

Гідроекологічні аспекти реконструкції малих ГЕС (на прикладі р. Південний Буг)

<https://doi.org/10.31713/MCIT.2024.018>

Тетяна Басюк
Національний університет водного господарства та природокористування
Рівне, Україна
t.o.basyuk@nuwm.edu.ua

Анотація – розглянуто гідрологічні та екологічні аспекти реконструкції малих ГЕС на р. Південний Буг. Здійснено оцінку можливих екологічних наслідків реконструкції водосховищ та обґрунтовано рекомендації щодо мінімізації негативного впливу на довкілля.

Ключові слова – гідроенергетика, водосховище, переформатування берегів, якість води гідрологічний режим.

I. ВСТУП

Розвиток відновлювальної енергетики в Україні набуває особливої актуальності в контексті енергетичної безпеки та збереження довкілля. Мала гідроенергетика є одним з найчистіших та найстабільніших джерел відновлюваної енергії. Відсутність шкідливих викидів та мінімальний вплив на навколишнє середовище роблять малі гідроелектростанції (МГЕС) перспективним напрямком розвитку енергетики. МГЕС не лише виробляють електроенергію, але й сприяють збереженню водних ресурсів та біорізноманіття, підтримуючи екологічний баланс регіонів [2; 4; 5; 10].

Модернізація існуючих МГЕС шляхом реконструкції обладнання або зміни рівневого режиму водосховищ розглядається як потенційний шлях збільшення їх потужності. Однак, такі зміни можуть призвести до значних гідроекологічних наслідків, таких як: збільшення площі затоплення заплавної території, зменшення біологічного різноманіття, погіршення якості води, деградація прибережних екосистем, тощо [10].

II. МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Об'єктом досліджень є Сутиське, Брацлавське та Чернятське водосховища гідроенергетичного призначення, які розміщені в середній частині р. Південний Буг у межах Вінницької області.

На початковому етапі дослідження було здійснено комплексний аналіз літературних джерел та архівних матеріалів, присвячених природним умовам та екологічному стану водосховищ на річці Південний Буг (рисунок). Зокрема, увагу було зосереджено на: фізико-географічних характеристиках регіону (клімат, рельєф, геологічна будова, ґрунтовий покрив); гідрологічних умовах (гідрографічна мережа,

режим річки, якість води); біологічному різноманітті (видовий склад флори і фауни, особливо гідробіонтів та іхтіофауни); інженерно-геологічних умовах (геологічна будова прибережних зон, процеси берегової ерозії та акумуляції). Також було проведено оцінку техніко-економічної доцільності підвищення рівня води у водосховищах на 1,0 метр за умови збереження існуючого режиму їх експлуатації.

На основі отриманих даних було розроблено інформаційну базу, яка дозволила: оцінити сучасний екологічний стан водосховищ; прогнозувати потенційні екологічні наслідки реконструкції водосховищ; розробити пропозиції щодо природоохоронних заходів. Комплексна еколого-гідрологічна оцінка дозволила визначити оптимальні варіанти реконструкції МГЕС із мінімальним негативним впливом на довкілля.. Проведений аналіз дозволив визначити найбільш проблемні ділянки водосховищ (з урахуванням інтенсивності берегових процесів), що потребують детального вивчення.

Для дослідження використано дані багаторічних спостережень гідрометеорологічної, геологічної, екологічної служб України, а також матеріали проектної документації та результати польових досліджень.

III. РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Історично, розвиток малої гідроенергетики в Україні розпочався у 20-х роках ХХ століття. Однак, з розвитком великих теплових та атомних електростанцій у другій половині ХХ століття, інтерес до малих ГЕС суттєво знизився. Проте, зростаюча зацікавленість у відновлюваних джерелах енергії та подорожчання традиційних енергоносіїв стимулювали відродження малих гідроелектростанцій в Україні наприкінці ХХ – на початку ХХІ століття. Аналіз існуючих гідротехнічних споруд свідчить про їхній потенціал для відновлення та модернізації.

Адміністративно, Сутиське водосховище розташоване на території Тиврівського, Жмеринського та Вінницького районів, Брацлавське – у Немирівському, а Чернятське – в Бершадському. Характеристики водосховищ наведено в таблиці.

