

ЕКОЛОГІЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ГЕОСИСТЕМ

УДК 504.45.058

КОВАЛЬОВА Н. В., канд. біол. наук, с.н.с., **МЕДІНЕЦЬ В. І.**, канд. фіз.-мат. наук, с.н.с.,
МЕДІНЕЦЬ С. В., д-р природ. наук, **КОНАРЕВА О. П.**, **СОЛТИС І. Є.**, **ГАЗЕТОВ Є. І.**

Одеський національний університет імені І.І. Мечникова, м. Одеса, Україна.

пров. Маяковського 7, м. Одеса, 65082, Україна,

e-mail: n.kovaleva@onu.edu.ua

ТРОФІЧНИЙ СТАТУС ДЕЛЬТОВИХ ОЗЕР ДНІСТРА У 2006-2017 РР.

Мета. Оцінка трофічного статусу вод озер дельтової частини Дністра (Біле, Сви́не, Тудорово і Путріно) в 2006-2017 рр. **Методи дослідження.** Визначення гідрологічних, гідрохімічних і гідробіологічних характеристик водного середовища озер проводилися за стандартними методиками. Використані чотири індикатори евтрофікації вод: концентрація хлорофілу *a*, чисельність бактеріопланктону, трофічні індекси TSI і TRIX. **Результати.** Проаналізовано особливості фізико-хімічних характеристик вод дельтових озер Дністра. Виявлено підвищення концентрацій біогенних сполук в усіх озерах в останні 12 років. Найнижчий вміст і насичення води киснем за період спостережень зафіксовано в озері Путріно, де при цьому спостерігалися найвищі значення загального азоту і фосфору. Проведений аналіз довгострокових змін хлорофілу *a* і бактеріопланктону. Вперше, на основі результатів комплексних досліджень озер влітку 2006-2017 рр., проведено оцінку трофічного стану вод кожного з дельтових озер. Виявлені статистичні взаємозв'язки між показниками трофічного стану і фізико-хімічними характеристиками озер. **Висновки.** Встановлено, що оцінки трофічного статусу чотирьох озер дельтової частини Дністра по хлорофілу *a*, бактеріопланктону і трофічному індексу TSI практично співпадають і свідчать про зростання трофічного статусу водойм та про погіршення якості вод у 2012-2017 рр. у порівнянні з попередніми роками. Води озер Сви́не, Тудорово і Путріно в останні шість років по всім показникам евтрофікації відповідали гіпертрофічному статусу, а трофічність озера Біле за більшістю показників була нижчою і відповідала евтрофічному статусу. Трофічний індекс TRIX, який розроблений для оцінки морських вод, практично завжди показує дещо більш високий трофічний статус озер, ніж інші індикатори.

Ключові слова: евтрофікація, хлорофіл, бактеріопланктон, TSI, TRIX

Kovalova N. V., Medinets V. I., Medinets S. V., Konareva O. P., Soltys I. E., Gazyetov Ye. I.

Odessa I. I. Mechnikov National University, Odessa, Ukraine

TROPHIC STATUS OF THE DNIESTER DELTA LAKES IN 2006-2017

Purpose. Assessment of trophic status of the Dniester deltaic part lakes (Bile, Svine, Tudorovo and Putrino) in 2006-2017. **Methods.** Determination of hydrological, hydrochemical and hydrobiological characteristics of the lakes aquatic environment has been performed using standard methodologies. Three indicators of eutrophication have been used: chlorophyll *a* concentration, number of bacterioplankton, trophic indices TSI and TRIX. **Results.** Peculiarities of physicochemical characteristics of water in the Dniester deltaic lakes have been analysed. Increased nutrients concentration has been revealed in all the lakes during past 12 years. The lowest oxygen content and oxygen saturation was established in water of the Putrino Lake, where at the same time the highest concentrations of total nitrogen and phosphorus were observed. Analysis of long-term changes of chlorophyll *a* and bacterioplankton has been done. Based on the lakes integrated study in summer time of 2006-2017, assessment of water trophic state has been for the first time performed for each deltaic lake. Statistical interrelations between trophic state indicators and physicochemical characteristics of the lakes have been revealed. **Conclusions.** It was established that the assessment of four deltaic lakes trophic status based on chlorophyll *a*, bacterioplankton and TSI trophic index practically coincided and evidenced increased of the lakes' trophic status and decrease of water quality in 2012-2017 compared with previous years. All the eutrophication indicators in water of the lakes Svine, Tudorovo and Putrino during six last years corresponded to hypertrophic status, while in the Bile Lake most of eutrophication indicators were lower and corresponded to eutrophic status. Trophic index TRIX, which was developed for seawater assessment, practically always showed somewhat higher trophic status of the lakes than other indicators.

Key words: eutrophication, chlorophyll, bacterioplankton, TSI, TRIX

Ковалева Н. В., Мединец В. И., Мединец С. В., Конарева О. П., Солтыс И. Е., Газетов Е. И.

Одесский национальный университет имени И.И.Мечникова

ТРОФИЧЕСКИЙ СТАТУС ДЕЛЬТОВЫХ ОЗЕР ДНЕСТРА В 2006-2017 ГГ.

Цель. Оценка трофического статуса вод озер дельтовой части Днестра (Белое, Свиное, Тудорово и

Путрино) в 2006-2017 гг. **Методы исследования.** Определение гидрологических, гидрохимических и гидробиологических характеристик водной среды озер проводилось по стандартным методикам. Использованы четыре индикатора эвтрофикации вод: концентрация хлорофилла а, численность бактериопланктона, трофические индексы TSI и TRIX. **Результаты.** Проанализированы особенности физико-химических характеристик вод дельтовых озер Днестра. Выявлено повышение концентраций биогенных соединений во всех озерах за последние 12 лет. Самое низкое содержание и насыщение воды кислородом за период наблюдений зафиксировано в озере Путрино, где при этом определялись наивысшие значения общего азота и фосфора. Проведен анализ многолетних изменений хлорофилла а и бактериопланктона. Впервые, на основе результатов комплексных исследований озер в летний период 2006-2017 гг., проведена оценка трофического состояния вод каждого из дельтовых озер. Выявлены статистические взаимосвязи между показателями трофического состояния и физико-химическими характеристиками озер. **Выводы.** Установлено, что оценки трофического статуса четырех озер дельтовой части Днестра по хлорофиллу а, бактериопланктону и трофическому индексу TSI практически совпадают и свидетельствуют о возрастании трофического статуса водоемов и ухудшении качества вод в 2012-2017 гг. по сравнению с предыдущими годами. Воды озер Свиное, Тудорово и Путрино в последние шесть лет по всем показателям эвтрофикации соответствовали гипертрофному статусу, а трофность озера Белое по большинству показателей была ниже и соответствовала евтрофному статусу. Трофический индекс TRIX, который разработан для оценки морских вод, практически всегда показывает более высокий трофический статус озер, по сравнению с другими индикаторами.

