

## ОЦІНКА ЗБИТКІВ, ЗАПОДІЯНИХ ВОДНИМ БІОРЕСУРСАМ В РЕЗУЛЬТАТІ ВПЛИВУ ВИДОБУТКУ ПІСКІВ НА ДІЛЯНЦІ ДНІПРОВСЬКОГО (ЗАПОРІЗЬКОГО) ВОДОСХОВИЩА

Маренков О.М., Нестеренко О.С., Боровик І.І., Решетняк Д.С., Пацький В.О.

Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара

пр. Науки, 72, 49000, м. Дніпро

gidrobions@gmail.com, nefesst@gmail.com, vanbor17@gmail.com,

d.s.reshtnyak@gmail.com, narsilofpatskiy@gmail.com

Сучасне рибне господарство та промислове рибальство на акваторії Дніпровського (Запорізького) водосховища ведеться у досить складних умовах специфічного антропогенного навантаження та обмеження вилову риб у період дії воєнного стану. Геологічні дослідження надр можуть негативно впливати на водні екосистеми, особливо у водоймах із рибогосподарським значенням, де такі роботи здатні спричинити втрату біологічних ресурсів та порушення екологічного балансу. Під час використання спеціалізованого обладнання можливий прямий вплив на гідробіонтів, або непрямий – порушенням структури біоценозу, через вилучення чи загибель гідробіонтів, підвищення каламутності води та вторинним забрудненням водою.

Промисловий лов на акваторії водосховища в межах міста Дніпра майже не здійснюється. Користувачі освоюють лише гирлову частину Самарської затоки.

Оцінено якість води ділянки, та встановлено, що вона належить до 3 класу якості, 4 категорії (задовільна), евтрофна,  $\alpha$ - $\beta$ -мезосапробна, та не перевищує рибогосподарські ГДК.

Проведено оцінку гідробіоценозів, а також проаналізована рибопродуктивність Дніпровського (Запорізького) водосховища, що становить 26,3 кг/га. За статистичними даними Управління Державного агентства меліорації та рибного господарства у Дніпропетровській області в 2021 році в Дніпровському (Запорізькому) водосховищі вилучено 1078,25 т водних біоресурсів, що на 8 % нижче, ніж показник 2020 року. Серед яких найбільший відсоток припав на карася сріблястого – 55,24 % (що на 0,2 % вище за показник 2020 року та на 3,4 % вище за показник 2019 року). Наступною в промислових умовах домінувала плітка звичайна – 16,32 %, лящ – 6,73 %, плоскирка – 6,73 %. Порівняно зі структурою промислового вилову минулих трьох років, відсоткове відношення промислових груп суттєво не змінилося, а основний промисел базується на представниках родини коропові.

Встановлення штучних нерестових гнізд є одним з екологічних та економічних способів поліпшення умов відтворення риб у природних водоймах. Рекомендується встановлювати штучні нерестовища на дослідній ділянці водосховища із розрахунку 2 тис. штучних нерестовищ на кожен гектар ділянки, яка потрапила під вплив гідромеханізованих днопоглиблювальних робіт.  
*Ключові слова:* риби, нерестовища, гідробіологія, планктон, бентос.

### Assessment of damage caused to aquatic bioresources as a result of the impact of sand mining on the Dniprovske (Zaporizke) reservoir site. Marenkov O., Nesterenko O., Borovyk I., Reshetnyak D., Patsky V.

Modern fisheries and industrial fishing activities in the Dniprovske (Zaporizke) Reservoir are conducted under rather challenging conditions due to specific anthropogenic pressures and restrictions on fish harvesting during the martial law period. Geological exploration of mineral resources can negatively impact aquatic ecosystems, especially in water bodies with fishery significance, where such activities can lead to the loss of biological resources and ecological imbalance. The use of specialized equipment during these operations may cause direct impact hydrobionts, or an indirect impact – through disruption of the structure of the biocenosis, through the removal or death of aquatic organisms, increased water turbidity, and secondary pollution of water bodies.

Industrial fishing within the reservoir area near the city of Dnipro is almost nonexistent. Users primarily exploit only the mouth area of the Samara Bay.

The water quality of the studied site has been assessed and determined to belong to Class III, Category 4 (satisfactory), eutrophic,  $\alpha$ - $\beta$ -mesosaprobic, and compliant with fishery MACs.

The hydrobiocenoses of the reservoir have been evaluated, and the fish productivity of the Dniprovske (Zaporizke) reservoir has been analyzed, amounting to 26.3 kg/ha. According to statistical data from the Directorate of the State Agency for Land Reclamation and Fisheries in the Dnipropetrovsk region, 1,078.25 tons of aquatic biological resources were harvested in the Dniprovske (Zaporizke) Reservoir in 2021, which is 8 % lower than the figure for 2020. Among these, the largest share was prussian carp (55.24 %), representing a 0.2 % increase compared to 2020 and a 3.4 % increase compared to 2019. The next dominant species in the industrial catch were common roach (16.32 %), bream (6.73 %), and white bream (6.73 %). Compared to the structure of industrial catches over the past three years, the percentage distribution of industrial groups has remained largely unchanged, with the primary fishery focusing on representatives of the Cyprinidae family.

The installation of artificial spawning nests is considered one of the ecological and economic methods to improve fish reproduction conditions in natural water bodies. It is recommended to install artificial spawning nests in the studied section of the reservoir at a rate of 2,000 artificial nests per hectare of the area affected by hydraulic dredging operations. *Key words:* fish, spawning grounds, hydrobiology, plankton, benthos.

**Постановка проблеми та виділення не вирішених раніше частин загальної проблеми, котрим присвячується означена стаття.** Геологічні роботи з вивчення надр можуть погіршувати стан водних екосистемам, під час роботи спеціального обладнання може бути пряме захоплення та знищення гідробіонтів в результаті негативних змін структури біоценозу, впливу підвищеної турбідності та вторинного забруднення водойми. Через це геологічні роботи у водоймах промислово-рибогосподарського значення можуть мати різний ефект та зумовлювати зміни у водних екосистемах. Задля визначення ступеня впливу цих процесів на гідробіонтів та гідроекосистему необхідно проведення комплексних досліджень.

