних земель, якість води у джерелах зрошення та динаміка її показників у процесі транспортування води від джерела зрошування до поля. На ці питання звертають особливу увагу вітчизняні вчені С. Балюк, Л. Воротинцева, О. Дрозд, С. Рябков, Усатий С.В. [5-7].

Найбільш комплексний підхід до оцінки якості зрошувальної води за агрономічними і екологічними критеріями науково обґрунтували вчені ННЦ «Інститут ґрунтознавства і агрохімії імені О.Н. Соколовського» НААН України і представили його у вигляді державних стандартів: ДСТУ 2730 : 2015 «Якість природної води для зрошення. Агрономічні критерії», який встановлює агрономічні критерії, за якими визначають якість природної води, що використовується для зрошення, за її впливом на ґрунти, і ДСТУ 7591 : 2014 «Якість води для систем краплинного зрошення. Агрономічні, екологічні та технічні критерії», який установлює агрономічні, екологічні та технічні критерії, показники й параметри оцінювання якості природних вод (поверхневих і підземних) для краплинного

зрошення. Крім того, вченими вищезазначеного наукового центру України підготовлено діючий нормативний документ ДСТУ 7286:2012 «Якість природної води для зрошення. Екологічні критерії», який встановлює екологічно обґрунтовані нормативи якості води для зрошування, встановлені з урахуванням безпечного санітарно-гігієнічного стану та охорони навколишнього природного середовища від забруднення.

Також заслуговують на увагу результати польових досліджень вищезазначеного наукового центру [8], які проводилися на чотирьох сезонно-стаціонарних системах краплинного зрошення з різними типами фільтростанцій де використовувалася вода з Краснознам'янського зрошувального каналу (с. Нововолодимирівка Херсонської обл.) та Інгулецької зрошувальної системи (с. Миколаївське, м. Снігурівка, с. Горохівське Миколаївської обл.).

Крім того, в науковій роботі [9] наведено результати багаторічних експериментальних досліджень вчених ННЦ «Інститут ґрунтознавства та агрохімії імені О.Н. Соколовського» на Донецькій овоче-баштанній дослідній станції (с. Опитне Ясиноватського р-ну Донецької обл.) щодо впливу краплинного зрошення мінералізованою водою на ґрунтово-меліоративні показники чорнозему звичайного Північного Степу України.

В наукових роботах [10; 11] вченими НААН України проаналізовано основні напрями щодо розробки і впровадження ресурсо-, енергоощадних та еколого-безпечних технологій у зрошувальному землеробстві шляхом реалізації краплинного зрошення. Обґрунтовано технології мікрозрошення мінералізованими водами в умовах півдня Одеської області. Польовими дослідженнями встановлено, що при використанні для поливу вод підвищеної мінералізації суттєво зростає вміст водорозчинних солей та увібраного натрію, в певній мірі погіршуються (деградують) показники агрофізичних характеристик ґрунтів у зоні зволоження під краплинними водовипусками порівняно із варіантами зрошення прісними водами.

З 2012 р. на полях зрошуваних овочевих сівозмін СП «Гран» і «Добра городина» Біляївського району вченими Одеського національного університету ім. І.І. Мечникова вивчається вплив краплинного зрошення дністровською водою на речовинно-хімічний склад і родючість чорноземів південних Нижньо-Дністровської зрошувальної системи [12; 13].

В наукових публікаціях кафедри гідротехнічного будівництва Одеської державної академії будівництва та архітектури, використовуючи моніторингові спостереження на водних об'єктах Одещини, які проводить Відокремлений підрозділ БУВР річок Причорномор'я і нижнього Дунаю «Причорноморський центр водних ресурсів і ґрунтів», проведено екологічне оцінювання якості поверхневих вод окремих річок Північно-Західного Причорномор'я для систем краплинного зрошення [14; 15; 16].

Таким чином, огляд наукових розробок показав, що на сьогодні технічна та технологічна сторона застосування краплинного зрошення, як способу вологозабезпечення рослин, є досить вивченою.

Але, опубліковані матеріали щодо екологічного оцінювання якості поверхневих вод в придунайських озерах на теперішній час відсутні, що й обумовлює актуальність вибраної теми дослідження.

Завданням дослідження є екологічне оцінювання якості природних поверхневих вод в придунайських озерах та їх вплив на показники меліоративного стану і родючості ґрунтів за краплинного зрошення. Для досягнення мети роботи реалізовано наступні завдання: оцінювання якості поверхневих вод за небезпекою вторинного засолення, підлучення та осолонцювання ґрунту, за вмістом мікроелементів та важких металів, а також за ступенем впливу зрошувальної води на елементи систем краплинного зрошення (СКЗ).

Коротка характеристика об'єктів дослідження. До придунайських озер, таких як Ялпуг, Кугурлуй, Кагул, Китай, Катлабуг загалом «прив'язано» понад 114 тис. га зрошуваних земель [17]. Загальна площа водного дзеркала придунайських озер складає понад 450 км². Найбільше з них – Ялпуг, яке є і найбільшим озером України, займає друге місце за розмірами у Європі.

З середини 60-х років минулого століття придунайські водойми були зарегульовані, а акумульована в них вода використовувалась на зрошення [17]. Для підтримки експлуатаційних рівнів відбувались підкачки з р. Дунай слабо мінералізованої води (у середньому 380-410 мг/дм³). Після зарегулювання озер порушилися просторово-часові характеристики водообміну. Режим водообміну озер з р. Дунай полягає в тому, що навесні відкриваються шлюзи на з'єднуючих річку й озеро каналах і відбувається наповнення водойми. На період вегетації шлюзи закриваються. Восени, якщо рівні води в р. Дунай нижчі за рівні води в озерах, відбуваються скиди мінералізованих вод у р. Дунай. Після цього шлюзи знову закривалися на зимовий період. Незважаючи на наявність шлюзів, зменшився водообмін з р. Дунай. Озера перетворились на приймальники дренажного, побутового та промислового стоків. У 90-х рр. почалось зменшення площ зрошення, відповідно і заборів води, а головне – підкачок. Розглянемо основні характеристики придунайських озер-водосховищ [17].

Озера-водосховища Ялпуг-Кугурлуй. Озеро Ялпуг має площу дзеркала при нормальному підпірному рівні близько 150 км². Довжина озера складає 39 км, ширина змінюється від 1 до 5 км, середня глибина порядку 2 м. Озеро Ялпуг витягнуте з півночі на південь. У вершині Ялпуга проритий канал, що з'єднує його з Тараклійським водосховищем. З р. Дунай водоймище зв'язано протокою Репіда пропускна здатність якої 50 м³/с. У північно-західній частині озера Ялпуг є декілька ділянок малого зрошення загальною площею 1250 га.

