

**Міністерство освіти і науки України**  
**Тернопільський національний педагогічний університет**  
**імені Володимира Гнатюка**  
Факультет географічний  
Кафедра геоекології та гідрології

**Кваліфікаційна робота**  
**ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ ВОДОГОСПОДАРСЬКИХ ПАРАМЕТРІВ**  
**БОРСУКІВСЬКОГО ТА ПЕРЕДМІРСЬКОГО ВОДОСХОВИЩ**

**Спеціальність 103 Науки про Землю**  
**Освітня програма «Гідрологія»**

Здобувача першого (бакалаврського)  
рівня вищої освіти:

Базана Максима Олексійовича

**НАУКОВИЙ КЕРІВНИК:**

Доктор філософії (PhD)

Кузик Ігор Романович

**РЕЦЕНЗЕНТ:**

Кандидат географічних наук, доцент

Мариняк Ярослав Омелянович

**Тернопіль – 2026**

**Базан М.О. Порівняльний аналіз водогосподарських параметрів Борсуківського та Передмірського водосховищ. Кваліфікаційна робота. Тернопіль: ТНПУ ім. В. Гнатюка, 2026. 46 с.**

Результати вивчення гідрометричних параметрів верхньої течії річки Горинь показали, що загальна площа водних поверхонь цих водосховищ становить 540 гектарів. Повний і корисний об'єми цих водосховищ становить 4,4 млн. м<sup>3</sup>. Нормальний підпірний рівень водосховищ знаходиться в межах 118-226 м. За гідрохімічними параметрами якість води у водосховищах верхньої течії річки Горинь можна вважати задовільною. У водному балансі досліджуваних водойм переважає сумарне випаровування. За результатами проведених розрахунків встановлено, що коефіцієнт зарегульованості стоку верхів'я річки Горинь становить 0,26; ступінь зарегульованості стоку – 0,22. Впродовж року річкою транспортується близько 9 млн. т наносів. За розрахунковий період експлуатації (50 років) у водосховищах верхньої течії річки Горинь накопичується близько 60 млн. м<sup>3</sup> наносів. Перспективою подальших досліджень залишається розробка та обґрунтування заходів для ревіталізації річки Горинь та покращення геоекологічного стану Борсуківського і Передмірського водосховищ.

*Ключові слова:* річка Горинь, водосховища, зарегульованість стоку, річкові наноси, замуленість.

**Bazan M. O. Comparative analysis of water management parameters for the Borsukivsky and Peredmyrsky reservoirs: Qualification work. Ternopil: TNPU named after V. Hnatyuk, 2026. 46 p.**

The results of the study of the hydrometric parameters of the upper reaches of the Goryn River showed that the total area of water surfaces of these reservoirs is 540 hectares. The total and useful volumes of these reservoirs amount to 4.4 million m<sup>3</sup>. The normal water level of the reservoirs ranges from 118 to 226 m. Based on hydrochemical parameters, the water quality in the reservoirs of the upper reaches of the Goryn River can be considered satisfactory. Total evaporation predominates in the water balance of the studied reservoirs. Based on the results of the calculations, it was determined that the regulation coefficient of the flow in the upper reaches of the Goryn River is 0.26; the degree of flow regulation is 0.22. Throughout the year, the river transports approximately 9 million metric tons of sediment. Over the design operating period (50 years), approximately 60 million m<sup>3</sup> of sediment will accumulate in the reservoirs of the upper Goryn River. Future research should focus on developing and justifying measures to revitalize the Goryn River and improve the geoeological condition of the Borsukivsky and Peredmyrsky reservoirs.

*Key words:* Goryn River; reservoirs; flow regulation; river sediments; siltation.

## ЗМІСТ

ВСТУП.....	4
РОЗДІЛ 1. МЕТОДОЛОГІЧНІ ЗАСАДИ ДОСЛІДЖЕННЯ.....	6
1.1 Підходи до оцінки зарегульованості стоку річок.....	6
1.2 Методика воднобалансових розрахунків для водосховищ.....	11
Висновки до 1-го розділу.....	16
РОЗДІЛ 2. ГІДРОМЕТРИЧНІ ПАРАМЕТРИ ТА ГЕОЕКОЛОГІЧНИЙ БОРСУКІВСЬКОГО ТА ПЕРЕДМІРСЬКОГО ВОДОСХОВИЩ.....	17
2.1 Гідрометричні параметри Борсуківського та Передмірського водосховищ.....	17
2.2 Гідрохімічні параметри Борсуківського та Передмірського водосховищ.....	20
2.3 Водний баланс Борсуківського та Передмірського водосховищ....	25
Висновки до 2-го розділу.....	29
РОЗДІЛ 3. ОЦІНКА ЗАРЕГУЛЬОВАНOSTІ СТОКУ ВЕРХНЬОЇ ТЕЧІЇ РІЧКИ ГОРИНЬ ТА ШЛЯХИ ПОКРАЩЕННЯ ГЕОЕКОЛОГІЧНОГО СТАНУ БОРСУКІВСЬКОГО ТА ПЕРЕДМІРСЬКОГО ВОДОСХОВИЩ.....	30
3.1 Розрахунок зарегульованості стоку верхньої течії річки Горинь.....	30
3.2 Пріоритетні напрямки покращення геоecологічного стану Борсуківського та Передмірського водосховищ.....	33
Висновки до 3-го розділу.....	37
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ.....	38
ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРА.....	40
ДОДАТКИ.....	45

## ВСТУП

**Актуальність теми.** Сучасні тенденції зростання антропогенного навантаження на водні екосистеми об'єктивно вимагає їхнього поглибленого моніторингу та комплексного аналізу. Геоекологічний стан великих і середніх річок формується під впливом низки чинників, серед яких пріоритетними є інтенсивність господарського освоєння водозбірних територій, ступінь зарегульованості стоку та обсяги надходження забруднених стічних вод. Оскільки фізико-хімічні параметри річкової води характеризуються високою динамічністю, детальне дослідження цих процесів у конкретних басейнах набуває особливої наукової та прикладної цінності. Враховуючи, що зарегульованість стоку безпосередньо корелюється із рівнем забруднення водотоків, а штучні водойми (водосховища та ставки) нерідко функціонують як локальні геохімічні аномалії, дане дослідження зосереджене на комплексній оцінці геоекологічного стану та порівняльному аналізі водогосподарських параметрів Борсуківського й Передмірського водосховищ, розташованих у верхів'ї річки Горинь.

**Об'єктом** нашого дослідження обрано Борсуківське та Передмірське водосховища, **предметом** виступають гідрометричні параметри та геоекологічний стан Борсуківського та Передмірського водосховищ. **Метою** дослідження є визначення основних водогосподарських параметрів Борсуківського і Передмірського водосховищ, оцінка їх геоекологічного стану та обґрунтування пріоритетних напрямків його покращення.

Відповідно до мети, передбачається виконання наступних **завдань**:

- узагальнити та систематизувати методологічні підходи до оцінки зарегульованості стоку річок та воднобалансових досліджень водосховищ;
- виокремити ключові геоекологічні проблеми Борсуківського і Передмірського водосховищ, дослідити та проаналізувати якісні показники води у цих водоймах;
- розрахувати водний баланс досліджуваних водосховищ;

- оцінити зарегульованість стоку та обґрунтувати пріоритетні напрямки покращення геоєкологічного стану верхів'я річки Горинь.

**Наукова новизна одержаних результатів** полягає у тому, що вперше:

- проведено дослідження якісних параметрів води у Борсуківському та Передмірському водосховищах;

- визначено гідрометричні параметри та розраховано водний баланс Борсуківського та Передмірського водосховищ;

**Матеріали і методи дослідження.** Методологічну основу дослідження становлять фундаментальні положення гідрології, кліматології, гідрографії, антропогенної гідрології, а також теоретичні засади та практика водно-балансових розрахунків. Робота спирається на науковий доробок провідних фахівців у цій галузі, зокрема В. К. Хільчевського, В. В. Гребіня, О. Г. Ободовського, П. Д. Сливки, І. В. Гопчака, М.О. Клименка та інших.

У процесі виконання застосовано комплекс загальнонаукових підходів: систематизацію та узагальнення даних, збір і первинну обробку інформації, статистичний та математичний аналіз. Окрім того, використано спеціалізовані методи водно-балансових досліджень, до яких належать розрахунково-конструктивний підхід, оціночний аналіз, геоінформаційний, системно-структурне моделювання, методи виявлення взаємозв'язків і взаємозалежностей, а також геоєкологічний аналіз тощо.

**Структура та обсяг роботи.** Повний обсяг кваліфікаційної роботи становить 46 сторінок друкованого тексту, у тому числі основна частина – 37 сторінок. Робота містить 11 таблиць, 3-ох рисунків і 2-ох додатків. Список використаних джерел складається із 45-ти найменувань.

## РОЗДІЛ 1.

### МЕТОДОЛОГІЧНІ ЗАСАДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

#### 1.1 Підходи до оцінки зарегульованості стоку річок

Природний розподіл річкового стоку є нерівномірним як у сезонному розрізі, так і в багаторічному, що часто суперечить потребам економіки у водних ресурсах. Для узгодження наявних ресурсів із запитами водокористувачів застосовують штучне сезонне перерозподілення стоку. Цей процес, який реалізується через будівництво ставків та водосховищ, у гідрології дістав назву «регулювання стоку» [12].

Залежно від глибини впливу на природний режим, виділяють повне та неповне регулювання. Повне регулювання означає повне перехоплення та використання всього річкового стоку, за умови відсутності холостих скидів із водосховища. Неповне регулювання характеризується затриманням лише частини води, тоді як інший об'єм проходить через гідровузол транзитом. Такий режим спостерігається у випадках, коли об'єм надходження води більший за місткість водойми, або коли розмірів водосховища бракує для задоволення всіх потреб споживачів. [23, с. 4].

Коефіцієнт зарегулювання стоку річки штучними водоймами ( $k$ ) визначається:

$$k = W_1 / W_2 \quad (1.1) \quad [39]$$

де  $W_1$  – це об'єм штучних водойм, млн. м<sup>3</sup>;  $W_2$  – об'єм стоку річки млн. м<sup>3</sup>.