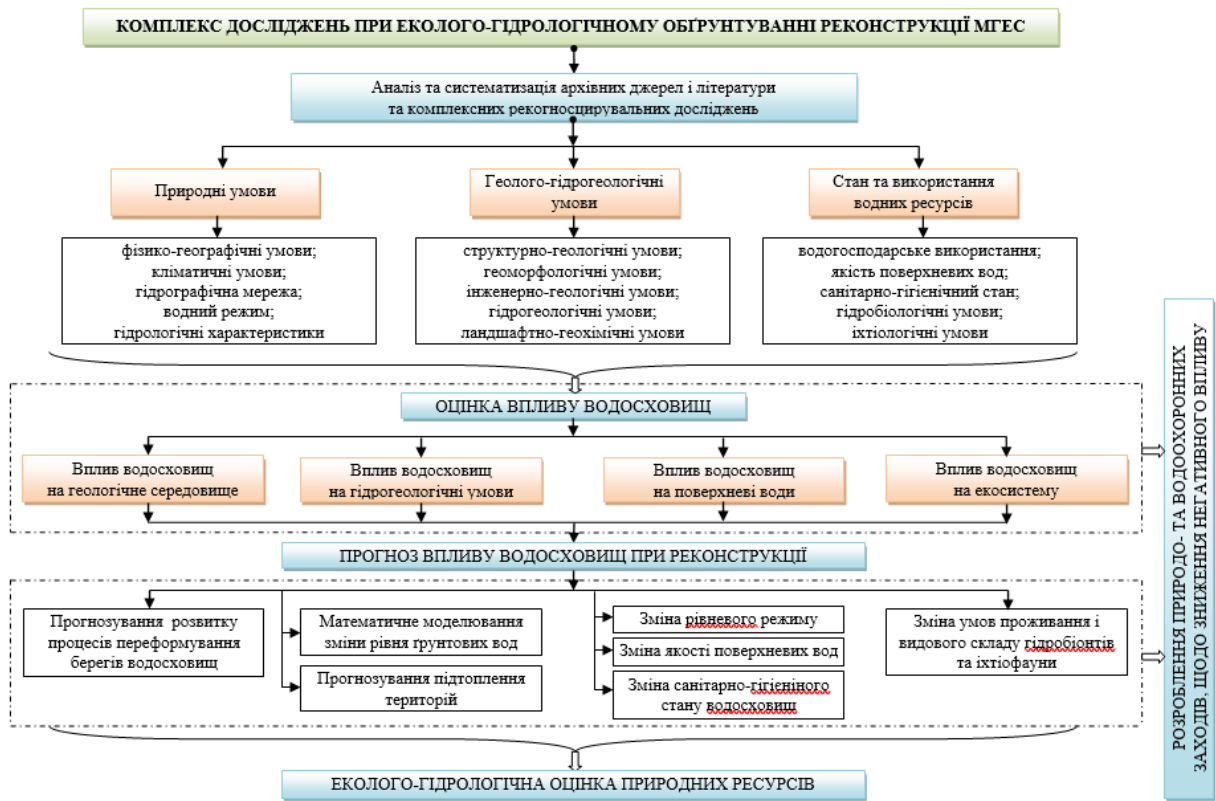


Рисунок. Блок-схема гідрологічних і гідроекологічних досліджень при обґрунтуванні реконструкції МГЕС на р. Південний Буг

Таблиця

Основні параметри Сутиського, Брацлавського та Черняцького водосховищ [1]

Показники		Один-иці виміру	Водосховища			
			Сутиське	Брацлавське	Черняцьке	
Рівні (горизонти)	НПР	м	228,1	188,55	137,5	
	РМО	м	224,1	185,50	134,0	
	ФПР (0,1%)	м	230,0	190,95	140,75	
	рівень спрацювання водосховища	м	227,5	188,5	137,2	
Об'єм	повний	млн.м ³	8,51	3,30	3,30	
	корисний	млн.м ³	1,81	0,22	3,0	
Морфометричні показники	відстань від гирла річки	м	538	458	346	
	довжина водосховищ	км	30	16	10	
	ширина	максимальна	км	0,17	0,21	0,2
		середня	км	0,12	0,18	0,14
	глибина	максимальна	м	6,20	4,50	6,25
		середня	м	2,30	3,10	2,30
площа водного дзеркала при НПР		км ²	3,77	1,10	1,40	

