

DOI: <https://doi.org/10.31073/mivg202001-228>

Available at (PDF): <http://mivg.iwpim.com.ua/index.php/mivg/article/view/228>

УДК 504.453:627.42

ВПЛИВ БУДІВНИЦТВА СТАВКІВ І ВОДОСХОВИЩ НА ЕКОЛОГІЧНУ БЕЗПЕКУ БАСЕЙНІВ МАЛИХ РІЧОК СТЕПОВОЇ ЗОНИ УКРАЇНИ (НА ПРИКЛАДІ ДНІПРОПЕТРОВСЬКОЇ ОБЛАСТІ)

В.Г. Андрєєв¹, Г.В. Гапич², канд. техн. наук

¹ Інститут проблем природокористування та екології НАНУ, Дніпро, Україна
<https://orcid.org/0000-0001-8749-8478>, e-mail: andreev_V_G@ukr.net

² Дніпровський державний аграрно-економічний університет, Дніпро, Україна
<https://orcid.org/0000-0001-5617-3566>, e-mail: gapichgennadii@gmail.com

Анотація. Представлено дослідження сучасного екологічного стану басейнів малих річок унаслідок зарегулювання штучними водними об'єктами на прикладі Дніпропетровської області. Наведена динаміка зміни водогосподарського будівництва, яка показує стрімке зростання кількості нових ставків в період з 1990 по 2018 рр. майже у 3 рази. Водночас, загальна динаміка споживання водних ресурсів в області за аналогічний період скоротилась у 4 рази. Отже, встановлено необґрунтовану розбалансованість будівництва нових об'єктів і попиту на воду. Очевидним є недотримання норм чинного законодавства, які визначені Водним кодексом України, щодо регулювання стоку річок і створення штучних водойм. Внаслідок перетворення природних водотоків у каскади «ставків-випаровувачів» відбувається екологічно небезпечна трансформація басейнів малих річок зі зміною гідрологічного, гідрохімічного, гідробіологічного і санітарного режимів. На сучасному етапі експлуатації, за змінних кліматичних умов, особливої небезпеки та загрози навколишньому середовищу можуть спричинити гідродинамічні аварії та шкідливий вплив водних стихій. Ця ситуація потребує забезпечення надійності роботи гідротехнічних споруд та водоскидів. Слід відзначити, що у Водному кодексі України відсутнє поняття екологічної безпеки водних об'єктів та річкових басейнів. Для загального оцінювання рівня екологічної безпеки, пов'язаної із водогосподарською діяльністю, запропоновано підхід із визначення коефіцієнта фрагментації річки, який визначається співвідношенням кількості ставків і водосховищ до довжини річки. За потреби оцінювання рівня екологічної безпеки річок на окремо взятій території (адміністративна область, район або водозбірний басейн) визначається коефіцієнт фрагментації через співвідношення кількості ставків і водосховищ до площі території. Порівняльна характеристика засвідчує, що Дніпропетровська область є однією з найбільш екологічно небезпечних з точки зору негативного впливу фрагментації річкових басейнів штучними водоймами. На прикладі басейну малої річки (Нижня Терса) представлена реалізація підходу щодо оцінювання рівня екологічної безпеки, пов'язаної з водогосподарською діяльністю. Запропоновано механізм підвищення рівня екологічної безпеки водокористування шляхом дотримання та реалізації різномірних груп показників, які визначають загальний рівень ефективності функціонування річкової екосистеми.

Ключові слова: екологічна безпека, водокористування, мала річка, ставок, водосховище.

Постановка проблеми. Господарська діяльність до початку ХХІ ст. базувалась на задоволенні потреб людини за рахунок необґрунтованого використання природних ресурсів з отриманням максимального прибутку. У результаті, на сьогодні навколишнє середовище опинилося на межі деградації, з жахливими наслідками для здоров'я і самого життя людини [1]. Значні зміни, що відбуваються практично в усіх сферах господарювання, прямо або опосередковано помітно вплинули на динаміку природокористування, зокрема використання водних ресурсів. Збереження, відновлення та раціональне використання наземних і внутрішніх

прісноводних екосистем є одним з головних питань, які були визначені у Підсумковому документі Саміту ООН зі сталого розвитку у 2015 р. [2] та є основою водної стратегії України [3, 4].

Проблеми дослідження водних екосистем та дієві намагання їх вирішити тривають не одне десятиліття [5–8]. На жаль, можна констатувати не лише поступове погіршення рівня екологічної безпеки водокористування, а й перехід до загрозливого, катастрофічного стану. Особливо гостро така ситуація спостерігається в басейнах малих річок степової зони України, основна природна функція яких є живлення великих водотоків. Майже

всі малі річки на півдні і в центральних мало-водних районах України зарегульовані від 70 до 100% внаслідок будівництва значної кількості ставків і водосховищ. У більшості випадків це обумовлює відсутність транспортуючої та їх низьку самоочисну здатність. Польовими обстеженнями та дослідженнями із застосуванням дистанційних ГС технологій встановлено, що понад 50% малих річок не мають постійного руслового стоку на фрагментованих ділянках протягом усього календарного року. Такі явища як замулення та пересихання ставків і малих водосховищ набули значних масштабів. Недоліком є відсутність належної бази даних стосовно гідрохімічних показників стану водотоків у басейнах малих річок та розташованих на них ставків і малих водосховищ.

