

МОДЕЛЬ ЕКОЛОГО-ЕКОНОМІЧНОЇ ТА РЕСУРСНОЇ ОПТИМІЗАЦІЇ ВАРІАНТІВ УТИЛІЗАЦІЇ ШАХТНИХ ВОД ЗІ СТАВКІВ-НАКОПИЧУВАЧІВ

М.В. Яцюк¹, В.П. Ковальчук²,
Г.А. Балихіна³, О.М. Нечай⁴

^{1,2}доктори технічних наук

³кандидат технічних наук

⁴кандидат сільськогосподарських наук

Інститут водних проблем і меліорації

Національної академії аграрних наук України

вул. Васильківська, 37, м. Київ, 03022, Україна

e-mail: ¹mv_yatsiuk@ukr.net, ²volokovalchuk@gmail.com,

³maslova-anna@ukr.net, ⁴water_2019@ukr.net

ORCID: ¹0000-0002-5535-715X, ²0000-0001-7570-1264,

³0000-0002-5571-3556, ⁴0000-0003-0365-1864

Надійшла 25.08.2025

Мета. Виконати комплексне оцінювання різних варіантів утилізації шахтних вод із балки Свистунова, розташованої на Дніпропетровщині. **Методи.** Дослідження проводили у 2021 – 2024 рр. із застосуванням балансових методів, методів комбінованих систем екстремального управління, сценарного аналізу, регресійного моделювання та багатокритеріального оцінювання. **Результати.** Здійснено комплексне нормативно-правове, еколого-економічне, ресурсне оцінювання трьох варіантів утилізації шахтних вод балки Свистунова: із розбавленням шахтних вод в р. Інгулець; варіант, що передбачає розбавлення вод до нормативних значень перед їх скидом; скидання шахтних вод трубопроводом в р. Дніпро біля с. Мар'янського. **Висновки.** Сценарне моделювання процесу промивання р. Інгулець та порівняння результатів моделювання з даними натурних спостережень показало ефективність і доцільність використання першого варіанта утилізації шахтних вод балки Свистунова. В умовах дефіциту водних ресурсів рекомендовано застосовувати сучасні методи управління процесом промивання з використанням розробленого авторами імпульсного методу.

Ключові слова: екологічний, економічний і ресурсний критерії, утилізація шахтних вод, балансовий підхід, сценарне моделювання, проєктний прогноз, ставок-накопичувач.

DOI: <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202512-07>

Утилізація шахтних вод Кривбасу є значною проблемою [1–5]. На сьогодні не існує технологій очищення високомінералізованих шахтних вод,

які були б економічно доступними та забезпечували належне зниження мінералізації, оскільки капітальні витрати становлять 6–9 млрд грн,

а операційні — 0,7–1 млрд грн на рік [6]. Саме тому перед скиданням шахтні води акумулюють у ставку-накопичувачу (рисунок) і проводять їх нормоване розбавлення чистішою водою для зниження рівня мінералізації. Шахтні води в р. Інгулець скидають у міжвегетативний період, попередньо розбавивши їх водою з Карачунівського водосховища. У вегетативний період здійснюють промивання русла річки і його оздоровлення, завдяки чому забезпечується подача якісної води в Інгулецьку зрошувальну систему, попереджаються засолення й осолонцювання ґрунтів.

Управляти системою утилізації із застосуванням окремих аналітичних чи статистичних методів неможливо — необхідно розглядати її як цілісну соціо-еколого-економічну систему, узгодження управлінських рішень щодо якої досягається застосуванням методології системного управління. Системний аналіз передбачає обов'язкову формалізацію критеріїв управління — технологічних, екологічних та економічних [7–9].

Мета досліджень — провести комплексне оцінювання трьох варіантів утилізації шахтних вод балки Свистунова та вибрати з них оптимальний.

