

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ІМЕНІ ТАРАСА ШЕВЧЕНКА

**КОРЖОВ ЄВГЕН ІВАНОВИЧ**

УДК [556.53] (282.247.05)

**ГІДРОЛОГІЧНІ УМОВИ  
ФОРМУВАННЯ СУЧАСНОГО ЕКОЛОГІЧНОГО СТАНУ  
ПОНИЗЗЯ ДНІПРА**

11.00.07 – гідрологія суші, водні ресурси, гідрохімія

**АВТОРЕФЕРАТ**

дисертації на здобуття наукового ступеня  
кандидата географічних наук

Дисертацією є рукопис.

Робота виконана в Інституті гідробіології Національної академії наук України.

**Науковий керівник:** доктор географічних наук, професор  
старший науковий співробітник  
**Тімченко Володимир Михайлович,**  
Інститут гідробіології НАН України,  
завідувач відділу екологічної гідрології  
та управління водними екосистемами

**Офіційні опоненти:** доктор географічних наук,  
старший науковий співробітник  
**Осадча Наталія Миколаївна,**  
Український гідрометеорологічний інститут  
ДСНС України та НАН України,  
завідувач відділу гідрохімії

кандидат географічних наук, доцент  
**Шахман Ірина Олександрівна,**  
Херсонський державний аграрний  
університет МОН України,  
доцент кафедри екології та сталого розвитку

Захист відбудеться «08» грудня 2016 р. о 14<sup>00</sup> годині на засіданні спеціалізованої вченої ради Д 26.001.22 у Київському національному університеті імені Тараса Шевченка за адресою: м. Київ, МСП-680, проспект Глушкова 2-а, географічний факультет, ауд. 312.

З дисертацією можна ознайомитись у Науковій бібліотеці імені М. Максимовича Київського національного університету імені Тараса Шевченка за адресою: 01033, м. Київ, вул. Володимирська, 58, к. №12.

Автореферат розіслано «04» листопада 2016 р.

Вчений секретар  
спеціалізованої вченої ради Д 26.001.22  
кандидат географічних наук

А.В. Круківська

**ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ**

**Актуальність роботи.** Найбільш повні систематичні дослідження гідрологічного режиму пониззя (гирлової ділянки) Дніпра проводилися більш ніж 30 років тому. За цей проміжок часу значною мірою змінився (переважно погіршився) екологічний стан майже всіх водних об'єктів, що входять до складу гідрографічної мережі цієї ділянки ріки. Сучасні гідроекологічні дослідження фіксують поступові негативні зміни в їх екосистемах. Особливо потерпають заплавні водойми та інші складові придаткової мережі (стариці, затоки, протоки та ін.). Спостерігається евтрофування водних об'єктів, замулення, заростання водною рослинністю тощо.

Однією з причин таких перетворень є, безумовно, зміни гідрологічних умов функціонування екосистем водних об'єктів гирлової ділянки Дніпра. Тому визначення та кількісна оцінка екологічно значущих характеристик гідрологічного режиму стали необхідним компонентом загальних гідроекологічних досліджень пониззя Дніпра.

**Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.** Дослідження за темою дисертаційної роботи проводилися на Херсонській гідробіологічній станції НАН України в рамках виконання чотирьох держбюджетних та трьох договірних науково-дослідних робіт:

1) «Вплив урбанізації на водні об'єкти пониззя Дніпра та шляхи її зниження» (№0110U003836, 2010–2013 рр.);

2) «Структурно-функціональні зміни в організації угруповань гідробіонтів Дніпровсько-Бузької гирлової області в умовах інтенсивного антропогенного впливу» (№0111U002025, 2011–2015 рр.);

3) «Біологічні особливості екотонних ділянок водних об'єктів пониззя Дніпра» (№0112U000515, 2012–2016 рр.);

4) «Стан слабо проточних водойм пониззя Дніпра та розробка методів його покращення» (№0113U004336, 2013–2015 рр.);

5) «Обґрунтування необхідності проведення робіт і розробка рекомендацій щодо штучного посилення водообміну заплавної комплексу Олешківської ділянки пониззя Дніпра» (№0114U005555, 2014 р.);

6) «Дослідження екологічного стану Стеблівського лиману в умовах антропогенного тиску і розробка рекомендацій щодо підтримання та покращання умов функціонування його екосистеми» (№0114U004606, 2014 р.);

7) «Прогноз впливу будівництва та експлуатації Каховської ГЕС-2 на водні екосистеми Каховського водосховища та пониззя Дніпра» (№0114U005444, 2014 р.).

**Мета та завдання роботи.** *Мета* роботи полягає у визначенні ролі гідрологічних умов у формуванні сучасного екологічного стану водних об'єктів пониззя Дніпра.

Досягнення мети потребує вирішення наступних *завдань*:

1) визначити та кількісно оцінити найбільш значущі (ключові) гідрологічні фактори, що впливають на екологічний стан та якість води гирлової ділянки Дніпра;

2) визначити характер та механізми впливу ключових гідрологічних факторів на біотичну складову та абіотичні компоненти екосистеми пониззя Дніпра;

3) розробити рекомендації щодо збереження біорізноманіття, відтворення та розвитку водної екосистеми пониззя Дніпра шляхом регулювання найбільш значущих елементів гідрологічного режиму.

**Об'єкт дослідження** – руслова мережа загальною довжиною понад 250 км та водойми гирлової ділянки Дніпра у кількості більше 160 – від нижнього б'єфу Каховської ГЕС до Дніпровсько-Бузького лиману.

**Предмет дослідження** – екологічно значущі елементи гідрологічного режиму гирлової ділянки Дніпра.

**Методи дослідження.** Під час виконання робіт за темою дисертації використовувались загально прийняті в гідрології методи натурних, лабораторних та розрахункових досліджень, математичне моделювання гідродинамічних процесів у водоймах. Обробка матеріалів натурних досліджень виконувалась із використанням програм Microsoft Office 7.0, Surfer 7.0, Corel Draw X3 та ін.

**Наукова новизна одержаних результатів.** На прикладі гирлової ділянки Дніпра застосовано екосистемний підхід до вивчення гідрологічних процесів і параметрів, як факторів, що формують стан водних екосистем. Наукову новизну становлять наступні розробки дисертаційної роботи:

*Вперше:*

- визначено проточність та інтенсивність водообміну руслової мережі пониззя Дніпра;

- проведено районування гирлової ділянки Дніпра за гідролого-морфологічними ознаками;

- для дослідження динаміки водних мас застосовано математичну модель циркуляції вод і доведено її прийнятність для оцінки течій у мілководних водоймах;

- досліджено особливості механізмів впливу гідрологічних факторів на біотичні складові екосистеми крупної ріки (зв'язок між прозорістю води та біомасою зоопланктону, динамікою водних мас і кількісними показниками фітопланктону тощо);

- визначено аспекти впливу глобального потепління на гідрофізичні властивості водних мас пониззя Дніпра;

- визначено ділянки пониззя Дніпра, де відбулись найбільші природні та антропогенні зміни характеристик гідрологічного режиму і, відповідно, екологічного стану;

- розроблено технологію та засоби поліпшення стану екосистем різних типів водних об'єктів пониззя Дніпра шляхом регулювання їх гідрологічного режиму.

*Удосконалено:*

- методику дослідження динаміки водних мас у мілководних водоймах пониззя Дніпра.

*Дістало подальший розвиток:*

- застосування екосистемного підходу при дослідженні гідрологічного режиму водних об'єктів;

- визначення показників зовнішнього водообміну, їх змін за останні 30 років та аналіз основних причин погіршення водообмінних процесів водних об'єктів пониззя Дніпра;

- аналіз змін водності Дніпра в його гирловій ділянці;

- дослідження основних гідрофізичних властивостей водних мас та їх вплив на життєдіяльність гідробіонтів і якість водного середовища;

- розгляд особливостей формування донних відкладів руслової мережі та водойм гирлової ділянки Дніпра в сучасний період.

**Практичне значення роботи.** Рекомендації, обґрунтовані в дисертаційній роботі, можуть бути використані для формування екологічних вимог до режиму роботи Каховської ГЕС та планування заходів поліпшення екологічного стану гирлової ділянки Дніпра шляхом регулювання гідрологічного режиму.

**Особистий внесок здобувача** полягає в персональному зборі, обробці та аналізі первинних матеріалів. Здобувач брав безпосередню участь у 34-х експедиційних виїздах з метою дослідження гідрологічних, гідробіологічних і гідрохімічних процесів у водних об'єктах гирлової ділянки Дніпра. Дослідив зміни у водообмінних процесах водойм за останні 30 років. Здобувач провів верифікацію та застосував математичну модель циркуляції вод за методом повних потоків при дослідженні елементів гідродинаміки у мілководних водоймах. При вивченні гранулометричного складу донних відкладів застосував ваговий метод седиментаційного аналізу. Виділив основні причини мулонакопичення у досліджуваних водоймах. Провів оцінку впливу зміни режиму роботи Каховської ГЕС на сучасний екологічний стан різних водних об'єктів пониззя Дніпра та розробив технологію найбільш реальних засобів його поліпшення.

