

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет магістерської та
аспірантської підготовки
Кафедра гідроекології та
водних досліджень

Магістерська кваліфікаційна робота

на тему: Розробка рекомендацій щодо заходів з поліпшення
водообміну заплачних озер гирлової частини річки Дністер

Виконав студент групи МЕГ-2
спеціальності 101 Екологія,
Петришен Вадим Володимирович

Керівник к. геогр. н., доц.,
Гриб Олег Миколайович

Консультант

Рецензент к. геогр. н., доц.,
доцент кафедри гідрології суші
ОДЕКУ
Бояринцев Євген Львович

Одеса 2018

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет магістерської та аспірантської підготовки

Кафедра гідроекології та водних досліджень

Рівень вищої освіти магістр

Спеціальність 101 Екологія
(шифр і назва)

Освітня програма гідроекологія
(шифр і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри гідроекології та
водних досліджень ОДЕКУ

_____ проф. Лобода Н.С.

“ 29 ” ж о в т н я 2018 року

**ЗАВДАННЯ
НА МАГІСТЕРСЬКУ КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ**

Петришену Вадиму Володимировичу
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи «Розробка рекомендацій щодо заходів з поліпшення водообміну
заплавних озер гирлової частини річки Дністер»

керівник роботи Гриб Олег Миколайович, к. геогр. н., доц.,
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом закладу вищої освіти від “05” жовтня 2018 року №271-С.

2. Строк подання студентом роботи “10” грудня 2018 року.

3. Вихідні дані до роботи Дані вимірювання рівнів води на річках Дністер і
Турунчук, звіти з науково-дослідних робіт ОДЕКУ з даними вимірювань
морфометричних характеристик озер, ериків, проток, наукові монографії,
статті, матеріали наукових конференцій, космічні знімки, карти довідники.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно
розробити) Вступ. 1. Сучасний стан та проблеми заплавних водойм Дністра.
2. Науково-методична база для визначення водообміну. 3. Оцінка водовіднов-
лення заплавних озер. 4. Обґрунтування рекомендацій з поліпшення водообміну
озер Біле, Саф'яни та Погоріле. Висновки. Перелік використаних джерел.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)
картосхеми, графіки мінливості та щоденних прирощень рівнів води,
спутникові (космічні) знімки з водними об'єктами, принципові схеми
водообміну та водовідновлення озер, розподіл щоденних прирощень рівнів води.

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв

7. Дата видачі завдання “ 29 ” ж о в т н я 2018 року.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів роботи	Термін виконання етапів роботи	Оцінка виконання етапу	
			у %	за 4-х бальною шкалою
1	Огляд літератури за темою роботи	29.10-31.10.2018 р.	90,0	відмінно
2	Опис сучасного гідроекологічного стану та проблем заплавних водойм нижньої течії Дністра	01.11-04.11.2018 р.	100,0	відмінно
3	Обґрунтування науково-методичної бази для розрахунку водообміну та водовідновлення заплавних озер гирлової частини річки Дністер	05.11-11.11.2018 р.	95,0	відмінно
4	Підготовка даних про основні гідроморфологічні характеристики озер, ериків і проток на території Нижнього Дністра	12.11-18.11.2018 р.	95,0	відмінно
5	Рубіжна атестація	19.11-24.11.2018 р.	95,0	відмінно
6	Здійснення на прикладі озер Біле, Погоріле та Саф’яни розрахунків та обґрунтування рекомендацій щодо заходів з поліпшення водообміну з річками Дністер та Турунчук	25.11-02.12.2018 р.	95,0	відмінно
7	Оформлення роботи, доповіді, презентації	03.12-09.12.2018 р.	95,0	відмінно
8	Подання на кафедру	10.12.2018 р.	100,0	відмінно
9	Перевірка на плагіат	13-14.12.2018 р.	95,0	відмінно
10	Рецензування	19.12.2018 р.	95,0	відмінно
	Інтегральна оцінка виконання етапів календарного плану (як середня по етапам)	29.10-19.12.2018 р.	95,0	відмінно

Студент _____ Петришен В. В.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник роботи _____ Гриб О. М.
(підпис) (прізвище та ініціали)

АНОТАЦІЯ

Петришен В. В. Розробка рекомендацій щодо заходів з поліпшення водообміну заплавних озер гирлової частини річки Дністер. Рукопис. Одеський державний екологічний університет. Одеса, 2018.

В умовах зменшення водності річки Дністер, спричинених збільшенням посушливості клімату та наповненням великих водосховищ в басейні річки, ефективним способом поліпшення екологічного стану заплавних озер є підсилення водообміну з річковою мережею шляхом відновлення старих недіючих проток та ериків, розширення і поглиблення існуючих, створення нових. Тому актуальність вивчення водного об'єкту не викликає сумніву.

Мета роботи – обґрунтування рекомендацій щодо заходів з поліпшення водообміну заплавних озер гирлової-плавневої частини Дністра з урахуванням щоденних прирощень рівнів води, спричинених дією вітру.

Об'єкт дослідження – водообмін заплавних озер річки Дністер.

Методи дослідження – методика професора Тімченка В.М., яку в роботі було адаптовано для умов нижньої течії Дністра.

Результати і новизна – обґрунтовано науково-методичну базу для визначення водообміну заплавних озер річки Дністер, підготовлені дані про основні гідроморфологічні характеристики заплавних озер, ериків і проток, на прикладі озер Біле, Погоріле та Саф'яни, обґрунтовано рекомендації щодо заходів з поліпшення водообміну з річками Дністер і Турунчук шляхом відновлення (розчищення) ериків між озером і русловою мережею з урахуванням щоденних прирощень рівнів води, спричинених дією вітру.

Магістерська робота складається з 5 розділів. Робота складається з 68 сторінок, 13 рисунків, 6 таблиць. У роботі використано 25 літературних джерела з яких 3 іноземні джерела.

Ключові слова: ВОДООБМІН, РЕКОМЕНДАЦІЇ, ЗАПЛАВНІ ОЗЕРА, РІЧКА ДНІСТЕР.

SUMMARY

Petryshen V. V. Development of Guidelines on Measures to Improve the Water Exchange of Flood Plains in the Mouth Part of the Dniester River. Manuscript. Odessa State Environmental University. Odessa, 2018.

In the conditions of reducing the water content of the Dniester River, caused by an increase in the dryness of the climate and the filling of large reservoirs in the river basin, an effective way to improve the ecological status of flood lakes is to increase water exchange with the river by restoring old and inactive channels yerykiv, expansion and deepening of existing ones, creation of new ones. Therefore, the relevance of studying the water body is beyond doubt.

Purpose – justification of guidelines on measures to improve the water exchange of flood plains in the mouth part of the Dniester River taking into account daily increments of water levels caused by the effect of wind.

The object of the study – the water exchange of flood plains of the Dniester River.

Research methods – a methodology developed by Professor Timchenko V. M., which in the work was adapted for the conditions of the lower reaches of the Dniester River.

Results and novelty – grounded methodological basis for determining the water exchange Dniester river floodplain lakes, prepared data on the main hydromorphological characteristics of floodplain lakes, yerykiv and channels, on the example of the Lakes Bile Pogorile and Saf'yany the recommendations for improvement of water exchange with rivers Dniester and Turunchuk are substantiated by restoring (rozchyschuyuchy) yerykiv between lakes and rivers taking into account daily increments of water levels caused by the effect of wind.

Master's thesis consists of 5 chapters. The paper consists of 68 pages, 13 figures, 6 tables. The paper used 25 literary sources from which 3 foreign sources.

Keywords: WATER EXCHANGE, GUIDELINES, FLOOD PLAINS, DNIESTER RIVER.

ЗМІСТ

	<i>Стор.</i>
ВСТУП	7
1 СУЧАСНИЙ ГІДРОЕКОЛОГІЧНИЙ СТАН ТА ПРОБЛЕМИ ЗАПЛАВНИХ ВОДОЙМ НИЖНЬОЇ ТЕЧІЇ ДНІСТРА	10
1.1 Біорізноманіття та екологічна цінність.....	12
1.2 Екологічні (репродукційні) попуски та їх вплив на екосистему дельти Дністра	14
1.3 Використання водних ресурсів і надходження забруднюючих речовин.....	17
1.4 Загальні екологічні вимоги до режиму експлуатації Дністровського водосховища	22
2 НАУКОВО-МЕТОДИЧНА БАЗА ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ ВОДООБМІНУ ЗАПЛАВНИХ ОЗЕР В РУСЛО-ПЛАВНЕВІЙ ЕКОСИСТЕМІ РІЧКИ ДНІСТЕР	24
3 ОЦІНКА ВОДОВІДНОВЛЕННЯ ЗАПЛАВНИХ ОЗЕР У НИЖНІЙ ТЕЧІЇ РІЧКИ ДНІСТЕР.....	45
4 ОБҐРУНТУВАННЯ РЕКОМЕНДАЦІЙ ЩОДО ЗАХОДІВ 3 ПОЛПШЕННЯ ВОДООБМІНУ ЗАПЛАВНОГО ОЗЕРА БІЛЕ 3 РІЧКАМИ ДНІСТЕР І ТУРУНЧУК	50
5 ОБҐРУНТУВАННЯ ПОЛПШЕННЯ ВОДООБМІНУ ЗАПЛАВНИХ ОЗЕР САФ'ЯНИ І ПОГОРІЛЕ ЗА РЕЗУЛЬТАТАМИ ОБЧИСЛЕННЯ КОЕФІЦІЄНТІВ І ПЕРІОДІВ ВОДОВІДНОВЛЕННЯ	55
ВИСНОВКИ.....	63
ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	65

ВСТУП

У сучасний період, через зарегульованість Дністра [1-3] значно змінився його гідрологічний режим і погіршився гідроекологічний стан. Зникають такі червонокнижні види риб, що люблять течію, як марена, вирезуб, чоп, стерлядь. Зникають території де водоплавні та водолюбні птахи можуть годуватися та розмножуватися. Через збудовані дамби, вода у потрібному обсязі не доходить до нижньої течії Дністра, що у свою чергу викликає пересихання ериків та озер які живляться Дністровською водою. У разі побудови ще шести ГЕС – річка опиниться на межі екологічної катастрофи, що призведе до не відворотних втрат біологічного різноманіття [4-13].

Актуальність роботи пов'язана з тим, що в умовах зменшення водності річки Дністер, спричинених збільшенням посушливості клімату та наповненням великих водосховищ в басейні річки, ефективним способом поліпшення екологічного стану заплавних озер є підсилення водообміну з річковою мережею шляхом відновлення старих недіючих проток/єриків, розширення і поглиблення існуючих, створення нових [15-19].

Метою даної роботи є обґрунтування рекомендацій щодо заходів з поліпшення водообміну заплавних озер гирлової-плавневої частини Дністра.

В роботі вирішені наступні завдання:

1. Обґрунтувати науково-методичну базу для розрахунку водообміну заплавних озер гирлової частини річки Дністер.
2. Підготувати дані про основні гідроморфологічні характеристики заплавних озер, ериків і проток.
3. На прикладі озер Біле, Погоріле та Саф'яни здійснити розрахунки та обґрунтувати рекомендації щодо заходів з поліпшення водообміну озер з русловою мережею Дністра.

В основу науково-методичної бази покладено методика професора Тімченка В.М. [18, 19], яку було адаптовано для умов нижньої течії Дністра.

У роботі на прикладі озер Біле, Погоріле та Саф'яни представлені рекомендації щодо підсилення зовнішнього водообміну заплавних водойм шляхом поліпшення зв'язку з русловою мережею річок Дністер та Турунчук.

За результатами багатьох гідроекологічних досліджень заплавних озер великих річок встановлено, що найбільш несприятливі екологічні умови складаються у водоймах, де період водообміну більше 15 діб [19, 20 та ін.]. В них відмічається деградація фітоценозів, акумуляція рослинних залишків (заболочування), слабкий розвиток фітопланктону, збіднілий зоопланктон, дуже бідний зообентос, низьке насичення води киснем, високий вміст органічних речовин.

Ефективним способом оздоровлення екологічних умов в таких заплавних водоймах є підсилення зовнішнього водообміну шляхом поліпшення зв'язку з річковою мережею: відновлення старих (вже недіючих) проток/єриків, розширення і поглиблення існуючих, створення нових [15-19]. Такі заходи є складовою комплексу гідроекологічного оздоровлення заплавних озер і плавнів (насамперед при зменшенні водності в умовах збільшення посушливості клімату [5, 13, 14, 20]) з метою розвитку кормової бази риби, розширення нерестових площ і збільшення рибних та інших гідробіологічних ресурсів.

Отже, необхідно визначити параметри проток/єриків [21], які треба відновити/створити, щоб забезпечити сприятливий водообмін озер для поліпшення якості води та підвищення їх біопродуктивності. Період такого водообміну в озері (τ_{BO} , д) для благополучних водойм має бути не більше 14 діб та не менше 3 діб [18, 22-25].

Результати магістерської кваліфікаційної роботи оприлюднені на 4-ох наукових конференціях: міжнародній науковій конференції молодих вчених «Екологія, неоекологія, охорона навколишнього середовища та збалансоване природокористування» (м. Харків, 2017 р.), XVII конференції молодих вчених ОДЕКУ (м. Одеса, 2018 р.), третій міжнародній науковій конференції молодих вчених «Сучасна гідрометеорологія: актуальні проблеми та шляхи їх вирішення» (м. Одеса, 2018 р.), науково-практичній конференції

всеукраїнського конкурсу студентських наукових робіт за спеціальністю «Екологія» (м. Полтава, 2018 р.). За результатами участі в конференціях опубліковані 4-и тез доповідей [22-25].

1 СУЧАСНИЙ ГІДРОЕКОЛОГІЧНИЙ СТАН ТА ПРОБЛЕМИ ЗАПЛАВНИХ ВОДОЙМ НИЖНЬОЇ ТЕЧІЇ ДНІСТРА

Річка Дністер (в Республіці Молдова – Ністру) бере початок на північно-східних схилах українських Карпат на висоті близько 1000 м над рівнем моря; довжина 1362 км (в Україні 705 км), площа басейну 72,1 тис.км² (з них в Україні 52,69 тис.км²); впадає у Дністровський лиман. Басейн Дністра розташований у межах семи областей України: Львівської, Івано-Франківської, Тернопільської, Хмельницької, Вінницької, Чернівецької та Одеської (рис. 1.1).



Рисунок 1.1 – Басейн річки Дністер

У басейні Дністра знаходиться 14886 річок загальною довжиною 32272 км. Це переважно (97 %) малі річки довжиною до 10 км, лише 11 приток Дністра мають довжину більше 100 км. Щільність річкової мережі найбільша в

карпатській частині басейну, найменша в південній степовій його частині. Правобережжя та лівобережжя також різняться за цим показником. Нерівномірність річкової мережі та кліматичні умови обумовили різну водність приток Дністра. Для верхньої частини басейну, особливо правобережжя, характерним є паводковий режим протягом всього року.