Ключевые слова: эвтрофикация, хлорофилл, бактериопланктон, TSI, TRIX

Вступ

Звісно [1], що сучасні екологічні проблеми Дністра в останні роки викликані антропогенним забрудненням вод і зменшенням обсягів водного стоку. При цьому, зазвичай в дельтовій частині будь-якої річкової системи накопичуються біогенні і забруднюючі речовини з усієї водозбірної площі [2]. Не є виключенням і річка Дністер, в дельтову частину якої потрапляють речовини від промислових і комунальних підприємств України і Молдови майже в повному спектрі найменувань, серед котрих органічні, мінеральні, біогенні і токсичні речовини. Оскільки р. Дністер є також джерелом водопостачання м. Одеси і окремих районів області, то якість річкової води в нижній його частині має важливе значення не тільки для довкілля, але і для здоров'я населення. В дельтовій частині Дністра зосереджена велика кількість заплавлених озер, які відіграють важливу роль у відновленні природних ресурсів дельтової екосистеми, а також використовуються для рибальства і рекреаційних цілей. Забруднення і порушення гідрологічного режиму річки Дністер поступово приводить до деградації екосистем дельтових озер [3]. Найбільш помітні негативні зміни в дельтовій частині Дністра почали відбуватися після введення в експлуатацію каскаду гідроспоруд в верхній частині Дністра, що викликало штучне

зменшення водності річки та деградацію ериків та проток, що з'єднували акваторію озер з русловою системою Дністра [4, 5]. Це призвело до зменшення інтенсивності водообміну з основним руслом річки та погіршення кисневого режиму озер і, як наслідок, пригнічення розвитку гідробіонтів. В озерах Нижнього Дністра періодично спостерігаються масові замори риби та деяких інших гідробіонтів, що свідчить про негативні процеси евтрофікації в екосистемах окремих озер [6, 7, 8], які викликані надмірним надходженням до водних об'єктів дельти Дністра біогенних сполук [9, 10]. Однак за всі роки досліджень оцінка трофічного статусу дельтових озер не проводилася, хоча наявність та інтенсивність процесів евтрофікації у водоймах можна було ідентифікувати як за окремими простими показниками евтрофікації (хлорофіл а, бактериопланктон, концентрації азоту і фосфору) [11, 12], так і за більш об'єктивними, але складними комплексними трофічними індексами TSI і TRIX [13, 14].

Метою нашого дослідження є оцінка трофічного статусу вод найбільших озер дельтової частини Дністра, таких як Біле, Свиное, Тудорово і Путрино в 2006-2017 рр. з використанням різних індикаторів та індексів евтрофікації.

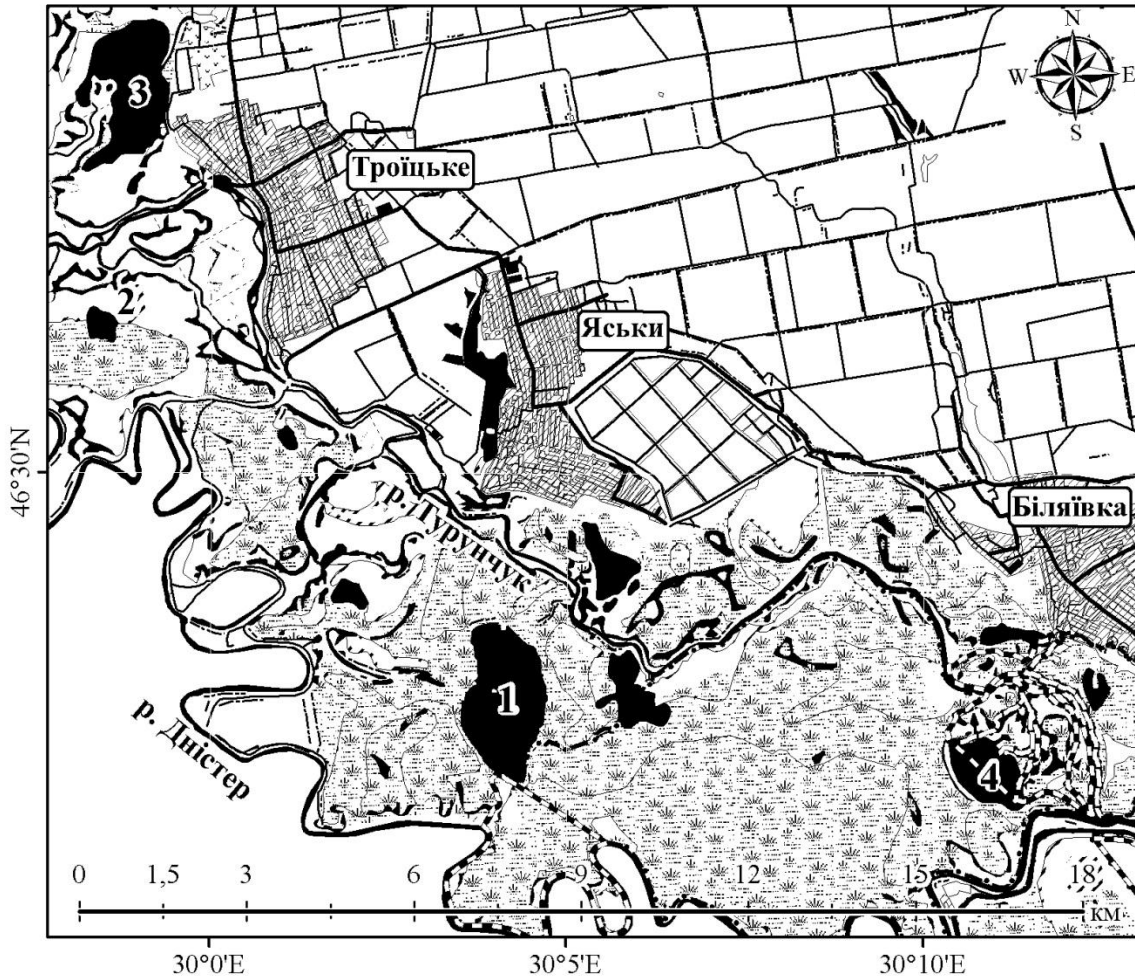
Матеріали і методи

Використані матеріали щорічних експедицій 2006-2017 рр., що проводились спеціалістами Регіонального центру інтегрованого моніторингу і екологічних дослі-

джень Одеського національного університету імені І.І.Мечникова в озерах Біле, Свиное, Тудорово і Путрино, які розташовані на різних ділянках дельти Дністра (рис.1). В

озерах Біле і Тудорово дослідження проводилися щорічно з 2006 до 2017 рр., а в озерах Свине і Путріно – за виключенням 2008, 2015 і 2016 рр. Всього у 2006-2017 рр. було відібрано і проаналізовано 68 зразків води, у яких визначалися фізико-хімічні і окремі гідробіологічні характеристики за методами, що описані в роботах [15-18].

Для оцінки трофічного статусу вод використані індекси трофічного статусу вод TSI [13] і TRIX [14]. Нами застосовувалася також шкала OECD для визначення трофічного статусу озер за вмістом хлорофілу *a* [11] і національна класифікація якості поверхневих вод суші [12], в якій використовується показник чисельності бактеріопланктону.



Межі зон Нижньодністровського національного природного парку:

- заповідної зони; - зони регульованої рекреації;
 - зони стаціонарної рекреації; - господарської зони

Рис. 1 – Розташування дельтових озер Тудорово (1), Свине (2), Путріно (3) і Біле (4).

Результати та обговорення

Порівняння гідроморфологічних і фізико-хімічних характеристик водного середовища найбільших плавневих озер Дністра: Тудорово, Путріно, і Біле (табл.1-3), а також невеличкого озера Свине, дозволило виявити наступні їх особливості.

За гідроморфологічними ознаками (довжина, ширина, площа, довжина берегової лінії) озера розподіляються від максимальних до мінімальних значень відповід-

но: оз. Тудорово, оз. Путріно, оз. Біле, оз. Свине. По глибині розподіл дещо інший: оз. Тудорово, оз. Біле, оз. Свине та оз. Путріно. Ці наведені в таблиці 1 гідроморфологічні особливості кожного з озер визначають їх гідролого-гідрохімічні (фізико-хімічні) характеристики (табл. 2 і 3).