Природнім продовженням озера є заплавне озеро Кугурлуй. Озера розділяє піщана коса довжиною близько 4 км з узькою горловиною протокою у її середній частині. Озеро Кугурлуй розташовано на лівому березі Кілійського рукава р. Дунай. Площа озера близько 80 км², середня ширина 6,3 км, переважаюча глибина 0,6-0,8 м, максимальна близько 1,5 м. Зв'язок з Дунаєм здійснюється за допомогою каналів Скунда і 105-й км, пропускна здатність яких складає по 63 м³/с кожний.

Озеро Кагул. Розташоване в Ренійському районі Одеської області, частково на молдавській території. Довжина озера 20,3 км, ширина: максимальна – 10,5 км, середня – 4,9 км, глибина: максимальна 3,5 м, середня 2,47 м, площа дзеркала при НПУ – 101,4 км², об'єм 250,67 млн. м³. Наповнення озера Кагул, головним чином, здійснюється самопливом з р. Дунай через канали «Вікета» і «Орловський», а

також стоком річки Кагул. Питне і крупне промислове водопостачання з озера Кагул в даний час не здійснюється. Основні водоспоживачі озера Кагул зрошувальні системи України і Молдови. Сумарний об'єм водоспоживання приблизно складає 24,6 млн. м³. Полив зрошувальних земель нерівномірний. В даний час зрошувальні системи потребують докорінної реконструкції – заміни дощувальної техніки, перебудови зрошувальної мережі та ін.

Озеро Катлабух. Озеро розташоване в Ізмайльському районі Одеської області. Є єдиним комплексом з плавневими землями і озером Лунг, а також з гідротехнічними спорудами, що з'єднують їх з р. Дунай. Під час стояння високих рівнів у р. Дунай існує можливість відкривати шлюзи на каналі «Громадський» та на каналі «Жилявський» і проводити одночасне наповнення водосховищ Катлабух та Саф'ян і прилеглих плавнів. При низьких рівнях в р. Дунай в окремих місцях території спостерігається слабка проточність води.

Озеро Картал. Водойма розташована в Ренійському районі Одеської області. Озеро наливне, сезонного регулювання. Довжина озера 6,2 км, ширина 5,1 км, середня глибина 1,5 м, площа дзеркала при НПР – 23,3 км³, об'єм при НПР 35,6 млн. м³. На озері розташоване Карतालське ставкове господарство з 38 ставками, загальною площею 338,5 га. Скидання води зі ставків здійснюється в озеро Картал. З досліджуваної водойми йде водозабір на мале зрошення Ренійського району. Об'єм водозбору на зрошення складає 1,182 млн. м³, у даний час можливості зрошення використовуються не в повній мірі.

Необхідно зазначити, що досліджувана територія характеризується посушливим кліматом. Опади (400-450 мм/рік) носять здебільшого зливовий характер, що обумовлює бурний стік поверхневих вод та сприяє розвитку ерозійних форм рел'єфа і площинної ерозії. Серед ґрунтів вододілів переважають чорноземи звичайні мало гумусні, важкосуглинисті.

Виклад основного матеріалу дослідження. В роботі використані результати гідрохімічних досліджень поверхневих вод в придунайських озерах за період 1997-2006 р., що здійснюється Державною гідрометеорологічною службою МНС України [18]. Для виконання комплексного оцінювання якості поверхневих вод для краплинного зрошення необхідно враховувати агрономічні, екологічні та технічні (технологічні) критерії і показники [19].

Оцінювання якості поверхневих вод за агрономічними критеріями. Агрономічні критерії придатності води для краплинного зрошення встановлює ДСТУ 7591:2014 «Якість води для систем краплинного зрошення. Агрономічні, екологічні та технічні критерії» [19] згідно якого нормування якості зрошувальної води здійснюють на основі показників загальної концентрації токсичних іонів (в еквівалентах хлору).

Під час оцінювання якості зрошувальної води виділяють три класи її придатності: I клас – придатна, II клас – обмежено придатна, III – непридатна. 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 якої виходять за межі значень, що встановлені для зрошувальних вод II класу, непридатна для

зрошення без попереднього поліпшення її складу. Якість зрошувальної води оцінюють, урахуовуючи: небезпеку іригаційного засолення, підлуження, осолонцювання ґрунту та токсичний вплив зрошувальної води на рослини.

Оцінювання якості поверхневих вод за небезпекою іригаційного засолення ґрунту здійснюють на основі показника токсичних іонів, відображених в еквівалентах хлорид-іонів (eCl^-), $\text{мекв} / \text{дм}^3$ за формулою [19]

$$eCl^{-\text{токс}} = Cl^- + 0,2SO_4^{2-\text{токс}} + 0,4HCO_3^{-\text{токс}} + 10CO_3^{2-\text{токс}}, \quad (1)$$

де $eCl^{-\text{токс}}$ – сума токсичних солей в еквівалентах хлору, $\text{мекв} / \text{дм}^3$;

Cl^- – сума хлоридів, $\text{мекв} / \text{дм}^3$;

$SO_4^{2-\text{токс}}$ – сума токсичних сульфатів, $\text{мекв} / \text{дм}^3$;

$HCO_3^{-\text{токс}}$ – сума токсичних гідрокарбонатів, $\text{мекв} / \text{дм}^3$;

$CO_3^{2-\text{токс}}$ – сума токсичних карбонатів, $\text{мекв} / \text{дм}^3$.

Результати розрахунків та оцінювання якості поверхневих вод за небезпекою іригаційного засолення ґрунтів наведено в таблиці 1. Візуалізація динаміки загальної концентрації токсичних солей (в еквівалентах хлору) у поверхневих водах досліджуваних водних об'єктів показана на рисунку 1.

Аналіз даних табличного і графічного матеріалів дозволяють стверджувати наступне.