Для річок середньої і нижньої частин басейну характерними є весняна повінь (водопілля) і невеликі паводки у теплу пору року.

Середній багаторічний об'єм стоку Дністра в гирлі становить 10,0 км³/рік, в дуже маловодний рік 95 %-вої забезпеченості він дорівнює 6,12 км³/рік.

У басейні Дністра багато ставків і водосховищ. На початок 21 століття у басейні Дністра (у межах України) було 3447 ставків загальною площею водної поверхні 20,8 тис.га і об'ємом 244,4 млн.м³ та 65 водосховищ загальною площею водної поверхні 24,35 тис.га та повним об'ємом 3253,5 млн.м³, з корисним об'ємом 2156 млн.м³.

З Дністра та його приток відбирається екологічно недопустима частка стоку. У восьмидесяті роки минулого століття забиралось 1,5 млрд.м³ води в рік, з них безповоротно – біля 1,0 млрд.м³/рік. В останні роки забір води зменшився до 0,6-0,7 млрд.м³/рік при безповоротному водоспоживанні біля 400 млн.м³/рік.

Потенційні гідроенергоресурси басейну Дністра оцінюються в 9,09 млрд. кВт·год електроенергії на рік, а економічно доцільні до використання – 2,7 млрд. кВт·год [1, 2].

Ґрунтоутворюючими породами є четвертинні відкладення і продукти вивітрювання третинних осадових і вулканічних порід. До них відносяться відкладення: а) льодовикові і пов'язані з ними флювіогляціальні; б) алювіальні і алювіально-озерні; у) пролювіальні; г) елювіальні; д) осипні і обвальні; е) зсувні; ж) делювіальні; з) елювіально-делювіальні.

У гірській карпатській частині басейну ґрунтовий покрив представлено такими типами ґрунтів: буроземно-підзолисті, буроземно-гірсько-лісові, дерново-буроземні та гірсько-лучні на різних ґрунтоутворюючих породах.

На лівобережжі Дністра та у середній частині його басейну переважають дерново-підзолисті та сірі лісові ґрунти, є площі з опідзоленими та типовими чорноземами, торфово-болотними, лугово-болотними ґрунтами.

У пониззі Дністра (у межах України) ґрунти представлені чорноземами південними, звичайними і типовими. Завдяки значному поширенню вапняків та гіпсів у басейні широко розвинуті поверхневі карстові форми, які обумовлюють перерозподіл стоку.

В долині Дністра і його приток розвинені заплавні місцевості. Вони займають широкі річкові днища долини і складені піщано-галечниковим алювієм з дерново-глейовими ґрунтами з лучною рослинністю, чагарниками з верби, вільхи, крушини. Тут багато стариць, прируслових валів, перезвожених западин, які чергуються з меліорованими землями [3].

1.1 Біорізноманіття та екологічна цінність

За даними Західно-Чорноморського басейнового управління охорони, використання і відтворення водних біоресурсів та регулювання риболовства в пониззях Дністра і Дністровського лиману в 2013 р було виловлено 579 т водних біоресурсів, в тому числі: сазана (коропа) 22,4 т, тарані - 22,3 т, сріблястого карася - 235 т, ляща - 153 т. У квітня 2013 року під час екологічного попуску площа нерестовищ на заплавах луках на ділянці від 45 по 52 км автодороги Одеса-Рені склала близько 50 га. При цьому на 1 га залитого луки налічувалося 5-6 нерестяться самок сазана і 25-30 самців.

Сумарний вилов цих чотирьох видів риб від загального вилову склав в 2011 р - 62,7%, 2012 року - 69,7%, в 2013 р - 74,7%. Збільшення вилову ляща в останні роки (2011р. - 137,5 т., 2012 року - 145,8 т., 2013 г. - 153,0 т.) І сріблястого карася (2011 р.- 104,7 т., 2012 р.- 126,7 т., 2013 г. - 235,0 т.), очевидно, обумовлено їх ефективним нерестом в 2010 році.

Матеріали облікових зйомок 2011-2014 рр., проведених співробітниками Нижньодністровського національного природного парку, підтверджують прямий зв'язок між затопленням заплавних лугів під час екологічних попусків та чисельністю водно-болотних птахів, які харчуються і відпочиваючих на них. Так, відносно сприятливим для птахів був гідрологічний режим Дністра в 2011 і 2013 роках.

В кінці квітня 2013 року на залитих заплавних луках були відзначені зграї каравайок, які харчувалися (рис. 1.2), і незвичайно велика кількість відпочиваючих рожевих пеліканів, чисельність яких в окремі дні сягала кількох сотень (23.04.13 - 500 особин., 26.04.13 - 268 особин).

У 2014 році обсяги екологічного попуску не забезпечили нормального затоплення заплавних лугів. Як наслідок цього в весняний період було відмічено скорочення чисельності більшості видів птахів і відсутність деяких видів, в цей сезон на цій території.

Досліджувана територія також є місцем проживання таких груп тварин як п'явки, комахи, молюски, амфібії і рептилії, включаючи їх червонокнижних представників [3, 7].

Основними факторами, що визначають структуру і видовий склад рослинності заплави Дністра, є водний режим, глибина залягання ґрунтових вод і ступінь засоленості ґрунтів. Нестабільність водного режиму плавневої частині дельти Дністра, обумовлена зарегулюванням стоку, привела до трансформації лучних спільнот заплавних лугів.

Вони періодично відчують нестачу вологи в останні роки, що призводить до формування злаково-різнотравних луків замість заболочених, що переносять затоплення на протязі від 15 до 25 днів.

Відсутність затоплення лугів під час екологічних попусків 2011-2012 рр. призвело до поширення на луках адвентивних видів рослин, в першу чергу дурнишника Ельбські (*Xanthium albinum*); лоха вузьколистого (*Elaeagnus angustifolia*) і аморфи кущової (*Amorpha fruticosa*). Заростання висохлих ділянок лугів інвазивними видами знижує їх цінність як нерестовищ [3, 7, 12].



Рисунок 1.2 – Каравайки на заплавних луках в районі 50-го кілометра автодороги Одеса-Рені в квітня 2013 р. [16]

1.2 Екологічні (репродукційні) попуски та їх вплив на екосистему дельти Дністра

Будівництво в 1954 р. Дубосарського водосховища і введення 1983 р. в експлуатацію Дністровського водосховища повністю змінили природний гідроекологічний режим Дністра. Зарегулювання його стоку негативно відбилося на стані екосистеми дельти Дністра: призвело до деградації заплавних луків, порушення шляхів міграції осетрових видів риб (білуги *Huso huso*, осетра російського *Acipenser guldenstadti colchicus* і севрюги *Acipenser stellatus*), скорочення видового складу іхтіофауни дельтової частини Дністра і значного зменшення кількості деяких видів птахів (каравайки, колпіци, чаплі), занесених до Червоної книги України та у Міжнародні охоронні списки [3].

З метою мінімізації негативних наслідків, пов'язаних з експлуатацією водосховищ, в 1991 р. додатково до «Правил експлуатації Дністровських водосховищ» були розроблені екологічні вимоги до проведення попусків з Дністровського водосховища, які узгоджувалися Міжвідомчою комісією за погодженням режимів роботи дніпровських та дністровських водосховищ. Такі екологічні попуски повинні були забезпечити обводнення плавнів для розвитку іхтіофауни в дельті Дністра, від стану якої залежать рибні ресурси в усьому басейні, а також успішність гніздування птахів і чисельність індикаторних видів (каравайки і жовтої чаплі) в дельті [16].

На початку роботи Дністровського водосховища було запропоновано розділити попуск на два етапи:

– перший - еколого-санітарний або санітарно-промивний (березень-квітень), який проводиться в період весняної повені в березні-початку квітня протягом 5-12 днів в обсягах понад 600 м³/с для промивання плавневих водойм і самих плавнів;

– другий (квітень-травень) – репродукційний (екологічний), що забезпечує проходження репродукційних циклів з залиттям заплавлених лугов в дельті Дністра.

В останні десятиліття з Дністровського водосховища проводиться тільки один попуск - екологічний (репродукційний).

В якості оцінки ефективності екологічних попусків в основному використовується два показника: обводнення заплавлених лугов, що забезпечує проходження нересту, і чисельність і видовий склад птахів на територіях обводнених лугов. Аналіз виконаних екологічних попусків в 2010-2014 рр. показує, що більшість з них не змогли забезпечити достатню обводненість плавнів і прируслових заплавлених лугов в силу різних причин, включаючи і водність певних років. У 2010 і 2013 рр. лише надзвичайні обставини, зумовлені сильними дощами, призвели до вимушеного збільшення скидів з Дністровського водосховища. Взаємозв'язок між затопленням заплавлених лугов

під час екологічних попусків та видовим розмаїттям представлена на прикладі екологічних попусків 2013 - 2014 рр. [16].

В кінці квітня 2013 року на залитих заплавних луках були відзначені зграї каравайок і незвично велику кількість відпочиваючих рожевих пеліканів (рис. 1.3), чисельність яких в окремі дні сягала кількох сотень (23.04.13 - 500 особин, 26.04.13 - 268 особин) і безумовно була пов'язана з наявністю рибних ресурсів.



Рисунок 1.3 – Рожеві пелікани, які відпочивають на заплавній лузі в районі 50-го км траси Одеса-Рені, 23.04.2013 р. [16]

Така різноманітність птахів було викликано тим, що невеликі обсяги екологічного попуску 2013 р. змінилися різкими збільшеннями скидів з Дністровського водосховища через сильні дощі у верхів'ях басейну Дністра. Однак негативною особливістю попуску 2013 р. був той факт, що з 25 квітня рівень води на луках почав різко знижуватися, що призвело до загибелі ікри вищезазначених видів риби [7, 16].

1.3 Використання водних ресурсів і надходження забруднюючих речовин

Основним джерелом водних ресурсів в басейні Дністра є річки. Проте водозабезпеченість в окремих його частинах суттєво різниться. Цьому сприяє нерівномірний розвиток річкової мережі та кліматичні умови. Наявність гірського рельєфу на водозборі створює особливі умови формування стоку й водного режиму річок.

Найбільш багатоводні – карпатські притоки Дністра, значно менші за водністю – річки лівобережжя [2, 7].

В системі водопостачання господарського комплексу на території басейну Дністра нерівномірність річкового стоку дещо компенсується за рахунок його регулювання штучними водоймами. На сьогодні в українській частині басейну регулювання стоку здійснюють на р. Дністер водосховища Дністровського комплексного гідровузла та на притоках – 73 водосховища й 3450 ставків загальною площею водного дзеркала 34,12 тис. га та сумарним об'ємом 663,2 млн.м³.

Суттєве значення в системі водопостачання, особливо для питних потреб населення, мають підземні води. В басейні Дністра прогнозні ресурси підземних вод оцінені в кількості 2025 млн. м³ на рік. Найбільша кількість розвіданих запасів підземних вод зосереджена у верхній та середній частинах басейну [2]. Отже, на сьогодні в басейні Дністра доступними для використання є водні ресурси, що складаються з об'ємів річкового стоку та експлуатаційних запасів підземних вод.

Використовують водні ресурси Дністра на галузеві потреби господарського комплексу не лише на території водозбору ріки, а й поза його межами, зокрема для водопостачання населення та підприємств міст Львова і Чернівців. За даними державного Комітету України по водному господарству визначені та наведені в табл. 1.1 основні показники водокористування в українській частині басейну р. Дністер з 1990 по 2008 рр. [2].

Таблиця 1.1 – Використання водних ресурсів в українській частині басейну р. Дністер у 1990-2008 рр.

Напрями використання	Роки, млн.м ³			
	1990	2000	2005	2008
Забір води, разом	1564	813	692	644
у тому числі:				
- з поверхневих джерел	1117	561	508	475
- з підземних джерел	447	252	184	169
Використання води, разом	1469	652	535	484
у тому числі на:				
- господарсько-питні потреби	508	379	243	214
- виробничі потреби	514	192	208	184
- зрошення	187	15	10	8
- сільгоспводопостачання	164	41	29	27
- ставкове рибне господарство та інші потреби	96	25	45	51
Скинуто зворотних вод у поверхневі водні об'єкти, разом	520	303	283	280
у тому числі:				
- забруднених	113	127	77	58
- нормативно чистих без очистки	263	57	93	98
- нормативно очищених після очистки	144	119	113	110
Безповоротне водоспоживання відносно водних об'єктів	1044	503	400	364
Зворотне та повторно-послідовне водопостачання	–	1767	2595	2335
Валові водопотреби	–	2580	3287	2979

Дані табл. 1.1 свідчать, що з р. Дністер та її приток у 1990 р. на території України забирали близько 1,5 км³ води, що становило 28 відсотки загального стоку р. Дністер в маловодний рік 95%-ної забезпеченості. З усієї кількості забраної води (71% – з поверхневих джерел і 29% – з підземних) на галузеві потреби використовували майже 94% його об'єму, в тому числі: на виробничі

потреби – 35%, господарсько-питні – 34,5%, зрошення – 12,7%, сільськогосподарське водопостачання – 11,2%, ставкове рибне господарство – 6,5%. Після 1990 р. щорічні забори води різко скорочувались і у 2000 р. водокористувачами басейну Дністра на території України було забрано з водних джерел удвічі менше води, ніж у 1990 р. Тенденція зниження забору води характерна як з поверхневих, так і з підземних водних джерел. Причиною цього є спад виробництва у всіх галузях економіки України. Особливо різко він позначився в промисловості та зрошуваному землеробстві. Порівняно з 1990 р. у 2000 р. на виробничі потреби використано майже в 2 рази менше води. Найбільш помітне падіння об'ємів використаної води відбулося в зрошуваному землеробстві. Якщо в 1990 р. на зрошення земель в басейні Дністра на території України використовували 187 млн. м³ свіжої води, то в 2000 р. із-за різкого скорочення зрошуваних земель використано лише 15 млн. м³, а в 2008 р. – 8 млн. м³.

Аналізуючи дані табл. 1.1 можна відзначити, що після 2000 р. спостерігається деяка стабілізація щорічних відборів і використання води на галузеві потреби. Закріпилась і структура використання води різними категоріями водокористувачів. Так, у 1990 р. на території української частини басейну Дністра основним водокористувачем була промисловість, друге місце належало комунальному господарству, третє – зрошуваному землеробству, четверте – сільгоспводопостачанню й п'яте – ставковому рибному господарству.

Після 2000 р. перше місце з об'єму спожитої води стало займати комунальне господарство (44,2%), друге – промисловість (38%), третє та четверте – ставкове рибне господарство та сільгоспводопостачання (відповідно 10,6 і 5,6%), і останнє – зрошення, на потреби якого у 2008 р. використано лише 1,6% спожитої води в цей рік [2].