Матеріали та методи досліджень. Дослідження проводили впродовж 2021–2024 рр., застосовуючи балансові методи, методи комбінованих систем

екстремального управління, сценарного аналізу, регресійного моделювання й багатокритеріального оцінювання. Основним об'єктом дослідження слугував ставок-накопичувач балкового типу, що належить до 2-го класу капітальності (СС2). Його технічні характеристики:

- відмітка нормального підпертого рівня (НПР) — 88,5 м; обсяг ставка (за НПР) — 12 млн м³; площа дзеркала води (за НПР) — 216 га;
- рекомендована відмітка наповнення — 86,0 м; рекомендований обсяг наповнення (за 86,0 м) — 7,75 млн м³; площа дзеркала води (86,0 м) — 145 га;
- мінімальний рівень спорожнення ставка — 76,8 м³; наповнення ставка (76,8) — 0,5 млн м³;
- гребля — насипна, ґрунтова, однорідна; відмітка гребня греблі — 90,5 м; довжина греблі по гребню — 1,8 км; ширина греблі по гребню — 6–12 м; максимальна висота — 25,0 м; закладання укосів — 1 : 3, 1 : 3,5.

Слід зауважити, що аналіз хімічного складу води (зокрема, високий вміст хлоридів і сульфатів; таблиця) і принцип функціонування ставка-накопичувача балки Свистунова свідчать про його шкідливий вплив на довкілля:

- ставок-накопичувач є небезпечним об'єктом, небажаним для експлуатації, оскільки прорив його греблі в разі переповнення стоками шахтних вод призведе



План-схема та розташування ставка-накопичувача

до екологічної катастрофи — значного затоплення розміщених нижче населених пунктів та зупинки шахт, а це пов'язано з величезними економічними збитками;

- щорічне розбавлення в р. Інгулець мінералізованих шахтних вод об'ємом 4–10 млн м³, хоча й здійснюється на підставі постанов Кабінету Міністрів України [10], наносить екологічну шкоду цій водоймі, оскільки такі води містять велику кількість забруднюючих речовин, а розбавляються до рівня гранично допустимих скидів (ГДС), а не в межах дозволених гранично допустимих концентрацій (ГДК);

- ставок-накопичувач розташований на відстані 3–5 км від русла р. Інгулець, а тому впродовж усього року існує висока ймовірність просочування високомінералізованих вод через ґрунтові води в річку; після промивання річки шкода стає особливо великою, оскільки її води використовуються в різних галузях народного господарства.

Із 20 січня по 15 березня 2021 р. зі ставка-накопичувача балки Свистунова було використано 44,5 млн м³ води, а розбавлено лише 6,3 млн м³ мінералізованих вод. Згідно з нашими розрахунками [7], перевитрати з Карачунівського

водосховища становили при цьому понад 18 млн м³. Щоправда, за екологічні збитки внаслідок утилізації шахтних вод методом розбавлення держава отримує компенсацію від підприємств Південної групи шахт Кривбасу, що відповідає положенню Директиви ЄС, зокрема принципу «хто забруднює, той платить».

Авторами виконано порівняння варіантів утилізації шахтних вод за системою еколого-економічних та ресурсних критеріїв, щоб визначити оптимальний. Це було зроблено на основі сценарного моделювання варіантів водокористування для економічно ефективного та ресурсного управління водними ресурсами р. Інгулець із забезпеченням її належного екологічного стану. Модель системи екстремального управління утилізацією враховує 2 критерії [7–9]: критерій мінімізації витрат води на розбавлення і критерій, що містить екологічне обмеження — забруднення води не перевищує значень ГДС.

Для порівняння запропонованих варіантів утилізації шахтних вод використали балансову модель водних ресурсів, яку можна подати в такому вигляді:

$$Q = Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 + Q_5 + Q_6 + Q_7,$$

де Q — загальні річні витрати водних ресурсів у басейні р. Інгулець; Q_1 — річні витрати водних ресурсів, що подаються для комунального господарства м. Кривий Ріг із Карачунівського водосховища; Q_2 — річні витрати водних ресурсів на комунальне господарство та потреби промисловості, що надходять із водосховища Південне; Q_3 — витрати водних ресурсів на комунальне господарство м. Николаєва; Q_4 — витрати води на сільське господарство (зрошення); Q_5 — витрати води на розбавлення мінералізованих шахтних вод балки Свистунова; Q_6 — витрати води на промивання русла р. Інгулець; Q_7 — витрати води внаслідок сумарного випаровування з поверхні водосховищ.