Поверхневі води в озері Кагул. Вміст токсичних іонів в еквівалентах хлору в досліджуваній водоймі змінювався від $1,8 \text{ мекв} / \text{дм}^3$ (1999 р.) до $3,6 \text{ мекв} / \text{дм}^3$ (1997 і 2001 рр.). Згідно з вимогами ДСТУ 7591 : 2014 така вода, з урахуванням гранулометричного складу ґрунтів, відповідає I класу якості. Загальна концентрація токсичних іонів (в еквівалентах хлору) за максимальними значеннями гідрохімічних інгредієнтів варіювала в межах $2,4\text{--}5,0 \text{ мекв} / \text{дм}^3$. Згідно з нормативним документом [19] така вода також відповідає I класу якості і може використовуватися для систем краплинного зрошення на ґрунтах різного механічного складу без обмежень.

Поверхневі води в озері Кугурлуй. Середньорічні концентрації токсичних іонів в еквівалентах хлору в досліджуваній водоймі змінювалися від $2,7 \text{ мекв} / \text{дм}^3$ (2002 р.) до $4,9 \text{ мекв} / \text{дм}^3$ (1997 і 2006 рр.). Згідно з вимогами ДСТУ 7591 : 2014 така вода, з урахуванням гранулометричного складу ґрунтів, відповідає I класу якості і може використовуватися для систем краплинного зрошення на ґрунтах різного механічного складу без обмежень.

Таблиця 1

Оцінювання якості поверхневих вод в придунайських озерах за небезпечкою вторинного заселення ґрунту за критичного прошення

Назва водних об'єктів	Показники	Загальна концентрація токсичних іонів (в еквівалентах хлору) за середньорічними і максимальними значеннями гідрохімічних інтегралів, мекв/дм ³ за роками дослідження									
		1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
оз. Кагул	eCI ⁻ _{ср}	3,6	3,5	1,8	3,1	3,6	3,5	2,5	2,8	3,3	3,3
	Клас якості води	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I
	eCI ⁻ _{макс}	5,0	4,3	2,4	4,8	4,4	4,1	3,4	3,6	4,2	4,7
	Клас якості води	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I
оз. Катлабух	eCI ⁻ _{ср}	7,7	8,7	8,1	11,2	9,1	14,1	12,7	11,8	13,1	12,2
	Клас якості води	II	II	II	II	II	II	II	II	II	II
	eCI ⁻ _{макс}	10,9	10,7	11,3	12,8	13,1	15,6	14,1	13,2	14,2	14,9
	Клас якості води	II	II	II	II	II	II	II	II	II	II
оз. Кіттай	eCI ⁻ _{ср}	11,7	12,5	13,3	16,1	14,2	17,1	10,9	13,2	13,1	16,1
	Клас якості води	II	II	II	II	II	II	II	II	II	II
	eCI ⁻ _{макс}	14,6	15,5	14,7	18,4	17,1	20,8	18,6	15,9	14,4	22,2
	Клас якості води	II	II	II	II	III	III	III	III	III	III
оз. Ялпуг	eCI ⁻ _{ср}	7,2	9,2	6,4	9,3	10,5	8,8	8,1	9,4	8,2	8,2
	Клас якості води	II	II	II	II	II	II	II	II	II	II
	eCI ⁻ _{макс}	10,2	13,3	11,8	12,9	18,4	12,7	11,3	17,2	12,2	12,1
	Клас якості води	II	II	II	II	II	II	II	II	II	II
оз. Кугурлуй	eCI ⁻ _{ср}	4,9	3,8	3,9	4,8	3,5	2,7	4,1	3,6	4,2	4,9
	Клас якості води	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I
	eCI ⁻ _{макс}	7,1	6,8	6,2	7,6	5,2	5,6	6,8	6,1	5,6	6,4
	Клас якості води	II	II	II	II	II	II	II	II	II	II

Примітки: 1. eCI⁻_{ср} - сума токсичних солей за середньорічними значеннями гідрохімічних показників;

2. eCI⁻_{макс} - сума токсичних солей за максимальними значеннями гідрохімічних показників.



оз. Кагул



оз. Катлабух



оз. Кутай



оз. Ялуг



оз. Кугурлуй

Рис. 1. Динаміка загальної концентрації токсичних солей у поверхневих водах придунайських озер

Аналіз загальної концентрації токсичних іонів (в еквівалентах хлору) за максимальними значеннями гідрохімічних інгредієнтів показав незначне перевищення їх вмісту для I класу (5 мекв/дм^3). Тому воду такої якості згідно з рекомендаціями [19] можливо використовувати для систем краплинного зрошення на поливних ділянках з важко суглинковими і глинистими ґрунтами.

Поверхневі води в озері Ялуг. Середньоарифметична величина концентрації токсичних іонів (в еквівалентах хлору) за середньорічними значеннями гідрохімічних показників склала $8,6 \text{ мекв} / \text{дм}^3$. Вміст токсичних іонів змінювався від $6,4 \text{ мекв} / \text{дм}^3$ (1999 р.) до $10,5 \text{ мекв} / \text{дм}^3$ (2001 р.). Згідно з вимогами ДСТУ 7591: 2014 така вода, з урахуванням гранулометричного складу ґрунтів, відповідає II класу якості. Загальна концентрація токсичних іонів (в еквівалентах хлору) за максимальними значеннями гідрохімічних інгредієнтів варіювала в межах $10,2\text{--}17,2 \text{ мекв} / \text{дм}^3$. Найбільшими забруднювачами поверхневих вод виявилися хлор-іони і сульфати, максимальна концентрація токсичних іонів яких становила $13,6 \text{ мекв} / \text{дм}^3$ (1998 р.) та $2,8 \text{ мекв} / \text{дм}^3$ (2008 р.) відповідно. Згідно з вищезазначеним методично-нормативним документом така вода також відповідає II класу якості, є обмежено придатною для систем краплинного зрошення і потребує додаткових заходів для її покращення. Використання води такої якості для систем краплинного зрошення токсично впливає на рослини, пригнічуючи їх ріст і вегетацію, приводить до розвитку вторинного засолення ґрунту.

Поверхневі води в озері Китай. На відміну від попереднього водного об'єкту гідрохімічний режим поверхневих вод досліджуваного водного об'єкту характеризується високим солевмістом токсичних іонів і значною мінливістю в часі (див. рис. 1). За середньорічними показниками вміст токсичних солей (в еквівалентах хлору) варіював від $11,1 \text{ мекв} / \text{дм}^3$ (2003 р.) до $17,1$ (2002 р.). За максимальними (найгіршими) значеннями гідрохімічних показників концентрація токсичних солей у воді озера Китай змінювалася від $14,2 \text{ мекв} / \text{дм}^3$ (1999 р.) до $22,2 \text{ мекв} / \text{дм}^3$ (2006 р.). Найбільш вагомими забруднювачами поверхневих вод слугували сульфат-іони, концентрація яких складала 52-78 % від загального вмісту токсичних солей. Згідно з нормативним документом ДСТУ 7591: 2014, враховуючи гранулометричний склад зрошуваних ґрунтів, якість поливної води відповідає II класу якості. Вода такої якості не придатна для СКЗ без попереднього поліпшення її складу і властивостей.

