

УДК 504.45.058

**Н. В. КОВАЛЬОВА**<sup>1</sup>, канд. біол. наук, с.н.с., **В. І. МЕДІНЕЦЬ**<sup>1</sup>, канд. фіз.-мат. наук, с.н.с.,  
**С. В. МЕДІНЕЦЬ**<sup>1</sup>, д-р природ. наук, **С. М. СНІГІРЬОВ**<sup>1</sup>, канд. біол. наук, **О. П. КОНАРЕВА**<sup>1</sup>,  
**Є. І. ГАЗЕТОВ**<sup>1</sup>, **А. П. МІЛЕВА**<sup>1</sup>, **І. Л. ГРУЗОВА**<sup>1</sup>, **І. Є. СОЛТИС**<sup>1</sup>, **П. М. СНІГІРЬОВ**<sup>1</sup>,  
**Х. О. СВІТЛИЧНА**<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Одеський національний університет імені І. І. Мечникова, м. Одеса, Україна.

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

e-mail: [n.kovaleva@onu.edu.ua](mailto:n.kovaleva@onu.edu.ua)

<https://orcid.org/0000-0002-9710-0993>

## ДОСЛІДЖЕННЯ ЗМІН ТРОФІЧНОГО СТАТУСУ ВОД КУЧУРГАНСЬКОГО ВОДОСХОВИЩА У 2006-2018 РР.

**Мета.** Оцінка трофічного статусу вод Кучурганського водосховища у 2006-2018 рр. **Методи.** Визначення гідрологічних, гідрохімічних і гідробіологічних характеристик водного середовища водойми 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 водосховища. Зафіксована підвищена температура води в середині і пониззі водосховища порівняно з верхів'ям. Виявлено зростання мінералізації вод в напрямку від пониззя до верхів'я, де найчастіше фіксувалося критичне для життя гідробіонтів зниження концентрацій кисню. Проведений аналіз довгострокових змін хлорофілу *a* і бактеріопланктону. На основі результатів комплексних досліджень влітку 2006-2019 рр. проведено оцінку трофічного стану вод різних ділянок водосховища. Виявлені статистичні взаємозв'язки між показниками трофічного стану і фізико-хімічними характеристиками водойми. Зареєстрований тісний позитивний кореляційний зв'язок між вмістом хлорофілу *a* і чисельністю бактеріопланктону, що обумовлено функціональною залежністю бактерій від органічної речовини, яка продукується фітопланктоном. Показано, що зі збільшенням обсягів води у водосховищі значення цих індикаторів трофічного стану зменшувалися, що підтверджено тісним негативним кореляційним зв'язком між ними і глибиною водойми. Вперше показано, що прозорість води виявила тісні значимі негативні кореляційні зв'язки з усіма індексами і індикаторами трофічного статусу вод, що свідчить про можливість використання прозорості в якості простого індикатора трофічного стану вод, оскільки чим прозоріше води, тим нижче трофічність вод і вище якість водного середовища. **Висновки.** Встановлено, що оцінки трофічного статусу Кучурганського водосховища за хлорофілом *a*, бактеріопланктоном і трофічним індексом TSI практично співпадають і свідчать про зростання трофічного статусу водойми з евтрофного до гіпертрофного в останні 2016-2018 рр. Верхів'я водосховища характеризувалося підвищеною трофічністю вод у порівнянні з центральною ділянкою та пониззям. Значення трофічного індексу TRIX, який був розроблений для оцінки морських вод, практично завжди указували на більш високий трофічний статус, ніж інші індикатори.

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

**Kovalova N. V., Medinets V. I., Medinets S.V., Snihirov S. M., Konareva O. P., Gazyetov Ye. I., Mileva A. P., Gruzova I. L., Soltys I. E., Snigirev P. M., Svitlichna K. O.**

*Odessa National I.I. Mechnikov University, Odessa*

### STUDY OF CHANGES OF TROPHIC STATUS OF THE KUCHURGANSKE RESERVOIR IN 2006-2018

**Purpose.** Assessment of the trophic status of water in the Kuchurganske Reservoir in 2006-2018. **Methods.** Determination of hydrological, hydrochemical and hydrobiological characteristics of the water body's environment has been done using standard methodologies. Four indicators of water eutrophication have been used: chlorophyll *a* concentration, bacterioplankton number, trophic indices TSI and TRIX. **Results.** Features of physicochemical characteristics of water in the water-body have been analysed. Higher water temperature has been registered in the middle and lower parts of the water-body compared with its upper reaches. Mineral content increase in water has been found in the direction from lower to upper part; the critical for hydrobionts life decrease of oxygen concentration has been registered in the upper reaches the most often. Analysis of long-term changes in chlorophyll *a* and bacterioplankton has been carried out. Statistical interconnections have been established between trophic state indicators and physicochemical characteristics of the reservoir. A close positive correlation has been registered between chlorophyll *a* content and bacterioplankton number, which is caused by the functional dependence of bacteria on the organic matter produced by phytoplankton. It has been shown that with an increase of water volume in the reservoir the value of these indicators of trophic status went down, which was proved by close negative correlation dependence between those values and the depth of water-body. It was demonstrated for the first time that water transparency revealed close significant negative correlation with all the indices and indicators of water trophic status, which evidenced the possibility to use the transparency as a simple indicator of water trophic state as the more transparent is the water the lower is trophicity and the higher is the quality of the aquatic environment. **Conclusions.** It was

established that the Kuchurganske Reservoir's trophic status assessment on chlorophyll *a*, bacterioplankton and the TSI trophic index practically coincided and evidenced the increase in trophic status of the water-body from eutrophic to hypertrophic in last 2016-2018. The reservoir's upper reaches were characterized by higher water trophicity compared with the central and lower parts. The values of TRIX trophic index developed for marine water assessment had practically always been showing higher trophic status compared to other indicators.

**Keywords:** eutrophication, chlorophyll, bacterioplankton, TSI, TRIX

Ковалева Н. В., Мединец В. И., Мединец С. В., Снигирев С. М., Конарева О. П., Газетов Е. И., Милева А. П., Грузова И. Л. Солтыс И. Е., Снигирев П. М., Светличная К. А.  
*Одесский национальный университет имени И.И.Мечникова*

### ИССЛЕДОВАНИЯ ИЗМЕНЕНИЙ ТРОФИЧЕСКОГО СТАТУСА ВОД КУЧУРГАНСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА В 2006-2018 ГГ.