**Актуальність дослідження** зумовлена значним ступенем трансформаційних змін у гідробіоценозах через антропогенну діяльність. Крім того, якщо забруднення чи промислова експлуатація води чинить здебільшого поступовий і постійний вплив на водосховище, то геологічні розроблення можуть спричинити різкі та суттєві зміни у екосистемі [1, 2]. Комплексна гідроекологічна оцінка ділянки Дніпровського (Запорізького) водосховища (р. Дніпро) дає змогу оцінити вплив видобутку пісків в районах Староігрєнівського та Олексіївського родовищ. Серед задач щодо впливу розробки Олексіївського родовища руслових пісків на гідробіоценоз вказаної ділянки основними є проведення гідрохімічного аналізу води ділянки річки Дніпро, визначення видового складу іхтіофауни. Відбір біологічного матеріалу дозволить провести іхтіологічний аналіз та дослідити якісні та кількісні показники кормової бази.

**Зв'язок авторського доробку із важливими науковими та практичними завданнями.** Дослідження виконували в межах держбюджетної науково-дослідної роботи «Оцінка збитків, відновлення та реабілітація водних та прибережних екосистем, порушених унаслідок воєнних дій, техногенного пресу та змін клімату» (Державний реєстраційний номер: 0124U000254). Результати досліджень лягли в основу регламентаційних документів: «Біологічне обґрунтування меж нерестовищ водних біоресурсів у рибогосподарських водних об'єктах Дніпропетровської області (Дніпровському (Запорізькому), Карачунівському, Макортівському водосховищах) на період нерестової заборони 2024 року», «Біологічне обґрунтування меж нерестовищ водних біоресурсів на акваторії Запорізького (Дніпровського) водосховища підконтрольній Управлінню Державного агентства меліорації та рибного господарства у Запорізькій області на період 2024 року», «Лімітів та прогнозів допустимого спеціального використання водних біоресурсів загальнодержавного значення у Дніпровських водосховищах на 2025 р.», «Режиму рибальства у рибогосподарських водних об'єктах (їх частинах)

України у 2025 році», «Розташування зимувальних ям на рибогосподарських водних об'єктах (їх частинах) Дніпропетровської області на період зимівлі водних біоресурсів протягом 2024–2025 років».

#### **Аналіз останніх досліджень та публікацій.**

На сьогодні дослідження впливу геологічного вивчення надр на гідрохімічний та гідроекологічний режим водойм представлені у низці робіт вітчизняних та іноземних науковців. Проведення оцінки впливу видобутку на водне середовище, в тому числі й на іхтіофауну, висвітлює проблематику пристосування організмів до умов геологічних робіт [3, 4]. Також існує дослідження, що демонструє ефект виробничо-видобувної діяльності на водні біотопи, та дає рекомендації щодо екологічного моніторингу та розвитку гірничих робіт [5]. У роботі іноземних вчених також постає проблема впливу видобутку річкового піску на екосистеми. Наслідки неправильного режиму видобутку родовищ на ділянках можуть мати каскадний характер проблем відносно усіх компонентів середовища [6]. Демонструється необхідність впровадження нових методів моніторингу діяльності з видобутку піску, а також заходів зі збереження навколишнього середовища [7].

**Новизна.** Досліджено гідробіологічний стан Дніпровського (Запорізького) водосховища (р. Дніпро) в районі Олексіївського родовища. Оцінено збитки, заподіяні водним біоресурсам і рибогосподарській діяльності в результаті впливу видобутку пісків. Розроблено рекомендації щодо комплексу рибоводно-меліоративних заходів на території дослідження.

**Матеріали і методи досліджень.** Відбір та аналіз матеріалів проводили оперуючи традиційними методами [8, 9] і діючим законодавством [10].

Район дослідження охоплює ділянку, що розташована в межах Дніпровського (Запорізького) водосховища (р. Дніпро) вздовж Староігрєнівського родовища в Дніпропетровській області: у 3,5 км на південний захід від житлового масиву Ігрєнь, у руслі р. Дніпро (рис. 1). Площа зони днопоглиблення ділянки геологічного вивчення надр – 203,68 га. Середня глибина ділянки 4 м.

На дослідній ділянці поблизу о. Шевський та о. Олексіївський знаходиться нерестовище для риб загальною площею 62,0 га (табл. 1).

Аналіз якості води проводили в науково-дослідній лабораторії теоретичних та прикладних проблем хімії науково-дослідного інституту хімії та геології (Свідоцтво атестації №ПЧ 06-2/1152-2023 від 25.09.2023 р.), гідробіологічні проби обробляли в науково-дослідній лабораторії гідробіології, іхтіології та радіобіології науково-дослідного інституту біології (Свідоцтво атестації №ПЧ 06-2/1150-2023 від 14.07.2023 р.), які відповідають вимогам ДСТУ ISO 10012:2005 «Системи керування вимірюванням. Вимоги до процесів вимірювання та вимірювального обладнання».



Рис. 1. Карта-схема проведення робіт в районі Олексіївського родовища пісків: 1–5 – точки досліджень

Таблиця 1

**Місця нересту водних біоресурсів (природні нерестовища)  
на акваторії Дніпровського (Запорізького) водосховища**

Акваторія навколо о. Шевський та о. Олексіївський, площею 62,0 га		
Верхня межа	Правий берег	48°27'43.06"Пн 35° 5'45.04"С
	Лівий берег	48°27'43.92"Пн 35° 5'53.30"С
Нижня межа	Правий берег	48°26'37.11"Пн 35° 6'22.79"С
	Лівий берег	48°26'38.82"Пн 35° 6'36.72"С

Дослідження гідрохімічного режиму проводили згідно загальноприйнятих методик [6]. Відбір проб води проводився у місцях нерестовищ різних вікових груп риб. Було визначено наступні параметри: водневий показник (рН), жорсткість, біогенні елементи, розчинені гази, кількість розчиненої органічної речовини за показниками перманганатної окислюваності. За основу для порівняння показників хімічного складу води брали нормативні критерії якості води для рибогосподарських потреб – СОУ 05.01-37-385:2006, ДСТУ 2284:2010.

Відібрані проби зообентосу та зоо- і фітопланктону визначали та аналізували за стандартними гідробіологічними методами [8, 9]. Альгологічні дослідження проб води здійснювали за допомогою батометра Молчанова та сітки Апштейна. Види визначали згідно класичних методів [11, 12]. Біомасу було розраховано за об'ємом клітин, враховуючи питому вагу водоростей, що відповідає одиниці. Ступінь домінування оцінювали за біомасою. Домінантами

вважали види, загальна біомаса яких була не менше 80 % загальної біомаси фітопланктону.