Поверхневі води в озері Катлабух. Осереднене значення токсичних іонів у поверхневих водах в досліджуваному періоді становить $10,2 \text{ мекв} / \text{дм}^3$. Основну частину від загальної концентрації токсичних солей складають сульфат-іони вміст яких впродовж досліджуваного періоду змінювався у межах $5,6\text{--}8,2 \text{ мекв} / \text{дм}^3$, що становить 57-82 % від загальної кількості токсичних солей. Згідно з вимогами ДСТУ 7591:2014 вода з такими властивостями, з урахуванням гранулометричного складу зрошуваних ґрунтів, відповідає II класу якості за небезпекою вторинного засолення ґрунту. За максимальними (найгіршими) значеннями гідрохімічних інгредієнтів концентрація токсичних іонів в поверхневих водах поступово збільшувалась і змінювалася від $10,7 \text{ мекв} / \text{дм}^3$ (1998 р.) до $15,6 \text{ мекв} / \text{дм}^3$ (2002) р. Тобто згідно з нормативним документом [19] вода такої якості може застосовуватися для систем краплинного зрошення на піщаних та супіщаних ґрунтах.

Оцінювання якості зрошувальної води за небезпекою підлучення ґрунту проводиться на основі комплексної оцінки не менше як за двома показниками [19]: рН, токсичної лужності ($HCO_3^- - CO_3^{2-}$) й лужності від нормальних карбонатів (CO_3^{2-}). Звісно, що активність іонів водню (рН) є показником кислотності (рН < 7) або лужності (рН > 7) води. Нормальний діапазон рН в поливній воді становить від 6,5 до 8,4. При збільшенні рН зрошувальної води вище 8,2 посилюється можливість осолонцювання ґрунту. Оцінювання якості поверхневих вод для СКЗ виконано шляхом співставлення фактичних даних гідрохімічних інгредієнтів з їх гранично допустимими величинами. За результатами екологічного оцінювання якості зрошувальної води щодо небезпеки підлучення ґрунтів слід зазначити, що поверхневі води придунайських озер за осередненими значеннями вищезазначених показників належать до II класу якості і є обмежено придатними для систем краплинного зрошення. Це значить, що поливна вода буде посилювати процеси підлучення ґрунтів, а надалі і підвищувати рівень їх осолонцювання, тому її можна використовувати тільки за умов постійного гідрохімічного контролю та обов'язкового застосування комплексу агро меліоративних заходів.

Оцінювання якості зрошувальних вод за небезпекою осолонцювання ґрунтів проведено за величиною відношення (у відсотках) суми лужних катіонів натрію і калію до суми всіх катіонів з урахуванням гранулометричного складу ґрунтів та їхньої буферності щодо осолонцювання і класу води за небезпекою засолення чи підлучення ґрунтів [19]. Згідно з ДСТУ 2730 буферність досліджуваних ґрунтів щодо осолонцювання є низькою, активність іонів кальцію в ґрунтах є також дуже низькою, що пов'язане з уже наявними процесами осолонцювання в ґрунтах. За результатами дослідження величини осереднених даних відношення (у відсотках) суми лужних катіонів натрію і калію до суми всіх катіонів у придунайських озерах становлять: оз. Кагул – 49 %, оз. Катлабух – 55 %, оз. Китай – 55 %, оз. Кугурлуй – 50 %, оз. Ялпуг 62 %. Одержані розрахункові величини дають змогу констатувати, що поверхневі води озер Катлабух, Китай і Ялпуг за небезпекою осолонцювання ґрунтів відносяться до II класу якості, є обмежено придатними для організації краплинного зрошення. Воду таких джерел зрошення можливо використовувати для СКЗ за умов постійного контролю її якості та обов'язкового застосування комплексу агро меліоративних заходів. Зрошувальні води озер Кагул і Кугурлуй відносяться до I класу якості і можуть використовуватися для систем краплинного зрошення на ґрунтах усіх типів без обмежень.

Оцінювання якості поверхневих вод за екологічними критеріями. Екологічні критерії придатності води для краплинного зрошення встановлює ДСТУ 7591:2015 «Якість води для систем краплинного зрошення. Агрономічні, екологічні та технічні критерії» [19, с. 7], згідно з яким оцінювання якості води за вмістом мікроелементів та важких металів здійснюють, щоб попередити можливий негативний вплив на сільськогосподарські рослини, ґрунти, підземні та поверхневі води. За результатами дослідження встановлено, що у поверхневих водах вміст мікроелементів та важких металів цинку, алюмінію, літію, марганцю, хрому (Cr^{3+}), хрому (Cr^{6+}), міді, нікелю не зафіксовано. Концентрація іонів заліза в поверхневих водах як за середньорічними, так і за максимальними значеннями не

перевищує нормовані величини ($0,3 \text{ мг/дм}^3$). Тобто за вмістом мікроелементів та важких металів поверхневі води придатні для СКЗ.

Оцінювання якості поверхневих вод за еколого-гігієнічними та еколого-токсикологічними показниками. Оцінювання здійснюють, щоб попередити зниження здатності ґрунтів до самоочищення, а також погіршення гігієнічного стану та харчової якості сільськогосподарської продукції, і проводять за показниками біологічного споживання кисню (БСК₅), вмістом фенолів, нафтопродуктів та детергентів (синтетичних поверхнево-активних речовин СПАР) [19]. Воду вважають придатною для мікрозрошення, якщо вміст вищезазначених гідрохімічних речовин не перевищує гранично допустимих концентрацій (ГДК).

