

© Г.В. Гапіч¹, В.Ю. Запорожченко¹, І.В. Чушкіна²,
А.В. Макаров¹, К.Д. Лещинський¹

¹Дніпровський державний аграрно-економічний університет, Дніпро, Україна

²Національний технічний університет «Дніпровська політехніка», Дніпро, Україна

ОБҐРУНТУВАННЯ ЗАХОДІВ З ПРИРОДООБЛАШТУВАННЯ СТАВКА НА РІЧЦІ НИЖНЯ ТЕРСА

© Н. Hapich¹, V. Zaporozhchenko¹, I. Chushkina²,
A. Makarov¹, K. Leshchynskyi¹

¹Dnipro State Agrarian and Economic University, Dnipro, Ukraine

²Dnipro University of Technology, Dnipro, Ukraine

JUSTIFICATION OF MEASURES FOR THE RENATURALIZATION OF THE POND ON THE NIZHNYA TERSA RIVER

Мета. Обґрунтування та еколого-економічне оцінювання заходів з природооблаштування (ревіталізації) ставка в межах села Троїцьке Синельниківського району Дніпропетровської області задля покращення екологічного і гідрологічного режимів водного об'єкту.

Методика дослідження. Аналітичне дослідження кращих світових та вітчизняних практик з ренатуралізації річкових екосистем та водних об'єктів. Розрахунки інженерно-технологічних параметрів, а також еколого-економічне оцінювання результатів досліджень виконані із застосуванням загальноприйнятих методів, державних правових норм та стандартів України. Геоекоекологічне оцінювання сучасного стану водозбірної площі ставка та якості водних ресурсів виконані із застосуванням польових експедиційних досліджень з відбором проб води та їх лабораторними аналізами (2019–2021 рр.), а також програмного комплексу (геоінформаційних систем) з відкритим доступом QGIS.

Результати дослідження. Обґрунтовано та оцінено загальні методи, способи та заходи з природооблаштування ставка. Визначено, що для водного об'єкту з площею водного дзеркала у 13,7 га та умовно природною (рекреаційною) прилеглою територією у 24,3 га, тривалість основних видів організаційно-технологічних робіт складатиме близько 5 місяців, трудовитрати – 4311,9 люд.-годин, а загальна кошторисна вартість проєкту сягає близько 20 млн. грн.

Наукова новизна. Полягає у комплексному науковому-практичному обґрунтуванні заходів щодо меліорації водних екосистем річок та штучних водойм для умов південно-східних регіонів України в залежності від наявної природно-господарської обстановки. Удосконалено інженерно-технічні та організаційні підходи для досягнення екологічно безпечного рівня функціонування водних та навколоводних екосистем та отримання соціально-економічного ефекту від впровадження заходів з ренатуралізації. Аргументовані залежності різних видів впливу на об'єкти водного фонду під час реалізації проєктів з природооблаштування.

Практичне значення. На прикладі типового водогосподарського об'єкту показана можливість розробки технологічних та організаційних рішень з меліорації та отримання комплексного еколого-економічного ефекту внаслідок впровадження заходів з природооблаштування. Отримані результати можуть бути застосовані для подальшої розробки програм з відновлення та раціонального використання водних і земельних ресурсів за принципом інтегрованого управління на рівні окремих населених пунктів, громад, водозбірних басейнів чи регіонів.

Ключові слова: ставок, мала річка, природооблаштування, гідротехнічна споруда, екологічна безпека, меліорація.

Вступ. Соціально-економічний розвиток суспільства України потребує актуалізації та підвищення значущості питань і проблем, пов'язаних з раціональним використанням та охороною природних (в першу чергу водних та земельних) ресурсів. Серед них, найбільш складними для вирішення є задачі, пов'язані саме з прісноводними ресурсами, зокрема ревіталізацією річок, озер, водосховищ, ставків, каналів, джерел підземних вод тощо. Накопичений обсяг водних ресурсів є однією з найважливіших складових компонент довкілля та його окремих систем – природних, технічних, техноприродних [1]. Особливо гостро це питання постає у сьогоденному житті внаслідок втрати Україною та забруднення значної частини водних ресурсів через військові дії.

Багаторічна праця науковців, освітян та громадських діячів, нарешті, призвела до усвідомлення сучасним суспільством того, що річки та водні об'єкти не можна розглядати лише з позицій потенційної загрози затоплення або підтоплення території під час повеней або паводків, оскільки річкові екосистеми і штучні водні об'єкти (водосховища, канали, ставки) здатні сприятливо впливати на соціально-екологічні та естетичні характеристики місцевості, можуть використовуватися як зони рекреації, рибальства, бджільництва та інших екосистемних сервісів. У зв'язку з цим досить актуальним є питання щодо формування привабливої річкової екосистемної мережі на ряду зі штучними водними об'єктами в межах населених пунктів, громад чи регіонів.

За даними [2] площа земель Дніпропетровської області, зайнятих водними об'єктами, становить 157,3 тис. га (4,9% території області). В області функціонує 101 водосховище з повним об'ємом 909 млн. м³. Водосховища мають велике господарське значення – вони використовуються як регулюючі ємності для цілей водопостачання, сільського і рибного господарства та зрошення. На території Дніпропетровської області також налічується 3292 ставки загальним об'ємом 274,8 млн. м³. Більшість штучних водойм заповнюються талими і зливовими водами. У період весняної повені розміри ставків збільшуються, у літній період вони частково пересихають і міліють. Сильно міліють влітку, а іноді і цілком пересихають дуже малі ставки з площею в декілька гектарів і глибиною 1–2 м. Значна кількість ставків замулюється і заростає водяною рослинністю. Стан ставків в більшості своїй незадовільний (не розраховані на довготривалий термін служби, відсутні капітальні гідротехнічні споруди). За дослідженнями [3], залежно від річки на 100 км² площі її водозбору припадає від 6 до 20 водойм, а у співвідношенні до довжини гідрографічної мережі на кожні 100 км річки в середньому побудовано від 18 до 36 ставків і водосховищ.

Відзначимо, що найбільш характерними природно-кліматичними чинниками, які впливають на водні об'єкти, є температура повітря, кількість опадів та випаровуваність з водної поверхні. Ці фактори обумовлюють загальний екологічний стан водних об'єктів та їх гідрологічні характеристики.

Прогресуючі зміни природно-кліматичних умов, інженерне зарегулювання стоку річок та суттєвий антропогенний вплив протягом попередніх десятиліть, обґрунтовують прогнозовану небезпеку подальшої деградації річкових екосистем та штучних водних об'єктів [4, 5], оскільки вони працюють як ставки-

випаровувачі водних ресурсів. Це негативно впливає як на кількісні показники, так і на якість води, що робить її непридатною для використання у системах господарсько-побутового водопостачання, потреб зрошення, рекреації тощо.