**Апробація результатів дослідження.** Основні результати та матеріали досліджень були представлені на: Наукових читаннях, присвячених Дню науки (м. Херсон, травень 2010, 2011 та 2015 років), П'ятій всеукраїнській науковій конференції «Гідрологія, гідрохімія, гідроекологія» (м. Чернівці, вересень 2011 р.); Третій міжнародній науковій конференції «Современные проблемы гидроэкологии. Перспективы, пути и методы решений» (м. Херсон, травень 2012 р.); Міжнародній науковій конференції молодих вчених «Актуальные проблемы современной гидрометеорологии» (м. Одеса, 2012 р.); Науково-практичній конференції для молодих вчених, присвяченій 95-річчю Національної академії наук України «Актуальные проблемы современной гидроэкологии» (м. Київ, листопад 2013 р.); Наукових читаннях, присвячених 95-річчю Національної академії наук України «Экологические исследования Днепровско-Бугского региона» (м. Херсон, листопад 2013 р.); Сьомій міжнародній науковій конференції молодих вчених та талановитих студентів ФДБУН ІВПРАН «Водные ресурсы, экология и гидрологическая безопасность» (м. Москва, грудень 2013 р.); Шостій всеукраїнській науковій конференції з міжнародною участю «Проблеми гідрології, гідрохімії, гідроекології» (м. Дніпропетровськ, травень 2014 р.). Автор брав активну участь у громадських слуханнях, присвячених впливу будівництва Каховської ГЕС-2 на навколишнє середовище (с. Козацьке, м. Нова Каховка, м. Херсон, 23-25 лютого 2016 р.).

**Публікації.** Результати дисертаційного дослідження опубліковано у 24 наукових працях загальним обсягом 15,3 д.а. у тому числі в 6 статтях у вітчизняних наукових фахових виданнях, рекомендованих МОН України (2,8 д. а.), одній статті в закордонному науковому фаховому виданні (0,5 д. а.), 2 колективних монографіях (6,1 д. а.), 7 матеріалах і тезах доповідей всеукраїнських і закордонних наукових конференцій (3,0 д.а.) та інших публікаціях (2,9 д. а.).

**Структура та обсяг дисертаційної роботи.** Дисертація складається зі вступу, п'яти розділів, висновків, списку використаних літературних джерел. Повний обсяг роботи становить 158 сторінок (6,54 д.а), вона містить 48 рисунків і 17 таблиць. Список літератури нараховує 105 найменувань.

## ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У **вступі** обґрунтовано актуальність теми дисертаційної роботи, сформульовано мету та основні завдання дослідження. Визначено наукову новизну і практичне значення одержаних результатів, показано їх зв'язок з науковими програмами установ НАН України. Наведено відомості про наукові публікації та апробацію результатів.

У **першому розділі** дисертації «*Фізико-географічна характеристика та загальні відомості про гідрологічний режим пониззя Дніпра*» викладено загальні фізико-географічні особливості району досліджень, проведено районування гідрографічної мережі пониззя Дніпра, проаналізовано основні закономірності гідрологічного режиму, наведено кліматичні характеристики території.

Пониззя Дніпра охоплює водну мережу ріки (основне русло, рукава, протоки, затоки, заплавні озера і лимани) та саму заплаву. Воно розташоване між греблею Каховської ГЕС та Дніпровсько-Бузьким лиманом. Загальна довжина цієї ділянки ріки – 98 км, площа – близько 500 км<sup>2</sup>. Тут знаходиться в середньому близько 0,64 км<sup>3</sup> дніпровської води. Всього в пониззі Дніпра налічується біля 50 водотоків та більше 160 водойм, більшість із яких (до 90 %) має площу водного дзеркала менше 0,5 км<sup>2</sup>. Гирлова ділянка Дніпра територіально складається з придельтової ділянки та дельти (рис. 1).



Рис. 1. Схема гідрографічної мережі гирлової ділянки Дніпра

За гідролого-морфологічними ознаками на придельтовій ділянці пониззя Дніпра можна виділити три основних масиви: Козацький, лівобережжя та правобережжя (рис. 2). Для кожного з масивів характерні власні умови утворення та функціонування водних об'єктів і їх екосистем.



Рис. 2. Схема масивів придельтової ділянки Дніпра

Те ж стосується і виділених нами 6-ти масивів дельти Дніпра: Цюрупинського, Кардашинського, Херсон-Білозерського, Голопристанського, Велико-Потьомкінського, та Касперовського (рис. 3). До окремого масиву на цій ділянці можна віднести морський край дельти.

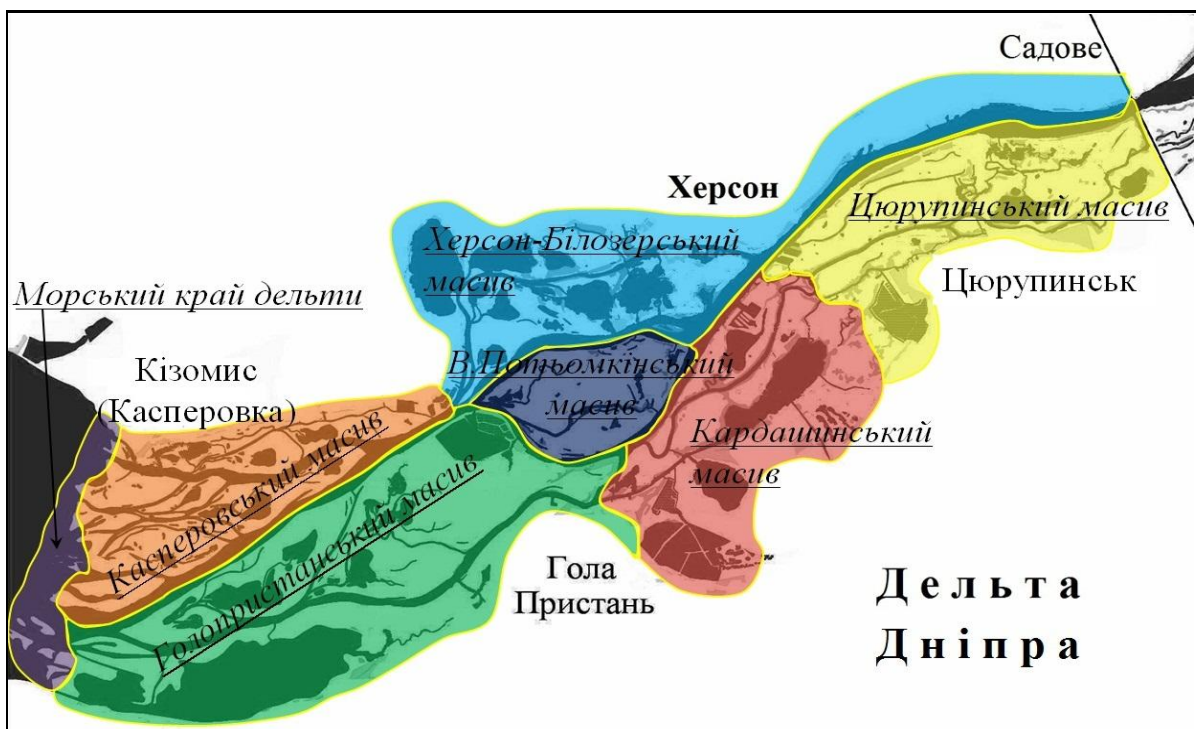


Рис. 3. Схема масивів дельти Дніпра

Одним з ключових гідрологічних чинників формування і функціонування екосистеми пониззя Дніпра є його водність. Останніми роками простежується тенденція зменшення стоку ріки (рис.4).

Ймовірно, така тенденція, поряд із антропогенним впливом на Дніпро, пов'язана з переходом до маловодної фази його водності у багатовіковому циклі. Ця фаза почалася в 40-х роках минулого століття (див. рис.4). Характерно, що на цей час припадає початок створення каскаду водосховищ на Дніпрі.

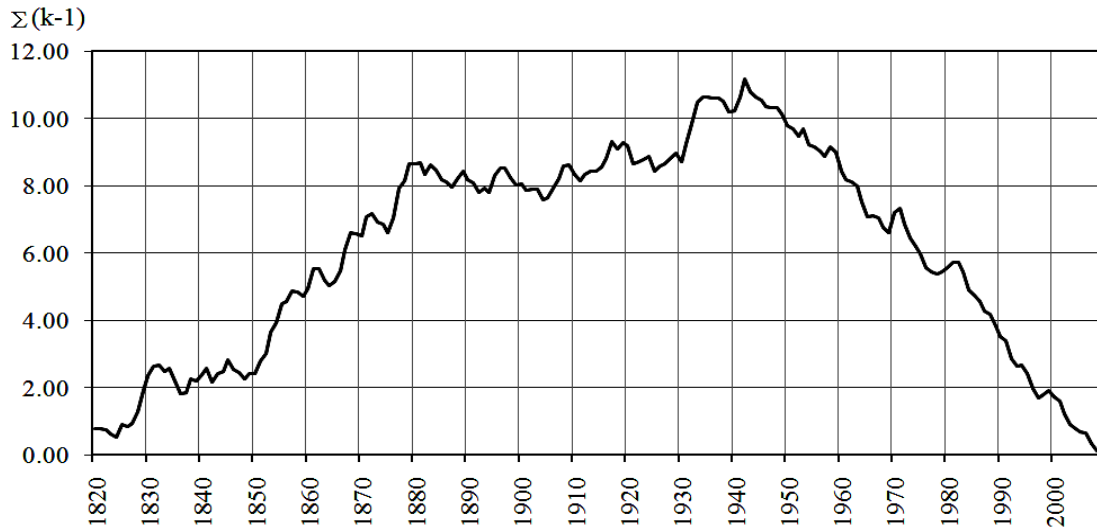


Рис. 4. Різницева інтегральна крива модульних коефіцієнтів річного стоку в пониззі Дніпра

З екологічної точки зору нами було виділено три характерні періоди водності Дніпра в його гирловій ділянці:

- 1) період до зарегулювання стоку ріки водосховищами – до 1946 р.;
- 2) період становлення зарегульованого стоку (формування каскаду водосховищ) – 1947–1976 рр.;
- 3) період стабілізації стоку – з 1977 р. до теперішнього часу.