Для оцінювання еколого-гігієнічного стану поверхневих вод в придунайських озерах використанні показники біохімічного споживання кисню. Як відомо, що показник БСК₅ є оцінкою загального забруднення води органічними речовинами. Результати досліджень щодо стану забруднення поверхневих вод органікою наведені в таблиці 2. За наведеними табличними даними можливо констатувати наступне. Середньорічні величини БСК₅ в поверхневих водах усіх досліджуваних водойм не перевищували нормованих величин ($10 \text{ мгO}_2 / \text{дм}^3$), що обумовлює екологічно-безпечне застосування їх для мікрозрошення сільськогосподарських культур без обмежень. Для дослідження еколого-токсикологічного стану поверхневих вод придунайських озер використані показники концентрації СПАР та нафтопродуктів, які є найбільш значущими антропогенними забруднювачами природних водойм [19]. Результати досліджень наведені в табл. 2. Аналізуючи табличні дані варто зазначити, що еколого-токсикологічний стан поверхневих вод досліджуваних водних об'єктів не створює загрозу щодо деградації ґрунтового покриву зони аерації і не чинить негативний вплив на навколишнє природне середовище. Таким чином, за екологічними критеріями зрошувальні води придунайських озер можна використовувати для систем краплинного зрошення без обмежень.

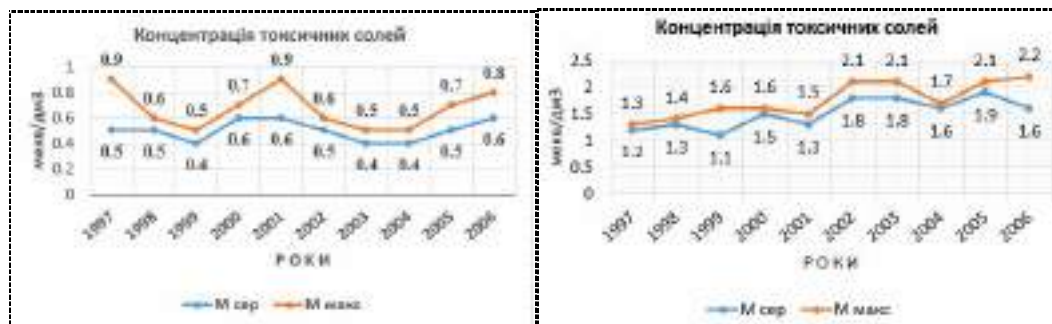
Оцінювання якості води за технічними критеріями. Оцінювання якості води за ступенем впливу на елементи зрошувальної системи виконано з урахуванням можливості запобігання їх корозії, замуленню, засміченню, біологічному заростанню тощо, які відбуваються внаслідок поступового накопичення в них завислих наносів мінерального й органічного походження, відкладів солей і продуктів життєдіяльності організмів.

Для оцінки придатності зрошувальної води для систем краплинного зрошення використовують наступні показники [19]: загальна мінералізація, водневий показник (рН), вміст марганцю, заліза і завислих частинок у воді. Візуалізація розрахункових середньорічних і максимальних значень мінералізації поверхневих вод досліджуваних водойм наведена на рис. 2.

Таблиця 2

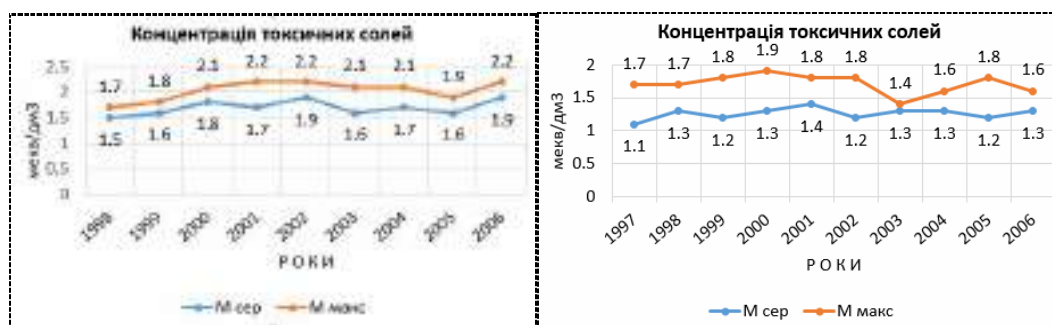
Оцінювання якості поверхневих вод в природна́йських озерах за еколого-гігієнічними та еколого-токсикологічними показниками для кратинного зрошення

Водний об'єкт	Показники	Одиниці виміру	Фактичні концентрації гідрохімічних показників у зрошувальній воді за роками дослідження, мг/дм ³										ГДК
			1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	
оз. Кагул	БСК ₅ , сер	мг-О ₂ / дм ³	2,9	2,7	1,1	1,5	2,5	2,7	3,9	3,1	6,8	2,5	10,0
	Нафта, сер	мг/дм ³	0,04	0,05	0,07	0,06	0,01	0,03	0,03	0,04	0,03	0,03	0,3
	СПАР, сер	мг/дм ³	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,01	0,01	0,01	0,1
оз. Катлабух	БСК ₅ , сер	мг-О ₂ / дм ³	3,6	1,9	1,3	1,9	2,6	2,9	4,2	3,0	5,6	2,3	10,0
	Нафта, сер	мг/дм ³	0,08	0,06	0,03	0,05	0,04	0,02	0,03	0,05	0,01	0,01	0,3
	СПАР, сер	мг/дм ³	0,01	0,02	0,02	0,01	0,01	0,02	0,02	0,01	0,01	0,02	0,1
оз. Кийай	БСК ₅ , сер	мг-О ₂ / дм ³	3,1	2,4	1,4	2,2	4,5	2,9	4,1	2,9	4,9	2,0	10,0
	Нафта, сер	мг/дм ³	0,04	0,05	0,07	0,06	0,01	0,03	0,03	0,04	0,03	0,03	0,3
	СПАР, сер	мг/дм ³	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,01	0,01	0,01	0,1
оз. Ялпуг	БСК ₅ , сер	мг-О ₂ / дм ³	2,8	2,4	0,9	1,5	2,0	3,1	3,2	1,8	4,4	2,4	10,0
	Нафта, сер	мг/дм ³	0,08	0,06	0,06	0,05	0,04	0,03	0,03	0,05	0,01	0,02	0,3
	СПАР, сер	мг/дм ³	0,02	0,03	0,02	0,01	0,02	0,02	0,03	0,02	0,01	0,02	0,1
оз. Кугурлуй	БСК ₅ , сер	мг-О ₂ / дм ³	2,8	2,5	1,0	1,7	2,1	1,7	3,8	3,3	4,1	3,8	10,0
	Нафта, сер	мг/дм ³	0,07	0,08	0,5	0,04	0,07	0,4	0,05	0,04	0,03	0,02	0,3
	СПАР, сер	мг/дм ³	0,01	0,02	0,03	0,01	0,02	0,03	0,01	0,02	0,03	0,04	0,1



оз. Кагул

оз. Катлабух



оз. Китай

оз. Ялпуг



оз. Кугурлуй

Рис. 2. Динаміка загальної мінералізації
в поверхневих водах придунайських озер

Аналіз наведених даних дозволяє констатувати наступне. Загальний вміст солей у поверхневих водах озер Кагул і Кугурлуй впродовж досліджуваного періоду не перевищував нормованих величин (1 г/дм^3) і можуть бути використані для СКЗ на усіх типах ґрунтів без обмежень.