Прозорість. Найбільша середня прозорість вод (1,1 м) спостерігалася в оз. Біле, де вона в 1,7 рази перевищувала середні

Таблиця 1

Середні гідроморфологічні характеристики дельтових озер Дністра
влітку 2006 – 2017 рр.

Характеристика	Біле	Свине	Тудорово	Путріно
Довжина, км	1,7	0,6	2,9	2,8
Ширина, км	0,9	0,6	1,6	1,8
Площа, км ²	1,0-1,3	0,2	2,8-4,5	2,2-2,8
Довжина берегової лінії, км	5,0	2,0	7,5	14,6
Найбільша глибина, м	2,2	1,8	3,1	1,4
Середня глибина, м	1,3	0,7	1,5	1,1

Таблиця 2

Середні значення фізико-хімічних характеристик вод дельтових озер Дністра
влітку 2006-2017 рр.

Характеристика	Біле	Свине	Тудорово	Путріно
Прозорість, м	1,1	0,4	0,9	0,4
Температура, °С	24,8	24,7	25,4	25,8
Електропровідність, мСм/см	0,497	0,503	0,419	0,503
Кисень, мг/л	6,15	5,54	8,12	5,20
Кисень, %	77,1	69,4	100,9	66,4
Водневий показник (рН)	7,62	7,57	8,59	7,76
Загальний азот, мгN/л	1,55	1,73	1,85	1,96
Нітрати, мгN/л	0,12	0,25	0,18	0,17
Амоній, мгN/л	0,23	0,25	0,36	0,25
Загальний фосфор, мгP/л	0,15	0,24	0,20	0,28
Фосфати, мгP/л	0,09	0,18	0,09	0,16

Таблиця 3

Граничні значення фізико-хімічних характеристик вод дельтових озер Дністра
влітку 2006-2017 рр.

Характеристика	Біле	Свине	Тудорово	Путріно
Глибина, м	0,5-2,2	0,6-1,8	0,8-3,1	0,2-1,4
Прозорість, м	0,3-2,2	0,2-0,8	0,1-2,5	0,1-0,8
Температура, °С	21,3-27,9	19,6-28,3	22,9-27,9	22,8-30,3
Електропровідність, мСм/см	0,403-0,590	0,410-0,708	0,227-0,549	0,421-0,708
Кисень, мг/л	0,2-17,1	1,8-10,6	0,7-14,1	1,3-9,7
Кисень, %	2,3-220,1	20,2-132,2	8,9-173,4	15,9-128,4
Водневий показник (рН)	6,9-8,9	6,4-8,2	7,3-10,0	6,8-8,2
Загальний азот, мгN/л	0,32-2,97	0,79-2,80	0,27-3,82	0,66-5,17
Нітрати, мгN/л	0,01-0,78	0,02-0,49	0,01-0,41	0,04-0,45
Амоній, мгN/л	0,05-0,51	0,06-0,42	0,05-0,79	0,04-1,02
Загальний фосфор, мгP/л	0,04-0,31	0,04-0,45	0,08-0,52	0,06-0,55
Фосфати, мгP/л	0,02-0,27	0,03-0,44	0,01-0,22	0,02-0,41

значення в озерах Свине і Путріно, та в 1,2 – в оз. Тудорово. Аналіз змін граничних значень прозорості показав, що максимальні її значення за всі роки спостережень були зареєстровані в оз. Тудорово (2,5 м), а мінімальні (0,1 м) – в озерах Біле, Тудорово та Путріно.

Температура. Середні значення температури вод дельтових озер у 2006-20017 рр. (табл. 2) змінювались від 24,7 (оз. Сви-

не) до 25,8 °С (оз. Путріно). Але міжрічні зміни в кожному з озер були більш великими (табл. 3). Мінімальна температура вод за всі літні періоди 2006 – 2017 рр. була зареєстрована 24.07.2013 р. в оз. Свине (19,6 °С), а максимальна – 24.07.2017 в оз. Путріно (30,3 °С).

Електропровідність. Середні за 2006-2017 рр. значення електропровідності змінювались в дуже вузьких межах: від 0,42

(оз. Тудорово) до 0,55 мСм/см (оз. Путріно) і залежали, насамперед від глибини озер. Максимальні значення електропровідності 0,708 мСм/см реєструвалися в мілководних озерах Свине і Путріно 25.07.2007, а мінімальні 0,227 мСм/см в самому глибокому оз. Тудорово 24.07.2012 р.

Кисневий режим озер (табл. 2 і 3) характеризувався великими коливаннями вмісту кисню від 0,2 мг/л (2,3 %) до 17,1 мг/л (220 %) в оз. Біле 24.07.2010 р. і 26.07.2017 р. відповідно. В інших озерах межі коливань були значно меншими, але практично в усіх озерах спостерігалися заморні явища. В оз. Свине вміст і насичення вод киснем знижувалося до 1,81-2,08 мг/л (20,5- 24,1 %) в липні 2006, 2011 і 2013 рр. В оз. Тудорово концентрації кисню 0,97-2,54 мг/л при насиченні 12,2-29,9 % спостерігалися в липні 2010, 2011 і 2015 рр. В оз. Путріно зниження вмісту (1,26-3,28 мг/л) і насиченості (15,5-37,5 %) води киснем, яке веде до загибелі організмів спостерігалося в липні 2006, 2010, 2011 і 2012 рр. При цьому за середніми 2006-2017 рр. значеннями коливання вмісту кисню були менш загрозливими: від 5,2 мг/л (66,4%) в самому мілководному оз. Путріно до 8,12 мг/л (101%) в самому глибокому оз. Тудорово.

Водневий показник (рН). Середні за 2006-2017 рр. значення рН змінювалися в дуже вузьких межах: від 7,57 (оз. Свине) до 8,59 (оз. Тудорово). При цьому максимальні значення рН=10,0 реєструвалися в оз. Тудорово 24.07.16 р., а мінімальні рН=6,4 – в оз. Свине 31.07.2006 р.

Біогенні сполуки. Аналіз наведених в табл. 2 і 3 даних про середні і граничні

значення концентрацій біогенних сполук показав, що вони змінювалися в широких межах, але найменші значення їх середніх концентрацій спостерігалися в оз. Біле, яке за показником біогенного забруднення є найбільш чистим з дельтових озер. В озерах Свине і Путріно, які розташовані поблизу населених пунктів, спостерігалися найвищі середні концентрації всіх біогенних сполук. Максимальні значення концентрацій загального азоту 5,17 мгN/л було зареєстровано в оз. Путріно (липень 2013 р), нітратів – 0,78 мгN/л в оз. Біле (липень 2008), амонію 1,02 мгN/л в оз. Путріно (липень 2007 р.), загального фосфору – 0,55 мгP/л в оз. Путріно (липень 2012 р.) і фосфатів 0,44 мгP/л в оз. Свине (липень 2007 р.). Відмічено тенденцію збільшення концентрацій азоту в усіх озерах у 2012-2017 рр. у порівнянні з попередніми 2006-2011 рр.