Природний стік в пониззі Дніпра складав в середньому  $55,2 \text{ км}^3/\text{рік}$ , у період формування каскаду водосховищ зменшився до  $42,9 \text{ км}^3/\text{рік}$ . У сучасний період осереднена величина стоку за рік не дуже змінилась –  $42,4 \text{ км}^3$ , хоча збільшилась повторюваність маловодних років.

Регулювання стоку Дніпра водосховищами відбилося на його сезонному розподілі в пониззі ріки (рис. 5).

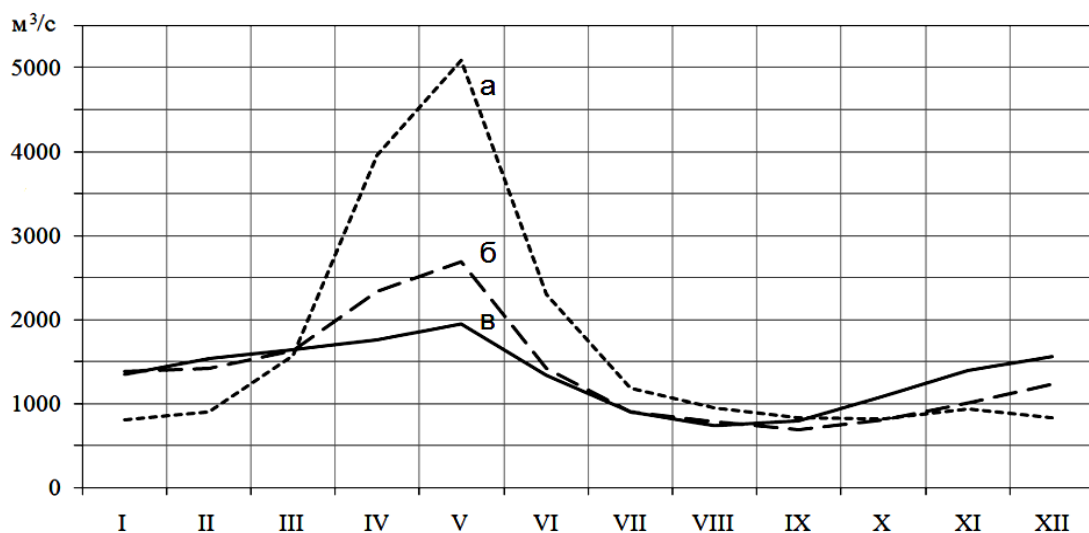


Рис. 5. Внутрішньорічний розподіл стоку в пониззі Дніпра: *a* – до зарегулювання стоку; *б* – в період становлення, *в* – в період стабілізації

Об'єм весняного водопілля за періоди становлення і стабілізації зменшився в 1,7 рази, осінній стік збільшився в 1,3 рази, зимовий – в 1,7 рази.

На фоні зменшення весняного стоку вирішальне значення для функціонування екосистеми пониззя Дніпра набули нерівномірні впродовж доби та тижня попуски Каховської ГЕС. Вони зумовлюють короткострокові коливання витрат і рівня води, які є основним фактором водообміну в кожному із елементів водної системи.

У **другому розділі** «*Екологічна гідрологія пониззя Дніпра*» викладено основні уявлення про екологічну гідрологію, як окремий науковий напрямок в гідрології, визначені його основні задачі, цілі, а також розглянуті особливості методології еколого-гідрологічних досліджень для водної екосистеми пониззя Дніпра. Екогідрологія – це самостійний науковий напрямок, що вивчає гідрологічні процеси, як абіотичну складову водних екосистем. Вона є новим міждисциплінарним напрямком науки, що сформувався в останні два десятиріччя минулого століття.

В розділі висвітлені основні етапи розвитку екогідрології. В основу її наукової бази покладено праці провідних вчених гідрологів і гідробіологів України, Росії, Польщі, Англії, Австрії, США та інших держав. До них належать Оксіюк О. П., Романенко В. Д., Тімченко В. М., Baird A. J., Bonell M., Kundzewicz Z. W., Nuttle W. K., Zalewski M. та інші.

Починаючи з кінця ХХ – початку ХХІ століть обсяг гідроекологічних та екогідрологічних знань дозволив включити ці наукові напрямки до освітніх програм провідних університетів країни.

**Третій розділ** «*Ключові гідрологічні фактори формування сучасного стану водної екосистеми пониззя Дніпра*» присвячено дослідженню елементів гідрологічного режиму, що мають найбільший вплив на екологічний стан досліджуваного водного об'єкту. Згідно з методичною базою екогідрології, нами виділено чотири основні блоки ключових екологічно значущих гідрологічних факторів, які є найбільш вагомими для біотичних та абіотичних показників водної екосистеми пониззя Дніпра. До них належать:

- 1) водний баланс та зовнішній водообмін елементів водної системи (коефіцієнт та період зовнішнього водообміну, проточність);
- 2) динаміка водних мас (швидкість та напрямок течій);
- 3) гідрфізичні характеристики водних мас (температурний та льодовий режими, оптичні властивості);
- 4) донні відклади (тип, потужність).

В екологічному сенсі найбільш суттєві зміни за останні 30 років відбулись у показниках зовнішнього водообміну заплавних водойм пониззя Дніпра. Коефіцієнти водообміну в сучасний період зменшилися у порівнянні з 80-ми роками минулого століття майже вдвічі.

Основним фактором зовнішнього водообміну заплавних водойм є коливання рівня води у русловій мережі, спричинені попусками Каховського гідровузла. Оскільки в сучасний період ГЕС працює в переважно однопіковому режимі попусків, типовим для пониззя є один підйом та один спад рівня води протягом доби (рис. 6). За таких умов вода надходить з руслової мережі до водойм один раз. У періоди, коли гідровузла працює у двохпіковому режимі, цикл підняття–спаду рівня води у руслі відмічається двічі впродовж доби. У цьому випадку вода до водойм надходить два рази за добу, що посилює їх зовнішній водообмін майже вдвічі.

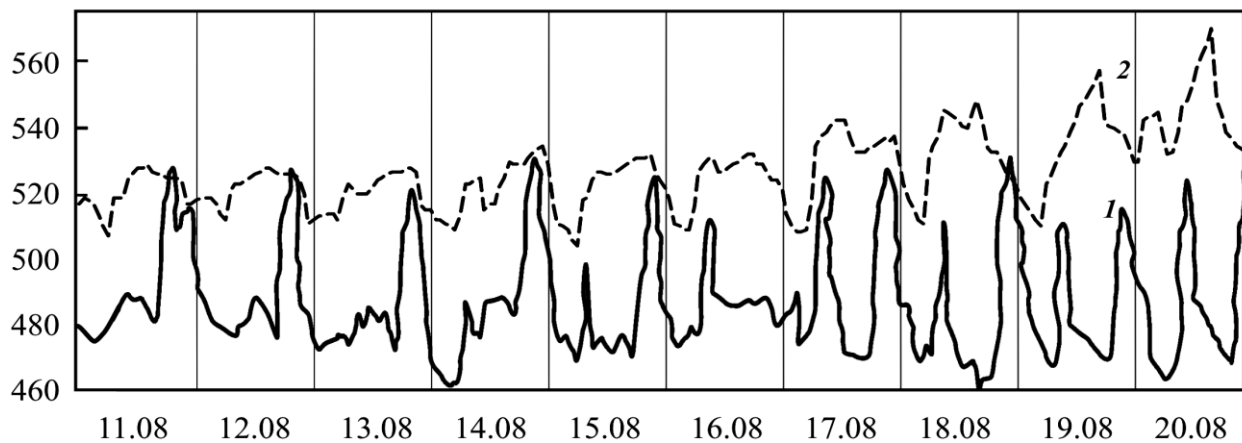
$H, \text{ см}$ 

Рис. 6. Типовий хід рівня води в нижньому б'єфі Каховської ГЕС в літньо-осінній період – серпень 1982 (1) та 2010 (2) років

Раніше, впродовж майже 40 років, Каховська ГЕС працювала переважно в двохпіковому режимі попусків (у 42 % випадків). При цьому перевищення витрат води над базовими (міжпопусковими витратами) під час попусків складало в середньому  $1350 \text{ м}^3/\text{с}$ . Такий режим роботи гідровузла був сприятливим для функціонування екосистеми пониззя Дніпра. В сучасний період режим роботи Каховської ГЕС змінився з переважно двохпікового на переважно однопіковий. Зараз два піки впродовж доби відмічаються лише у 7 % випадків, один – у 60%. На безпіковий режим припадає 33%.