Для розрахунку замулення водосховища необхідно знати середнє багаторічне значення мутності річкового потоку в розрахунковому створі та норму річного стоку. Коли є дані про середню багаторічну мутність води, маса завислих наносів у середній за водністю рік визначається за спеціальною формулою:

$$P_0 = p_0 \times Q_0 \times t \quad (1.2) \quad [23, \text{с. } 10]$$

де  $P_0$  – вага завислих наносів, що транспортується річкою впродовж року, в тонах;  $p_0$  – середня багаторічна мутність річкового потоку,  $г/м^3$ ;  $Q_0$  – норма річного стоку,  $м^3/с$ ;  $t$  – час, кількість секунд в році ( $31,56 \times 10^6$ ) [23].

Частина завислих наносів проходить транзитом через водосховище і не бере участі в його замуленні. Їхня частка, яка залежить від механічного складу і ступеня регулювання стоку, визначається за спеціальною формулою:

$$\delta = \varphi \times (1 - \alpha) \quad (1.3) \quad [23, \text{с. 11}]$$

де  $\varphi$  – коефіцієнт крупності наносів, що враховує їх механічний склад, становить: для піщаних ґрунтів – 0,1; для лесопобічних і легкосуглибистих – 0,3; для важкосуглинистих і глинистих – 0,4,  $\alpha$  – коефіцієнт зарегульованості стоку запроектованими водосховищем, який визначається за формулою:

$$\alpha = 1,3 \times q_{\text{нетто}} / Q_0 \quad (1.4) \quad [23, \text{с. 11}]$$

де  $q_{\text{нетто}}$  – корисне споживання,  $м^3/с$ ; 1,3 – коефіцієнт, який наближено враховує втрати на випаровування і фільтрацію при експлуатації водосховища [23, с. 11].

Окрім завислих наносів у водосховищі відкладаються і донні наноси. Їх враховують наближено як частину від кількості завислих наносів (для рівнинних річок  $m = 0,001 - 0,1$ ; для гірських річок  $m = 0,1 - 1,0$ ). Отже, вага наносів, які відкладаються у водосховищі за рік його експлуатації становить:

$$P = (P_0 - \delta \times P_0) + (m \times P_0) = P_0 \times (1 - \delta + m) \quad (1.5) \quad [23, \text{с. 11}]$$

Окрім мінеральних відкладів, у водосховищах відкладаються і органічні речовини, котрі утворюються внаслідок відмирання водних рослин і тваринних організмів. Кількість органічних відкладів ( $e$ ) приймається в залежності від ступеню розвитку водної рослинності (при інтенсивному розвитку водної рослинності – 0,20-0,15; при середній інтенсивності – 0,15-0,10; при слабій інтенсивності – 0,10-0,05) [23, с. 11].

З врахуванням органічних відкладів, вага наносів, що відкладалась в водосховищі за рік його експлуатації, становитиме:

$$P = (1 - \delta + m) \times (1 + e) \times P_0 \quad (1.6) \quad [23, \text{с. 11}]$$

Об'єм замулення водосховища  $W_H$  за розрахунковий період експлуатації становить:

$$W_H = \frac{(1-\delta + m) \cdot (1+e) \cdot P_0}{\gamma} T \quad (1.7) \quad [23, \text{с. 12}]$$

де  $T$  – розрахунковий період роботи водосховища, у роках,  $\gamma$  – об'ємна вага наносів, т/м<sup>3</sup>.

Об'ємна вага наносів визначається за аналогією з існуючими водосховищами, або за емпіричною формулою Н.Й. Дрозда

$$\gamma = A/e + CT + B \quad (1.8) \quad [23, \text{с. 12}]$$

де  $e$  – це частка органічних відкладів у відсотках;  $A, B, C$  – коефіцієнти, що залежать від характеру ґрунтів прилягаючої до водосховища водозбірної площі річки, визначаються за даними таблиці 1.1 [23, с. 12]

Таблиця 1.1

**Параметри для розрахунку об'ємної ваги наносів водосховища [23]**

<b>Ґрунти</b>	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>
Піщані	2,30	0,25	0,02
Глинисті	2,25	0,35	0,04
Пилуваті	2,00	0,45	0,07

У замуленні водосховища беруть також участь наноси, що утворюються внаслідок перероблення і розмивання берегів в процесі експлуатації водосховища. Об'єм цих наносів може досягати від 10 до 40% розрахованого об'єму наносів [23, с. 12]

Кінцевий об'єм наносів, що акумулюється у водосховищі, розраховується за формулою:

$$W_H = W_H + \Delta W_H \quad (1.9) \quad [23, \text{с. 12}]$$

де  $\Delta W_H$  – об'єм наносів, що утворюються внаслідок розмивання берегів водосховища (20-40% від  $W_H$ ). Розрахований об'єм перевіряють за топографічними характеристиками на відповідність санітарно-технічним вимогам. Якщо при даному об'ємі замулення дотримані санітарно-технічні вимоги, то його приймають за розрахунковий мертвий об'єм водосховища. В

протилежаючому випадку, за розрахунковий мертвий об'єм приймають об'єм, що відповідає середній глибині 1,5-2,5 м (в залежності від зони розташування водосховища) [23, с. 12-13]

При сезонному регулюванні стоку проводиться перерозподіл річкового стоку впродовж року з метою накопичення повеневих надлишків води у водосховищі для подальшого використання в маловодні періоди року [23].

Сезонне регулювання стоку проводиться в тому випадку, коли сумарний приплив маловодного року більший за сумарне споживання ( $W_p > \Sigma q$ ), а за окремі інтервали споживання перевищує приплив [23, с. 14]

При сезонному регулюванні стоку можуть вирішуватись дві задачі:

1. Визначення корисного об'єму водосховища при заданому споживанні [23, с. 14]

2. Визначення величини водовіддачі (корисного водоспоживання) при заданому об'ємові водосховища [23, с. 14]

Основне завдання, це визначення корисного об'єму водосховища при заданому водоспоживанні. При такому розрахунку визначають:

- корисний об'єм водосховища;
- момент його спорожнення (коли в водосховищі залишається лише мертвий об'єм);
- об'єми скидних витрат;
- повний об'єм водосховища;
- розрахунок режиму роботи водосховища за двома крайніми варіантами експлуатації [23, с. 15]

При розрахунках водосховищ, крім корисного споживання, необхідно враховувати втрати води, які будуть мати місце в процесі їх експлуатації. Втрати води з водосховища можуть бути на фільтрацію, випаровування та льодоутворення. Втрати на льодоутворення є тимчасовими (на період льодоставу), тому при наближених розрахунках не враховуються [23, с. 19].

Втрати на фільтрацію із водосховища мають місце:

- через тіло греблі;

- під основами капітальними спорудами;
- в обхід споруд при сполученні з берегами;
- через ложе (дно і береги) водосховища;
- через нещільність затворів водоскидних споруд [23, с. 19].

Найбільші втрати води через ложе водосховища виникають, коли воно побудоване на легководопроникних пухких ґрунтах і тривалий час залишається заповненим. Найбільші втрати на фільтрацію спостерігаються під час початкового заповнення нового водосховища [23, с. 19].

При виконанні розрахунків втрати на фільтрацію вираховують у відсотках (%) від середнього об'єму води у водосховищі в залежності від гідрогеологічних умов району будівництва (табл. 1.2.) [23, с. 19].

Таблиця 1.2

**Втрати на фільтрацію в залежності від гідрогеологічних умов [23, с. 19].**

Річні	Місячні	Гідрогеологічні умови
12%	1%	добрі
18%	1,5%	середні
36%	3%	погані

Втрати на випаровування при проектуванні водосховищ визначаються як різниця між випаровуванням з водної поверхні та з поверхні суходолу. Багаторічне регулювання стоку передбачає перерозподіл річкового стоку за допомогою водосховищ впродовж декількох років. У багатоводні роки вода накопичується у водосховищі, а в маловодні роки – використовується [23].

Тобто, якщо при сезонному регулюванні цикл наповнення і спорожнення водосховища замикався в межах одного року, то при багаторічному регулюванні цей цикл може тривати декілька років [23, с. 26].

Для такого регулювання потрібна значно більша місткість водосховища, оскільки, окрім місткості для сезонного регулювання стоку, потрібна ще й місткість для накопичення стоку багатоводних років. Зі збільшенням ступеня регулювання стоку збільшується період наповнення і спорожнення водосховища, а отже, збільшується і його місткість [23, с. 26].

Метою багаторічного регулювання стоку є повне використання стоку річки, коли сумарна водовіддача, із урахуванням санітарних витрат у річці, дорівнюватиме середній багаторічній витраті води [23, с. 26].

Існують такі методи розрахунків багаторічного регулювання стоку:

1. Методи, що ґрунтуються на фактичних даних про стік (за календарними гідрологічними рядами [23, с. 26].
2. Узагальнені методи, що ґрунтуються на теорії ймовірності [23].

Перші із них полягають у встановленні параметрів водосховища на основі фактичних рядів, виходячи із припущення, що у майбутньому стік буде таким же, яким він був у минулому [23, с. 26].

Узагальнені методи передбачають визначення параметрів водосховища за можливими (ймовірними) комбінаціями величин стоку. Тому розрахунки за цими методами дають надійніші результати [23, с. 26].

При розрахунках багаторічного регулювання стоку можуть вирішуватись такі задачі:

- за даним споживанням визначити об'єм водосховища;
- за даним об'ємом водосховища визначити корисну водовіддачу;
- визначити найдоцільніший об'єм водосховища для найбільш повного зарегулювання стоку;
- за заданим об'ємом водосховища і корисною віддачею встановити фактичну забезпеченість споживання [23, с. 26-27].

## **1.2 Методика воднобалансових розрахунків водосховищ**

Водний баланс є кількісним відображенням глобального кругообігу води, який описує процеси надходження, трансформації та витрат вологи на певній території. Фундаментальний принцип водного балансу базується на законі збереження маси: сума атмосферних опадів дорівнює сукупному об'єму випаровування, стоку й зміні запасів вологи в ґрунтах та гірських породах (літосфері). Математичною моделлю цього співвідношення виступає

рівняння водного балансу, яке встановлює еквівалентність між об'ємами води, що надходять на водозбір та виходять за його межі за певний проміжок часу, з урахуванням динаміки внутрішніх запасів вологи в межах окресленого контуру [4, 24].