Мінералізація поверхневих вод в озерах Катлабук, Китай і Ялпуг в основному змінювалася в межах 1-2 г/дм³ тому вони оцінюються як «обмежено придатні» і можуть використовуватися для СКЗ лише після відповідної водопідготовки.

Одним із важливих компонентів екологічного контролю є моніторинг каламутності у водному середовищі. Каламутність спричинена наявністю у водному середовищі частинок, речовин або організмів. Вміст завислих частинок у воді для поливу та їхні розміри регламентовано технічними умовами на засоби поливу, що їх застосовують на СКЗ.

Крім того, слід мати на увазі, що мікрозрошення потребує воду високої якості, через те, що у їх форсунках дуже малий діаметр, або не великі розміри отворів-лабіринтів, що розміщені у крапельницях.

Вміст у воді завислих частинок може стати причиною засмічення отворів крапельниць. Зважені речовини – показник, що характеризує кількість домішок, що затримується на паперовому фільтрі при фільтруванні проби води. Цей показник використовують як розрахунковий параметр при проектуванні елементів водопровідної мережі систем краплинного зрошення.

Кількість завислих речовин – один з основних нормативів при розрахунках пропускної можливості СКЗ. Вміст завислих частинок у воді для поливу та їхні розміри регламентовано технічними умовами на засоби поливу, що їх застосовують на СКЗ. Допустима концентрація завислих речовин мінерального і органічного походження у зрошувальній воді та граничні розміри частинок залежать від розмірів прохідних отворів мікрровипусків-крапельниць. Дослідженням встановлено, що найменш забрудненими за вмістом завислими речовинами, в досліджуваному періоді були води озер Ялпуг і Кугурлуй, середньозважена концентрація завислих частинок яких варіювала в межах 35-40 мг/дм³. Така каламутність поливних вод вимагає застосовувати мікрроводовипуски-крапельниці з розміром прохідних отворів менше 1 мм. В поверхневих водах озер Кагул, Китай і Катлабук вміст завислих частинок змінювався від 51 мг/дм³ до 65 мг/дм³, що вимагає застосовувати для мікрозрошення крапельниці з прохідними отворами понад 2 мм.

Придатність води для зрошення за допустимим вмістом завислих частинок мінерального та органічного походження і граничними їхніми розмірами залежно від розмірів прохідних отворів краплинних водовипусків та засобів автоматизації оцінюють відповідно до показників, наведених у ДСТУ 7591 : 2014 [19, с. 11].

Слід зазначити, що моніторинг каламутності джерел зрошення допомагає виявити джерела забруднення та розробити ефективні стратегії управління якістю води, забезпечуючи сталий розвиток сільськогосподарського сектору економіки.

Висновки. Оцінювання якості поверхневих вод в придунайських озерах за краплинного зрошення доводить наступне:

1. За агрономічними критеріями поверхневі води в озерах Кагул і Кугурлуй відповідають I класу якості, «придатні» для систем краплинного зрошення на різних типах зрошуваних ґрунтів без обмежень.

Поверхневі води в озерах Ялпуг, Китай і Катлабук відповідають II класу якості, «обмежено придатні» для СКЗ. Поливи водою такої якості створюють

небезпеку іригаційного засолення, підлуження, осолонцювання ґрунту, можуть справляти токсичний вплив зрошувальної води на рослини. Тому поливні води такої якості можуть використовуватися для СКЗ лише після відповідної водопідготовки.

2. За еколого-гігієнічними та еколого-токсикологічними показниками поверхневі води в придунайських озерах можна використовувати для систем краплинного зрошення на різних типах зрошуваних ґрунтів без обмежень.

3. За технічними (технологічними) показниками зрошувальні води в озерах Кагул і Кугурлуй впродовж досліджуваного періоду характеризуються задовільними іригаційними характеристиками і можуть бути використані для СКЗ на усіх типах ґрунтів без обмежень. У зв'язку з перевищенням допустимого вмісту завислих твердих частинок, поверхневі води в озерах Катлабух, Китай і Ялпуг оцінюються як «обмежено придатні» для мікрозрошення і можуть використовуватися для СКЗ лише після відповідної водопідготовки шляхом застосування пісчано-гравійних, дискових або сітчастих фільтрів, які захищають прохідні отвори крапельниць і емітерів краплинних стрічок від потрапляння завислих частинок і гідробіонтів.

4. Перспектива подальших досліджень полягає в проведенні систематичної оцінки якісного екологічного стану досліджуваних водних об'єктів для розробки природоохоронних заходів, посиленні державного контролю з боку органів виконавчої влади та місцевого самоврядування щодо якості скидів стічних комунально-побутових та промислових стоків у поверхневі води.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Ромащенко М.І., Рябков С.В. Краплинне зрошення розсадника та саду мінералізованими водами в умовах півдня Одещини // Гідромеліорація та гідротехнічне будівництво. – 2002. – Вип. 27. – С. 76-83.
2. Ромащенко М.І., Доценко В.І., Онопрієнко Д.М. Системи краплинного зрошення: навч. посібник // За ред. академіка УААН М.І. Ромащенка. – Дніпропетровськ : ООО ПКФ «Оксамит-текст», 2007. – 175 с.
3. Морозов О.В., Морозов В.В., Ісаченко С.О. Науково-методичні підходи оцінки якості природної води для зрошення (на прикладі Каховського зрошувального масиву). Водні біоресурси та аквакультура. Херсон, 2019. Випуск 1. С. 90-101.
4. Сафранов Т.А., Юрасов С.М., Вербова А.С. Мінералізація поверхневих вод та показники придатності для іригаційних цілей (на прикладі окремих водних об'єктів Одеської області). Екологічна безпека. 2019. № 2 (28). С. 69-74.
5. Балюк С., Воротинцева Л., Дрозд О. Якість поливної води та її приховані ризики. 2013. URL: <https://propozitsiya.com/ua/yakist-polivnoyi-vodita-yui-prihovani-riziki>, (дата звернення 27.09.2025).
6. Рябков С.В., Усата Л.Г. Про вплив краплинного зрошення, якості поливної води та удобрення на ґрунтові процеси та продуктивність плодових насаджень. 2013. URL: <http://ptb.org.ua/wp-content/uploads/2014/> (дата звернення 27.09.2025).