Додатковим фактором екологічної небезпеки водокористування є змінні кліматичні умови [9–11]. На сьогодні спостерігається тенденція випадіння понаднормативної кількості опадів за значно менші терміни часу, що негативно впливає на перерозподіл річкового стоку. Внаслідок цього збільшується ризик виникнення гідродинамічних аварій на каскадах ставків [12].

Отже, відновлення та раціональне водокористування, що базується на принципах басейнового управління, потрібно розпочинати з оздоровлення екосистем малих річок.

Актуальність дослідження. Результатом необдуманого господарської діяльності є недотримання умов та обмежень щодо регулювання річкового стоку за допомогою будівництва ставків і водосховищ. Внаслідок негативного впливу на гідрологічний, гідробіологічний і санітарний режими малих річок значна їх кількість втрачена. Через збільшення кількості штучних водних об'єктів зростають, також, обсяги непродуктивних втрат водних ресурсів на випаровування з водної поверхні. Відсутність санітарних попусків вкрай негативно впливає на якісні характеристики води. Втрата стоку в басейнах малих річок негативно впливає на формування стоку середніх та великих водотоків. Щорічно на розробку проектів та реалізацію заходів із розчистки малих річок освоюються десятки та сотні мільйонів гривень. Але розчистка русел має короткотерміновий ефект і проблеми не тільки залишаються, а іноді зростають. Отже, задля вирішення завдання відновлення малих річок недостатньо займатись лише питаннями поліпшення гідрологічного режиму за рахунок розчистки русел. Необхідно адаптувати поняття екологічної безпеки стосовно

водних об'єктів і, в першу чергу, малих річок та їх водозбірних басейнів і розробити дієву методологію щодо оцінювання стану їх екологічно безпечного рівня функціонування.

Мета дослідження. Оцінити сучасний стан водокористування в басейнах малих річок степової зони України. Проаналізувати тенденцію регулювання стоку басейнів малих річок у контексті оцінки загального тренду змін обсягів водоспоживання. Оцінити стан (рівень) екологічної небезпеки подальшого виснаження і трансформації гідрологічних параметрів стоку річкових басейнів. Запропонувати нові підходи до управління та відновлення водних екосистем малих річок степової зони України.

Методи дослідження. Аналітичний огляд джерел інформації та узагальнення офіційних статистичних результатів звітності; математична обробка отриманих результатів із застосуванням геоінформаційних систем, комп'ютерних програм і графічних редакторів.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Проблематиці водної безпеки та стратегії сталого розвитку України, а також питанням оцінки екологічного стану річкових екосистем, відновлення та раціонального використання водних ресурсів присвячені праці таких вчених: Ромащенко М.І. [3, 4], Вишневський В.І. [8, 9], Рокочинський А.М., Сташук В.А. [14], Сторожук В.М., Злочевський М.В., Петрук Г.М. [7], Гребінь В.В., Хільчевський В.К. [16] та інші.

Результати та їх обговорення. Гідрографічна мережа Дніпропетровської області представлена 291 річкою загальною довжиною близько 6,6 тис. км [13], а також 5140 малих струмків та водотоків довжиною 15,2 тис. км. Використання значних потреб водних ресурсів для забезпечення розвитку галузей економіки в середині минулого століття обумовило побудову великої кількості ставків і водосховищ на території області [14–16]. На сьогодні обліковується 100 водосховищ загальною місткістю ~ 900 млн. м³ і площею водного дзеркала близько 20 тис. га, а також 3292 ставка загальним об'ємом ~ 275 млн. м³ з площею водного дзеркала 18,8 тис. га. Динаміка регулювання стоку басейнів малих річок за кількістю зведених штучних об'єктів (рис. 1) є цікавою в розрізі зміни об'ємів водокористування (рис. 2).

Аналіз представлених даних засвідчує, що загальний обсяг використання води в Дніпропетровській області в період з 1990 по 2018 роки скоротився у 4 рази практично в усіх галузях: промисловість, житлово-кому-

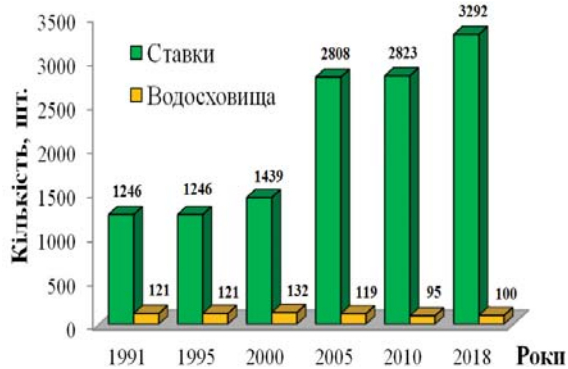


Рис. 1. Динаміка зміни кількості штучних водних об'єктів у басейнах річок Дніпропетровської області



Рис. 2. Динаміка використання водних ресурсів у Дніпропетровській області

нальне господарство, зрошення [17] та інші. До того ж слід відзначити, що забезпечення водогосподарських потреб відбувається за рахунок великих водосховищ і магістральних каналів. Характерно, що на досліджуваній період припадає майже 3-кратне збільшення кількості збудованих ставків. Тобто, має місце очевидна розбалансованість між попитом на воду і створенням додаткових обсягів за рахунок будівництва нових об'єктів. Водночас, виникають сумніви щодо дотримання норм чинного законодавства, а саме «Обмеження щодо регулювання стоку річок і створення штучних водойм», які визначені статтею 82 Водного кодексу України.