**Цель.** Оценка трофического статуса вод Кучурганского водохранилища в 2006-2018 гг. **Методы.** Определение гидрологических, гидрохимических и гидробиологических характеристик водной среды водоема проводилось по стандартным методикам. Используются четыре индикатора эвтрофикации вод: концентрация хлорофилла *a*, численность бактериопланктона, трофические индексы TSI и TRIX. **Результаты.** Проанализированы особенности физико-химических характеристик вод водохранилища. Зафиксирована повышенная температура воды в средней и нижней части водоема по сравнению с верховьем. Выявлено увеличение минерализации вод в направлении от низовья к верховью, где часто фиксировалось критическое для жизни гидробионтов снижение концентрации кислорода. Проведен анализ многолетних изменений хлорофилла *a* и бактериопланктона. Выявлены статистические взаимосвязи между показателями трофического состояния и физико-химическими характеристиками водохранилища. Зарегистрирована тесная позитивная корреляционная связь между содержанием хлорофилла *a* и численностью бактериопланктона, что обусловлено функциональной зависимостью бактерий от органического вещества, которое продуцируется фитопланктоном. Показано, что с увеличением объемов воды в водохранилище значения этих индикаторов трофического состояния уменьшались, что подтверждается тесной негативной корреляционной связью между ними и глубиной водоема. Впервые показано, что прозрачность воды выявила тесные значимые негативные корреляционные связи со всеми индексами и индикаторами трофического статуса вод, что свидетельствует о возможности использовать прозрачность в качестве простого индикатора трофического состояния вод, поскольку чем воды прозрачнее, тем ниже трофность вод и выше качество водной среды. **Выводы.** Установлено, что оценки трофического статуса Кучурганского водохранилища по хлорофиллу *a*, бактериопланктону и трофическому индексу TSI практически совпадают и свидетельствуют о возрастании трофического статуса водоема от эвтрофного до гипертрофного в последние 2016-2018 гг. Верховье водохранилища характеризовалось повышенной трофностью вод по сравнению с центральной его частью и низовьем. Значения трофического индекса TRIX, который разработан для оценки морских вод, практически всегда показывали более высокий трофический статус, по сравнению с другими индикаторами.

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

### Вступ

Кучурганське водосховище відноситься до найбільших водойм басейну Нижнього Дністра, яке розташоване на кордоні України та Молдови. Водосховище вже багато років використовується в якості водойми-охолоджувача Молдовської ГРЕС, що викликало негативні наслідки в функціонуванні його екосистеми. Підвищення температури води у водосховищі-охолоджувачі привело до змін природних параметрів ряду абіотичних чинників – концентрацій розчинених газів, біогенних елементів і органічної речовини, іонного складу і мінералізації води. Нерегулярна і недостатня за обсягами зміна води у водоймі внаслідок його зарегулювання призводить до порушень процесів самоочищення води та сприяє підвищенню рівнів органічного і токсичного забруднення [1]. Влітку у

водоймі спостерігаються зони з пониженим вмістом кисню і масовим розвитком сине-зелених водоростей, що звичайно призводить до заморів риби та інших гідробіонтів [2]. Великий внесок в погіршення екологічного стану Кучурганського водосховища дає також водний стік річки Кучурган, в межах української частки басейну якої розташовані 6 міст і селищ міського типу і 121 село [3].

В зв'язку з тим, що найбільшим проявом антропогенного навантаження на екосистему Кучурганського водосховища є його прогресуюча евтрофікація, доцільно проведення уніфікації методичних підходів оцінки ступеню евтрофікації та якості водного середовища для чого можна використовувати як окремі показники евтрофікації (концентрація хлорофілу, вміст бактериопланктону), так і комплексні трофічні індек-

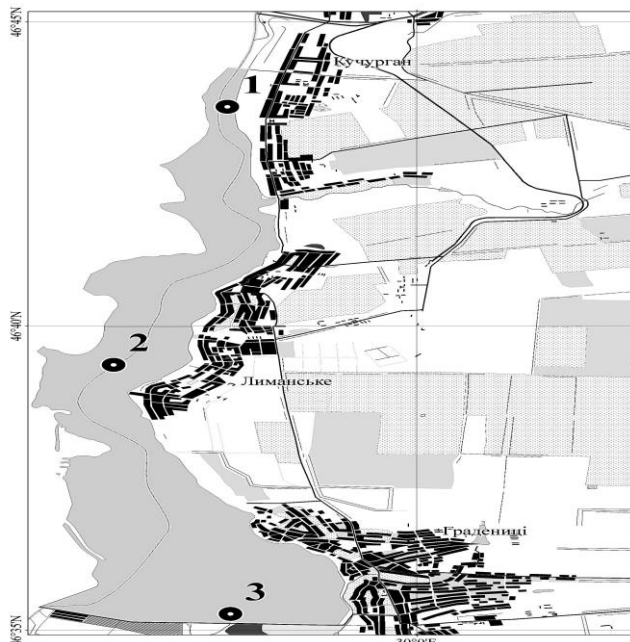
си TSI і TRIX [4, 5], що дозволяє проводити порівняльний аналіз трофічного статусу і оцінки стану вод різних водойм, а також робить результати цієї оцінки доступними для розуміння широкої громадськості.

### Матеріали і методи

Використані матеріали щорічних досліджень Кучурганського водосховища, що проводились спеціалістами Регіонального центру інтегрованого моніторингу і екологічних досліджень Одеського національного університету імені І.І.Мечникова влітку кожного року з 2006-2018 рр. Відбір проб виконувався на трьох ділянках лиману: верхів'я, центральна частина (середина) та пониззя (рис. 1). Всього у 2006-2018 рр. було відібрано і проаналізовано 53 зразки води, у яких визначалися фізико-хімічні і окремі гідробіологічні характеристики за метода-

Метою нашого дослідження є визначення міжрічних змін трофічного статусу вод Кучурганського водосховища за 2006-2018 рр. з використанням різних індикаторів та індексів евтрофікації.