Усталене співвідношення між основними елементами балансу (опадами, стоком і випаровуванням) у специфічних фізико-географічних умовах зумовлює стабільність середньої водності річок та загальну забезпеченість регіону водними ресурсами. Структура рівняння водного балансу є гнучкою і може диференціюватися залежно від дослідницьких завдань: наприклад, шляхом виділення рідких і твердих опадів або розмежування поверхневого й підземного стоку. Окремі важковизначувані компоненти (зокрема конденсація) через інструментальні труднощі часто інтегруються до складу опадів або випаровування [12]. У широкому розумінні, водно-балансові розрахунки охоплюють усі види інфільтрації та адвекції вологи (атмосферні опади, міжбасейновий притік річкових і підземних вод) та її втрати (випаровування, транзитний відтік) [13].

Окрім суто облікової функції, водний баланс є потужним науковим методом пізнання закономірностей формування гідрологічного режиму. Він розглядає гідрологічну систему як сукупність взаємопов'язаних процесів міграції вологи, що перебувають у стані динамічної рівноваги. Застосування водно-балансового методу дозволяє надати комплексну кількісну характеристику компонентів водного режиму та їхніх кореляційних зв'язків, узагальнюючи результати моніторингу конкретних водних об'єктів [25].

Особливу цінність цей метод становить для оцінки антропогенної трансформації водних ресурсів. Він є дієвим інструментом наукового обґрунтування та проектування водогосподарських заходів, оскільки дає змогу спрогнозувати екологічні наслідки втручання в природний кругообіг ще на стадії розробки проєктної документації. Враховуючи тісну гідрологічну зв'язність водних об'єктів, зміна водного балансу однієї ділянки неминуче ініціює каскадні зміни в суміжних ланках гідрологічної мережі, що

вимагає комплексного басейнового підходу до управління водними ресурсами [25].

Водний баланс, як співвідношення його основних елементів – опадів  $P$  (мм), стоку  $R$  (мм) і сумарного випаровування  $E$  (мм) розраховується за формулою:

$$P = R + E \quad (1.10) \quad [15]$$

без складової зміни запасів вологи в басейні  $\pm\Delta W$ , що обумовлено тим, що водний баланс розраховувався за багаторічний період. Основною умовою водно-балансових розрахунків є те, що всі елементи рівняння водного балансу повинні бути виміряні та розраховані незалежними методами [15].

З трьох основних елементів водного балансу, опади та стік є величинами, які безпосередньо вимірюються на мережі моніторингових спостережень (гідрометеорологічних станціях). Стік води з досліджуваної території визначали за даними про витрати води з гідрологічного поста [13].

Загальна формула для визначення шару стоку на основі витрати води має наступний вигляд.:

$$R = Q \times T / A \times 1000 \quad (1.11) \quad [12]$$

де  $R$  – це багаторічний шар стоку (мм),  $Q$  – середня річна витрата води,  $T$  – проміжок часу в секундах (у нашому випадку рік),  $A$  – площа водозабору.

Якщо розраховувати річний водний баланс за багаторічний період, рівняння водного балансу набирає вигляду:

$$R = P - E \quad (1.12)$$

де  $R$  – річний стік, що дорівнює сумі поверхневої і дреноючої підземної частки води, мм;  $P$  – сумарна кількість опадів, мм;  $E$  – випаровування, мм. Якщо величини  $P$  і  $E$  представлені величинами середніх арифметичних значень за багаторічний період (норму) опадів і сумарного випаровування, то  $R$  є нормою річкового стоку води, у цьому випадку величина  $R$  носить назву кліматичний стік [23]. Відповідно із формули 1.11, можна визначити сумарне випаровування:

$$E = P - R \quad (1.13) \quad [23]$$

Втрати на випаровування при проектуванні водосховищ визначають як різницю між випаровуванням з водної поверхні і поверхні суходолу. Огієвський А.В. запропонував середньобогаторічне розрахункове випаровування визначають за формулою:

$$H = H_b - X \times (1-a) \quad (1.14) \quad [23]$$

де  $H$  – шар витрат на випаровування за середній по водності рік, мм;  $H_b$  – шар випаровування з водної поверхні, що визначається за картами ізоліній, мм;  $X$  – шар опадів за середній по водності рік, що визначається за картами ізоліній;  $a$  – коефіцієнт стоку з поверхні суші, що може бути прийнятий 0,35.

Для маловодного року шар витрат на випаровування обчислюється за формулами:  $H = H_{20\%} - X_{80\%} \times (1-a)$ ;  $H_{20\%} = H_b \times K_{100-p}$ ;  $X_{80\%} = X \times K_p$ . Значення коефіцієнтів  $K_{100-p}$  і  $K_p$  наведенні у таблицях 1.3, 1.4 [23, с. 20].

Таблиця 1.3

**Модульні коефіцієнти біномальної кривої забезпеченості водосховища**

P, %	1	3	5	10	20	25	50
$K_{100-p}$	1,25	1,2	1,17	1,13	1,08	1,07	1,0

Таблиця 1.4

**Модульні коефіцієнти біномальної кривої забезпеченості водосховища**

P, %	99	97	95	90	80	75	50
$K_p$	0,6	0,66	0,7	0,75	0,83	0,86	0,99

При розрахунку сезонного регулювання стоку необхідно знати втрати на випаровування за кожний місяць. Для цього сумарний шар випаровування розподіляють по місяцях згідно з таблицею 1.5 [23, с. 20].

Таблиця 1.5

**Відносний розподіл розрахункового випаровування по місяцях [23, с. 21]**

Місяці	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	Сума
мм	-20,2	10,1	25,2	45,4	65,5	60,4	40,3	20,2	5,0	252

Витрати на випаровування за кожний місяць визначаємо за формулою:

$$W = H \times S / 1000 \quad (1.15) \quad [23]$$

де  $H$  – розрахунковий шар випаровування за відповідний місяць, мм;  $S$  – площа водного дзеркала водосховища, млн. м<sup>2</sup> [23, с. 22].

Витрати на фільтрацію в залежності від гідрогеологічних умов (табл. 1.2) приймаємо у відсотках від об'єму водосховища. Для добрих гідрогеологічних умов втрати на фільтрацію приймаємо рівними: за місяць – 1%, за рік – 12% [23, с. 22].

Таким чином для оцінки зарегульованості стоку річки необхідно розрахувати коефіцієнт зарегульованості стоку ( $k$ ) та відповідні параметри для водосховищ: вагу наносів ( $P$ ), які вскладаються у ложі водойми, об'єм замулення водосховища ( $W$ ) за розрахунковий період та інші. Окрім цього, важливу роль у замуленні водосховищ, а відповідно і зарегульованості стоку річки відіграє водний баланс водойми, який включає витрати води на випаровування та фільтрацію.

**Висновки до 1-го розділу.** Сучасна гідрологічна практика пропонує низку підходів до кількісної оцінки зарегульованості річкового стоку, вибір яких детермінується ступенем репрезентативності та обсягом доступної статистичної бази. Найбільш розповсюдженим інструментом є розрахунок коефіцієнта зарегульованості як відношення сумарної місткості каскаду штучних водойм (водосховищ і ставків) у межах річкової системи до об'єму природного річкового стоку. У комплексних гідроморфологічних дослідженнях оцінка ступеня зарегульованості корелюється з аналізом седиментаційних процесів і твердого стоку. Зокрема, паралельно визначаються темпи замулення водойм, масові витрати зважених наносів, що транспортуються водотоком, а також гранулометричний склад донних відкладень.

Моделювання гідрологічного режиму штучних водойм базується на складанні рівняння водного балансу, яке інтегрує ключові компоненти водообміну: атмосферні опади, втрати на випаровування, а також об'єми поверхневого притоку та підземного живлення. У сучасній науковій парадигмі водно-балансовий метод визнається найбільш валідним інструментом для ретроспективного аналізу та прогностичної оцінки антропогенної трансформації гідрологічного режиму водних об'єктів.

Особливу увагу при балансуванні водойм приділяють статтям витрат, зумовленим випаровуванням з водної поверхні та фільтрацією в підземні горизонти. Зазначені процеси мають виражену стохастичну та сезонну динаміку, оскільки їх інтенсивність детермінована змінами морфометричних характеристик водойм (площі водного дзеркала та середніх глибин). Ці параметри, у свою чергу, еволюціонують як у межах короткострокових сезонних коливань рівня, так і внаслідок довготривалої седиментації та деградації водогосподарських споруд.

## РОЗДІЛ 2.

### ГІДРОМЕТРИЧНІ ПАРАМЕТРИ ТА ГЕОЕКОЛОГІЧНИЙ БОРСУКІВСЬКОГО ТА ПЕРЕДМІРСЬКОГО ВОДОСХОВИЩ

#### 2.1 Гідрометричні параметри Борсуківського та Передмірського водосховищ

Верхня течія річки Горинт – це відтинок водотоку від витоку до межв Тернопільської і Хмельницької областей. У цій частині річки розташовано два великих водосховища: Борсуківське (430 га) і Передмірське (110 га). Борсуківське водосховище є одним з найбільших у Тернопільській області.

*Борсуківське водосховище* – штучна водойма розташована у верхній течії річки Горинь у межах Борсуківської територіальної громади Кременецького району. Створено водосховище у с. Борсуки в 1978 році. Відстань від гирла річки Горинь до створу греблі водосховища 614 км. Водойма відіграє важливе рибогосподарське значення, а також використовується для зрошення [7].

Борсуківське водосховища відноситься до заплавного типу і є одним із найбільших у Тернопільській області, площею 430 га (рис. 2.1). Повний об'єм водосховища – 4,3 млн. м<sup>3</sup>, середня глибина 1,3 м, максимальні глибини, біля греблі, досягають 2-3 м (табл. 1). Нормальний підпірний рівень Борсуківського водосховища становить 118 м, середній багаторічний стік – 53,4 млн. м<sup>3</sup> [30].