7. Воротинцева Л.І. Грунтово-меліоративні показники чорнозему звичайного за краплинного зрошення // Агроекологічний журнал – 2016. – № 3. – С. 63-68. – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=27289805> (дата звернення 12.08.2025).
8. Усатий С.В. Якість поливної води у зрошувальних каналах та її придатність для систем краплинного зрошення. [Електронний ресурс] // С.В. Усатий, Л. Г. Усаті // Матеріали IV Міжнародної науково-практичної конференції «Актуальні питання сучасної аграрної науки» (17 листопада 2016 р., УНУС, м. Умань).– У.: Видавничо-поліграфічний центр «Візаві». – 2016. – С. 89 – 91 – URL: <http://www.sworld.com.ua/konfer45/138.pdf> (дата звернення 18.08.2025).
9. Пастухов В.І., Тарасенко В.В. Підготовка води для систем краплинного зрошення. [Електронний ресурс] // Праці Таврійського державного агротехнологічного університету Т-13, випуск № 3 – 2013. – С 129-133 URL: http://khntusg.com.ua/files/sbornik/vestnik_135/40.pdf (дата звернення 19.08.2025).
10. Рябков С.В. Аналіз процесів засолення та осолонцювання ґрунту за краплинного зрошення мінералізованими водами // Меліорація і водне господарство. – 2004. – Вип. 91. – С. 74-82.
11. Рябков С.В. Оцінка впливу краплинного зрошення на агрофізичні властивості, сольовий склад та солонцюватість ґрунтів // Агрохімія і ґрунтознавство. – 2009. – Вип. 71. – С. 138-141
12. Цуркан О., Біланчин Я., Сухорукова Г., Чорноземи південні Одещини в умовах краплинного зрошення: Генеза, географія та екологія ґрунтів. Зб. наук. праць міжнарод. наук. конф. (м. Львів, 19-21 вересня 2013 року). – Львів: ВЦ ЛНУ, 2013. – С. 331-337.
13. Цуркан О.І. Вплив краплинного зрошення на показники стану родючості чорноземів південних: Генеза, географія та екологія ґрунтів: Зб. наук. праць. – Львів : ВЦ ЛНУ, 2015. – С. 263-269.
14. Блажко А.П. Екологічне оцінювання якості поверхневих вод в басейні річки Сарата для систем краплинного зрошення. Вісник Одеської державної академії будівництва та архітектури, 2018. Вип. 70. С. 118-124.
15. Блажко А.П. Оцінювання якості поверхневих вод річки Турунчук для систем краплинного зрошення. Вісник Одеської державної академії будівництва та архітектури. 2019. Вип. 74. С. 135-144.
16. Блажко А.П. Екологічне оцінювання якості поверхневих вод в межах річки Дністер-Південний Буг в межах Одеської області для краплинного зрошення. Вісник Одеського національного морського університету. 2024. Вип. 3(74). С. 121-137.
17. Кулібабін О.Г., Осадчий В.С. Концепція подальшого розвитку зрошення на Одещині в умовах еколого-економічних обмежень Монографія. Одеса: Одаба, 2022. 348 с.

18. Осадчий В.І., Набиванець Б.Й., Осадча Н.М., Набиванець Ю.Б. Гідрохімічний довідник: Поверхневі води України. Гідрохімічні розрахунки. Методи аналізу. – К.: Ніка-Центр, 2008. – 656 с.
19. Якість води для систем краплинного зрошення. Агрономічні, екологічні та технічні критерії / ДСТУ 7591:2014 – К.: Мінекономроз. України, 2015. – 14 с.

REFERENCES

1. Romaschenko M.I. (2002). Kraplynne zroshennia rozsadnyka ta sadu mineralizovanyh vodamy v umovakh pivdnia Odeshchyny [The planting of the nursery and garden with mineralized waters in the drainage basins of Odessa region]. *Hidromelioratsiia ta hidrotekhnichne budivnytstvo*. no. 27. P. 76-83 [in Ukrainian].
2. Romashchenko M. I., Dotsenko V.I., Onoprienko D.M. (2007) Systemy kraplynnoho zroshennia: navch. posibnyk Za red. akademika UAAN M. I. Romashchenka [Speckling systems: navch] Dnipropetrovsk: OOO PKF «Oksamyt-tekst» [in Ukrainian].
3. Morozov O.V., Morozov, V.V., Isachenko, S.O. (2019). *Naukovometodychni pidkhody otsinky iakosti pryrodnoi vody dlia zroshennia (na prykladi Kakhovs'koho zroshuvального masivu)*. [Scientific and methodical approaches to assessing the quality of natural water for irrigation (on the example of the Kakhovsky irrigation massif)]. *Vodni bioresursy ta akvakul'tura*. Kherson, issue 1. P. 90-101 [in Ukrainian].
4. Safranov T.A., Yurasov S.M., Verbova A.S. (2019). *Mineralizatsiia poverkhnevyykh vod ta pokaznyky prydatnosti dlia iryhatsijnykh tsilej (na prykladi okremykh vodnykh ob'ektiv Odes'koi oblasti)*. [Mineralization of surface water and indicators of suitability for irrigation purposes (on the example of individual water bodies of Odesa region)]. *Ekolohichna bezpeka*. no. 2(28). P. 69-74 [in Ukrainian].
5. Baliuk S., Vorotyntseva L., Drozd O. (2013). *Yakist polyvnoi vody ta ii prykhovani ryzyky*. [Irrigation water quality and its hidden risks] Available at: <<https://propozitsiya.com/ua/yakist-polivnoyi-vodi-ta-yiyi-prihovani-riziki>> [Accessed 27 September 2025] [in Ukrainian].
6. Riabkov S.V., Usata L.H. (2013). *Pro vplyv kraplynnoho zroshennia, iakosti polyvnoi vody ta udobrennia na gruntovi protsesy ta produktyvnist' plodovykh nasadzhen'*. [About the impact of drip irrigation, irrigation water quality and fertilizer on soil processes and productivity of fruit plantations]. Available at: <<http://ptb.org.ua/wp-content/uploads/2014/>> [Accessed 27 September 2025] [in Ukrainian].
7. Vorotyntseva L.I. (2016). *Hruntovo-melioratyvni pokaznyky chornozemu zvychnajnoho za kraplynnoho zroshennia*. [Soil improvement indicators of ordinary chernozem under drip irrigation]. *Ahroekolohichnyj zhurnal* no. 3. P. 63, 68. Available at: <<https://elibrary.ru/item.asp?id=27289805>> [Accessed 12 August 2025] [in Ukrainian].