ми, що описані в роботах [6-11]. Для оцінки трофічного статусу вод використані індекси трофічного статусу вод TSI [4] і TRIX [5]. Інтервал значень індексу TSI від 0 до 100 включає трофічний діапазон від оліготрофних до гіпертрофних вод. Шкала індексу TRIX в цьому ж діапазоні трофності змінюється від 1 до 10. Застосовувалася також шкала OECD визначення трофічного статусу водойм за вмістом хлорофілу *a* [12] і національна класифікація якості поверхневих вод суші [13], в якій використовується показник чисельності бактеріопланктону.



1 – верхів'я, 2 – середина, 3 – пониззя

Рис. 1 – Розташування станцій відбору зразків води в Кучурганському лимані у 2006-2018 рр.

### Результати та обговорення

Порівняння гідроморфологічних і фізико-хімічних характеристик водного середовища різних ділянок Кучурганського водосховища (табл. 1, 2) дозволив виявити наступні їх особливості.

Максимальні значення глибин водосховища були характерні для його центральної частини, де вона змінювалася від 3,0 (2013 р.) до 4,0 м (2010 і 2018 рр.) при середньому значенні  $3,6 \pm 0,3$  м, що приблизно

в 2,4 і 1,7 рази було більше, ніж в верхів'ї і пониззі водойми відповідно. Мінімальна глибина (1,2 м) спостерігалась у верхів'ї водосховища влітку 2011 і 2017 рр.

**Прозорість.** Найбільші значення прозорості вод спостерігались в середній частині водосховища, де вони коливались від 0,3 м (2010 р.) до 2,0 м (2013 і 2015 рр.) при середньому значенні  $1,0 \pm 0,5$ , що приблизно в 1,7 рази перевищувало середні значення в

Таблиця 1

Середні значення фізико-хімічних характеристик вод на різних ділянках  
Кучурганського водосховища влітку 2006-2018 рр.

Характеристика	Верхів'я	Середина	Пониззя
Глибина, м	1,5±0,2	3,6±0,3	2,1±0,5
Прозорість, м	0,6±0,2	1,0±0,5	0,9±0,4
Температура, °С	25,9±1,6	27,5±2,1	27,3±2,1
Мінералізація, г/л	2,35±0,32	1,82±0,24	1,61±0,32
Кисень, мг/л	3,77±3,01	6,55±2,66	5,37±2,18
Кисень, %	48,1±38,1	85,5±35,7	70,1±30,0
Водневий показник (рН)	7,79±0,35	8,33±0,21	8,01±0,37
Загальний азот, мгN/л	1,53±0,64	1,22±0,48	1,29±0,63
Нітрати, мгN/л	0,15±0,16	0,09±0,11	0,10±0,11
Амоній, мгN/л	0,18±0,10	0,21±0,17	0,20±0,15
Загальний фосфор, мгP/л	0,16±0,13	0,25±0,08	0,25±0,16
Фосфати, мгP/л	0,05±0,06	0,15±0,06	0,14±0,08

Таблиця 2

Граничні значення фізико-хімічних характеристик вод на різних ділянках  
Кучурганського водосховища влітку 2006-2018 рр.

Характеристика	Верхів'я	Середина	Пониззя
Глибина, м	1,2-1,9	3,0-4,0	1,4-2,9
Прозорість, м	0,2-0,8	0,3-2,0	0,3-1,5
Температура, °С	23,1-28,6	23,4-31,7	23,3-30,8
Мінералізація, г/л	1,89-2,97	1,35-2,15	0,86-2,09
Кисень, мг/л	0,12-8,38	0,19-10,67	1,49-9,93
Кисень, %	1,5-107,1	2,4-144,9	18,9-135,1
Водневий показник (рН)	7,32-8,38	7,85-8,89	7,53-8,85
Загальний азот, мгN/л	0,51-2,40	0,41-2,50	0,38-2,50
Нітрати, мгN/л	0,01-0,47	0,01-0,40	0,01-0,29
Амоній, мгN/л	0,05-0,31	0,03-0,60	0,06-0,58
Загальний фосфор, мгP/л	0,02-0,51	0,15-0,49	0,12-0,71
Фосфати, мгP/л	0,01-0,17	0,01-0,24	0,03-0,36

верхів'ї (0,6±0,2 м) і було близьким до середнього значення в пониззі (0,9±0,4 м). Мінімальні значення прозорості (0,2 м) були зареєстровані у верхів'ї водосховища влітку 2010 році.

**Температура.** Середні значення температури вод водосховища влітку 2006-2018 рр. (табл.1) коливались від 25,9±1,6°С (верхів'я) до 27,5±2,1°С (середня частина) і 27,3±2,1°С (пониззя). Аналіз коливань температури води (табл. 2) показав, що найменша температура (23,1°С) за 2006-2018 рр. була зареєстрована 23.07.2013 р. у верхів'ї, а максимальна (31,7°С) – 28.07.2016 р. у середній частині водосховища. Більш високі значення температури практично постійно спостерігались в центральній і нижній частинах водосховища у порівнянні з верхів'ям, що, за нашою думкою, було пов'язано з надходженням води в ці частини водойми з охолоджувального контуру Молдовської ГРЕС

**Мінералізація.** Аналіз середніх за

2006-2018 рр. значень мінералізації на різних ділянках водосховища показав, що вони збільшувалися від 1,61±0,32 г/л в нижній частині до 1,82 ±0,24 і 2,35±0,32 г/л у середній та верхній частині водойми відповідно. Максимальні значення мінералізації (2,97 г/л) зареєстровані у верхів'ї водосховища 27.07.2012 р., а мінімальні (0,86 г/л) - в пониззі 22.07.2014 р. У всі роки спостережень мінералізація води зростала у напрямі від пониззя до верхів'я водосховища, що було обумовлено потраплянням високо мінералізованих дренажно-стокових вод від Молдовської ГРЕС та стоку річки Кучурган.