Відбір проб зоопланктону відбувався за традиційною методикою – крізь сітку Апштейна для планктону фільтрується від 50 до 100 дм<sup>3</sup> води, та фіксується розчином формальдегіду (4 %). Було визначено якісний склад зоопланктону та їх кількісний розвиток. Підрахунок кількості виконувався у камері Богорова. За формулою залежності маси від довжини тіла визначали біомасу (1):

$$w = ql^3, \tag{1}$$

де  $l$  – довжина тіла,  $w$  – маса,  $q$  – коефіцієнт пропорційності.

З кожної станції було відібрано дві проби зообентосу штанговим парним ковшом Екмана-Берджі, та одну пробу сачком-скребком с діаметром 20–25 см за загальною методикою [8].

Видовий склад визначали за допомогою мікроскопів «MICROmed» XS-2610. Зважування проводили

на лабораторних вагах ТЕВ-0,3-0,005 за групами. Для угрупувань макрзообентосу враховували середні величини чисельності та біомаси. Для кожного виду було визначено також ступінь виявленості, що демонструє відсоткове співвідношення проб з виявленим видом до спільних проб, що відібрали протягом всього періоду досліджень. Розраховували за формулою (2):

$$P = (m / n) 100 \%, \quad (2)$$

де  $m$  – кількість проб (станцій) на яких зустрічався даний вид,  $n$  – загальна кількість проб (станцій).

Для збору іхтіологічних матеріалів застосовували стандартний комплекс малькових та промислових знарядь лову (малькова волокуша та тканка, ставні сітки, пастки для мальків риб). Молодих особин риб відбирали в третій декаді липня – першій декаді серпня на мілководних районах контрольних точок за допомогою малькової тканки – волокуши завдовжки 10 м. Риб розділяли за видами, підраховували їх кількість і вимірювали довжину з точністю до 1 мм, а масу особин з точністю до 0,01 г. Вибірки для промислових видів становили не менше 50 екземплярів, а для не промислових – не менше 25 екз. Кількість цього літоку на 100 м<sup>2</sup> облову вважалась за відносну чисельність.

Щільність розподілу пелагічних ікринок та личинок здійснювали у відповідності до методичних розробок [8]. Видовий склад молоді риб встановлено за визначниками, які звичайно використовуються у практиці подібних досліджень [13, 9]. Вікову, лінійно-вагову та статеву структуру промислових, нерестових і малькових популяцій іхтіофауни визначали на підставі фактичного матеріалу [8].

Розрахунок збитків здійснено за діючими на сьогодні відповідними методиками. При цьому використані дані проектної документації стосовно технологічного процесу виконання робіт та власні матеріали багаторічних іхтіологічних напрацювань на акваторії Дніпровського (Запорізького) водосховища.

З урахуванням вимог існуючих на наш час методик [15], відповідно до формули (3) здійснено розрахунки збитків за організмами кормової бази (фітопланктон, зоопланктон, зообентос):

$$N = F \times n \times P/V \times 1/K_2 \times K_3/100 \times T_1 \times 10^{-6}, \quad (3)$$

де  $N$  – втрати рибної продукції, тон;  $F$  – об'єм або площа пошкодження, м<sup>3</sup>/м<sup>2</sup>;  $n$  – концентрація кормових організмів в одиниці об'єму або на одиниці площі, г/м<sup>3</sup>, г/м<sup>2</sup>;  $P/V$  – коефіцієнт переведення біомаси кормових організмів у продукцію кормових організмів;  $K_2$  – кормовий коефіцієнт для переведення продукції кормових організмів у рибну продукцію;  $K_3$  – показник можливого використання рибою продукції кормових організмів;  $T_1$  – коефіцієнт кратності негативного впливу, який відображає його тривалість;  $10^{-6}$  – коефіцієнт для переведення грамів у тони;

Критерій кратності дії негативного впливу ( $T_1$ ) визначали як відношення тривалості впливу негативного фактору ( $t_0$ ) тобто терміну проведення робіт (днів, місяців) до тривалості періоду активного росту риб ( $t_1$ ), коли безпосередньо відбувається процес споживання іхтіофауною кормових організмів (формула 4):

$$T_1 = t_0 / t_1 \quad (4)$$

Гідравлічну крупність часток ґрунтів, що підлягали розробці визначали як середньовиважену величину в залежності від температури води. Швидкість течії обчислювали за фактичними показниками безпосередньо у місці проведення днопоглиблювальних робіт.

Розрахунки площі розповсюдження зони мутності та її об'ємів здійснені з прив'язкою до лінійних параметрів ділянок днопоглиблення та фактичних глибин акваторій, які були піддані негативному впливу.

Розрахунок рибопродуктивності нерестовищ за промисловими здійснювали на підставі питомої щільності плідників на нерестовищах, середньої плодючості, маси та коефіцієнта промислового повернення від ікри. При цьому були використані результати власних моніторингових іхтіологічних і гідробіологічних досліджень, а також дані, наведені у відповідній нормативній літературі [14].

Щільність плідників на нерестовищах визначали, як частку від ділення кількості плідників кожного виду на площу нерестовищ. Кількість плідників визначали на підставі фактичної середньої маси та загальної величини промислового запасу (відповідно до «Лімітів та прогнозів допустимого спеціального використання водних біоресурсів загальнодержавного значення у дніпровських водосховищах на 2023 р.», які затверджені наказом Міністерства аграрної політики та продовольства України від 22.11.2022 № 927). При цьому було враховано те, що обсяг допустимого вилову становить 25 % від сформованого промислового запасу [8, 9]. Різноманітність нерестовищ оцінювали на підставі даних облікових малькових зйомок.

**Розрахунок збитків рибному господарству.** Гранулометричний склад ґрунтів представлений фракціями з діаметром від 1,0 до 0,1 мм. Проте основна маса ґрунтів, що підлягають розробці, складається з часток діаметром в межах 0,1–0,5 мм – 81,6 %. Гідравлічна крупність представлених часток при температурі води 17–20°C змінюється в межах від 0,117 до 0,002 м/с. Розрахована середня виважена величина гідравлічної крупності за всіма фракціями становить 0,03924 м/с.

Середня швидкість течії на ділянці не перевищує 0,36 м/с. Відстань зносу завислих часток ґрунту при глибині розробки 4,00 м становить 19,4 м.

Показник кратності дії негативного впливу для гідромеханізованих пристроїв є наступним – 0,25238.

