

**Національна академія наук України
Херсонська гідробіологічна станція**

Науково-практичні рекомендації

**щодо покращення стану водних екосистем гирлової ділянки
Дніпра шляхом регулювання їх зовнішнього водообміну**

Херсон – 2018

УДК 556.53+574.52 (282.247.05)
ББК 28.082.5

НАУКОВЕ ВИДАННЯ

Н 34 **Науково-практичні рекомендації щодо покращення стану водних екосистем гирлової ділянки Дніпра шляхом регулювання їх зовнішнього водообміну / Є.І. Коржов. – Херсон, 2018. – 52 с.**

ISBN 978-966-02-8751-8

Схвалено Науково-технічною радою Херсонської гідробіологічної станції НАН України. Протокол №3 від 11 вересня 2018 р.

Рекомендації склав: Коржов Є.І., кандидат географічних наук – доктор філософії, молодший науковий співробітник Херсонської гідробіологічної станції НАН України

Рецензенти: Кірпенко Н.І. – Доктор біологічних наук, провідний науковий співробітник відділу екологічної фізіології гідробіонтів та біотехнології Інституту гідробіології НАН України

Дубняк С.С. – Кандидат географічних наук, доцент, завідувач відділу екологічної гідрології та управління водними екосистемами Інституту гідробіології НАН України

Науково-практичні рекомендації включають в себе основні методи покращення екологічного стану заплавної водойми шляхом регулювання інтенсивності їх зовнішнього водообміну.

Наведені у праці матеріали висвітлюють основні проблеми водної екосистеми гирлової ділянки Дніпра природного та антропогенного характеру на сучасному етапі існування. Запропоновано шляхи їх вирішення.

Practical scientific recommendations include the basic methods of improvement of the ecological state of floodplain waters by adjusting of them external water exchange intensity.

The materials resulted in recommendations are lighted up by the basic problems of lower reaches of the Dnepr water ecosystem of natural and anthropogenic character on the modern existence stage. The ways of their decision are offered.

ББК 28.082.5

ISBN 978-966-02-8751-8

© Херсонська гідробіологічна станція НАН України

ВСТУП

Багатолітніми дослідженнями вчених Херсонської гідробіологічної станції НАН України встановлено, що в сучасний період одним з найбільш значущих абіотичних факторів формування екологічного стану водних об'єктів гирлової ділянки Дніпра є швидкість зміни водних мас в них [7–9, 12, 14, 16, 17, 19, 20, 22, 31, 34, 43].

Через достатньо тісний зв'язок інтенсивності зовнішнього водообміну з іншими біотичними та абіотичними факторами водного середовища [15, 18, 20, 24, 45, 43] на сучасному етапі досліджень є можливим їх регулювання шляхом нормування водообмінних процесів, як окремого водного об'єкта, так і всієї екосистеми гирлової ділянки Дніпра в цілому.

Як один з найбільш дієвих важелів управління станом водних екосистем, водообмінні процеси здатні регулювати розвиток, як природних процесів, так і зменшувати інтенсивність антропогенного навантаження на водні об'єкти.

У складених рекомендаціях наведено огляд основних антропогенних факторів, що мають, як негативний так і позитивний вплив на водні екосистеми регіону та запропоновано ряд методів з покращення екологічного стану гирлової ділянки Дніпра в сучасний період її існування.

Особливу увагу в праці присвячено впливу режиму роботи Каховської ГЕС на водні екосистеми регіону в сучасний період. В контексті планованої реконструкції Каховського гідровузла, шляхом будівництва на правобережній ділянці існуючої греблі ГЕС-2, у нашій праці розглянуто основні позитивні аспекти можливої зміни режиму спрацювання вод з Каховського водосховища до гирлової ділянки Дніпра, що стануть можливими лише при збільшенні пропускної здатності самої греблі.

РОЗДІЛ 1

КОМПОНЕНТИ ТА ДИНАМІКА АНТРОПОГЕННОГО НАВАНТАЖЕННЯ НА ВОДНІ ОБ'ЄКТИ РЕГІОНУ

Значну роль у процесах функціонування екосистеми гирлової ділянки Дніпра займає вплив людини (соціуму) на водне середовище. Антропогенний вплив на її екосистему розпочався порівняно нещодавно. Нині, гирлова ділянка Дніпра є ділянкою, де не лишилось водних об'єктів з природними умовами існування гідробіонтів.

За ступенем антропогенного навантаження на екосистему гирлової ділянки Дніпра можна виділити три основні періоди:

1) Від заснування перших торгових портових баз (Гола Пристань, Херсон та ін.) до 1955 р.

2) Період посиленого гідротехнічного будівництва на Дніпрі (заповнення основних регулюючих водосховищ та становлення каскаду) – з 1956 по 1976 р.

3) Сучасний період антропогенного навантаження – з 1977 по нинішній час [13].

На першому етапі антропогенне навантаження на водне середовище було незначним, та мало, переважно, осередковий характер. На фоні природних процесів вплив людини на водну екосистему був мінімальним. Розпочався він з появою перших міст та селищ, що розташувались на березі Дніпра.

З розвитком науки і техніки антропогенне навантаження на екосистему збільшилось. На початку ХХ століття відбувся поступовий перехід від вітрильних човнів до моторних, почалось інтенсивне будівництво заводів та фабрик. Потреби агропромислового комплексу вимагали впровадження гідротехнічних засобів регулювання стоку Дніпра. Внутрішньорічний розподіл витрат води у Дніпрі не завжди був сприятливим для господарських потреб суспільства, особливо на території півдня України. Внаслідок

підняття рівня води річки у період весняної повені щорічно затоплювались значні площі родючих земель та прибережні житлові поселення. Раніше екстремально низькі витрати Дніпра в період літньо-осінньої межени спричиняли нестачу прісної води на зрошення та на господарські цілі.

Ці потреби суспільства призвели до активної розробки методів регулювання річкового стоку, створення систем зрошення та будівництва каскаду ГЕС на Дніпрі.

З 1955 р., після введення в дію Каховської гідроелектростанції, розпочався другий період адаптації екосистеми гирлової ділянки Дніпра до антропогенного навантаження. Продовжувався він до 1976 року коли було заповнене останнє водосховище каскаду ГЕС на Дніпрі. У цей період гідрологічний режим повністю змінюється у порівнянні з природним, що відповідним чином відбивається на водних екосистемах. З середини 50-х років минулого століття в екосистемі гирлової ділянки Дніпра з'явився новий фактор формування екологічного стану водних об'єктів – короткострокові коливання рівня води впродовж доби. Після заповнення водосховищ схили долини Дніпра перетворились на береги, збільшилась площа водної поверхні, та витрати води на випаровування, знизилась швидкості течій, змінився розподіл завислих у воді речовин і умови їх седиментації.

Найсуттєвіших змін зазнала екосистема Дніпра після заповнення найбільших за об'ємом Каховського (1956) та Кременчуцького (1961) водосховищ, які стали основними регуляторами стоку. Завершальним у перебудові екосистеми річки було будівництво та заповнення Канівського водосховища (1972–1976 рр.).

Після закінчення будівництва водосховищ майже на всіх ділянках Дніпра сформувався зовсім інший (неусталений) гідрологічний режим. З цього часу розпочинається третій (сучасний) етап антропогенного впливу на екосистему Дніпра, зокрема на його гирлову ділянку. Для нього характерними рисами є природне і антропогенне скорочення стоку, посилення забруднення поверхневих вод нафтопродуктами (особливо

наприкінці ХХ століття) та стічними водами, сповільнення водообміну заплавлених водойм і водної системи гирлової ділянки Дніпра загалом.

Внаслідок гідротехнічних перебудов на Нижньому Дніпрі відбулись незворотні зміни екологічного стану та якості води. Середньорічний об'єм стоку Дніпра на гирловій ділянці з того часу зменшився більш ніж на 14 км^3 , відбувся перерозподіл витрат води у добовому та внутрішньорічному масштабах, майже втричі скоротився об'єм весняного водопілля [21], збільшилось споживання природних водних ресурсів на зрошення та водокористування. Водні об'єкти забруднюються стічними водами прибережних міст, селищ, дачних поселень та промислових підприємств.

Одним із найважливіших чинників, що впливають на якість водного середовища гирлової ділянки Дніпра в сучасний період є комплекс антропогенних факторів до яких відносяться незворотне водоспоживання прісних вод, скиди стічних вод у поверхневі водні об'єкти та надходження високо мінералізованих вод з р. Інгулець у весняний період.

Херсонська область займає одне з перших місць в Україні за об'ємом водоспоживання прісних вод, які забираються з руслової мережі Дніпра. Частка Херсонщини у споживанні прісної води по країні становить 9,5%. За даними територіального агентства водних ресурсів з Дніпра щорічно на потреби водоспоживання забирається біля 700 млн. м^3 води (рис. 1.1), з яких 91,1% витрачається на зрошення, 3,1% – на потреби підприємств, 5,8% – на сільськогосподарське водопостачання, побутово-питні та інші потреби.

Починаючи з 2004 року, спостерігається стійке збільшення споживання води з Дніпра. Така тенденція насамперед пов'язана зі зростанням витрат на зрошення та виробничі потреби області.

У Херсонській області нараховується 46 підприємств, стічні та дренажні води яких надходять до руслової та озерної систем гирлової ділянки Дніпра.

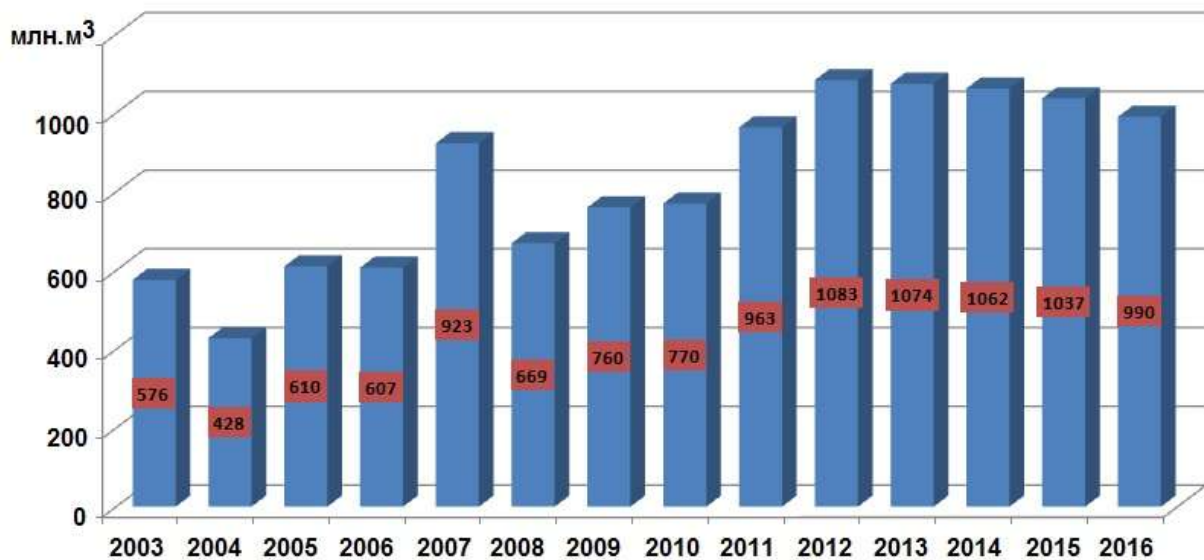


Рис. 1.1. Динаміка споживання дніпровської води у Херсонській області [29]

Водні об'єкти пониззя найчастіше забруднюються сухими рештками, сульфатами, хлоридами, залізом, нафтопродуктами та іншими шкідливими речовинами. В середньому за рік до регіону досліджень потрапляє до 4 млн. м³ забруднених та 57 млн. м³ умовно чистих стічних вод.

Незважаючи на роботу очисних споруд, близько 20% забруднених стоків потрапляє до природних водних об'єктів. Наявна потужність очисних споруд (99,4 млн. м³) дозволяє очищати усі стічні води, але нестача у більшості населених пунктів централізованого водовідведення, низька якість очищення, незадовільний стан функціонуючих споруд є основними причинами потрапляння забруднювальних речовин до поверхневих вод [29].

