

УДК 591. 524. 12: 556. 53

І. С. Марченко, А. В. Ляшенко

ПОРІВНЯЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА ЗООПЛАНКТОНУ САСИЦЬКОГО ВОДОСХОВИЩА

Проведена порівняльна характеристика структурних показників зоопланктону лиману Сасик та Сасицького водосховища. Показано, що у формуванні та змінах структури зоопланктону водосховища провідну роль відіграє солоність та органічне забруднення його вод. Аналіз багаторічних змін зоопланктону дозволяє стверджувати про три етапи його розвитку у водосховищі.

Ключові слова: зоопланктон, Сасицьке водосховище, структурні показники.

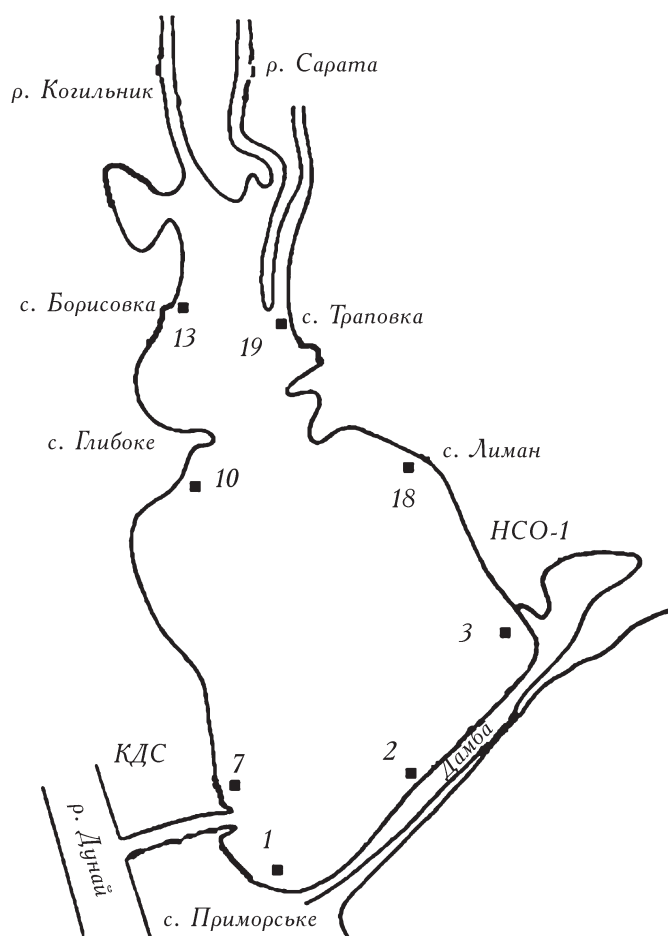
Солоний лиман Сасик — один з найбільших приморських лиманів північно-західного Причорномор'я, утворений порядку 10 тисяч років тому в естуарії річок Когильника і Сарати, що впадають у нього з півночі. До середини ХХ ст. він знаходився в природному стані та мав періодичний водообмін з морем [16, 18]. Систематичні комплексні гідроекологічні дослідження екосистеми водосховища впродовж перших років після його утворення проводились Інститутом гідробіології НАН України [24].

Гідрохімічний режим Сасику до опріснення був дуже динамічним [18], в останні роки існування лиману солоність його вод змінювалась від 2,4 у верхів'ї в зоні опріснюючого впливу Когильника і Сарати до 17,6 г/л у південній частині, де відбувався водообмін з морем [16]. З початком надходження дунайської води (1980 р.) мінералізація знизилась до 6 г/л, а після другої промивки не перевищувала 4 г/л, надалі при її активному надходженні мінералізацію вдавалося підтримувати на рівні 2—4 г/л [24].

Докладні дослідження зоопланктону проводилися до середини 80-х років минулого сторіччя [24]. У подальшому вони практично припинилися, окремі стислі відомості можна знайти у звітах, присвячених визначенню стану водосховища та якості його вод, та роботах з оцінки кормової бази риб [19, 20].

Метою нашої роботи було дослідити видове багатство зоопланктону Сасицького водосховища у багаторічному та сезонному аспектах, провести порівняльну характеристику структурних показників зоопланктону лиману Сасик і Сасицького водосховища на різних етапах його існування.