**Кисневий режим водосховища** (табл. 1 і 2) характеризувався дуже великими коливаннями концентрацій (ступеню насичення) кисню відповідно від 0,12 мг/л (1,5 %) в верхів'ї водосховища до 10,67 мг/л (144,9 %) в центральній його частині з середніми значеннями у 2006-2018 рр. від 3,77±3,01 мг/л (48,1±38,1 %) в верхів'ї водосховища,

5,37±2,18 (70,1±30,0%) та 6,55±2,66 мг/л (85,5±35,7 %) – пониззі і в середній його частині відповідно. У верхів'ї низькі концентрації кисню (0,12-1,93 мг/л) і насиченості (1,5-23,3%) були наслідком евтрофікації, яка викликала гіпоксію і приводила до загибелі організмів, що було зафіксовано нами влітку 2006, 2009, 2010, 2011 і 2018 рр. В середній частині водосховища гіпоксійні явища, коли концентрації кисню знижувались до 0,19-0,39 мг/л (2,4-4,9%), спостерігались лише в липні 2010 і 2016 рр., а в пониззі - тільки в липні 2018 р., коли концентрації кисню склали 1,49 мг/л (18,9 %). Максимальні значення концентрацій кисню, які характерні для водойм з інтенсивним функціонуванням водоростей, спостерігались в середній частині водосховища в липні 2009, 2014 і 2016 рр., коли його концентрація зростала до 8,94-10,67 мг/л при насиченості 125,0-144,9 %, а також в пониззі у 2009 р., коли концентрація кисню досягала 9,93 мг/л (135,1 %).

**Водневий показник (рН).** Значення рН в Кучурганському водосховищі у 2006-2018 рр. змінювались в межах від 7,32 (2006 р., верхів'я) до 8,89 (2009 р., середня частина) при середніх значеннях 7,79±0,35, 8,01±0,37 і 8,33±21 у верхів'ї, пониззі та середній його частині відповідно. Слід відмітити, що зміни значень рН відбувалися синхронно з коливаннями вмісту кисню (коефіцієнт кореляції 0,77).

**Біогенні сполуки.** Аналіз наведених в табл. 1 даних про середні значення концентрацій сполук азоту показав, що для верхів'я водосховища були характерні підвищені, у

порівнянні з іншими його ділянками, концентрації загального азоту (в 1,2 рази) і нітратів (в 1,5 рази). Вміст загального фосфору і фосфатів в верхів'ї був відповідно в 1,6 і 3 рази меншим, ніж в середній та у нижній частинах водосховища. Граничні концентрації загального азоту (табл. 2) коливались в широкому діапазоні від 0,38 мгN/л в пониззі водосховища в липні 2010 р. до 2,40-2,50 мгN/л в пониззі та верхів'ї водойми в липні 2011 р. У той же час у верхів'ї визначені максимальні концентрації нітратів 0,47 мгN/л. Граничні концентрації амонійного азоту змінювались від 0,03 (липень 2006 р.) до 0,60 мгN/л (липень 2015 р.) в середній частині водосховища. Значення загального фосфору змінювались від 0,02 мгP/л (липень 2006 р.) у верхів'ї водосховища до 0,71 мгP/л (липень 2011 р.) у пониззі водойми. Концентрація фосфатів в водоймі змінювалася достатньо синхронно з коливаннями загального фосфору (коефіцієнт кореляції 0,69). Максимальне значення концентрації фосфатів (0,36 мгP/л) було зареєстровано у пониззі водосховища в липні 2011 р.

**Хлорофіл а.** Концентрації хлорофілу а в Кучурганському водосховищі (рис. 2) змінювались в широкому діапазоні від 2,08 мкг/л (верхів'я водосховища) у липні 2014 р. до 65,79 мкг/л і 62,21 мкг/л на тій же ділянці водойми у липні 2017 і 2018 р. відповідно. Середня за 2006-2018 рр. концентрація хлорофілу а у верхів'ї водосховища складала 36,45±19,00 мкг/л і була в 2,5 разів вищою ніж на інших ділянках (табл. 3).

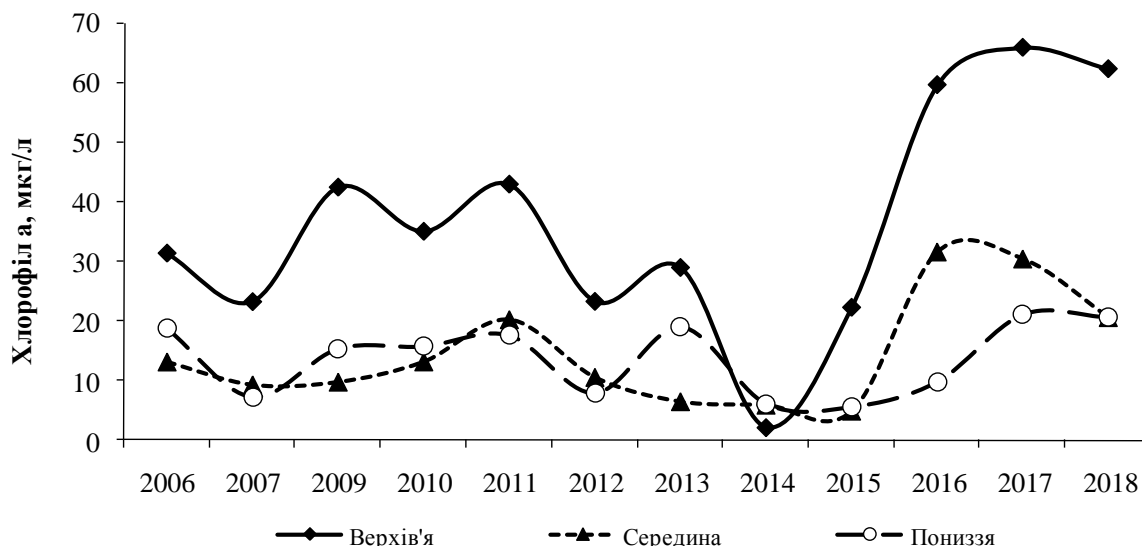


Рис. 2 – Середні концентрації хлорофілу а на різних ділянках Кучурганського водосховища влітку 2006-2018 рр.

Таблиця 3

Середні значення основних індикаторів евтрофікації на різних ділянках Кучурганського водосховища за період 2006-2018 рр.