Хлорофіл *a*. Концентрація хлорофілу *a* в озерах нижнього Дністра (рис. 2) змінювалася в дуже широкому діапазоні від 1,82 мкг/л в оз. Тудорово в липні 2009 р. до 546,80 мкг/л в оз. Путріно в липні 2012 р. При цьому найменші коливання вмісту хлорофілу *a* спостерігалися в оз. Біле, де концентрації цього пігменту змінювалися від 1,93 мкг/л в липні 2006 р. до 34,58 мкг/л в липні 2016 р. Середня концентрація хлорофілу *a* в оз. Біле дорівнювала 15,53±3,81 мкг/л і була найнижчою серед досліджених озер. В оз. Свине вміст хлорофілу був в 1,4 рази вищим, ніж в озері Біле і в середньому складав 21,86±7,15 мкг/л. При цьому найменша його концентрація (2,28 мкг/л) реєструвалась в липні 2009 р., а найвища (40,81 мкг/л) – в липні 2007 р. Значно

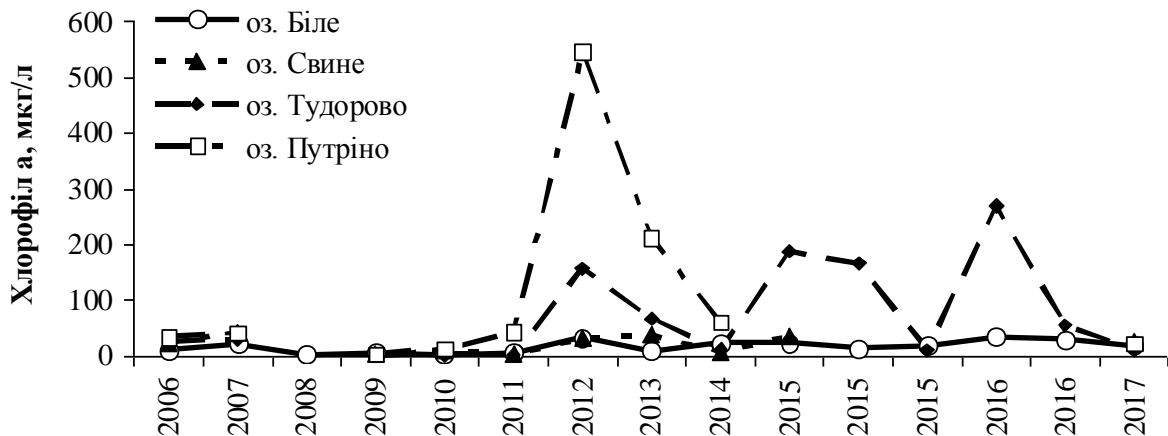


Рис. 2 – Концентрації хлорофілу *a* в дельтових озерах Дністра влітку 2006-2017 рр.

більші концентрації хлорофілу *a* реєструвалися в оз. Тудорово, де вони в середньому склали 64,52±83,54 мкг/л і були в 4 і 3 рази вищими, ніж в озерах Біле і Свине відповідно. Діапазон коливань хлорофілу в оз. Тудорово коливався від 1,82 мкг/л у 2009 р. до 156,86 мкг/л у 2012 р., 188,17 мкг/л у 2015 р. і 270,24 мкг/л у 2016 р.. Ще більш великі коливання вмісту хлорофілу *a* були характерні для оз. Путріно, де діапазон значень складав 4,18-546,80 мкг/л, а середня концентрація сягала 108,63±175,68 мкг/л, що в 1,7-7 разів перевищувало середні концентрації в інших озерах.

Бактеріопланктон. Чисельність бактеріопланктону змінювалася від мінімальних значень 2,06 млн.кл/мл в озері Біле влітку 2008 р. до максимальних 49,87 млн.кл/мл в озері Путріно в липні 2012 р. (рис. 3). Найнижчою в середньому за період спостережень також була чисельність бактерій в оз. Біле, де вона складала 5,76±2,28

млн.кл/мл. В оз. Свине чисельність бактеріопланктону змінювалася від 5,01 млн.кл/мл (липень 2009 р.) до 20,62 млн.кл/мл (липень 2012 р.) і в середньому складала 9,04±4,51 млн.кл/мл, що в 1,7 рази перевищувало значення в оз. Біле. Такого ж рівня величини чисельності бактерій спостерігалися в оз. Тудорово з середнім значенням 9,84±8,95 млн.кл/мл, та діапазоном коливань від 2,09 млн.кл/мл в липні 2010 р. до 35,74 млн.кл/мл в липні 2012 р. Особливо виділялася висока чисельність бактеріопланктону оз. Путріно з середнім значенням 15,08±14,78 млн.кл/мл, що перевищувало середнє значення для озера Біле в 2,6 рази, та в 1,7 і 1,5 рази для озер Свине і Тудорово відповідно. В оз. Путріно в 2012 р. визначено абсолютний максимум чисельності бактеріопланктону за весь період спостережень в дельтових озерах. При цьому загальною рисою динаміки бактеріопланктону в усіх озерах була найвища чисельність в липні 2012 р.

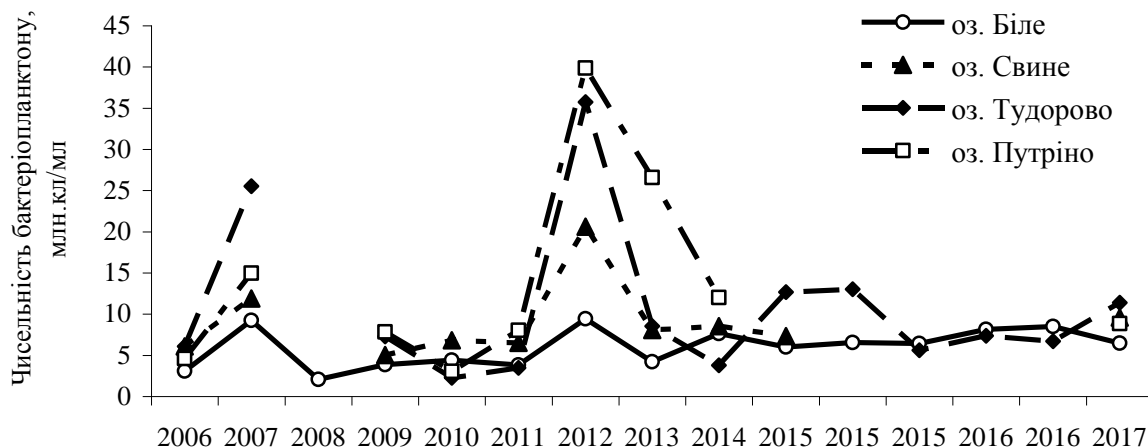


Рис. 3 – Зміни чисельності бактеріопланктону в дельтових озерах Дністра влітку 2006-2017 рр.

Трофічний статус озер визначався нами за чотирма показниками включаючи концентрацію хлорофілу *a*, чисельність бактеріопланктону, трофічні індекси TSI і TRIX. Вказані показники загально визнані і найчастіше використовуються дослідниками для оцінки ступеню евтрофікації водойм [11-15]. Концентрація хлорофілу *a* в озерах гирлової ділянки Дністра змінювалася в діапазоні, який відповідно до класифікації OECD [11] охоплював три категорії трофності вод: мезотрофні (2,5-8 мкг/л), евтрофні (8-25 мкг/л) і гіпертрофні (>25 мкг/л). В оз. Біле коливання концентрацій хлорофілу охоплювали усі три указані категорії, але більшість зразків води (62 %) свідчила про евтрофний статус вод (табл.4).

Не зважаючи на те, що середній вміст хлорофілу *a* в акваторії оз. Біле влітку 2012-2017 рр. виріс у порівнянні з 2006-2011 рр. в 2,7 рази (табл. 5), якість його вод, як і раніше, відповідала евтрофному статусу.

В оз. Свине коливання вмісту хлорофілу *a*, як в оз. Біле, охоплювали три категорії трофності, але значно більшу частку (36%) склали гіпертрофні води (табл.4). В результаті підвищення в 1,9 рази середньої концентрації хлорофілу в останні роки статус вод оз. Свине змінився з евтрофного в 2006-2011 рр. на гіпертрофний в 2012-2017 рр. (табл. 5). В озерах Тудорово і Путріно гіпертрофні води були домінуючими і визначалися в 50% і 46% досліджених проб

Таблиця 4

Відносна кількість зразків води (%) в дельтових озерах Дністра з мезотрофним (1), евтрофним (2) і політрофно-гіпертрофним (3) статусом за оцінкою різних показників евтрофікації в літні періоди 2006-2017 рр.