Узагальнюючи довідникові дані та статистичну звітність [6, 7], можна констатувати факт, що якість води практично в усіх річках області не відповідає сучасним вимогам екологічного безпечного та санітарно-гігієнічного рівня, як водних об'єктів культурно-побутового водокористування за наступними показниками: сухий залишок, хлорид-іони, сульфат-іони, хімічне та біологічне споживання кисню (ХСК, БСК), нітрати, марганець та інші.

Додатково відмітимо, що ефективність та раціональність їх використання, з урахуванням вимог екологічної безпеки, на сьогодні є одним з показників рівня розвиненості країни. Сучасні тенденції до переоцінки ефективності використання водних ресурсів з урахуванням екологічної складової спонукають до кардинальних змін системи їх управління та регулювання. Певною мірою це дозволило «звільнити» річки від недоцільних у використанні гідротехнічних споруд та повернути водотокам природну течію [8], а проєкти з природооблаштування водозборів показують ефективність ренатуралізації водних об'єктів [9, 10]. Зважаючи на сучасний незадовільний екологічний стан більшості штучних водних об'єктів у Дніпропетровській області та України в цілому, на нашу думку, сьогодні є надзвичайно актуальним та перспективним розробка проєктів з природооблаштування басейнових екосистем малих річок, які базуються на геоекологічних принципах збалансованого земле- та ресурсокористування [11].

Мета статті. Метою досліджень є обґрунтування та оцінювання заходів з (в межах села Троїцьке Синельниківського району Дніпропетровської області) задля покращення екологічного і гідрологічного режимів водного об'єкту. *Об'єктом* дослідження є процес розробки та обґрунтування параметрів з природооблаштування водного об'єкту – ставка. *Предметом* дослідження є організація і технологія виробництва робіт з комплексної меліорації та визначення показників еколого-економічної ефективності розроблених заходів.

Матеріали і методи досліджень.

Загальні відомості про об'єкт дослідження. Річка Нижня Терса відноситься до басейну р. Вовча та є лівою притокою річки Мала Терса, довжина її гідрографічної мережі за різними довідниковими даними складає 39–49 км, а площа водного басейну 312 км². Долина переважно трапецієподібна, завширшки до 1,5–2 км, похил річки 2 м/км. У басейні річки Нижня Терса знаходиться 57 штучно створених водних об'єктів (ставків) і 3 малих водосховища загальною площею водного дзеркала 6,2 км² і об'ємом 12 млн м³, які використовують для зрошення, сільськогосподарського водопостачання, риборозведення і рекреації, а також водопою свійських тварин. Безпосередньо на самій річці – 19 водойм різного розміру та призначення [12].

Безпосередній об'єкт нашого дослідження розташований поблизу села Троїцьке Синельниківського району Дніпропетровської області (рис. 1). Рельєф водозбірної площі представлений розвиненою яружно-балочною мережею з абсолютними відмітками поверхні землі від 135 до 190 м, тобто загальний перепад

висот становить близько 55–60 м. Практично 90% водозбору представлено сільськогосподарськими угіддями з розораними земельними ділянками. Гідротехнічна споруда, яка формує штучний водний об'єкт з водоскидом, має наступні орієнтовні координати: $48^{\circ}11'59''$ північної широти, $35^{\circ}30'54''$ східної довготи.

загальний вигляд на ставок з
центральної частини греблі



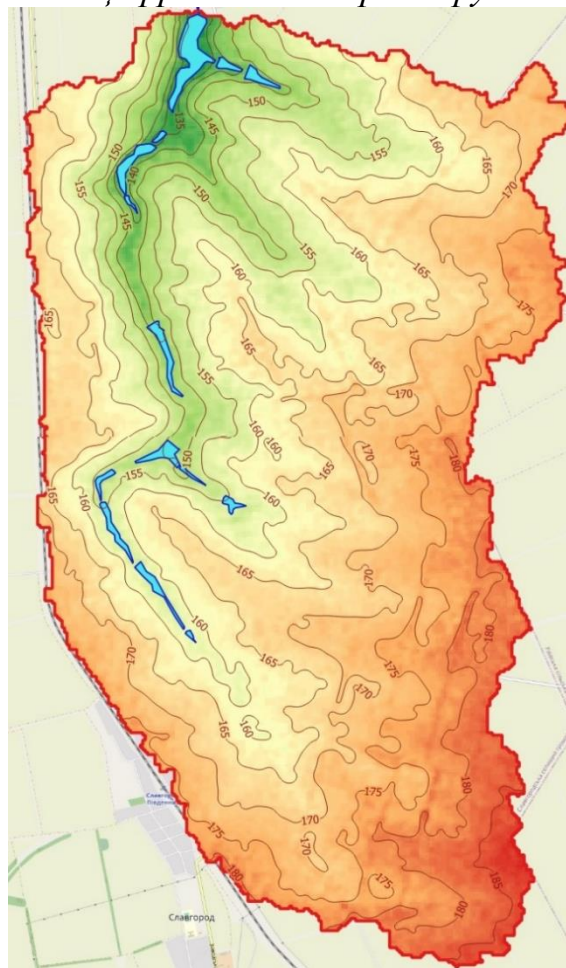
а)

вхідна частина водоскидної споруди
(фрагменти руйнування та
засмічення)



б)

цифрова модель рельєфу



в)

Рис. 1. Загальна характеристика території водозбірної басейну річки Нижня Терса у створі ставка поблизу с. Троїцьке: а, б – авторські фото; в – цифрова модель рельєфу території виконана у програмному комплексі QGIS.

Деталізація цифрової моделі рельєфу з використанням програмного комплексу QGIS показує, що лівобережна частина схилів має більший (крутий) уклін. З правого боку до центральної частини ставка примикає водотік (балка, що є правою притокою річки Нижня Терса), на якому було споруджено три додаткових ставка. На сьогодні ці ставки фактично перетворені на болотні угіддя із застоюною водою, повністю вкриті водною рослинністю, а в літні періоди часу пересихають практично повністю.

Враховуючи загальну цифрову модель території, можна зробити висновок про суттєву небезпеку ерозії та змиву родючого шару ґрунту з прилеглих сільськогосподарських угідь, а також берегову абразію на лівому березі водойми.