Поряд із загальними показниками забору та використання води в басейні Дністра спостерігається значне збільшення фізичних об'ємів води в системах зворотного та повторно-послідовного водопостачання. В українській частині

басейну частка такого водопостачання в об'ємі валових потреб води за останні роки становила 79%. В той же час помітно зменшено рівень скиду зворотних вод. В поверхневі водні об'єкти водокористувачами української частини басейну Дністра було скинуто в 2 рази менше зворотних вод, ніж у 1990 р. [2].

Безповоротне водоспоживання в басейні Дністра на території України за 18 років зменшилося з 1044 млн. м³ – у 1990 р. до 384 млн. м³ – у 2008 р., тобто майже в 3 рази. Все це свідчить про більш раціональне використання водних ресурсів в басейні. Але втрати води при її транспортуванні досягли майже 10% від загальної кількості забраної води. Зумовлені вони зношеністю технічного стану магістральних і внутрішньоміських мереж водопостачання.

Повсюдне зменшення об'ємів промислового та сільськогосподарського виробництва в басейні Дністра не призвело до очікуваного покращення якості води. Це пов'язано з надходженням у поверхневі водні об'єкти забруднених стічних вод. Не дивлячись на зменшення об'єму скиду зворотних вод, у 2000 р. в поверхневі водні об'єкти надійшло майже 81% стічних вод, в тому числі 42% – забруднених, з них 90% – недостатньо очищених. Після 2000 р. спостерігається тенденція зменшення скиду стічних вод, натомість у водні об'єкти басейну Дністра щорічно все більше надходять забруднені стічні води без очистки. Так, у 2005-2008 рр. об'єм стічних вод не перевищував 33% в загальній кількості скинутих водокористувачами зворотних вод. Майже 75% з них було очищено на очисних спорудах до нормативно чистих, 25% надійшло у водні об'єкти забрудненими, в тому числі 42% без очистки і 58% недостатньо очищених [2]. Разом зі стічними водами в поверхневі водні об'єкти басейну Дністра надходять і забруднюючі речовини, здебільшого органічні, мінеральні, біогенні та токсичні (табл. 1.2).

За даними табл. 1.2, складеної на підставі статистичної інформації Державного комітету України по водному господарству, динаміка скиду забруднюючих речовин з 1995 по 2008 рр. свідчить про зменшення надходження переважної кількості забруднень у водні об'єкти Дністра.

Таблиця 1.2 – Скиди у поверхневі водні об'єкти в українській частині басейну Дністра забруднюючих речовин у складі стічних вод за період з 1995 по 2008 рр.

Забруднюючі речовини	Кількість забруднюючих речовин, скинутих разом зі стічними водами у водні об'єкти Дністра на території України			
	1995 р.	2000 р.	2005 р.	2008 р.
Об'єм стічних вод, млн. м ³	296	246	190	168
у тому числі:				
без очистки	22,0	12,0	33,0	29,0
недостатньо очищених	138	115	44	28,9
БСК повне, тис. т	5,4	3,1	2,8	2,1
Нафтопродукти, т	48,8	8,7	5,4	3,8
Завислі речовини, тис. т	4,7	3,0	3,0	2,4
Сухий залишок, тис. т	142	119	104	82,9
Сульфати, тис. т	24,5	17,5	15,8	11,7
Хлориди, тис. т	40,8	31,2	24,8	18,6
Фосфор загальний, тис. т	0,1	0,1	0,08	0,0
Азот амонійний, тис. т	1,2	0,8	0,4	0,3
Нітрати, тис. т	1,4	1,4	1,6	1,9
Нітрити, тис. т	0,0	0,01	0,04	0,07
Феноли, т	0,2	0,1	0,02	0,01
СПАР, т	50,0	12,6	12,7	14,9
Жири, масла, т	0,3	0,3	2,5	2,9
Залізо, т	35,6	25,7	29,6	27,3
Мідь, т	0,9	0,1	0,2	0,0
Цинк, т	0,1	0,1	0,03	0,0
Нікель, т	0,0	0,1	0,02	0,01
Хром, т	0,1	0,0	0,0	0,0

В українській частині басейну річки у 2008 р. зменшено скиди органічних і мінеральних речовин порівняно з 1995 р. відповідно на 60 і 92% (за величиною БСК і сухого залишку).

Особливо суттєво скорочено скиди токсичних речовин: нафтопродуктів – з 48,8 т до 3,8 т (у 14 разів), фенолів – з 0,2 т до 0,01 т (у 20 разів), синтетичних поверхнево-активних речовин (СПАР) – з 50 т до 14,9 т (у 3,4 рази) та важких металів (міді, цинку, хрому і нікелю). Натомість збільшено скид біогенних забруднень: нітратів і нітритів відповідно на 26 і 100%, в той час як надходження амонійного азоту зменшено в 4 рази (з 1200 т до 300 т). Збільшено також скид жирів і масел – з 0,3 т до 2,9 т, тобто майже в 10 разів [2].

1.4 Загальні екологічні вимоги до режиму експлуатації Дністровського водосховища

Екологічні вимоги до режиму роботи Дністровського водосховища мають враховувати вимоги трьох складових – окремих найбільш вразливих у екологічному відношенні видів (рослин, тварин), біоценозів, екосистем.

Вимоги визначаються толерантністю окремих складових екосистеми до гідрофізичних і гідрохімічних змін, що відбулися внаслідок роботи гідровузлів.

Збереження та відновлення біологічного різноманіття найчастіше асоціюється з природно-охоронними аспектами біологічних видів. Ця позиція тільки частково відповідає біологічній та екологічній суті проблеми, тому що не враховує екологічні складові природокористування. Переорієнтація пріоритетів від охорони видів (генофонду) до охорони біогеоценозів (ценофонду) та екосистем (екофонду) можливо за умови створення науково-обґрунтованої системи управління екосистемами, де гідробіологічні вимоги є базовими. Біологічне різноманіття визначається природними факторами та умовами водного середовища, придатного до життя та відтворення гено- та ценофонду водойм [2].

З метою захисту гідробіологічної системи річки загальні екологічні вимоги мають бути доповнені вимогами до режиму річкового стоку окремими її

екосистемами. Такими екосистемами можуть бути чутливі зони в басейні річки, що зазнають значного техногенного впливу, але є важливими для збереження біорізноманіття річки та мають велику цінність з погляду екології. Такий підхід дає можливість оцінити негативні наслідки порушення гідробіологічних стандартів і визначити ті частини екосистем, на прикладі яких можна оцінити ступінь ефективності того чи іншого режиму керування басейном річки.

Головним показником дотримання гідробіологічних стандартів щодо режиму роботи ГЕС є іхтіологічні вимоги до умов нересту та розвитку риби. Економічна вигода від забезпечення сприятливих умов для успішного нересту риби є очевидною для господарських керівників, керівників басейнових управлінь і широкої громадськості [2].

В оптимальному варіанті природоохоронний режим роботи Дністровського водосховища має сприяти збереженню його біологічного потенціалу та передбачати збереження природних обсягів і динаміки стоку води в пониззя ріки. Реальна можливість такого режиму має бути забезпечена тільки за умов високої водності річки. У разі малої та середньої водності для підтримання санітарно-екологічного стану в пониззі Дністра необхідно здійснювати санітарні та репродукційні екологічні попуски води.

Керування річковими басейнами має базуватися на принципі захисту екосистем басейну від деградації нижче припустимого мінімального рівня. Однак метою ефективного керування річковим басейном має бути забезпечення, в міру можливості, стійкого розвитку та функціонування екосистем на рівні, більш наближеному до оптимального.

Для реалізації цієї задачі слід розглядати не тільки мінімальні вимоги, що забезпечують захист екосистеми річки від руйнування, а й оптимальні вимоги, що забезпечують стійкий розвиток екосистем і сприяють поліпшенню їх екологічного стану [2, 13-15].

2 НАУКОВО-МЕТОДИЧНА БАЗА ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ ВОДООБМІНУ ЗАПЛАВНИХ ОЗЕР В РУСЛО-ПЛАВНЕВІЙ ЕКОСИСТЕМІ РІЧКИ ДНІСТЕР

Кисневий режим, фізико-хімічні характеристики води та відповідно біологічна продуктивність заплавних водойм багато в чому залежать від величини водообміну з річкою, в систему якої вони входять. Процес заміни води в озерах відбувається по протоках, які їх з'єднують з річковим руслом. Для якісної оцінки заміни озерних вод річковими використовують коефіцієнт водообміну (K_{BO}) [17-19].

Водообмін у заплавних водоймах – це заміна озерних вод річковими, яка обумовлена коливаннями рівнів води в річці. Водообмін найчастіше відбувається через протоки, що з'єднують русло річки з заплавними водоймами (рис. 2.1).

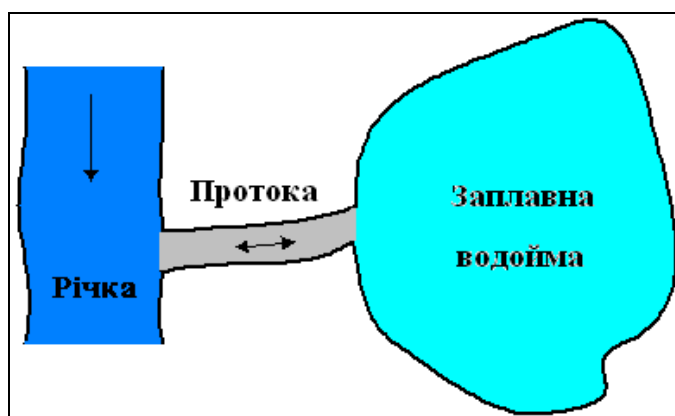


Рисунок 2.1 – Схема водообміну між річкою і заплавною водоймою [19]

При піднятті рівня води в річці (H_p) в протоці виникає уклон водної поверхні в сторону озера. Це пов'язано з тим, що рівень води в озері (H_o) нижче за рівень поверхні річкової води, тоді і річкова вода починає рухатися у

заплавні водойми (рис. 2.2, а), наповнюючи їх, а при спаді – виходить із них (рис. 2.2, б), при цьому в озері залишається частина води, перемішана з річковою, тобто відбувся водообмін.

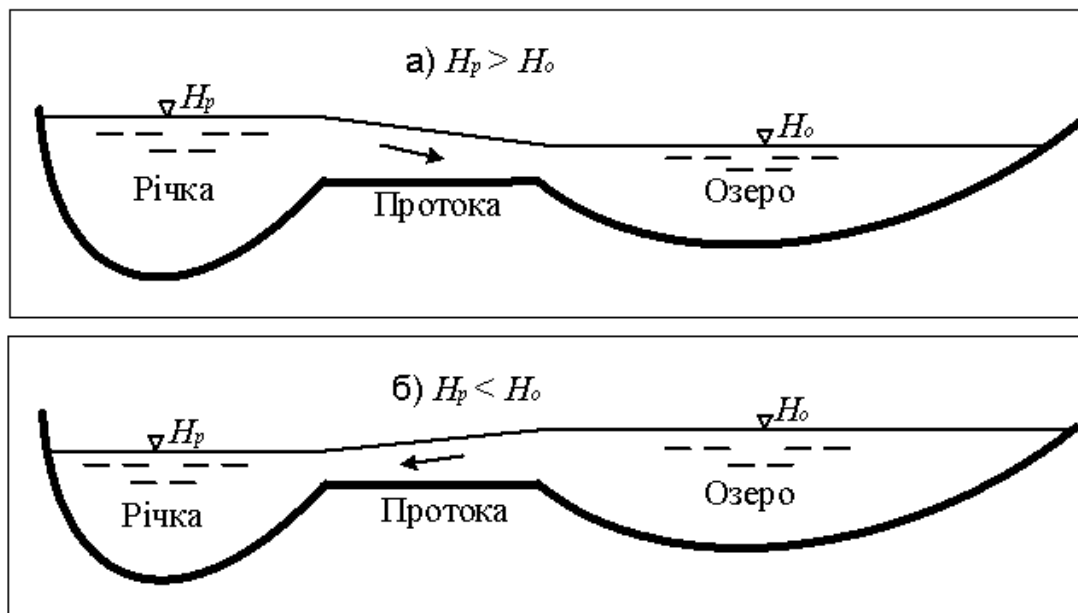


Рисунок 2.2 – Схема перетоку води з річки в озеро (а) та навпаки (б) [19]

Оскільки надходження і вихід води в заплавних озерах відбувається по протоках, що звичайно з'єднують тільки якусь частину водойми, то не вся вода в озері одночасно перемішується з річковою водою. Тому для оцінки кількості заміненої озерної води річковою використовують поняття коефіцієнт водообміну, величина якого вказує на те, яка частина води в озері була замінена річковою. В різних річкових системах процес водообміну в заплавних водоймах відбувається по-різному. Це пов'язано з багатьма факторами, які впливають на цей процес, наприклад, кількістю проток, величиною та частотою перепадів рівнів води в річці, з антропогенним факторами.

На сьогодні, для більшості заплавних водойм гирлової ділянки річки Дністер водообмін з руслом відбувається через одну протоку (єрик, канал).

Вода надходить в озера з русла Турунчука (лівого рукава Дністра), а далі або виходить через другу протоку (при її наявності) в русло Дністра, або – при зниженні рівня води виходить в Турунчук.

Розрахунок водообміну в даному випадку може бути проведений по відомих формулах річкової гідравліки, при умові, що будуть відомі величини коливання рівня води в річці і заплавних водоймах [17-19].

Коефіцієнт водообміну озера за добу K_{BO} (%/д) дорівнює:

$$K_{BO} = \frac{W_{прит}}{W_o} \cdot 100\% , \quad (2.1)$$

де W_o – об'єм води в озері до початку надходження води з річки, м^3 ;

$W_{прит}$ – об'єм притоку (припливу) води в озеро з річки, м^3 .

При відсутності даних вимірювань об'ємів притоку $W_{прит}$ (м^3) його величину визначають з використанням площі водного дзеркала озера F_o (км^2) та прирощення рівня води в озері ΔH_o (см/д) за добу $T_{прит}$ (д):

$$W_{прит} = F_o \cdot \Delta H_o \cdot T_{прит} \cdot 10^4 . \quad (2.2)$$

Прирощення рівня води в озері ΔH_o визначається з використанням прирощення рівня води в річці $\Delta H_{p,i}$ (в місці початку протоки, що з'єднує річку з озером) за допомогою так званого коефіцієнта доступності k_{oz} :

$$\Delta H_o = k_{oz} \cdot \Delta H_{p,i} . \quad (2.3)$$

Коефіцієнт k_{oz} за даними проф. В. М. Тімченко [18] становить:

$$k_{oz} = \Delta H_o / \Delta H_p = 0,055 \cdot M_{np}^{-0,205}, \quad (2.4)$$

де M_{np} – гідравлічний опір протоки, який дорівнює

$$M_{np} = \frac{L_{np} \cdot n_{np}^2}{B_{np}^2 \cdot h_{np}^{3,33}}, \quad (2.5)$$

де L_{np} , B_{np} , h_{np} – відповідно довжина, середні ширина і глибина протоки, м;
 n_{np} – коефіцієнт шорсткості протоки (приймається рівним 0,050) [18, 21].