Очевидно, що така зміна режиму роботи Каховського гідровузла не на користь екосистемі пониззя. Це підтверджується багаторічними натурними дослідженнями співробітників Херсонської гідробіологічної станції НАН України та Інституту гідробіології НАН України.

Нами були розраховані значення періодів зовнішнього водообміну водойм пониззя у сучасний період та зіставлені з їх значеннями у 80-ті роки минулого століття. Встановлено, що найбільше зниження водообмінних процесів спостерігається у водоймах придельтової ділянки Дніпра, водний режим яких зазнає найбільшого впливу від роботи Каховської ГЕС. Періоди зовнішнього водообміну тут збільшилися в середньому на 3 доби за останні 30 років, що у значеннях відносних відхилень складає 34,1%. В озерах Довге, Хрещате, Кругле, Сабецький лиман ця різниця сягає значень 47,6–48,6%.

Водойми, які розташовані в дельті Дніпра, значних змін у водообмінних процесах за останні 30 років не зазнали. У них, за рахунок природного коливання рівня води внаслідок рівневих денівеляцій Дніпровсько-Бузького лиману, періоди зовнішнього водообміну в середньому збільшилися лише на 10 %.

Для оцінки водообмінних процесів у водотоках більш прийнятним показником є проточність. Середні річні значення проточності водотоків пониззя коливаються в межах від 0,03 до 0,33 м/с. Найбільш проточними з них є основне русло Дніпра та головні магістральні рукави (Рвач, Бакай, Голопристанська Конка).

Проточність руслової мережі пониззя Дніпра у порівнянні з гирловими ділянками деяких крупних річок невисока. Наприклад, проточність основного рукава Нижньої Волги складає в середньому 0,60–0,65 м/с, сягаючи інколи 1,00 м/с. В

Кілійському рукаві дельти Дунаю середня проточність 0,6 м/с і коливається в межах 0,20–2,50 м/с.

Для оцінки водообмінних процесів в русловій мережі можна також використовувати традиційний показник – період зовнішнього водообміну. В русловій мережі пониззя він змінюється від 0,05 до 2,95 діб. Повільніше всього вода змінюється в основному руслі Дніпра, Чайці, Кошовій та Цюрупинській Конці. До проток з максимально активним водообміном відносяться протоки Канава, Переволока, середня частина рукава Рвач.

Якщо оцінювати водообмін водної системи пониззя Дніпра взагалі, то можна визначити, що за рік вона промивається майже 66 разів (один раз за 5,5 доби). Це достатньо інтенсивний водообмін. Зазначимо, що водна система Кілійської дельти Дунаю промивається ще швидше – в середньому за 3 доби.

Динаміка водних мас є не менш важливим фактором формування екологічного стану та якості середовища водних об'єктів. У водоймах пониззя Дніпра найбільш значущою характеристикою динаміки водних мас є течії води. При екогідрологічних дослідженнях не завжди є можливість у повному обсязі оцінити режим течій загальноприйнятими методиками, рекомендованими відповідними керівництвами та інструкціями. Результати вимірів часто не дають повного уявлення про течії у всій водоймі, а також при різних гідрометеорологічних умовах.

З метою отримання більш повної картини течій у водоймах пониззя Дніпра ми використали розрахункові методи. До теперішнього часу дослідження режиму течій шляхом математичного моделювання успішно застосовувалось для великих за площею водних об'єктів (морів, великих водосховищ), але питання щодо прийнятності цих методів для мілководних водойм, якими є озера та лимани пониззя Дніпра, лишалось відкритим.

Для оцінки течій нами використана двовірна математична модель циркуляції вод – метод повних потоків, адаптована для малих глибин. У якості вхідних параметрів приймалися морфометричні показники водойм, величини притоку та відтоку води, метеорологічні дані. Верифікація математичної моделі показала, що середні значення відносних похибок за напрямом та швидкістю течій складають відповідно 13,1 % та 14,0 %. Лише у декількох випадках їх значення в окремих точках вимірювання перевищували 25 %. Такі невеликі відносні похибки свідчать про те, що обраний розрахунковий метод може бути прийнятним для оцінки режиму течій у мілководних заплавах пониззя Дніпра.

Прикладом використання моделі є оцінка динаміки вод у Кардашинському лимані, розташованому на лівобережній заплаві Дніпра в районі м. Херсона. Площа водойми 5,3 км<sup>2</sup>, середня глибина 1,5 м. При штильових погодних умовах вода, яка надходить в лиман з протоки Чайка і двох бічних ериків, протікає в основному по центральній частині водойми. Розрахункова швидкість стокових течій в середньому складає 0,42 см/с, що добре узгоджується з даними натурних досліджень, згідно яким вона варіює в межах від 0,40 до 0,53 см/с.

За наявності вітру структура течій ускладнюється (рис. 7). По акваторії лиману формуються замкнуті циркуляції, конфігурація та інтенсивність яких залежать від напрямку і швидкості вітру.

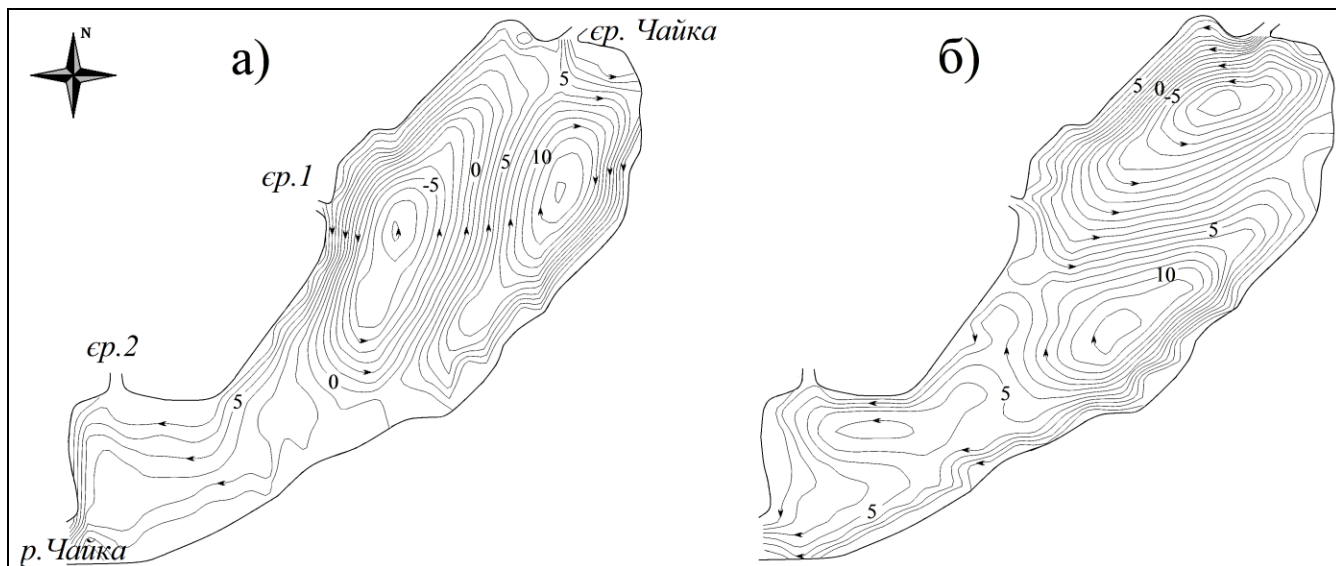


Рис. 7. Схема циркуляції вод у Кардашинському лимані при вітрі 5 м/с північного (а) та східного (б) напрямків

У верхній частині лиману формуються два основних вихори – циклональний та антициклонльний. Між ними проходить основний потік, який, зазвичай, має протилежний вітру напрямок. Нижня частина лиману більш мілка, тому водні маси тут рухаються переважно за напрямком вітру, лише біля лівого берега спостерігаються слабкі компенсаційні течії. Конфігурація ліній току при північному та південному напрямках вітру однакової швидкості схожа та різниться лише напрямком потоку. Ця ж закономірність простежується і для східних та західних вітрів. При вітрі 5 м/с швидкість течії в лимані збільшується на порядок у порівнянні з штильовими умовами. При меридіональних вітрах вона складає 4,05–5,15 см/с, при широтних – 3,84–4,96 см/с.

При збільшенні швидкості вітру конфігурація та розташування основних вихрових утворень не змінюється, але збільшується їх інтенсивність. Якщо при вітрі 5 м/с витрата циркуляційного потоку складає 10–12 м<sup>3</sup>/с, то при посиленні вітру до 10 м/с вона збільшується до 20–25 м<sup>3</sup>/с. При вітрі 15 м/с загальна витрата сягає 35–40 м<sup>3</sup>/с.

Як показали дослідження на інших водоймах пониззя Дніпра, найбільш складні циркуляційні потоки води спостерігаються на ділянках з антропогенно зміненою орографією дна. Прикладом можуть служити схеми течій у Стеблівському лимані (рис. 8).

Тут за будь-яких погодних умов у нижньому плесі формується рівномірний розподіл ліній току. Водночас на штучно деформованому верхньому плесі (судовий хід, кар'єри тощо) спостерігається складна система циркуляції вод з наявністю багатоцентрових вихрових утворень.