Басейн річки Південний Буг у районі розташування досліджуваних водосховищ охоплює частини Подільської та Придніпровської височин. Регіон відноситься до лісостепової зони з помірно хвилястим рельєфом, що характеризується відносними висотами 20-40 метрів. Така морфологія сприяє формуванню стійких інженерно-геологічних умов та обмежує розвиток екзогенних процесів.

Інженерно-геологічні умови території демонструють високий ступінь однорідності та стабільності водно-фізичних та фізико-механічних властивостей гірських порід. Це призводить до обмеженого прояву екзогенних геологічних

процесів, які, переважно природного походження, перебувають у стадії стабілізації.

У геоструктурному відношенні територія дослідження приурочена до південно-західної частини Українського щита та його перехідної зони до Причорноморської западини. Геоморфологічно вона відповідає Придніпровській височині.

Активний розвиток екзогенних процесів, таких як яружна ерозія та глибока річкова ерозія, що досягає кристалічних порід, привів до формування каньйоноподібних долин. Ці геоморфологічні особливості, створили сприятливі умови для

будівництва водосховищ на р. Південний Буг та її притоках [6].

Проведене дослідження охопило широкий спектр характеристик гідрологічного режиму річки Південний Буг, включаючи оцінку водного, рівневого, льодового режимів, аналіз річного стоку, визначення запасів водних ресурсів та екстремальних гідрологічних характеристик [7].

Для оцінки ефективності екологічного водокористування на річці Південний Буг було застосовано комплексний підхід, що включав аналіз антропогенного навантаження на водні ресурси (за даними про обсяги безповоротного забору води та скиду забруднених стічних вод) та оцінку екологічного стану водної екосистеми за якістю поверхневих вод [6].

Для оцінки екологічного стану води річки Південний Буг було використано систему класифікації нормативів якості поверхневих вод України [3]. Аналіз проводився за даними 21 гідроекологічного посту, розташованих на ділянці від міста Вінниці до села Маньківка. Дослідження охопило три блоки показників: сольовий склад, трофо-сапробіологічні (еколого-санітарні) характеристики та вміст специфічних токсичних речовин. Оцінка здійснювалася як для окремих ділянок водосховищ (Сутиського, Брацлавського, Чернятського), так і для кожного водосховища в цілому, а також для приток [9]. Крім того, проведено комплексну оцінку за санітарно-хімічними та санітарно-мікробіологічними показниками.

Якість водних ресурсів річки Південний Буг значною мірою залежить від господарської діяльності у басейні річки. Загальний обсяг забору води становить 2,518 млн. м³, з яких більша частина (52,7%) добувається з підземних джерел. Головними споживачами води є комунальне господарство (33%), промисловість (39%) та сільське господарство (27%). Значна частина стічних вод (52%) скидається безпосередньо у поверхневі водойми, що призводить до забруднення води органічними речовинами, зваженими частинками, солями та сполуками азоту. Високі втрати води під час водокористування характерні для Сутиського (82%), Брацлавського (50%) та Чернятського (30%) водосховищ.

Результати дослідження якості води в об'єктах та їх притоках показали, що більшість показників відповідають вимогам до води II-III класу чистоти, що характеризується як "добра" або "задовільна". Однак, проведене оцінювання екосистем виявило, що лише у 48% випадків стан водних екосистем можна вважати «добрим». У 19% випадків спостерігається тенденція до погіршення стану через збіднення видового складу та спрощення структури угруповань. В той же час, у 33% випадків стан екосистем оцінюється як «задовільний», що свідчить про порушення природних зв'язків та дисбаланс у функціонуванні водних екосистем. Санітарно-гігієнічна оцінка води у водосховищах визначила її стан як

задовільний.

Для оцінки екологічного стану водосховищ було проведено гідробіологічне дослідження, яке включало аналіз видового складу, чисельності та біомаси гідробіонтів, а також встановлення зв'язку між їхнім розвитком і якістю води. Крім того, оцінювалася рибопродуктивність водосховищ [8].