Наведена інформація лягла в основу розрахунків збитків рибному господарству ділянці Дніпровського (Запорізького) водосховища під час проведення розробки району Олексіївського родовища пісків в Дніпропетровській області, Дніпровському районі, м. Дніпро у руслі р. Дніпро.

Статистичну обробку результатів проводили варіаційно-статистичним методом за допомогою програмного пакета Statistica 8.0.

#### **Викладення основного матеріалу.**

Спостереження за станом гідробіоценозів досліджуваних точок дозволяють сформулювати кілька позицій щодо напрямків нанесення збитків рибним запасам унаслідок здійснення розробки руслових пісків.

По-перше, загибель організмів кормової бази (організмів фітопланктону, зоопланктону та зообентосу). Дана позиція пояснюється тим, що реалізація робіт на акваторії може відбуватися з використанням землесосних пристроїв. У такому разі паралельно з вилученням ґрунтів та водно-піщаної суміші вилучаються організми кормової бази іхтіофауни (фіто-, зоопланктон, зообентос). Процеси регенерації пошкоджених біотопів зообентосу відбувається повільно, іноді після відновлення на цьому місці може формуватися зовсім інший біоценоз, що може відрізнятися за показниками продуктивності.

Негативний ефект від проведення робіт може спостерігатися як безпосередньо на акваторії розробки (прямий вплив), так і мати опосередковану дію (непрямий вплив) на кормові організми у зонах підвищеної мутності.

Ефект фізичного забруднення під час дії негативного чиннику відображається у кількісному підвищенні у воді завислих речовин, які збільшують її мутність. Паралельно фіксуються порушення різного ступеня у зовнішніх тканинах гідробіонтів внаслідок прямого контакту зі зваженими речовинами. Для зоопланктону та ранніх личинок представників іхтіофауни такі пошкодження є особливо руйнівними, оскільки викликають зміни у фільтраційних дихальних апаратах організмів. Такі процеси можуть викликати асфіксію у гідробіонтів навіть при задовільному вмістові розчиненого у воді кисню.

По-друге, пошкодження потенційних нерестовищ. Основними чинниками впливу днопоглиблювальних робіт на стан природних нерестовищ є їх пряме порушення та непряме – унаслідок замулення від розповсюдження зони підвищеної мутності. Проте, розрахунки показали, що при максимальному зносі завислих часток площа пошкоджених потенційних нерестовищ при проведенні робіт з придатними для відтворення глибинами не перевищує 10 % від площі ураження.

Видовий та чисельний склад іхтіофауни представлений характерними для Дніпровського (Запорізького) водосховища видами риб. Заборона на масовий промисловий вилов риби у водосховищі влітку 2022 року знижувала промислове наванта-

ження на популяції риб, що призводило до накопичення біомаси, яка може бути використане для промислових цілей.

Оскільки вилов риби в Дніпровському (Запорізькому) водосховищі в 2022 році був обмежений через воєнний стан, сам процес рибоздобування був фрагментарним, тому статистика промислових уловів не дає репрезентативних даних щодо рибопродуктивності та відсоткового співвідношення між окремими видами в уловах. Тому за основу були взяті дані 2021 року, як показового року проведення промислу.

Рибопродуктивність Дніпровського (Запорізького) водосховища становить 26,3 кг/га. За статистичними даними Управління Державного агентства меліорації та рибного господарства у Дніпропетровській області у 2021 році в Дніпровському (Запорізькому) водосховищі вилучено 1078,25 т водних біоресурсів, що на 8 % нижче, ніж показник 2020 року. Найбільший відсоток з вилучених біоресурсів припав на карася сріблястого – 55,24 (що на 0,2 % вище за показник 2020 року та на 3,4 % вище за показник 2019 року). Наступною в промислових уловах домінувала плітка звичайна – 16,32 %, далі лящ – 6,73 %, та плоскирка – 6,73 % (рис. 2).

Порівняно зі структурою промислового вилову минулих трьох років, відсоткове відношення промислових груп не зазнало суттєвих змін, основний обсяг промислу припадає на представників родини карпових.

Острівні системи лівобережжя та гирло Самарської затоки зосереджують біля себе мілководдя, що мають вагомe значення для відтворення гідробіоресурсів. Також деякі нерестовища знаходяться у районі гребного каналу, біля житлового масиву «Перемога». Однак, практично всі вони трансформовані і знаходяться під постійним антропогенним впливом, тому їх якість, як природних нерестовищ, значно знижена.

Промисловий лов на акваторії водосховища в межах міста майже не здійснюється. Користувачами засвоєна практично тільки гирлова частина Самарської затоки.

Іхтіофауна, як найбільш рухливий компонент водних екосистем, більшу частину життя активно переміщується і долає значну відстань. У зв'язку з цим видовий склад більшості акваторій майже однаковий, за виключенням зони водосховища біля Самарської затоки, що дещо відрізняється рівнем біорізноманіття і кількісними показниками.

Найбільш трансформованими є ділянки по правому берегу Дніпра. Особливо це стосується ділянки від залізничного мосту до о. Монастирський. Ділянка прибережної зони повністю забудована (міська набережна та інші споруди), сюди надходять стоки зливових колекторів та деяких підприємств міста та інші забруднювачі, що мають великий вміст органічної речовини. На цій ділянці частково проходить нагул

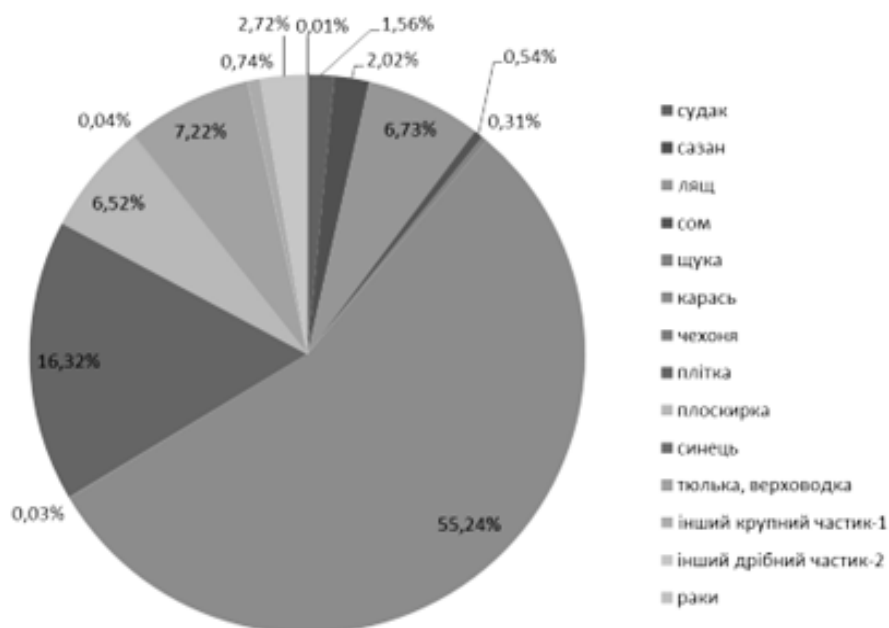


Рис. 2. Відсотковий розподіл промислових видів риб в уловах Дніпровського (Запорізького) водосховища в 2021 році, %.