Показники якості води в ставку-накопичувачу балки Свистунова

Параметр	Величина
Вміст речовин, мг/л:	
хлориди	20 000–21 500
сульфати	1300–1400
азот амонійний	0,3
нітрати	10,0
нітрити	0,25
нафтопродукти	0,3
залізо загальне	0,30–0,35
феноли	0,001
фосфати	0,15
кисень розчинений	6,0–8,0
Мінералізація, мг/л	39 000–41 000
Біологічне споживання	
кисню, мгО ₂ /л	3,5
pH	8,0

Сценарії утилізації шахтних вод зі ставка-накопичувача. Враховуючи сучасні умови функціонування балки Свистунова, екологічний стан р. Інгулець та якість води в ній, розглянемо 3 варіанти оптимізації та сценарного порівняння системи скидання й утилізації надлишку високомінералізованих шахтних вод балки Свистунова.

Варіант I. В основу цього варіанта покладено факт накопичення шахтних вод Південної групи шахт Кривбасу в балці Свистунова, їх подальше розбавлення в р. Інгулець із дотриманням Регламенту [11], промивання русла р. Інгулець згідно з Регламентом [12] (обидва документи розроблені на підставі відповідного розпорядження Кабінету Міністрів України [10]) та використання різними галузями економіки. Для управління процесом промивання рекомендується застосовувати імпульсний спосіб промивання русла річки від забруднення шахтними водами зі зворотним зв'язком [13].

Варіант II. Характерною особливістю цього варіанта є розбавлення стоків балки Свистунова чистою водою до гранично допустимих концентрацій забруднювальних речовин. Розбавлення здійснюється на окремо виділеній території спеціалізованим підприємством. Стоки розбавляють чистою водою до рівня ГДК і направляють у р. Інгулець. Це не потребує додаткового узгодження можливостей їх утилізації з постановою Кабінету Міністрів України, адже йдеться про шахтні води, розбавлені до концентрації, що не вважається екологічно небезпечною.

Варіант III. Здійснюється проєктний прогноз екологічних, економічних та ресурсних критеріїв, а потім на основі результатів їх аналізу формулюється висновок щодо можливості утилізації шахтних вод у р. Дніпро біля с. Мар'янського відповідно до Розпорядження Кабінету Міністрів України № 1802-р від 20 грудня 2021 року «Про затвердження плану заходів з управління шахтними водами Кривбасу».

Результати досліджень. Унаслідок підриву Каховської ГЕС у балансовій схемі витрат водних ресурсів у басейні р. Інгулець згідно з варіантом I відбулися певні зміни. Справа в тому, що баланс водних ресурсів басейнів став більш напруженим, оскільки додалися витрати на комунальне господарство м. Кривий Ріг та на потреби промисловості, що задовольняються з водосховища «Південне», вода в яке потрапляє з р. Інгулець. Крім того, додаються витрати Q_3 на обслуговування комунального господарства м. Миколаєва.

Сумарна потреба у водних ресурсах Q становить близько 280 млн m^3 і може покриватися з двох джерел: водних ресурсів р. Інгулець завдяки природному стоку $P_1 = 180-280$ млн m^3 та міжбасейнового перекидання води з р. Дніпро каналом Дніпро — Інгулець у разі її дефіциту — P_2 . Якщо їх сумарна потреба в басейні становить близько 280 млн m^3 , то середньорічний стік р. Інгулець біля м. Кривий Ріг варіює від 134 до 257 млн m^3 води [1–2]. Тобто у вологі роки потреба у воді може покриватися лише за рахунок природного стоку. В середні за величиною стоку та посушливі роки виникає дефіцит водних ресурсів, який може бути поповнений міжбасейновим перекиданням води з р. Дніпро каналом Дніпро — Інгулець. Можливість використання додаткових водних ресурсів має визначатися не лише оперативною потребою, а й станом наповнення Карачунівського водосховища.

Слід зауважити, що р. Інгулець забруднюється не тільки через організовані скиди зі ставків-накопичувачів у період із листопада по лютий-березень. Упродовж року вона постійно забруднюється неорганізованими скидами з відвалів (дифузні джерела забруднень) унаслідок просочування з підземних та ґрунтових вод. Такі відвали розташовані на прилеглий до Криворізького залізорудного басейну території (Лівобережний відвал, хвостосховища «Войкове», «Об'єднане» та ін.).