Озеро	Хлорофіл <i>a</i>			Бактеріопланктон			Індекс TSI			Індекс TRIX		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Біле	24	62	14	14	62	24	10	76	14	0	0	100
Свіне	28	36	36	0	50	50	0	45	55	0	0	100
Тудорово	30	20	50	15	45	40	0	65	35	0	0	100
Путріно	8	46	46	0	42	58	0	36	64	0	0	100

Таблиця 5

Середні значення показників евтрофікації вод в дельтових озерах Дністра в різні періоди спостережень

Озеро	Роки спостережень	Хлорофіл <i>a</i> , мкг/л	Бактеріопланктон млн.кл/мл	TSI	TRIX
Біле	2006-2011	8,35*	3,93*	56,7*	7,3**
	2012-2017	22,56*	7,04*	67,4*	8,1**
Свіне	2006-2011	14,28*	7,92*	68,3*	8,0**
	2012-2017	27,60**	10,82**	73,6**	8,2**
Тудорово	2006-2011	14,85*	5,90*	60,1*	7,3**
	2012-2017	104,18**	11,64**	74,5**	8,7**
Путріно	2006-2011	22,75*	12,39**	66,0*	7,6**
	2012-2017	210,49**	24,32**	81,6**	9,1**

Примітка. Трофічність вод * - евтрофні, політрофні, ** - гіпертрофні.

відповідно. В середньому для озер Тудорово і Путріно вміст хлорофілу *a* в 2012-2017 рр. підвищився в 7-9 разів в порівнянні з попередніми роками (табл. 5), що вказує на зростання трофічності вод і зміну трофічного статусу озер з евтрофного на гіпертрофний.

Чисельність бактеріопланктону в дельтових озерах Дністра згідно класифікації [12] охоплювала чотири категорії трофічності вод: мезотрофні (0,5-2,5 млн.кл/мл), евтрофні (2,6-7,0 млн.кл/мл), політрофні (7,1-10,0 млн.кл/мл) і гіпертрофні (>10 млн.кл/мл). В оз. Біле кількісні зміни бактеріопланктону охоплювали три перші категорії і більшість зразків води (62 %) відповідала евтрофному статусу. Не зважаючи на підвищення в 1,8 рази чисельності бактерій в останні роки (табл. 5) трофічність вод оз. Біле по бактеріопланктону, як і по хлорофілу *a*, відповідала евтрофному статусу. В оз. Свіне чисельність бактеріопланктону перевищувала його кількість в оз. Біле досягаючи категорії гіпертрофних вод. Зростання (в 1,4 рази) середньої чисельності бактерій в останні шість років (табл.5) призвело до зміни статусу вод оз. Свіне по бактеріопланктону з політрофного

на гіпертрофний. В озерах Тудорово и Путріно чисельність бактеріопланктону в переважній більшості досліджень відповідала евтрофному і гіпертрофному стану вод, а в середньому за останні шість років, подібно хлорофілу *a*, свідчила про гіпертрофний статус вод.

Трофічний індекс TSI в озерах Нижнього Дністра влітку 2006-2017 рр. (рис.4) змінювався від 51,5 до 93,6, що згідно класифікації [13] відповідає статусу евтрофних (TSI=50-70) і гіпертрофних (TSI=70-100) вод.

В оз. Біле діапазон змін TSI складав 51,8 - 71,3, але в переважній більшості спостережень (84 %) характеризував води озера як евтрофні і тільки в 16 % спостережень як гіпертрофні. Найвищі значення індексу TSI (70,7-71,3) для оз. Біле, які відповідають гіпертрофному статусу вод, спостерігалися в липні 2014 р. і 2016 р.. В середньому за період з 2006-2011 рр. по 2012-2017 рр. індекс TSI в оз. Біле підвищився в 1,2 рази (табл.5), але залишився в межах значень, що свідчать про евтрофний статус вод. В той же час в оз. Свіне TSI змінювався від 56,8 до 80,9 і більша частка відібраних зразків води (55%)

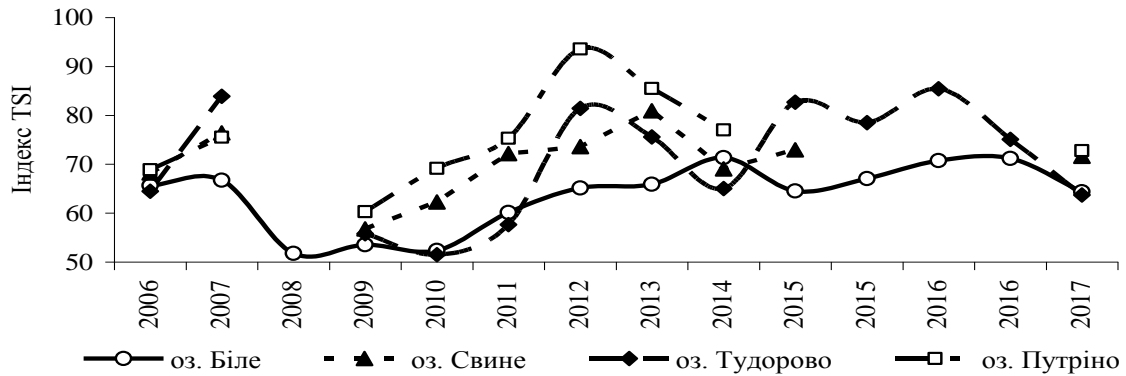


Рис. 4 – Зміни трофічного індексу TSI в дельтових озерах Дністра влітку 2006-2017 рр.

свідчила про гіпертрофний статус. Максимальне значення TSI (80,9) отримано в липні 2013 р. Середнє значення TSI в оз. Свине в період 2006-2011 рр. складало 68,3 і свідчило про евтрофний статус вод, але в останні шість років цей індекс підвищився до 73,6 і став відповідати гіпертрофному статусу вод.

В оз. Тудорово значення TSI склали 51,5-85,4 і були близькими до таких в оз. Свине. Максимальне значення TSI (85,4) отримано в липні 2016 р. Середнє значення індексу TSI в оз. Тудорово в період 2006-2011 рр. складало 60,1 і свідчило про евтрофний статус вод, а в період 2012-2017 рр. він підвищився в 1,2 рази і став відповідати гіпертрофному статусу.

В оз. Путріно, реєструвалися найвищі значення TSI, серед всіх досліджених водойм, які змінювалися від 60,3 до 93,6. Найбільша частка відібраних зразків води (64 %) цього озера відповідала гіпертрофному статусу. Так само як в озерах Свине і Тудорово середній індекс TSI для вод оз. Путріно в 2012-2017 рр. став вище, ніж в попередні шість років і досяг значення гіпертрофних вод.

Трофічний індекс TRIX в дельтових озерах Дністра (рис. 5) змінювався від 6,7 до 10,0, що згідно до класифікації морських прибережних вод і естуаріїв [14] відповідає найвищому, тобто гіпертрофному статусу вод.