Таблиця 2.1

#### Основні гідрометричні параметри Борсуківського водосховища

Площа	430,0 га
Повний / корисний об'єм	4,3 млн. м <sup>3</sup>
Середня глибина	1,3 м
Максимальна глибина	2,7 м
Середня ширина	2,0 км
Довжина	4,0 км
Нормальний підпірний рівень	118,0 м
Фактичний рівень води	261,7 м
Середній багаторічний стік	53,4 млн. м <sup>3</sup>



**Рис. 2.1. Борсуківське водосховище (фото автора)**

*Передмірське водосховище* – штучна водойма розташована у верхній течії річки Горинь у межах Борсуківської територіальної громади Кременецького району. Створено водосховище у селі Передмірка в 1974 р. Відстань від гирла річки Горинь до створу греблі водосховища 622 км. Водойма відіграє важливе рибогосподарське значення (рис. 2.2), а також використовується для зрошення [7].



**Рис. 2.2. Передмірське водосховище (фото автора)**

Цільове призначенням Передмірського водосховища – риборозведення. Площа водного плеса водойми – 110 га, повний об’єм – 1,1 млн.м<sup>3</sup>, середня глибина 1,2 м, максимальні глибини, біля греблі, досягають 2-2,5 м (табл. 1). Нормальний підпірний рівень Передмірського водосховища становить 266,6 м, середній багаторічний стік – 48,5 млн. м<sup>3</sup> [30].

Таблиця 2.2

**Гідрометричні параметри Передмірського водосховища**

Площа	110,0 га
Повний / корисний об’єм	1,1 млн. м <sup>3</sup>
Середня глибина	1,2 м
Максимальна глибина	2,5 м
Середня ширина	1,0 км
Довжина	1,6 км
Нормальний підпірний рівень	226,6 м
Фактичний рівень води	264,9 м.
Середній багаторічний стік	48,5 млн. м <sup>3</sup>
Тип водосховища	заплавний

Морфометрія Передмірського водосховища відповідає параметрам типового малого руслового водосховища рівнинного типу, сформованого шляхом перекриття річкової долини земляною греблею. Згідно з офіційними даними басейнового управління водних ресурсів, площа водного дзеркала водойми становить 110 га. Цей показник свідчить про те, що водойма має відносно компактну акваторію з розгалуженою береговою лінією в межах заплави річки Горинь [30].

Для підтримання екологічної рівноваги в нижньому б'єфі річки Горинь та забезпечення безперервного функціонування водних екосистем, на обох водосховищах каскаду регламентовано мінімальні розрахункові екологічні витрати води на рівні 0,13 м<sup>3</sup>/с [30]. Експлуатація гідровузла передбачає підтримання режиму наповнення до нормального підпірного рівня з обов'язковим пропуском екологічних витрат через водопропускні споруди для запобігання пересиханню річища нижче за течією

## 2.2 Гідрохімічні параметри Борсуківського та Передмірського водосховищ

З метою аналіз гідрохімічного стану водосховищ верхньої течії річки Горинь, осінню 2025 року і весною 2026 року було проведено експедиційне дослідження з відбором проб води водосховищ у Борсуківському і Передмірському водосховищах. За результатами проведених досліджень у лабораторії хімії навколишнього середовища ТНПУ ім. В. Гнатюка, встановлено, що перевищень ГДК визначених фізико-хімічних показників немає. Водночас загальна твердість води спостерігається вищою у Передмірському водосховищі. У Передмірському водосховищі фіксується найвища концентрація азоту амонійного, при ГДК 2 мг/л (табл. 2.3). Фосфатів найбільше зосереджено теж у Передмірському водосховищі. Хлориди, при ГДК 350 мг/л, концентруються у водах Борсуківського водосховища в межах 16,3-19,2 мг/л. Концентрація нітратів практично в усіх водосховищах однакова.

Таблиця 2.3

### Результати фізико-хімічних досліджень проб води у водосховищах верхньої течії річки Горинь

Показник	Водосховища			
	Борсуківське, точка 1	Борсуківське, точка 2	Передмірське, точка 1	Передмірське, точка 2
рН	7,7	7,1	6,8	7,05
Загальна твердість, ммоль/г	5,3	4,3	3,8	4,7
NH <sub>4</sub> , мг/л (амонійний азот)	0,86	1,2	1,4	1,3
PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> , мг/л (фосфати)	0,07	0,12	0,13	0,14
Cl, мг/л (хлориди)	16,3	19,2	14,5	18,0
NO <sub>3</sub> , мг/л (нітрати)	7,2	7,5	7,5	7,3

Найскладнішою ситуація щодо екологічного стану водосховищ верхів'я р. Горинь спостерігається у Борсуківському водосховищі. Впродовж останніх кількох років влітку на водосховищі спостерігається явище

«цвітіння води», що означає інтенсивний розвиток певних видів планктонних водоростей у водному середовищі. Це явище викликане збільшенням температури води та введенням органічних речовин, азотних, фосфорних та калійних сполук у воду. Це призводить до зміни кольору води та надання їй неприродного відтінку, а також появи неприємного запаху. Інтенсивне нагрівання води влітку сприяє швидкому збільшенню кількості синьо-зелених водоростей, що негативно впливає на кисневий режим водойми [41].

Рівень забрудненості води у Борсуківському водосховищі, демонструє значні коливання від «гранично чистої» до «брудної». Різноманітність за вмістом окремих речовин ускладнює ситуацію. Наприклад, вміст нітратного азоту свідчить про «сильну забрудненість», а показники рН та перманганатної окислювальності підтверджують «дуже чистий» стан води. Щодо завислих речовин та забарвлення, вода вважається достатньо чистою. Однак, за результатами біологічного споживання кисню (БСК<sub>5</sub>), вона оцінюється як «помірно забруднена». При цьому, вміст фосфатів і нітритного азоту може робити воду «брудною» або навіть «дуже брудною». Враховуючи біомасу фітопланктону та індекс сапробності, стан води вважається «чистим». Однак, переважні показники якості води під час її входу в водосховище вказують на високий вміст нітритів та фосфатів, що робить воду «помірно забрудненою». Лише показники завислих речовин підтверджують, що вода є «досить чистою» [10].

Якість води у Борсуківському водосховищі формується під впливом водозбірного басейну, який має виражений аграрний характер. Основним лімітуючим фактором є надходження біогенних елементів (сполук азоту та фосфору) з дифузним сільськогосподарським стоком, що створює передумови для розвитку процесів евтрофікації. Вода у водоймі характеризується наявністю органічних речовин, що безпосередньо впливає на загальні санітарно-гігієнічні показники [35].

У літній період, в умовах термічної стратифікації та уповільненого водообміну, у придонних шарах можливе зниження концентрації розчиненого кисню внаслідок інтенсивного окиснення донних відкладень.

Однією з найгостріших еколого-морфологічних проблем водосховища є інтенсивне замулення. Акумуляція завислих наносів, які приносяться річкою Горинь, а також продукти абразії берегів призводять до неухильного зменшення корисного об'єму водойми та деградації бентальних біотопів. Шар мулових відкладень виступає вторинним джерелом забруднення води, акумулюючи важкі метали та пестициди, які потрапляють у водозбір з орних земель [35].

Дослідження показують, що Борсуківське водосховище зазнає серйозних екологічних загроз і може зникнути. Однією з основних проблем є застоюваність води: верхні шари нагріваються до понад 16°C, тоді як на дні температура лише 4°C. У водосховищі є підводні ями, де вода застоюється роками, а на дні впродовж 40 років накопичився значний токсичний мул, місцями до 2,5 метрів. Вміст деяких елементів у воді перевищує норму в десятки або навіть сотні разів, що свідчить про серйозне залуження водосховища з високим рівнем аміаку та свинцю. Вода також забруднена фосфором, який потрапляє у водоносні шари через використання миючих засобів. Намули акумулюють важкі метали, і виникає питання про необхідність їх очищення та відповідну утилізацію. Інакше, ця накопичена екологічна бомба може стати причиною збільшення хімічних сполук та елементів у воді, що загрожує негативними наслідками для довкілля [10].

Функціонування каскаду гребель докорінно змінило поздовжню зональність річки Горинь, унеможлививши вільну міграцію гідробіонтів та змінивши природний гідрологічний режим нижнього б'єфа. Окрім того, рекреаційне використання акваторії чинить додатковий антропогенний тиск на екосистему через локальне забруднення побутовими відходами та порушення прибережних захисних смуг [26, 27].

Щодо Передмірського водосховища, то основним фактором, що впливає на якість його поверхневих вод, є сільськогосподарська діяльність, що проявляється у стійкій присутності амонійного азоту, нітратів та нітритів, а також підвищеному біохімічному споживанні кисню [10]. Ймовірно, забруднення відбувається через поверхневий та підземний стік. Підвищені концентрації завислих речовин свідчать про це, а також наявність фосфатів може бути наслідком сільськогосподарської діяльності та/або забруднення від населених пунктів [31]. Варто зазначити, що спостерігається тенденція літнього перевищення нормативів біохімічного споживання кисню, що свідчить про значне забруднення органічними речовинами [10].

Хоча вміст сполук фосфору у воді Передмірського водосховища не є високим, практично весь фосфор перебуває у рухомій формі, що робить його біологічно активним. Тому якість води за показниками фосфатів вважається хорошою, навіть при інтенсивному надходженні фосфатів з місцевих зливів. Дослідження показали, що найбільше забруднення металами спостерігається у мулистих ділянках водосховища. Більше половини рухомої форми металів у водойму потрапляє через річковий стік, а решта акумулюється з берегових стоків. Однак концентрації важких металів залишаються на фоновому рівні, що свідчить про сприятливу ситуацію у Передмірському водосховищі.

Підвищений вміст натрію у воді обумовлений природним хімічним складом води з водоносного шару четвертинних відкладів у долині р. Горинь. Ця вода має характер гідрокарбонатно-натрієво-кальцієвих мінералізованих властивостей з рівнем мінералізації на рівні 0,3 г/дм<sup>3</sup> [30]. Вміст заліза у водосховищах обумовлений його надходженням з різних компонентів, зокрема, з донних відкладень та оглеєвих ґрунтів, які містять кислі сполуки металів. Ступінь органічного забруднення води представлений високим показником БСК<sub>5</sub>, яке в межах Передмірського водосховища практично досягає допустимих нормативів [35].