© І. С. Марченко, А. В. Ляшенко, 2017



1. Карта-схема відбору проб: 7 — Сасик вище впадіння КДС; 10 — с. Глибоке; 13 — с. Борисівка; 19 — с. Трапівка; 18 — с. Лиман; 1 — дамба, початок, 2 — дамба, середина; 3 — дамба, кінець.

Матеріал і методика досліджень. Відбір матеріалу проводили на протязі 2008—2010 рр. посезонно (весна, літо, осінь), восени 2013 р. і навесні 2014 р.. Загалом оброблено 88 проб, зібраних на прибережних незарослих ділянках уздовж берегової лінії водосховища (рис.1).

Відбір та аналіз проб виконані за загальноприйнятими методиками [5, 7, 12, 13]. Основні групи — коловертки, гіллястовусих і веслоногих ракоподібних визначали до виду, черепашкові ракоподібні і личинки двостулкових моллюсків — до вищих таксономічних груп, їх кількісні характеристики не враховували, вони включені лише у загальний перелік видів. Для визначення рівня схожості таксономічного складу зоопланктону використовували індекс Жаккара [17], розрахунки коефіцієнтів подібності проведені з використанням програми BioDiversityPro.

Під час відбору гідробіологічних проб вимірювали мінералізацію води за допомогою кондуктометра HANNA HI 9835, її значення змінювались у діапазоні 0,57—1,89 г/л.

Результати досліджень та їх обговорення

Перші фрагментарні відомості про зоопланктон лиману Сасик були опубліковані у 30-х роках минулого сторіччя [2]. Систематичні дослідження розпочаті у 1950-х роках [1]. До створення водосховища було зареєстровано 87 видів (1967—1969 рр.) [1—3, 10] та встановлено, що 72% склали морські види і 28% — евригалінні прісноводно-солонуватоводні [3, 16]. Прісноводні були представлені одиничними екземплярами лише у районі впадіння річок Когильника і Сарати [1—3, 10, 11]. Біомаса зоопланктону протягом багаточасного періоду змінювалася від 0,735 (1956 р.) до 2,290 г/м³ (1965—1967 рр.) [3].

Зважаючи на корінну перебудову водойми — створення у ложі солоного лиману водойми-накопичувача Дунай-Дністровської зрошувальної системи, можна вважати, що з 1979 р. екосистема лиману припинила своє існування [24], а на її рештках утворилася й почала еволюцію нова екосистема водосховища. Аналіз структурних показників зоопланктону впродовж 35 років досліджень дозволяє визначити три відособлені етапи сукцесії. У період трансформації лиману у водосховище (1979 р.) видове багатство було представлене 11 видами (коловертки — 3, веслоногі — 6 та гіллястовусі — 2), з яких три морських і вісім прісноводно-солонуватоводних. Біомаса в середньому складала 1,97 г/м³ [3, 16].

У перші роки існування водосховища (1980—1987 рр.) реєстрували від 44 до 98 видів. Біомаса у середньому у вегетаційний період складала 6,075 г/м³, чисельність — 196 тис. екз/м³. Період до середини 1990-х років характеризувався активною роботою насосних станцій, що забезпечували надходження дунайських вод каналом Дунай — Сасик [24].

Наші дослідження припадають на період 2008—2014 рр. У зоопланктоні водосховища було зареєстровано 28 видів (табл. 1): коловертки — 9, веслоногі ракоподібні — 12 і гіллястовусі — 7, крім того реєстрували Nauplii та Veliger Mollusca. Коловертка *Brachionus quadridentatus*, гіллястовусий рачок *Bosmina longirostris* і веслоногий рачок *Eudiaptomus graciloides* характеризувалися 100% зустрічальністю — були зареєстровані в усі сезони і на всіх станціях відбору проб.