Розглянемо, також, детально господарську діяльність (освоєння) на території водозбору та вплив різних чинників на екологічний стан водойми. Основними негативними чинниками, які впливають на забруднення та зміну якісних і кількісних показників водних ресурсів об'єкту досліджень, є наступні:

- 1) Значне зарегулювання річки Нижня Терса вище за течією – надходження водних ресурсів до ставка та, відповідно водообмін, є обмеженими. Основне поповнення водних ресурсів відбувається через живлення ґрунтовими, талими і дощовими водами в межах представленої водозбірної площі. Важливим елементом поповнення води слугувала права притока (балка з трьома зарегульованими невеликими водоймами). На сьогодні практично втрачений гідравлічний зв'язок між притокою та досліджуваним ставком.
- 2) Високий рівень розораності сільськогосподарських земель на території водозбірного басейну призводить до змиву родючого шару ґрунту у ставок. Як наслідок накопичення мулових відкладень відбувається зменшення корисної глибини, евтрофікація водойми, інтенсивне прогрівання і випаровування води у теплі періоди року. Це призводить до суттєвого погіршення якості води – збільшення мінералізації. Використання водних ресурсів такої якості є недопустимим для потреб водопостачання чи зрошення, як ключових галузей водоспоживання/водокористування.
- 3) Недотримання належних рівнів водокористування у прибережній зоні ставка. Фактично всі присадибні ділянки мешканців розташовані поблизу урізу води. Таким чином, у водного об'єкту відсутня буферна зона затримання забруднюючих речовин та твердого стоку (змив ґрунту з прилеглих територій).
- 4) На лівому березі ставка розміщено фермерське господарство. Через відсутність ґрунтових дамб обвалування фактично поверхневий стік з території ферми потрапляє до водного об'єкту.
- 5) Відсутність системи централізованого водовідведення у населеному пункті. Облаштування у кожному домогосподарстві вигрібних ям з недотриманням сучасних технологій і стандартів їх будівництва і обслуговування, спричиняє потрапляння біогенних забруднюючих речовин (нітратів і фосфатів) з ґрунтовими водами, які розвантажуються у ставок.

В загальному можна відмітити, що шар мулових наносів за останні десятиліття сягнув близько 1,5–2 м, а вода має загальний рівень мінералізації у понад 7 г/л (перевищення норми у 7 разів); хлоридів – 0,77 г/л (перевищення норми у 2 рази); сульфатів – 4,5 г/л (перевищення норми у 9 разів) [13].

Зазначимо, що сталий розвиток громади села Троїцьке з можливістю використання водних ресурсів для різних господарських потреб (водопостачання ферми, зрошення, технічне водопостачання населеного пункту, рекреація та риборозведення) неможливий без вирішення питання щодо оздоровлення, захисту та ефективного управління водними ресурсами.

Отже, існуюча сучасна ситуація з рівнем забруднення води та деградацією екосистеми водного об'єкту за рахунок тривалого надмірного антропогенного навантаження обґрунтовує актуальність і гостру необхідність запровадження

заходів з природооблаштування (елементів ревіталізації) об'єкту досліджень. Розробка першочергових організаційних та технологічних заходів дозволить у майбутньому поліпшити гідрологічний, санітарно-екологічний стан як річки в цілому, так і досліджуваного ставка з його водозбірним басейном зокрема.

Сучасні методи та принципи відновлення водних об'єктів. За останні десятиліття у світовій практиці розроблено та впроваджено велику кількість методів, що застосовуються на водоймах з метою їх відновлення та екологічного оздоровлення. Започаткований позитивний досвід перш за все розвинутий у країнах Західної Європи та Північної Америки [14, 15]. Загалом виділяють два основних підходи до відновлення водойм (рис. 2).

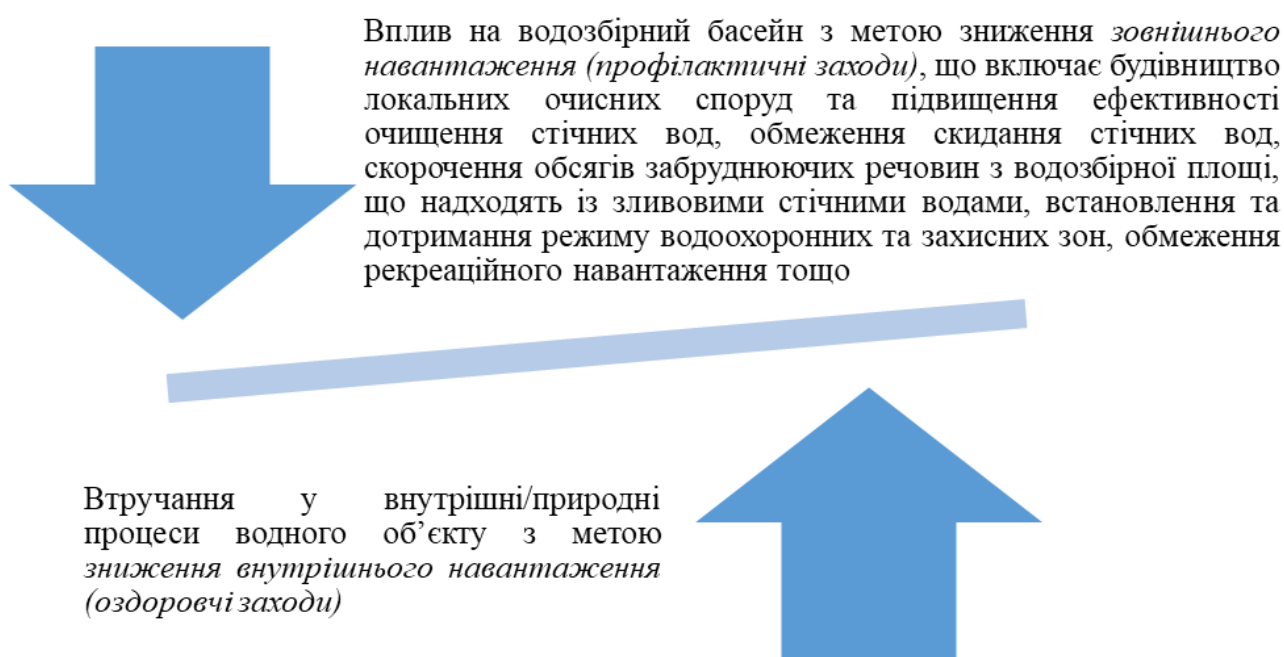


Рис. 2. Загальні принципи відновлення водних об'єктів

До переліку основних заходів з природооблаштування та комплексної меліорації водних об'єктів та їх водозбірних площ можна віднести наступні: 1) демонтаж гребель (дамб, загат), що перешкоджають вільній течії водотоку; 2) зниження кількості надходження до водного об'єкту неочищених або недостатньо очищених промислових, зливових стічних вод тощо; 3) обвалування водозбірних басейнів; 4) укріплення берегової лінії для зменшення процесів абразії; 5) терасування схилів річок та водойм; 6) боротьба з евтрофікацією водойм; 7) покращення фізико-хімічних показників якості води шляхом штучного підвищення аерації; 8) окислення донних відкладень та придонних шарів води; 9) хімічна та біологічна нейтралізація забруднюючих речовин; 10) очищення від мулових відкладень та днопоглиблювальні заходи; 11) залісення та залуження водозбірних басейнів; 12) організації плаваючих біоплато; 13) застосування засобів механічного видалення водної рослинності.