Якість води у Передмірському водосховищі формується під комплексним впливом природних факторів та антропогенного навантаження

водозбору. Основним лімітуючим фактором є надходження сполук азоту (нітратів, амонію) та фосфатів з дифузним сільськогосподарським стоком. Це створює постійний трофічний прес і стимулює процеси евтрофікації [35].

У теплий період року, особливо в умовах літньої термічної стратифікації та масового цвітіння води, спостерігається добова нерівномірність розчиненого кисню. У надводних шарах вдень фіксується перенасичення (внаслідок фотосинтезу фітопланктону), тоді як у придонних шарах вночі можливе зниження концентрації до стану гіпоксії через окиснення органічної речовини. У донних відкладах водосховища та товщі води періодично фіксуються залишки пестицидів та важких металів, які акумулюються з орних земель басейну річки Горинь [43].

Як і для більшості руслових водосховищ регіону, для Передмірського характерний процес інтенсивного замулення. Зважені наноси, що приносяться річкою Горинь, осідають у пригреблевій частині та на звуженнях русла. Акумуляція донних відкладень (сапропелю та мулу) не лише зменшує повний об'єм водосхови, але й перетворює дно на вторинне джерело внутрішнього забруднення. За певних гідродинамічних умов (наприклад, під час вітрового перемішування або осінньо-зимової конвекції) відбувається підняття донних відкладень, що погіршує якість води [35].

Окрім того, водосховище зазнає значного рекреаційного навантаження (рибальство, відпочинок на воді), що супроводжується локальним засміченням акваторії, вигоптуванням прибережної рослинності та порушенням цілісності прибережних захисних смуг (ПЗС).

Виміряні гідрохімічні показники Борсуківського і Передмірського водосховищ свідчать про високий рівень органічних забруднень. Це пов'язано з високим вмістом нафтопродуктів, ПАР, фенолів, і утворенням значних кількостей аміаку, який продукується під час анаеробного окиснення органічних речовин. Таким чином, з еколого-санітарного погляду якість води досліджуваних водойми варіює від «гранично чистої» до «брудної» [35]. Залежно від насиченості киснем, вмісту нітратного азоту та забарвлення,

вода зазвичай відноситься до категорій «гранично чиста», «дуже чиста» або «повністю чиста». Щодо завислих речовин, фосфатів і амонійного азоту, їх вміст змінюється в залежності від сезонів і зазвичай вказує на «слабке забруднення» води. За рівнем рН і БСК<sub>5</sub>, вода, у більшості випадків, віднесена до категорій «в міру забруднена» або «брудна» [35].

Отож, за гідрохімічними параметрами якості води у водосховищах верхньої течії річки Горинь можна вважати задовільною. Якість води у досліджуваних водоймах за вмістом важких металів відповідає допустимим рівням ГДК<sub>рибгосп</sub>, за винятком підвищеного вмісту натрію і феруму, що зумовлено природним хімічним складом абіотичних компонентів долини річки Горинь. Встановлено, що на якість воли у водосховищах значно впливає антропогенний фактор, зокрема забруднення пов'язані із несанкціонованими скидами приватних домогосподарств, сільськогосподарські змиви тощо.

### **2.3 Водний баланс Борсуківського та Передмірського водосховищ**

В умовах сучасних кліматичних змін, які проявляються у зростанні контрастності водності років, подовженні періодів літньої межени та збільшенні частоти екстремальних паводків, проблема раціонального використання ресурсів штучних водойм набуває особливої гостроти. Водно-балансові дослідження виступають фундаментальним інструментом кількісної оцінки гідрологічного режиму водосховищ, дозволяючи встановити закономірності формування, трансформації та витрат водних ресурсів у межах штучно створених акваторій.

Особливу наукову та практичну цінність становить аналіз водного балансу каскадних гідровузлів, де послідовне розташування водойм зумовлює складну систему взаємозв'язків між окремими ланками річкової системи. У таких умовах зміна балансових характеристик верхнього водосховища безпосередньо впливає на гідрологічний режим нижнього, що вимагає комплексного басейнового підходу до моделювання влагообміну [44].

Виходячи з формули 1.10, водний баланс будь-якої території чи акваторії – це співвідношення його основних складових: опадів (P), які повинні бути рівними сумі річного стоку (R) та випаровування (E). З усіх цих величин, нам відомо, лише шар опадів. На досліджуваній території, верхньої течії річки Горинь, річна норма опадів становить 680 мм. За даними Тернопільського обласного гідрометеорологічного центру в останні кілька років (2014-2021 рр.) в регіоні спостерігається дефіцит опадів [4].

Шар витрат води на випаровування досліджуваної території визначаємо за формулою 1.14. Враховуючи те, що середньобогаторічний шар випаровування для півночі Тернопільської області становить  $H_v = 500$  мм [30], а середньобогаторічний шар опадів  $X = 700$  мм [30], то шар витрат води на випаровування складатиме:  $H = 500 - 700 \times (1-0,35) = -200 \times 0,65 = 130$  мм. Тобто на досліджуваній території, басейну верхньої течії р. Горинь, середньобогаторічний шар витрат води на випаровування становить 130 мм [1]. Для маловодного року із 80%-забезпеченістю розрахунковий шар випаровування становитиме:

$$H_{20\%} = H_v \times K_{100-p} = 500 \times 1,08 = 540 \text{ мм}$$

$$X_{80\%} = X \times K_p = 700 \times 0,83 = 581 \text{ мм}$$

$$H = H_{20\%} - X_{80\%} \times (1-a) = 540 - 581 \times (1-0,35) = -41 \times 0,65 = 26,6 \text{ мм}$$

Таким чином, середньобогаторічний шар витрат води на випаровування у басейні верхньої течії річки Горинь становить близько 27 мм [1].

Для того, щоб визначити витрати води на випаровування конкретно у кожному водосховищі, скористаємося формулою 1.15 і даними таблиці 1.5. Результати розрахунків для кожного із водосховищ представлено у табл. 2.4.

Таблиця 2.4

**Результати визначення розрахункового випаровування  
із водосховищ по місяцях**

Місяці	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	Сума
мм	-20,2	10,1	25,2	45,4	65,5	60,4	40,3	20,2	5,0	252
<i>Передмірське (S = 1,1 млн. м<sup>2</sup>)</i>										
мм	-28,3	14,1	35,3	63,6	91,7	84,6	56,5	28,3	7	352,8
<i>Борсуківське (S = 4,3 млн. м<sup>2</sup>)</i>										
мм	-64,6	32,3	80,6	145,3	209,6	193,3	129,0	64,6	16	806,0

Із таблиці 2.4, видно, що найбільший шар випаровування води за рік спостерігається у Борсуківському водосховищі, близько 800 мм. Це пояснюється тим, що ця водойма є більшою за площею водного плеса. Динаміка випаровування води з поверхні водосховищ впродовж року відображена на рисунку 2.3.

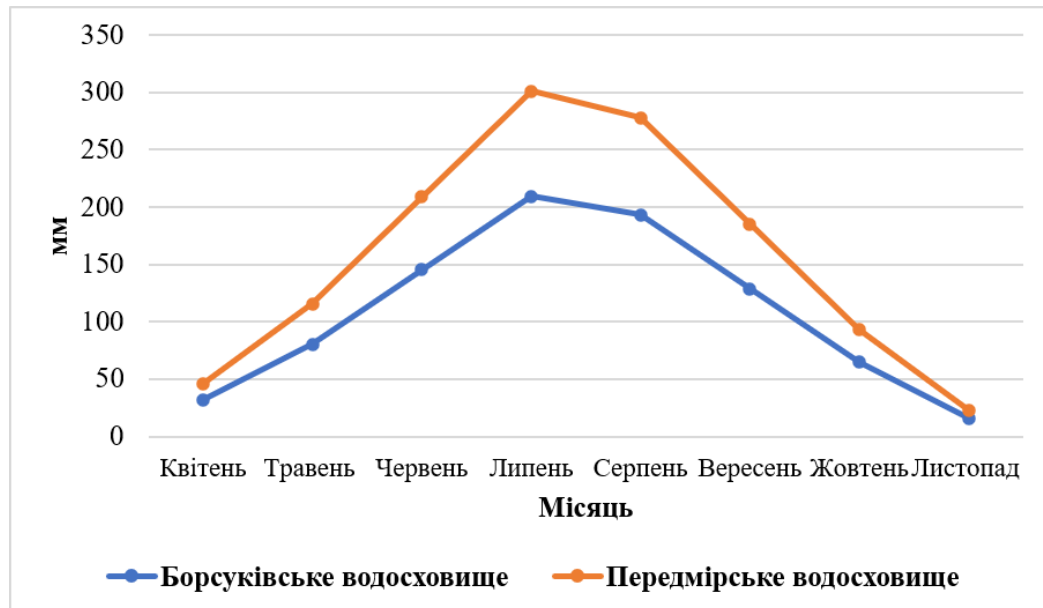


Рис. 2.3. Динаміка середньорічного випаровування з поверхні водосховищ

Виходячи із даних таблиці 2.4 та враховуючи статистичні дані Тернопільського обласного центру з гідрометеорології, щодо річної суми опадів у м. Кременець – 680 мм, з формули 1.9 можемо визначити річний стік для досліджуваних водосховищ. Таким чином для Борсуківського водосховища річний стік становитиме  $R = 680 - 806 = -126$  мм; для Передмірського водосховища  $R = 680 - 352,8 = 327,2$  мм.

Таким чином складові водного балансу Борсуківського і Передмірського водосховищ матимуть наступний вигляд (табл. 2.5).

Таблиця 2.5

**Результати розрахунку основних показників водного балансу водосховищ**

Назва водосховища	Кількість опадів (P, мм)	Випаровування (E, мм)	Річний стік (R, мм)
Борсуківське	680,0	806,0	-126,0
Передмірське	680,0	352,8	327,2

Отже, на підставі вищезазначених результатів обчислень можна стверджувати, що у витратній частині водного балансу Борсуківського і Передмірського водосховищ, які були досліджені, значно переважає сумарне випаровування, тоді як на річний стік припадає (18-48%). При зменшенні дохідної частини водного балансу (кількості опадів), у басейні річки Горинь існують ризики пересихання водосховищ, оскільки випаровування переважає над стоком. З цього можна зробити висновок, що для регулювання водного балансу водойм варто вживати оптимізаційні заходи, такі як збільшення лісистості басейну річки, поглиблення ложа водосховищ, розчистка русла тощо. Ці заходи сприятимуть зменшенню випаровуваності та збільшенню річкового стоку.