У зв'язку з тим, що в гирловій ділянці Дністра недостатня кількість гідрологічних постів, де вимірюється мінливість рівня води (рис. 2.3 та 2.4), знайдено емпіричний зв'язок (рис. 2.5) прирощення рівня води на шуканій i -й ділянці річки ($\Delta H_{p,i}$, см/д) з відстанню від гирла Дністра ($L_{p,i}$, км):

$$\Delta H_{p,i} = 10,5 - 0,105 \cdot L_{p,i}, \quad (2.6)$$

де $L_{p,i}$ – відстань до протоки від гирла річки Дністер (км);

$\Delta H_{p,i}$ – прирощення рівня води на шуканій i -й ділянці річки за добу (см/д).

З використанням значення прирощення рівня води на шуканій i -й ділянці річки ($\Delta H_{p,i}$, см/д) та коефіцієнта доступності (k_{oz}) визначаємо прирощення рівня води в озері (ΔH_o , см/д):

$$\Delta H_o = k_{oz} \cdot \Delta H_{p,i}. \quad (2.7)$$

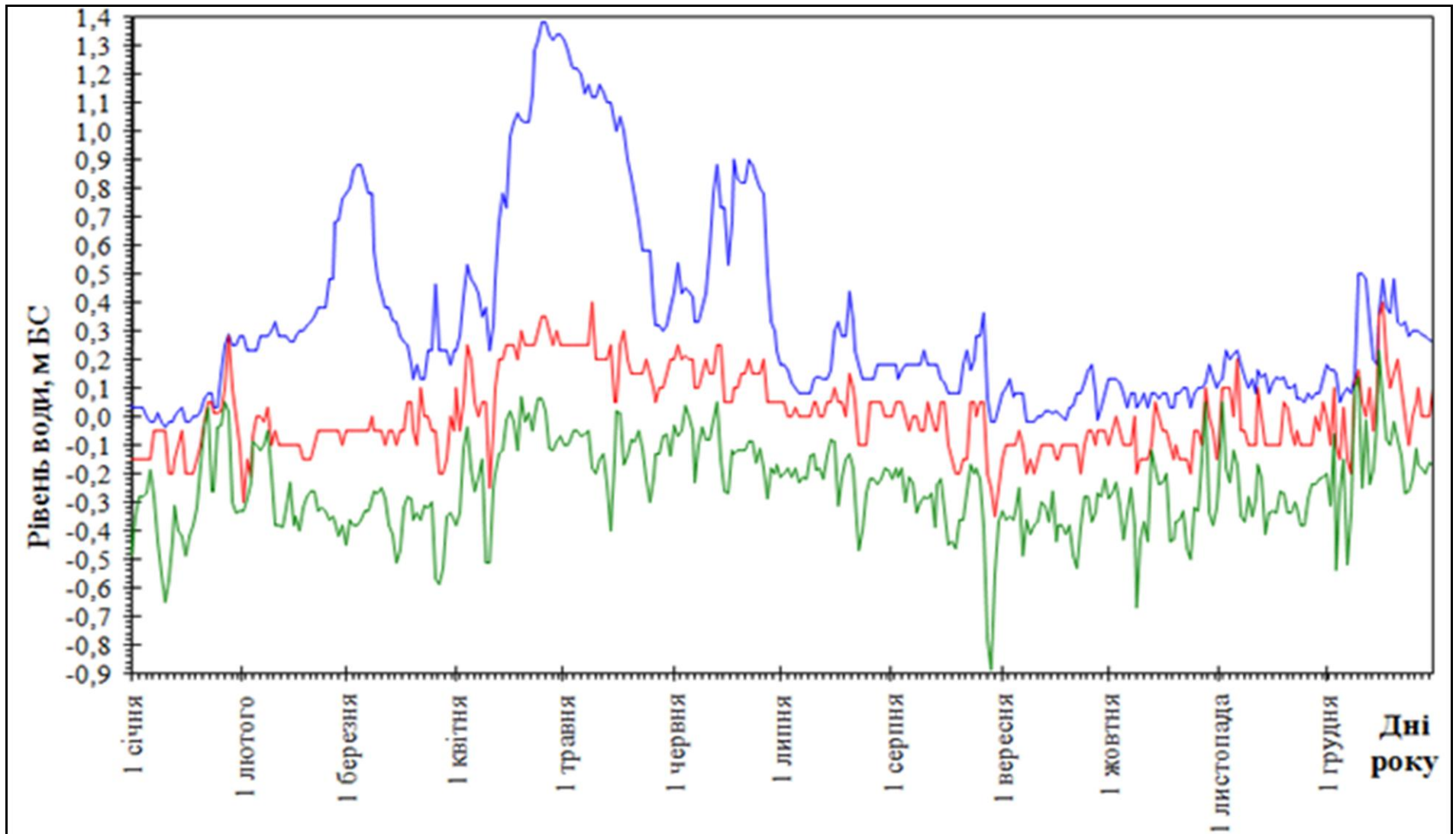


Рисунок 2.3 – Мінливість середньодобових рівнів води в гирловій частині річки Дністер (зверху – р.Турунчук в с.Троїцьке; середня лінія – р.Дністер перед впадінням р.Турунчук; знизу – р.Дністер в с.Маяки, дані ОДЕКУ) у 2012 р.

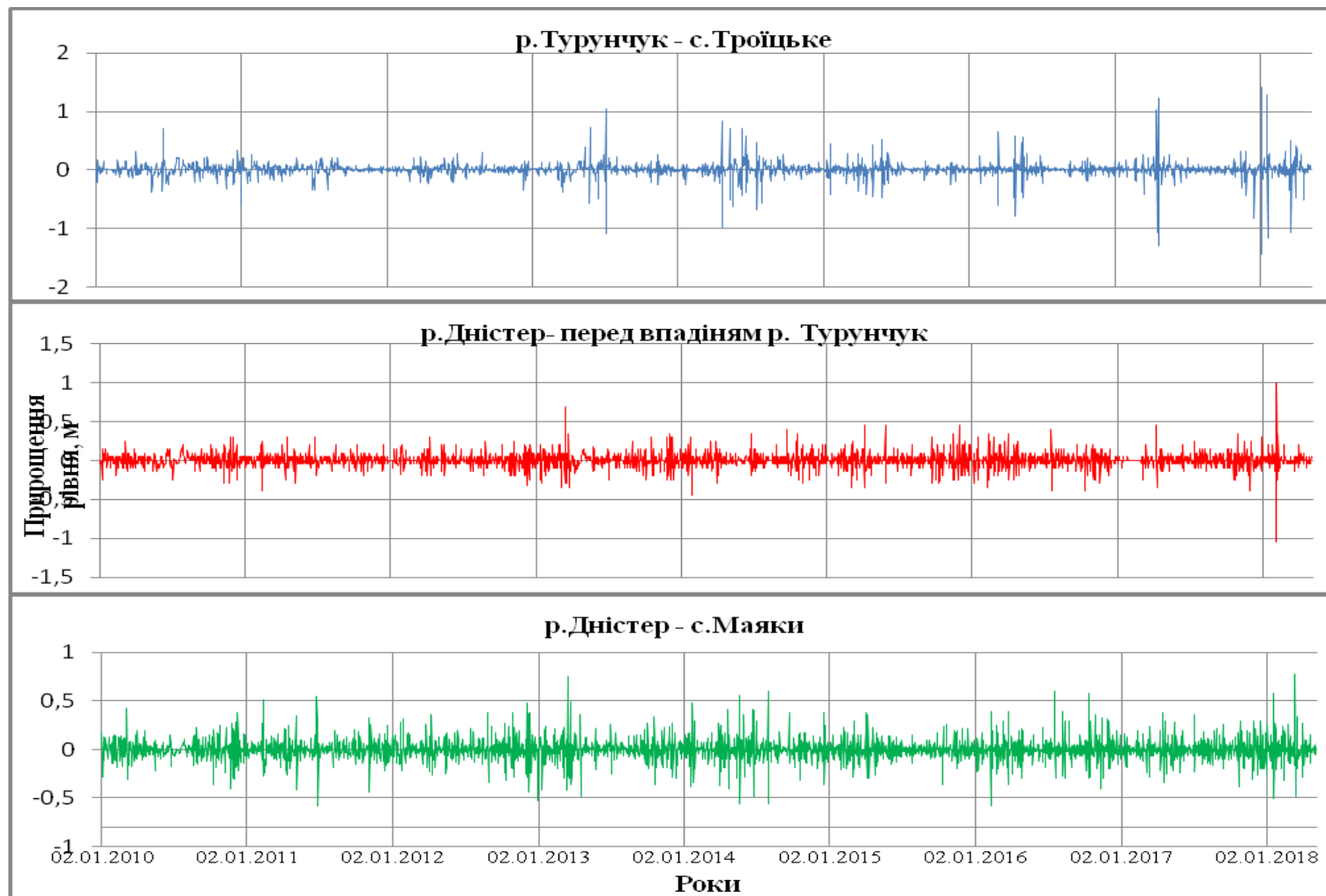


Рисунок 2.4 – Добові прирощення рівнів води в гирловій частині річки Дністер: зверху – р. Турунчук в с. Троїцьке; у середині – р. Дністер перед впадінням р. Турунчук; знизу – р. Дністер в с. Маяки (дані ОДЕКУ, 2010-2018 рр.)

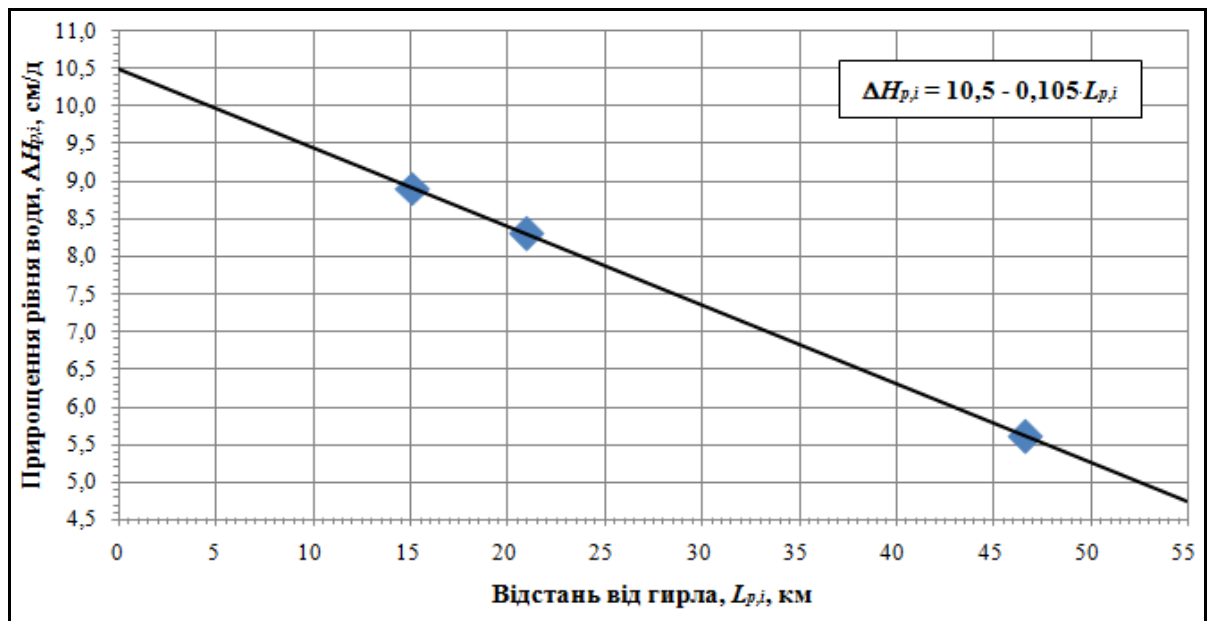


Рисунок 2.5 – Розподіл середньодобових прирощень рівня води на i -й ділянці річки ($\Delta H_{p,i}$, см/д) в залежності від відстані до гирла Дністра ($L_{p,i}$, км)

Період повного водообміну в озері (τ_{BO} , д) визначають за формулою:

$$\tau_{BO} = 100/K_{BO} \cdot \quad (2.8)$$

Площі водної поверхні заплавлених озер річки Дністер (F_o , км²) й інші морфометричні характеристики озер і відповідних проток (рис. 2.6) та відстані від гирла річки до проток, для визначення водообміну наведені в табл. 2.1, 2.2.

Таблиця 2.1 – Місцезнаходження та гідроліко-морфологічні характеристики заплавної частини річки Дністер на території Одеської області України (підготовлено вперше за результатами власних досліджень)

№ п/п	Назва	Місцезнаходження (північна широта N, східна довгота E)	Площа, км ²	Об'єм, тис. м ³	Довжина берега, км	Основні протоки між водоймами та руслами річок	Довжина протоки, км	Ширина протоки, м	Глибина протоки, м
1. На лівому березі р. Турунчук (з півночі на південь)									
1.1	Путрине	На лівому березі р.Турунчук, між с.Градениці та с.Троїцьке (46°33'48.1"N 29°58'54.6"E)	2,59	259	16,0	1 (Прірва) – до р. Турунчук	4,00	10,0	0,6
						2 – до р. Турунчук	1,45	10,0	0,6
1.2	Чорне	На лівому березі р.Турунчук, між с.Троїцьке та с.Яськи (46°30'46.6"N 30°04'00.6"E)	0,482	482	9,92	1 – до р. Турунчук	1,50	5,0	0,6
1.3	Мале Писарське	На лівому березі р.Турунчук, на 0,6 км на південь від с.Яськи (46°29'25.9"N 30°04'44.8"E)	0,006	6	0,32	1 – до Шпакового гирла	0,65	5,0	0,6
						2 – до р. Турунчук	0,50	5,0	0,6

Продовження табл. 2.1

№ п/п	Назва	Місцеположення (північна широта N, східна довгота E)	Площа, км ²	Об'єм, тис. м ³	Довжина берега, км	Основні протоки між водоймами та руслами річок	Довжина протоки, км	Ширина протоки, м	Глибина протоки, м
1.3	Писарське	На лівому березі р.Турунчук, на 0,7 км на південь від с.Яськи (46°29'02.5"N 30°05'39.9"E)	0,378	378	3,01	1 – до р. Турунчук (через Шпакове гирло)	1,40	5,0	0,6
1.4	Попове	На лівому березі р.Турунчук, 1,25 км на захід від м.Біляєвка (46°29'32.6"N 30°09'27.6"E)	0,084	84	2,16	1 – до Шпакового гирла	0,87	5,0	0,6
						2 – до р. Турунчук	0,84	2,0	0,6
1.5	Саф'яни	На лівому березі р.Турунчук, у південно-західному напрямку від м.Біляєвка (46°28'30.1"N 30°11'06.2"E)	0,279	279	4,71	1– до р. Турунчук (через протоку Кудурова)	0,26	4,0	0,6
						2 (Никифорово) – до р. Турунчук	1,28	4,0	0,6