Стічні води та нафтопродукти у водній товщі значно погіршують умови існування гідробіонтів. Наприклад, зоопланктонні угруповання, що вважаються витривалими до нафтопродуктів та здатними протистояти антропогенному тиску, зі збільшенням вмісту забруднюючих речовин помітно скорочують кількість своїх видів та біомасу.

На незабрудненій ділянці (створ на основному руслі Дніпра на 5 км вище місця впадіння р. Інгулець) біомаса зоопланктону за період з 2006 по

2011 рр. складала в середньому 579 мг/м^3 , кількість видів досягала 92. У місцях, забруднених нафтопродуктами (район річкового порту та човнового причалу м. Херсон), багаторічні значення біомаси коливались в межах $138\text{--}160 \text{ мг/м}^3$, кількість видів не перевищувала $18\text{--}33$. Стан водного об'єкта на цих ділянках Дніпра класифікувався як «задовільний» та «поганий» [30].

Досить чутливим до антропогенного навантаження на водну екосистему є бактеріопланктон. Його кількісні характеристики є одними з біотичних показників, що найбільш швидко реагують на збільшення забруднювальних речовин у водному середовищі.

Дослідження руслової мережі гирлової ділянки Дніпра, проведені співробітниками Херсонської гідробіологічної станції НАН України в 2013 році вказали, що в цей рік тут склалися особливі умови для розвитку бактеріопланктону.

Спостереження проводились по трьом створам у русловій мережі:

- основне русло Дніпра навпроти м. Херсон – ділянка вільна від антропогенного навантаження;
- рукав Кошова – на берегах розташовані суднобудівний, судноремонтний та цегляний заводи, річковий та морський порт;
- річка Вирьовчина – берега забудовані приватними будівлями, до русла скидають стічні води очисних споруд м. Херсону.

Через значне весняне водопілля із заплави до руслової мережі Дніпра за весняний період 2013 р. надійшла значна кількість аллохтонних органічних та забруднювальних речовин, що слугували матеріалом для активного розвитку бактеріопланктону в товщі води в інші сезони року. В квітні, при температурі води 8° бактеріопланктон в руслі Дніпра ще не набув свого максимального розвитку. Так загальна чисельність бактерій коливалась в межах від $2,52$ до $4,87$ млн. кл/см³, сапрофітних бактерій – від $0,18$ до $0,46$ тис. кл/см³. Високий вміст бактеріопланктону ($9,8$ млн. кл/см³) і, відносно висока чисельність сапрофітних бактерій ($1,32$ тис. кл/см³) були відмічені лише в придонному шарі біля правого берега Дніпра (табл. 1.1) [23].

Таблиця 1.1. Структурні і продукційні показники бактеріопланктону водотоків гирлової ділянки Дніпра в квітні 2013 р. [23]

Місце відбору проб	Шар	ЗЧБ, млн. кл/см ³	ЧСБ, тис. кл/см ³	Біомаса г/м ³	<i>P</i> , г/м ³ за добу	<i>g</i> , год	<i>P/B</i> , доба ⁻¹
Основне русло Дніпра							
Лівий берег	поверхневий	4,81	0,37	2,92	0,81	47	0,35
Лівий берег	придонний	3,12	0,46	1,90	0,38	68	0,25
Фарватер	поверхневий	2,52	0,27	1,57	0,18	55	0,30
Фарватер	придонний	4,87	0,26	3,46	0,42	64	0,26
Правий берег	поверхневий	3,72	0,18	2,46	0,53	42	0,40
Правий берег	придонний	9,30	1,32	6,27	0,10	74	0,23
Кошова							
річпорт	поверхневий	3,06	0,43	1,97	0,17	23	0,72
залізн. міст	поверхневий	2,13	0,75	2,73	0,39	61	0,27
Вірвовчина							
гирло	поверхневий	3,77	0,78	3,54	1,68	25	0,67
1 км вище гирла	придонний	3,50	2,32	2,66	0,61	49	0,33

Примітка: ЗЧБ – загальна чисельність бактерій, ЧСБ – чисельність сапрофітних бактерій, *P* – продукція бактеріопланктону; *g* – час подвоєння біомаси (швидкість розмноження); *P/B* – питома продукція

Незначні показники загальної чисельності бактерій відмічено і в кількох точках рукава Кошова і р. Вірвовчина (від 2,13 до 3,77 млн. кл/см³). Середня ж кількість сапрофітних бактерій (0,91 тис. кл/см³) тут була в 3 рази вищою, ніж в основному руслі Дніпра (0,31 тис. кл/см³), досягаючи максимальної концентрації (2,32 тис. кл/см³) в р. Вірвовчина на відстані 1 км. вище гирла. У весняний сезон 2013 р. подвоєння біомаси бактерій (*g*) в руслі Дніпра відбувалось в середньому за 58 годин, добовий приріст біомаси (*P*) при цьому складав 0,40 г/м³. Продукційні показники бактеріопланктону в Кошовій і Вірвовчині майже не відрізнялись від тих, що відмічались в цей період в руслі Дніпра.

В липні 2013 р. з підвищенням температури води до 25° мікробіологічні процеси в Дніпрі значно активізувались (табл. 1.2).

Таблиця 1.2. Структурні і продукційні показники бактеріопланктону водотоків гирлової ділянки Дніпра в липні 2013 р. [23]

Місце відбору проб	Шар	ЗЧБ, млн. кл/см ³	ЧСБ, тис. кл/см ³	Біомаса г/м ³	<i>P</i> , г/м ³ за добу	<i>g</i> , год.	<i>P/B</i> , доба ⁻¹
Основне русло Дніпра							
Лівий берег	поверхневий	10,0	0,20	6,12	3,83	18	0,93
Лівий берег	придонний	9,18	0,56	7,01	2,43	25	0,67
Фарватер	поверхневий	19,4	0,44	15,4	4,12	33	0,50
Фарватер	придонний	6,45	1,60	3,12	1,04	24	0,69
Правий берег	поверхневий	15,1	0,50	12,3	3,77	22	0,75
Правий берег	придонний	11,6	2,00	4,14	1,71	22	0,75
Ківш судозаводу	поверхневий	8,37	15,4	3,64	2,29	24	0,69
Ківш судозаводу	придонний	8,70	16,2	3,80	2,39	24	0,69
Кошова							
Річпорт	поверхневий	4,98	0,8	3,21	0,75	53	0,31
Річпорт,	придонний	5,60	0,6	5,77	0,89	80	0,21
Залізничний міст	поверхневий	4,02	0,6	2,63	1,09	30	0,55
Залізничний міст	придонний	4,3	1,6	2,37	1,32	24	0,69
Віршовчина							
Гирло	поверхневий	8,20	0,64	3,65	0,91	49	0,34
Гирло	придонний	10,6	1,60	4,68	1,85	27	0,62
1 км вище гирла	поверхневий	6,40	0,96	2,90	1,33	22	0,75

Примітка: ЗЧБ – загальна чисельність бактерій, ЧСБ – чисельність сапрофітних бактерій, *P* – продукція бактеріопланктону; *g* – час подвоєння біомаси (швидкість розмноження); *P/B* – питома продукція

Крім органічних речовин, що надійшли до русла після водопілля, додалися органічні речовини, що утворились внаслідок високого рівня «цвітіння» води водоростями фітопланктону в літній період. В цей час

показники чисельності і біомаси бактеріопланктону значно перевищили значення типові для русла Дніпра.

Загальна кількість бактерій в липні коливалась в межах від 6,45 до 19,4, в середньому 12,0 млн. кл/см³, біомаса – від 3,12 до 15,4, в середньому 8,0 г/м³ (без врахування показників ковша судозаводу). Матеріали аналогічних досліджень за мікробіологічними показниками попередніх років свідчать, що у Кошовій і Вільовчині кількісні показники бактерій були, зазвичай, більшими ніж в руслі Дніпра. Це відбувається за рахунок того, що водна екосистема цих водотоків зазнає більшого антропогенного навантаження ніж основне русло. На відміну від попередніх років у 2013 р. у Кошовій і Вільовчині середні показники загальної чисельності і біомаси були майже вдвічі нижчі, ніж в руслі Дніпра. За кількістю сапрофітних бактерій вищезгадані ділянки русел суттєво не відрізнялись, за винятком ділянки ківша суднобудівного заводу. Тут кількість сапрофітних бактерій досягала величини 16,2 тис. кл/см³ [23].

Швидкість розмноження бактеріопланктону в руслі Дніпра влітку була значно більша ніж весною – 18-33 години, в середньому 24 години. Високий темп розмноження бактеріопланктону відмічено і на ділянках Кошової і Вільовчини (24–30 години) за винятком ділянки на Кошовій біля річкового порту (53–80 години) і гирла Вільовчини (49 години). Бактеріальна продукція в руслі Дніпра майже вдвічі переважала продукцію більш антропогенно забруднених ділянок Кошової і Вільовчини.

В жовтні при зниженні температури води до 12° і призупинені розвитку фітопланктону в руслі Дніпра показники чисельності і біомаси у порівнянні з літніми знизилась в 3 і 5 разів відповідно, а середні показники добової продукції і споживання бактерій – у 8 разів. В Кошовій і Вільовчині середні показники чисельності і біомаси бактерій продовжували утримуватись майже на літньому рівні, а середні показники добової продукції знизилась лише в 1,5 рази від літніх. (табл. 1.3).

Таблиця 1.3. Структурні і продукційні показники бактеріопланктону водотоків нижнього Дніпра в жовтні 2013 р. [23]

Місце відбору проб	Шар	ЗЧБ, млн. кл/см ³	ЧСБ, тис. кл/см ³	Біомаса г/м ³	<i>P</i> , г/м ³ за добу	<i>g</i> , год.	<i>P/B</i> , доба ⁻¹
Основне русло Дніпра							
Лівий берег	поверхневий	3,61	0,26	1,12	0,11	48	0,34
Лівий берег	придонний	4,82	0,28	2,04	0,12	43	0,39
Фарватер	поверхневий	2,93	0,24	1,18	0,10	44	0,38
Фарватер	придонний	5,11	0,16	2,13	0,26	46	0,37
Правий берег	поверхневий	4,24	0,18	1,90	0,65	37	0,45
Правий берег	придонний	5,00	0,22	1,41	0,25	41	0,41
Ківш судозаводу	поверхневий	1,81	0,33	1,81	0,67	38	0,44
Кошова							
Річпорт	поверхневий	1,19	0,72	1,19	0,10	32	0,52
Річпорт	придонний	2,53	0,60	2,53	0,44	48	0,34
Залізничний міст	поверхневий	1,90	0,40	1,90	0,43	26	0,64
Залізничний міст	придонний	4,05	1,00	4,05	0,84	73	0,23
Вірвочина							
Гирло	поверхневий	2,47	0,40	2,47	0,77	39	0,43
1 км вище гирла	поверхневий	4,61	1,44	4,61	1,02	61	0,28

Примітка: ЗЧБ – загальна чисельність бактерій, ЧСБ – чисельність сапрофітних бактерій, *P* – продукція бактеріопланктону; *g* – час подвоєння біомаси (швидкість розмноження); *P/B* – питома продукція

Динаміка розвитку бактеріопланктону у водних екосистемах впродовж року хочай носить сезонний характер і тісно пов'язана з температурними характеристиками водних мас, однак на антропогенно уражених ділянках ряд показників (таких як ЧСБ, *P/B*, тощо) мають вищі значення ніж фонові.

Однією з найгостріших проблем гирлової ділянки Дніпра в сучасний період антропогенного навантаження, що призводить до локального погіршення якості води у весняний період, є скидання до річки Інгулець

високомінералізованих шахтних вод гірничорудних підприємств Кривбасу, об'єм яких в середньому сягає 12 млн. м³ на рік [29].