У таксономічній структурі зоопланктону водосховища переважали веслоногі ракоподібні — 43% загальної кількості видів. Частка коловерток становила 32%, а гіллястовусих ракоподібних — 25%, що свідчить про рівномірний розподіл видів (рис. 2). У фауні лиману (1967—1969 рр.), у період перебудови (1979 р.), а також у 1980 і 1983 р. переважали веслоногі

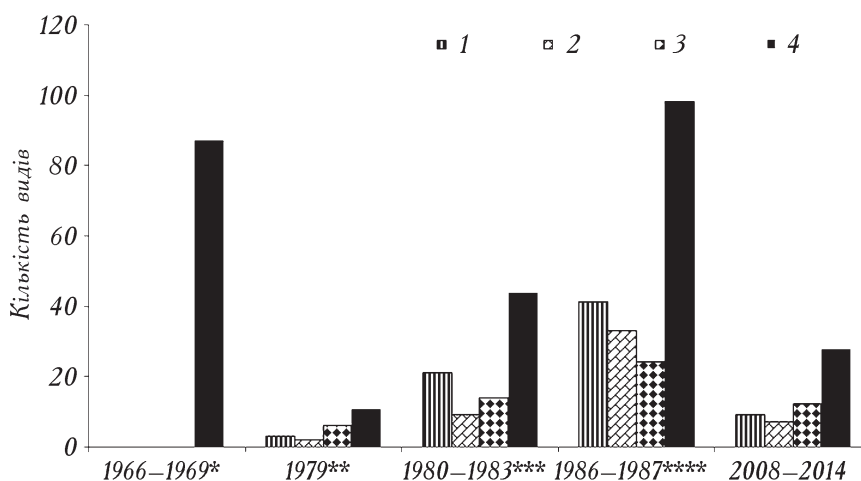
1. Видовий склад зоопланктону Сасицького водосховища (2008—2014 рр.) і його відношення до солоності

№	Види	Зустрічальність (по акваторії, %)	Відношення до солоності		
			п	с	м
Rotatoria					
1	<i>Brachionus calyciflorus</i> Pallas	63	+	+	—
2	<i>Br. diversicornis</i> (Daday)	63	+	—	—
3	<i>Br. nilsoni</i> Ahlstrom	13	—	+	—
4	<i>Br. forficula</i> Wierzejski	13	—	+	—
5	<i>Br. quadridentatus</i> Hermann	100	—	+	—
6	<i>Euchlanis dilatata</i> Ehrenberg	13	—	+	—
7	<i>Keratella cochlearis</i> (Gosse)	13	—	+	—
8	<i>K. quadrata</i> (Müller)	63	—	+	—
9	<i>K. tropica</i> (Apstein)	38	—	+	—
Copepoda					
10	<i>Acanthocyclops americanus</i> (Marsh)	25	+	—	—
11	<i>A. viridis</i> (Jurin)	13	+	+	—
12	<i>Cyclops strenuus</i> Fisher	75	+	—	—
13	<i>Cyclops</i> sp.	50	—	—	—
14	<i>Eucyclops serrulatus</i> (Fisher)	13	—	+	—
15	<i>Eudiaptomus graciloides</i> (Lilljeborg)	100	—	+	—
16	<i>Microcyclops bicolor</i> Sars	25	+	—	—
17	<i>M. varicans</i> (Sars)	13	+	—	—
18	<i>Thermocyclops crassus</i> (Fischer)	50	+	—	—
19	<i>Th. oithonoides</i> (Sars)	50	+	—	—
20	Harpacticoida Sars	13	—	—	—
21	Cyclopoida juv.	88	—	—	—
Cladocera					
22	<i>Alona affinis</i> (Leydig)	75	—	+	—
23	<i>Bosmina longirostris</i> O.F. Müller	100	+	+	—
24	<i>Camptocercus rectirostris</i> Shoenberger	63	+	+	—
25	<i>Daphnia magna</i> Straus	13	+	+	—
26	<i>D. pulex</i> (De Geer)	25	+	—	—

Проговження табл. 1

№	Види	Зустрічальність (по акваторії, %)	Відношення до солоності		
			п	с	м
27	<i>Pleoroxus aduncus</i> (Jurine)	25	+	—	—
28	<i>Sida crystallina</i> (O.F. Müller)	13	+	—	—
I	Nauplii	88	—	—	—
II	Veliger Mollusca		—	—	—

П р и м і т к а. Відношення до солоності: п — прісноводні, с — солонуватоводні, м — морські [5, 7, 13].



2. Динаміка видового багатства та таксономічної структури зоопланктону водосховища Сасик: 1 — Rotifera; 2 — Cladocera; 3 — Copepoda; 4 — всього. «*» — [1—3], «**» — [3], «***» — [16], «****» — [24].