Ділянка	Хлорофілл <i>a</i> , мкг/л	Численность бактериопланктона, 10 <sup>6</sup> кл/мл	Індекс TSI	Індекс TRIX
Верхів'я	36,45±19,00	11,79±5,14	68,8±6,1	8,1±0,7
Середина	14,68±7,97	6,10±1,90	66,8±4,8	7,6±0,6
Пониззя	14,57±6,77	5,53±2,50	66,7±5,1	7,8±0,6

Аналіз розподілу концентрацій хлорофілу *a* на різних ділянках Кучурганського водосховища влітку 2006-2018 рр. (рис. 2) показав, що у верхів'ї водосховища концентрації хлорофілу *a* практично завжди були вищими, ніж у його центральній частині і пониззі, в яких діапазон коливань і середні концентрації хлорофілу *a* були дуже близькими. В центрі водосховища максимальні концентрації хлорофілу (36,76 мкг/л і 31,03 мкг/л) спостерігалися влітку 2016 і 2017 рр. відповідно, а в пониззі максимуми концентрації реєструвались у липні 2006 р. (23,15 мкг/л) і 2017 р. (22,76 мкг/л). Треба відмітити різке зниження концентрацій хлорофілу *a* по всій акваторії водосховища в липні 2014 року, коли його вміст був в 4 рази меншим, ніж в середньому за 2006-2018 рр. При цьому, мінімальні концентрації хлорофілу в центральній (4,46-5,13 мкг/л) і нижній діля-

нці (5,59 мкг/л) водосховища спостерігалися в липні 2015 р. Різке збільшення вмісту хлорофілу в верхів'ї і центрі водосховища почалося влітку 2016 р. і в наступні 2017 і 2018 рр. високі концентрації хлорофілу вже визначалися на всіх досліджених ділянках, що свідчить про збільшення вмісту хлорофілу в водосховищі в останні 3 роки у порівнянні з минулими періодами.

**Бактеріопланктон.** Чисельність бактеріопланктону в водах Кучурганського водосховища (рис. 3) змінювалася в межах від 1,64 млн. кл/мл (липень 2010 р.) у пониззі до 21,89 млн.кл/мл (липень 2018 р.) у його верхній частині.

Середня за 2006-2018 рр. чисельність бактеріопланктону у верхів'ї водосховища складала 11,79±5,14 млн.кл/мл і була в 2,5 разів вищою ніж на інших ділянках (табл. 3).

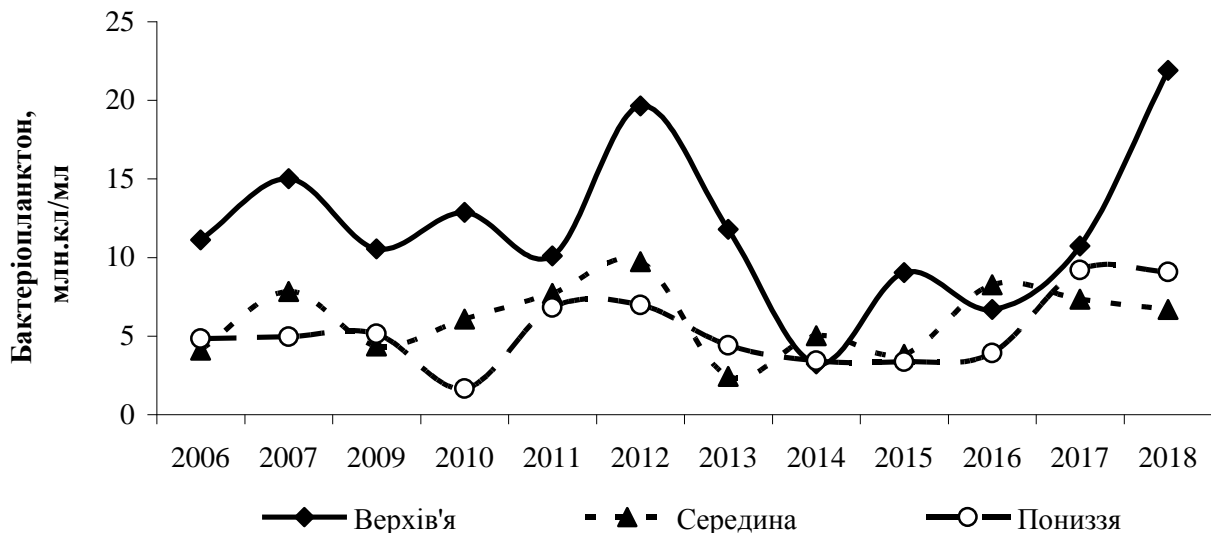


Рис. 3 – Середні значення чисельності бактеріопланктону на різних ділянках Кучурганського водосховища влітку 2006-2018 рр.

Аналіз часового розподілу чисельності бактеріопланктону на різних ділянках Кучурганського водосховища влітку 2006-2018 рр. (рис. 3) показав, що у верхів'ї чисельність бактеріопланктону практично

завжди була вищою, ніж у його центральній частині і пониззі, в яких діапазон коливань і середні значення були дуже близькими. Максимальні значення чисельності бактеріопланктону спостерігалися у верхів'ї водос-

ховища у 2012 р. (19,64 млн.кл/мл) і 2018 р. (21,89 млн.кл/мл), в середній частині - у липні 2012 р. (9,23-10,21 млн.кл/мл) і 2016 р. (10,59 млн.кл/мл), а в пониззі водосховища - в липні 2017 р. (9,76 млн.кл/мл) і 2018 р. (9,08 млн.кл/мл). Часовий хід чисельності бактеріопланктону в 2006-2018 рр. практично повторював міжрічні коливання хлорофілу *a* (коефіцієнт кореляції  $r=0,62$ ), що свідчить про автохтонне походження органічної речовини в водоймі, і про зв'язок з евтрофікаційними явищами, в процесі

яких продукується і відмирає велика біома-са фітопланктону.

**Трофічний статус** вод Кучурганського водосховища визначався нами за чотирма показниками (концентрація хлорофілу *a*, чисельність бактеріопланктону та трофічні індекси TSI і TRIX), які є загально визнаними і найчастіше використовуються дослідниками для оцінки ступеню евтрофікації водойм [4-7, 12-13]. Результати відносної кількості зразків води з різним ступенем трофічного статусу наведені в таблицю 4.