Основний об'єм забрудненої води потрапляє до руслової мережі гирлової ділянки Дніпра в період водопілля, коли спостерігаються максимальні витрати води [42]. Вважається, що за таких умов шкода від забруднювачів для екосистеми буде мінімальною. Однак, зазначимо, що при потраплянні стічних вод до водойм відбувається зворотній ефект. У весняний час зовнішній водообмін озер є найнижчим у порівнянні з іншими сезонами року і складає 18–30 діб. За таких умов, внаслідок слабого водообміну, забруднювальні речовини не вимиваються з водних об'єктів, які граничать з Інгульцем, а лишаються в їх товщі, седиментують та накопичуються в донних відкладах. Середня мінералізація вод Інгульця за останні 20 років складає 0,6–3,6 г/дм³. Незважаючи на розбавлення високомінералізованих вод річки Інгулець дніпровською водою, якість води залишається низькою, особливо на початку зрошувального періоду. Основними речовинами, що потрапляють у Дніпро з р. Інгулець є: залізо загальне, хлориди, сульфати та органічні речовини. В окремі роки у водах Інгульця вміст хлоридів перевищує ГДК в 5,7 разів, сухого залишку – в 5,0, сульфатів – в 1,6 рази. Також фіксується перевищення ГДК за показниками ХСК та БСК_п [29].

Для збереження і відновлення природних якостей водних об'єктів гирлової ділянки Дніпра на сучасному етапі необхідна реалізація природоохоронної політики в Херсонській області в ключі оновленої загальнодержавної екологічної реформи, направленої на зменшення антропогенного навантаження на водні об'єкти регіону.

РОЗДІЛ 2

РЕЖИМ РОБОТИ КАХОВСЬКОЇ ГЕС, ЯК ОСНОВНИЙ АНТРОПОГЕННИЙ РЕГУЛЯТОР ЕКОЛОГІЧНОГО СТАНУ ВОДНИХ ОБ'ЄКТІВ ГИРЛОВОЇ ДІЛЯНКИ ДНІПРА

Вирішальним антропогенним чинником сучасного екологічного стану гирлової ділянки Дніпра є Каховська ГЕС. Від режиму її роботи залежить інтенсивність водообмінних процесів, динаміка води у русловій мережі та водоймах, гідрофізичні властивості водних мас та ґрунтів гирлової ділянки Дніпра. Сучасні дослідження стану екосистеми гирлової ділянки Дніпра [2, 23] свідчать про те, що в ній відбуваються незворотні негативні зміни.

Гідрографічна мережа за останні роки зазнала значних змін. Активізувались процеси, пов'язані з заростанням та пересиханням невеликих озер, проток, ериків, формуванням стариць (рис. 2.1 та 2.2).



Рис. 2.1. Озеро Закитне на початку червня 2009 р.



Рис. 2.2. Озеро Закитне у серпні 2017 р.

За біологічними показниками, в останнє десятиліття відмічено підвищення видового різноманіття синьозелених водоростей, котрі зайняли друге місце після зелених. В сучасний період у структурі фітопланктону збільшилась частка водоростей, які є показниками евтрофування водної екосистеми гирлової ділянки Дніпра. За кількістю сапрофітних бактерій, що характеризує забруднення побутовими стоками та є показником трофічного стану водних об'єктів, лише у русловій мережі Дніпра вода відповідає категорії «добра». В багатьох водоймах і протоках гирлової ділянки вода відноситься до категорії «брудна».

Впродовж останніх десяти років відмічається збільшення розмірів заростей вищої водної рослинності в зонах мілководь. Зіставлення літературних джерел щодо складу рослинних формацій з сучасними даними натурних досліджень виявило незворотні зміни у стані екосистеми гирлової

ділянки Дніпра. Закономірності розподілу макрозообентосу тут у порівнянні з минулими роками збереглися, однак кількісні показники макрозообентосу, такі як біомаса, питома кількість фауністичних груп та щільність гідробіонтів, значно знизились [2, 23].

Оцінка екологічного стану водойм гирлової ділянки Дніпра, проведена співробітниками Херсонської гідробіологічної станції НАН України згідно Водної Рамкової Директиви ЄС 2000/60 [44], вказує на те, що за останні 40 років він погіршився у порівнянні з референційними умовами (показники екосистеми 80-х років минулого століття). Критеріальна оцінка екологічного стану проводилась для 13-ти типових водойм регіону на основі посезонних даних натурних спостережень за фіто-, бактеріо-, зоо- планктоном, макрозообентосом та вищою водною рослинністю.

Згідно інтегральної оцінки типових водойм регіону до групи «добрі» увійшов лише Нікольський лиман [12]. В ньому відмічається найбільш яскрава фауністична структура макрозообентосу – питоме видове багатство становить 5,3 фауністичних групи на 0,5 м² площі, інші показники відповідають мезосапробній зоні.

До водойм із «задовільним» екологічним станом належать більшість з досліджених типових водойм, а саме 9 із 13-ти. До них відносяться Сабецький, Казначіївський, Голубов, Збур'ївський Кут, Стеблівський, Кардашнський лимани та озера Біле, Безмен, Краснюкове. Ступінь заростання вищою водною рослинністю в цих водоймах доходить до 80–95%. Показники макрозообентосу в них відзначаються високим питомим фауністичним багатством (2,5–4,0 груп на одиницю площі) та високою чисельністю (1,5–3,0 тис.екз/м²) і біомасою (4–660 г/м²) безхребетних [12].

Три водойми було оцінено як озера з «поганим» екологічним станом. До них належать озера Лягушаче, Чичужне та Олексіївський лиман. Ці водойми переважно невеликі за площею та мілкі (з глибинами 0,5–1,5 м) з уповільненим зовнішнім водообміном. Особливістю цих водойм є наявність потужних донних відкладів (місцями до 1 м), що формуються з автохтонного

матеріалу та насичені сірководнем. За рахунок цього донна фауна водойм з «поганим» екологічним станом також значно пригнічена. Донні безхребетні представлені майже виключно олігохетами та хірономідами, питома вага яких в загальній біомасі перевищує 97% [12].

Таке порушення екологічного стану водних об'єктів гирлової ділянки Дніпра склалось в основному внаслідок послаблення водообмінних процесів у додатковій мережі. Причинами тому можуть бути як суто природні явища (замулення та заростання водойм і водотоків), так і штучне обмеження в них водообміну за рахунок, як вже зазначалось, поступового переходу режиму роботи Каховської ГЕС з переважно двохпікових на переважно однопікові попуски води впродовж доби [13, 17, 18, 32–34].

Починаючи з 1956 р., на фоні загального зменшення стоку і зниження висоти весняного водопілля, вирішальне значення для функціонування екосистеми гирлової ділянки Дніпра набули нерівномірні впродовж доби та тижнів попуски Каховської ГЕС. Вони зумовлюють короточасні коливання рівня води більшу частину року (крім весняних місяців).

Саме після введення в дію Каховської ГЕС в екосистемі гирлової ділянки Дніпра з'явився новий фактор її функціонування – короточасні добові коливання рівня води, величина та повторюваність яких є вирішальними у формуванні сучасного стану водних об'єктів досліджуваної ділянки.

Відчутну роль у водному режимі дельти Дніпра відіграють також коливання рівня води у східній частині Дніпровсько-Бузького лиману, обумовлені згінно-нагінними, припливними, сейшевіми, бризовими та іншими явищами, які частково розповсюджуються до греблі Каховської ГЕС.

В результаті, в основному руслі, протоках, заплавних водоймах та інших елементах водної системи гирлової ділянки Дніпра практично впродовж всього року (за виключенням весняних періодів високої водності, коли Каховська ГЕС працює рівномірно) відбуваються короточасні коливання рівня води.

Завдяки цим коливанням у літньо-осінній період значні об'єми дніпровської води надходять до заплавних водойм і в понижені ділянки заплави, що забезпечує існування заплавних гідробіоценозів і реалізацію їх самоочисної здатності.

Статистичний аналіз матеріалів спостережень свідчить про те, що Каховська ГЕС у 80-ті роки здійснювала впродовж доби два попуски у 42% випадків. Один попуск відбувався лише у 27% випадків. Рівномірний режим стоку в нижньому б'єфі Каховської ГЕС, коли внутрішньодобові коливання рівня не перевищували 5 см, спостерігався у 31% випадків (в період весняного водопілля). Особливістю режиму роботи ГЕС тоді було те, що один попуск за добу, як правило, здійснювався в періоди підвищеної водності Дніпра. Ця особливість зберігається і на сьогодні (рис. 2.3).

У нинішній час співвідношення одного та двох попусків води за добу в нижній б'єф кардинально змінилось. Осереднені за період з 1994 по 2013 роки дані свідчать про різке зменшення частки двохпікових попусків – до 7%. Проте в 60% випадків ГЕС працює один раз на добу. Це є принциповим фактом погіршення стану всіх елементів екосистеми гирлової ділянки Дніпра за останні 40 років [13, 17, 35, 46].

Одним із шляхів відновлення екологічно сприятливого режиму роботи Каховської ГЕС може стати її реконструкція кінцевим результатом якої буде збільшення пропускної здатності гідроагрегатів.

Необхідні для оцінки екологічних наслідків проекту попередні відомості щодо пропонованих технічних параметрів Каховської ГЕС, реконструкція якої проводиться в нинішній час в рамках оновленої енергетичної стратегії [6], надані проектною організацією – ПАТ «Укргідропроєкт». Очікувана реконструкція Каховської ГЕС [4, 10, 11] передбачає збільшення пропускної здатності агрегатів станції до 4500 м³/с. Амплітуда коливань рівня води в нижньому б'єфі Каховської ГЕС при роботі всією потужністю (4500 м³/с) складе при попусках тривалістю 4 години – 1,71 м, при попусках тривалістю 6 годин – 1,92 м;

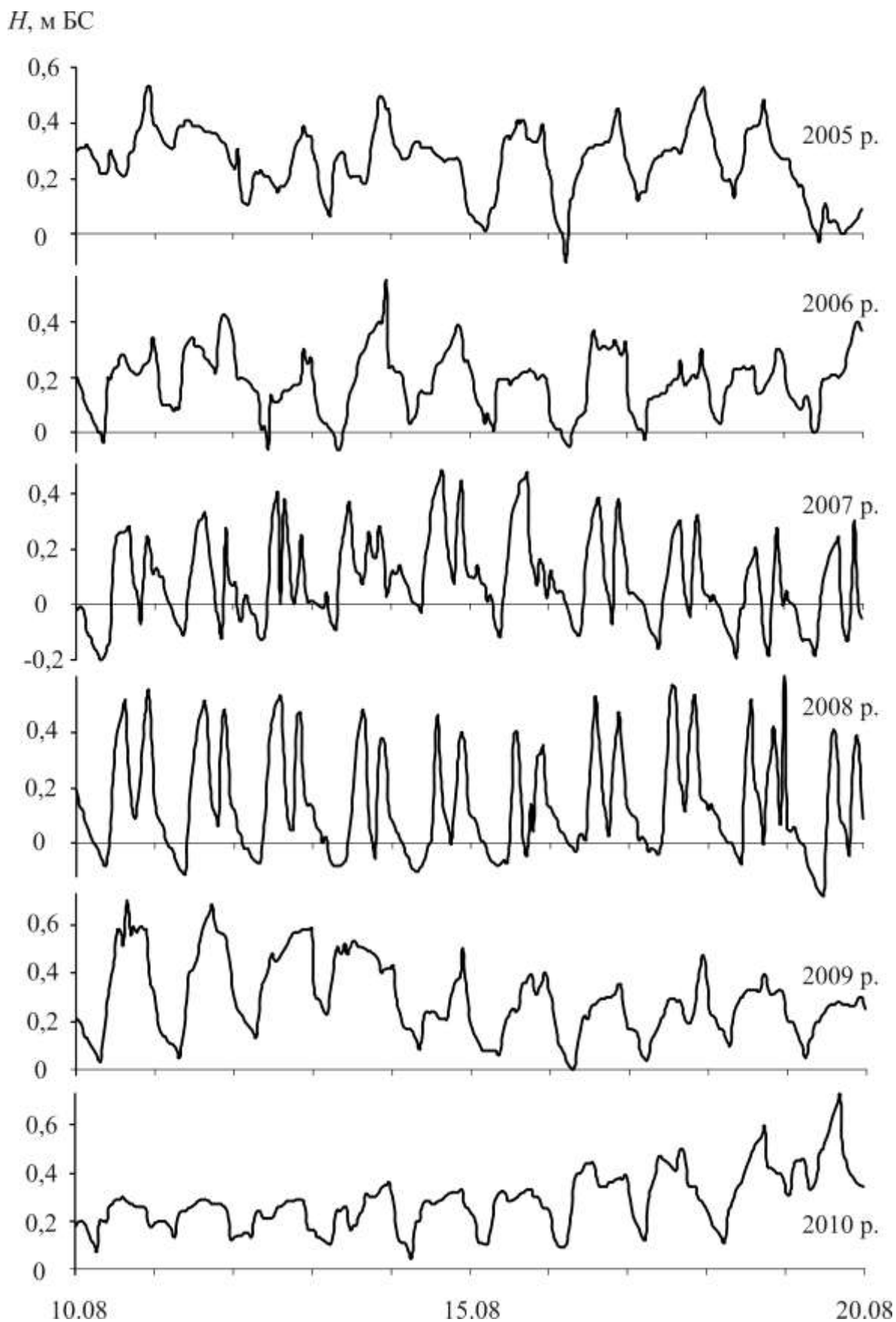


Рис. 2.3. Фрагменти ходу рівня води в нижньому б'єфі Каховської ГЕС у серпні: роки з підвищеною водністю (2005, 2010); середньою (2006, 2009) і маловодні (2007, 2008) роки