Продовження табл. 2.1

№ п/п	Назва	Місцеположення (північна широта N, східна довгота E)	Площа, км ²	Об'єм, тис. м ³	Довжина берега, км	Основні протоки між водоймами та руслами річок	Довжина протоки, км	Ширина протоки, м	Глибина протоки, м
1.6	Погоріле	На лівому березі р.Турунчук, на південь від м.Біляєвка (46°27'51.9"N 30°12'26.5"E)	0,114	114	3,07	1 – до р. Турунчук (через 3 озера б/н)	1,45	4,0	0,6
						2 – до р. Турунчук (через протоку між м. Біляївка та р. Турунчук	1,26	4,0	0,6
2. Між р. Дністер та р. Турунчук (з півночі на південь)									
2.1	Бублик	На лівому березі р.Дністер (на схід від молдавського с.Пуркари) (46°32'12.3"N 29°54'26.7"E)	0,069	69	1,58	1 – до р. Дністер	0,36	10,0	0,6
2.2	Дунайчик	Між р.Турунчук і р.Дністер, на захід від с.Троїцьке (46°31'41.0"N 29°57'09.3"E)	0,080	80	8,18	1 – до р. Турунчук	0,08	2,0	0,6
						2 – до р. Дністер	0,95	–	0,6

Продовження табл. 2.1

№ п/п	Назва	Місцеположення (північна широта N, східна довгота E)	Площа, км ²	Об'єм, тис. м ³	Довжина берега, км	Основні протоки між водоймами та руслами річок	Довжина протоки, км	Ширина протоки, м	Глибина протоки, м
2.3	Стоячий Турунчук	На правому березі р.Турунчук, 1,5 км на захід від с.Троїцьке (46°31'53.3"N 29°59'41.1"E)	0,100	100	10,1	1 – до р. Турунчук	–	35,0	0,6
						2 – до р. Турунчук	–	15,0	0,6
2.4	Свина	Між р.Турунчук і р.Дністер, на захід від с.Троїцьке (46°31'23.9"N 29°58'28.8"E)	0,192	192	2,00	1 (Шия) – до оз. Стоячий Турунчук	1,10	9,5	0,6
						2 (Свиний ерик) – до оз. Стоячий Турунчук	1,73	9,5	0,6
2.5	Гирло Гречкове	Між р.Турунчук і р.Дністер, у південо- західному напрямку від с.Троїцьке (46°30'42.2"N 30°00'10.7"E)	0,010	10	4,10	1 – до р. Турунчук	0,50	3,0	0,6
						2 – до р. Дністер	0,05	6,0	0,6

Продовження табл. 2.1

№ п/п	Назва	Місцеположення (північна широта N, східна довгота E)	Площа, км ²	Об'єм, тис. м ³	Довжина берега, км	Основні протоки між водоймами та руслами річок	Довжина протоки, км	Ширина протоки, м	Глибина протоки, м
2.6	Нове Гирло Гречкове	Між р.Турунчук і р.Дністер, у південо- західному напрямку від с.Троїцьке (46°30'41.3"N 30°00'10.6"E)	0,024	24	5,10	1 – до р. Турунчук	0,04	1,0	0,6
						2 – до р. Дністер	0,07	5,0	0,6
2.7	Драган	По правому березі р.Турунчук, 1,5 км на південь від с.Троїцьке (46°30'16.8"N 30°01'04.9"E)	0,053	53	1,10	1 – до р. Турунчук	1,07	6,0	0,6
						2 – до оз. Каїро	0,52	6,0	0,6
2.8	Каїро	Між р.Турунчук і р.Дністер, 3,2 км на захід від с.Яськи (46°29'47.3"N 30°01'20.5"E)	0,042	42	1,69	1 – до оз. Драган	0,52	6,0	0,6
						2 – до оз. Велика Гума	1,25	6,0	0,6

Продовження табл. 2.1

№ п/п	Назва	Місцеположення (північна широта N, східна довгота E)	Площа, км ²	Об'єм, тис. м ³	Довжина берега, км	Основні протоки між водоймами та руслами річок	Довжина протоки, км	Ширина протоки, м	Глибина протоки, м
2.9	Велика Гума	На лівому березі р.Дністер, 2,4 км у південо-західному напрямку від с.Яськи (46°29'12.4"N 30°02'14.2"E)	0,027	27	1,41	1 – до оз. Каїро	2,02	1,5	0,6
						2 – до протоки між оз. Кругле-1 та р. Турунчук	0,20	2,5	0,6
						3 (Тараненкове гирло) – до оз. Мішелева стариця	1,46	4,0	0,6
2.10	Мала Гума	На правому березі р.Турунчук, 1,6 км у південо-західному напрямку від с.Яськи (46°29'23.2"N 30°02'47.0"E)	0,002	2	0,41	1 – до оз. Каїро	2,02	1,5	0,6
						2 – до протоки між оз. Кругле та р. Турунчук	0,23	1,5	0,6
2.11	Мішелева стариця	На лівому березі р.Дністер, на кордоні з Р. Молдова (46°28'37.8"N 30°00'34.3"E)	0,138	138	4,31	1 – до р. Дністер	0,06	3,0	0,6

Продовження табл. 2.1

№ п/п	Назва	Місцеположення (північна широта N, східна довгота E)	Площа, км ²	Об'єм, тис. м ³	Довжина берега, км	Основні протоки між водоймами та руслами річок	Довжина протоки, км	Ширина протоки, м	Глибина протоки, м
2.13	Кругле	На лівому березі р.Дністер, на схід від кордону з Республікою Молдова (46°28'50.2"N 30°01'57.0"E)	0,273	273	2,15	1 – до р. Турунчук	2,32	6,0	0,6
						2 – до оз. Криве	0,48	6,0	0,6
2.14	Криве	На лівому березі р.Дністер, 0,6 км на схід від Молдови (46°28'10.5"N 30°01'52.1"E)	0,122	122	3,44	1 – до оз. Кругле	0,48	5,0	0,6
						2 – до р. Дністер	2,02	5,0	0,6
2.15	Канш	На лівому березі р.Дністер, 2,3 км у північно-східному напрямку від молдавського с.Кросмач (46°28'27.9"N 30°00'59.5"E)	0,003	3	0,25	1 – до р. Дністер	0,14	5,0	0,6
2.16	Тудорове	Між р.Турунчук і р.Дністер, 3,1 км на південь від с.Яськи (46°27'50.1"N 30°04'07.4"E)	2,93	293	7,95	1 (Баклан) – до р. Турунчук	1,45	8,0	0,6
						2 – до р. Дністер	1,15	6,0	0,6

Продовження табл. 2.1

№ п/п	Назва	Місцеположення (північна широта N, східна довгота E)	Площа, км ²	Об'єм, тис. м ³	Довжина берега, км	Основні протоки між водоймами та руслами річок	Довжина протоки, км	Ширина протоки, м	Глибина протоки, м
2.17	Миколаєве	На лівому березі р.Дністер, на північ від молдавського с.Тудора (46°27'10.0"N 30°02'24.8"E)	0,084	84	1,61	1 – до р. Дністер (через оз. Криве)	3,68	5,0	0,6
						2 – до р. Дністер	1,07	5,0	0,6
2.18	Горіле	На правому березі р.Турунчук, 3,1 км на південь від с.Яськи (46°28'08.5"N 30°05'44.6"E)	0,100	100	2,09	1 – до р. Турунчук	1,00	5,0	0,6
						2 – до оз. Жукове	1,08	5,0	0,6
2.19	Жукове	На правому березі р.Турунчук, 1,2 км на південь від оз.Горіле (46°27'30.8"N 30°05'30.6"E)	0,021	21	0,97	1 – до оз. Горіле	1,08	5,0	0,6
2.20	Кругле мале	Між р.Дністер і р.Турунчук, на захід від оз.Біле (46°27'17.4"N 30°08'29.8"E)	0,038	38	0,92	1 – до р. Турунчук (через 4 озера б/н)	3,30	5,0	0,6
						2 – до р. Турунчук (через 1 озеро б/н)	3,01	5,0	0,6

Продовження табл. 2.1

№ п/п	Назва	Місцеположення (північна широта N, східна довгота E)	Площа, км ²	Об'єм, тис. м ³	Довжина берега, км	Основні протоки між водоймами та руслами річок	Довжина протоки, км	Ширина протоки, м	Глибина протоки, м
2.21	Біле	Між р.Дністер і р.Турунчук, 3,2 км у південо-західному напрямку від с.Біляєвка (46°27'07.7"N 30°10'49.7"E)	0,994	994	5,07	1 – до р. Турунчук	1,18	4,0	0,6
						2 – до протоки Швидка (Широка) між р. Турунчук та р. Дністер	1,53	4,5	0,6
						3 – до пр. Швидка	1,15	4,0	0,6
						4 – до пр. Швидка	0,07	4,0	0,6
						5 – до пр. Швидка	0,10	4,0	0,6
2.22	Мале	0,7 км на захід оз.Біле (46°27'02.4"N 30°09'53.7"E)	0,002	2	0,24	1 – до оз. Біле	0,70	4,0	0,6
						2 – до р. Дністер	1,92	5,0	0,6
2.23	Проточне	На правому березі р.Турунчук, 0,35 км на північ від оз.Біле (46°27'36.7"N 30°10'42.4"E)	0,007	7	0,41	1 – до р. Турунчук	0,62	5,0	0,6
						2 – до оз. Біле	0,31	5,0	0,6

Продовження табл. 2.1

№ п/п	Назва	Місцеположення (північна широта N, східна довгота E)	Площа, км ²	Об'єм, тис. м ³	Довжина берега, км	Основні протоки між водоймами та руслами річок	Довжина протоки, км	Ширина протоки, м	Глибина протоки, м
2.24	Кутове	На правому березі р.Турунчук, 0,3 км у північно-східному напрямку від оз.Біле (46°27'29.2"N 30°11'12.8"E)	0,001	1	0,12	1 – до пр. Швидка	1,10	5,0	0,6
						2 – до оз. Біле	0,28	5,0	0,6
2.25	Стрілка	На з'єднанні р.Дністер і р.Турунчук (46°26'57.2"N 30°12'04.1"E)	0,086	86	2,02	1 – до р. Турунчук	0,20	5,0	0,6
						2 – до пр. Швидка	0,85	5,0	0,6
3. Між р. Дністер та Дністровським лиманом (з заходу на схід)									
3.1	Давидове	1,25 км від кордону з Республікою Молдова, на схід від с.Удобне (46°22'20.1"N 30°06'02.1"E)	0,061	61	1,85	1 – до р. Дністер	5,97	5,0	0,6
3.2	Бабка	На кордоні з Республікою Молдова, 1,2 км на південь від молдавського с.Паланца (46°23'26.5"N 30°06'26.3"E)	0,008	8	0,55	1 – до р. Дністер	3,37	5,0	0,6

Продовження табл. 2.1

№ п/п	Назва	Місцеположення (північна широта N, східна довгота E)	Площа, км ²	Об'єм, тис. м ³	Довжина берега, км	Основні протоки між водоймами та руслами річок	Довжина протоки, км	Ширина протоки, м	Глибина протоки, м
3.3	Тіора	На північ від Дністровського лиману, 4,2 км на захід від с.Маяки (46°23'27.7"N 30°07'58.6"E)	0,002	2	0,25	1 – до р. Дністер	2,71	4,0	0,6
						2 – до лиману Дністровського	1,20	4,0	0,6
						3 – до лиману	1,93	4,0	0,6
3.4	Гармани західні	На північ від Дністровського лиману, на захід від с.Маяки (46°24'58.2"N 30°12'18.0"E)	0,007	7	0,35	–	–	–	0,6
3.5	Гармани східні	На північ від Дністровського лиману, на правому березі р.Дністер (46°24'51.0"N 30°12'26.5"E)	0,001	1	0,13	–	–	–	0,6
3.6	Глибоке	На 800м північніше Дністровського лиману (46°24'18.4"N 30°12'32.6"E)	0,001	1	0,12	–	–	–	0,6

Продовження табл. 2.1

№ п/п	Назва	Місцеположення (північна широта N, східна довгота E)	Площа, км ²	Об'єм, тис. м ³	Довжина берега, км	Основні протоки між водоймами та руслами річок	Довжина протоки, км	Ширина протоки, м	Глибина протоки, м
3.7	Саніна	4 км на північний захід від моста в с.Маяках (46°25'22.3"N 30°12'35.6"E)	0,002	2	0,20	1 – до озера Старий Турунчук	2,00	2,0	0,6
3.8	Роздільне	3,2 км на захід від моста в с.Маяки (46°24'47.2"N 30°13'05.9"E)	0,001	1	0,10	–	–	–	0,6
3.9	Сафоново (Сафроново)	0,8 км на північ від Дністровського лиману (46°24'14.6"N 30°13'12.0"E)	0,005	5	0,49	1 – до лиману Дністровського	0,92	2,0	0,6
3.10	Старий (Стоячий) Турунчук	1,5 км на захід від моста в с.Маяки (46°24'32.1"N 30°14'31.0"E)	0,236	472	9,10	1 – єр. Олександрівський	1,56	12,0	0,6
						1 – єр. Фестивальний	0,41	2,5	0,6
3.11	Олександрівські озера	0,9 км на південний-захід від моста в с. Маяки (46°24'26.9"N 30°15'09.0"E)	0,016	16	1,36	1 – до р. Дністер (через єрик Олександрівський)	0,75	1,5	0,6

Продовження табл. 2.1

№ п/п	Назва	Місцеположення (північна широта N, східна довгота E)	Площа, км ²	Об'єм, тис. м ³	Довжина берега, км	Основні протоки між водоймами та руслами річок	Довжина протоки, км	Ширина протоки, м	Глибина протоки, м
4. Між р. Дністер та р. Глибокий Турунчук (з півночі на південь)									
4.1	Васильки	2,2 км на південь від розвилки між р.Дністер і р. Глибокий Турунчук (46°22'05.6"N 30°15'36.9"E)	0,008	8	0,53	1 – до р. Глибокий Турунчук	0,85	1,0	0,6
						2 – до р. Дністер	1,57	1,5	0,6
4.2	Мала Вільха	4,7 км на південь від с.Маяки та 3,5 км на захід від с.Надлиманське (46°21'11.1"N 30°17'22.7"E)	0,005	5	0,38	1 – до р. Дністер	0,21	10,0	0,6
4.3	Вільха (Велика Вільха)	5,4 км на південь від с. Маяки та 3,8 км на захід від с.Надлиманське (46°20'45.5"N 30°17'08.7"E)	0,002	2	0,20	1 – до р. Дністер	1,29	2,5	0,6
						2 – до р. Дністер	0,37	2,5	0,6



Рисунок 2.6 – Картосхема середньої частини плавнів р. Дністер з позначенням не діючих на сьогодні проток та сриків (червоним кольором) для деяких заплавноїх озер (підготовлено за результатами власних досліджень)

3 ОЦІНКА ВОДОВІДНОВЛЕННЯ ЗАПЛАВНИХ ОЗЕР У НИЖНІЙ ТЕЧІЇ РІЧКИ ДНІСТЕР

Розрахунок водовідновлення водойм пов'язаний з тим, що не завжди інтенсивний водообмін сприяє покращанню екологічного стану озера та поліпшенню якості води в ньому. Це відбувається тоді, коли річкові води, за рахунок яких йде водообмін, мають великі концентрації забруднюючих хімічних речовин, що може викликати погіршення якості води заплавних озер, зниженню їх біологічної продуктивності та занепаду даної водної екосистеми.