Їх дія (забруднення переважно хлоридно-сульфатно-натрієво-магнієвого типу, а також важкими металами) зосереджена на ділянці річки від Карачунівського водосховища до с. Андріївки, де проводять вимірювання згідно з програмою Державного моніторингу вод. У той час як важкі метали можуть осідати в мулі й накопичуватись у донних відкладах, солі практично в повному обсязі залишаються у водах р. Інгулець, а отже, фіксуються в м. Снігурівці, де здійснюється забір води для Інгулецької зрошувальної системи. В річці затримуються всі забруднення з дифузних джерел, а також з р. Саксагань, розташованої вище за течією від місця скидання мінералізованих вод із балки Свистунова. Та все ж необхідність у промиванні самої річки залишається. Це означає, що балансова складова Q_6 — потреби водних ресурсів для промивання — не зміниться. Проте зміниться економічна складова в разі відмови від утилізації забруднених стоків згідно з варіантом I, бо не зтягуватиметься плата за промивання річки — підприємства відмовляться платити компенсацію за цю операцію [5,10,12].

Лімітуючим фактором для реалізації варіанта II є саме водні ресурси, необхідні для розбавлення мінералізованих вод до рівня ГДК. Оскільки скидання високомінералізованих шахтних вод у водні об'єкти дозволяється тільки після їх доведення до гранично допустимих концентрацій, забруднені води з балки Свистунова (за показником хлоридів) потребуватимуть розбавлення в 57 разів. Це означає, що для 6–10 млн м³ стоків знадобиться 340–570 млн м³ дніпровської води. До того ж на березі р. Дніпро довелося б створити спеціальне підприємство — ставок для розбавлення, а це потребує значного часу, організаційних, ресурсних та фінансових витрат — як капітальних, так і експлуатаційних. Тому цей варіант не будемо оцінювати на основі економічних та екологічних

критеріїв, оскільки його реалізація неможлива за ресурсним критерієм — насамперед через відсутність необхідних водних ресурсів у басейні р. Інгулець.

Розглянемо доцільність застосування *варіанта III* на прикладі аналізу функціонування ставка-накопичувача балки Свистунова, сценарного моделювання процесів розбавлення вод у р. Інгулець, промивання самої річки відповідно до зазначених вище регламентних документів [11, 12] і спрогнозуємо вплив процесу скидання шахтних вод із балки Свистунова на стан водних ресурсів р. Дніпро. Аналіз чинних нормативно-правових актів засвідчив, що скидання стічних вод із балки Свистунова з використанням наявної інфраструктури питного водопостачання в р. Дніпро є прямим порушенням низки законодавчих і нормативно-правових актів, зокрема Законів України «Про охорону навколишнього природного середовища» та «Про питну воду та питне водопостачання», Водного кодексу України.

Щорічне скидання надлишків шахтних вод із балки Свистунова в обсязі 6–10 млн м³ трубопроводом до р. Дніпро не сприяє істотному покращенню природного стану басейну р. Інгулець, проте створює значні екологічні виклики та проблеми для р. Дніпро, причому не тільки в місці скидання мінералізованих вод, а й в усьому регіоні в разі використання води для економічних цілей.

Дійсно, перенаправлення шахтних вод балки Свистунова у р. Дніпро не покращує екологічного стану р. Інгулець. Це зумовлено насамперед тим, що в неї впадають високомінералізовані стічні води з притоки — р. Саксагань (точкове джерело забруднень сягає 850–1500 мг/дм³ за показником хлоридів) та з неконтрольованих дифузних джерел забруднення з концентрацією хлоридів 1500–20 000 мг/дм³ унаслідок просочування ґрунтових і підземних вод. Ось чому р. Інгулець буде забруднюватися,

концентрація хлоридів, сульфатів та мінералізації в 5–8 разів перевищуватиме гранично допустимі значення, що потребуватиме систематичних промивань задля можливості використання води (з концентрацією хлоридів менше 350 мг/дм³) у різних галузях економіки. Водночас витрати на промивання не компенсуюватимуться підприємствами, оскільки не буде прямої їх участі в скиданні забруднених вод.

Скидання великих обсягів забруднених стічних вод із балки Свистунова в р. Дніпро потребуватиме корегування правил експлуатації каскаду дніпровських водосховищ із метою їх розбавлення та мінімізації ризиків для всіх водокористувачів, що споживають воду Дніпра нижче місця скидання. Це, своєю чергою, потребуватиме скидання значних об'ємів накопичених у каскаді водних ресурсів, що в умовах відсутності Каховського водосховища створюватиме істотний дефіцит водних ресурсів для всіх водокористувачів протягом року.