Це без сумніву змінить гідрологічний режим гирлової ділянки Дніпра, що, в свою чергу, може спричинити відповідні зміни інших абіотичних та біотичних компонентів головного русла, рукавів, заплави та заплавної водойми.

Таким чином, наведені параметри роботи розширеної (реконструйованої) Каховської ГЕС вказують на можливі серйозні зміни водного (і всього гідрологічного) режиму нижньої ділянки Дніпра та всієї Дніпровсько-Бузької гирлової області.

В русловій мережі гирлової ділянки Дніпра близько 643 млн. м³ води. Загальна площа водного дзеркала всіх водотоків складає 112 км². Водойми, яких у заплаві гирлової ділянки Дніпра нараховується більше 160, мають загальну площу більше 72 км² та містять в середньому 80–85 млн. м³ води. Обводненість заплавної масивів, площа яких перевищує 303 км², залежить від водності річки. При дуже низькому стоці (150–300 м³/с) затопленими залишаються близько 31 км² плавнів. При середніх витратах води (1000–1500 м³/с) затоплюються 220 км² плавнів, при цьому тут знаходиться більше 13 млн. м³ води. При витратах 2000–2500 м³/с практично вся заплавна частина долини гирлової ділянки Дніпра вкривається водою [46].

Режим роботи Каховської ГЕС визначає характерні риси водного режиму кожної з підсистем гирлової ділянки. В основному руслі і багатьох протоках відмічаються періодичні одно- і двохпікові впродовж доби прямі довгі хвилі, фазова швидкість яких сягає 7–8 м/с, та поступальне переміщення водних мас від греблі ГЕС до гирла зі швидкістю 0,2–0,6 м/с. В заплавної водоймах через вказані довгі хвилі відбувається зовнішній водообмін з русловою мережею, який залежить від висоти хвиль і морфометричних характеристик самих водойм і проток, з'єднуючих їх з русловою мережею. Період зовнішнього водообміну водойм гирлової ділянки Дніпра коливається від двох до декількох десятків діб, що власне і обумовлює істотну різницю їх екологічного статусу. Заплавні масиви

обводнюються також за рахунок попускових коливань рівня води в русловій мережі.

Елементами гідрологічного режиму, зміна яких поведе за собою зміни показників стану екосистем основного русла та водних об'єктів його додаткової мережі (озер, заплави, проток, рукавів), насамперед є рівневий, швидкісний та седиментаційний режими.

Рівневий режим гирлової ділянки Дніпра в проектних умовах можна представити наступним чином. Всю пропускну здатність агрегатів станції (4500 м³/с), найвірогідніше передбачається використовувати в період проходження високого весняного водопілля. Ймовірність такої події на фоні значної регулюючої здатності дніпровського каскаду досить мала але все ж можлива. Тоді добовий об'єм скиду води через створ Каховської ГЕС складатиме 0,44 км³. Проектної корисної ємності водосховища (6,8 км³) для здійснення такого скиду може вистачити всього лише на 15 діб (при інтенсивному притоці із Запорізького водосховища – на трохи більший термін). Реальна корисна ємність (1,2 км³) буде спрацьована за три доби. Підйом рівня води в нижньому б'єфі при цьому досягне майже 2 м. Якщо тривалість попуску такої інтенсивності перевищить термін переміщення водних мас до гирла (близько 1,5 діб), вказане підвищення рівня води (2 м) повинно буде встановитись на всій гирловій ділянці Дніпра. Подібні і навіть більші підйоми спостерігались в період водопілля до зарегулювання стоку Дніпра. В нинішніх умовах функціонування Дніпра таке практично неможливо.

У вегетаційний період великі витрати води та їх внутрішньодобові коливання на гирловій ділянці Дніпра – фактор для її екосистеми бажаний. Короткострокові попуски Каховської ГЕС зі вказаною проектною максимальною витратою (4500 м³/с) у літньо-осінній час були б особливо сприятливі для екосистеми гирлової ділянки Дніпра. Вони забезпечать значні коливання рівня води, що в свою чергу створить тут ідеальні умови для функціонування екосистем русла, заплави і заплавних водойм.

Гідрологічні процеси тут при цьому будуть формуватись наступним чином. Короткострокові (4 або 6 годин) попуски з витратою 4500 м³/с забезпечать підйоми рівня води у нижньому б'єфі, відповідно на 1,71 або 1,92 м (дані ПАТ «Укргідропроєкт»). Прямі довгі хвилі, що утворились, переміщуючись по русловій системі гирлової ділянки Дніпра, як відмічалось зі швидкістю більше 7–8 м/с, будуть трансформуватись. Якщо прийняти, що трансформація хвиль буде відбуватись за встановленим раніше законом [37], то можна оцінити зміну максимальної амплітуди коливання рівня води в руслі по його довжині (табл. 2.1).

Таблиця 2.1. Амплітуда коливання рівня води на гирловій ділянці Дніпра при максимально можливих попусках Каховського гідровузла

Відстань від греблі, км	Амплітуда (м) при максимальних попусках			
	до реконструкції (2600 м ³ /с)		після реконструкції (4500 м ³ /с)	
0	0,94	1,04	1,71	1,92
10	0,70	0,77	1,27	1,42
20	0,52	0,57	0,94	1,06
30	0,38	0,43	0,70	0,79
40	0,28	0,31	0,51	0,58
50	0,21	0,23	0,38	0,42
60	0,16	0,18	0,29	0,33
70	0,12	0,12	0,21	0,23
80	0,09	0,09	0,15	0,17
90	0,06	0,07	0,12	0,13

Для порівняння в таблиці наводяться значення амплітуд при сучасному максимально можливому попуску через агрегати ГЕС (2600 м³/с). У підсумку видно, що збільшення у два рази попускових витрат води в проектних умовах однозначно призведе до збільшення амплітуд коливання рівнів води в русловій мережі гирлової ділянки Дніпра.

Розрахунки вказують, що *швидкості течії* в основному руслі і рукавах Дніпра приблизно у два рази збільшаться в проектних умовах (при витраті 4500 м³/с). Зміняться також поля течій в численних заплавах водоймах.

Посилиться зовнішній водообмін руслової мережі – для водотоків з найменш повільним водообміном його період зменшиться з 11,4–17,2 до 5,8–8,8 діб (величини наведено для 6 і 4-годинних попусків, відповідно).

Передбачувані внутрішньодобові коливання рівня води в русловій системі гирлової ділянки Дніпра однозначно посилять зовнішній водообмін всіх заплавних водойм. Розраховані за розробленою раніше методикою [35, 37] середні (нормальні) величини періодів зовнішнього водообміну типових водойм наведено в табл. 2.2.

Таблиця 2.2. Періоди зовнішнього водообміну основних водойм гирлової ділянки Дніпра при одному за добу попуску води з різним діапазоном витрат (перевищення витрат води над базовими – ΔQ_{max})

Водойми	Період зовнішнього водообміну (доба) при різних амплітудах коливань витрат води у створі ГЕС (м ³ /с)					
	сучасний	1000	2000	3000	4000	5000
оз. Довге	14,34	11,94	5,90	3,95	2,95	2,36
оз. Хрещате	14,07	11,72	5,79	3,87	2,89	2,32
оз. Кругле	16,93	14,00	6,96	4,63	3,48	2,79
В.Сабецький лиман	14,14	11,77	5,81	3,89	2,91	2,33
Н. Сабецький лиман	2,45	2,04	1,01	0,67	0,50	0,40
оз. Великі Дуплечі	14,29	11,79	5,89	3,93	2,95	2,36
оз. Малі Дуплечі	25,83	21,32	10,66	7,05	5,30	4,24
оз. Лебедине	15,74	12,87	6,44	4,33	3,24	2,59
Казначейський лиман	3,50	2,84	1,44	0,96	0,72	0,57
Фроловський лиман	3,58	2,92	1,48	0,98	0,74	0,58
Олексіївський лиман	7,84	7,70	3,94	2,60	1,95	1,57
Голубів лиман	5,33	4,97	2,54	1,68	1,25	0,99
оз. Вчорашнє	7,19	6,70	3,42	2,26	1,69	1,35
оз. Кругле	7,93	9,21	4,60	3,07	2,30	1,84
оз. Бурякове	13,01	14,32	6,97	4,69	3,53	2,80
оз. Дикеньке	13,15	14,21	7,10	4,74	3,51	2,81
оз. Полякове	10,64	11,54	5,77	3,85	2,88	2,31

Водойми	Період зовнішнього водообміну (доба) при різних амплітудах коливань витрат води у створі ГЕС (м ³ /с)					
	сучасний	1000	2000	3000	4000	5000
Кардашинський лиман	8,27	9,61	4,80	3,20	2,40	1,90
оз. Назарово-Погоріле	21,79	26,96	13,92	9,18	6,96	5,53
оз. Зацитне	8,92	11,43	5,54	3,73	2,77	2,23
оз. Скадовськ-Погоріле	18,92	23,41	12,08	7,97	6,04	4,80
оз. Рогозувате	13,95	17,27	8,91	5,88	4,46	3,54
оз. Безмен	9,63	14,30	6,90	4,66	3,51	2,78
оз. Чичужне	6,12	9,61	4,99	3,28	2,45	1,95
оз. Горіле	23,48	33,72	17,48	11,51	8,74	6,94
оз. Нижнє Солонецьке	11,33	22,77	11,38	7,85	5,84	4,65
оз. Бублиця	6,00	12,93	6,46	4,31	3,23	2,59
оз. Нижній Круглик	10,08	20,56	10,28	6,63	5,02	4,03
оз. Борщове	11,42	24,61	12,31	8,20	6,15	4,92
оз. Золоте	8,06	21,88	10,21	6,96	5,28	4,14
оз. Дідове	8,55	23,19	10,82	7,38	5,60	4,39
Збур'ївський кут	7,30	17,69	9,44	6,15	4,57	3,63
оз. Краснюкове	8,39	20,36	10,86	7,08	5,25	4,18
оз. Гапка	7,89	19,14	10,21	6,66	4,94	3,93
оз. Лягушаче	12,59	25,32	12,66	8,73	6,49	5,17

Для порівняння в таблиці вказано сучасні їх значення зовнішнього водообміну отримані нами в роботі [17]. Більшість водойм при проектних максимальних амплітудах попусків (4500 м³/с) буде промиватись дніпровською водою у 5–6 разів швидше, ніж у сучасних умовах.