Проведені дослідження дають підстави стверджувати, що математичне моделювання течій може бути одним із реальних важелів оцінки динаміки водних мас мілководних водойм, включаючи заплавні водойми пониззя Дніпра.

Окремим блоком ключових абіотичних факторів функціонування екосистеми пониззя Дніпра є гідрофізичні властивості водних мас. З цього блоку найбільш значущими є температура, кількість завислих у воді речовин та оптичні властивості водних мас.

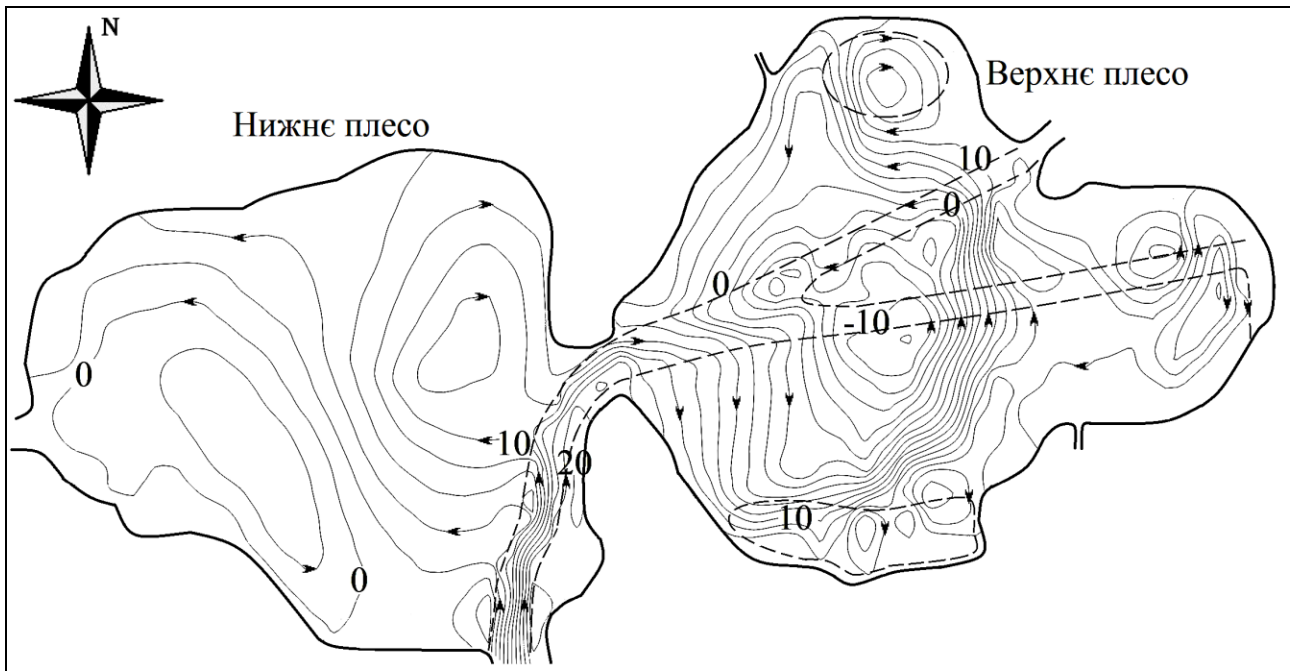


Рис. 8. Схема циркуляції вод у Стеблівському лимані при північному вітрі 5 м/с. *Примітка:* Пунктиром виділені зони, де проводились днопоглиблювальні роботи

Термічний режим пониззя Дніпра формується під дією кліматичних та гідродинамічних факторів, а також залежить від морфометричних особливостей окремого водного об'єкту. В останні десятиліття на всій земній кулі відбувається підвищення температури повітря, яке поряд з природною циклічністю посилюється антропогенним впливом на атмосферу. Така глобальна тенденція відбилася на термічному режимі повітря та поверхневих вод України, в тому числі дніпровських. За даними багаторічних натурних спостережень співробітників Херсонської гідробіологічної станції НАН України, середні річні значення температури води у Дніпрі біля м. Херсон за останні 20 років підвищилися на 1,4–2,0°C. В окремі місяці впродовж 2002–2010 рр. температура води перевищувала норму на 3,5–4,5°C. Змінився льодовий режим пониззя Дніпра. Льодостав настає, в середньому, на 29 днів пізніше. Його тривалість за останні 50 років скоротилась в 2,6 рази.

Оптичні властивості водних мас (прозорість та колір води) з екологічної точки зору є важливими показниками. Зарегулювання стоку Дніпра призвело до того, що основна маса завислих у воді часток осідає у дніпровських водосховищах і в гирлову ділянку надходить лише невеликий залишок від загальної кількості. Після становлення каскаду ГЕС на Дніпрі вода в русловій мережі пониззя стала прозоріша на 1–3 м. У складі зависей збільшилась частка органічних речовин. Якщо раніше вона складала 10–15 %, то нині, залежно від сезону, становить 20–30 %.

Середній вміст завислих речовин в руслі Дніпра біля м. Херсон складає 15–20 г/м<sup>3</sup>, в період весняного водопілля може сягати 35–40 г/м<sup>3</sup>. Середньорічний вміст завислих речовин в рукавах дельти Дніпра дещо більший ніж в руслі придельтової ділянки. Середня кількість завислих у воді речовин складає в рукавах Рвач – 24,2, Бакаї – 19,6, Конці – 21,8 г/м<sup>3</sup>. Впродовж року у заплавах водоймах кількість завислих у воді речовин коливається у великих межах – від 1,5 до 363 г/м<sup>3</sup>.

Серед багатьох факторів, що впливають на кількість завислих у воді речовин та її прозорість, домінуючими для водойм гирлової ділянки Дніпра є інтенсивність

зовнішнього водообміну та рівень розвитку водних організмів. У водоймах з періодом зовнішнього водообміну меншим за 2 доби завислі речовини складають 15–18 г/м<sup>3</sup>, прозорість – до дна. При періоді водообміну 2–15 діб у водоймах міститься 15–60 г/м<sup>3</sup> завислих речовин, середня прозорість води знижується до 0,7–1,5 м. У водоймах з періодом зовнішнього водообміну більше 15 діб завислих речовин, як правило, міститься більше 30 г/м<sup>3</sup>, прозорість води знижується до 0,2–0,8 м. У складі завислих речовин у водоймах з періодом зовнішнього водообміну більшим за 6 діб переважають органічні частки, що складають 45–60% від загальної кількості. Такі особливості пов’язані з сезонними фазами розвитку фітопланктону, а також з процесами скаламучування донних відкладів.

Таким чином, гідрофізичні властивості водних мас гирлової ділянки Дніпра за останні 35 років зазнали змін. На фоні підвищення температури повітря змінились термічний та льодовий режими водних об’єктів. Кількість завислих речовин у воді зменшилась, але у їх складі збільшилась частка органічної складової.

Донні відклади руслової та озерної систем пониззя Дніпра мають свої відмінності. Відклади руслової мережі переважно представлені пісками та замуленими пісками. Біля Каховської ГЕС седиментують більш крупні фракції наносів. Нижче за течією частка крупних фракцій зменшується, а дрібних – збільшується. Місцями спостерігаються мули – переважно у водотоках зі слабкою проточністю (Каменіха, Верхня Конка, Підпільня, Борщовка) та на ділянках з антропогенним навантаженням (Інгалець, Вірьовчина, Кошова).

У водоймах умови формування донних відкладів безпосередньо залежать від інтенсивності їх зовнішнього водообміну. У водоймах з найменшим періодом зовнішнього водообміну накопичення мулу не відбувається. Прикладом таких водойм в пониззі Дніпра є Нижній Сабецький, Казначіївський лимани та озеро Фролово. Донні відклади тут представлені переважно пісками.

Для водойм з періодом зовнішнього водообміну 3–15 діб притаманна зональність розподілу донних відкладів за глибиною. На мілководді переважають піски та замулені піски. Із збільшенням глибини у їх складі починають домінувати мулисті фракції. Інтегральні криві гранулометричного складу донних відкладів вказують на те, що ґрунти в цих водоймах складаються переважно з фракцій середньої крупності. (рис. 9)

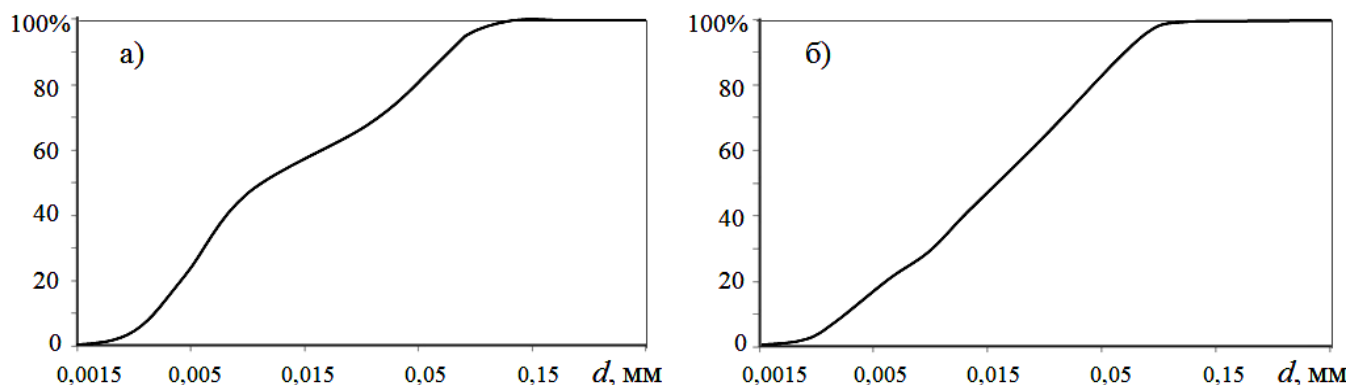


Рис. 9. Інтегральні криві гранулометричного складу донних відкладів нижнього (а) та верхнього (б) плесів Стеблівського лиману

Внаслідок достатньо високої біологічної продуктивності водойм пониззя Дніпра донні відклади в них складаються переважно (на 60–70%) з органічних речовин та біогенних елементів.