На думку експертів [14], оціночна вартість прокладання трубопроводу до р. Дніпро становить близько 11 млрд грн. До того ж це потребує відведення землі, що є затратною справою і містить екологічні ризики. Слід урахувувати і значні капітальні витрати та витрати на експлуатацію самого трубопроводу й подачу ним забруднених вод.

Скидання стічних вод з балки Свистунова в р. Дніпро за несформованої морфології русла після руйнування Каховської ГЕС може призвести до вторинного забруднення водних ресурсів Дніпра, накопичення забруднень у відокремлених морфологічних формах нижче місця скиду, формування локальних джерел виникнення епідеміологічних хвороб. Унаслідок скидання

накопичених у балці Свистунова стічних вод гірничорудних підприємств Кривбасу відбудеться погіршення якості водних ресурсів р. Дніпро, що потребуватиме значних капіталовкладень (вони сягатимуть мільярдів гривень) у реконструкцію об'єктів водопровідно-каналізаційного господарства, станцій доочистки води для її використання в сільському господарстві та промисловості.

Каховську ГЕС за рішенням Кабінету Міністрів України (Постанова № 730 від 18 липня 2023 р.) буде відновлено. Проте скидання великих обсягів забруднених стічних вод із балки Свистунова в р. Дніпро після відновлення Каховського водосховища призведе до істотного погіршення в ньому якості води, створить загрози для існування флори й фауни, унеможливить забезпечення якісною питною водою близько 4 млн жителів України (зокрема, з АР Крим), а також призведе до використання забруднених вод Каховського водосховища для зрошення щонайменше 300 тис. га земель.

Унаслідок скидання стічних вод із балки Свистунова в р. Дніпро відбудуться значні й довгострокові зміни в екосистемах південного регіону України, розташованого в нижній частині р. Дніпро, зростуть ризики негативного впливу на безпечне водокористування не лише Дніпропетровською, Миколаївською та Херсонською обл. (що відзначалося під час скидання стічних вод в р. Інгулець), а й Запорізькою обл. та АР Крим. Отже, варіант III не відповідає діючим нормативно-правовим актам, є занадто ресурсно-затратним, екологічно неприйнятним та економічно необґрунтованим. Інакше кажучи, його реалізація наразі не може бути здійснена.

Висновки

Розроблено модель еколого-економічної та ресурсної оптимізації

варіантів утилізації шахтних вод із використанням економічних, екологічних

та ресурсних критеріїв. Показано доцільність використання варіанта I (потребує близько 280 млн м³ водних ресурсів) з уточненням балансу водних ресурсів у роки різної водної забезпеченості стоку р. Інгулець і подачею води каналом Дніпро — Інгулець. Застосування варіанта II, згідно з яким скидання високомінералізованих

шахтних вод у водні об'єкти допускається тільки після їх розбавлення до рівня ГДК, для розбавлення 6–10 млн м³ стоків додатково потрібні 340–570 млн м³ дніпровської води. Реалізація цього варіанта неможлива через відсутність необхідної кількості водних ресурсів. Аналіз варіанта III показав його екологічну недоцільність.

Yatsiuk M.¹, Kovalchuk V.², Balykhina H.³, Nechai O.⁴

Institute of Water Problems and Land Reclamation of NAAS, 37 Vasylkivska Str., Kyiv, 03022, Ukraine; e-mail: ¹mv_yatsiuk@ukr.net, ²volokovalchuk@gmail.com, ³maslova-anna@ukr.net, ⁴water_2019@ukr.net; ORCID: ¹0000-0002-5535-715X, ²0000-0001-7570-1264, ³0000-0002-5571-3556, ⁴0000-0003-0365-1864

Model of ecological and economic, and resource optimization of mine water disposal options from storage ponds

Goal. To perform a comprehensive assessment of various options for recycling mine water from the Svystunov beam, located in the Dnipropetrovsk region. **Methods.** The study was conducted in 2021–2024 using balance methods, methods of combined extreme control systems, scenario analysis, regression modeling, and multi-criteria evaluation. **Results.** A complex normative-legal, ecological-economic, resource estimation of

three variants of utilization of mine waters of Svystunov beam was carried out: with dilution of mine waters in the Ingulets river; an option, providing for dilution of water to standard values before discharge; discharge of mine water through the pipeline into the Dnieper river near the village Marianske.