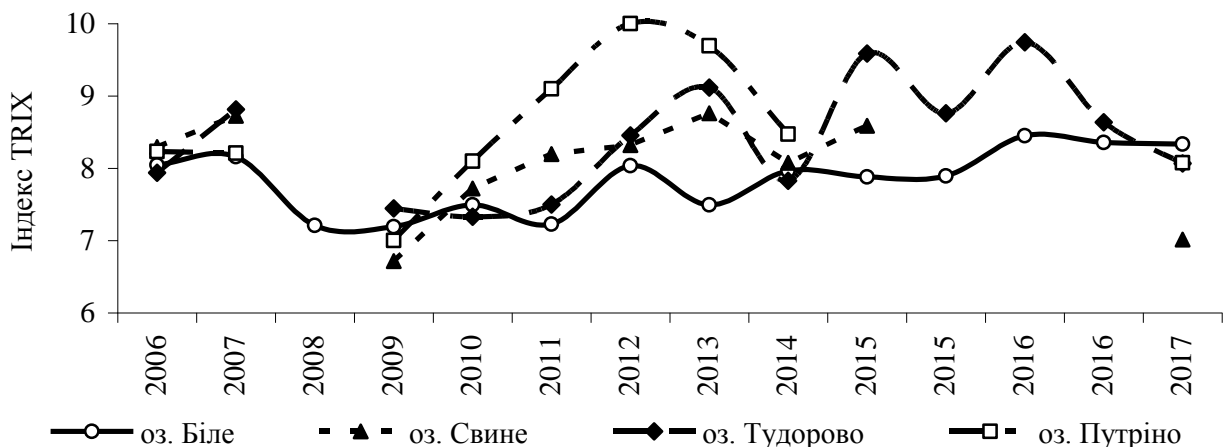


Рис. 5 – Зміни трофічного індексу TRIX в дельтових озерах Дністра влітку 2006-2017 рр.

Найменші значення TRIX, у порівнянні з іншими озерами, визначені в оз. Біле, де в середньому за період 2006-2011 рр. TRIX складав 7,3, а в 2012-2017 рр. зріс до 8,1 (рис. 5, табл. 5). У той же час максимальні значення TRIX були отримані в оз. Путріно, де в останні шість років середнє зна-

чення індексу TRIX досягло максимальної позначки 9,1. Таким чином, як і для інших описаних показників евтрофікації, спостерігалася тенденція збільшення значень індексу TRIX в останні шість років у порівнянні з попередніми роками.

Аналіз статистичних взаємозв'язків

між всіма індексами (індикаторами) трофічного статусу вод озер Біле та Тудорово та іншими наведеними нами характеристиками водного середовища (табл. 6 і 7) показав тісний кореляційний зв'язок між трофічними індексами (TSI і TRIX) між собою, а також з концентрацією хлорофілу *a*, чисельністю бактеріопланктону, прозорістю вод

і вмістом загального фосфору. При цьому звертають на себе увагу деякі розбіжності в зв'язках параметрів в озерах Біле і Тудорово. В оз. Біле визначено дуже високий коефіцієнт кореляції між чисельністю бактеріопланктону і концентрацією хлорофілу *a* при відсутності кореляційного зв'язку цих параметрів з загальним азотом і фосфором.

Таблиця 6

Коефіцієнти взаємної кореляції трофічних індексів і параметрів водного середовища озера Біле у 2006-2017 рр.

Параметри	Хлорофіл <i>a</i>	Бактеріопланктон	TSI	TRIX
Бактеріопланктон	0,87***			
TSI	0,70***	0,72***		
TRIX	0,69***	0,76***	0,88***	
Прозорість	-0,70***	-0,63**	-0,90***	-0,76***
Кисень	0,63**	0,36*	0,35*	0,20
pH	0,59**	0,49*	0,44*	0,34*
Загальний фосфор	0,17	0,25	0,72***	0,58**
Фосфати	-0,17	-0,09	0,32	0,19
Загальний азот	0,08	-0,17	-0,16	0,05

Примітка. Рівень значимості: * - 0,1, ** - 0,01, *** - 0,001

Таблиця 7

Коефіцієнти взаємної кореляції трофічних індексів і параметрів водного середовища озера Тудорово у 2006-2017 рр.

Показник	Хлорофіл <i>a</i>	Бактеріопланктон	TSI	TRIX
Бактеріопланктон	0,43*			
TSI	0,78***	0,67***		
TRIX	0,76***	0,49*	0,89***	
Прозорість	-0,61**	-0,59**	-0,91***	-0,75***
Кисень	0,46*	0,27	0,62***	0,50**
pH	0,74***	0,55**	0,89***	0,79***
Загальний фосфор	0,41*	0,57**	0,76***	0,73***
Фосфати	-0,22	0,41*	0,24	0,12
Загальний азот	0,63**	0,38*	0,56**	0,67***

Примітка. Рівень значимості: * - 0,1, ** - 0,01, *** - 0,001

В оз. Тудорово коефіцієнт кореляції між бактеріопланктоном і хлорофілом був в два рази нижчим, ніж в оз. Біле, але значно вищі коефіцієнти кореляції спостерігались між чисельністю бактерій та вмістом хлорофілу *a* з концентраціями загального азоту і фосфору. Можна припустити, що в оз. Біле переважають природні взаємозв'язки між фіто- і бактеріопланктоном, а в оз. Тудорово діють додаткові антропогенні джерела біогенних сполук. Ці факти потребують по-

дальших досліджень.

Порівняння результатів оцінки трофічного статусу чотирьох дельтових озер Дністра з даними по Кучурганському лиману показали, що оз. Біле за трофічним станом дуже близько до стану вод в середній та нижній частинах Кучурганського лиману [19], хоча верхів'я цього лиману мають більш високий трофічний статус і дані всіх показників на цієї ділянці лиману найбільш схожі до тих, що отримані в оз. Тудорово.

Порівняння отриманих нами даних для дельтових озер з результатами досліджень Дністровського лиману [20] показали, що діапазони коливань трофічних індексів

практично співпадають, що свідчить про однакові причини евтрофікації всіх водойми дельтової частини Дністра.

Висновки

Результати оцінки трофічного статусу чотирьох озер дельтової частини Дністра по хлорофілу *a*, бактеріопланктону і трофічному індексу TSI практично співпадають і свідчать про погіршення якості вод та про зростання трофічного статусу озер Свине, Тудорово і Путріно за усіма показниками до гіпертрофічного в останні шість років (2012-2017 рр.) у порівнянні з попереднім періодом (2006-2011 рр.).

Лише в озері Біле більшість показників евтрофікації на протязі всього періоду спостережень відповідали евтрофічному статусу, що може бути пояснено найбільшою проточністю цього озера.

Використання трофічного індексу TRIX, який розроблений для оцінки трофічного статусу морських вод, давав більш високі значення трофічного статусу озер, ніж інші індикатори, хоча також зафіксував тенденцію зростання значень в останні

шість років. Тому використовувати індекс TRIX доцільно лише у комплексі з іншими індикаторами трофічного статусу прісноводних водойм.

Дослідження виконано в рамках НДР «Визначити джерела і роль азотного навантаження в евтрофікації водних екосистем Нижнього Дністру і Чорного моря», який фінансується Міністерством освіти і науки України у 2017-2019 гг. Автори висловлюють свою подяку співробітникам Регіонального центру інтегрованого моніторингу і екологічних досліджень Одеського національного університету імені І.І. Мечникова Снігірьову С.М., Снігірьову П.М., Грузовій І.Л., Мілевій А.П., Светлічній К.А., які забезпечували відбір зразків в щорічних експедиціях та виконання лабораторних аналізів.