У водоймах дельти з періодом зовнішнього водообміну понад 15 діб процеси мулонакопичення відбуваються інтенсивніше. Наприклад, верхнє плесо озера Скадовськ-Погоріле, що розташоване на заході острова Карантинний, має період зовнішнього водообміну в теплий період року 26–28 діб. Донні відклади представлені значним шаром мулу і детриту (середня потужність 80–120 см). Дно верхнього плесу на глибинах нижче 1,0 м представлене торф'яними мулами.

Незначна частка мінеральної складової донних відкладів гирлової ділянки Дніпра пояснюється тим, що стік зважених наносів у пониззя невеликий, оскільки більшість завислих речовин осідає у водосховищах каскаду ГЕС. Безперервний процес мулонакопичення у водних об'єктах впродовж останніх 35 років, за невеликого стоку завислих у воді речовин, вказує на те, що донні відклади формуються за рахунок автохтонного матеріалу, тобто продукуються біотичною складовою екосистеми самого пониззя Дніпра.

У третьому розділі для пониззя Дніпра досліджено чотири основні блоки ключових гідрологічних факторів, проаналізовано їх динаміку за останні 30 років, що є найбільш вагомими для формування біотичних та абіотичних компонентів водних екосистем регіону.

**Четвертий розділ** «Вплив гідрологічних умов на абіотичні та біотичні компоненти екосистеми пониззя Дніпра» присвячений дослідженню впливу окремих показників гідрологічного режиму на біотичні та абіотичні складові водної екосистеми.

Зовнішній водообмін, як фактор формування якості води і стану їх екосистем, зумовлює структурні та функціональні особливості біоти, впливає на абіотичні показники водних мас, такі як вміст розчиненого кисню у воді, кількість органічної речовини та спрямованість продукційно-деструкційних процесів. Останні в екосистемах водойм пониззя Дніпра, відбуваються переважно за рахунок життєдіяльності фітопланктону. За матеріалами досліджень визначено, що його біомаса ( $B$ ) у конкретних водоймах пониззя Дніпра значною мірою залежить як від зовнішнього водообміну ( $\tau$ ), так і від фонові водності ріки ( $Q_{\phi}$ ):

$$B = -0,0001 (7 \tau + 11) Q_{\phi} + 11.$$

Послаблення водообміну може стати причиною інтенсивного розвитку фітопланктону, що найчастіше пов'язано з підвищенням у воді концентрації біогенних елементів. Так в Стеблівському лимані період зовнішнього водообміну в літні місяці складає 6,4 діб у нижньому плесі та 12,4 діб у верхньому. Значення біомаси планктонних водоростей в цей період у нижньому плесі в середньому становили 0,93, у верхньому – 3,34 г/м<sup>3</sup>.

Питома продукція вищої водної рослинності також залежить від інтенсивності водообмінних процесів. Найбільшою питомою продукцією вищої водної рослинності характеризуються заплавні водойми з періодом зовнішнього водообміну 2–4 доби. До таких водойм належать Нижній Сабецький, Казначіївський лимани, а також оз.

Фролово, де продукція рослинності знаходиться в межах 370–500 г/м<sup>2</sup> і вище. При послабленні зовнішнього водообміну до 15 діб і більше продукція вищої водної рослинності не перевищує 100 г/м<sup>2</sup>.

Для природного розмноження літофільних риб найсприятливіші умови складаються у евтрофних водоймах з періодом зовнішнього водообміну 4–8 діб. До таких відносяться водойми Краснюкове, Біле, Вчорашне, Кардашинський лимани. В них нереститься більшість видів риб, які мешкають в пониззі Дніпра. Із напівпрохідних до них відносяться лящ, тарань, судак, сазан, а також риби водойморічкового комплексу (срібний карась, плоскирка, краснопірка, окунь, щука та ін.). Кількість молоді промислових риб в евтрофних водоймах коливається в межах 0,36–1,93 екз/м<sup>2</sup> [Правоторов Б.І., 2007].

Виявлено, що оптимальним для функціонування водних екосистем заплавних водойм пониззя Дніпра є зовнішній водообмін з періодом 5–9 діб. Такі водойми належать до евтрофних водойм, середні показники фітопланктону в них становлять 4,20 г/м<sup>3</sup>, зоопланктону – 0,38 г/м<sup>3</sup>, бактеріопланктону – 1,36 г/м<sup>3</sup>. Біомаса бентосних організмів коливається в межах 44–535 г/м<sup>3</sup>. Середня кількість молоді промислових риб складає 1,1 екз/м<sup>2</sup>.

Важливу роль у функціонуванні водних екосистем відіграють гідродинамічні процеси. Від характеру циркуляції вод у водоймах залежить просторовий розподіл гідробіонтів. Концентрація фітопланктону поступово збільшується та набирає максимальних значень в районах антициклоніальних циркуляцій (рис. 10). Розподіл біомаси фітопланктону між циркуляційними зонами різних типів стає більш контрастним при посиленні вітру.

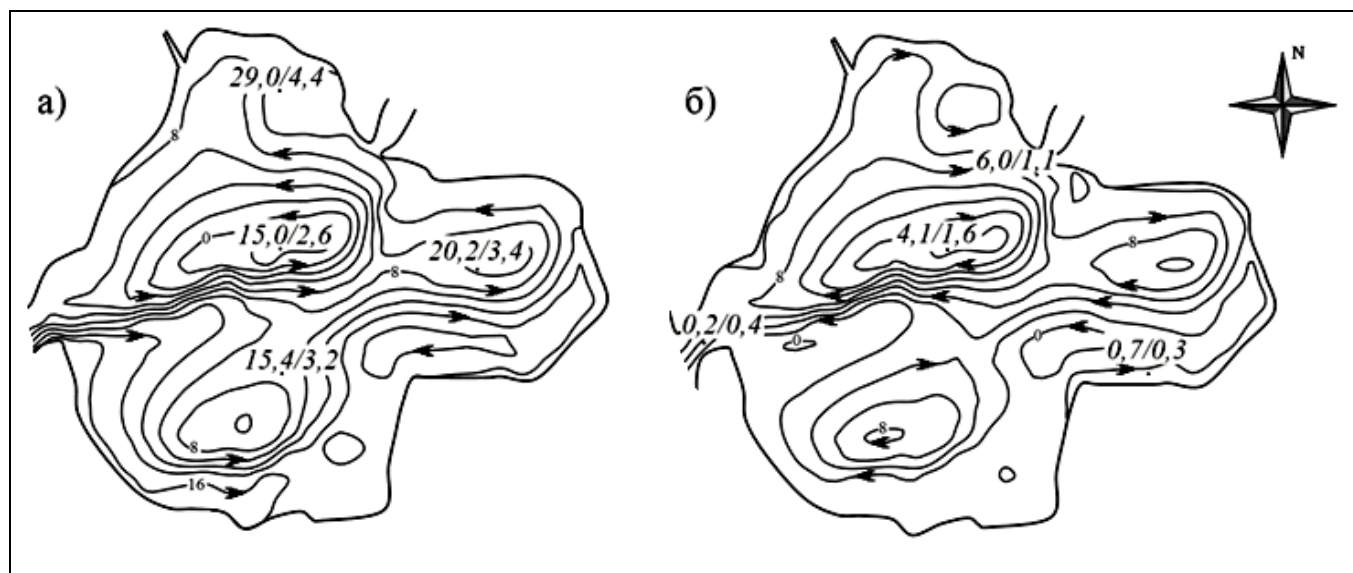


Рис. 10. Схеми циркуляції вод та розподіл фітопланктону у Верхньому Стеблівському лимані при східному (а) та західному (б) вітрах в літньо-осінній період. Над рискою наведена чисельність фітопланктону в млн.кл/дм<sup>3</sup>, під рискою – біомаса в г/м<sup>3</sup>

Розподіл угруповань зоопланктону залежить не тільки від розподілу течій але й від біологічних особливостей їх організмів. За нашими дослідженнями було встановлено, що на рівень розвитку зоопланктону також впливають гідрофізичні

властивості водних мас. Біомаса зоопланктону у заплавних водоймах пониззя Дніпра має зворотну залежність від прозорості водних мас. Зазначена залежність добре апроксимується рівнянням  $B = 240 P^{-1,44}$ , де  $P$  – прозорість води, м;  $B$  – біомаса зоопланктону, мг/м<sup>3</sup>.