Оскільки такі великі попуски в літньо-осінній період малоймовірні, в табл. 2.2 наводяться відомості про розраховані періоди зовнішнього водообміну досліджуваних заплавних водойм при інших (проміжних) попускових витратах. У всякому випадку, в проектних умовах водообмінні процеси в цих водоймах будуть більш інтенсивними, ніж в теперішній час.

Також після реконструкції Каховської ГЕС можна очікувати значне посилення водообмінних процесів у заплавних масивах гирлової ділянки

Дніпра. Натурними дослідженнями і відповідними розрахунками [37] встановлено, що ще у 80-і роки впродовж вегетаційного періоду на заплаву проникало $1,35 \text{ км}^3$ дніпровської води, що складало приблизно 6% від об'єму стоку Нижнього Дніпра. У 15–20% випадків водообмін між заплавою і русловою мережею був відсутнім.

В проектних умовах висота і тривалість zalivanja заплави будуть великими. Істотно посиляться промивка заплавних масивів і, відповідно, самоочисна здатність вищої водної рослинності.

Посилення динаміки вод також призведе до зміни *седиментаційного режиму* як у русловій мережі, так і в заплавних водоймах гирлової ділянки Дніпра. Збільшення швидкостей течії перш за все підвищить здатність потоків переносити завислий твердий матеріал. Джерелом його будуть продукти розмиву дна і берегів самих русел, де за багато років зарегулювання стоку накопичилась значна кількість відкладів. Крім того, у водні маси руслової мережі буде надходити (особливо у перші роки після реконструкції Каховської ГЕС) велика кількість органічних зависей із заплавних водойм, де трансседиментація донних відкладів стане провідним процесом формування якості вод. Слід підкреслити, що саме автохтонний матеріал (мінеральний і органічний) буде забезпечувати показники мутності води і приймати участь у формуванні нового розподілу і складу донних відкладів у всіх водних об'єктах гирлової ділянки Дніпра.

При збільшенні попускових витрат на гирловій ділянці Дніпра до проектних відміток практично не буде існувати проблеми *надходження солоних вод* у його русло на скільки-небудь значну відстань навіть у період літньо-осінньої межени. Якщо виходити з номограми [39] і врахувати, що солоність води у східній частині лиману зазвичай не перевищує 2–4‰ [5], то вже при попусках $600\text{--}700 \text{ м}^3/\text{с}$ солону воду в руслі Дніпра чекати не слід. А попуски Каховської ГЕС з витратами $1500 \text{ м}^3/\text{с}$ повністю виключають входження у гирло річки солоних вод.

Найбільш дієвим важелем впливу на екосистеми водойм, як видно з наведеного матеріалу, є регулювання режиму та об'ємів попусків Каховської ГЕС. Навіть дотримання рекомендованих раніше параметрів попусків у літньо-осінній період (попуск об'ємом $1350 \text{ м}^3/\text{с}$ в імпульсному режимі двічі на добу) може суттєво посилити водообмін і сповільнити більшість процесів деградації екосистеми. Еквівалентні за об'ємом ($43 \text{ млн. м}^3/\text{добу}$), але рівномірні впродовж доби, попуски води з Каховської ГЕС не створюють умов для зовнішнього водообміну, необхідного для нормального існування водних екосистем водойм, особливо тих, що мають поганий зв'язок з русловою мережею [25].

Дієвість впливу режиму роботи Каховської ГЕС на водообмінні процеси водойм гирлової ділянки Дніпра, стан та якість води в них, є безсумнівною. Незворотні зміни, що відбулись в екосистемі за останні 40 років головним чином пов'язані з фактичним переходом режиму роботи Каховського гідровузла з двохпікових на однопікові попуски впродовж доби. Кількість перших скоротилась на майже в 5 разів у порівнянні з 80-тими роками минулого століття.

Зазначимо, що з екологічної точки зору збільшення попускових витрат у літньо-осінній період могло б стати вирішальним важелем не тільки призупинення деградації екосистеми гирлової ділянки Дніпра, але й відновлення її благополучного стану, якості водного середовища та біорізноманіття [34].

При нинішній пропускній здатності Каховська ГЕС може забезпечити максимально можливий діапазон попускової хвилі $2600 \text{ м}^3/\text{с}$. При збільшенні пропускної здатності Каховського гідровузла вдвічі максимальне перевищення витрат води над базовими (ΔQ_{max}) складатиме $4500 \text{ м}^3/\text{с}$. Згідно з розрахунками наведеними у табл. 2.1, хвиля попуску з діапазоном вище $4000 \text{ м}^3/\text{с}$ здатна створити такі коливання рівня води в нижньому б'єфі при яких всі водойми гирлової ділянки Дніпра, що пов'язані з русловою мережею будуть мати період зовнішнього водообміну менше 7 діб (рис. 2.4).

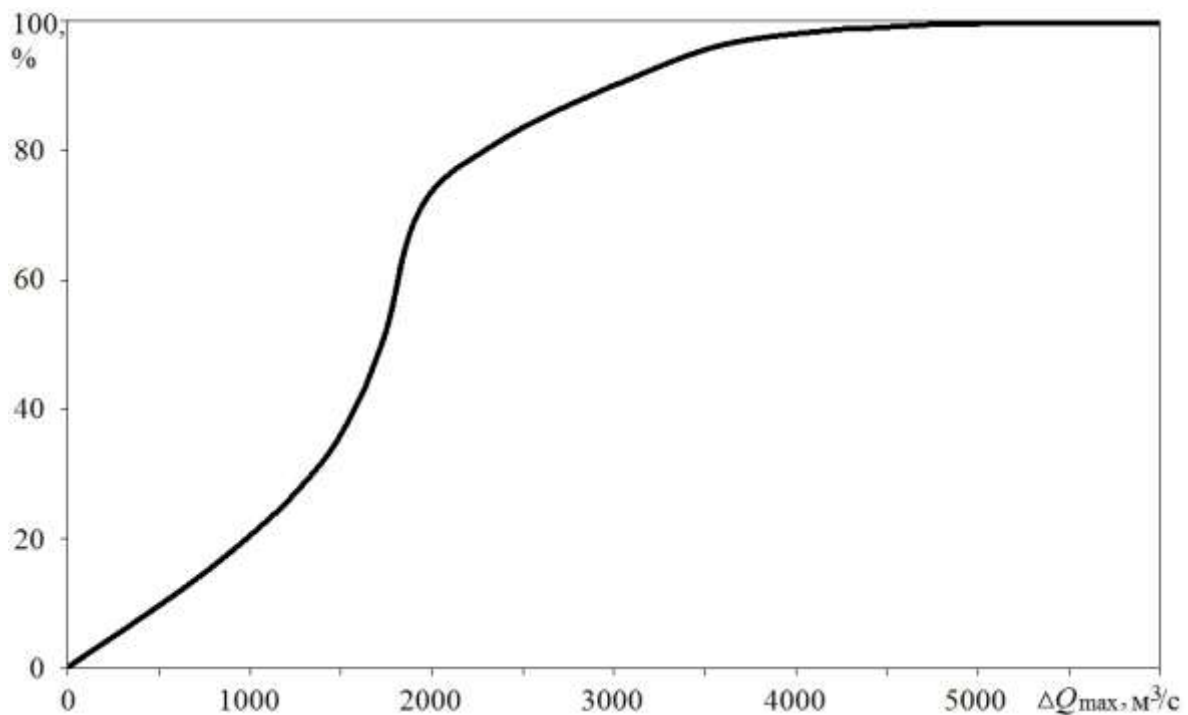


Рис. 2.4. Кількість водойм гирлової ділянки Дніпра у % з періодом зовнішнього водообміну 7 діб і менше при попуску води через дамбу Каховської ГЕС з різним діапазоном витрат (ΔQ_{max})

Для покращання умов водообміну заплавних водойм за допомогою попусків води Каховської ГЕС її реконструкція не є обов'язковою. З рис. 2.4 видно, що при перевищенні витрат води над базовими, які сягають 2000 м³/с, 75% складають водойми з періодом зовнішнього водообміну менше 7 діб.

Зазначимо, що при нинішньому режимі роботи Каховської ГЕС лише біля 20% водойм належать до благополучних з екологічної точки зору. Іншим 80-ти відсоткам водойм притаманний більш повільний водообмін з русловою мережею, що відповідно відбивається на їх екологічному стані та якості вод.

Що стосується об'ємів добових попусків води, то їх нормативи викладені у «Правилах експлуатації водосховищ Дніпровського каскаду» [28]. В період літньо-осінньої межени для нормального функціонування екосистеми гирлової ділянки Дніпра повинні витримуватись екосистемні, екологічні, цільові, екстремальні попуски води з мінімальним об'ємом 40,6 млн. м³ за добу [40, 41]. Для збереження благополучного стану іхтіофауни гирлової області Дніпра Каховська ГЕС повинна забезпечувати

впродовж квітня–червня рибогосподарські попуски, згідно з якими рекомендовано дотримуватись рівномірних витрат води впродовж доби на рівні 1500–2000 м³/с. В III декаду квітня і I–II декади травня добові витрати не повинні бути нижчими 2000 м³/с [24].

Об'єм попусків, звісно, є досить важливим фактором функціонування екосистеми гирлової ділянки Дніпра в літньо-осінній період оскільки він визначає фон водності річки. На основі матеріалів багатолітніх натурних гідроекологічних спостережень, за допомогою сучасних методів раніше було розраховано і проаналізовано баланс продукційно-деструкційних процесів у кожній з підсистем гирлової ділянки Дніпра при різних об'ємах попусків Каховської ГЕС [26].

Русловій мережі при малих об'ємах попусків (середньодобова витрата менше 470 м³/с) притаманне істотне збільшення концентрації легкодоступної органічної речовини, при великих попусках переважають процеси самоочищення.

Для основної маси заплавних водойм гирлової ділянки Дніпра (період зовнішнього водообміну 5–12 діб) баланс продукційно-деструкційних процесів у літній час позитивний при середніх добових попусках нижче 1500 м³/с, що обумовлює їх високий біопродукційний потенціал. Тому заплавні водойми практично при будь-яких реальних об'ємах попусків у цей період є постачальниками органічної речовини у руслову мережу. Причому найбільш активно проходить забруднення органічними речовинами із заплавних водойм (до 3–5 г О₂/м³ за добу) при середньодобових попусках менше 650 м³/с.

Продукційно-деструкційні процеси в русловій мережі гирлової ділянки Дніпра в цілому збалансовані в умовах існуючого неусталеного режиму попусків при водності з середньою добовою витратою води 470 м³/с. Попуск води такого об'єму називається екосистемний та є константою.

При зменшенні об'ємів попусків процеси органічного самозабруднення починають переважати. Якщо постійно здійснювати попуски з витратою 300

м³/с, то на 25-й день в гирловому замикаючому створі Дніпра концентрація органічної речовини (за БСК_{повн}) тільки за рахунок продукування його екосистемою може збільшитись на 8–10 г О₂/м³. Збільшення об'ємів попусків обумовлює посилення процесів самоочищення і поліпшення якості води. Сумарний ефект зниження концентрації органічної речовини в дельті відмічається в діапазоні витрат води від 470 до 1250 м³/с. Подальше збільшення об'ємів попусків мало впливає на підсумкові показники, більш того, дещо знижує очисний потенціал гирлової ділянки Дніпра за рахунок меншого часу перебування в ній води.

Так, згідно методики [40, 41] для водної екосистеми гирлової ділянки Дніпра було розраховано об'єм екологічного попуску. Він не постійний і включає екосистемний попуск і так звану санітарну надбавку, яка забезпечує самоочищення системи від антропогенного забруднення. Екологічний попуск завжди більший екосистемного. Так, при антропогенному навантаженні більше 40 т за добу екологічний попуск повинен складати близько 530 м³/с.

В сучасних умовах можливе деяке зменшення об'ємів попусків. У цьому зв'язку є поняття екстремальних (або цільових) попусків [28, 41]. Екстремальні – це попуски з сереньодобовими витратами води, які забезпечують нормативні граничні концентрації органічної речовини (за БСК_{повн}) у замикаючому чи будь-якому іншому заданому створі.