ракоподібні. У 1981—1982 рр. і 1986—1987 рр. за кількістю видів домінували коловертки (відповідно 50 і 42%).

Результати аналізу подібності видового складу зоопланктону у різні роки досліджень за Жаккаром показали схожість на рівні 30% (табл. 2, рис. 3), за винятком 1979 р., коли схожість з іншими роками була найменшою. Проведений аналіз дозволяє стверджувати про три відособлені етапи розвитку зоопланктофауни водосховища.

У період перебудови лиману у водосховище (1979 р.) співвідношення екологічних груп зоопланктону по відношенню до солоності змінилось (рис. 4). У перші роки існування водосховища реєструвались одиничні екземпляри морських видів, на початку 1980-х переважали прісноводні, за ра-

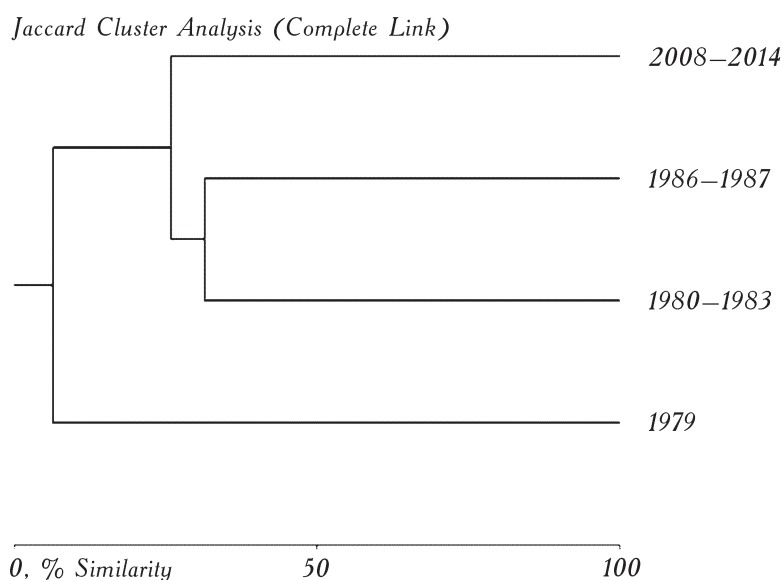
2. Коефіцієнти подібності видового складу зоопланктону Сасицького водосховища

	1980—1983 рр.	1986—1987 рр.	2008—2014 рр.
1979 рр.	13,04	7,07	6,38
1980—1983 рр.	*	31,42	30,15
1986—1987 рр.	*	*	25,92

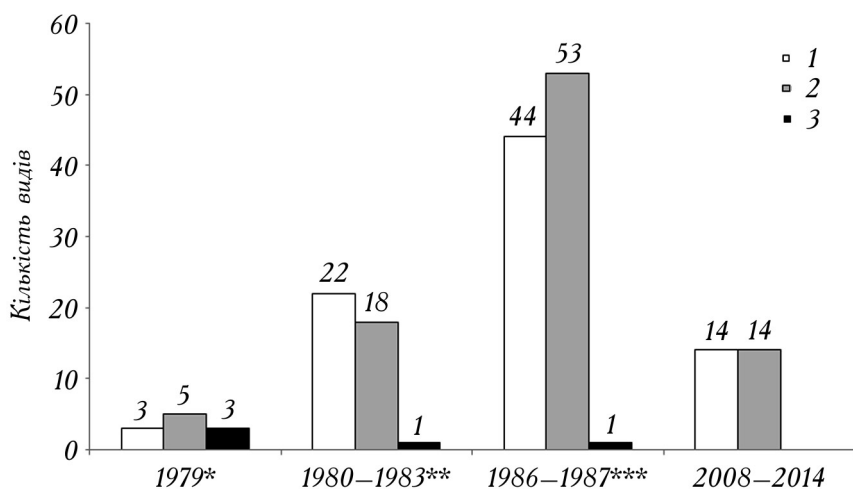
хунок масового надходження з дунайськими водами, у середині десятиріччя — солонуватоводні, а період наших досліджень відзначений рівномірним розподілом прісноводно-солонуватоводного комплексу.