Література

1. Проект ОБСЕ/ЕЭК ООН: Трансграничное сотрудничество и устойчивое управление бассейном реки Днестр Трансграничное диагностическое исследование бассейна р. Днестр. Ноябрь 2005. 90 с. URL: <https://www.osce.org/ru/ukraine/104060?download=true>
2. Крайнюков О.М., Жолткевич Г.М., Доля Г.М. Особливості розподілу забруднюючих речовин у підсистемах річкового басейну//Вісник ХНУ імені В. Н. Каразіна № 849, серія "Екологія", вип. 4, 2009. С. 36-41.
3. Белов В.В., Гриб О.М., Килимник О.М. Екологічні проблеми заплавної частини озер Нижнього Дністра (на прикладі озера Біле) // Причорноморський екологічний бюлетень. 2010. № 2(36) С.85-88.
4. Лобода Н.С., Тучковенко Ю.С., Гриб К.О., Килимник О.М., Белов В.В., Гриб О.М. Сучасний гідроекологічний стан і проблеми водообміну в екосистемі гирлової ділянки річки Дністер та рекомендації щодо їх вирішення// Мат. Всеукр. наук.-практ. конф. «Лимани північно-західного Причорномор'я: актуальні гідро екологічні проблеми та шляхи їх вирішення», 12-14 вересня 2012 р., Одеса:Одеський державний екологічний університет, 2012. С 113-117.
5. Белов В.В., Гриб О.М., Килимник О.М. Сучасний гідроекологічний стан гирлово-плавневої системи річки Дністер та перспективи його поліпшення//Гідрологія, гідрохімія, гідро екологія. 2010. Т. 18. С180-186.
6. Мединець В.И., Конарева О.П., Ковалева Н.В., Снегирев С.М., Биланчин Я.М., Чичкин В.Н., Газетов Е.И., Дерезюк Н.В., Назарчук Ю.С. Результаты исследовательского мониторинга в районе бассейна Нижнего Днестра//Управление бассейном трансграничной реки Днестр и водная рамочная директива Европейского союза. Материалы Международной конференции. Кишинев, 2-3 октября 2008 г. Из-во Eco-TIRAS, Chisinau, 2008. – С. 192-195.
7. Гриб О.М., Белов В.В., Килимник О.М. Гідроекологічні проблеми та водообмін озера Біле в екосистемі Нижнього Дністра// Мат. Всеукр. наук.-практ. конф. «Лимани північно-західного Причорномор'я: актуальні гідро екологічні проблеми та шляхи їх вирішення», 12-14 вересня 2012 р., Одеса:Одеський державний екологічний університет, 2012. С. 117-121.
8. Ковальова Н.В., Мединець В.И., Конарева О.П., Снігірьов С.М., Мединець С.В., Солтис І.Е. Гідроекологічний дослідницький моніторинг басейну Нижнього Дністра// Наук. зап. Терноп. нац. пед. ун-ту ім. В.Гнатюка. Сер. Біол., Спец. вип.: Гідроекологія. 2010. № 3(44). С. 113-116. ISSN 2078-2357.

9. Medinets S., Mileva A., Botnar M., Medinets V., Kovalova N., Konareva O. Surplus of Nutrients in the Dniester Delta: Where Does it Come From? : Proceedings of International Conference [“Transboundary Dniester River Basin Management: Platform for Cooperation and Current Challenges.”], (Tiraspol, October 26-27, 2017. Tiraspol: Eco-TIRAS, 2017. P. 252 - 257. URL: <http://dspace.onu.edu.ua:8080/handle/123456789/11257>
10. Медінець С.В., Медінець В.І., Моклячук Л.І., Уткіна К.Б., Говард К., Саттон М.А. Створення системи оцінки азотного навантаження у басейні Дністра // Вісник ХНУ ім. В.Н.Каразіна, Серія: «Екологія». 2017. Вип. 16. С.123 – 131. URL: <http://dspace.onu.edu.ua:8080/handle/123456789/10802>
11. OECD (Organisation for Economic Cooperation and Development). Eutrophication of Waters, Monitoring, Assessment and Control. Paris, OECD, 1982.
12. Романенко В.Д., Жукинський В.М., Оксіюк О.П., та ін., Методика екологічної оцінки якості поверхневих вод за відповідними категоріями. К.: СИМВОЛ-Т, 1998. 28 с.
13. Carlson R.E. A trofic state index for lakes//Limnology and Oceanography. 1977, 22. P. 361-369.
14. Vollenweider R.A., Giovanardi F., Montanari G., Rinaldi A Characterization of the trophic conditions of marine coastal waters with special reference to the NW Adriatic sea: proposal for a trophic scale, turbidity and generalized water quality index. // Environmetrics. 1998. № 9. P. 329-357.
15. Ковалева Н., Медінець В., Снігирев С., Дерезюк Н. Оценка качества вод водных объектов Нижнего Днестра//Мат. Міжнар. конф. «Міжнародна співпраця і управління транскордонним басейном для оздоровлення річки Дністер», Одеса, 30 Вересня-1 Жовтня 2009, Одеса, 2009. С. 131-135.
16. Ковалева Н.В., Медінець В.І., Конарева О.І., Медінець С.В. Интегральная оценка трофического состояния водных объектов дельтовой части Днестра//Мат. Третьей Межд.науч.конф. «Современные проблемы гидроэкологии. Перспективы, пути и методы решения» (Херсон, 17-19 мая 2012 г.), Херсон: 2012, С. 198-201.
17. Ковалева Н.В., Медінець В.І. Микробиологические аспекты формирования качества вод водоемов Нижнего Днестра/ Всеукр. наук.-практ. конф. «Екологія міст та рекреаційних зон», Одеса, 31 травня – 1 червня 2012 р. – Одеса: ІНВАЦ, 2012. С. 227-230.
18. Ковальова Н. В., Медінець В. І., С.В.Медінець С.В., Конарева О.П., Солтис І. Є. Особливості розвитку Бактеріопланктону Куяльницького лиману в 2015-2017 рр. //Вісник Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна. Серія «Екологія» 2017. Вип. 17. С. 20-28. URL:<http://dspace.onu.edu.ua:8080/handle/123456789/12164>
19. Ковалева Н.В., Медінець В.І., Медінець С.В. Трофический статус вод Кучурганского лимана в 2006-2017 гг.: материалы международной конференции [“Интегрированное управление трансграничным бассейном Днестра: платформа для сотрудничества и современные вызовы.”], (Тирасполь, 26-27 октября 2017 г.) Тирасполь: Eco-TIRAS, 2017. С. 183 - 187. URL:<http://dspace.onu.edu.ua:8080/handle/123456789/11255>
20. Ковалева Н.В., Медінець В.І. Оценка современного состояния вод Днестровского лимана с использованием трофических индексов TSI и TRIX. / Мат. Всеукр. наук.-практ. конф. «Лимани північно-західного Причорномор'я: актуальні гідро екологічні проблеми та шляхи їх вирішення», 12-14 вересня 2012 р., Одеса:Одеський державний екологічний університет, 2012. С. 94-97.