Сукупне регулювання об'ємів попусків води та екологічно обґрунтований режим роботи Каховського гідровузла є найбільш реальним та дієвим заходом поліпшення гідрологічних умов функціонування їх екосистем. Хоча цей метод покращання водообмінних процесів потребує значних економічних витрат, однак він є ефективним для поліпшення стану всієї водної екосистеми гирлової ділянки Дніпра в цілому.

РОЗДІЛ 3

ОГЛЯД ЛОКАЛЬНИХ ЗАСОБІВ ПОЛІПШЕННЯ ЕКОЛОГІЧНОГО СТАНУ ЗАПЛАВНИХ ВОДОЙМ РЕГІОНУ ШЛЯХОМ РЕГУЛЮВАННЯ ІНТЕНСИВНОСТІ ЇХ ЗОВНІШНЬОГО ВОДООБМІНУ

Серед реальних засобів покращання стану екосистем водних об'єктів гирлової ділянки Дніпра вирішальними, на наш погляд, є гідрологічні. Окрім регулювання режиму роботи Каховського гідровузла досить дієвими є локальні методи поліпшення екологічного стану водних об'єктів. Вони спрямовані на місцеве застосування окремого, чи ряду методів покращання для обраного водного об'єкта.

Руслова мережа гирлової ділянки Дніпра значних змін екологічного стану за останні 40 років не зазнала. Погіршення якості води тут відбувається переважно за рахунок надходження забруднювальних речовин з прилеглих територій та зі стічними водами [23, 30]. Зменшення надходження цих речовин та сполук на даному етапі розвитку екосистеми гирлової ділянки Дніпра є однією з перших задач щодо поліпшення її екологічного стану та зменшення антропогенного навантаження. Більш вразливими до змін гідрологічного режиму, що відбулись в останні 40 років, виявились заплавні водойми гирлової ділянки Дніпра [2].

В основу методів покращання екологічного стану водойм закладене посилення їх зовнішнього та внутрішнього водообміну. *Серед локальних гідрологічних засобів поліпшення стану водної екосистеми гирлової ділянки Дніпра найбільш реальними є:*

- 1) штучне посилення зовнішнього водообміну шляхом покращання зв'язку водойм з русловою мережею;
- 2) покращання водообмінних процесів шляхом зміни морфометричних характеристик самої водойми;
- 3) покращання умов проточності шляхом очищення ложа від вищої водної рослинності.

В основу зазначених методів закладено покращання умов зовнішнього та внутрішнього водообміну у заплавних водоймах гирлової ділянки Дніпра. Раніше у працях [13, 24] нами вже було частково розглянуто ряд локальних методів з покращення стану водних екосистем. У даному розділі складені рекомендації щодо посилення зовнішнього водообміну, які ґрунтуються на натурних матеріалах отриманих нами у сучасний період (2015–2018 рр.) [3, 13, 24, 27, 45], а також враховують наші напрацювання з питання покращення екологічного стану водойм регіону за попередні роки (2010–2015 рр.) [13, 20, 24, 33].

Найбільш ефективним серед локальних методів оздоровлення екосистем водойм гирлової ділянки Дніпра є штучне посилення їх зовнішнього водообміну шляхом покращання зв'язку з русловою мережею. Методику розширення, поглиблення та спрямлення існуючих, а також створення нових проток розроблено раніше [36, 38].

В основу розрахунків покладено вирішення задачі оберненої до знаходження періоду зовнішнього водообміну. За початкову величину приймається оптимальне з екологічних позицій значення періоду водообміну ($\tau_{\text{опт}}$) 7 діб [24, 38]. Далі визначається оптимальне значення притоку-відтоку води ($W'_{\text{оз}}$) до водойми:

$$W'_{\text{оз}} = V_{\text{оз}} / \tau_{\text{опт}}, \quad (3.1)$$

де $V_{\text{оз}}$ – середній об'єм води у водоймі, м³. Тут і далі, зі штрихом позначені оптимальні значення параметрів, тобто ті, що мають бути для забезпечення періоду зовнішнього водообміну 7 діб.

Надходження води до водойми пов'язане з погодинними змінами рівня в основному руслі та напряму залежить від параметрів протоки, якою озеро з'єднане з русловою мережею. Емпіричний коефіцієнт доступності ($K_{\text{оз}}$) визначається загальним опором цієї протоки та обчислюється за наступною формулою:

$$K_{03} = \Delta H_{03} / \Delta H_L = \Delta W'_{03} / (\Delta H_L \cdot f_{03}), \quad (3.2)$$

де ΔH_{03} – добові коливання рівня води у водоймі в м, ΔH_L – добові коливання рівня води в русловій мережі гирлової ділянки Дніпра на відстані L , f_{03} – площа водойми в м².

Для знаходження оптимального значення загального модуля опору протоки ($F'_{\text{заг}}$) використовується емпіричний вираз [38]:

$$F'_{\text{заг}} = 7,41 \cdot 10^{-7} K'_{03}{}^{-4,88}, \quad (3.3)$$

Виходячи з розрахунку модуля загального опору, можна обчислити будь-який з параметрів протоки, яка постачає до озера необхідну кількість води для забезпечення періоду зовнішнього водообміну 5–9 діб чи будь-якого заданого значення $\tau_{\text{опт}}$ [36].

Виходячи з розрахунків відмітимо, що на інтенсивність зовнішнього водообміну впливають морфометричні характеристики не тільки проток але й самої водойми. Чим менша середня глибина водойми та її площа, тим швидше вода в ній змінюється на нову. Для знаходження оптимального значення середньої глибини ($h'_{\text{ср}}$) та площі (ω'_{03}) водойми служать наступні формули:

$$h'_{\text{ср}} = (\tau_{\text{опт}} \cdot W_{03}) / \omega_{03}; \quad (3.4)$$

$$\omega'_{03} = (\tau_{\text{опт}} \cdot W_{03}) / h_{\text{ср}}; \quad (3.5)$$

Поглиблення та розширення площі водойми, без збільшення зовнішнього притоку води, вкрай негативно впливає на водообмінні процеси в озері, оскільки збільшується об'єм води, яку треба змінити новою.

Прикладом використання обраних методів можуть бути складені нами і наведені нижче науково-практичні рекомендації з покращення екологічного стану ряду заплавних водойм гирлової ділянки Дніпра зі сповільненим зовнішнім водообміном та значним ступенем органічного забруднення, а саме озер Рогозуватого, Карасьового, Скадовськ-Погорілого та Закитного.

3.1. Озеро Рогозувате

Водойма розташована на правобережній заплаві дельти Дніпра біля селища Камишани. Площа водойми становить біля 640 тис м², середня глибина 1,1 м (рис. 3.1).

Водойма генетично пов'язана з р. Кошовою невеликим ериком на південному сході та з оз. Безмен протокою на північному сході. До цієї ж протоки надходить відгалуження р. Вирьовчини, через яку до водойми надходять стічні води з очисних споруд м. Херсона.



Рис. 3.1. Схема гідрографічної мережі Дніпра в районі оз. Рогозуватого за даними ШСЗ від 03.01.2017 р.

У 80-х роках минулого століття Рогозувате відносилось до водойм з помірним водообміном, який складав 11,5 діб [35]. В сучасний період озеро відноситься до водойм гирлової ділянки Дніпра зі слабким водообміном.

Єрик у південно-східній частині водойми значно заріс, обмілів, його русло практично повністю перекрите зі сторони р. Кошової заваленими деревами та корчами. Коливання рівня води у р. Вирьовчині формуються переважно внаслідок скидів стічних вод з очисних споруд, та не перевищують 2–4 см на добу.

За таких умов, в нинішній час, фактичний період зовнішнього водообміну збільшився та складає 22,4 доби, що суттєво перевищує екологічно прийнятні значення цього показника для заплавної водойми гирлової ділянки Дніпра.

Покращання зовнішнього водообміну оз. Рогозуватого можливе за допомогою меліоративних робіт по розширенню та поглибленню вже існуючих проток, що пов'язують водойму з русловою мережею Дніпра.

Протока, що розташована на північному заході водойми, досить широка та має високу пропускну здатність, тому її поглиблювати чи розширювати не потрібно. Натомість, через єрик у південно-східній частині озера притік води майже не відбувається, тому має сенс зазначені меліоративні заходи спрямувати на збільшення його пропускну здатності. У табл. 3.1 наведено існуючі та проектні параметри проток оз. Рогозуватого.

Таблиця 3.1. Існуючі та проектні гідравлічні параметри проток оз. Рогозуватого

	Назва водотоку	Характеристики проток			Період водообміну, доба
		ширина, м	глибина, м	коефіцієнт шорсткості	
Сучасний стан	протока	32	1,8	0,033	22,4
	єрик	2	0,5	0,133	
Проектні характеристики	протока	32	1,8	0,033	12,9
	єрик	8	1,6	0,033	

Примітка: сучасні параметри отримані за даними натурної зйомки у червні 2017 р.

Після збільшення ширини ґрика до 6 м, замість існуючих 2-х та поглиблення його до 1 м, період зовнішнього водообміну озера покращиться на 69% і складатиме 13,0 діб [24].

Зазначимо, що при наявності фінансових можливостей можна проектувати ширину та глибину ґрика ще більшими, але значного покращання для водообмінних процесів у водоймі це не принесе.

Наприклад, якщо при глибині ґрика 1 м збільшити його ширину до 9 м, тоді період водообміну складатиме 12,5 діб, при ширині 10 м – 12,3 діб.

Як зазначалось нами раніше, поглиблення чи розширення площі водойми, без збільшення об'єму зовнішнього притоку води, вкрай негативно впливає на водообмінні процеси в озері, оскільки збільшується об'єм води, яку треба змінити новою.

В оз. Рогозуватому середня глибина складає 1,1 м. При її збільшенні, внаслідок поглиблення водойми до 1,3 м об'єм води в озері збільшиться на 128 тис м³. Період зовнішнього водообміну при цьому збільшиться на 3,5 доби і складатиме 26,0 діб, що на 16% гірший за сучасні значення.

3.2. Озеро Карасьове

Водойма розташована на лівобережній заплаві гирлової ділянки Дніпра біля м. Олешки (рис. 3.2) та досліджувалось нами в рамках виконання договірної науково-дослідної тематики «Обґрунтування необхідності проведення робіт і розробка рекомендацій щодо штучного посилення водообміну заплавного комплексу Олешківської ділянки пониззя Дніпра» у 2014 р. (номер держ. реєстрації 0114U005555).

На час обстеження заростання водного дзеркала водойми вищою водною рослинністю складало майже 100%. З них напівзанурені рослини займали 60% (очерет звичайний, рогіз вузьколистий), з плаваючим на

поверхні листям – 12% (латаття біле), занурені – 26% (переважно кушир занурений) (рис. 3.3).



Рис. 3.2. Сема розташування оз. Карасьового [24]



Рис. 3.3. Водне дзеркало озера Карасьового у липні 2014 р. [24]

Водойма пов'язана з русловою мережею Дніпра чотирма ериками, однак, через значну кількість заростей вищої водної рослинності вода не розповсюджується по акваторії. Водобмін з русловою мережею та між окремими ділянками водойми у більшій частині озера практично відсутній.

З ерика 1 вода розповсюджується на 80-100 м вглиб водойми, з ериків 2 та 3 – не більш ніж на 30 м, з ерика 4 – на 20 м. В цілому, площа водойми до якої відбувається притік води з руслової мережі, складає 8,7 тис.м², від загальної – 120 тис.м². Інша частина, що складає 93% водойми, щільно заросла вищою водною рослинністю (див. рис. 3.3).

Для покращання водобміну в оз. Карасьовому та поліпшення умов існування гідробіонтів рекомендується регулярно (1 раз у 2-3 роки) проводити розчищення ложа водойми від рослинності шляхом викошування. Це збільшить водобмін між окремими ділянками озера, призупинить процеси продукування та накопичення органічних сполук в ньому, седиментацію завислих у воді речовин, замулення ложа водойми, тощо.