молоді риб, в тому числі і тих, що мають ресурсну (промислово) цінність. В місцях надходження стоків спостерігаються угруповання цих видів, а також концентрація пелагічних видів (верховодка).

Ділянка правобережжя від о. Монастирський до Південного мосту також помітно трансформована, але на території біля гребного каналу є умови для нересту риб з категорії ресурсних (лящ, плітка, сріблястий карась, краснопірка, головень, окунь, щука, плоскирка та ін.), а також більшості прибережних видів.

Ділянки лівобережжя трансформовані у меншій ступені, ніж на правобережжі. Найбільш антропогенній трансформації на лівобережжі піддана дослідна ділянка від залізничного мосту до Усть-Самарського мосту, внаслідок надходження промислово-побутових стоків, забудов та ін. (крім. зони мілководь навколо дамби Усть-Самарського мосту та прилеглих островів). Відтворення спостерігається у прибережних видів, а також короткоциклових (верховодка), і деяких промислових видів, що не мають особливостей до умов нересту (окунь, карась сріблястий, плітка, краснопірка). Досить цінними вважаються біогеоценози, які збереглися в районі, що прилягає до Усть-Самарського мосту (острови Олексіївський, Шевський та суміжні прибережжя). Нерест тут відбувається, крім вищезазначених видів, також у ляща, судака, коропа. На ділянці відмічається нагул молоді цих видів, а також шуки, головня, плоскирки, сома. На ділянці здійснюється промисловий лов користувачами водних біоресурсів, що базуються у Старій Ігрени і у Одиноківки. Крім того, на території ділянки розвинене любительське рибальство (як з берега, так і з човнів).

На даній ділянці зустрічаються всі види риб, що зареєстровані в межах міста (40 видів), в тому числі 21 види мають охоронний статус та 1 вид потребує охорони на регіональному рівні.

Ділянка від Усть-Самарського до Південного мосту значно менше забезпечена захищеними мілководдями, ніж інші. Такі умови спонукають зниження відтворення представників іхтіофауни та зменшують нагульні площі. Але загалом ділянка більш продуктивна, якщо порівнювати із правобережжям.

Підсумовуючи наведене зрозуміло, що на сьогоднішнє рибне господарство та промислове рибальство на акваторії Дніпровського (Запорізького) водосховища функціонує під впливом нестандартних управлінських рішень щодо обмеження вилову риб у період дії воєнного стану, а також в умовах значного антропогенного навантаження. Основною метою відповідних напрацювань є розробка шляхів раціонального, невиснажливого використання промислових запасів риб та кормового ресурсу водосховища у сукупності з розробкою заходів щодо мінімізації втрат від здійснення різного роду виробничих процесів, пов'язаних з порушенням абіотичних і біотичних параметрів середовища існування іхтіофауни.

*Гідрохімічні показники водного середовища.* На дослідній ділянці Дніпровського (Запорізького) водосховища за класифікацією О.А. Альокіна вода є гідрокарбонатно-кальцієвою другого типу ( $С^{Ca}_{II}$ ). Коливання загальної мінералізації води між сезонами складала 82–160 мг/л. Зміни величини рН залежно від сезону спричинені станом карбонатної рівноваги. Частка  $CO_2$  у воді залежала від рівня актив-

ності фотосинтезу. Збільшення рН до максимальних величин – 9,5 – фіксували влітку під час масового розвитку ціанобактерій. Після цього, в умовах кисневого дефіциту в придонних шарах, величини рН знижувалась до 5,6. Середньостатистичні сезонні значення рН для водосховища складала 7,0–8,4.

Розчинений у воді кисень є важливим гідрохімічним показником, який має вплив на інтенсивність відновно-окислювальних біохімічних процесів у водному середовищі. Нижню межу концентрації кисню спостерігали влітку (серпень) 2,5–4,1 мг/л.

На дослідній ділянці органічна речовина у воді формується як за рахунок автохтонної, що утворюється в результаті життєдіяльності гідробіонтів, так і алохтонної органічної речовини стічних вод господарчо-побутових підприємств. Зміни перманганатної окислюваності проявлялися збільшенням значень у літньо-осінній сезон, коли у воді водосховища активно накопичується фітопланктон і велике значення займають різноманітні процеси перетворення у водоймі.

Інтенсивні процеси мінералізації органічних речовин стимулювали накопичення біогенних елементів. Наприкінці літа вміст амонійного азоту у воді за дослідний період коливався від 0,24 мгN/л до 0,81 мгN/л (у середньому – 0,44 мгN/л); нітритів – від 0,005 мг/л до 0,12 мг/л (0,013 мг/л), нітратів – 0,12–2,6 мг/л (0,32 мг/л), фосфатів – від 0,26 мг/л до 0,58 мг/л (0,32 мг/л). Ступінь евтрофікації за вмістом біогенних елементів характеризується як висока.

Величини рН в різних точках відбору змінювались, у середньому, в інтервалі від 6,68 до 8,35, з переважанням діапазону лужної реакції. Середній рівень рН складає 7,1–8,3 для Дніпровського (Запорізького) водосховища, що є стандартним багаторічним показником.

Таким чином, згідно даних показників, вода на ділянці водосховища належить до 3 класу якості, 4 категорії (задовільна), евтрофна,  $\alpha$ -  $\beta$ - мезосапробна. За рибогосподарською характеристикою гідрохімічні показники, в цілому, відповідали ГДК (СОУ 05.01-37-385:2006).

**Оцінка гідробіоценозів. Фітопланктон.** Видовий склад фітопланктону на досліджуваній ділянці Запорізького (Дніпровського) водосховища у серпні 2023 року характеризувався низьким рівнем різноманітності. Індекс Шеннона, що враховує як видову різноманітність, так і рівномірність розподілу чисельності видів, становив 1,44 біт/екз., що лише незначно перевищує значення 2020 року (1,39 біт/екз.).