Оскільки кількісні характеристики зоопланктону можуть виступати в якості біоіндикаторів евтрофікації водойм, наявність зазначеної залежності в пониззі Дніпра також пояснюється рівнем їх трофності. У найменш трофних водоймах пониззя Дніпра, таких як Нижній Сабецький лиман, прозорість води сягає дна. Біомаса зоопланктону в них не перевищує 250 мг/м<sup>3</sup>. При підвищенні рівня трофності у водоймі прозорість води зменшується, біомаса зоопланктону збільшується. У Кардашинському, Стеблівському та Збур'ївському лиманах, що переважно належать до мезотрофних, прозорість води складає 0,5–1,5, в окремих точках знижується до 0,2 м, середні значення біомаси змінюються в межах 430–1650 мг/м<sup>3</sup>. Озеро Лягушаче, що відноситься до евтрофних водойм, має прозорість вод 0,15–0,4 м, середнє значення біомаси зоопланктону – 2,35 г/м<sup>3</sup>.

Донні відклади у водній екосистемі безпосередньо впливають на життєдіяльність бентосних організмів і стан водного середовища у придонному шарі води. Найбільша кількість фауністичних груп макрзообентосу зустрічається на замулених пісках, хоча щільність організмів та біомаса нижчі ніж на пісках з черепашковим детритом. Чорні мули та донні відклади у вигляді детриту є найбільш збіднілим біотопом для розвитку бентосних організмів.

Попри значну вивченість висвітлених питань, у розділі відмічено, що деякі аспекти впливу лишаються недостатньо розкритими або потребують більш детального розгляду для подальшого практичного застосування у розробці нових методів управління водними екосистемами пониззя Дніпра.

У п'ятому розділі «Антропогенне навантаження на екосистему пониззя Дніпра та можливі засоби покращання її стану» проведена оцінка антропогенного навантаження на об'єкт дослідження, виділені його основні етапи та розглянуто можливі методи покращення екологічного стану різних типів водних об'єктів шляхом регулювання їх гідрологічного режиму.

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 р. до 1976 р.;
- 3) сучасний період антропогенного навантаження – з 1977 р. до теперішнього часу.

Одними з важливих чинників, що впливають на якість водного середовища та екологічний стан пониззя Дніпра в сучасний період, є комплекс антропогенних факторів, до найвагоміших з яких відносяться: незворотне водоспоживання прісної води, скиди стічних вод у поверхневі водні об'єкти та періодичне надходження високомінералізованих вод з річки Інгулець. Для збереження і відновлення природних якостей водних об'єктів пониззя Дніпра на сучасному етапі, перш за все,

необхідна реалізація природоохоронної політики в Херсонській області, направленої на зменшення антропогенного навантаження на водні об'єкти регіону.

Регулювання попусків та екологічно обґрунтований режим роботи Каховського гідровузла є найбільш дієвим та масштабним заходом поліпшення гідрологічних умов функціонування водних екосистем досліджуваної ділянки Дніпра. Навіть дотримання рекомендованих у 80-х роках параметрів попусків у літньо-осінній період (два попуски впродовж доби з витратою  $1350 \text{ м}^3/\text{с}$ ) може суттєво посилити водообмін у заплавах водойм пониззя Дніпра і сповільнити процес деградації їх екосистем. Реконструкція Каховської ГЕС (будівництво ГЕС-2), запланована в рамках енергетичної стратегії на 2015-2030 рр., за рахунок збільшення пропускної здатності гідровузла здатне надати таку можливість.

Окрім регулювання режиму роботи Каховської ГЕС в розділі наведено ряд дієвих локальних заходів поліпшення стану водних екосистем пониззя Дніпра. До них належать: посилення зовнішнього водообміну в заплавах водойм шляхом покращання зв'язку з русловою мережею, регулювання морфометричних параметрів самих водойм та очищення їх від надлишкових заростей рослинності і донних відкладів.

Поряд із заходами, спрямованими на зменшення антропогенного навантаження на водні об'єкти пониззя Дніпра, застосування наведених методів регулювання гідрологічного режиму здатне значно покращити їх сучасний екологічний стан.

## ВИСНОВКИ

1. Пониззя Дніпра являє собою унікальну водну систему, екологічний стан якої в значній мірі визначається гідрологічним (водним) режимом ріки. Більше 60 років цей режим формується попусками Каховської ГЕС. Їх зміна, що відбулася за останні 20-30 років, призвела до зміни гідрологічного режиму і обумовила негативний хід суцесії екосистем практично всіх елементів гідрографічної мережі пониззя (руслових потоків, заплавах водойм і самої заплави).

2. Значущими елементами гідрологічного режиму водойм пониззя Дніпра, як і більшості природних водних об'єктів, є воднобалансові характеристики, інтенсивність зовнішнього водообміну, елементи гідродинаміки, гідрофізичні властивості водних мас та донних ґрунтів. Всі указані елементи для кожного із типів водних об'єктів пониззя Дніпра детально оцінено із застосуванням методології та методів екологічної гідрології.

3. Специфіка роботи Каховської ГЕС визначила характерні риси водного режиму кожної із підсистем гирлової ділянки Дніпра. Так, в основному руслі і багатьох водотоках відмічаються періодичні прямі довгі хвилі, фазова швидкість яких сягає 7–8 м/с. Фактичне переміщення водних мас при цьому відбувається зі швидкістю 0,2–0,6 м/с. В заплавах водойм завдяки указаним хвилям відбувається водообмін з русловою мережею. Період зовнішнього водообміну водойм пониззя Дніпра різний – від двох до декількох десятків діб, що власне і обумовлює суттєву різницю їх екологічного стану.

4. Процеси зовнішнього водообміну в останні десятиліття значно послабилися. Основною причиною цього є перехід Каховської ГЕС з переважно двохпікового на переважно однопіковий режим попусків впродовж доби.

5. Натурні дослідження та математичне моделювання дозволили оцінити екологічно значущі гідродинамічні процеси у водоймах пониззя Дніпра, визначитися з наявністю і розташуванням застійних та проточних ділянок на акваторіях водойм, із закономірностями розподілу течій при різних гідрометеорологічних умовах тощо. При цьому доведено прийнятність для моделювання на мілководних заплавах водоймах відомого в гідрології та океанології методу повних потоків.

6. Виявлені основні фактори, що впливають на гідрофізичні властивості водних мас гирлової ділянки Дніпра. Серед найбільш вагомих є кліматичні зміни. На фоні глобального підвищення температури повітря змінився термічний та льодовий режими досліджуваного об'єкту. Прозорість води збільшилась. Кількість завислих речовин у воді зменшилась, у їх складі виросла частка органічної складової. Оцінено вплив змін гідрофізичних властивостей водних мас на стан екосистеми пониззя Дніпра і окремих її складових.

7. Встановлено, що послаблення зовнішнього водообміну стало основною причиною зміни гранулометричного складу донних відкладів в бік більш дрібних мінеральних фракцій. Взагалі, донні відклади у водоймах пониззя формуються переважно за рахунок органічних речовин, що продукуються біотичною складовою їх екосистем.

8. Дослідження механізмів впливу гідрологічних факторів на біотичні та абіотичні компоненти водної екосистеми вказали на тісний взаємозв'язок між ними. Оскільки умови існування гідробіонтів безпосередньо залежать від абіотичних факторів середовища, виявлено, що із значної кількості методів управління водними екосистемами найбільш ефективними для пониззя Дніпра є ті, які впливають на екологічний стан через регулювання елементів гідрологічного режиму.

9. Проведені дослідження дали змогу скласти ряд рекомендацій для поліпшення екологічного стану пониззя Дніпра, розробити режим роботи Каховської ГЕС, що є найбільш сприятливим для функціонування водної екосистеми дослідженого об'єкту. Серед локальних засобів управління водними екосистемами до найбільш ефективних були віднесені наступні: посилення зовнішнього водообміну в заплавах водоймах шляхом покращання зв'язку з русловою мережею, регулювання морфометричних параметрів самих водойм та очищення їх від надлишкових заростей рослинності і донних відкладів. Отримані рекомендації в подальшому можуть бути використані для планування шляхів покращення стану довкілля в регіоні.

10. В цілому, використання методології та методів екологічної гідрології при дослідженні різних типів водних об'єктів пониззя Дніпра дало змогу оцінити найбільш екологічно значущі елементи гідрологічного режиму, виявити їх зміни, основні причини цих змін та визначити шляхи поліпшення їх сучасного екологічного стану.

## СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

### *Монографії:*

1. 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.
2. 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.

### *Науково-методичні розробки:*

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

### *Брошури:*

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

### *Наукові статті у вітчизняних фахових виданнях:*

5. Тімченко В.М. Основні фактори погіршення екологічного стану пониззя Дніпра / В.М. Тімченко, В.Л. Гільман, **Є.І. Коржов** // Гідрологія, гідрохімія, гідроекологія. – 2011. – Т. 3(24). – С. 138–144.
6. **Коржов Є.І.** Математичне моделювання течій у внутрішніх водоймах пониззя Дніпра / Є.І. Коржов // Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. – К.: Обрії. – 2012. – Том 2(27). – С. 38–43.
7. **Коржов Є.І.** Зовнішній водообмін руслової та озерної систем пониззя Дніпра в сучасний період / Є.І. Коржов // Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. – К.: Обрії. – 2013. – Том 2(29). – С. 37–45.
8. **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.
9. **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.
10. **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.