Аналіз антропогенного впливу на досліджувану територію свідчить про помірний рівень техногенного навантаження, в тому числі на водні об'єкти. Це створює передумови для реалізації нових екологічно орієнтованих проєктів.

З метою оцінки впливу підйому рівня води на процеси берегової ерозії було застосовано метод натурної аналогії. На репрезентативних ділянках з різними інженерно-геологічними умовами проводилися детальні польові дослідження, результати яких в подальшому узагальнювалися для розробки прогностичних моделей зміни берегової лінії всього водосховища.

З метою оцінки динаміки берегової лінії та визначення зон затоплення територій у зоні впливу Сутиського, Брацлавського та Чернятського водосховищ було здійснено комплексне гідроморфологічне та геодинамічне районування акваторій. На кожному водосховищі були виділені репрезентативні ділянки, що характеризуються різними типами берегів (нижня пригреблева, середня проміжна, верхня вклинювання підпору та річкова). Для кожної ділянки було побудовано поперечні профілі, що дозволило детально дослідити морфологію берегів та геологічну будову прибережної зони [6].

Дослідження показали, що основними факторами переформування берегів річки Південний Буг є ерозійно-аккумулятивні процеси в русловій частині, а також гравітаційно-денудаційні процеси на схилах заплави, терас та прилеглих плато. У старицях та плесах водосховищ переважають процеси заболочування, заростання вищою водною рослинністю та акумуляція мулових відкладів [7].

Головним чинником, що обумовлюватиме зміни екологічного стану досліджуваної території, зокрема геологічного середовища, є антропогенне порушення гідрологічного режиму, пов'язане з додатковим підпором водосховищ на 1 метр. Обрана величина підпору відповідає середньому багаторічному підйому рівня ґрунтових вод у період повеней.

З метою оцінки ризиків, пов'язаних з підвищенням рівня води у водосховищах, було проведено чисельне моделювання динаміки рівня ґрунтових вод та оцінку площ підтоплення територій, що прилягають до Сутиського, Брацлавського та Чернятського водосховищ. Результати моделювання дозволяють визначити оптимальні значення глибини залягання ґрунтових вод для різних видів землекористування та оцінити потенційні збитки від підтоплення територій. Дослідження впливу підвищення рівня води у

водосховищах на підтоплення прилеглих територій показало, що при збільшенні рівня ґрунтових вод на 1,0 м, 1,5 м, 2,0 м та 2,5 м відповідно, значно зростають площі підтоплення сільськогосподарських угідь, населених пунктів та інших територій. Для оцінки масштабів підтоплення було проведено детальний аналіз довжини зон підтоплення вздовж берегової лінії водосховищ.

В результаті математичного моделювання встановлено, що підвищення рівня води у водосховищах на один метр призводить до різних наслідків для режиму ґрунтових вод. На ділянках з крутими берегами вплив є незначним і обмежується зоною шириною до 100 метрів. Однак, на заплавах територіях, де рівень ґрунтових вод розташований близько до поверхні, підтоплення поширюється на значно більшу відстань – до 300-400 метрів. При цьому, через неоднорідність рельєфу заплав, картина підтоплення є досить складною: спостерігається чергування зон з підвищеним і пониженим рівнем ґрунтових вод.

Проведені дослідження показали, що заплановане підвищення рівня води на 1,0 м у Сутиському, Брацлавському та Черняцькому водосховищах не призведе до значних змін їх гідрологічного режиму. Очікується, що новий рівень води у водосховищах відповідатиме максимальним рівням води річки Південний Буг, які перевищуються не частіше ніж один раз на 20 років. Внаслідок такого підвищення рівня води буде затоплено заплавні території, на яких сьогодні розташовані сільськогосподарські угіддя та інші об'єкти господарювання (рис. 2).