**Висновки до 2-го розділу.** За результатами дослідження гідрометричних параметрів водосховищ верхньої течії річки Горинь, було встановлено, що загальна площа водного дзеркала цих водойм складає 540 га – Борсуківське водосховище (430 га) і Передмірське водосховище (110 га). Повний і корисний об'єми цих водосховищ становить 4,4 млн. м<sup>3</sup>. Максимальні глибини у водосховища коливаються в межах 2,5-2,7 м. Ширина водосховищ в середньому становить до від 1 км до 2 км, довжина від 1,6-4,0 км. Нормальний підпірний рівень Борсуківського водосховища – 118,0 м, Передмірського – 226,6 м.

За гідрохімічними параметрами водосховища верхньої течії р. Горинь вважаються задовільними. Виняток, за окремими параметрами (завислі речовини, азот амонійний), становить Борсуківське водосховище. Основними факторами формування хімічного складу вод у верхів'ї Горині є природня підстилаюча поверхня (типи ґрунтів, геологічні відклади), а також в значній мірі антропогенна діяльність, особливо сільське та комунальне господарства. Встановлено, що у витратній частині водного балансу водосховищ верхньої течії річки Горинь переважає випаровування, на поверхневий і підземний стік припадає від 18 до 48% опадів.

## РОЗДІЛ 3.

### ОЦІНКА ЗАРЕГУЛЬОВАНOSTІ СТОКУ ВЕРХНЬОЇ ТЕЧІЇ РІЧКИ ГОРИНЬ ТА ШЛЯХИ ПОКРАЩЕННЯ ГЕОЕКОЛОГІЧНОГО СТАНУ БОРСУКІВСЬКОГО ТА ПЕРЕДМІРСЬКОГО ВОДОСХОВИЩ

#### 3.1 Розрахунок зарегульованості стоку верхньої течії річки Горинь

Стік річок впродовж року та між роками розподіляється нерівномірно і не відповідає потребам різних галузей економіки. Тому іноді виникає необхідність штучного перерозподілу стоку між різними сезонами для забезпечення відповідних водогосподарських потреб. Цей процес може здійснюватися через будівництво ставків та водосховищ, і називається регулюванням стоку [12].

Верхів'я річки Горинь є одним із найбільш зарегульованих ділянок річкової системи в українському Поліссі. Інтенсивне водогосподарське освоєння басейну, що розпочалося у 1960-1980-х роках, призвело до формування густої мережі штучних водойм різного призначення – від малих ставків до водосховищ (зокрема Борсуківського і Передмірського). Така трансформація річкової мережі зумовила глибокі зміни в гідрологічному, морфологічному та екологічному режимах водотоків, що актуалізує проблему оцінки та мінімізації негативних наслідків зарегулювання [30].

Регульованість стоку річки Горинь у її верхів'ї досягає значних величин. За різними оцінками, сумарна місткість каскадів водосховищ і ставків на окремих ділянках річки та її приток перевищує об'єм середньорічного стоку, що формується на цих водозборах [43].

Зарегульованість верхів'я Горині має не лише екологічні, але й економічні наслідки. З одного боку, водосховища забезпечують потреби зрошення, рибного господарства, рекреації та водопостачання населених пунктів. З іншого – деградація водних ресурсів, зменшення корисного об'єму водойм через седиментацію, погіршення якості води та втрата біорізноманіття знижують їхню господарську цінність. Конфлікт між

різними категоріями водокористувачів (сільське господарство, рибне господарство, рекреація, екологічні потреби річки) загострюється в маловодні роки [36].

Для розрахунку зарегульованості стоку верхньої течії річки Горинь, визначемо замуленість водосховищ досліджуваного відтинку річки. Це дасть можливість оцінити ризики які створюють водойми для природного водотоку. Для розрахунку замулення водосховища необхідно знати середню багаторічну величину мутності річкового потоку, який для річки Горинь становить  $50 \text{ г/м}^3$  та норму річкового стоку –  $6 \text{ м}^3/\text{с}$  [30, с. 165]. Відповідно, за формулою 1.2 розрахуємо вагу завислих наносів, що транспортується річкою Горинь впродовж року:

$$P_0 = 50 \text{ г/м}^3 \times 6 \text{ м}^3/\text{с} \times 31,56 \times 10^6 \text{ с} = 9\,468\,000\,000 \text{ кг} = 9,468 \text{ млн. т.}$$

Частину завислих наносів, що проходять транзитом через водосховища, обчислюємо за формулою 1.3. Для визначення ступеня зарегульованості стоку, необхідно для початку розрахувати коефіцієнт зарегульованості стоку, якщо корисне споживання за рік при сезонному регулюванні стоку становить  $q_{\text{нетто}} = 1,2 \text{ м}^3/\text{с}$ .

$$\alpha = 1,3 \times 1,2 / 6 = 0,26$$

Враховуючи те, що переважаючими типами ґрунтів у басейні річки Горинь є лесоподібні і легкосуглинисті ґрунти, то коефіцієнт крупності наносів приймаємо 0,30. Звідси, за формулою 1.3, ступень зарегульованості стоку річки Горинь становить:

$$\delta = 0,3 \times (1-0,26) = 0,3 \times 0,74 = 0,22$$

Беручи до уваги, що в долині річки Горинь переважають глинисті ґрунти, об'ємну вагу наносів, яка транспортується річкою, визначаємо за формулою 1.8. і даними таблиці 1.1:

$$\gamma = 2,25/15 + 0,04 \times 40 + 0,35 = 8,05 \text{ т/м}^3$$

Відповідно, виходячи із вище розрахованих параметрів, об'єм наносів, що акумулюється у водосховищі, обчислюємо за формулою 1.7:

$$W_n = ((1 - 0,22 + 0,01) \times (1 + 0,15) \times 9,468 / 8,05) \times 50 = 53,5 \text{ млн. м}^3$$

Кінцевий об'єм наносів, що акумулюється у водосховищах верхів'я річки Горинь, із урахуванням наносів внаслідок перероблення і розмивання берегів (20%) становитиме:  $W = 53,5 \times 10^6 + 0,2 \times 53,5 \times 10^6 = 64\,200\,000 \text{ м}^3$  [1].

Таким чином, у водосховищах вздовж річки Горинь, за 50 років закумулювалось близько 64 млн. м<sup>3</sup> наносів. Що свідчить про високий рівень замуленості водосховищ.

Отож, в ході проведеного дослідження зарегульованості стоку верхньої течії р. Горинь, встановлено, що вага завислих наносів, що транспортується річкою у середній за водністю рік становить 9,468 млн. т; коефіцієнт зарегульованості стоку річки – 0,26, ступінь зарегульованості стоку – 0,22. Об'ємна вага наносів у р. Горинь складає 8,05 т/м<sup>3</sup>. Враховуючи отримані дані, ми розрахували обсяги осадження в верхній частині водосховищ річки Горинь впродовж розрахункового періоду експлуатації, який склав 64 млн. м<sup>3</sup> осадів. Це свідчить про тенденцію водосховищ до забруднення і накопичення відкладів в умовах високого антропогенного впливу, незадовільного екологічного стану та порушення гідрохімічних показників. Такі процеси можуть призвести до пересихання та зникнення водосховища в майбутньому.

Проблема зарегульованості верхів'я річки Горинь є комплексною гідроекологічною проблемою, що поєднує аспекти зміни гідрологічного режиму, морфологічної деградації русла, евтрофікації водойм та втрати біорізноманіття. Подальше функціонування каскадів водосховищ у сучасному вигляді є екологічно нестійким і вимагає переходу до стратегії адаптивного управління.

### 3.2 Пріоритетні напрямки покращення геоecологічного стану Борсуківського та Передмірського водосховищ

Провівши комплексну геоecологічну оцінку сучасного стану і проблем водосховищ у басейні верхньої течії р. Горинь, пріоритетні науково-практичні завдання, які будуть сприяти покращенню їх екологічного стану можна об'єднати у кілька таких напрямів (табл. 3.1).

Таблиця 3.1.

#### Пріоритетні напрямки та завдання для покращення геоecологічного стану водосховищ у верхів'ї річки Горинь

Напрямок	Заходи
Оптимізація землекристування та мінімізація дифузного забруднення водозабірних площ	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Збереження, відновлення та розширення прибережних захисних смуг.</li> <li>2. Впровадження ґрунтозахисних технологій.</li> <li>3. Суворе регламентування використання агрохімікатів.</li> </ol>
Ревіталізація внутрішньоводоймних екосистем та управління донними відкладами	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Вибіркове екологічне днопоглиблення.</li> <li>2. Застосування методів біоремедіації та фітомеліорації.</li> <li>3. Штучна аерація.</li> </ol>
Гідроморфологічна стабілізація та відновлення екологічних зв'язків	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Забезпечення гарантованого екологічного стоку (для Борсуківського і Передмірського водосховищ мінімум на рівні 0,15 м<sup>3</sup>/с).</li> <li>2. Біоінженерне укріплення берегів.</li> <li>3. Реконструкція та відновлення гідротехнічних споруд.</li> </ol>
Вдосконалення системи еколого-гідрологічного моніторингу та моделювання	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Перехід до комплексного водогосподарського моніторингу водойм.</li> <li>2. Гідродинамічне та екологічне моделювання.</li> <li>3. Моніторинг седиментації.</li> </ol>

Покращення геоecологічного стану Борсуківського та Передмірського водосховищ вимагає відходу від фрагментарних заходів до системного басейнового підходу. Пріоритет має надаватися превентивним заходам у

межах водозбору (зменшення ерозії та дифузного стоку) у поєднанні з методами внутрішньоводоймної біоремедіації та сучасним гідродинамічним моделюванням. Реалізація зазначених напрямків дозволить не лише стабілізувати якість води, але й підвищити біорізноманіття, екологічну стійкість та рекреаційну цінність цих штучних водних об'єктів.