Для якісної оцінки інтенсивності водообміну використовують коефіцієнт водовідновлення (K_{BB}), алгоритм розрахунку якого наведено нижче.

У більшості заплавних водойм надходження і відтік води при водообміні з річковою системою відбувається по тих самих протоках. У таких випадках при відтоку з водойми бере участь велика кількість річкової води, що надійшла в озеро в період притоку води.

Уявімо (рис. 3.1 а), що перед початком надходження річкової води у водойму ($H_p=H_o$) об'єм води в озері складає W_o , а концентрація якоїсь консервативної речовини в озерній воді дорівнює S_o , в річкових водах – S_p , а у воді протоки – S_{np} , при цьому, $S_{np} \approx S_p$.

За період, коли в річковій системі йде підйом рівня води, тобто $H_p > H_o$ (рис. 3.1 б), в озеро надходить об'єм річкової води $W_{прит}$, з концентрацією консервативної речовини $S_{прит}$ ($S_{прит} \approx S_{np} \approx S_p$).

У процесі наповнення водойми межа між «старою» і «новою» водою через перемішування «розмивається», отже формується область змішаної води, об'єм якої складає $W_{змиш}$, а концентрація консервативної речовини дорівнює $S_{змиш}$, значення якої визначається за рівнянням (3.1)

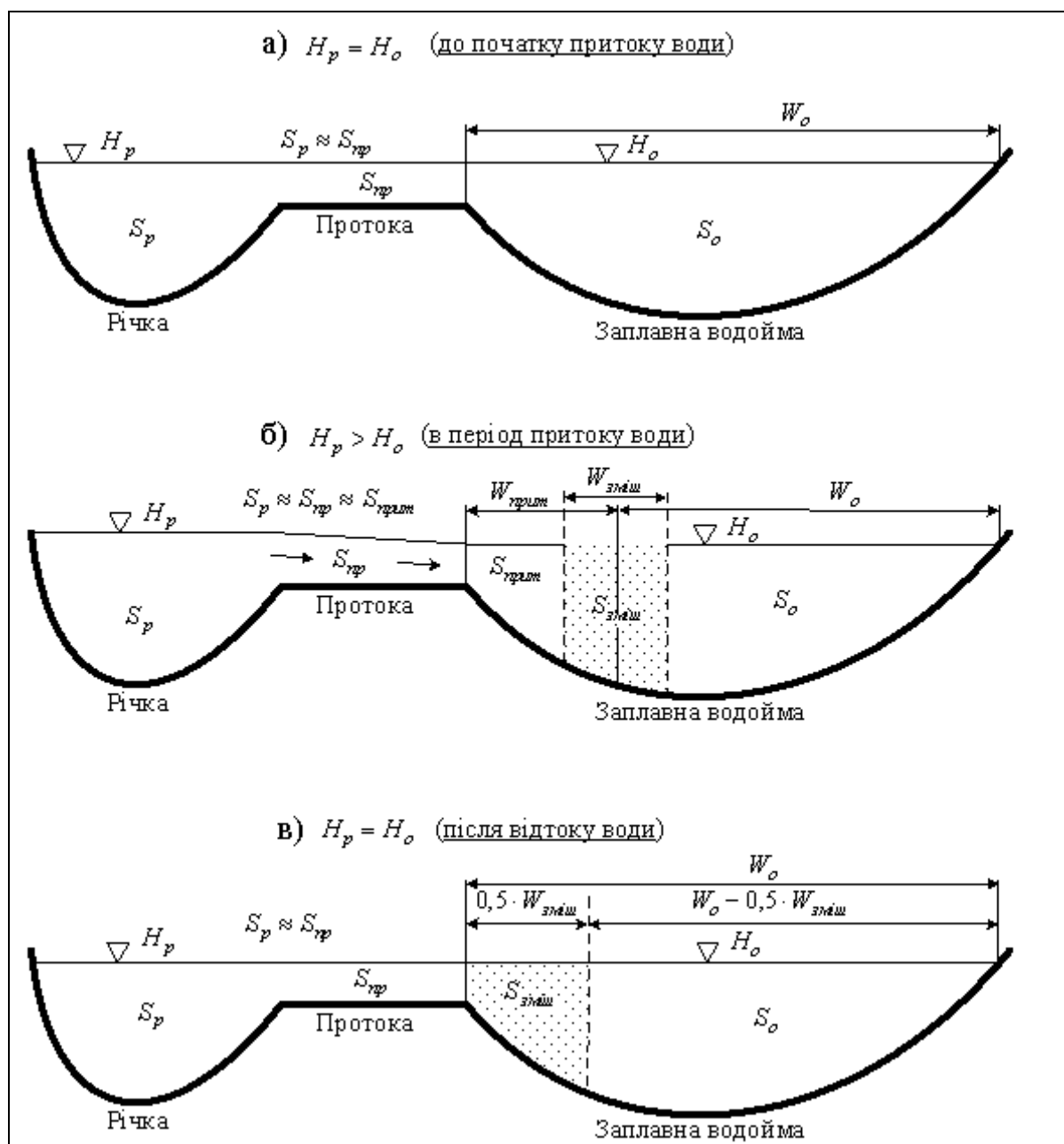


Рисунок 3.1 – Схема водовідновлення заплавної водойми [19]

$$S_{зміш} = 0,5 \cdot (S_o + S_{прит}). \quad (3.1)$$

Після спаду рівня води в річці до значення H_p , тобто до того яке спостерігалось перед підйомом рівня, та відтоку води з водойми до рівня H_o , половина змішаної води покидає водойму, залишивши в озері об'єм, що складає $0,5 \cdot W_{зміш}$, а інший простір займає «стара» вода (рис. 3.1 в).

Якщо в кінці циклу притоку-відтоку води, в озері залишається початкова кількість води W_o , то загальна кількість консервативної речовини у водоймі в цей момент часу ($S'_o \cdot W_o$) визначається за рівнянням (3.2):

$$S'_o \cdot W_o = S_o \cdot (W_o - 0,5 \cdot W_{зміш}) + S_{зміш} \cdot 0,5 \cdot W_{зміш}. \quad (3.2)$$

Після перетворень рівняння (3.2), з врахуванням (3.1), одержуємо рівняння (3.3) для розрахунку коефіцієнту водовідновлення K_{BB} (%/д):

$$K_{BB} = \frac{S'_o - S_o}{S_{прит} - S_o} \cdot 100\% = 0,25 \cdot \frac{W_{зміш}}{W_o} \cdot 100\%. \quad (3.3)$$

Об'єм змішаної води обчислюється за рівнянням (3.4)

$$W_{зміш} = L_{зміш} \cdot B_o \cdot (h_{сер} + 0,5 \cdot \Delta H_o), \quad (3.4)$$

де B_o – середня ширина заплавної водойми (м);

$h_{сер}$ – середня глибина водойми на початку циклу притоку-відтоку (м);

ΔH_o – величина підйому рівня води у водоймі при наповненні (м);

$L_{зміш}$ – довжина зони змішування води в озері (м).

Довжина зони змішування води визначається за рівнянням (3.5)

$$L_{зміш} = \sqrt{NK_L T}, \quad (3.5)$$

де N – стала (для заплавних водойм приймається, що $N = 2$) [18];

T – тривалість циклу притоку-відтоку води, яка для заплавних водойм в нижній течії Дністра дорівнює, $T = T_{прит} + T_{відт} = 24 \text{ год} + 24 \text{ год} = 48 \text{ год}$;

K_L – коефіцієнт горизонтального турбулентного перемішування ($\text{м}^2/\text{год}$).

Для озер з площею водного дзеркала до 6 км² за даними роботи [17] встановлено зв'язок величин коефіцієнта горизонтального турбулентного перемішування K_L , м²/год, з площею водного дзеркала F_o , км² (рис. 3.2):

$$K_L = 28 \cdot F_o \quad (3.6).$$

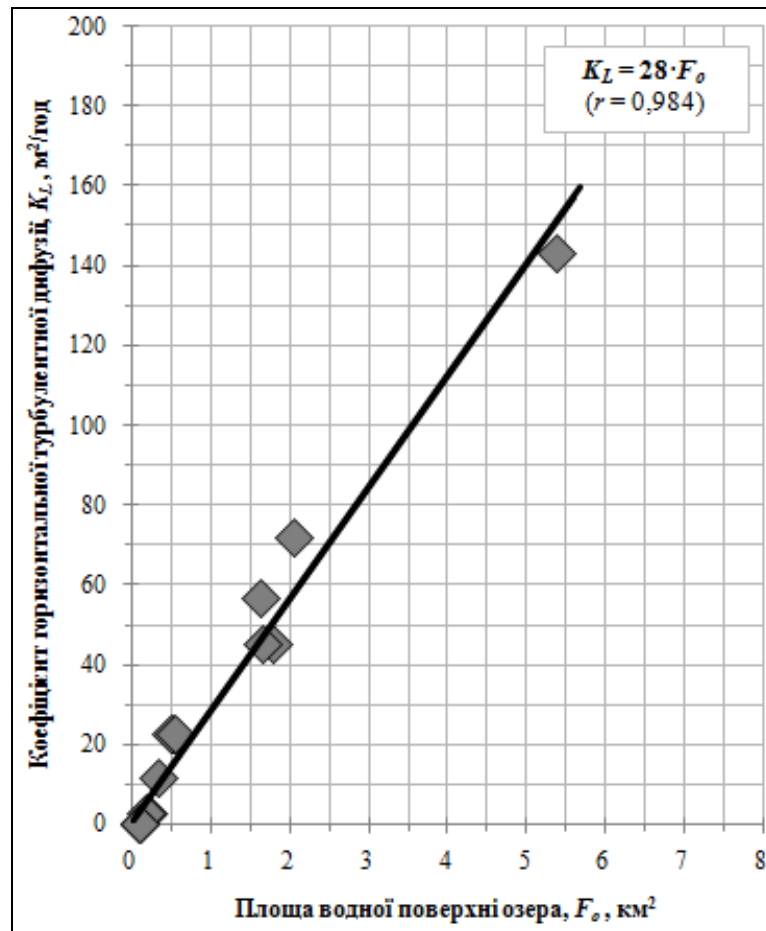


Рисунок 3.2 – Зв'язок величин коефіцієнта горизонтального турбулентного перемішування заплавних озер K_L з площами водного дзеркала озер F_o

Після визначення K_{BB} , можна розрахувати концентрацію будь-якої консервативної хімічної речовини (S'_o), яка буде спостерігатися у водоймі після закінчення циклу притоку-відтоку води:

$$S'_o = 0,01 \cdot K_{BB} \cdot (S_{прит} - S_o) + S_o. \quad (3.7)$$

Період водовідновлення води в озері (τ_{BB} , д) визначають за формулою:

$$\tau_{BB} = 100 / K_{BB} . \quad (3.8)$$

4 ОБҐРУНТУВАННЯ РЕКОМЕНДАЦІЙ ЩОДО ЗАХОДІВ З ПОЛПШЕННЯ ВОДООБМІНУ ЗАПЛАВНОГО ОЗЕРА БІЛЕ З РІЧКАМИ ДНІСТЕР І ТУРУНЧУК

При $\tau_{BO} = 14$ д, добове значення коефіцієнту водообміну (K_{BO}) дорівнює:

$$K_{BO} = 1/\tau_{BO} = 0,0714 \text{ д}^{-1}.$$

Для забезпечення такого водообміну в оз. Біле (рис. 4.1) добовий об'єм припливу води з річкових русел Дністра та Турунчука (W_{np}) має дорівнювати:

$$W_{np} = K_{BO} \cdot W_o = 0,0714 \cdot 1000000 = 71400 \text{ м}^3/\text{д}.$$

Прирощення рівня води в озері (ΔH_o) при такому припливі вод складає:

$$\Delta H_o = 100 \cdot W_{np} / F_o = 100 \cdot 71400 \text{ м}^3 / 1000000 \text{ м}^2 = 7,1 \text{ см/д}.$$

Добові прирощення рівня води в русловій мережі (ΔH_p) поблизу оз. Біле (у річках Дністер і Турунчук та в протоці Швидка), які спричинюються щоденними згінно-нагінними явищами за рахунок впливу вітру, в середньому дорівнюють 8,0 см/д.

Таким чином, є реальна можливість для забезпечення необхідних добових припливів води в озеро.



Рисунок 4.1 – Місцезнаходження озера Біле, річок Дністер і Турунчук, проток та ериків [22]

Величина загального гідравлічного опору всіх ериків, через які має відбуватися приплив води в озеро, дорівнює:

$$M_{заг} = 0,741 \cdot 10^{-6} \cdot k_{оз}^{-4,88} = 0,741 \cdot 10^{-6} \cdot 0,89^{-4,88} = 0,0000013,$$

де $k_{оз}$ – коефіцієнт доступності, який дорівнює:

$$k_{оз} = \Delta H_o / \Delta H_p = 7,1 / 8,0 = 0,89.$$

Для оз. Біле, в яке річкова вода має втікати одночасно через шість ериків (рис. 4.1), $M_{заг}$ буде дорівнювати:

$$M_{заг} = \left(M_1^{-0,5} + M_2^{-0,5} + M_3^{-0,5} + M_4^{-0,5} + M_5^{-0,5} + M_6^{-0,5} \right)^{-2} = 0,0000013.$$

Гідравлічний опір ериків визначався за відомою формулою річкової гідравліки [19]:

$$M_i = \frac{L_i \cdot n_i^2}{B_i^2 \cdot h_i^{3,33}},$$

де L_i – довжина русла, м;

B_i – середня ширина, м;

h_i – середня глибина, м;

n_i – коефіцієнт шорсткості русла (для всіх ериків приймалися рівним 0,025 згідно роботи [21]).

Довжина та середня ширина ериків визначались за даними топографо-геодезичних вимірювань з використанням топографічних карт і супутникових знімків та результатів натурних обстежень місцевості.

Рекомендується довжину ерика 1 взяти рівною 1200 м, ерика 2 – 1400 м, ерика 3 – 1100 м, ерика 4 – 1300 м, ерика 5 – 70 м, ерика 6 – 300 м.

Для ериків 1-4 середня ширина рекомендується рівною 10,0 м, а для ериків 5 і 6 – 20,0 м.