Зазначимо, що наведені нами у праці локальні методи покращання екологічного стану потребують незначних економічних затрат, але здатні значною мірою регулювати умови існування гідробіонтів та показники якості вод в окремих водних об'єктах.

Зазначимо, що на гирловій ділянці Дніпра меліорація водойм та очищення їх ложа від вищої водної рослинності є досить поширеною практикою впливу на стан озерних гідробіоценозів і є перспективним напрямом розвитку методів управління водними екосистемами.

3.3. Озеро Скадовськ-Погоріле

Водойма розташована в центральній частині о. Карантинного та складається з двох плес – верхнього і нижнього, що пов'язані між собою невеликою протокою (рис. 3.4).



Рис. 3.4. Сема розташування оз. Скадовськ-Погорілого [24]

Нижнє плесо сполучається досить широким гирлом з Вільховим Дніпром і має помірний водообмін. Верхнє плесо більш ізольоване від руслової мережі Дніпра та пов'язане в південній частині невеликою протокою з нижнім плесом, а в південній – з пр. Довга Канава, єриком, що майже повністю заріс [24].

Нижнє плесо озера має достатній зовнішній водообмін для нормального існування гідробіонтів та суттєвого впровадження методів покращення екологічного стану не потребує. Водна екосистема верхнього плеса, згідно проведених нами досліджень, має яскраво виражені ознаки дистрофікації, тому саме ця частина водойми потребує впровадження методів перш за все направлених на покращення показників водообмінних процесів.

Верхнє плесо щільно поросле вищою водною рослинністю, що вкриває більш ніж 90% водної поверхні. Площа плеса складає 0,12 км², довжина – близько 700 м, середня глибина – 0,5 м. Вода в цьому плесі повністю змінюється на нову в теплий період року впродовж 32 діб.

Для покращення екологічного стану верхнього плеса оз. Скадовськ-Погоріле рекомендується поглиблення, розчистка та розширення ерика в північній частині водойми, а також розширити протоку між плесами.

Це забезпечить додатковий притік води з руслової мережі Дніпра, збільшить проточність водойми та покращить умови існування гідробіонтів, частково призведе до транс седиментації донних відкладів і переформування розподілу донних біотопів. Більш детально питання переформування донних відкладів у водоймах гирлової ділянки Дніпра розглядається нами у працях [1, 19, 20].

У табл. 3.2 наведено існуючі та проектні параметри проток верхнього плеса водойми. Загальний об'єм відібраного ґрунту становитиме 1,4 тис. м³.

Таблиця 3.2. Існуючі та проектні гідравлічні характеристики проток верхнього плеса оз. Скадовськ-Погоріле

Характеристика проток	Назва водотоку	Характеристики проток			Період водообміну, доба
		ширина, м	глибина, м	коефіцієнт шорсткості	
Сучасний стан	єрик	2,5	0,5	0,133	32,1
	протока	3,0	1,0	0,100	
Проектні характеристики	єрик	6,5	1,0	0,030	12,9
	протока	5,0	1,0	0,100	

Після проведення меліоративних робіт для ерику з наведеними у табл. 3.2 гідравлічними параметрами та розширення протоки між плесами, період зовнішнього водообміну верхнього плеса водойми може покращитися на 60% і складати 12,9 діб [24].

3.4. Озеро Закитне

Водойма розташована у східній частині о. Великого Потьомкінського (рис. 3.5).



Рис. 3.5. Сема розташування оз. Закитного [24]

Генетично озеро пов'язане з русловою мережею Дніпра однією протокою по берегам якої розташовані дачі та господарські забудови. Площа його становить $0,12 \text{ км}^2$, середня глибина – $0,6 \text{ м}$.

Водойма мілководна, у значній мірі заросла вищою водною рослинністю (переважно глечиками жовтими), яка суттєво сповільнює течію води по акваторії, сприяє седиментації завислих речовин та формуванню детриту. Донні відклади представлені глинистим та дрібним мулом зі значним вмістом рослинного детриту.

Впровадженню методів покращення стану водойми перешкоджає розташування дачних будинків практично на березі протоки, що поєднує озеро з Дніпром. Через цю обставину розширення чи значне поглиблення

протоки практично не можливе, така можливість існує лише на кінцевій ділянці протоки.

Для покращення екологічного стану оз. Закитного рекомендується коректування глибин протоки шляхом її поглиблення в центральній частині та розширення її кінцевої ділянки (див. рис. 3.5).

Проектні характеристики протоки після коректування її морфометричних параметрів наведені в табл. 3.3. Загальний об'єм вилученого ґрунту з протоки становитиме 12,9 тис. м³.

Таблиця 3.3. Існуючі та проектні гідравлічні характеристики проток оз. Закитного [24]

Характеристика проток	Назва водотоку	Характеристики протоки			Період водообміну, доба
		глибина, м	середня ширина, м	коефіцієнт шорсткості	
Сучасний стан	протока	1,0	9,1	0,045	23,1
Проектні характеристики	протока	1,5	10,0	0,030	14,3

Після приведення характеристик протоки до наведених гідравлічних параметрів період зовнішнього водообміну озера покращиться на 38% і складатиме 14,3 діб. Як зазначалось, через забудову берегів протоки, поглиблення та розширення протоки не можливе, але навіть така несуттєва корекція параметрів цього водотоку здатне покращити стан водойми.

Зважаючи на наявність значної кількості застійних зон у водоймі і високого рівня заростання плеса водною рослинністю (рис. 3.6) для покращення її екологічного стану впровадження тільки одного методу з посилення зовнішнього водообміну може виявитись недостатнім.



Рис. 3.6. Озеро Закитне у червні 2018 р.

За необхідності, для оз. Закитного можливе використання інших методів покращення стану, вплив яких направлений на внутрішньоводоймове застосування – вселення рослиноїдних видів риб та водних тварин, залісення прибережної смуги, ручне викошування водної рослинності, вилучення надлишкових мулових відкладів з ложа, та інших сучасних екологічних розробок.

ВИСНОВКИ

Розглянуті методи управління станом водних екосистем є найбільш реальними засобами поліпшення екологічного стану гирлової ділянки Дніпра шляхом регулювання гідрологічного режиму. До них належать:

- 1) покращання водообміну водойм шляхом регулювання попусків води у нижній б'єф Каховської ГЕС;
- 2) штучне посилення зовнішнього водообміну шляхом покращання зв'язку водойм з русловою мережею;
- 3) поліпшення водообмінних процесів шляхом зміни морфометричних характеристик самої водойми;
- 4) покращання умов проточності шляхом очищення ложа від вищої водної рослинності.

Регулювання попусків води та екологічно обґрунтований режим роботи Каховського гідровузла є найбільш дієвим заходом поліпшення гідрологічних умов функціонування водних екосистем досліджуваної ділянки Дніпра. Цей метод потребує великих економічних витрат, однак є ефективним для покращання стану екосистеми гирлової ділянки Дніпра в цілому.

Поряд із заходами, що спрямовані на зменшення антропогенного навантаження на водні об'єкти гирлової ділянки Дніпра, застосування зазначених методів регулювання гідрологічного режиму здатне значно покращити їх екологічний стан. Застосування локальних методів, на даному етапі розвитку суспільства, передбачає незворотне надання водного об'єкту до приватної власності, без чого їх впровадження стає неможливим.

ЛІТЕРАТУРА

1. Алексенко Т.Л. Структура угруповань і біопродуктивність макрзообентосу Кардашинського лиману / Т.Л. Алексенко, Є.І. Коржов, І.В. Шевченко // Природничий альманах. Біологічні науки, випуск 25. Збірник наукових праць. – Херсон: Вид-во ФОП Вишемирський В.С., 2018. – С. 4-9.
2. Алексенко Т.Л. Итоги работы Херсонской гидробиологической станции НАН Украины по изучению биоразнообразия водных систем Днепроовско-бугской устьевой области / Т.Л. Алексенко // Современные проблемы гидроэкологии. Перспективы, пути и методы решений: Материалы III Международной научной конференции. – Херсон, ПП Вишемирський В.С., 2012. – С. 3–6.
3. Білик Г.В. Шляхи відтворення аборигенних видів риб Дніпровсько-Бузької гирлової області в природних умовах / Г.В. Білик, Є.І. Коржов // Матеріали III Всеукраїнської конференції молодих науковців «Сучасні проблеми природничих наук». – Ніжин: «Наука-Сервіс», 2018. – С.25.
4. В 2015 году стартует строительство Каховской ГЭС-2. – Режим доступа: <http://ura-inform.com/ru/economics/2013/04/01/v-2015-godu-startuet-stroitelstvo-kakhovskoj-ges-2>.
5. Днепроовско-Бугская эстуарная экосистема / В.Н. Жукинський, Л.А. Журавлева, А.И. Иванов и др. АН УССР. Ин-т гидробиологии. – К.: Наук. думка, 1989. – 240 с.
6. Дубовський С.В. Гідроенергетика в оновленій енергетичній стратегії України до 2030 року / С.В. Дубовський, Г.М. Федоренко, Л.Б. Остапчук, Г.О. Дубік // Гідроенергетика України. – К.: ТОВ «КВІЦ», 2014. – С. 8–12.
7. Екологічний стан урбанізованих заплавних водойм. Стеблівський лиман / Алексенко Т.Л., Овечко С.В., Коржов Є.І. та ін. ; за ред. В.М. Тімченка, Т.Л. Алексенко. – Херсон. Херсонська гідробіологічна станція НАН України, 2011. – 48 с.

8. Екологічний стан урбанізованих заплавних водойм. Озеро Соляне / Алексенко Т.Л., Овечко С.В., Роман Є.Г., Коржов Є.І. та ін.; за ред. Т.Л. Алексенко. – Херсон. Херсонська гідробіологічна станція НАН України, 2013. – 36 с.

9. Екологічний стан урбанізованих заплавних водойм. Кардашинський лиман / Овечко С.В., Алексенко Т.Л., Коржов Є.І. та ін.; за ред. С.В. Овечко. – Херсон: Херсонська гідробіологічна станція НАН України, 2015. – 72 с.

10. Каховская ГЭС-2 спасет Украину от дефицита электроэнергии. – Режим доступа: http://kherson.in/news/kahovskaja_ges_2_spaset_ukrainu_ot_defitsita_elektroenergii.

11. Каховская ГЭС-2. Офіційний сайт ПАТ «Укргідроенерго» / Електронний ресурс. – режим доступу: http://uhe.gov.ua/stations/kahovka_2/

12. Класифікація плавневих водойм пониззя Дніпра за біологічними показниками / Т.Л. Алексенко, С.В. Овечко, Г.М. Мінаєва та ін. // Наукові записки Тернопільського національного педагогічного університету ім. В.Гнатюка. Серія: Біологія. Спеціальний випуск: Гідроекологія. – 2010. – №2(43). – С. 3–6.

13. Коржов Є.І. Антропогенний вплив на екосистему пониззя Дніпра та можливі шляхи його послаблення / Є.І. Коржов // Наукові праці Українського науково-дослідного гідрометеорологічного інституту. – Вип. 267. – К.:Ніка-Центр, 2015. – С. 102-108.

14. Коржов Є.І. Вплив режиму течій на кількісні показники фітопланктону мілководних водойм пониззя Дніпра / Є.І.Коржов, Г.Н.Мінаєва // Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. – К.: Обрії. – 2014. – Том 2(33). – С. 61–65.

15. Коржов Є.І. Вплив інтенсивності зовнішнього водообміну заплавних водойм НПП «Нижньодніпровського» на формування кількісних показників зоопланктону у весняний період / Є.І. Коржов, К.С. Орлова // Матеріали III Всеукраїнської конференції молодих науковців «Сучасні проблеми природничих наук». – Ніжин: «Наука-Сервіс», 2018. – С.13-14.

16. Коржов Є.І. Еколого-гідрологічна характеристика Кардашинського лиману / Є.І. Коржов, В.Л. Гільман // Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. – К.: Обрії. – 2015. – Том 2(37). – С. 100-108.