Звичайно, найбільш раціональним шляхом покращення, або принаймні збереження, існуючого геоекологічного стану переважної більшості водних об'єктів

є комплексна система меліорації з використання, перш за все, спеціальних інженерно-технічних систем, робота яких знижувала б рівень негативного антропогенного впливу на водні об'єкти та землі водного фонду. По відношенню до невеликих річок і штучних водойм ця проблема може бути успішно вирішена шляхом інженерно-екологічного природооблаштування їх водозборів, зокрема: оптимізація параметрів водо- та землекористування (прибережні захисні смуги, водоохоронні зони та дотримання інших законодавчих нормативів), розчищення водойм від мулових наносів, реконструкція або демонтаж гідротехнічних споруд, біомеліорація водних об'єктів у комплексі з залісненням і залуженням водозбірних площ. Такий комплекс заходів дозволить повернути природну течію річкам та покращити якість водних ресурсів.

Отже, для умов нашого об'єкту досліджень першочерговими та обґрунтованими задачами з покращення екологічного стану водного об'єкту будуть наступні види робіт (рис. 3).



Рис. 3. Перелік першочергових та обґрунтованих задач з покращення екологічного стану ставка на річці Нижня Терса (в межах с. Троїцьке)

Виклад основного матеріалу дослідження.

Обґрунтування інженерно-технічних заходів з природооблаштування.

З метою поліпшення екологічного стану водойми пропонується розглянути два основних шляхи:

- розробка елементів інженерно-технічних заходів з природооблаштування;
- організаційно-правові та інші аспекти підвищення рівня екологічної безпеки водокористування в межах досліджуваного водного об'єкту.

Враховуючи наявний еколого-меліоративний стан водного об'єкту та його водозбірної площі, під час розробки проекту з природооблаштування обґрунтованим є запровадження наступних елементів інженерно-технічних заходів (рис. 4).

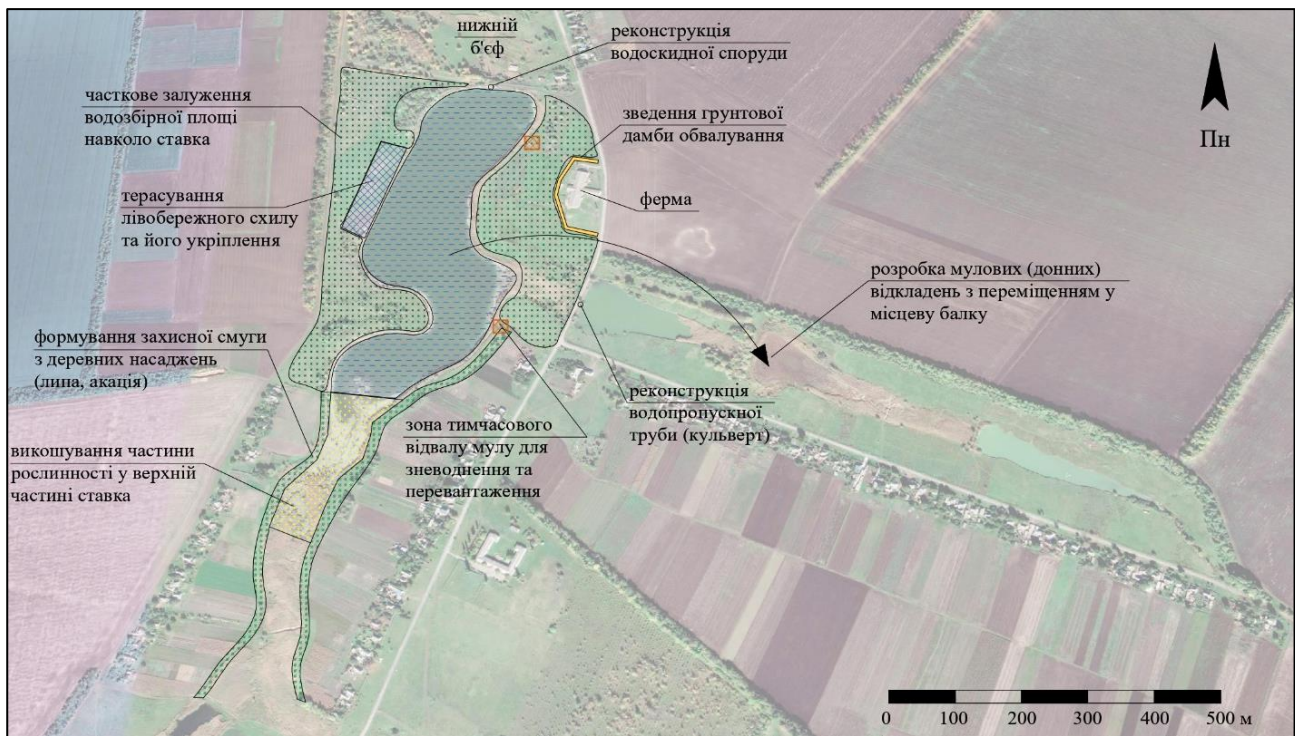


Рис. 4. Проєкт інженерно-технічних заходів з природооблаштування ставка

Основними видами робіт, які необхідно виконати для підвищення водності та якості водних ресурсів, є наступні (див. рис. 4):

- 1) Розробка мулових відкладень (днопоглиблювальні роботи) з переміщенням їх на територію ставка у бічній притоці (балка). Відзначимо, що якісні характеристики мулових відкладень в межах водозбірного басейну ставка та його додаткових приток є ідентичними за складом та генезисом походження. Це не вплине на погіршення екологічного стану ставка (друга водойма у каскаді ставків бічної приточності), оскільки він повністю осушений. Більше того, накопичення та збільшення шару відкладень з часом формуватиме торф'яну товщу, яка слугуватиме буфером для накопичення води у період сніготанення та дощів, а потім поступово буде розвантажуватись у досліджуваний об'єкт, поповнюючи запаси водних ресурсів. Враховуючи негативний досвід розчистки річок екскаваторами типу драглайн та зворотна лопата [16], запропоновано використати плаваючий земснаряд.
- 2) З метою недопущення потрапляння забруднених поверхневих стічних вод з території фермерського комплексу до водойми, пропонується зведення ґрунтової дамби обвалування по периметру території ферми.
- 3) Для закріплення частини лівобережного схилу необхідно виконати його терасування з облаштуванням підпірних стінок із бутового каменю.
- 4) Викошування очеретяної та трав'янистої рослинності у верхів'ї ставка.
- 5) Висаджування додаткових лісосмуг уздовж лінії приватних присадибних ділянок (городів) задля мінімізації поверхневого змиву родючого шару ґрунту у ставок. Перспективними є висаджування дерев таких порід як

липа та акація. Це дозволить додатково розвинути напрямок бджільництва в межах даного ставка.