Фундаментом для розробки басейнових планів управління є впровадження системи безперервного гідроекологічного моніторингу. Необхідно організувати систематичний фізико-хімічний, токсикологічний та біологічний (біоіндикаційний) контроль якості води у контрольних створах, що дозволить ідентифікувати джерела забруднення та оцінити рівень сапробності водойм [10].

Окремим напрямком ревіталізації є регулювання седиментаційних процесів та санація русла річки і її приток. Замість епізодичного очищення від сміття, необхідне науково обґрунтоване вилучення забруднених донних відкладень (мулу), які виступають вторинним джерелом евтрофування, а також відновлення природної гідроморфології деградованих ділянок річища.

Ключовим вектором зниження дифузного сільськогосподарського забруднення є раціоналізація землекористування у межах водозбору. Першочерговим заходом має стати жорстке регламентування господарської діяльності у прибережних захисних смугах (ПЗС) та їхнє залуження або залісення для перехоплення поверхневого стоку та запобігання береговій ерозії [43].

Перспективним підходом є ренатуралізація деградованих сільгоспугідь у межах заплави та водозбору через створення штучних водно-болотних угідь (ВБУ) та відновлення лісових масивів. Такі екосистеми виконуватимуть роль природних біофільтрів, акумулюючи біогенні елементи та пестициди до їхнього потрапляння у водні об'єкти. Зменшення частки розораних земель та підвищення лісистості басейну сприятиме стабілізації поверхневого стоку та покращенню підземного живлення річки.

Налагодження системи поводження з відходами є критично важливим для зменшення локального антропогенного навантаження. Впровадження принципів циркулярної економіки, зокрема роздільного збору побутових відходів та розвиток інфраструктури для їхньої рекуперації, має стати пріоритетом для органів місцевого самоврядування [22].

Окремою гострою проблемою залишається неконтрольована інфільтрація стічних вод з індивідуальних септиків у підземні горизонти та поверхневі водотоки. Вирішення цієї проблеми вимагає створення централізованої служби асенізаційного обслуговування, аналогічної до операторів з вивезення ПВ. Необхідна паспортизація локальних очисних споруд, укладання договорів на регулярне вивезення мулових мас на комунальні очисні споруди з обов'язковим журналюванням та контролем об'ємів. Координатором цього процесу на рівні територіальних громад має виступати профільний інспектор з питань благоустрою та екологічної безпеки [45].

Ревіталізація річкових екосистем нерозривно пов'язана зі збереженням та відновленням біорізноманіття [45]. Для підтримки екологічної зв'язності та збереження раритетних компонентів флори і фауни необхідне розширення мережі об'єктів природно-заповідного фонду (ПЗФ) у басейні р. Горинь, зокрема створення нових гідрологічних та ботанічних заказників [14].

Ефективність екологічної політики залежить від її інтеграції у стратегії просторового розвитку територіальних громад, які мають враховувати не лише господарські, але й екологічні та рекреаційні потреби населення [26]. Важливим кроком є створення міжсекторальних платформ для координації дій між органами влади, науковими установами та громадськими організаціями, що забезпечить прозорість та синергію у процесі оздоровлення річкового басейну [45].

Таким чином, ключовим пріоритетом покращення геоекологічного стану Борсуківського і Передмірського водосховищ є імплементація ефективних механізмів запобігання скиданню неочищених та недостатньо

очищених стічних вод у поверхневі водні об'єкти басейну р. Горинь. Це передбачає реконструкцію та технічне переоснащення комунальних очисних споруд і каналізаційних мереж у містах і селищах. Окремою проблемою залишається регулювання утилізації локальних стоків у сільській місцевості, що вимагає паспортизації індивідуальних очисних споруд приватних домогосподарств та організації централізованого асенізаційного обслуговування з контролем об'ємів вивезення мулових мас.

Необхідною умовою зниження дифузного забруднення є раціоналізація структури землекористування у межах водозбору. Це передбачає жорстке дотримання правового режиму водоохоронних зон та прибережних захисних смуг, їх залуження або залісення для перехоплення поверхневого стоку та стабілізації берегів. Важливим кроком є ліквідація несанкціонованих місць розміщення відходів у річкових долинах, які виступають джерелом вторинного забруднення водотоків фільтратом.

Для відновлення природної екологічної зв'язності та поліпшення гідродинамічного режиму водотоків необхідне проведення робіт з розчистки берегів і русел від макрофітної рослинності, завалів деревини та антропогенних перешкод гідроморфологічного характеру. Такі заходи сприятимуть відновленню природної проточності, покращенню кисневого режиму та створенню сприятливих умов для функціонування аутохтонних гідробіоценозів.

**Висновки до 3-го розділу.** В ході проведеного дослідження оцінки зарегульованості стоку верхньої течії річки Горинь, встановлено, що вага завислих наносів, що транспортується річкою у середній за водністю рік становить 9,468 млн. т.; коефіцієнт зарегульованості стоку річки – 0,26, ступінь зарегульованості стоку – 0,22. Об'ємна вага наносів, що транспортується у р. Горинь складає 8,05 т/м<sup>3</sup>. На основі одержаних даних, нами розраховано, об'єм замулення Борсуківського і Передмірського водосховищ, за розрахунковий період їх експлуатації (50 років), який становить 64 млн. м<sup>3</sup> наносів.

Пріоритетні заходи для покращення екологічного стану водосховищ у верхів'ї басейну річки Горинь включають підтримку сприятливого гідрологічного режиму та санітарного стану самої річки. Основні дії включають недопущення скиду неочищених та недостатньо очищених вод у поверхневі водні об'єкти басейну, відновлення очисних споруд та каналізаційних мереж у міських населених пунктах, а також забезпечення належної утилізації стічних вод у приватних домогосподарствах сільської місцевості. Важливо також оптимізувати структуру землекористування у басейні річки, забезпечити дотримання правового режиму водоохоронних зон і прибережних захисних смуг, ліквідувати стихійні сміттєзвалища у річкових долинах, а також розчистити береги та русла річок від заростей великотрав'яної рослинності, повалених дерев та штучних перегороджень.

## ВИСНОВКИ

1. Узагальнено та систематизовано методологічні підходи до оцінки зарегульованості стоку річок. Встановлено, що основними водогосподарськими параметрами зарегульованості стоку є: коефіцієнт зарегульованості стоку; вага наносів, що транспортується річкою; об'ємна вага наносів; об'єм замулення водосховищ тощо. В основі розрахунку водного балансу водосховищ, лежать підходи, щодо використання статистичної інформації про кількість опадів (гідрометеорологічна служба) та стоку річки на якій розташовані водосховища (гідрологічні пости).

2. Результати вивчення гідрометричних параметрів водосховищ верхньої течії р. Горинь показали, що загальна площа водних поверхонь цих водосховищ становить 540 га – Борсуківське водосховище (430 га) і Передмірське водосховище (110 га). Повний і корисний об'єми цих водосховищ становить 4,4 млн. м<sup>3</sup>. Максимальні глибини у водосховища коливаються в межах 2,5-2,7 м. Ширина водосховищ в середньому становить до від 1 до 2 км, довжина від 1,6-4,0 км. Нормальний підпірний рівень Борсуківського водосховища – 118,0 м, Передмірського – 226,6 м.

3. За гідрохімічними параметрами якість води у водосховищах верхньої течії річки Горинь можна вважати задовільною. Якість води у досліджуваних водоймах за вмістом важких металів відповідає допустимим рівням ГДК<sub>рибгосп</sub>, за винятком підвищеного вмісту натрію і феруму, що зумовлено природним хімічним складом абіотичних компонентів долини річки Горинь. Встановлено, що на якість води у водосховищах значно впливає антропогенний фактор, зокрема забруднення пов'язані із несанкціонованими скидами приватних домогосподарств, сільськогосподарські змиви, стічні води, скидання органічних речовин тощо.

4. У водному балансі водосховищ верхньої течії річки Горинь переважає сумарне випаровування. За результатами проведених розрахунків встановлено, що коефіцієнт зарегульованості стоку річки Горинь становить 0,26; ступінь зарегульованості стоку – 0,22. Впродовж року річкою транспортується понад 9

млн. т наносів. За розрахунковий період експлуатації (50 років) у Борсуківському і Передмірському водосховищах накопичується близько 60 млн. м<sup>3</sup> наносів.

5. Покращення екологічного стану водосховищ у верхів'ї басейну річки Горинь вимагає комплексного підходу, спрямованого на підтримання сприятливого гідрологічного режиму та забезпечення санітарно-епідеміологічного благополуччя водних об'єктів. Ключовим вектором є імплементація ефективних механізмів запобігання надходженню неочищених та недостатньо очищених стічних вод у поверхневі водотоки басейну. Це передбачає реконструкцію та технічне переоснащення комунальних очисних споруд і каналізаційних мереж у містах і селищах міського типу, а також організацію централізованого асенізаційного обслуговування індивідуальних очисних споруд приватних домогосподарств у сільській місцевості з контролем об'ємів утилізації мулових мас.

Невід'ємною складовою стратегії є оптимізація структури землекористування у межах водозбору, що передбачає дотримання правового режиму водоохоронних зон та прибережних захисних смуг з їх наступним залуженням або залісненням. Пріоритетними заходами також виступають ліквідація несанкціонованих місць розміщення відходів у річкових долинах та проведення гідроморфологічної санації русел – розчистки берегів і водотоків від макрофітної рослинності, завалів деревини та антропогенних перешкод, що відновить природну проточність і покращить кисневий режим водних екосистем.

## ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Базан М. Водогосподарські та рекреаційні параметри Передмірського водосховища. Моделювання еколого-географічних систем: матеріали звітної наукової конференції викладачів, аспірантів, магістрантів, студентів кафедри геоекології та методики навчання екологічних дисциплін та НДЛ. Тернопіль: ТНПУ ім. В. Гнатюка, 2025. С. 158-162.
2. Бедункова О.О. Генотоксичний моніторинг водного середовища у нижній течії річки Горинь. *Агроекологічний журнал*. №1. 2017. С. 36-42.
3. Бондар А.Є. Геоінформаційне моделювання басейну річки Горинь за даними радарної зйомки SRTM засобами ARCGIS. *Меліорація і водне господарство*. Випуск 102. 2016. С. 88-92.
4. Блотний Ю. Розрахунок водного балансу водосховищ верхньої течії річки Серет. Моделювання еколого-географічних систем: матеріали звітної наукової конференції викладачів, аспірантів, магістрантів, студентів кафедри геоекології та методики навчання екологічних дисциплін та НДЛ. Тернопіль: ТНПУ ім. В. Гнатюка, 2023. С. 135-138.
5. Вишневецький В.І. Річки і водойми України. Стан і використання: Монографія. К.: Віопол, 2000. 376 с.
6. Водний кодекс України. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/213/95-%D0%B2%D1%80#Text>
7. Географія Тернопільської області. Т.1. Природні умови та ресурси. За ред. проф. Сивого М.Я. Тернопіль: Крок, 2017. 504 с.
8. Гребінь В.В., Хільчевський В.К., Сташук В.А., Чунарьов О.В., Ярошевич О.Є. Водний фонд України. Штучні водойми. Водосховища і ставки. За ред. В.К. Хільчевського, В.В. Гребеня К.: Інтерпрес, 2014. 163 с.
9. Гребінь В. Внутрішній розподіл стоку води і наносів лівобережних приток Дністра та його сучасні умови. *Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія*. 2005. Т.7. С. 133-142.

10. Грубінко В.В., Гуменюк Г.Б., Волік О.В., Свинко Й.М., Макартні Ф.М. Екосистема зарегульованої водойми в умовах урбонавантаження (на прикладі тернопільського водосховища). Тернопіль: ТНПУ 2013. 202 с.

11. Гущук В.І., Брезецька О.І. Еколого-гігієнічна оцінка якості води річки Горинь. Актуальні питання гігієни та екологічної безпеки України. Збірка тез доповідей науково-практичної конференції. Випуск 16. С.153-155.

12. Загальна гідрологія: підручник. За редакцію Хільчевського В., Ободовського О., Гребіня В. Київ: Видавничо-поліграфічний центр «Київський університет», 2008. 399 с.

13. Іваненко О.Г., Чернов М.І., Даус М.Є. Розрахунки регулювання стоку: навчальний посібник. Одеса: «ТЭС», 2002. 53 с.

14. Клименко О.М., Буцяк В.І. Екологічна оцінка якості води річки Горинь та її приток. *Вісник ЛНУВМБТ ім. С.З. Гжицького*. Том 15. №3 (57). 2013. С. 342-349.

15. Кузик І., Куць С. Водно-балансові дослідження середньої течії річки Збруч. *Вісник Тернопільського відділу УГТ*. №4. 2020. С. 4-8.

16. Кузик І.Р. Структура водокористування водогосподарської ділянки річки Горинь (від витoku до кордону Хмельницької та Рівненської областей). Проблеми та перспективи розвитку сучасної науки: збірник тез доповідей Міжнародної науково-практичної конференції молодих науковців, аспірантів і здобувачів вищої освіти. Рівне: НУВГП, 2023. С. 680-684.

17. Кузик І.Р. Оцінка зарегульованості стоку окремих річок Західного Поділля. Матеріали звітної наукової конференції викладачів, аспірантів, магістрантів, студентів кафедри геоєкології та методики навчання екологічних дисциплін та НДЛ «Моделювання еколого-географічних систем». Тернопіль: ТНПУ, 2023. С. 26-31.

18. Кузик І.Р., Таранова Н.Б. Оцінка зарегульованості стоку річки Серет. *Гідрологія, гідрохімія, гідроекологія*. 2023. №4(70). С. 50-58.

19. Кузик І., Базан М. Сучасний стан водогосподарських та рекреаційних параметрів Борсуківського водосховища. Охорона довкілля: зб.

наук. статей XX Всеукраїнських наукових Таліївських читань. Харків: ХНУ імені В. Н. Каразіна, 2024. С. 143-146.

20. Мариняк Я.О. Деякі територіальні аспекти водно-ресурсного потенціалу Тернопільської області. *Вісник Львівського університету. Серія географічна*. 1994. №19. С. 178-180.

21. Мельник С., Лобода Н. Динаміка водного режиму і стоку наносів річок Поділля. *Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія*. 2009. Т.17. С. 55-62.

22. Мельник Ю., Царик Л., Кузик І. Регламентация господарської діяльності на ставках і водосховищах в басейні річки Нічлава. *Людина та довкілля. Проблеми неоекології*. Вип. 38. 2022. С. 29-38.

23. Методичні вказівки до виконання водогосподарських розрахунків в курсових та розрахунково-графічних роботах з дисциплін «Гідрологія», «Інженерна гідрологія» та «Гідрологія і гідрометрія» для студентів усіх спеціальностей НУВГП денної та заочної форми навчання. За заг. ред. Сливки П.Д., Гопчака І.В. Рівне: НУВГП, 2009. 50 с.

24. Методичні вказівки для виконання гідрологічних розрахунків. Укладач: Сливка П. Д., Стеблівець П. П. Рівне: УДАВГП, 1998. 32 с.

25. Методичні вказівки для самостійної роботи по вивченню дисципліни «Водогосподарські розрахунки» для студентів IV курсу денної форми навчання за напрямком підготовки «Гідрометеорологія». За ред. Захарова М.В. Одеса: ОДЕКУ, 2009. 12 с.

26. Новицька С. Врахування оцінки якості води при використанні водних ресурсів Тернопільської області в рекреаційній галузі. *Наукові записки ТНПУ ім. В. Гнатюка. Серія: географія*. 2017. №1. С. 124-130.

27. Новицька С. Можливості розвитку екологічного туризму в межах перспективного регіонального ландшафтного парку «Малополіський». *Наукові записки ТНПУ ім. В. Гнатюка. Сер.: географія*. 2014. №1. С. 157-162.

28. Пилипович О., Морозовська У. Вплив об'єктів малої гідроенергетики на якість води у річці Серет (лівої притоки Дністра). *Географічна освіта і наука: виклики і поступ: матеріали міжнародної*

науково-практичної конференції, присвяченої 140-річчю географії у Львівському університеті. Відповідальні редактори: В. Біланюк, Є. Іванов. У 3-ох томах. Львів: Простір-М, 2023. Том 3. С. 118-122.

29. Питуляк М.Р., Питуляк М.В. Загальна гідрологія (гідрологія суходолу). Навчально-методичний посібник. Тернопіль, ТДПУ. 2005. 84 с.

30. Природні умови та ресурси Тернопільщини. За заг. ред. М.Я. Сивого, Л.П. Царика. Тернопіль: ТзОВ: «Терно-граф», 2011. 512 с.

31. Природокористування: навчальний посібник. [Царик Л.П, Барна І.М., Грицак Л.Р., Лісова Н.О., Стецько Н.П, Чеболда І.Ю. та ін.]. Тернопіль: ТНПУ, 2015. 398 с.

32. Про схвалення Водної стратегії України на період до 2050 року. Розпорядження Кабінету Міністрів України від 09.12.2022. №1134-р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1134-2022-%D1%80#Text>

33. Романенко В.Д. Основи гідроекології. К.: Обереги, 2011. 726 с.

34. Сливка П.Д., Новосад Я.О., Будз О.П. Гідрологія та регулювання стоку: навчальний посібник. Рівне: УДУВГП, 2003. 288 с.

35. Скиба О.І., Грубінко В.В., Гуменюк В.В. Проблема водозабірних джерел як наслідок евтрофікації і маловоддя та забруднення комунального та сільськогосподарського походження. *East European Scientific Journal*. 2022. №1 (77), С. 9-15.

36. Статнік І.І. Екологічний стан басейну річки Горинь. *Вісник Української державної академії водного господарства*. Вип.1. 1998. С. 78-81.

37. Стецько Н.П., Бицюра Л.О. Тернопільське водосховище як рекреаційний об'єкт. *Наукові записки ТНПУ. Серія: Географія*. 2019. № 1(46). С. 189-197.

38. Стецько Н. Landscape-ecological investigations of the Seret river within Terebovlia area. *Наукові записки ТНПУ ім. В. Гнатюка. Серія: географія*. 2017. №2. С. 150-153.

39. Хільчевський В.К. Сучасна характеристика поверхневих водних об'єктів України: водотоки та водойми. *Гідрологія, гідрохімія, гідроекологія*. 2021. №1 (59). С. 17-27.

40. Хільчевський В.К., Гребінь В.В. Великі і малі водосховища України: регіональні та басейнові особливості поширення. *Гідрологія, гідрохімія, гідроекологія*. 2021. №2 (60). С. 6-17.

41. Хільчевський В.К., Гребінь В.В. Сучасна гідрографічна характеристика ставків в Україні – регіональні басейнові аспекти. *Гідрологія, гідрохімія, гідроекологія*. 2020. №3 (58). С. 20-30.

42. Царик Л.П., Кузик І.Р., Янковська Л.В. Водні об'єкти міста Тернопіль: гідрографія, екологічний стан та водопостачання. *Людина та довкілля. Проблеми неоекології*. Вип. 37. 2022. С. 22-36.

43. Царик В.Л., Царик Л.П., Позняк І.Б. Екологічна небезпека зарегульованих водойм (на матеріалах Тернопільського ставу). *Наукові записки ТНПУ Серія: Географія*. 2017. № 2. С. 140-144.

44. Bytsyura L., Kapusta T. Issue of transformation of water use in Ukraine. *Наукові записки ТНПУ ім. В. Гнатюка. Серія: географія*. 2022. Вип. 2 (53). С. 124-128.

45. Tsaryk L., Yankovs'ka L., Tsaryk P., Novyts'ka S., Kuzyk I. Geocological problems of decentralization (on Ternopol region materials). *Journal of Geology, Geography and Geoecology*. Vol. 29.(1). Dnipro, 2020. P. 196-205. doi: [10.15421/112018](https://doi.org/10.15421/112018).

## ДОДАТКИ

### Додаток А



**Берегова лінія Борсуківського водосховища**

## Додаток Б



**Гідротехнічні споруди (дамба) Борсуківського водосховища**