Водогосподарська діяльність у басейнах малих річок Дніпропетровської області орієнтована, насамперед, на вирішення завдань малого зрошення та задоволення рибогосподарських потреб. Відзначимо, що місцевий стік, який формується у межах області, складає 825 млн. м³ [13-16]. Водночас, сумарний обсяг ставків і малих водосховищ сягає

1175 млн. м³, що на 350 млн. м³ більше об'єму місцевого стоку, тобто стік повністю зарегульовано, що створює умови для формування екологічно небезпечних наслідків природокористування в басейнах малих річок. Річний стік під впливом побудованих ставків і водосховищ зменшується та залежить від конкретних фізико-географічних умов, в яких перебувають водойми [18].

Отже, переважна більшість малих річок степової зони України на сьогодні не відповідає критеріям природного водного об'єкта. Вони являють собою каскади штучних ставків-випаровувачів, які не мають між собою гідравлічного зв'язку, марно і безповоротно втрачають воду [16]. За даними [18], наведено розрахункове додаткове випаровування зі ставків і малих водосховищ за безльодоставний період (рис. 3).

Встановлені показники непродуктивних втрат води значно перевищують обсяги, що використовуються в сільському господарстві (38,9 млн. м³) [13], на питні і санітарно-гігієнічні потреби (147,7 млн. м³), на зрошення (28,6 млн. м³), у рибному господарстві (129,9 млн. м³). Це засвідчує очевидне порушення екологічної рівноваги та безпеки водокористування у басейнах малих річок.

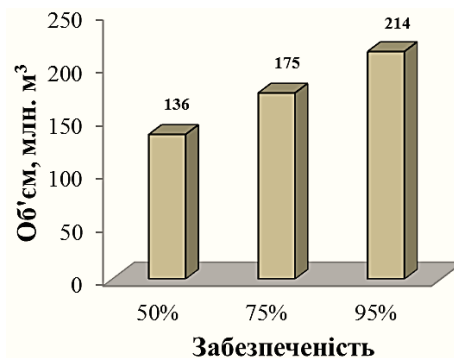


Рис. 3. Додаткове випаровування з поверхні ставків за безльодовий період за роками різної забезпеченості (за даними [18])

Для додаткової оцінки екологічного стану малих річок уперше запропоновано ввести коефіцієнт фрагментації річки ($K_{ф.р.}^l$), який можна розрахувати шляхом відношення загальної кількості штучних водних об'єктів до довжини річки або площі території, де вони розташовані:

$$K_{ф.р.}^l = \frac{N}{L}; \quad K_{ф.р.}^f = \frac{N}{F}, \quad (1)$$

де L – довжина річки, км;

F – площа території (адміністративна область, район, водозбірний басейн), км²;
 N – загальна кількість гребель на річці

Слід зазначити, що спочатку для додаткової оцінки рівня антропогенного навантаження на екосистеми малих річок передбачалося застосування $K_{ф.р.}$ виходячи з відношення кількості гребель до довжини окремо взятої річки або до загальної суми довжин всіх річок на території досліджень. Однак, під час оцінювання за узагальненими показниками довжини водотоків на території адміністративних областей автори зіткнулися з проблемою невідповідності або відсутності довідникових даних на офіційних сайтах регіональних офісів водних ресурсів і відкритих джерел інформації. У зв'язку з цим, на першочерговому етапі досліджень та оцінювання, запропоновано застосовувати $K_{ф.р.}$ для адміністративних областей, виходячи з відношення кількості гребель до площі території області. Такий підхід може бути реалізованим під час оперативного визначення коефіцієнта фрагментації річки і для територій районів, громад тощо. Разом з тим, детальний та обґрунтований аналіз запропоновано виконувати для окремо взятої річки або басейну її екосистеми.

Коефіцієнт фрагментації річок у розрізі областей дозволяє в першому наближенні виконати оцінку антропогенного навантаження на басейни середніх і малих річок (табл. 1).

Отримані результати ранжування свідчать про найбільшу кількість побудованих ГТС на одиницю площі території у Дніпропетровській і Кіровоградській областях, що, окрім існуючої екологічно загрозованої ситуації у

регіоні, є додатковим чинником техногенного навантаження.

Під час оцінювання рівня екологічно безпечного водокористування у басейні малої річки доцільним є визначення екологічного ризику по кожному конкретному водотоку. Запропонована шкала експоненціального розподілу умовного екологічного ризику від коефіцієнта фрагментації річки (рис. 4) та виділено шість основних рівнів екологічної безпеки.