Вибираючи глибини ериків враховано, що найбільша глибина оз. Біле сягає 2,5 м (середня глибина озера дорівнює 1,0 м, товщина шару донного мулу на сьогодні становить 1,5 м), тому рекомендується поглиблювати ерики до глибин не більше найбільшої глибини в озері.

За результатами розрахунків визначено, що величина гідравлічного опору ерика 1 має дорівнювати $M_1 = 0,00036$, ерика 2 – $M_2 = 0,00041$, ерика 3 – $M_3 = 0,00033$, ерика 4 – $M_4 = 0,00038$, ерика 5 – $M_5 = 0,000005$, ерика 6 – $M_6 = 0,000022$.

Необхідно зазначити, що проектні величини довжини та середньої ширини проток мають бути визначені за результатами детальних натурних обстежень місцевості. При закладанні ширини і глибини нових проток слід враховувати можливості екскаваторів і днопоглиблювальної техніки [15, 16]. Крім того, глибини проток не повинні перевищувати найбільші глибини в сучасному руслі річки (на ділянці проток і ериків) [22-25].

Контроль розрахунків загального гідравлічного опору ериків $M_{заг}$ виконується за наступним рівнянням:

$$M_{заг} = \left(M_{np-1}^{-0,5} + M_{np-2}^{-0,5} + \dots + M_{np-j}^{-0,5} \right)^{-2} = \left(\left(\frac{L_{np-1} \cdot n_{np-1}^2}{B_{np-1}^2 \cdot h_{np-1}^{3,33}} \right)^{-0,5} + \left(\frac{L_{np-2} \cdot n_{np-2}^2}{B_{np-2}^2 \cdot h_{np-2}^{3,33}} \right)^{-0,5} + \dots + \left(\frac{L_{np-j} \cdot n_{np-j}^2}{B_{np-j}^2 \cdot h_{np-j}^{3,33}} \right)^{-0,5} \right)^{-2} \quad (4.1)$$

Якщо середні ширина B_{np} і глибина h_{np} та коефіцієнт шорсткості n_{np} для всіх проток мають однакові величини, то рівняння (5.1) набуває вигляду:

$$M_{заг} = \frac{n_{np}^2}{B_{np}^2 \cdot h_{np}^{3,33}} \cdot \left(L_{np-1}^{-0,5} + L_{np-2}^{-0,5} + \dots + L_{np-j}^{-0,5} \right)^{-2}. \quad (4.2)$$

Якщо середня глибина h_{np} та коефіцієнт шорсткості n_{np} є однаковими для всіх проток, а довжина L_{np-j} та середня ширина B_{np-j} , для кожної протоки різні, то рівняння (4.1) прийме вигляд:

$$M_{заг} = \frac{n_{np}^2}{h_{np}^{3,33}} \cdot \left(\left(\frac{L_{np-1}}{B_{np-1}^2} \right)^{-0,5} + \left(\frac{L_{np-2}}{B_{np-2}^2} \right)^{-0,5} + \dots + \left(\frac{L_{np-j}}{B_{np-j}^2} \right)^{-0,5} \right)^{-2}. \quad (4.3)$$

Після трансформації рівняння (4.3) середню глибину h_{np} проток можна визначити за наступним рівнянням:

$$h_{np} = 3,33 \sqrt[3]{\frac{n_{np}^2}{M_{заг}} \cdot \left(\left(\frac{L_{np-1}}{B_{np-1}^2} \right)^{-0,5} + \left(\frac{L_{np-2}}{B_{np-2}^2} \right)^{-0,5} + \dots + \left(\frac{L_{np-j}}{B_{np-j}^2} \right)^{-0,5} \right)^{-2}}. \quad (4.4)$$

Якщо ж середня ширина B_{np} для всіх проток однакова, то рівняння (4.4) матиме наступний вигляд:

$$h_{np} = 3,33 \sqrt[3]{\frac{n_{np}^2}{B_{np}^2 M_{заг}} \cdot \left(L_{np-1}^{-0,5} + L_{np-2}^{-0,5} + \dots + L_{np-j}^{-0,5} \right)^{-2}}. \quad (4.5)$$

Якщо відомі значення середньої глибини h_{np} та коефіцієнта шорсткості n_{np} (однакових для всіх проток) і довжини кожної протоки L_{np-j} , то для визначення середньої ширини проток B_{np} , рівняння (4.1) трансформується у наступне:

$$B_{np} = \sqrt{\frac{n_{np}^2}{M_{заг} \cdot h_{np}^{3,33}} \cdot \left(L_{np-1}^{-0,5} + L_{np-2}^{-0,5} + \dots + L_{np-j}^{-0,5} \right)^{-2}}. \quad (4.6)$$

5 ОБҐРУНТУВАННЯ ПОЛІПШЕННЯ ВОДООБМІНУ ЗАПЛАВНИХ ОЗЕР САФ'ЯНИ І ПОГОРІЛЕ ЗА РЕЗУЛЬТАТАМИ ОБЧИСЛЕННЯ КОЕФІЦІЄНТІВ І ПЕРІОДІВ ВОДОВІДНОВЛЕННЯ

Нижче представлено наукове обґрунтування рекомендацій щодо підсилення зовнішнього водообміну та водовідновлення озер Саф'яни і Погоріле, а також зменшення періоду їх повного водообміну (табл. 5.1-5.3) шляхом поліпшення зв'язку з річковою мережею крізь протоки (рис. 5.1).

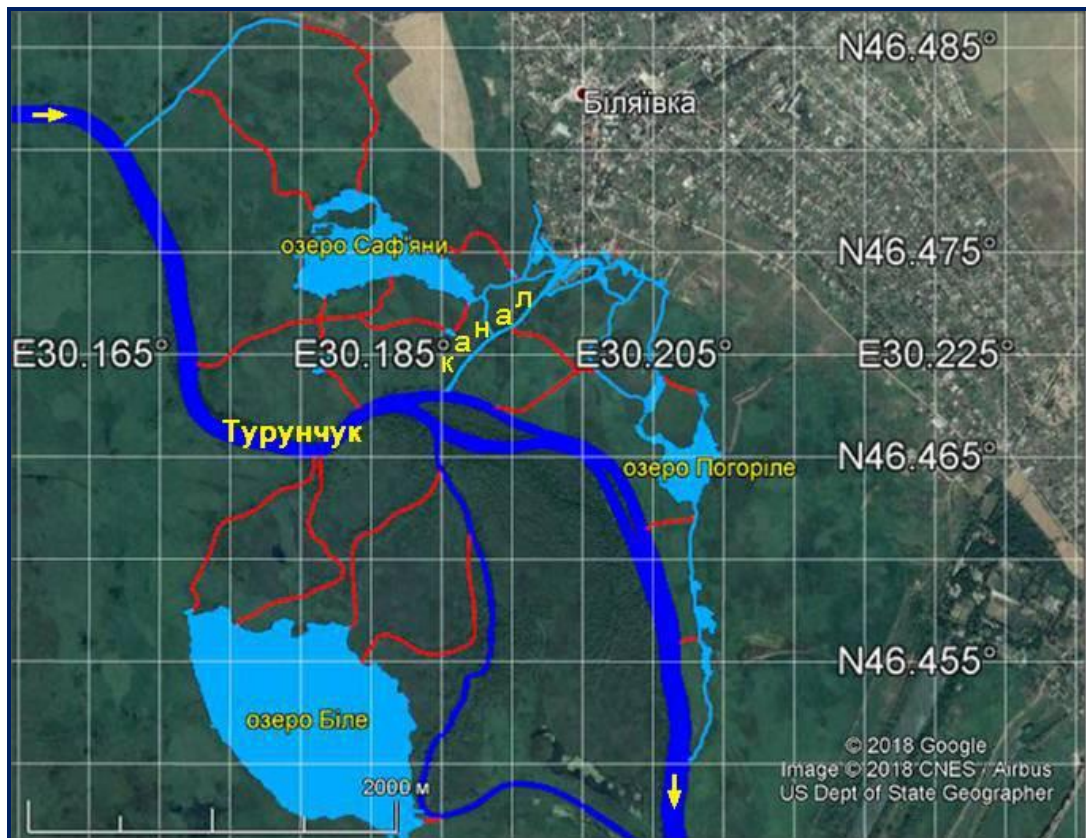


Рисунок 5.1 – Місцезнаходження р. Турунчук, каналу до м. Біляївка, ериків та проток, озер Саф'яни і Погоріле (червоний колір – не діючі на сьогодні ерики і протоки; зелений колір – плавні; N – північна широта; E – східна довгота)

Розрахунки виконувалися при середніх значеннях щоденних прирощень (зростань) рівнів води, які виникають внаслідок дії вітру на даній ділянці р. Турунчук.

Встановлено, що на сьогодні коефіцієнти водообміну озер Саф'яни і Погоріле є дуже малими, дорівнюючи у середньому 0,67%/д, тобто період повного водообміну озер становить 5 місяців (табл. 6.1). Однак, за рахунок процесів перемішування річкових і озерних вод відбувається поступове оновлення води: на 1,44%/д – в оз. Погоріле (період водовідновлення 70 діб), та на 2,05%/д – в оз. Саф'яни (період водовідновлення 49 діб).

За результатами обчислення коефіцієнтів і періодів водообміну та водовідновлення озер за умов розширення (до 5,0 м) і поглиблення (до 2,0 м) всіх ериків і проток, у тому числі недіючих у сучасний період (табл. 6.2, 6.3), визначено, що добові значення коефіцієнтів водообміну збільшаться до 5,43%/д – в оз. Погоріле, та до 4,13%/д – в оз. Саф'яни. За такого водообміну період повної заміни озерних вод на річкові складатиме в оз. Погоріле 18 д, а в оз. Саф'яни – 24 д.

Слід зазначити, що за рахунок одночасного надходження річкових вод крізь ерики і протоки в різні частини озер значно збільшаться об'єми змішаної води, тому коефіцієнти водовідновлення зростуть (до 8,82%/д – в оз. Погоріле, та до 12,51%/д – в оз. Саф'яни), а періоди водовідновлення зменшаться (до 11 д – в оз. Погоріле, та до 8 д – в оз. Саф'яни).

Зауважимо, що при зростанні значень добових прирощень рівня води в руслі р. Турунчук коефіцієнти водообміну збільшаться, а періоди – зменшаться. Якщо добове прирощення рівня води, наприклад, при південному вітрі (проти течії р. Турунчук), становитиме 0,30 м/д, то коефіцієнти водообміну в озерах Погоріле та Саф'яни збільшаться відповідно до 20 та 16%/д, а періоди повного водообміну зменшаться до 5-6 діб.

Таким чином, рекомендується провести розчищення русел каналу (до м. Біляївка), ериків і проток між р. Турунчук та озерами Погоріле і Саф'яни.

Таблиця 5.1 – Результати обчислення величин коефіцієнтів і періодів водообміну та водовідновлення озер Саф’яни і Погоріле у сучасний період (при середніх значеннях добових прирощень (зростань) рівнів води в наслідок дії вітру)

Назва озера	Площа озера, F_o , км ²	Об'єм озера, W_o , тис. м ³	Ширина озера, B_o , км	Відстань до проток, L_p , км	Довжина проток, $L_{пр}$, км	Ширина проток, $B_{пр}$, м	Глибина проток, $h_{пр}$, м	$n_{пр}$
	МОРФОМЕТРИЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ ОЗЕР			МОРФОМЕТРИЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПРОТОК				
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>	<i>7</i>	<i>8</i>	<i>9</i>
Погоріле	0,1004	60,2	0,350	21,440	1,495	2,5	0,7	0,050
Саф’яни	0,2576	206,1	0,800	24,090	0,270	2,5	0,7	0,050

Продовження табл. 5.1

Назва озера	ΔH_p , см/д	$M_{пр}$	$k_{оз}$	ΔH_o , см/д	$T_{прит}$, д	ΔW_o , м ³ /д	$K_{во}$, д ⁻¹	$K_{во}$, %/д	$\tau_{во}$, д	K_L , м ² /год	N	$T_{відт}$, д	T , год	$L_{зміш}$, м	Середня глибина озера, $h_{сер}$, м	$W_{зміш}$, м ³	$K_{вв}$, д ⁻¹	$K_{вв}$, %/д	$\tau_{вв}$, д
	РОЗРАХУНОК ВОДООБМІНУ										РОЗРАХУНОК ВОДОВІДНОВЛЕННЯ								
<i>1</i>	<i>10</i>	<i>11</i>	<i>12</i>	<i>13</i>	<i>14</i>	<i>15</i>	<i>16</i>	<i>17</i>	<i>18</i>	<i>19</i>	<i>20</i>	<i>21</i>	<i>22</i>	<i>23</i>	<i>24</i>	<i>25</i>	<i>26</i>	<i>27</i>	<i>28</i>
Погоріле	8,2	1,961	0,048	0,40	1	396,8	0,0066	0,66	151,7	2,81	2	1	48	16,4	0,60	3458,9	0,0144	1,44	69,6
Саф'яни	8,0	0,354	0,068	0,54	1	1397,0	0,0068	0,68	147,5	7,21	2	1	48	26,3	0,80	16899,7	0,0205	2,05	48,8

Таблиця 5.2 – Результати обчислення величин коефіцієнтів і періодів водообміну та водовідновлення озера Погоріле за умов розширення та поглиблення ериків (проток)

Назва озера, номер проток	Площа озера, F_o , км ²	Об'єм озера, W_o , тис. м ³	Ширина озера, B_o , км	Відстань до проток, L_p , км	Довжина проток, $L_{пр}$, км	Ширина проток, $B_{пр}$, м	Глибина проток, $h_{пр}$, м	$n_{пр}$
	МОРФОМЕТРИЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ ОЗЕР			МОРФОМЕТРИЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПРОТОК				
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>	<i>7</i>	<i>8</i>	<i>9</i>
Погоріле	0,1004	60,2	0,350	22,747				
I				21,440	1,495	5,0	2,00	0,025
II				22,710	0,360	5,0	2,00	0,025
III				24,090	0,825	5,0	2,00	0,025
IV				24,090	1,330	5,0	2,00	0,025
V				24,090	1,320	5,0	2,00	0,025
VI				23,810	0,915	5,0	2,00	0,025