- 6) Додатково необхідно виконати залуження з використанням трав'яних сумішей на площі «умовно природного» стану водозбору.
- 7) Виконати реконструкцію вхідної частини водоскиду для надійної та безпечної роботи гідротехнічної споруди (греблі).
- 8) Забезпечити перетік води з правої притоки (балки) шляхом реконструкції водопропускної труби (кульверта) під автомобільною дорогою.

Організація і технологія виробництва робіт з природооблаштування водного об'єкту. Технологічно розробка мулових відкладень передбачається із застосуванням плаваючого земснаряду. Для цього на правому березі ставка необхідно улаштувати два тимчасових майданчика для накопичення мулу та його зневоднення. Після цього мул перевантажується екскаватором на автомобілі-самоскиди та транспортується до місця складування (рис. 5). Згідно технологічної схеми, максимальна відстань транспортування мулу вантажними автомобілями складає 850 м.

Наступним етапом робіт передбачається реконструкція аварійного кульверта (водопропускної труби під автомобільною дорогою). На час виробництва робіт організація автомобільного сполучення може бути реалізована через низку ґрунтових переїздів у верхів'ї ставка та по його греблі, а також через гідротехнічні елементи ґрунтових дамб на правій притоці. З метою гідравлічного сполучення каскаду ставків у правій притоці (балці) необхідно улаштувати дві водопропускні труби діаметром 1 м.

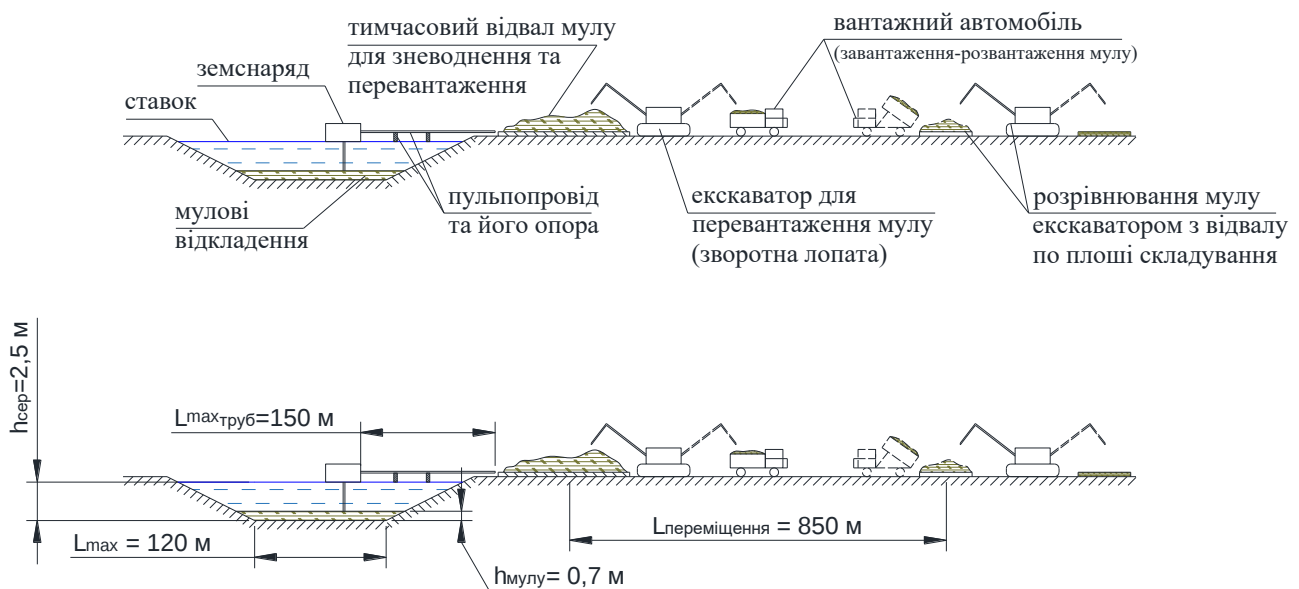


Рис. 5. Технологічна схема розробки мулових відкладень зі ставка

Реконструкція вхідної частини водоскиду виконується шляхом бетонування оголовку та стовбура водоскидної башти. З цією метою заплановано формування внутрішньої опалубки та армованого каркасу з металевих прутів діаметром 12 мм і подальшим заповнення бетонною сумішшю (рис. 6).

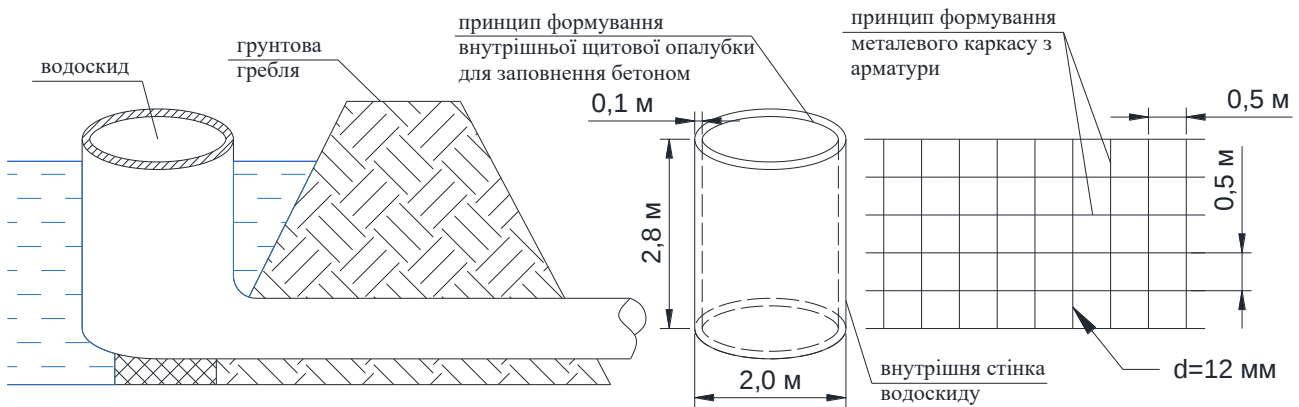


Рис. 6. Елементи технології реконструкції водоскидної споруди

Далі проєктом передбачається терасування лівобережного схилу у центральній частині ставка. Загальна площа ділянки при цьому становить близько 600 м² (рис. 7).