Середина 1980-х років — це час найбільш високопродуктивної стадії існування водосховища, що виникла внаслідок дії низки чинників, зокрема роботи насосних станцій як певного енергетичного субсидування екосистеми, зоопланктон досягав найвищого розвитку [22—24].

З середини 1990-х внаслідок економічного занепаду система практично припинила свою роботу, водообмін водосховища знизився. За матеріалами наших досліджень 2008—2014 рр. зоопланктон відреагував суттєвим зниженням видового багатства (практично втричі) і певною перебудовою структури (див. табл. 1, рис. 4), але співвідношення солонуватоводних та прісноводних видів не змінилося і становила близько 1 : 1.



3. Граф подібності видового складу зоопланктону в Сасицького водосховища у різні роки досліджень.



4. Співвідношення груп зоопланктону Сасицького водосховища по відношенню до солоності. «*» — [3, 16], «**» — [16], «***» — [24].

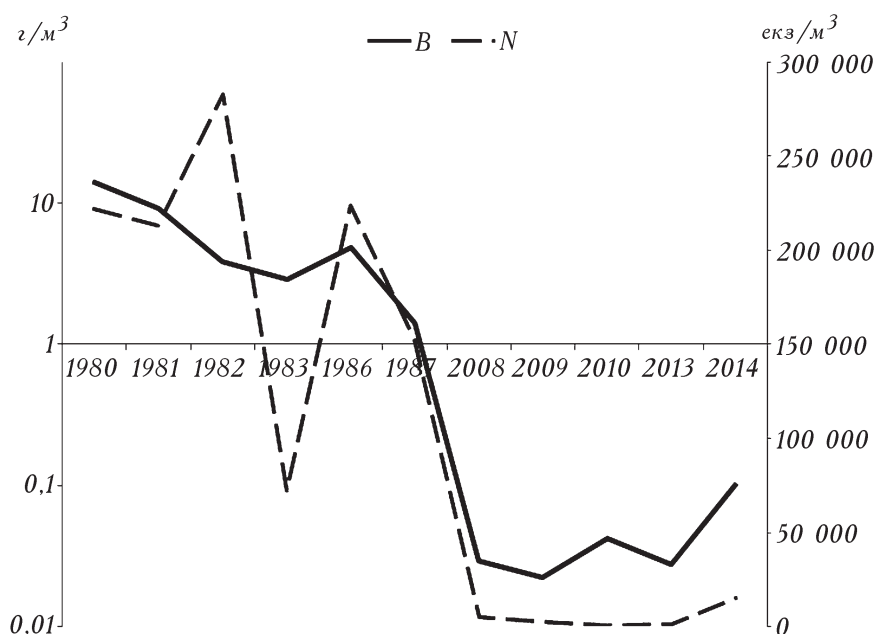
Впродовж 2008—2014 рр. загальна кількість видів зоопланктону відрізнялась незначно — від 12 видів у 2008 до 17 у 2009 р. В межах року кількість видів змінювалась в ширших межах — з 3 (навесні та влітку) до 17 видів (восени 2009 р.). Разом з тим, впродовж 2010 р. видове багатство було сталим — вісім видів. В усі роки та сезони найбільшим видовим багатством характеризувалися веслоногі ракоподібні, за винятком осені 2009 р., коли переважали коловертки.

Показники чисельності зоопланктону змінювались від 612 екз/м³ (2010 р.) до 4794 екз/м³ (2008 р.), що відповідає двом найнижчим категоріям розвитку [12, 14].

Біомаса зоопланктону протягом досліджень була надзвичайно низькою в усі роки — від 0,022 г/м³ (2009 р.) до 0,041 г/м³ (2010 р.), що за класифікацією [12, 14] не виходить за рамки найнижчої категорії розвитку і значно нижче, ніж у попередній період існування (рис. 5).