Conclusions. Scenario simulation of the washing process of the Ingulets river and comparison of the results of modeling with the data of full-scale observations showed the effectiveness and feasibility of using the first option for the disposal of mine waters of the Svystunov beam. In conditions of a shortage of water resources, it was recommended to apply modern methods of control of the washing process using the pulse method developed by the authors.

Key words: ecological, economic, and resource criteria, utilization of mine waters, balance approach, scenario modeling, project forecast, pond accumulator.

DOI: <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202512-07>

Бібліографія

1. Меліорація води і агроландшафтів в басейні р. Інгулець: моногр. / за наук. ред. В.А. Сташук, В.В. Морозова, М.М. Ладика. Херсон: Айлант, 2010. 328 с.

2. Шерстюк Н.П., Хільчевський В.К. Особливості гідрохімічних процесів у техногенних та природних водних об'єктах Кривбасу: моногр. Дніпропетровськ: ТОВ «Акцент ПП», 2012. 263 с.

3. Бурлака В.О. Промивка р. Інгулець у 2011 році. *Водне господарство України*. 2011. № 5. С. 17–18.

4. Ковальчук П.І., Стеценко В.В., Балихіна Г.А. та ін. Балансовий метод інте-

грованого управління водовідведенням за об'ємами та мінералізацією шахтних вод у басейні р. Інгулець. *Меліорація і водне господарство*. 2021. № 1. С. 23–32. doi: 10.31073/mivg202101-274

5. Ковальчук П.І., Демчук О.С., Ковальчук В.П., Балихіна Г.А. Комбінована система екстремального управління розбавленням мінералізованих вод у басейнах річок. *Меліорація і водне господарство*. 2021. № 2. С. 33–44. doi: 10.31073/mivg202102-296

6. Оптимізація скидання та утилізація надлишку шахтних вод. GIZ Україна, 2017. 186 с.

<https://zsfoe.org/wp-content/uploads/2017/07/2-7-17-Master-UA.pdf>

7. Ковальчук П.І., Коваленко Р.Ю., Яцюк М.В. та ін. Системна модель інтегрованого управління водними ресурсами р. Інгулець за басейновим принципом. *Меліорація і водне господарство*. 2020. № 1. С. 37–48. doi: 10.31073/mivg202001-219

8. Demchuk O., Kovalchuk P., Kovalenko R. et al. System Modeling and Management of Water Resources in Ingulets Basin. *Modeling, Control and Information Technologies: Proceedings of International Scientific and Practical Conference*. 2020. 4. doi: 10.31713/MCIT.2020.24

9. Kovalchuk P., Kovalenko R., Kovalchuk V. et al. Integrated Water Management and Environmental Rehabilitation of River Basins Using a System of Non-linear Criteria. *Advances in Computer Science for Engineering and Education III. ICCSEE 2020. Advances in Intelligent Systems and Computing*. Springer Cham, 2021. V. 1247. P. 40–51. doi: 10.1007/978-3-030-55506-1_4

10. Розпорядження Кабінету Міністрів України № 1802-р від 20 грудня 2021 року «Про затвердження плану заходів з управління шахтними водами Кривбасу». <https://>

zakon.rada.gov.ua/laws/show/1802-2021-%D1%80#Text

11. Індивідуальний регламент скидання надлишків зворотних вод гірничорудних підприємств Кривбасу зі ставка-накопичувача б. Свистунова у р. Інгулець у міжвегетаційний період 2020–2021 років (Проект). Київ: ПрАТ «Укрводпроект», 2020. 108 с.

12. Регламент промивання русла та екологічного оздоровлення р. Інгулець у 2019 році (Альтернативний варіант). Київ: ПрАТ Укрводпроект, 2019. 55 с.

13. Імпульсний спосіб промивки русла річки від забруднення шахтними водами зі зворотним зв'язком. Пат. № 158829 Україна, МПК (2006. 01) E03B 11/10. П.І. Ковальчук, В.П. Ковальчук, Р.Ю. Коваленко, Г.А. Баліхіна, О.М. Нечай; заявник і патентовласник Інститут водних проблем і меліорації НААН. № u202402452; заявл. 08.05.2024; опубл. 26.03.2025. 9 с.

14. *Матеріали* виїзного засідання Комітету з питань екологічної політики та природокористування на тему «Екологічний стан Кривбасу: проблеми та шляхи їх вирішення» (24–25 жовтня 2019 року). <http://komekolog.rada.gov.ua/uploads/documents/35706.pdf>