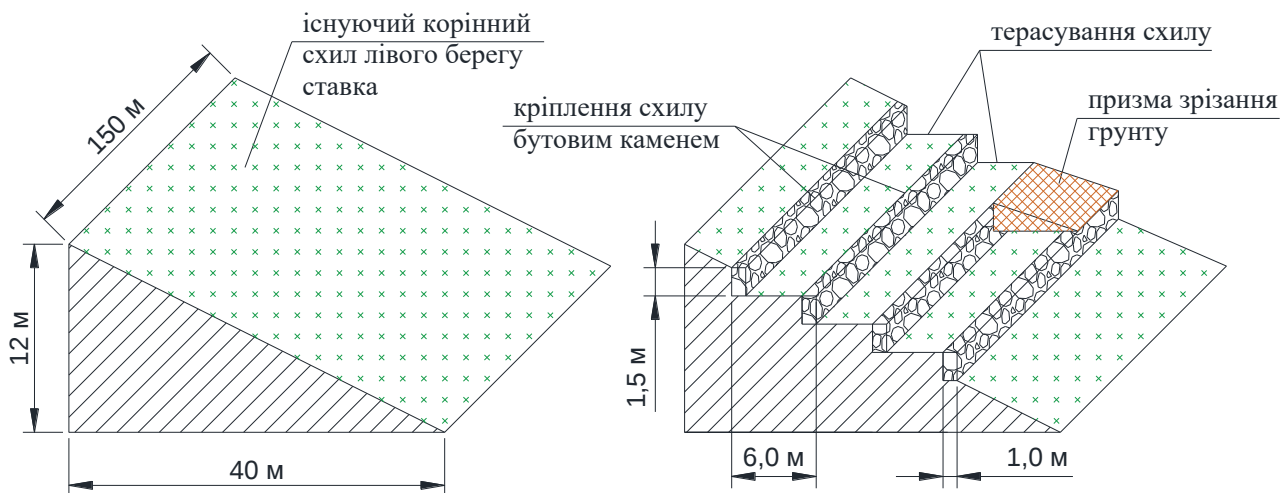


Рис. 7. Технологічна схема терасування та закріплення схилу

Згідно визначених даних із застосуванням програмних комплексів QGIS та AutoCAD, викошування водяної та чагарникової рослинності у верхів'ї ставка необхідно виконати на загальній площі 28300 м². З метою зменшення ерозійного змиву ґрунтового покриву з прилеглих присадибних ділянок проєктом передбачається висаджування додаткових лісосмуг уздовж берегової лінії. Загальна площа заліснення становить 32360 м². Враховуючи середню кількість близько саджанців дерев на 1 га площі визначена загальна кількість дерев становитиме 970 шт.: 485 акацій та 485 липових саджанців. Додаткове залуження водозбірної площі водного об'єкту виконується на загальній площі 14,98 га.

Отже, з урахуванням всіх розрахованих обсягів робіт сформовано результуючу таблицю.

Таблиця

Зведені об'єми робіт з природооблаштування водного об'єкту та частини його водозбірної басейну

№	Вид робіт	Одиниця виміру	Кількість
1.	Розробка ґрунту (суглинок, глина) в кар'єрі екскаватором з навантаженням в автотранспорт	м ³	315
2.	Перевезення ґрунту на відстань до 5 км для відсіпки дамби обвалування	т	560
3.	Відсіпка та формування ґрунтової дамби обвалування (для тваринницької ферми)	м ³	315
4.	Розробка мулових відкладень із застосуванням земснаряда	м ³	41150
5.	Перевантаження зневодненого мулу екскаватором у автомобілі-самоскиди	м ³	41150
6.	Перевезення мулу на відстань до 1 км	т	57600
7.	Розрівнювання переміщеного мулу по площі складування	м ³	41150
8.	Викощування водяної та чагарникової рослинності у верхів'ї ставка	га	2,83
9.	Розробка ґрунту екскаватором для улаштування кульверта (водопропускна труба)	м ³	240
10.	Монтаж залізобетонних труб (ТБ 120.50-2) 4 шт. по 5 м	м/т	20/25,2
11.	Зворотна засипка з формуванням полотна проїзної частини дороги	м ³	240
12.	Улаштування опалубки для проведення бетонних робіт на водоскидній споруді	м ²	17,6
13.	Монтаж сталевих арматур діаметром 12 мм	м/т	75/0,07
14.	Заповнення бетонною сумішшю при реконструкції водоскиду	м ³	1,76
15.	Обсяг земляних робіт при формуванні терас на лівобережному схилі ставка	м ³ /км	2700/0,6
16.	Укріплення схилу бутовим каменем	м ³	900
17.	Висаджування додаткових лісосмуг уздовж берегової лінії (саджанці)	шт.	970
18.	Залуження водозбірної площі водного об'єкту	га	14,98

Після розрахунку всього обсягу земляних, будівельно-монтажних та робіт з озеленення на природооблаштування водного об'єкту та його прилеглої водозбірної території по кожній із запроєктованих технологічних операцій сформовано відомість калькуляції трудових витрат та фонду заробітної плати працівників. За результатами отриманих розрахунків встановлено, що загальна планова

трудомісткість виконання всіх технологічних видів робіт становить 4311,9 людино-годин. Питомі трудові витрати: $q_{(м. куб.)} = 0,1$ людино-днів/м³; $q_{(га)} = 177,4$ людино-днів/га. Застосування рішень щодо оптимізації організації виробничого процесу дозволяє оцінити загальний обсяг робочих і календарних днів на рівні 574 і 746 відповідно. При цьому оптимізована тривалість робіт (за рахунок паралельного виконання та збільшення штату працівників, машин і механізмів) з природооблаштування ставка складає 180 днів (5 місяців).

Визначення еколого-економічної ефективності і показників кошторисної вартості проєкту. Під час реалізації проєктних рішень відбуватиметься інтенсивне забруднення повітряного простору різноманітними компонентами відпрацьованих газів через згоряння дизельного палива, а саме: оксид вуглецю (CO), оксид азоту (NO₂), вуглеводні (CH), сажа (C), оксид сірки (SO₂), формальдегід (CH₂O), бенз(α)пирен (БП). Під час виробництва земляних, будівельних, монтажних та робіт з благоустрою водозбірної території застосовують ряд будівельних машин і механізмів: екскаватори, земснаряди, бульдозери, вантажні автомобілі-самоскиди тощо. У відповідності до стандартизованої методики [17], розрахункові загальні обсяги викидів забруднюючої речовини (кг) становитимуть: CO = 13989,6; NO₂ = 21137,5; CH = 6680,2; C = 1188,9; SO₂ = 2605,9; CH₂O = 277,3; БП = 0,0266. Інтенсивність впливу (кг/добу) при цьому буде наступною: CO = 77,7; NO₂ = 117,4; CH = 37,1; C = 6,6; SO₂ = 14,5; CH₂O = 1,5; БП = 0,00015.