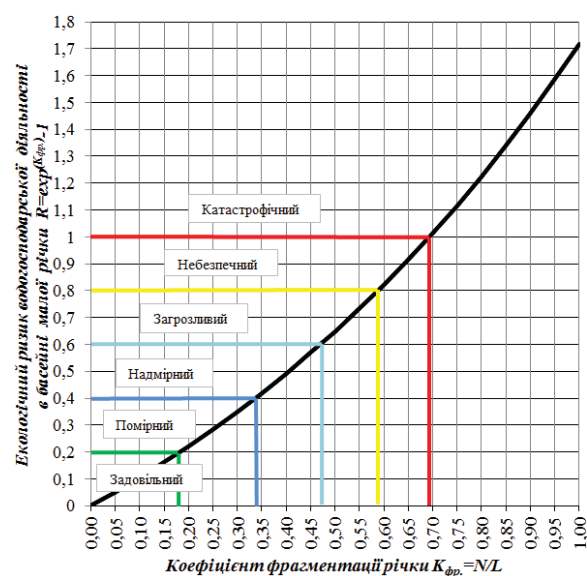


Рис. 4. Розподіл умовного екологічного ризику водогосподарської діяльності в басейні малої річки залежно від коефіцієнта фрагментації

0-0,2 – задовільний; 0,2-0,4 – помірний;
 0,4-0,6 – надмірний; 0,6-0,8 – загрозований;
 0,8-1,0 – небезпечний; більше 1,0 – катастрофічний

1. Порівняльна оцінка параметрів зарегулювання річкових басейнів та екологічної безпеки водокористування в різних областях України

Область	Площа території, тис. км ²	Водосховища, шт.	Ставки, шт.	Всього об'єктів, шт.	$K_{ф.р.}^f$
Кіровоградська	24,6	84	2761	2845	0,116
Дніпропетровська	31,9	101	3292	3393	0,106
Полтавська	28,8	69	2688	2757	0,096
Донецька	26,5	130	2146	2276	0,086
Харківська	31,4	57	2538	2595	0,083
Миколаївська	24,6	43	1155	1198	0,049
Запорізька	27,2	28	1195	1223	0,045
Херсонська	28,5	15	1154	1169	0,041
Одеська	33,3	64	992	1056	0,032
Луганська	26,7	73	360	433	0,016

Примітка: градація кольорів умовна, діапазон зміни обрано від найбільшого антропогенного навантаження внаслідок будівництва значної кількості штучних водних об'єктів (червоні відтінки) до найменшого (зелені відтінки).

Прикладом реалізації запропонованого підходу до оцінювання рівня екологічної небезпеки водокористування може бути дослідження однієї з малих річок Дніпропетровської області. Дослідження проведені на річці Нижня Терса (рис. 5) Синельниківського району [19]. Загальна довжина річки становить 39 км, площа водозбору – 312 км². Кількість приток різного порядку та балок становить близько 50 тимчасових водотоків загальною довжиною ~61 км. Отже, сумарна протяжність водотоків у басейні річки Нижня Терса складає 100 км.

Встановлено, що загальна кількість штучних об'єктів безпосередньо на самій річці складає 14 ставків і 1 водосховище. Отже, коефіцієнт фрагментації річки за довжиною складає $K_{ф.р.}^l = 0,38$, а розрахунковий коефіцієнт екологічного ризику водогосподарської діяльності $R = 0,46$, що відповідає надмірному рівню антропогенного навантаження.

Водночас, водогосподарська діяльність з точки зору басейнового принципу управління річковою екосистемою має зовсім інший характер. Загальна кількість штучних водних об'єктів складає 60 споруд. Коефіцієнт фрагментації річкового басейну за довжиною складає $K_{ф.р.}^l = 0,6$, а екологічний ризик водогосподарської діяльності у басейні річки $R = 0,82$, що відповідає небезпечному рівню антропогенного навантаження.

Отже, використання $K_{ф.р.}$ дозволить виконати ранжування басейнів за ознакою антропогенного впливу та визначити першочергові заходи з дерегуляції річки. Вважаємо, що важливим є запровадження обласних програм з оцінювання екологічної та соціально-економічної обґрунтованості подальшої експлуатації ставків. Більшість діючих нині об'єктів мають бути ліквідовані а річкам необхідно забезпечити постійну водну течію.