У планктонному угрупованні досліджуваної ділянки домінували синьо-зелені водорості, зокрема *Microcystis aeruginosa* (96,4 %). Значно меншу чисельність мали види *Anaebena flos-aquae* та *Aphanisomenon flos-aquae*. Друге місце за чисельністю серед відділів водоростей займали діатомові, представлені видами *Melosira granulata*, *M. italica*, *Navicula gracilis*. У складі угруповання також були

виявлені зелені водорості, що належать до родів *Pediastrum*, *Scenedesmus*, *Volvox* та *Ulothrix*.

У літній період біомаса фітопланктону характеризувалася високими показниками, варіюючи в межах від 3,48 г/м<sup>3</sup> до 5,64 г/м<sup>3</sup>, із середнім значенням 4,82 г/м<sup>3</sup>.

Такий рівень біомаси є типовим для періоду інтенсивного накопичення синьо-зелених водоростей у воді. За видовим складом фітопланктону досліджувана ділянка водойми належить до  $\alpha$ -мезосапробної зони, що свідчить про наявність органічного забруднення.

Спираючись на дані водоростей втрати рибної продукції від загибелі організмів фітопланктону по акваторії розповсюдження зони підвищеної мутності від ділянки розробки ґрунтів (відсоток ураження 50 %) складуть:

$$N_{\text{Фітопланктон}} = 8143200 \text{ м}^3 \times 4,82 \text{ г/м}^3 \times 100 \times 1/50 \times 10/100 \times 0,25238 \times 10^{-6} = 1,98 \text{ т,}$$

З урахуванням відсотка ураження 50 % збитки складуть – 0,99 т.

**Зоопланктон.** У літній сезон 2023 року склад зоопланктону досліджуваної ділянки Дніпровського (Запорізького) водосховища відрізнявся домінуванням дрібних видів кладоцер *Chydorus sphaericus*, *Bosmina longirostris*, *B. coregoni*. Ці види, що мають кулясту форму тіла, є найбільш адаптованими до умов «цвітіння» синьо-зелених водоростей, зокрема завдяки своїй стійкості до токсинів, що виробляє масовий вид *M. aeruginosa*. Із відзначених видів найбільші показники кількісного розвитку у відношенні виду у *Chydorus sphaericus*. Як і в минулі роки, розмах коливань біомаси зоопланктону виявився значним – від 0,20 г/м<sup>3</sup> до 2,02 г/м<sup>3</sup> (в середньому 1,52 г/м<sup>3</sup>).

Слід також зазначити високе видове різноманіття зоопланктону, кількість видів якого на різних ділянках літоралі коливалася від 10 до 15. Серед коловерток домінували види *Brachionus diversicornis*, *Polyarthra vulgaris*, *Filinia longiseta*; серед гіллясто-вусих ракоподібних – *Chydorus sphaericus*, *Bosmina longirostris*, *B. coregoni*, *Diaphanosoma brachyurum*, *Alona rectanula*, *Leptodora kindtii*, *Daphnia cucullata*; серед веслоногих ракоподібних – *Thermocyclops oithonoides*, *Acanthocyclops americanus*, а також їх науплії та ювенальні форми. Видове різноманіття зоопланктону показувало високий рівень, але індекс Шеннона не перевищував 1,64 через домінування виду *Chydorus sphaericus*, що зумовлює низьку вирівняність чисельності видів.

Присутність у пробах таких олігосапробів, як *B. coregoni*, *Diaphanosoma brachyurum*, *Daphnia cucullata*, *Leptodora kindtii* вказує на гарну якість води за сапробіологічною оцінкою в даній ділянці.

Втрати рибної продукції від загибелі організмів зоопланктону у вилученій водно-піщаній суміші (відсоток ураження 50 %) складуть:

$$N_{\text{зоопланктон}} = 8143200 \text{ м}^3 \times 1,52 \text{ г/м}^3 \times 20 \times 1/6 \times 80/100 \times 0,25238 \times 10^{-6} = 8,33 \text{ т}$$

З урахуванням відсотка ураження 50 % збитки складуть – 4,16 т.

**Зообентос.** Видовий склад і кількісний розвиток зообентосу досліджуваної ділянки Дніпровського (Запорізького) водосховища в літній період характеризувався як достатньо бідний. Біомаса зообентосу була незначною, варіюючи від 0,7 г/м<sup>2</sup> до 2,22 г/м<sup>2</sup>, з середнім значенням 1,45 г/м<sup>2</sup>. Домінували дрібні псамофільні хірономіди: *Tanytarsus macus*, *Micropectra praecox*, *Cricotopus silvestris*. Олігохети зустрічалися лише поодинокими екземплярами, що свідчить про відсутність відповідних умов для їх існування у вигляді мулових відкладень. Наявність домінування псамофільних хірономід та поодинокі олігохети на тлі загально низької біомаси зообентосу вказує на руйнування донних біоценозів, що є наслідком впливу течії в районі Усть-Самарського мосту.

Втрати рибної продукції від загибелі зообентосу:

$$N_{\text{зообентосу}} = 2036800 \text{ м}^2 \times 1,45 \text{ г/м}^2 \times 1/5 \times 70/100 \times 0,25238 \times 10^{-6} = 0,10435 \text{ т}$$

З урахуванням відсотка ураження 50 % збитки складуть – 0,05217 т.

**Іхтіофауна.** У ході іхтіологічних досліджень не були виявлені рідкісні види риб або ті, що занесені до Червоної книги України. Переважна більшість риб, виявлених на досліджуваній ділянці, є поширеними для місцевих водойм. Видовий склад малькових уловів нараховував 18 видів риб, які відносилися до 7 родин: *Clupeonella cultriventris* (Nordmann, 1840); *Alburnus alburnus* (Linnaeus, 1758); *Aspius aspius* (Linnaeus, 1758); *Carassius gibelio* (Bloch, 1782); *Cyprinus carpio* (Linnaeus, 1758); *Leucaspis delineatus* (Heckel, 1843); *Pseudorasbora parva* (Temminck et Schlegel, 1846); *Rhodeus amarus* (Bloch, 1782); *Rutilus rutilus* (Linnaeus, 1758); *Scardinius erythrophthalmus* (Linnaeus, 1758); *Cobitis taenia* (Linnaeus, 1758); *Atherina pontica* (Eichwald, 1831); *Syngnathus nigrolineatus* (Eichwald, 1831); *Lepomis gibbosus* (Linnaeus, 1758); *Neogobius kessleri* (Gunther, 1861); *Proterorhinus marmoratus* (Pallas, 1814); *Neogobius melanostomus* (Pallas, 1814); *Neogobius fluviatilis* (Pallas, 1814).