Згідно з рекомендаціями [1], відновлення або відведення земель для природних або подібних до них комплексів повинно формувати певну «екологічну інфраструктуру» територій, що має відповідати різноманіттю елементів річкової долини – водного об'єкту. Процес планування такої перебудови повинен охоплювати два ключові аспекти: 1) організацію земель різного призначення в межах кожного господарства; 2) просторову організацію «екологічної інфраструктури» в межах водозбірного басейну водного об'єкта.

У межах водоохоронної зони та прибережної захисної смуги досліджуваного водного об'єкта (ставка) необхідно забезпечити раціональне використання природних і матеріальних ресурсів без порушення екологічної рівноваги, а також захист водного об'єкта від негативного впливу прилеглих територій. Для оцінки заходів з природооблаштування водоохоронної зони (ВЗ) та прибережної захисної смуги (ПЗС) досліджуваного об'єкта може бути застосований комплексний підхід із врахуванням результативності системи показників еколого-економічної ефективності внаслідок їх реалізації [1].

Результати впровадження заходів із природооблаштування під час еколого-економічного обґрунтування й оцінки ефективності можуть надаватись у вартісних, натуральних і відносних показниках. Узагальнення вищевказаних теоретичних та практичних основ щодо раціонального використання, збереження і відновлення водних об'єктів, обґрунтовує можливість формування комплексного еколого-економічного ефекту внаслідок впровадження заходів з природооблаштування (рис. 8).

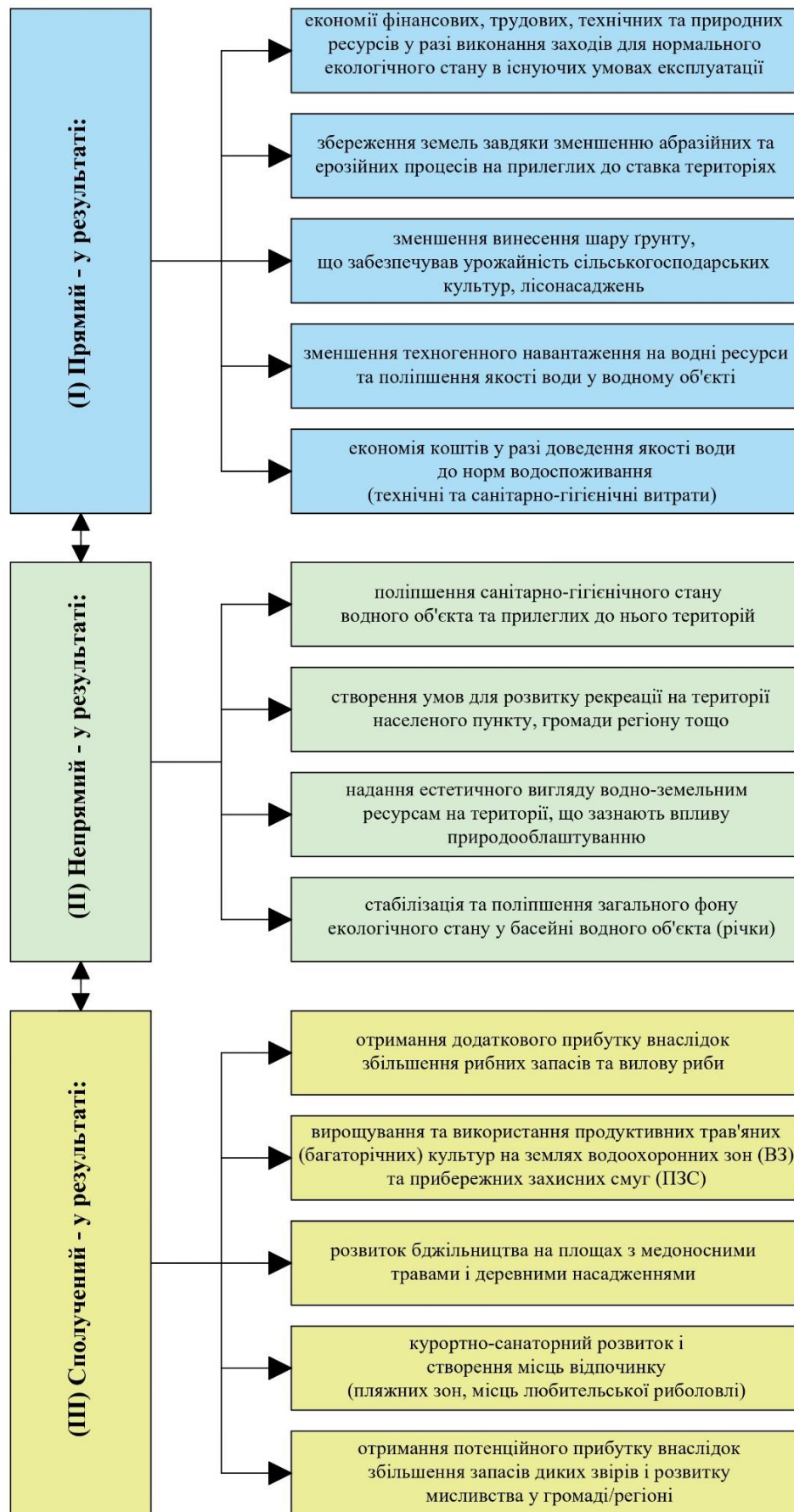


Рис. 8. Комплексний еколого-економічний ефект у результаті впровадження заходів з природооблаштування у ВЗ(ПЗС) водного об'єкта (розроблено за даними [1])

Розрахунок кошторисної вартості виробництва робіт з природооблаштування водного об'єкта виконаний із застосуванням академічної версії програмного комплексу Кошторис8. Згідно отриманих даних визначено наступні загальні показники проєкту: всього кошторисна вартість виробництва робіт – 19933708 грн.; кошторисна заробітна плата – 3351238 грн.

Висновки. Виконано аналітичне дослідження кращих світових та вітчизняних практик з ренатуралізації річкових екосистем та водних об'єктів. Обґрунтовано та оцінено загальні методи, способи та заходи з природооблаштування ставка поблизу села Троїцьке Синельниківського району Дніпропетровської області. Визначено, що для водного об'єкту з площею водного дзеркала у 13,7 га та умовно природною (рекреаційною) територією у 24,3 га тривалість основних видів організаційно-технологічних робіт складатиме близько 5 місяців, трудовитрати – 4311,9 люд.-годин, а загальна кошторисна вартість проєкту сягає близько 20 млн грн.

Отримані результати дослідження можуть бути використані у подальшому з метою комплексного науково-практичного обґрунтування заходів щодо меліорації (ренатуралізації) водних екосистем річок та штучних водойм для умов південно-східних регіонів України в залежності від наявної природно-господарської обстановки.

На прикладі типового водогосподарського об'єкту показана можливість розробки технологічних та організаційних рішень з меліорації та отримання еколого-економічного ефекту внаслідок впровадження заходів з природооблаштування. Реалізація та подальший розвиток напряму ревіталізації є перспективним та актуальним під час розробки програм з відновлення та раціонального використання водних і земельних ресурсів за принципом інтегрованого управління на рівні окремих населених пунктів, громад, водозбірних басейнів чи регіонів.