Аналіз умов та факторів, що впливають на зміни берегів водосховищ, дозволив спрогнозувати їх майбутній стан. Найбільш суттєвими процесами, які формують береги річки Південний Буг, є: ерозія та акумуляція матеріалу в руслі, зсуви та обвали на схилах, а також заболочування та замулення в затоках. Зміна нормального підпірного рівня (НПР) у водосховищах призведе до активізації цих процесів, але через 10-15 років вони стабілізуються. При цьому, зміни торкнуться приблизно 20-30% довжини берегів, а максимальна відстань переміщення берегової лінії не перевищить 20 м.

З метою мінімізації екологічних ризиків, пов'язаних з реконструкцією малих ГЕС, передбачено комплекс природоохоронних заходів. Для захисту берегової лінії та запобігання ерозії заплановано проведення біоінженерних робіт: залуження і створення лісонасаджень на прибережних захисних смугах, особливо в зонах, прилеглих до населених пунктів та господарських об'єктів. Для збереження біорізноманіття водних екосистем передбачено встановити водоохоронні зони та прибережних захисних смуг, а також вжити заходів щодо відновлення природних нерестовищ цінних видів риби. Крім того, для регулювання трофічних зв'язків у водосховищі та

запобігання евтрофікації пропонується проведення біологічної меліорації шляхом зарибнення рослинними видами риби.

ВИСНОВКИ

Дослідження гідрологічних та екологічних аспектів реконструкції малих ГЕС є актуальним завданням, оскільки дозволяє забезпечити збалансований розвиток енергетики та збереження природних ресурсів. Проведені дослідження показали, що реконструкція малих ГЕС може мати значний вплив на водні екосистеми. Для мінімізації негативних наслідків необхідно вживати комплекс заходів, таких як створення прибережних захисних смуг, відновлення нерестовищ та біологічна меліорація водосховищ. Отримані результати можуть бути використані для розробки ефективних природоохоронних заходів та оптимізації процесу реконструкції малих ГЕС.

ЛІТЕРАТУРА

- [1] Басюк Т. О. Гідрологічний режим водосховищ гідроенергетичного призначення на р.Південний Буг. *Вісник національного університету водного господарства та природокористування*. Збірник наукових праць. Частина 1. Випуск 3 (47). Рівне 2009. С. 243-250.
- [2] Екологічні основи управління водними ресурсами : навч. посіб. / А.І. Томільцева, А.В. Яцик, В.Б. Мокін та ін. – К. : Інститут екологічного управління та збалансованого природокористування, 2017. 200 с.
- [3] Методика екологічної оцінки якості поверхневих вод за відповідними категоріями. К.: СИМВОЛ-Т, 1998. С.28.
- [4] Ободовський О., Кривець О. Аналітичний огляд та перспективи досліджень у галузі малої гідроенергетики та гідроенергетичного потенціалу річок України. *Вісник Київського національного університету ім. Т. Шевченка. Серія: Геологія*. 2023. № 1(100). С. 124-133.
- [5] Принципи збалансованого розвитку гідроенергетики : Аналітичний документ / Г. К. Веремійчик, Р. Б. Гаврилюк, та ін. Київ : Видавництво «Фенікс», 2018. 20 с
- [6] Яцик А. В., Басюк Т. О. Оцінка екологічної ефективності водогосподарського використання водосховищ гідроенергетичного призначення р.Південний Буг. *Водне господарство України*. – 2009. – № 6. – С. 20– 21.
- [7] Яцик А. В., Басюк Т. О. Оцінка і прогнозування розвитку процесів переформування берегів Сутиського водосховища на р.Південний Буг за умови підвищення рівнів води. *Водне господарство України*. 2010. № 4. С. 30–36.
- [8] Яцик А. В., Чернявська А. П., Басюк Т. О. Оцінка екологічного стану водосховищ гідроенергетичного призначення на р.Південний Буг за гідробіологічними показниками. *Гідроенергетика України*. 2010. № 3. С. 17–24.
- [9] Яцик А. В., Чернявська А. П., Гопчак І. В., Басюк Т. О. Формування якості води у водосховищах малих ГЕС на р.Південний Буг. *Водне господарство України*. 2010. № 5. С. 15 - 21 с.
- [10] Яцик А.В., Стичаковська Т. О. Мала гідроенергетика України: стан, соціально-економічні аспекти розвитку, вплив на природне середовище. *Водне господарство*. 2008. № 6. С. 11-15.