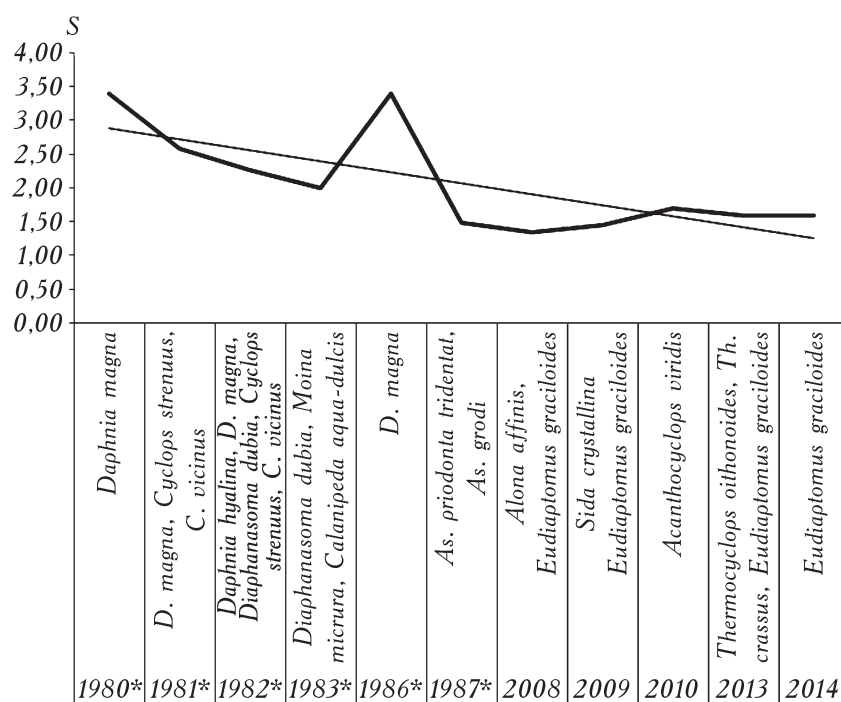
В усі роки та сезони наших досліджень у структурі зоопланктону за чисельністю і біомасою переважали копеподи (55—90%), за винятком 2008 р., коли навесні за чисельністю домінували коловертки (90%).

Впродовж більш ніж тридцятирічного періоду існування водосховища відбувалась зміна домінантів зоопланктону (рис. 6). Потужний спалах його розвитку з помітним переважанням *Daphnia magna* (91—92% біомаси) був зафіксований у 1980 і 1981 р. [16, 24]. З огляду на пристосування рачка до існування у високотрофних водах і високий індивідуальний індекс сапробності (3,40) [15, 21], вірогідно причиною його масового розвитку стало над-



5. Динаміка чисельності (N) і біомаси (B) зоопланктону Сасицького водосховища [24].

ходження великої кількості органічних речовин з решток загиблих організмів лиманної фауни та флори. У 1981 р. відмічалось домінування таких видів, як *Cyclops strenuus* і *C. vicinus* Uljanin (до 76% за біомасою) [23], індивідуальні індекси сапробності яких нижчі (від 2,20 до 2,10) [21]. У 1982 р. переважали *Daphnia hyalina* Leydig, *D. magna*, *Diaphanosoma dubia* Manuilova, *C. strenuus* і *C. vicinus* (до 53% за біомасою) з індексами сапробності від 1,60 до 3,40 [21, 15, 16]. У 1983 р. переважали *D. dubia*, *Moina micrura* Hellich, *Calanipeda aqua-dulcis* Kriczagin (до 41% за біомасою) з індексами сапробності від 1,50 до 2,60 [21, 15, 16]. Здавалось, що отримані результати виразно свідчать про покращення якості вод за показником органічного забруднення. Але у 1986 р. знову був зафіксований спалах розвитку *D. magna* (88% за біомасою). Наступний рік характеризувався переважанням *Asplanchna priodonta tridentata* Ovander et Parchuk та *Asplanchna girodi* Guerne (65% сумарної біомаси) [24] — видів, притаманних водам з низькою сапробністю (1,40—1,50) [21]. Впродовж часу досліджень відмічено загальний тренд зниження індивідуальних індексів сапробності видів-домінантів. Так у 2008 р. зареєстровано переважання таких видів, як *Eudiaptomus graciloides* та *Alona affinis* (72—78% біомаси) з індексами сапробності від 1,10 до 1,60 [21], а у 2010 р. відмічено переважання *A. viridis* (Jurin) (60% за біомасою) з більш високим показником сапробності (1,70) [21]. Загалом така картина видається цілком логічною, обумовленою поступовою переробкою органічних речовин, що лишилися з часів лиману, трансформацією легкодоступних розчинних сполук з планктонної підсистеми через бактеріально-водоростеві комплекси і далі через зоопланктон у трофічні ланки вищого рівня.