8. Usatyj S.V., Usata L.H., (2016). *Yakist' polyvnoi vody u zroshuvai'nykh kanalakh ta ii prydatnist' dlia system kraplynnoho zroshennia*. [The quality of irrigation water in irrigation canals and its suitability for drip irrigation systems]. In: Uman, UNUS, *Materials of the IP of the International Scientific and Practical Conference «Actual Jesus of Modern Agrarian Science»*, November 17 2016. Uman, UNUS. Uman: Vydavnycho-polihrafichnyj tsentr «Vizavi», P. 89-91. Available at: <<http://www.sworld.com.ua/konfer45/138.pdf>> [Accessed 18 August 2025] [in Ukrainian].
9. Pastukhov V.I., Tarasenko V.V. (2013). *Pidhotovka vody dlia system kraplynnoho zroshennia*. [Preparation of water for drip irrigation systems]. [Elektronnyj resurs]. *Pratsi Tavrijs'koho derzhavnoho ahrotekhnolohichnoho universytetu vol 13, issue, no 3, p. 129, 133*. Available at: <http://khntusg.com.ua/files/sbornik/vestnik_135/40.pdf> [Accessed 19 August 2025] [in Ukrainian].
10. Ryabkov S.V. (2004) *Analiz procesiv zasolennya ta osoloncyuvannya gruntu za kraplynnoho zroshennya mineralizovanymy vodamy*. [Analysis of the processes of salinization and salinization of soil with mineralized waters] *Melioraciya i vodne gospodarstvo*. – issue no 91. P 74-82 [in Ukrainian].
11. Ryabkov S.V. (2009) *Ocinka vplyvu kraplynnoho zroshennya na agrofizychni vlastyvoli, soovyj sklad ta soloncyuvatist gruntiv* [Assessment of the influx of droplets on agrophysical power, salt storage and soil salinity] *Агрохімія і ґрунтознавство*. issue 71 P. 138-141 [in Ukrainian].
12. Czurkan O., Bilanchyn Ya., Suxorukova G. (2013) *Chornozemy pivdenni Odeshhyny v umovax kraplynnoho zroshennya: Geneza, heohrafiia ta ekolohiia gruntiv* [Black earth south Одещини in the conditions of tiny irrigation: Genesis, geography and ecology of soils] *Zb. nauk. prats mizhnarod. nauk. konf. (m. Lviv, 19-21 veresnia 2013 roku)* Lviv: БІЛ ЖНУ P. 331-337 [in Ukrainian].
13. Czurkan O.I. (2015) *Vplyv kraplynnoho zroshennya na pokaznyky stanu rodyuchosti chornozemiv pivdennyx: Geneza, heohrafiia ta ekolohiia gruntiv* [Influence of tiny irrigation on the indexes of the state of fertility of black earth south: Genesis, geography and ecology of soils] *Zb. nauk. prats*. Lviv: VTs LNU P. 263-269 [in Ukrainian].
14. Blazhko A.P. (2018) *Ekologichne ocinyuvannya yakosti poverxnevyyx vod v basejni richky Sarata dlia system kraplynnoho zroshennya*. [Ecological assessment of surface water content in the Sarata River basin for drop irrigation systems] *Visnyk Odeskoyi derzhavnoyi akademiyi budivnyctva ta arxitektury* issue 70. P. 118-124. [in Ukrainian].
15. Blazhko A.P. (2019) *Ocinyuvannya yakosti poverxnevyyx vod richky Turunchuk dlia system kraplynnoho zroshennya*. [Assessment of the quality of surface waters of the Turunchuk River for drip irrigation systems] *Visnyk Odeskoyi derzhavnoyi akademiyi budivnyctva ta arxitektury* issue 74. P. 135-144 [in Ukrainian].

16. Blazhko A.P. (2024) Ekologichne ocynuvannya yakosti poverknevyykh vod v mezhyrichchi Dnister-Pivdennyj Bug v mezhax Odeskoyi oblasti dlya kraplynnogo zroshennya. [Ecological assessment of surface water quality in the Dniester-Southern Bug interfluvium within the Odessa region for drip irrigation] *Visnyk Odeskogo nacionalnogo morskogo universytetu* issue 3(74). P. 121-137 [in Ukrainian].
17. Kulibabin O.G., Osadchij V.S. (2022) *Koncepciya podalshogo rozvytku zroshennya na Odeshhyni v umovax ekologo-ekonomichnykh obmezhen. Monografiya.* [The concept of further development of irrigation in the Odessa region under environmental and economic constraints Monograph] Odesa: ODABA 348 p. [in Ukrainian].
18. Osadchii V.I., Nabyvanets B.Y., Osadcha N.M., Nabyvanets Yu.B. (2008) *Hidrokhimichni dovidnyk: Poverkhnevi vody Ukrainy. Hidrokhimichni rozrakhunky. Metody analizu.* [Hydrochemical Handbook: Surface waters of Ukraine. Hydrochemical calculations. Analysis methods]. Kyiv: *Nika-Tsentr* 656 p. [in Ukrainian].
19. *Yakist pryrodnoi vody dlia system kraplynnoho zroshennia. Ahronomichni, ekolohichni ta tekhnichni kryterii.* [Water quality for drip irrigation systems. Agronomic, ecological and technical criteria]. *DSTU 7591:2014* Kyiv: Minekonomrozvytku Ukrainy, 2015. – 14 p. [in Ukrainian].

Стаття надійшла до редакції 03.09.2025

Посилання на статтю: Блажко А.П. Еколого-меліоративний моніторинг якості поверхневих вод в придунайських озерах для краплинного зрошення // *Вісник Одеського національного морського університету*: Зб. наук. праць, 2025. № 4 (78). С. 251-270. DOI 10.47049/2226-1893-2025-4-251-270.

Article received 03.09.2025

Reference a Journal Artic: Blazhko A. Environmental and amenity monitoring of surface water quality in danube lakes for drip irrigation // *Herald of the Odesa National Maritime University*: Coll. scient. works, 2025. № 4 (78). P. 251-270. DOI 10.47049/2226-1893-2025-4-251-270.