Загальна чисельність та біомаса цьоголіток риб становила 320,97 екз./100 м<sup>2</sup> та 171,13 г/100 м<sup>2</sup> відповідно. Видом-домінантом був гірчак звичайний – чисельність цьоголіток даного виду сягала 126,17 екз./100 м<sup>2</sup>. Серед промислових видів риб в уловах зустрічалися плітка, сазан (короп) і білізна (табл. 2).

Аналіз результатів іхтіологічних досліджень на ділянці водосховища вказує на те, що в місці проведення робіт є нерестовище для відтворення ляща, судака, сазана, сріблястого карася, плітки, плоски-

рки, окуня та краснопірки. При загальній площі нерестовища 62,0 га на частку нерестовищ, які можуть бути порушені припадає 25 %, що становить 15,5 га. При цьому для акваторій, де будуть виконуватись роботи відсоток нерестовищ на пошкодженій донній поверхні може досягати 100 %. Результати розрахунків імовірних збитків за рибопродуктивністю нерестовищ Дніпровського (Запорізького) водосховища представлені у таблиці 3.

Загальна кількість імовірних втрат рибної продукції для Дніпровського (Запорізького) водосховища внаслідок проведення робіт з розробки Староігрєнівської ділянки (родовища) руслових пісків буде становити:

– за елементами кормової бази – 5,20217 тонн (фітопланктон – 0,99 т; зоопланктон – 4,16 т; зообентос – 0,05217 т);

– втрата нерестовищ – 22,0224 тонн.

Для нарахування збитків від заподіяної шкоди у вартісному відношенні необхідно провести розрахунок з прив'язкою до існуючого цінового механізму та рибоводного заводу-аналогу для даної місцевості.

**Головні висновки.** На основі аналізу комплексних досліджень ділянки Дніпровського (Запорізького) водосховища у районі видобутку пісків встановлені деякі особливості гідробіоценозів. Гідрохімічні дослідження встановили, що вода ділянки має задовільні показники та відповідає рибогосподарським ГДК. Безпосередні роботи з розробки родовищ на території акваторії водосховища можуть негативно впливати на біоценоз, формуючи менш продуктивні ділянки для розвитку зоо- та фітопланктону, що у свою чергу веде до зниження чисельності іхтіофауни. Найвний видовий та чисельний склад угруповань риб прибережної зони та існуючі нерестові ділянки в районі дослідної є об'єктом промислового рибальства. Втрати рибної продукції при видобутку будуть становити 5,20217 тонн для кормової бази, а 22,0224 тонн – за втрати нерестовищ.

**Перспективи використання результатів дослідження і рекомендації щодо комплексу рибоводно-меліоративних заходів.** Встановлення штучних нерестових гнізд є одним з екологічних та економічних способів поліпшення умов відтворення риб у природних водоймах.

Відтворювальний потенціал аборигенних риб у водоймах не реалізується в повному обсязі через деградацію природних нерестовищ та їх низьку ефективність. Окрім відновлення зон нересту риб шляхом проведення гідромеханізованих робіт, найбільш ефективним підходом є створення штучних нерестовищ на прибережних ділянках річок, де спостерігається низький рівень мілководних ділянок і заток, особливо в районах масового нересту риб.

Штучні нерестовищ потрібно встановлювати у відповідності до відтворювального потенціалу аборигенних риб. Окрім цього, процес відновлення



Таблиця 2

## Видовий склад та чисельні параметри угруповань риб прибережної зони ділянки досліджень

№	Види риб	Дніпровське (Запорізьке) водосховище			
		0+		1+	
		х	у	х	у
<b>Родина оселедцевих Clupeidae Cuvier, 1816</b>					
1.	Тюлька чорноморо-азовська <i>Clupeonella cultriventris</i> (Nordmann, 1840)	12,01	3,64	1,23	2,34
<b>Родина коропових Cyprinidae Fleming, 1822</b>					
2.	Верховодка звичайна <i>Alburnus alburnus</i> (Linnaeus, 1758)	1,24	0,45	6,78	18,56
3.	Білізна європейська <i>Aspius aspius</i> (Linnaeus, 1758)	2,85	1,45	3,25	5,64
4.	Карась сріблястий <i>Carassius gibelio</i> (Bloch, 1782)	23,17	25,63,0	18,44	36,19
5.	Сазан <i>Cyprinus carpio</i> (Linnaeus, 1758)	0,25	0,75	0,34	2,56
6.	Верховка звичайна (вівсянка) <i>Leucaspis delineatus</i> (Heckel, 1843)	1,24	0,3	2,45	1,51
7.	Чебачок амурський <i>Pseudorasbora parva</i> (Temminck et Schlegel, 1846)	56,15	21,19	47,19	52,56
8.	Гірчак звичайний <i>Rhodeus amarus</i> (Bloch, 1782)	126,17	87,16	56,18	248,12
9.	Плітка звичайна <i>Rutilus rutilus</i> (Linnaeus, 1758)	16,15	9,22	12,45	26,22
10.	Краснопірка звичайна <i>Scardinius erythrophthalmus</i> (Linnaeus, 1758)	0,62	0,36	2,45	8,54
<b>Родина в'юнових Cobitidae Swainson, 1839</b>					
11.	Щипавка звичайна <i>Cobitis taenia</i> Linnaeus, 1758	1,46	1,24	1,23	4,86
<b>Родина атеринових Atherinidae Risso, 1827</b>					
12.	Атерина чорноморська <i>Atherina pontica</i> (Eichwald, 1831)	5,24	2,46	8,26	16,18
<b>Родина голкові Syngnathidae Bonaparte, 1831</b>					
13.	Морська голка пухлощока чорноморська <i>Syngnathus nigrolineatus</i> (Eichwald, 1831)	0,49	0,34	1,25	1,15
<b>Родина центрархові Centrarchidae Bleeker, 1759</b>					
14.	Сонячний окунь <i>Lepomis gibbosus</i> (Linnaeus, 1758)	4,41	0,86	4,68	5,32
<b>Родина бичкові Gobiidae Fleming, 1822</b>					
15.	Бичок-пісочник <i>Neogobius fluviatilis</i> (Pallas, 1814)	56,27	33,16	14,22	43,28
16.	Бичок-головач <i>Neogobius kessleri</i> (Gunther, 1861)	0,45	0,22	3,22	7,58
17.	Бичок-кругляк <i>Neogobius melanostomus</i> (Pallas, 1814)	11,55	7,88	0,56	4,67
18.	Бичок цуцик <i>Proterorhinus marmoratus</i> (Pallas, 1814)	1,25	0,45	0,35	2,19
	<b>Всього:</b>	<b>320,97</b>	<b>171,13</b>	<b>184,53</b>	<b>487,47</b>

Примітка: 0+ – цьоголітки, 1+ – дволітки, х – чисельність, екз./100 м<sup>2</sup>; у – біомаса, г/100 м<sup>2</sup>.