Таблиця 4

**Відносна кількість зразків води (%), відібраних у 2006-2018 рр. в різних частинах Кучурганського водосховища з мезотрофним (1), евтрофним (2) і політрофно-гіпертрофним (3) статусом за окремими індикаторами евтрофікації**

Ділянка	Всього зразків	Хлорофіл <i>a</i>			Бактеріопланктон			Індекс TSI			Індекс TRIX		
		1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Верхів'я	13	8	23	69	0	15	85	0	62	38	0	0	100
Середина	23	26	57	17	9	57	35	0	65	35	0	0	100
Пониззя	17	29	71	0	12	65	23	0	65	35	0	0	100
<b>В цілому</b>	<b>53</b>	<b>23</b>	<b>53</b>	<b>24</b>	<b>8</b>	<b>49</b>	<b>43</b>	<b>0</b>	<b>64</b>	<b>36</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>100</b>

**За концентрацією хлорофілу *a*** трофічність вод Кучурганського водосховища змінювалася у відповідності з класифікацією OECD [12] від мезотрофних (2,5-8 мкг/л) до евтрофних (8-25 бмкг/л) і гіпертрофних (>25 мкг/л). Рівень концентрацій хлорофілу *a* у більшості проаналізованих зразків води (53 % від загальної їх кількості) свідчить про переважно евтрофний статус вод, а решта зразків майже в рівній пропорції вказувала на мезотрофний (23 %) і гіпертрофний (24 %) статус. При цьому на різних ділянках водойми це співвідношення суттєво відрізнялося. В верхів'ї водойми домінували води гіпертрофного типу (69 %), тоді як в пониззі такого типу води не було зареєстровано. Аналіз оцінок трофічного статусу за середніми значеннями концентрації хлорофілу *a* показав (табл.5), що найчастіше (2006-2010, 2012, 2013, 2015) середня концентрація хлорофілу *a* у водах водосховища відповідала евтрофному статусу, одного разу - у 2014 р. – мезотрофному, а у 2011 і в останні 2 роки трофічний стан вод погіршився до гіпертрофного статусу.

**Чисельність бактеріопланктону** в Кучурганському водосховищі згідно класифікації [13] охоплювала чотири категорії трофності 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). На відмінність від оцінок трофності вод за хлорофілом *a*, за критерієм чисельності бактеріопланктону води водосховища рідше відповідали мезотрофному статусу і частіше були політрофними і гіпертрофними (табл. 4). При цьому кількість спостережень з евтрофним статусом вод для обох показників майже співпадала.

Просторові зміни чисельності бактеріопланктону свідчать, що стан верхів'я водосховища у переважній більшості (85 % спостережень) відповідав політрофно-гіпертрофному статусу. Але трофічність вод знижувалася к пониззю, де такий високий статус був визначений тільки для 23 % спостережень.

Аналіз змін трофічного стану водосховища за чисельністю бактеріопланктону на протязі 2006-2018 рр. свідчить, що половину цього періоду (2006, 2009, 2013-2016 рр.) води відповідали евтрофному стану і таку ж кількість років (2007, 2010-2012, 2017, 2018 рр.) якість вод за показником чисельності бактеріопланктону відповідала політрофно-гіпертрофному стану. Але абсолютний максимум кількості бактерій, який відповідав гіпертрофному статусу вод був визначений в липні 2018 р.

**Трофічний індекс TSI** вод Кучурганського водосховища влітку 2006-2018 рр. (рис. 4) змінювався від 57,4 до 76,8, що згі-

дно класифікації [4] відповідало статусу евтрофних (TSI=50-70) і гіпертрофних (TSI=70-100) вод.

Середні за всі роки спостережень значення індексу TSI на трьох досліджених ділянках водосховища дуже близькі за значеннями і відповідали евтрофному статусу вод (табл. 3). Однак в 35-38 % спостережень води мали гіпертрофний статус, який у верхів'ї визначався на 3 % частіше, ніж в середині і пониззі (табл.4). У відмінності від оцінок статусу трофності за хлорофілом і бактеріопланктоном, трофічний статус вод

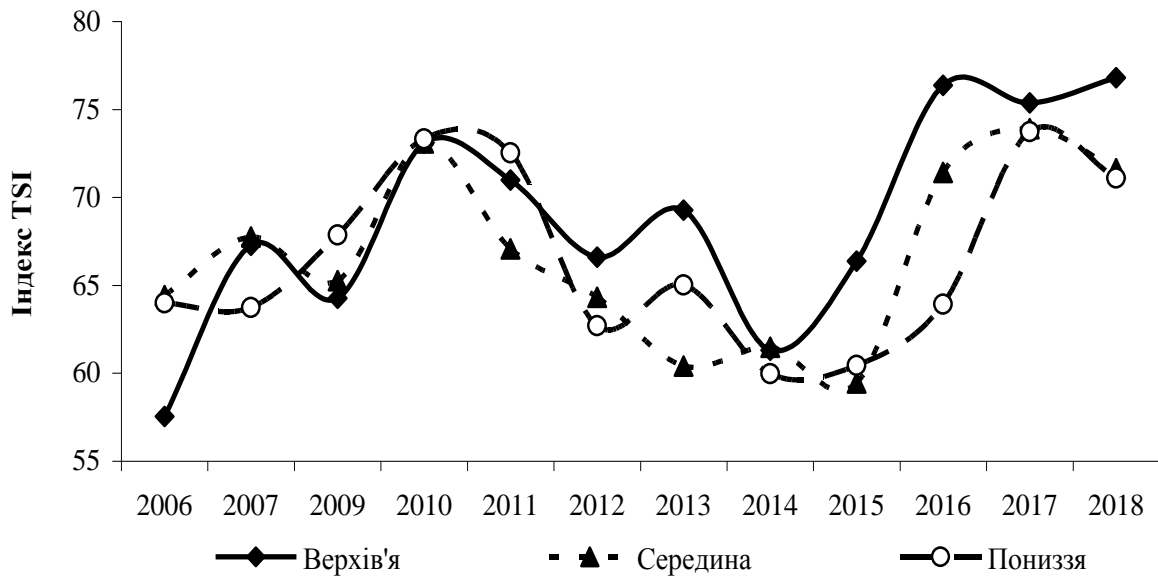
верхів'я водосховища за розрахованим TSI не відрізнявся від статусу інших ділянок, але у верхів'ї для TSI спостерігався позитивний тренд на протязі всього періоду досліджень.