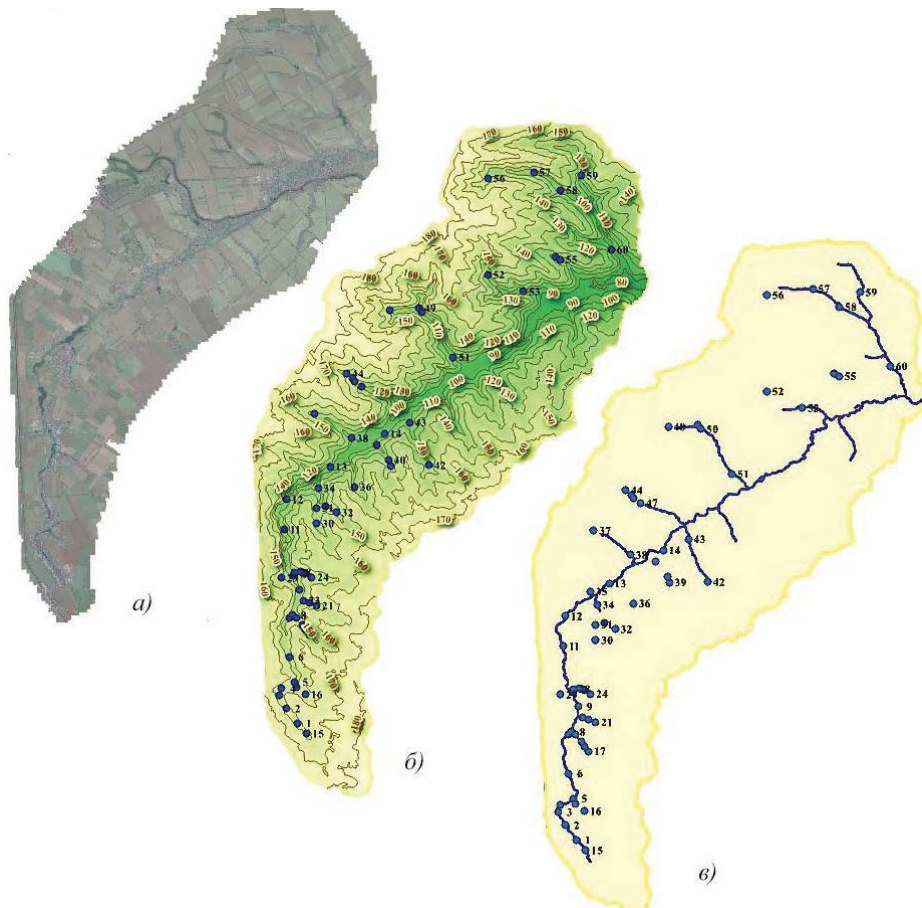


Рис. 5. Антропогенне навантаження штучними водними об'єктами басейну річки Нижня Терса (виконано із застосуванням геоінформаційної системи QGIS)

Примітка: а – оглядова карта території досліджень; б – цифрова модель рельєфу водозбору річки з притоками різного порядку; в – зарегулювання річкового басейну (точками і номерами позначені ставки та їх чисельність)

Насамперед це пов'язано з відмінною особливістю розташування малих річок та їх водозбірних басейнів в одному фізико-географічному районі. Такі процеси і стани як танення снігу, повінь, межень та інші на кожній малій річці мають приблизно однакові терміни початку і закінчення. З огляду на обставини, повінь проходить швидко та інтенсивно, і саме в цю фазу взаємодія потоку і русла створює умови для промивання річки від донних відкладень. Потужність потоку малих річок у межень незначна і будь-який вплив антропогенного характеру призводить до корінних змін її екологічної рівноваги. Регулювання потоку гідротехнічними спорудами призводить до замулення русла по всій довжині підпору, в результаті чого втрачається дренажна здатність річки і, як наслідок, починається процес підйому рівня ґрунтових вод, який створює низку незворотних негативних явищ.

За умови стрімкої зміни кліматичних умов підвищується актуальність забезпечення

надійності та безпеки роботи гідротехнічних споруд, які у випадку гідродинамічної аварії лише підвищують екологічні ризики та рівень антропогенного навантаження на прилеглі території.

Отже, розробка та запровадження дієвої системи стратегічного бачення щодо захисту, відновлення та раціонального використання водних екосистем малих річок повинна обґрунтовуватись критеріями екологічно безпечного функціонування за алгоритмом (рис. 6), а реалізація підходів забезпечуватись принципами системної оптимізації складних техно-природних екосистем.

Висновки. Дослідженнями встановлено розбалансованість між попитом водогосподарських потреб і кількістю створених ставків і водосховищ в басейнах малих річок. Значні об'єми зарегулювання перевищують природний річковий стік, що негативно впливає на екологічну безпеку водних об'єктів. Порівняльне оцінювання екологічної ситуації шляхом введення коефіцієнта



Рис. 6. Структурна схема екологічно безпечного функціонування басейну річки

фрагментації річки засвідчує, що найбільше навантаження припадає на басейни малих річок, розташованих у межах Дніпропетровської та Кіровоградської областей. Отже, для стабілізації і відновлення гідрологічного та екологічного стану малих річок степової зони України дуже актуальним є виконання детальної оцінки відповідності наявної кількості ставків і малих водосховищ у басейнах річок вимогам Водного кодексу України; еколого-економічне обґрун-

тування доцільності подальшої експлуатації для кожної окремо взятої водойми і споруди; розробка обласних програм ліквідації ставків і водосховищ, які не виконують своїх водогосподарських функцій та створюють екологічну небезпеку функціонуванню річкової екосистеми басейну; подальше удосконалення методичних підходів щодо оцінювання рівня екологічної безпеки водогосподарських об'єктів в басейнах малих річок.