6. Динаміка домінуючого комплексу, індивідуальні показники сапробності та лінія тренду цього показника у Сасицькому водосховищі. «*» — [24].

Заключення

Таким чином, зоопланктон лиману і водосховища має значні відмінності, насамперед за видовим складом, а також за кількісними показниками.

Аналіз структурних показників зоопланктону водосховища впродовж років досліджень дозволяє визначити три відособлені етапи. Перший етап (1978—1980 рр.) характеризувався руйнуванням лиманної екосистеми, коли велика кількість поживних речовин, що вивільнились із загинувших морських організмів, забезпечили можливість розвитку крупним формам планктонним ракоподібних.

Другий етап (1981—1987 рр.) характеризувався систематичною роботою насосних станцій, надходженням прісної води і найбільшим видовим багатством зоопланктону, поступовим збільшення чисельності і біомаси, зміною домінантів і переважанням солонуватоводної фауни, відповідні умови існування якій створювало надходження солей з високомінералізованих ґрунтів ложа водойми, ґрунтових та підземних вод [4, 9, 24].

Третій етап, на наш погляд, пов'язаний із зупинкою роботи насосних станцій, видове багатство, чисельність і біомаса зоопланктону знизилась, змінились домінуючі види. Впродовж цього етапу посилювалось домінування копепод

(55—90% чисельності і біомаси), крім 2008 р., коли частка коловороток досягала 90%. Співвідношення солонуватоводних і прісноводних видів загалом у водосховищі є близьким до 1 : 1, з середини 1980-х спостерігається незначне переважання солонуватоводних, що свідчить про повільність процесу його опріснення. За літературними даними [6, 19] в останнє десятиріччя мінералізація встановилась на рівні 0,7—1,6 г/л, води переважно солонуваті в-мезогалінні, з переважанням хлоридно-натрієвого класу.

Багаторічна динаміка домінуючих видів у водосховищі вказує на поступову заміну мешканців водойм з високим органічним забрудненням (*Daphnia magna*) на види, характерні для більш чистих вод (*Alona affinis*, *Sida crystallina*, *Thermocyclops oithonoides*), таким чином визначений тренд зниження сапробності водойми.

Мінімальні середньорічні показники чисельності були зареєстровані у 2010 р. (612 екз/м³), а максимальні — у 1982 р. (283 тис. екз/м³) [24], в останнє десятиріччя вони суттєво знизились. Відповідно до класифікації [12, 14] весь діапазон укладається у межі від «гранично низької» до «середньої» категорій розвитку.

Біомаса зоопланктону була мінімальною у 2009 р. (0,022 г/м³), максимальною — у 1980 р. (14,1 г/м³) [24]. Відповідно класифікації [12, 14] весь діапазон показників укладається в категорії «гранично низька» та «вища за середню».

Загалом отримані результати свідчать, що у формуванні та змінах структури зоопланктону Сасицького водосховища провідну роль відіграють фактори солоності та органічного забруднення вод.

**

Проведена сравнительная характеристика структурных показателей зоопланктона лимана Сасик и Сасыкского водохранилища. Показано, что в формировании и изменении структуры зоопланктона водохранилища основную роль играют факторы солёности и органического загрязнения его вод. Анализ многолетних изменений зоопланктона позволяет утверждать о существовании трех этапов его развития в водохранилище.

**

The comparative characteristic of zooplankton structural parameters has been done in the Sasyk estuary and Sasyk reservoir. It was shown, that in the formation and changes of the zooplankton structure the key factors are the salinity and organic pollution of the water body waters. Analysis of the long-term zooplankton changes allowed to suggest three separate stages of its development in the reservoir.

**

1. Бурнашев М.С., Чепурнов В.С. Материалы по гидробиологии лимана Сасык // Уч. зап. Кишиневского гос. у-та. — 1956. — Т. 23. — С. 19—38.
2. Бурнашев М.С., Чепурнов В.С., Дмитриев Я.И. Материалы по зоопланктону лимана Сасык // Там же. — 1958. — Т. 32. — С. 91—113.