Середньорічні значення індексу TSI на протязі всього періоду спостережень влітку 2006-2009 рр. і 2012-2015 рр. відповідали евтрофному статусу (табл. 5), а в 2010-2011 рр. і 2016-2018 рр. – гіпертрофному. При цьому максимальні значення TSI (75-77) спостерігались в останні 2016-2018 рр.

**Таблиця 5**  
Середньорічні значення показників евтрофікації вод Кучурганського водосховища влітку 2006-2018 рр.

Рік	Хлорофіл а, мкг/л	Чисельність бактеріопланктону, 10 <sup>6</sup> кл/мл	Індекс TSI	Індекс TRIX
2006	22,37±7,99**	6,54±2,98**	62,1±4,1**	7,2±0,5***
2007	13,46±8,53**	9,21±5,20***	66,3±2,2**	7,8±0,2***
2009	22,25±17,71**	6,73±3,32**	65,8±1,8**	8,1±0,3***
2010	23,16±10,47**	7,16±5,60***	73,5±0,5***	7,6±0,9***
2011	26,86±13,92***	8,20±1,70***	70,2±2,8***	8,4±0,5***
2012	14,36±7,94**	12,44±6,25***	64,8±1,7**	7,2±0,5***
2013	18,38±10,98**	6,29±4,87**	65,0±4,2**	7,5±1,0***
2014	5,05±2,61*	4,28±1,67**	61,2±1,2**	7,6±0,5***
2015	10,99±9,75**	5,48±3,09**	62,1±3,7**	7,6±0,3***
2016	31,87±25,33***	5,51±1,43**	70,2±6,2***	7,7±0,6***
2017	39,38±23,12***	9,10±2,05***	74,4±0,9***	8,2±0,3***
2018	34,64±23,87***	12,71±8,01***	73,4±3,0***	9,0±0,5***

Примітка: трофічний статус вод: \* - мезотрофні, \*\* - евтрофні, \*\*\* - гіпертрофні і політрофні.



**Рис. 4** – Середні значення трофічного індексу TSI на різних ділянках Кучурганського водосховища влітку 2006-2018 рр.



**Трофічний індекс TRIX** в Кучурганському водосховищі (рис. 5) змінювався від 6,0 до 9,5, що згідно до класифікації морських прибережних вод і естуаріїв [5] відповідає найвищому, тобто гіпертрофному статусу вод. Найменше значення TRIX (6,0) визначено в липні 2012 р. в центральній частині водосховища, а максимальне (9,5) в липні 2018 р. в верхів'ї водойми. Середні за період спостережень значення TRIX на трьох досліджених ділянках водосховища відповідали гіпертрофному статусу, але в верхів'ї його значення було найвищим у порівнянні з іншими ділянками (табл. 3). Найменші середньорічні для всієї водойми значення індексу TRIX ( $7,2 \pm 0,5$ ) визначалися в липні 2006 і

2012 рр., а найвищі (8,2-9,0) - в липні 2011, 2017 і 2018 рр. Як і для інших проаналізованих вище показників евтрофікації, в останні три роки спостерігалася тенденція збільшення значень індексу TRIX у порівнянні з попередніми роками.

Порівняння значень усіх визначених показників евтрофікації Кучурганського водосховища з даними, що були отримані нами при дослідженні інших водойм басейну Нижнього Дністра (табл. 6), показало, що трофічний статус вод Кучурганського водосховища за весь період спостережень знаходився в межах, зареєстрованих нами стану інших водойм дельтової частини Дністра [14, 16].

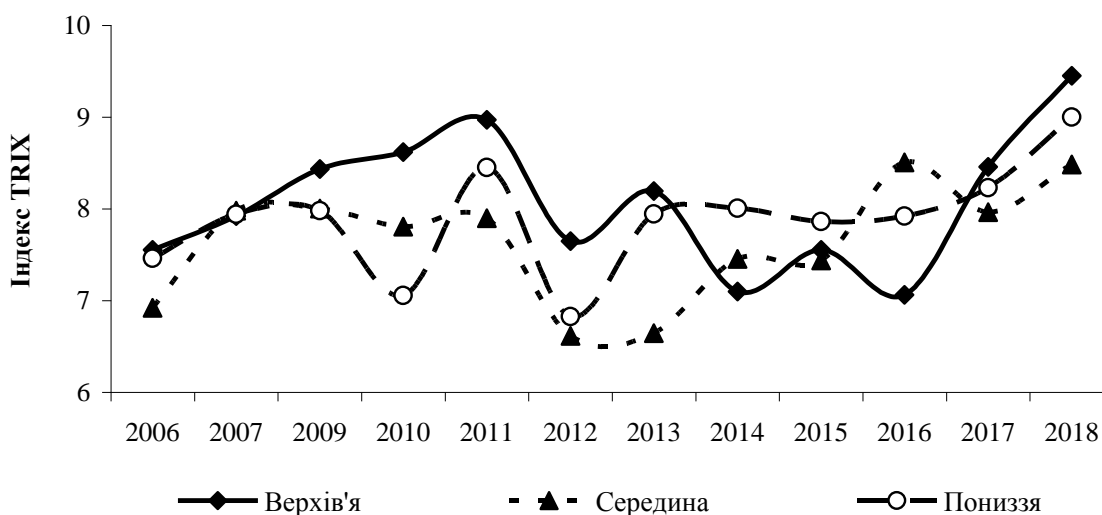


Рис. 5 – Середні значення трофічного індексу TRIX на різних ділянках Кучурганського водосховища в літні періоди 2006-2018 рр.

В середньому для усього водосховища і оз. Біле показники хлорофілу та індексу TSI свідчили про евтрофний стан вод. Разом з цим верхів'я водосховища мали більш високий трофічний статус і дані всіх показників на цієї ділянці були найбільш схожі до тих, що отримані в озерах Свині і Тудорово. Порівняння отриманих нами даних для Кучурганського водосховища с результатами досліджень Дністровського лиману [15, 16] показали, що коливання трофічних індексів у цих водоймах відбувалися в однакових діапазонах, що свідчить про ідентичні причини евтрофікації всіх водойм дельтової частини Дністра.