Бібліографія

1. Новітня парадигма вилучення природних ресурсів з навколишнього середовища (під загальною редакцією чл.-кор. НАН України Шапара А.Г.). Дніпро, 2018. 128 с.
2. Цілі сталого розвитку в Україні [Електронний ресурс]. Режим доступу: <http://sdg.org.ua/ua/sdgs-and-governments>
3. Водна стратегія України на період до 2025 року (наукові основи) / Ромащенко М.І. та ін. Київ: 2015. 46 с.
4. Водна безпека – запорука сталого розвитку України / Ромащенко М.І. та ін. Вісник аграрної науки. 2018. №11(788). С. 177–185. <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk201811-22>.
5. Вендров С.Л. Жизнь наших рек. Ленинград: Гидрометеиздат. 1986. 112 с.
6. Лапшенков В.С. Без малых рек нет рек больших. Ростов. 1983. 128 с.
7. Злочевський М.В., Петрук Г.М., Клименко М.О., Древецький В.В. Відновлення водних екосистем малих річок України // Вісник інженерної академії України. 2010. №3-4. С. 227–230.
8. Шевчук С.А., Вишневецький В.І., Шевченко І.А., Козицький О.М. Дослідження водних об'єктів України з використанням даних дистанційного зондування // Меліорація і водне господарство. 2019. Вип. 2. С. 146–156. DOI:<https://doi.org/10.31073/mivg201902-198>.
9. Вишневецький В.І. Зміни клімату і річкового стоку на території України і Білорусі // Наукові праці УкрНДГМІ. 2001. Вип. 249. С. 89–105.
10. Горбачова Л.О. Сучасний внутрішньорічний розподіл водного стоку річок України // Український географічний журнал. 2015. №3. С. 16–23. DOI:[10.15407/ugz2015.03.016](https://doi.org/10.15407/ugz2015.03.016).
11. Звіт про науково-дослідну роботу «Проведення просторового аналізу змін водного режиму басейнів поверхневих водних об'єктів на території України внаслідок зміни клімату». Режим доступу: <https://uhmi.org.ua/project/rvndr/avr.pdf>.
12. Гапич Г.В. Аналіз причин гідродинамічної аварії на ґрунтових гідротехнічних спорудах каскаду штучних водойм // Вісник НУВГП. Технічні науки: збірник наук. праць. – Рівне: НУВГП, 2019. Вип. 1(85). С. 73–82. <https://doi.org/10.31713/vt120198>.
13. Регіональна доповідь про стан навколишнього природного середовища в Дніпропетровській області за 2017 рік [Електронний ресурс]. Режим доступу: https://adm.dp.gov.ua/storage/app/media/EKOLOGIA/regionalna_dopovid_za_2017_rik_ekologia.pdf.
14. Вишневецький В.І., Сташук В.А., Сакевич А.М. Водогосподарський комплекс у басейні Дніпра: Наукове видання. Київ: Інтерпрес ЛТД. 2011. 188 с.
15. Шевелєв О.І., Гринюк В.І., Капука В.М., Андрієвський В.М. Історія розвитку та сучасний стан меліорації і водного господарства Дніпропетровщини. 2005. Дніпропетровськ: Дніпропетровське обласне виробниче управління водного господарства. 166 с.
16. Гребінь В.В., Хільчевський В.К., Сташук В.А. та ін. Водний фонд України: Штучні водойми – водосховища і ставки: Довідник. Київ: «Інтерпрес ЛТД» 2014. 164 с.
17. Рудаков Л.М., Гапич Г.В. Сучасний стан, динаміка змін та перспективи розвитку гідротехнічних меліорацій у Дніпропетровській області // Меліорація і водне господарство. 2019. Вип. 1. С. 54–60. DOI:<https://doi.org/10.31073/mivg201901-161>.
18. Стрелец Б.И. Справочник по водным ресурсам. Київ: Урожай. 1987. 304 с.
19. Рудаков Л.М., Гапич Г.В. Технічний стан гідротехнічних споруд на річці Нижня Терса // Вісник ДДАЕУ. 2016 №2(40). С. 47–51. Режим доступу: file:///C:/Users/Home/Downloads/vddau_2016_2_11.pdf

References:

1. Shapar, A.G. (Ed.). (2018). Novitnia paradyhma vyluchennia pryrodnykh resursiv z navkolyshnoho seredovishcha [The newest paradigm for natural resources extraction from the environment]. Dnipro. [In Ukrainian].