### *Наукові статті у зарубіжних виданнях:*

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

*Наукові статті в інших виданнях:*

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

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

14. **Коржов Є.І.** Особливості формування донних відкладів водойм 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.

15. **Коржов Є.І.** Вплив прозорості води на кількісні показники зоопланктону водних об'єктів пониззя Дніпра / Є.І. Коржов, Л.М. Самойленко, А.М. Жур // Наукові читання присвячені Дню науки. Вип.8: Зб. наук. пр. – Херсон, Вид-во: ПП Вишемирський В.С., 2015. – С. 21–25.

16. Тимченко В.М. Динамика экологически значимых элементов гидрологического режима низовья Днепра / В.М. Тимченко, **Е.И. Коржов**, О.А. Гуляева, С.В. Дараган // Гидробиол. журн. – 51, №4. – 2015. – С. 81-90.

17. Тимченко В.М. Прогноз впливу можливої реконструкції Каховської ГЕС на екосистему пониззя Дніпра та Каховського водосховища / В.М. Тимченко, 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.

*Тези доповідей та матеріали конференцій:*

18. Тимченко 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.

19. **Коржов Є.І.** Математичне моделювання течій у внутрішніх водоймах пониззя Дніпра / Є.І. Коржов // Современные проблемы гидроэкологии. Перспективы, пути и методы решений: Материалы III Международной научной конференции (Херсон, 17-19 травня 2012 р.). – Херсон, ПП Вишемирський В.С., 2012. – С. 345 – 347.

20. Тимченко 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, 17-19 травня 2012 р.). – Херсон, ПП Вишемирський В.С., 2012. – С. 9 – 12.

21. **Коржов Е.И.** Расчетные методы исследования течений во внутренних водоемах низовья Днепра / Е.И. Коржов // Актуальные проблемы современной гидрометеорологии: Материалы Международной научной конференции студентов и молодых ученых (Одесса, 17-19 жовтня 2012 р.). – Одесса 2012. – С. 86 – 87.

22. **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.

23. **Коржов Е.И.** Влияние климатических изменений на территории Украины на термический и ледовый режимы устьевого участка Днепра / Е.И. Коржов // Водные ресурсы, экология и гидрологическая безопасность: сборник трудов VII международной научной конференции молодых ученых и талантливых студентов ФГБУН ИВПРАН (11-13 декабря 2013 г.). М: ИВП РАН, 2013. – С. 51-54.

24. **Коржов Є.І.** Вплив прозорості води на кількісні показники зоопланктону водойм пониззя Дніпра / Є.І. Коржов, Л.М. Самойленко, А.М. Жур // Проблеми гідрології, гідрохімії, гідроекології : Мат. 6-ої Всеукр. наук. конф. з міжнар. участю (Дніпропетровськ, 20-22 травня 2014 р.). – Дніпропетровськ: ТОВ «Акцент ПП», 2014. С.148–150.

## АННОТАЦІЯ

**Коржов Є.І. Гідрологічні умови формування сучасного екологічного стану пониззя Дніпра.** – Рукопис.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата географічних наук за спеціальністю 11.00.07 – гідрологія суші, водні ресурси, гідрохімія. – Київський національний університет імені Тараса Шевченка Міністерства освіти і науки України, Київ, 2016.

В роботі досліджено ключові гідрологічні фактори формування сучасного екологічного стану пониззя Дніпра, а саме водообмінні процеси та балансові характеристики, елементи гідродинаміки, гідрофізичні властивості водних мас та донних відкладів. Дослідження елементів гідрологічного режиму проводились згідно методичної бази екологічної гідрології.

Встановлено, що за останні 30 років найбільш вагомим змінам зазнали водообмінні процеси. Це спричинило відповідні зміни інших біотичних та абіотичних складових екосистеми пониззя Дніпра. При дослідженні режиму течій у заплавах водоймах використана математична модель циркуляції вод за методом повних потоків. Доведена її прийнятність для оцінки елементів гідродинаміки у мілководних водоймах. Виявлені основні зміни гідрофізичних властивостей водних мас, які відбулись внаслідок кліматичних змін. Проаналізовано особливості формування донних відкладів у різних типах водних об'єктів.

В роботі встановлено ряд залежностей між основними елементами гідрологічного режиму та біотичними і абіотичними компонентами екосистеми дослідженого водного об'єкту, що дало змогу виділити найбільш прийнятні методи покращення його екологічного стану шляхом регулювання елементів гідрологічного режиму.

**Ключові слова:** гідрологічний режим, пониззя Дніпра, руслова мережа, заплавні водойми, екологічна гідрологія, водообмін, динаміка вод, гідрофізичні властивості водних мас, донні відклади, водна екосистема.

## АННОТАЦИЯ

Коржов Е.И. **Гидрологические условия формирования современного экологического состояния низовья Днепра.** – Рукопись.

Диссертация на соискание ученой степени кандидата географических наук по специальности 11.00.07 – гидрология суши, водные ресурсы, гидрохимия. – Киевский национальный университет имени Тараса Шевченко Министерства образования и науки Украины, Киев, 2016.

В работе исследованы ключевые гидрологические факторы формирования современного экологического состояния низовья Днепра, а именно водообменные процессы и балансовые характеристики, элементы гидродинамики, гидрофизические свойства водных масс и донных отложений. Исследования элементов гидрологического режима проводились согласно методической базы экологической гидрологии.

Установлено, что за последние 30 лет наиболее весомые изменения претерпели водообменные процессы. Это привело к соответствующим изменениям других биотических и абиотических составляющих экосистемы низовья Днепра.

Выявлено, что наибольшие изменения среди компонентов гидрологического режима претерпели водообменные процессы, которые в последние десятилетия значительно ослабли. Основной причиной этого является переход Каховской ГЭС с преимущественно двухпикового режима на преимущественно однопиковый режим попусков воды в течение суток. Наиболее существенные изменения показателей внешнего водообмена отмечаются в водоемах придельтового участка низовья. Водоемы дельты Днепра, за счет преобладающего действия на них природных колебаний уровня воды в Днепровско-Бугском лимане, значительных изменений показателей водообмена не претерпели.

При исследовании режима течений в пойменных водоемах использована математическая модель циркуляции вод по методу полных потоков. Проведена ее верификация и доказана приемлемость для оценки элементов гидродинамики в мелководных водоемах региона.

В работе выявлены основные изменения гидрофизических свойств водных масс, которые преимущественно произошли в результате изменений климатических и гидродинамических факторов.

Проанализированы особенности формирования донных отложений в различных типах водных объектов. Выявлено, что формирование донного комплекса водных объектов низовья Днепра напрямую зависит от интенсивности их внешнего водообмена, ослабление которого в последние десятилетия стало основной причиной изменения гранулометрического состава отложений в сторону более мелких фракций. Непрерывный процесс илонакопления в водных объектах региона исследований при небольшом стоке взвешенных в воде веществ указал на то, что донные отложения формируются не в результате их седиментации, а, главным образом, за счет органических веществ, продуцируемых биотической составляющей экосистемы самого низовья Днепра.

В работе установлено ряд зависимостей между основными элементами гидрологического режима и биотическими и абиотическими компонентами экосистемы исследованного водного объекта, что позволило выделить наиболее приемлемые методы улучшения его экологического состояния путем регулирования элементов гидрологического режима.

**Ключевые слова:** гидрологический режим, низовье Днепра, русловая сеть, пойменные водоемы, экологическая гидрология, водообмен, динамика вод, гидрофизические свойства водных масс, донные отложения, водная экосистема.

## ABSTRACT

Korzhov E.I. **Hydrological conditions of the modern ecological state of the lower reaches of the Dnieper.** – Manuscript.

Dissertation for a Candidate degree of Geographical Sciences by speciality 11.00.07 – land hydrology, water resources, hydrochemistry. – Taras Shevchenko National University of Kyiv, Ministry of Education and Science of Ukraine, Kyiv, 2016.

In this work the key hydrological factors of the modern status of the lower reaches of the Dnieper are investigated. They include water exchange and balance characteristics, elements of hydrodynamics, hydrophysical properties of water masses, bottom sediments. In this research used a new methodological approach to the study of the hydrological regime – not as a separate element of the environment, but as an important (wired) abiotic component of aquatic ecosystems.

Established that the biggest change is in the water exchange processes for the last 30 years. This led to corresponding changes in other biotic and abiotic components of the ecosystem of the lower reaches of the Dnieper. In the study of current regime of the lower reaches of the Dnieper flood waters we used a mathematical model of water circulation (method full flows). Its eligibility for assessment of hydrodynamics elements in shallow waters was proved. Major changes were identified hydrophysical properties of water masses that have occurred as a result of climate change and flow regulation of the Dnieper. The features of the formation of sediments of various water bodies of the lower reaches of the Dnieper have been analyzed.

Complex analysis has result the family relationships between the main elements of the hydrological regime and biotic and abiotic components of ecosystems studied areas of the Dnieper. Recommendations for improve the ecological state of the lower reaches of the Dnieper by regulating hydrological regime elements have been proposed.

**Keywords:** hydrological regime, lower reaches of the Dnieper, channel network, floodplain waters, ecological hydrology, water exchange, water dynamics, hydrophysical properties of water masses, bottom sediments, water ecosystem.