References

1. Proekt OBSE/EEK OON: Transgranichnoe sotrudnichestvo I ustoichivoe upravlenie bassejnom reki Dnestr. Transgranichnoe diagnosticheskoe issledovanie bassejna reki Dnestr (2005). [OSCE/EEC UN Project: Transboundary cooperation and sustainable management of the Dniester River basin. Transboundary diagnostic study of the Dniester River basin]. <https://www.osce.org/ru/ukraine/104060?download=true> , 90. [In Russian].
2. Крайнуков, О.М., Зголткевич, Г.М., Дольа, Г.М. (2009). Osoblyvosti rozpodilu zabrudniyichih rehovyn u pidsystemah richkovogo baseiny [Peculiarities of pollutants distribution in river basin subsystems]. *Visnyk of V. N. Karazin Kharkiv National University Series «Ecology»*, 849 (4), 36-41 [In Ukrainian].
3. Byelov, V.V., Gryb, O.M., Kylymnyk, O.M. (2010). Ekologichni problem zaplavnyh ozer Nyzhnyogo Dnistra (na prykladi ozera Bile) [Ecological problems of the Lower Dniester floodplain lakes (on the example of the Byle Lake)]. *Black Sea ecological bulletin*. 2(36), 85-88. [In Ukrainian].
4. Loboda, N.S., Tuchkovenko, Yu.S., Gryb, K.O., Kylymnyk, O.M., Byelov, V.V., Gryb, O.M. (2012). Suchasnyi gidroekologichnyi stan I problem vodoobminu v ekosystemi gyrlovoyi dilyanky richky Dnister ta rekomendatsii schodo yih vyrishennya [Current hydro-ecological state and water exchange problems in the ecosystem of the Dniester River estuarine segment and recommendations as to their resolving]. All-Ukrainian scientific and practical conference «Estuaries of the north-western Black Sea: urgent hydro-ecological problems and the ways to solve them». Odessa Ecological University, 113-117. [In Ukrainian].
5. Byelov, V.V., Gryb, O.M., Kylymnyk, O.M. (2010). Suchasnyi gidroekologichnyi stan gyrlovo-plavnevoyi systemy richky Dnister ta perspektyvy yogo polipshennya [Current hydro-ecological state of the Dniester

- River estuarine reed-bed system and the prospects of its improvement]. *Hydrology, hydrochemistry, hydroecology*. 18, 180-186. [In Ukrainian].
6. Medinets, V.I., Konareva, O.P., Kovalova, N.V., Snigirev, S.M., Bilanchyn, Ya.M., Chichkin, V.N., Gazyetov, Ye.I., Derezyuk, N.V., Nazarchuk, Yu.S. (2008). Rezultaty issledovatel'skogo monitoring v raione basseina Nizhnego Dnestra/Upravlenie basseinom transgranichnoj reki Dnestr I vodnaya ramochnaya direktiva Evropejskogo Soyuza [Results of research monitoring in the Lower Dniester basin area/Management of the transboundary Dniester River basin and the European Union Water Framework Directive]. International conference in Chisinau. Eco-TIRAS, Chisinau. 192-195. [In Russian].
 7. Gryb, O.M., Byelov, V.V., Kylymnyk, O.M. (2012). Hidroekologichni problem ta vodoobmin ozera Bile v ekosystemi Nyzhnyogo Dnistra [Hydro-ecological problems and water-exchange of the Byle Lake in the Lower Dniester ecosystem]. All-Ukrainian scientific and practical conference «Estuaries of the north-western Black Sea: urgent hydro-ecological problems and the ways to solve them». Odessa Ecological University, 117-121. [In Ukrainian].
 8. Kovalova, N.V., Medinets, V.I., Konareva, O.P., Snigirov, S.M., Medinets, S.V., Soltys, I.E. (2010). Hidroekologichniy dislidnytskiy monitoryng baseyny Nyzhnyogo Dnistra [Hydro-ecological research monitoring of the Lower Dniester basin]. Proceedings of Ternopol National *Pedagogical V.Gnatyuk University. Series: Biology, Special Issue: Hydro-ecology*. 3(44). 113-116. ISSN 2078-2357. [In Ukrainian].
 9. Medinets, S., Mileva, A., Botnar, M., Medinets, V., Kovalova, N., Konareva, O..(2017). Surplus of Nutrients in the Dniester Delta: Where Does it Come From? : Proceedings of International Conference [“Transboundary Dniester River Basin Management: Platform for Cooperation and Current Challenges.”], Tiraspol: Eco-TIRAS, 252 - 257. <http://dspace.onu.edu.ua:8080/handle/123456789/11257>
 10. Medinets, S.V., Medinets, V.I., Moklyachuk, L.I., Utkina, K.B., Govard, K., Satton, M.A. (2017). Stvorenniya systemy otsinky azotnogo navantazhennya u basenji Dnistra [Creation of a system for nitrogen pressure estimation in the Dniester basin]. *Visnyk of V. N. Karazin Kharkiv National University Series «Ecology»*, 16,123 – 131. <http://dspace.onu.edu.ua:8080/handle/123456789/10802> [In Ukrainian].
 11. OECD (Organisation for Economic Cooperation and Development). Eutrophication of Waters, Monitoring, Assessment and Control. Paris, OECD, 1982.
 12. Romanenko, V.D., Zhukinskiy, V.M., Oksiyuk, O.P. et al. (1998). Metodyka ekologichnoi otsinky yakosti poverhnevnyh vod za vidpovidnymi kategoriyamy [Methodology of ecological assessment of surface waters quality according to respective categories]. CYMVOL-T. - 28. [In Ukrainian].
 13. Carlson R.E. (1977). A trofic state index for lakes/Limnology and Oceanography. 22. 361-369.
 14. Vollenweider, R.A. Giovanardi, F., Montanari, G., Rinaldi, A (1998). Characterization of the trophic conditions of marine coastal waters with special reference to the NW Adriatic sea: proposal for a trophic scale, turbidity and generalized water quality index. *Environmetrics*. 9, 329-357.
 15. Kovaleva, N., Medinets, V., Snigirev, S., Derezyuk, N. (2009). Otsenka kachestva vod vodnyh obyektov Nizhnego Dnestra [Assessment of water quality in the Lower Dniester water-bodies]. International conference «International cooperation and management of transboundary basin for the Dniester River environmental health improvement». 131-135. [In Russian].
 16. Kovalova, N.V., Medinets, V.I., Konareva, O.P., Medinets, S.V. (2012). Integralnaya otsenka troficheskogo sostoyaniya vodnykh obyektov deltovoj chasti Dnestra [Integrated assessment of trophic status of the Dniester deltaic part water-bodies]. Third international scientific conference «Current problems of hydro-ecology. Prospects, ways and methods of solution». 198-201. [In Russian].
 17. Kovalova, N.V., Medinets, V.I. (2012). Mikrobiologicheskie aspekty formirovaniya kachestva vod vodoe-mov Nizhnego Dnestra [Microbiological aspects of water quality forming in the Lower Dniester water-bodies]. All-Ukrainian scientific and practical conference «Ecology of cities and recreation areas». INVATS. 227-230. [In Russian].
 18. Kovalova, N.V., Medinets, V.I., Medinets, S.V., Konareva, O.P., Soltys, I.E. (2017). Osoblyvosti rozvytku bakterioplanktony Kuyalnitskogo lymanu v 2015-2017 r. [Peculiarities of bacterioplankton development in the Kuyalnyk Estuary in 2015-2017]. *Visnyk of V. N. Karazin Kharkiv National University Series «Ecology»*, 17, 20-28. <http://dspace.onu.edu.ua:8080/handle/123456789/12164> [In Ukrainian]
 19. Kovalova, N.V., Medinets, V.I., Medinets, S.V. (2017). Troficheskij status vod Kuchurganskogo limana v 2006-2017 gg. [Trophic status of Kuchurganskiy Estuary waters in 2006-2017]. Proceedings of International Conference “Transboundary Dniester River Basin Management: Platform for Cooperation and Current Challenges. Eco-TIRAS. 183 - 187. <http://dspace.onu.edu.ua:8080/handle/123456789/11255> [In Russian].
 20. Kovalova, N.V., Medinets, V.I. (2012). Otsenka sovremennogo sostoyaniya vod Dnestrovskogo limana s ispolzovaniem troficheskikh indeksov TSI I TRIX [Assessment of the Dniester Estuary waters current state using the TSI and TRIX trophic indices] All-Ukrainian scientific and practical conference «Estuaries of the north-western Black Sea: urgent hydro-ecological problems and the ways to solve them». Odessa Ecological University. 94-97. [In Russian].

Надійшла до редакції 10.05.2018