2. Tsili staloho rozvytku v Ukraini. [Sustainable development goals in Ukraine]. sdg.org.ua. Retrieved from: <http://sdg.org.ua/ua/sdgs-and-governments>. [In Ukrainian].
3. Romashchenko, M., Khvesik, M., & Mikhailov Yu. et all (2015). Vodna stratehiia Ukrainy na period do 2025 roku (naukovi osnovy) [Water strategy of Ukraine for the period until 2025 (scientific basis)]. Kiev. [In Ukrainian].
4. Romaschenko, M., Jatsiuk, M., Shevchuk, S., Shevchenko, A., Danylenko, Ju., Matiash, T., & Sydorenko, O. (2018). Vodna bezpeka – zaporuka staloho rozvytku Ukrainy [Water safety – as the mortgage of stable development of Ukraine]. *Bulletin of Agricultural Science*, Vol. 11(788), 177–185. Retrieved from: <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk201811-22>. [In Ukrainian].
5. Vendrov, S.L. (1986). Zhizn nashih rek [Life of our rivers]. Leningrad: Hydrometeoizdat. [In Russian].
6. Lapsenkov, V.S. (1983). Bez malyih rek net rek bolshih [Without small rivers there are no large rivers]. Rostov. [In Russian].
7. Zlochevskiy, M., Petruk, G., Klimenko, M., & Drevitsky, V. (2010). Vidnovlennia vodnykh ekosystem malykh richok Ukrainy [Restoration of aquatic ecosystems of small rivers of Ukraine]. *Bulletin of Engineering Academy of Ukraine*, Vol. 3–4, 227–230. [In Ukrainian].
8. Shevchuk, S., Vyshnevskiy, V., Shevchenko, I., & Kozytzkyi, O. (2019). Doslidzhennia vodnykh ob'ektiv Ukrainy z vykorystanniam danykh dystantsiinoho zonduvannia [Research of water objects of Ukraine using the data of remote sensing of the earth]. *Land Reclamation and Water Management*, Vol. 2, 146 – 156. Retrieved from: <https://doi.org/10.31073/mivg201902-198>. [In Ukrainian].
9. Vishnevsky, V. (2001). Zminy klimatu i richkovoho stoku na terytorii Ukrainy i Bilorusi [Climate change and river runoff in Ukraine and Belarus]. *Scientific works of krainian Research Institute of Hydrotechnics and Reclamation*, Vol. 249, 89–105. [In Ukrainian].
10. Gorbachova, L. (2015). Suchasnyi vnutrishnorichnyi rozpodil vodnoho stoku richok Ukrainy [Modern intra-annual distribution of water runoff in Ukraine's rivers]. *Ukrainian Geographical Journal*, Vol. 3, 16–23. doi:10.15407/ugz2015.03.016. [In Ukrainian].
11. Zvit pro naukovo-doslidnu robotu «Provedennia prostorovoho analizu zmin vodnoho rezhymu basiniv poverkhnevyykh vodnykh ob'ektiv na terytorii Ukrainy vnaslidok zminy klimatu» [Report on research work “Carrying out spatial analysis of changes in the water regime of basins of surface water bodies in the territory of Ukraine due to climate change”]. [uhmi.org.ua](https://uhmi.org.ua/project/rvndr/avr.pdf). Retrieved from: <https://uhmi.org.ua/project/rvndr/avr.pdf>. [In Ukrainian].
12. Hapich, H. (2019). Analiz prychnykh hidrodinamichnoi avarii na hruntovykh hidrotekhnichnykh sporudakh kaskadu shtuchnykh vodoim [Analysis of the causes of hydrodynamic accident on the soil dams of the cascade of artificial reservoirs]. *Bulletin of the National University of Water and Environmental Engineering*, Vol. 1(85), 73–82. Retrieved from: <https://doi.org/10.31713/vt120198>.
13. Rehionalna dopovid pro stan navkolyshnoho pryrodnoho seredovyscha v Dnipropetrovskii oblasti za 2017 rik [Regional report on the state of the environment in Dnipropetrovsk region for 2017]. adm.dp.gov.ua. Retrieved from: https://adm.dp.gov.ua/storage/app/media/EKOLOGIA/regionalna_dopovid_za_2017_rik_ekologia.pdf. [In Ukrainian].
14. Vishnevsky, V., Stashuk, V., & Sakevich, A. (2011). Vodohospodarskyi kompleks u baseini Dnipra: Naukove vydannia [Water management complex in the Dnieper basin: Scientific publication]. Kiev. [In Ukrainian].
15. Shevelyev, O., Hryniuk, V., Kapuka, V., & Andrievsky, V. (2005). Istoriiia rozvytku ta suchasnyi stan melioratsii i vodnoho hospodarstva Dnipropetrovshchyny [History of development and current state of reclamation and water management in Dnipropetrovsk region]. Dnipro. [In Ukrainian].
16. Grebin, V., Khilchevsky, V., & Stashuk, V. et all (2014). Vodnyi fond Ukrainy: Shtuchni vodoimy – vodoshkovyshcha i stavky: Dovidnyk [Water Fund of Ukraine: Artificial reservoirs – reservoirs and ponds]. Kiev: Interpres LTD. [In Ukrainian].
17. Rudakov, L., & Hapich, H. (2019). Suchasnyi stan, dynamika zmin ta perspektyvy rozvytku hidrotekhnichnykh melioratsii u Dnipropetrovskii oblasti [Modern state, dynamics of changes and prospects for the development of hydrotechnical reclamations in Dnipropetrovsk region]. *Land Reclamation and Water Management*, Vol. 1, 54–60. Retrieved from: <https://doi.org/10.31073/mivg201901-161>. [In Ukrainian].
18. Strelets, B.I. (1987). Spravochnik po vodnym resursam [Water resources handbook]. Kiev: Urozhay. [In Russian].
19. Rudakov, L., & Hapich, H. (2016). Tekhnichniy stan hidrotekhnichnykh sporud na richtsi Nyzhnia Tersa [Technical condition of hydraulic structures on the Lower Tersa river]. *Bulletin of the Dnipro State Agrarian and Economic University*, Vol. 2(40), 47–51. Retrieved from: file:///C:/Users/Home/Downloads/vddau_2016_2_11.pdf [In Ukrainian].