Перелік посилань

1. Куліков, П.М., Петроченко, О.В., & Кузьмін, Р.І. (2021). *Проектування, інженерно-біотехнічне впорядкування та експлуатація водоохоронних зон водних об'єктів: навч. посібник*. Видавничий дім «АртЕк».
2. *Водний фонд України: Штучні водойми – водосховища і ставки: довідник* (2014). Київ: «Інтерпрес ЛТД».
3. Napich, H., Andrieiev, V., Kovalenko, V., & Makarova, T. (2022). The analysis of spatial distribution of artificial reservoirs as anthropogenic fragmentation elements of rivers in the Dnipropetrovsk Region, Ukraine. *Journal of Water and Land Development*, 80–85. <https://doi.org/10.24425/jwld.2022.140783>
4. Khilchevskiy, V., Sherstyuk, N., & Zabokrytska, M. (2020). Researches of the chemical composition of surface water in Ukraine, 1920–2020 (review). *Journal of Geology, Geography and Geoecology*, 29(2), 304–326. <https://doi.org/10.15421/112028>
5. Osadchy, V.I. (2017). Resources and quality of surface water in Ukraine under conditions of anthropogenic load and climate change. *Visnyk Natsion. Akademiyi Nauk Ukrayiny*, 8, 29–46. <https://doi.org/10.15407/visn2017.08.029>
6. *Регіональні доповіді та Екологічні паспорти Дніпропетровської області* (n.d.). <https://adm.dp.gov.ua/pro-oblast/ekologiya-pro-oblast/ekologiya>
7. *Регіональний офіс водних ресурсів у Дніпропетровській області. Офіційний сайт* (n.d.). <http://dovr.gov.ua/index.htm>

8. Bonada, N., Cañedo-Argüelles, M., Gallart, F., von Schiller, D., Fortuño, P., Latron, J., Llorens, P., Múrria, C., Soria, M., Vinyoles, D., & Cid, N. (2020). Conservation and Management of Isolated Pools in Temporary Rivers. *Water*, 12(10), 2870. <https://doi.org/10.3390/w12102870>
9. Friberg, N., Angelopoulos, N. V., Buijse, A. D., Cowx, I. G., Kail, J., Moe, T. F., Moir, H., O'Hare, M. T., Verdonschot, P. F. M., & Wolter, C. (2016). Effective river restoration in the 21st century: from trial and error to novel evidence-based approaches. *Advances in Ecological Research*, 55, 535–611. <https://doi.org/10.1016/bs.aecr.2016.08.010>
10. Панченко, Т., & Голуб, А. (2023). Особливості містобудівної ревіталізації прирічкових територій. *Просторовий розвиток*, 5, 80–89. <https://doi.org/10.32347/2786-7269.2023.5.80-89>
11. Царик, Л. П., Царик, П. Л., Кузик, І. Р., & Царик, В. Л. (2021). *Природокористування та охорона природи у басейнах малих річок: монографія (видання друге доповнене і перероблене)*. Тернопіль: СМП «Тайп».
12. Гапіч, Г. В., & Рудаков, Л. М. (2016). Оцінювання технічного стану та пропускної спроможності водоскидів на р. Нижня Терса. *Вісник НУВГП. Технічні науки: збірник наук. праць*. Рівне: НУВГП, 4(76), 149–155.
13. Hapich, H., Andrieiev, V., Kovalenko, V., Hrytsan, Yu., & Pavlychenko, A. (2022). Study of fragmentation impact of small riverbeds by artificial waters on the quality of water resources. *Naukovyi Visnyk Natsionalnoho Hirnychoho Universytetu*, 3, 185–189. <https://doi.org/10.33271/nvngu/2022-3/185>
14. *River Restoration Success Stories: Lessons Learned and Best Practices* (2024). <https://riversarelife.com/articles/river-restoration-success-stories-lessons-learned-and-best-practices>
15. England J., Skinner K.S., & Carter M.G. (2008). Monitoring, river restoration and the Water Framework Directive. *Water and Environment Journal*, 22(4), 227–234. <https://doi.org/10.1111/j.1747-6593.2007.00090.x>
16. Chushkina, I., Hapich, H., Matukhno, O., Pavlychenko, A., Kovalenko, V., & Sherstiuk, Y. (2024). Loss of small rivers across the steppe: climate change or the hand of man? Case study of the Chaplynka river. *International Journal of Environmental Studies*, 260–274. <https://doi.org/10.1080/00207233.2024.2314853>
17. *Склад і зміст матеріалів оцінки впливів на навколишнє середовище (ОВНС). ДБН А.2.2-1:2021*. (2022). Київ Міністерство розвитку громад та територій України.

ABSTRACT

Purpose. To substantiate and assess the environmental and economic impact of pond improvement measures within the village of Troitske (Synelnykivskyi district Dnipro region) in order to improve the ecological and hydrological regimes of the water body.

The methods. An analytical study of the best international and domestic practices for the renaturalisation of river ecosystems and water bodies. Calculations of engineering and technological parameters, as well as ecological and economic assessment of the research results, were performed using generally accepted methods, state legal norms and standards of Ukraine. The geo-ecological assessment of the current state of the pond catchment area and water quality was carried out using field expeditionary research with water sampling and laboratory analysis (2019-2021). The open-access software package (geographic information systems) QGIS was used in the study.

Findings. The general methods, techniques and measures for the renaturalisation of the pond are substantiated and evaluated. It is determined that for a water body with a water mirror area of 13.7 hectares and a catchment area of 24.3 hectares, the duration of the main types of organisational and technological work will be about 5 months, labour costs – 4311.9 man-hours, and the total estimated cost of the project is about UAH 20 million.

The originality. It is a comprehensive scientific and practical substantiation of measures for reclamation of aquatic ecosystems of rivers and artificial reservoirs for the conditions of the south-eastern regions of Ukraine, depending on the existing natural and economic situation. Engineering, technical and organisational approaches to achieving an environmentally safe level of functioning of aquatic and near-water ecosystems and obtaining a socio-economic effect from the implementation of renaturation measures have been improved. The dependencies of different types of impact on water bodies during the implementation of environmental projects are substantiated.

Practical implementation. The example of a typical water management facility shows the possibility of developing technological and organisational solutions for land reclamation and obtaining a comprehensive environmental and economic effect as a result of the implementation of environmental management measures. The results obtained can be applied to the further development of programmes for the restoration and rational use of water and land resources based on the principle of integrated management at the level of individual settlements, communities, catchment areas or regions.

Keywords: *pond, small river, environmental management, hydraulic structure, environmental safety, reclamation.*