Таблиця 3

## Розрахунок втрат рибпродукції від пошкодження нерестовищ

Вид риб	Площа пошкодження, га	Рибпродуктивність нерестовищ за промповерненням, кг/га	Втрати рибної продукції, тонн
Лящ	15,5	219,1	3,39605
Судак	15,5	12,4	0,1922
Сазан	15,5	100,3	1,55465
Карась сріблястий	15,5	712,7	11,04685
Плітка	15,5	308,5	4,78175
Плоскирка	15,5	58,6	0,9083
Інші (окунь краснопірка)	15,5	9,2	0,1426

ресурсноцінних видів риб можливо підвищити за рахунок створення ідентичних до природних нерестових площ – кам'яних валів та градів, що також забезпечать території багатьма аспектами для відтворення і, відповідно, збільшить кількість риби всіх вікових розмірів.

Нами рекомендується встановлювати штучні нерестовища на порушених і трансформованих ділянках водосховища із розрахунку 2 тис. штучних нерестовищ на кожен гектар водойми або її ділянки, яка потрапила під вплив гідромеханізованих днопоглиблювальних робіт.

Відмічено, що штучні гнізда досить ефективно використовуються пліткою, лящем та сазаном (коро-

пом). Необхідно звернути увагу користувачів на те, що встановлення нерестових субстратів покращує якість відтворення рибних біоресурсів, збільшує відсоток виживання ікри та величину виходу молоді. Нерестові гнізда забезпечують ефективний захист відкладеної ікри від перепадів рівня води у водосховищі. Відмічено, що плідники фітофільних риб підходять на нерестовища неодноразово, а в декілька партій.

Для раціонального використання штучних нерестовищ, рекомендуємо виставляти їх поступово відповідно до прогріву води та підходу плідників риб. Це зробить можливим більш оптимально використати додаткові нерестові площі.

### Література

1. Marenkov, O. N. Transformation of Dnepr (Zaporizhia) reservoir's fish fauna: retrospective review and current status. *Ecology and Noospherology*, 2016, 27(3-4), 70-76. <https://doi.org/10.15421/031615>
2. Nesterenko, S., Marenkov, M., & Kurchenko, V. O. The influence of dredging works near the lisy and green islands on the hydrobiocenoses of areas of the Dnipro river. In «Modern aspects of natural science research in the context of sustainable development of society»: Scientific monograph. Riga, Latvia: "Baltija Publishing", 2024. 424 p. <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-395-8-11>
3. Процун, А. В. Оцінка сучасного використання території після видобування руслових пісків. *Інноваційні методи проектних та геодезичних робіт*: матеріали 83-ї Міжнар. студент. наук. конф., 14 квіт. 2021 р. Харків. нац. автомоб.-дор. ун-т., 2021. С. 219-223.
4. Мигович, Д. С. Вплив на довкілля розробки руслових пісків. *Інноваційні методи проектних та геодезичних робіт*: матеріали 83-ї Міжнар. студент. наук. конф., 14 квіт. 2021 р. Харків. нац. автомоб.-дор. ун-т., 2021. С. 197-199.
5. Серета Р. М. Екологічна безпека територій під час розробки родовищ руслових пісків. *Екологія і виробництво*, № 5. 2019. С. 185. <https://doi.org/10.32846/2306-9716-2019-3-26-34>
6. Rentier E. S., Cammeraat L. H. The environmental impacts of river sand mining. *Science of the Total environment*. 2022. vol. 838. Pt1. 155877. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.155877>
7. Pandey S. Kumar, G., Kumari, N., & Pandey, R. Assessment of causes and impacts of sand mining on river ecosystem. *Hydrogeochemistry of aquatic ecosystems*. Chapter 16, 2023. P. 357-379. <https://doi.org/10.1002/9781119870562.ch16>
8. Методи гідроекологічних досліджень поверхневих вод / Арсан О. М. та ін.; за ред. В. Д Романенка. НАНУ: Ін-т гідробіології. Київ: Логос. 2006. С. 156-180.
9. Мовчан Ю. В. Риби України: (визначник-довідник) Збірник праць Зоологічного музею. 2011. 443 с.
10. Методика збору і обробки іхтіологічних і гідробіологічних матеріалів з метою визначення лімітів промислового вилучення риб з великих водосховищ і лиманів України / Озінковська С. П. та ін. Київ.: ІРГ УААН. 1998. Т. 47. С. 10-11.
11. Про затвердження Методики розрахунку збитків, заподіяних рибному господарству внаслідок порушення законодавства про охорону навколишнього природного середовища. Наказ Міністерства охорони навколишнього природного середовища та ядерної безпеки України № 36 від 18.05.95 р. URL: <http://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0155-95> (дата звернення: 18.11.2024).
12. Гринь ВГ. Об'ємно-вагова характеристика провідних видів фітопланктону нижнього Дніпра: Питання екології і ценології водних організмів Дніпра; 1963; Київ, Україна: Видавництво АН УРСР; 1963. С. 35-40.
13. Методи досліджень фітопланктону / Щербак В. І. Методичні основи гідробіологічних досліджень водних екосистем. 2002. С. 41-47.
14. Kottelat M., Freyhof J. Handbook of European freshwater fishes. Publications Kottelat, Cornol and Freyhof, Berlin., vol. 13. 2007. 646 pp.
15. Методика розрахунку збитків, заподіяних рибному господарству внаслідок порушення правил рибальства та охорони водних живих ресурсів. Наказ Міністерства аграрної політики України, Міністерства охорони навколишнього природного середовища України № 248/273, від 12.07.2004, Київ, Україна. URL: <http://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0155-95> (дата звернення: 18.11.2024).