В.Г. Андреев, Г.В. Гапич

Влияние строительства прудов и водохранилищ на экологическую безопасность бассейнов малых рек степной зоны Украины (на примере Днепропетровской области)

Аннотация. Представлено исследование современного экологического состояния бассейнов малых рек в результате зарегулирования искусственными водными объектами на примере Днепропетровской области. Приведена динамика изменения водохозяйственного строительства, которая показывает стремительный рост количества новых прудов в период с 1990 по 2018 гг. практически в 3 раза. Вместе с тем, общая динамика потребления водных ресурсов в области за аналогичный период сократилась в 4 раза. Таким образом, установлена необоснованная разбалансированность строительства новых объектов и спроса на воду. Очевидно несоблюдение норм действующего законодательства (Водный кодекс Украины) по регулированию стока рек и созданию искусственных водоемов. В результате преобразования природных водотоков в каскады «прудов-испарителей» происходит экологически опасная трансформация бассейнов малых рек с изменением гидрологического, гидрохимического, гидробиологического и санитарного режимов. На современном этапе эксплуатации, при меняющихся климатических условиях, особую опасность и угрозу окружающей среде могут нести гидродинамические аварии и вредное воздействие водных стихий. Данная ситуация требует обеспечения надежности работы гидротехнических сооружений и водосбросов. Следует отметить, что в Водном кодексе Украины отсутствует понятие экологической безопасности водных объектов и речных бассейнов. Для общей оценки уровня экологической опасности, связанной с водохозяйственной деятельностью, предложен подход по определению коэффициента фрагментации реки, который определяется соотношением количества озер и водохранилищ к длине реки. В случае оценки уровня экологической опасности рек на отдельной взятой территории (административная область, район или водосборный бассейн) определяется коэффициент фрагментации через соотношение количества озер и водохранилищ к площади территории. Сравнительная характеристика показывает, что Днепропетровская область является одной из наиболее экологически опасных с точки зрения негативного влияния фрагментации речных бассейнов искусственными водоемами. На примере бассейна малой реки (Нижняя Терса) представлена реализация подхода к оценке уровня экологической безопасности, связанной с водохозяйственной деятельностью. Предложен механизм повышения уровня экологической безопасности водопользования путем соблюдения и реализации разнородных групп показателей, которые определяют общий уровень эффективности функционирования речной экосистемы.

Ключевые слова: экологическая безопасность, водопользование, малая река, водохранилище.

V.G. Andrieiev, H.V. Hapich

Impact of ponds and reservoirs construction on the environmental safety of small river basins of the steppe zone of Ukraine (the case of Dnipropetrovsk region)

Abstract. The study of the current ecological status of small river basins due to the regulation of artificial water bodies by the example of Dnipropetrovsk region is presented. The dynamics of the change of water construction is shown, which shows a rapid increase in the number of new ponds between 1990 and 2018 by almost 3 times. At the same time, the overall dynamics of water consumption in the region in the same period decreased by 4 times. Thus, unjustified unbalance of construction of new facilities and demand for water was established. It is obvious that the rules of the current legislation, defined by the Water Code of Ukraine, regarding the regulation of river flow and creation of artificial reservoirs are not observed. Due to the transformation of natural watercourses into cascades of «evaporator ponds» there is an ecologically dangerous transformation of small river basins with the change of hydrological, hydrochemical, hydrobiological and sanitary regimes. At the present stage of exploitation, weather conditions can change; hydrodynamic accidents and the harmful effects of water elements can cause particular danger and threat to the environment. This situation requires the reliability of hydraulic structures and spillways. It should be noted that there is no concept of environmental safety of water facilities and river basins in the Water Code of Ukraine. For a general assessment of the level of environmental hazards associated with water management, an approach is proposed to determine the river fragmentation coefficient, which is determined by the ratio of the number of ponds and reservoirs to the length of the river. When assessing the level of environmental risk of rivers in a particular territory (administrative area, district or catchment area), the fragmentation coefficient is determined by the ratio of the number of ponds and reservoirs to the area of the territory. Comparative characteristics indicate that Dnipropetrovsk region is one of the most environmentally dangerous in terms of the negative impact of fragmentation of river basins by artificial reservoirs. The example of a small river basin (Nyzhnia Tersa) presents the implementation of an approach to assessing the level of environmental safety associated with water management. A mechanism is proposed to increase the level of environmental safety of water use by observing and implementing heterogeneous groups of indicators that determine the overall level of efficiency of the river ecosystem functioning.

Key words: environmental safety, water use, small river, pond, reservoir.