Продовження табл. 5.2

Назва озера, номер проток	ΔH_p , см/д	$M_{пр}$	$K_{оз}$	ΔH_o , см/д	$T_{прит}$, д	ΔW_o , м ³ /д	$K_{ВО}$, д ⁻¹	$K_{ВО}$, %/д	$\tau_{ВО}$, д	K_L , м ² /ГОД	N	$T_{відт}$, д	T , ГОД	$L_{зміш}$, м	Середня глибина озера, $h_{сер}$, м	$W_{зміш}$, м ³	$K_{ВВ}$, д ⁻¹	$K_{ВВ}$, %/д	$\tau_{ВВ}$, д
	РОЗРАХУНОК ВОДООБМІНУ										РОЗРАХУНОК ВОДОВІДНОВЛЕННЯ								
<i>I</i>	<i>10</i>	<i>11</i>	<i>12</i>	<i>13</i>	<i>14</i>	<i>15</i>	<i>16</i>	<i>17</i>	<i>18</i>	<i>19</i>	<i>20</i>	<i>21</i>	<i>22</i>	<i>23</i>	<i>24</i>	<i>25</i>	<i>26</i>	<i>27</i>	<i>28</i>
Погоріле	8,1	0,0000613	0,402	3,26	1	3271,7	0,0543	5,43	18,4							21247,5	0,0882	8,82	11,3
I	8,2	0,0037166		3,26	1					2,81	2	1	48	16,4	0,60	3541,2			
II	8,1	0,0008950		3,26	1					2,81	2	1	48	16,4	0,60	3541,2			
III	8,0	0,0020510		3,26	1					2,81	2	1	48	16,4	0,60	3541,2			
IV	8,0	0,0033064		3,26	1					2,81	2	1	48	16,4	0,60	3541,2			
V	8,0	0,0032816		3,26	1					2,81	2	1	48	16,4	0,60	3541,2			
VI	8,0	0,0022747		3,26	1					2,81	2	1	48	16,4	0,60	3541,2			

Таблиця 5.3 – Результати обчислення величин коефіцієнтів і періодів водообміну та водовідновлення озера Саф’яни за умов розширення та поглиблення ериків (проток)

Назва озера, номер проток	Площа озера, F_o , км ²	Об’єм озера, W_o , тис. м ³	Ширина озера, B_o , км	Відстань до проток, L_p , км	Довжина проток, $L_{пр}$, км	Ширина проток, $B_{пр}$, м	Глибина проток, $h_{пр}$, м	$n_{пр}$
	МОРФОМЕТРИЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ ОЗЕР			МОРФОМЕТРИЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПРОТОК				
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>	<i>7</i>	<i>8</i>	<i>9</i>
Саф’яни	0,2576	206,1	0,800	25,667				
I				24,090	0,270	5,0	2,00	0,025
II				25,830	0,870	5,0	2,00	0,025
III				27,080	1,550	5,0	2,00	0,025
IV				24,090	0,480	5,0	2,00	0,025
V				24,540	0,525	5,0	2,00	0,025
VI				27,080	2,520	5,0	2,00	0,025

Продовження табл. 5.3

Назва озера, номер проток	ΔH_p ,	$M_{пр}$	$K_{оз}$	ΔH_o ,	$T_{прит}$,	ΔW_o ,	K_{BO} ,	K_{BO} ,	τ_{BO} ,	K_L ,	N	$T_{відг}$,	T ,	$L_{зміш}$,	Середня глибина озера, $h_{сер}$, м	$W_{зміш}$,	$K_{ВВ}$,	$K_{ВВ}$,	$\tau_{ВВ}$,
	см/д			см/д	д	м ³ /д	д ⁻¹	%/д	д	м ² /ГОД		д	ГОД	м					
РОЗРАХУНОК ВОДООБМІНУ										РОЗРАХУНОК ВОДОВІДНОВЛЕННЯ									
<i>1</i>	<i>10</i>	<i>11</i>	<i>12</i>	<i>13</i>	<i>14</i>	<i>15</i>	<i>16</i>	<i>17</i>	<i>18</i>	<i>19</i>	<i>20</i>	<i>21</i>	<i>22</i>	<i>23</i>	<i>24</i>	<i>25</i>	<i>26</i>	<i>27</i>	<i>28</i>
Саф'яни	7,8	0,0000473	0,424	3,31	1	8519,6	0,0413	4,13	24,2							103144,4	0,1251	12,51	8,0
I	8,0	0,0006712		3,31	1					7,21	2	1	48	26,3	0,80	17190,7			
II	7,8	0,0021629		3,31	1					7,21	2	1	48	26,3	0,80	17190,7			
III	7,7	0,0038534		3,31	1					7,21	2	1	48	26,3	0,80	17190,7			
IV	8,0	0,0011933		3,31	1					7,21	2	1	48	26,3	0,80	17190,7			
V	7,9	0,0013052		3,31	1					7,21	2	1	48	26,3	0,80	17190,7			
VI	7,7	0,0062648		3,31	1					7,21	2	1	48	26,3	0,80	17190,7			

ВИСНОВКИ

У магістерській кваліфікаційній роботі вирішено та здійснено:

1. За літературними матеріалами встановлено, що після будівництва і введення в експлуатацію Верхньодністровського гідроенергетичного вузла (Дністровське і буферне водосховища, ГЕС-1, ГЕС-2, ГАЕС) та з початком значних кліматичних змін в Україні (починаючи з 1989р.) водність середньої та нижньої течії р. Дністер значно зменшилася, внаслідок чого погіршився екологічний стан в пониззі річки, заплавлених озерах і плавнях, а також в окремих штучних водних об'єктах (наприклад, в ериках між русловою мережею та озерами, каналах), які на сьогодні є невід'ємною частиною екосистеми р. Дністер (розділ 1).

2. Виконано обґрунтування науково-методичної бази для визначення зовнішнього водообміну та водовідновлення заплавлених озер в русло-плавневій екосистемі гирлової частини річки Дністер (розділи 2, 3).

3. З використанням даних дистанційного зондування Землі (супутникових знімків) за допомогою програми Google Earth Pro здійснено збір та узагальнення даних про основні сучасні гідроморфологічні характеристики заплавлених озер, ериків і проток в гирловій частині екосистеми річки Дністер (табл. 2.1, 2.2, рис. 2.6, 4.1, 5.1), які раніше були повністю відсутні в науковій літературі та довідниках.

4. На прикладі озер Біле, Саф'яни та Погоріле обґрунтовано рекомендації щодо заходів з поліпшення водообміну і водовідновлення з річками Дністер і Турунчук шляхом розчищення ериків між озерами і русловою мережею з урахуванням щоденних змінно-нагіних прирощень рівнів води, спричинених дією вітру (розділи 4, 5).

5. Визначено, обґрунтовано та рекомендовано відновлення 5-ти недіючих ериків і розчищення 1-го існуючого ерика між озером Біле та річками Дністер і Турунчук та протокою Швидка (розділ 4, рис. 4.1), які

забезпечать період повного водообміну озера тривалістю 14 діб, що забезпечить благополучний стан озера.

6. За результатами розрахунків визначено, що на сьогодні коефіцієнти водообміну озер Саф'яни і Погоріле є сильно малими (розділ 5), дорівнюючи у середньому 0,67%/д, а період повного водообміну цих озер становить 130 діб (аж 5 місяців). За рахунок процесів перемішування річкових і озерних вод відбувається поступове оновлення води: на 1,44%/д – в озері Погоріле (період водовідновлення 70 діб), і на 2,05%/д – в озері Саф'яни (період водовідновлення 49 діб).

7. Також визначено, що при розширення до 5,0 м і збільшені глибин до 2,0 м (розміри, які відповідають природним референційним умовам) без виключення всіх ериків і проток, у тому числі недіючих на сьогодні, значення коефіцієнтів водообміну збільшаться до 5,43%/д – в оз. Погоріле, та до 4,13%/д – в оз. Саф'яни. За таких умов відбуватиметься надходження річкових вод крізь ерики і протоки в різні частини озер, тому значно збільшаться об'єми змішаної води та коефіцієнти водовідновлення (до 8,82%/д – в оз. Погоріле, та до 12,51%/д – в оз. Саф'яни). Отже, періоди водовідновлення становитимуть 11 д – в оз. Погоріле, та 8 д – в оз. Саф'яни, тобто будуть менші 15 діб і більше 3 діб.

8. На прикладі оцінок величин водообміну в озерах Біле, Погоріле і Саф'яни рекомендуємо як найшвидше провести розчищення каналів, ериків і проток між всіма заплавленими озерами та річками Турунчук і Дністер.

ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Правила эксплуатации водохранилищ Днестровского каскада ГЭС и ГАЭС при НГГУ 77,10 м буферного водохранилища (на русском и украинском языках). 732-39-Т48. Харьков: ПАО «УКРГИДРОПРОЕКТ», 2017. 105 с.
2. Яцик А.В. Правила експлуатації дністровського водосховища. Київ, 2010. – 33 с.
3. Транскордонне співробітництво в басейні річки Дністер [Електронний ресурс]. Режим доступу: http://dnister.meteo.gov.ua/ua/about_dnister.
4. Лобода Н. С., Тучковенко Ю. С., Гриб К. О., Килимник О. М., Белов В. В., Гриб О. М. Сучасний гідроекологічний стан і проблеми водообміну в екосистемі гирлової ділянки річки Дністер та рекомендації щодо їх вирішення // Зб. ст. за матер. доп. на Всеукр. наук.-практ. конф. «Лимани північно-західного Причорномор'я: актуальні гідроекологічні проблеми та шляхи їх вирішення» (12-14 вересня 2012 р., м. Одеса). Одеса: ТЕС, 2012. С. 113-117.
5. Белов В. В., Гриб О. М., Килимник О. М. Сучасний гідроекологічний стан гирлово-плавневої системи річки Дністер та перспективи його поліпшення // Гідрологія, гідрохімія, гідроекологія. 2010. Т. 18. С. 180-186.
6. Лобода Н. С., Дорофєєва В. П. Стан водних ресурсів р. Дністер за сценаріями глобального потепління // Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. 2011. Т. 3 (24). С. 36-44.
7. Оцінка водообміну в системі «русло-заплава-лиман» для розробки рекомендацій щодо заходів екологічного оздоровлення гирлової ділянки річки Дністер за рахунок змінно-нагінних явищ та біомеліоративних функцій плавнів. Звіт з НДР заключний (наук. кер. Н. С. Лобода). База даних УкрНТЕІ, бібл. Од. держ. еколог. ун-ту. ДР № 0110U008223, 2011. 202 с.

8. Белов В. В., Гриб О. М., Килимник О. М. Екологічні проблеми заплавних озер Нижнього Дністра (на прикладі озера Біле) // Причорноморський екологічний бюлетень. 2010. № 2 (36) С. 85-88.

9. Белов В. В., Гриб О. М. Екологічні проблеми заплавних водойм річки Дністер та шляхи їх вирішення (на прикладі озера Біле) // Зб. тез доп. IV Всеукр. наук. конф. «Гідрологія, гідрохімія, гідроекологія» (29 вересня – 2 жовтня 2009 р.). Луганськ: СНУ ім. В. Даля, 2009. С. 5-7.

10. Актуальні проблеми гідрометеорології та охорони навколишнього середовища. Звіт з НДР заключний (наук. кер. Ю. С. Тучковенко). База даних УкрНТЕІ, бібл. Од. держ. еколог. ун-ту. ДР № 0110U008225, 2012. 295 с.

11. Гриб О. М. Проблеми водообміну в екосистемі «русло-плавні-лиман» гирлової ділянки річки Дністер та шляхи їх вирішення // Тези VII міжнар. наук.-практ. конф. мол. вч. по пробл. водн. екосис. «Pontus Euxinus – 2011», присв. 140-річчю ІБПМ НАН України (24-27 травня 2011 р., м. Севастополь) / Севастополь: ЕКОСІ-Гідрофізика, 2011. С. 81-82.

12. Визначення впливу гідролого-гідрохімічних характеристик озера Біле на якість води гирлової частини річки Дністер для розробки рекомендацій щодо заходів, спрямованих на відновлення та підтримання сприятливого гідрологічного режиму та санітарного стану гирлово-плавневої ділянки річки Дністер. Звіт з НДР заключний (наук. кер. В. В. Белов). База даних УкрНТЕІ, бібл. Од. держ. еколог. ун-ту., 2007. 62 с.

13. Коробов, Р. Уязвимость к изменению климата : Молдавская часть бассейна Днестра : Монография / Р. Коробов, Тромбицкий И. ; Междунар. ассоц. хранителей реки Есо-TIRAS. – Кишинев : Б. и., 2014 (Tipogr. "Elan Poligraf"). – 336 p.

14. Y. Tuchkovenko, N. Loboda, V. Khokhlov and other Coastal Lagoons in Europe: Integrated Water Resource Strategies. In: Lillebø, Stålnacke and Gooch (Eds). 2015. London: IWA Publishing.

15. Нормалізація екологічної ситуації в плавневої зоні р. Турунчук в Біляївському районі Одеської області. Проект. Книга 1. Пояснююча записка. ПОБ. Одеса: ДРПВІ «УКРПІВДЕНДІПРОВОДГОСП», 2012. 41 с.
16. Восстановление водообмена между рекой Днестр и прилиманными плавнями. Описание проблемы и варианты решений. Предварительный отчет. Одесса, 2016. 42 с.
17. Тимченко В. М. Эколого-гидрологические исследования водоемов Северо-Западного Причерноморья: монографія / Ин-т гидробиологии АН УССР. К.: Наук. думка, 1990. 240 с.
18. Тимченко В. М. Экологическая гидрология водоемов Украины: моногр. К.: Наук. думка, 2006. 384 с.
19. Іваненко О. Г., Белов В. В., Гриб О. М. Практична гідроекологія: навч. посіб. Од. держ. екол. Ун-т. Одеса: ТЕС, 2009. 75 с.
20. Loboda N., Bozhok Y. Impact of Climate Change on Water Resources of North-Western Black Sea Region // International Journal of Research In Earth and Environ. Sciences. 2015. Vol.2. No.9. P.1-6.
21. Гриб О. М. Практикум з інженерної гідрометрії та техніки безпеки: навч. посіб. Од. держ. екол. Ун-т. Харків: ФОП Панов А. М., 2017. 68 с.
22. Петришен В. В., Гриб О. М. Обґрунтування рекомендацій щодо заходів з поліпшення водообміну заплавної озера Біле з річками Дністер і Турунчук // Збірник матеріалів V Міжнародної наукової конференції молодих вчених «Екологія, неоекологія, охорона навкол. середовища та збаланс. природокор.» (Харків, 29-30 лист. 2017 р.). С. 104-106.
23. Петришен В. В., Гриб О. М. Наукове обґрунтування рекомендацій щодо заходів з покращення водообміну озера Біле в нижній частині річки Дністер // Матеріали III міжнародної наукова конференція молодих вчених «Сучасна гідрометеорологія: актуальні проблеми та шляхи їх вирішення» (Одеса, 21-23 березня 2018 р.). ОДЕКУ.

24. Петришен В. В., Гриб О. М. Розробка рекомендацій щодо заходів з поліпшення водообміну заплавних озер гирлової частини річки Дністер (на прикладі екосистеми озера Біле) // «Екологія»: Матеріали науково-практичної конференції всеукраїнського конкурсу студентських наукових робіт (28-30 березня 2018 року). Полтава: ПолтНТУ, 2018. С. 58.

25. Петришен В. В., Гриб О. М. Оцінка водообміну заплавних озер в нижній течії річки Дністер та обґрунтування заходів щодо його поліпшення в маловодні періоди // Матеріали XVII наукової конференції молодих вчених ОДЕКУ. Одеса: ОДЕКУ, 2018.