17. Коржов Є.І. Зовнішній водообмін руслової та озерної систем пониззя Дніпра в сучасний період / Є.І. Коржов // Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. Наук. збірник. Відп. редактор В.К. Хільчевський – К.: Обрії, 2013. – Т.2(29). – С. 37–45.

18. Коржов Є.І. Особливості впливу зовнішнього водообміну на гідрохімічний режим заплавної водойми пониззя Дніпра / Є.І. Коржов, А.М. Кучерява // Гидробиол. журн. – 54, №4. – 2018. – С. 112-120.

19. Коржов Є.І. Особливості формування донних відкладів пониззя Дніпра в сучасний період / Є.І. Коржов // Актуальні проблеми сучасної гідроекології: Матеріали науково-практичної конференції молодих вчених присвяченої 95-річчю НАН України (Київ, 5–6 листопада 2013 р.). – Київ: Інститут гідробіології НАН України, 2013. – С.46-47.

20. Коржов Є.І. Особливості формування донних відкладів водойми пониззя Дніпра з різною інтенсивністю зовнішнього водообміну / Є.І. Коржов // Наукові читання присвячені 95-річчю НАН України. Вип.6: Зб. наук. пр. – Херсон, Вид-во: ПП Вишемирський В.С., 2014. – С.27–32.

21. Коржов Е.И. Некоторые экологически значимые аспекты водного режима Нижнего Днепра / Е.И. Коржов // Наукові читання присвячені Дню науки. Вип.3: Зб. наук. пр. – Херсон, Вид-во: ПП Вишемирський В.С., 2010. – С.4-9.

22. Коржов Е.И. Современная гидрографическая характеристика низовья Днепра / Е.И. Коржов // Наукові читання присвячені Дню науки. Вип.4: Зб. наук. пр. – Херсон, Вид-во: ПП Вишемирський В.С., 2011. – С.4–17.

23. Кучерява А.М. Продукція і споживання бактеріопланктону антропогенно забруднених водотоків нижнього Дніпра / А.М. Кучерява // Наукові читання присвячені Дню науки. Вип.8. Збірник наукових праць. – Херсон, – 2015. – С. 44–49.

24. Науково-практичні рекомендації щодо покращення екологічного стану слабопроточних водойм пониззя Дніпра / С.В. Овечко, Є.І. Коржов, В.Л. Гільман. – Херсон, 2015. – 28 с.

25. Оксуюк О.П. Гидробиологические особенности и оценка трофности пойменных водоемов устьевой области Днепра / О.П. Оксуюк, В.С. Полищук, В.А. Журавлева и др. // Гидробиол. журн. – 1991. – 27, №6. – С. 3–10.

26. Оксуюк О.П. Закономерности продукционно-деструкционных процессов в пойменных водоемах устьевого участка Днепра при разном водном режиме / О.П. Оксуюк, В.М. Тимченко, В.С. Полищук, и др. // Гидробиол. журн. – 1998. – 34, №3. – С. 17–29.

27. Орлова К.С. Формування кількісних показників зоопланктону у заплавних водоймах пониззя Дніпра з різною інтенсивністю зовнішнього водообміну / К.С. Орлова, Є.І. Коржов // Природничий альманах. Біологічні науки, випуск 25. Збірник наукових праць. – Херсон: Вид-во ФОП Вишемирський В.С., 2018. – С.60-66.

28. Правила експлуатації водосховищ Дніпровського каскаду / А.В. Яцик, А.І. Томільцева та ін. – К.: Генеза, 2003. – 176 с.

29. Регіональна доповідь про стан навколишнього середовища Херсонської області у 2001–2014 рр. / режим доступу: <http://www.ecology.ks.ua/index.php?module=page&id=11>

30. Самойленко Л.М. Особливості дії антропогенних чинників на водотоки Дніпра, шляхи зменшення негативного впливу та охорони біорізноманіття / Л.М. Самойленко, А.М. Жур // Наукові читання, присвячені Дню науки. Вип. 5. Збірник наукових праць. – Херсон, Вид-во: ПП Вишемирський В.С., 2013. С. 32–36.

31. Тімченко В.М. Гідрологічні засади поліпшення стану екосистеми пониззя Дніпра / В.М. Тімченко, В.Л. Гільман, Є.І. Коржов // Современные проблемы гидроэкологии. Перспективы, пути и методы решений: Материалы

III Международной научной конференции. – Херсон, ПП Вишемирський В.С., 2012. – С. 9 – 12.

32. Тімченко В.М. Основні фактори погіршення екологічного стану пониззя Дніпра / В.М. Тімченко, В.Л. Гільман, Є.І. Коржов // Гідрологія, гідрохімія, гідроекологія. Наук. збірник. Відп. редактор В.К. Хільчевський – К.: Обрії, 2011. – Т. 3(24). – С. 138–144.

33. Тімченко В.М. Прогноз впливу можливої реконструкції Каховської ГЕС на екосистеми пониззя Дніпра та Каховського водосховища / В.М. Тімченко, Г.О. Карпова, О.О. Гуляева, Є.І. Коржов та ін. // Наук. зап. Терноп. нац. пед. ун-ту., Сер. Біол., № 3-4 (64), 2015. – С.665–668.

34. Тімченко В.М. Сучасні попуски Каховської ГЕС як фактор погіршення стану екосистеми Нижнього Дніпра / В.М. Тімченко, Є.І. Коржов // Гідрологія, гідрохімія, гідроекологія: Мат. 5-ої всеукр. наук. конф. (Чернівці, 22-24 вересня 2011 р.). – Чернівці: Чернівецький нац. ун-т, 2011. – С.257-259.

35. Тимченко В.М. Внешний водообмен пойменных водоемов устьевого участка Днепра как фактор управления их экосистемами / В.М. Тимченко // Гидробиол. журн. – 1996. – Т. 32, №5. С. 90–112.

36. Тимченко В.М. Внешний водообмен пойменных водоемов устьевого участка Днепра / В.М. Тимченко, А.Е. Ярошевич, М.П. Колесник и др. // Гидробиол. журн. – 1989. – 25, № 5. – С. 62–65.

37. Тимченко В.М. Эколого-гидрологические исследования водоемов Северо-Западного Причерноморья. – Киев: Наук. думка, 1990. – 240 с.

38. Тимченко В.М. Эколого-гидрологические расчеты при мелиорации пойменных озер устья Днепра / В.М. Тимченко, В.Л. Гильман // Гидробиол. журн. – 1991. – 27, №2. – С. 90–92.

39. Тимченко В.М. Экологическая гидрология водоемов Украины / В.М. Тимченко. – К.: Наукова думка, 2006. – 382 с.

40. Управление состоянием экосистем и качеством воды в устьевом участке Днепра. / О.П. Окснюк, В.М. Тимченко, В.С. Полищук и др. – Киев: ВИПОЛ, 1996. – 64 с.

41. Управление состоянием экосистем и качеством воды в устьевом участке Днепра. Часть 2. / О.П. Окснюк, В.М. Тимченко, В.С. Полищук и др. – Киев: ВИПОЛ, 1997. – 48 с.

42. Хільчевський В.К. Гідрохімічний режим та якість води Інгульця в умовах техногенезу / В.К. Хільчевський, Р.Л. Кравчинський, О.В. Чунар'юв. – К.: Ніка-центр, 2012. – 180 с.

43. Шевченко І.В. Особливості будови личинок Chironomidae в зв'язку з інтенсивністю зовнішнього водообміну / І.В. Шевченко, Є.І. Коржов // Сучасна гідроекологія: місце наукових досліджень у вирішенні актуальних проблем: збірник матеріалів IV науково-практичної конференції для молодих вчених, присвяченої 100-річчю Національної академії наук України. – Київ, 2017. – С. 58-60.

44. Directive 2000/60/EC of the European Parliament and of the Council of 23 October 2000, establishing a framework for Community action in the field of water policy // Offic. J. off the EC. – EN. – 22.12.2000. – L.327. – P. 1–72.

45. Korzhov Ye.I. Peculiarities of External Water Exchange Impact on Hydrochemical Regime of the Floodland Water Bodies of the Lower Dnieper Section / Ye.I. Korzhov, A.M. Kucheriava // Hydrobiological Journal – Begell House (United States). Vol. 54, Issue 6, 2018. – P. 104-113.

46. Timchenko V.M. Dynamics of Environmentally Significant Elements of Hydrological Regime of the Lower Dnieper Section / V.M. Timchenko, Ye.I. Korzhov, O.A. Guliayeva, S.V. Batog // Hydrobiological Journal – Begell House (United States). Vol. 51, Issue 6, 2015. – P. 75-83.

ЗМІСТ

ВСТУП	3
РОЗДІЛ 1. КОМПОНЕНТИ ТА ДИНАМІКА АНТРОПОГЕН- НОГО НАВАНТАЖЕННЯ НА ВОДНІ ОБ’ЄКТИ РЕГІОНУ	4
РОЗДІЛ 2. РЕЖИМ РОБОТИ КАХОВСЬКОЇ ГЕС, ЯК ОСНОВНИЙ АНТРОПОГЕННИЙ РЕГУЛЯТОР ЕКОЛОГІЧНОГО СТАНУ ВОДНИХ ОБ’ЄКТІВ ГИРЛОВОЇ ДІЛЯНКИ ДНІПРА	14
РОЗДІЛ 3. ОГЛЯД ЛОКАЛЬНИХ ЗАСОБІВ ПОЛПШЕННЯ ЕКОЛОГІЧНОГО СТАНУ ЗАПЛАВНИХ ВОДОЙМ РЕГІОНУ ШЛЯХОМ РЕГУЛЮВАННЯ ІНТЕНСИВНОСТІ ЇХ ЗОВНІШНЬОГО ВОДООБМІНУ	30
3.1. Озеро Рогозувате	33
3.2. Озеро Карасьове	35
3.3. Озеро Скадовськ-Погоріле	37
3.4. Озеро Закитне	40
ВИСНОВКИ	43
ЛІТЕРАТУРА	44

АНОТАЦІЇ

**

Науково-практичні рекомендації включають в себе основні методи покращення екологічного стану водойм заплавної типу шляхом регулювання інтенсивності їх зовнішнього водообміну.

Наведені у праці матеріали висвітлюють основні проблеми водної екосистеми гирлової ділянки Дніпра природного та антропогенного характеру на сучасному етапі існування. Запропоновано основні шляхи їх вирішення.

**

Научно-практические рекомендации включают в себя основные методы улучшения экологического состояния водоемов пойменного типа путем регулирования интенсивности их внешнего водообмена.

Приведенные в работе материалы освещают основные проблемы водной экосистемы устьевого участка Днепра природного и антропогенного характера на современном этапе существования. Предложено основные пути их решения.

**

Practical scientific recommendations include the basic methods of improvement of the ecological state of floodplain waters by adjusting of them external water exchange intensity.

The materials resulted in recommendations are lighted up by the basic problems of lower reaches of the Dnepr water ecosystem of natural and anthropogenic character on the modern existence stage. The ways of their decision are offered.

УДК 556.53+574.52 (282.247.05)
ББК 28.082.5

НАУКОВЕ ВИДАННЯ

Н 34 **Науково-практичні рекомендації щодо покращення стану водних екосистем гирлової ділянки Дніпра шляхом регулювання їх зовнішнього водообміну / Є.І. Коржов. – Херсон, 2018. – 52 с.**

ISBN 978-966-02-8751-8

Схвалено Науково-технічною радою Херсонської гідробіологічної станції НАН України. Протокол №3 від 11 вересня 2018 р.

Рекомендації склав: Коржов Є.І., кандидат географічних наук – доктор філософії, молодший науковий співробітник Херсонської гідробіологічної станції НАН України

Науково-практичні рекомендації

щодо покращення стану водних екосистем гирлової ділянки Дніпра шляхом регулювання їх зовнішнього водообміну

Формат 60×84/16. Папір офсетний. Гарнітура Times New Roman.
Друк різнографія. Ум. друк. арк. 2,2. Обл.-вид. арк 2,7.
Наклад 300 прим.