3. Гусынская С.Л., Сергеев А.И., Парчук Г.В. Зоопланктон водоема Сасык // Гидробиологические исследования пресных вод. — Киев: Наук. думка, 1985. — С. 101—103.
4. Енаки И.Г. Гидрохимический режим лимана Сасык и Сасыкского водохранилища // Гидробиология Дуная и лиманов северо-западного Причерноморья. — Киев: Наук. думка, 1986. — С. 36—52.
5. Кутикова Л.А. Коловратки фауны СССР (Rotatoria). Подкласс Eurotatoria (отряды Ploimida, Monimotrochida, Paedotrochida). — Л.: Наука, 1970. — 744 с.
6. Ляшенко А.В., Зорина-Сахарова Е.Е., Маковский В.В. и др. Структурно-функциональная характеристика макрозообентоса и рыбопродуктивность Сасыкского водохранилища // Рыбогосп. наука Украины. — 2010. — № 2. — С. 60—66.
7. Мануйлова Е.Ф. Ветвистоусые рачки фауны СССР. — М.;Л.: Наука, 1964. — 328 с.
8. Марченко І.С. Зоопланктон Сасицького водосховища // Сучасна гідроекологія: місце наукових досліджень у вирішенні актуальних проблем. Зб. матеріалів наук.-практ. конф., присвяченої 75-річчю заснування Ін-т гідробіології НАНУ. — К., 2015. — С. 45—47.
9. Мегведєв О.Ю. Гидрохимическая обстановка на Сасыкском водохранилище // Гідрологія, гідрохімія, гідроекологія. — 2001. — Т. 2. — С. 467—471.
10. Мелиян И.В. Зоопланктон лимана Сасык: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. — Кишинев, 1969. — 20 с.
11. Мелиян И.В. Зоопланктон морских лиманов Дунайско-Днестровского междуречья // Фауна, экология и физиология животных. — Кишинев: Штиинца, 1978. — С. 7—13.
12. Методи гідроекологічних досліджень поверхневих вод / За ред. В. Д. Романенка. — К.: ЛОГОС, 2006. — 408 с.
13. Монченко В.І. Щелепнороті циклоподібні, циклопи (Cyclopidae) // Фауна України. — К.: Наук. думка, 1974. — Т. 27, вип. 3. — 452 с.
14. Оксюк О.П., Жганова Г.А., Гусынская С.Л., Головка Т.В. Оценка состояния водных объектов Украины по гидробиологическим показателям. 1. Планктон // Гидробиол. журн. — 1994. — Т. 30, № 3. — С. 26—31.
15. Олексив И.Т. Показатели качества природных вод с экологических позиций. — Львів: Світ, 1992. — 234 с.
16. Парчук Г.В. Зоопланктон Советского участка Дуная, Сасыкского водохранилища и Днестровского лимана: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. — Киев, 1985. — 19 с.
17. Песенко Ю.А. Принципы и методы количественного анализа в фаунистических исследованиях. — М.: Наука, 1982. — 287 с.
18. Розенгурт М.Ш. Гидрология и перспективы реконструкции природных ресурсов Одесских лиманов. — Киев: Наук. думка, 1974. — 225 с.
19. Смірнов А.І., Ткаченко В.О. Характер іхтіорізноманіття як біотичний маркер опріснювання лиману Сасик (Кундук) // Зб. праць зоол. музею. — 2007. — № 39. — С. 41—56.

20. *Ткаченко В.А., Парчук Г.В.* Питание сеголеток промысловых рыб Сасыкского водохранилища и Килийской дельты Дуная // Гидробиол. журн. — 1984. — Т. 20, № 4. — С. 101—106.
21. *Унифицированные методы исследования качества вод: Методы биологического анализа вод.* — М.: СЭВ, 1977. — Ч. III. — 227 с.
22. *Харченко Т.А.* Концепция экотонов в гидробиологии // Гидробиол. журн. — 1991. — Т. 27, № 4. — С. 3—19.
23. *Харченко Т.А.* Сасыкське водосховище: екологічні проблеми опресненого лиману // Вісн. АН УРСР. — 1988. — № 4. — С. 63—67.
24. *Харченко Т.А., Тимченко В.М., Иванов А.И. и др.* Биопродуктивность и качество воды Сасыкского водохранилища в условиях его опреснения. — Киев: Наук. думка, 1990. — С. 116—127.

Інститут гідробіології НАН України, Київ

Надійшла 14.03.17