У порівнянні з нашими оцінками трофічного статусу морських вод за індексом TRIX [17] води Кучурганського водосховища характеризуються суттєво вищою трофічністю. Звертає на себе увагу той факт, що в останні 3 роки (2016-2018 рр.) всі індекси і

індикатори трофічного стану збільшились, що свідчить про погіршення якості водного середовища Кучурганського водосховища.

Аналіз статистичних взаємозв'язків між індексами (індикаторами) трофічного статусу вод Кучурганського водосховища та всіма іншими наведеними нами характеристиками водного середовища (табл. 7) показав наступне.

Для хлорофілу *a* найвищий коефіцієнт кореляції спостерігався з бактеріопланктоном (0,62), що свідчить про ведучу роль фітопланктону у формуванні органічної речовини у водосховищі, тобто про її автохтонну природу. Його взаємозв'язки з іншими характеристиками в порядку зменшення позитивних коефіцієнтів кореляції розташувались наступним чином: індекс TSI (0,59), мінералізація (0,55), TRIX (0,49), азот нітратний (0,30) і азот загальний (0,22).

Таблиця 6

Порівняльна характеристика показників евтрофікації водойм Нижнього Дністра

Назва водойми	Роки спостережень	Хлорофіл <i>a</i> , мкг/л	Бактеріопланктон млн.кл/мл	TSI	TRIX
Оз. Біле [14]	2006-2011	8,35*	3,93*	56,7*	7,3**
	2012-2017	22,56*	7,04*	67,4*	8,1**
Оз. Свине [14]	2006-2011	14,28*	7,92*	68,3*	8,0**
	2012-2017	27,60**	10,82**	73,6**	8,2**
Оз. Тудорово [14]	2006-2011	14,85*	5,90*	60,1*	7,3**
	2012-2017	104,18**	11,64**	74,5**	8,7**
Оз. Путріно [14]	2006-2011	22,75*	12,39**	66,0*	7,6**
	2012-2017	210,49**	24,32**	81,6**	9,1**
Дністровський лиман [16]	2012-2017	53,47**	13,19**	72,6**	8,0**
Кучурганське водосховище (данні авторів)	2006-2018	19,75*	7,17*	66,9*	7,8**
	2006-2011	19,33*	6,96*	67,2*	7,8**
	2012-2018	20,05*	7,31*	66,7*	7,8**
	2016-2018	32,67**	8,87*	72,7**	8,3**

Примітка. Трофність вод: \* - евтрофні, політрофні, \*\* - гіпертрофні.

Таблиця 7

Коефіцієнти взаємної кореляції трофічних індексів та інших характеристик водного середовища Кучурганського водосховища у 2006-2018 рр.

Параметри	Хлорофіл <i>a</i> , мкг/л	Бактеріопланктон, 10 <sup>6</sup> кл/мл	TSI	TRIX
Бактеріопланктон, 10 <sup>6</sup> кл/мл	0,62***			
TSI	0,59***	0,33*		
TRIX	0,49***	0,43**	0,50***	
Глибина, м	-0,41**	-0,35**		-0,24*
Прозорість, м	-0,48***	-0,40**	-0,71***	-0,30*
Мінералізація, г/л	0,55***	0,68***	0,30*	
Кисень, мг/л	-0,35*	-0,41**		-0,60***
Кисень, %	-0,34*	-0,39**		-0,57***
pH	-0,33**	-0,44***		-0,28*
Загальний фосфор, мг/л			0,59***	0,40**
Фосфати, мг/л	-0,22*	-0,27*	0,33*	
Азот загальний, мг/л	0,22*	0,26*	0,27*	0,58***
Азот нітратний, мг/л	0,30*		0,38*	0,46**
Азот амонійний, мг/л	-0,41**	-0,40**	-0,56***	

Примітка. В таблиці наведено лише значимі коефіцієнти кореляції з рівнем значимості: \* - 0,1, \*\* - 0,01, \*\*\* - 0,001

Негативний кореляційний зв'язок був зареєстрований с прозорістю (-0,48), глибиною (-0,41), концентрацією азоту амонійного кисню (-0,41) і вмістом кисню (-0,34).

Для бактеріопланктону максимальні коефіцієнти кореляції були зареєстровані з хлорофілом *a* (0,62) та мінералізацією (0,68), це свідчить, що велика частина органічної речовини надходить у водосховище з високо

мінералізованими водами з річки Кучурган та від Молдовської ГРЕС. Позитивний кореляційний зв'язок спостерігався з індексами TRIX (0,43) і TSI (0,33) та загальним азотом (0,26). Негативні значення коефіцієнтів кореляції були зафіксовані з pH (-0,44), киснем (-0,41), прозорістю (-0,40), амонійним азотом (-0,40), глибиною (-0,35), фосфатами (-0,27) тобто при зростанні останніх

параметрів, чисельність бактеріопланктону зменшувалася.

Для індексу TSI тісний позитивний кореляційний зв'язок спостерігався з хлорофілом *a* (0,59), трофічним індексом TRIX (0,50), загальним фосфором (0,59), бактеріопланктоном (0,33), фосфатами (0,33), нітратний (0,38) та загальним (0,27) азотом, а високий негативний – з прозорістю (-0,71) та амонійним азотом (-0,56).

### Висновки

Результати оцінки трофічного статусу вод Кучурганського водосховища по хлорофілу *a*, бактеріопланктону і трофічним індексам TSI TRIX свідчать про погіршення якості вод та про зростання трофічного статусу водойми від евтрофного до гіпертрофного у 2006-2018 рр. і про те, що у 2016-2018 рр. вся водойма знаходиться в критичному стані, особливо її верхів'я. При цьому зареєстрований тісний позитивний кореляційний зв'язок між вмістом хлорофілу *a* і чисельністю бактеріопланктону, що обумовлено функціональною залежністю бактерій від органічної речовини, яка продукується фітопланктоном. Показано, що зі збільшенням обсягів води у водосховищі значення цих індикаторів трофічного стану зменшувалися, що підтверджено тісним негативним кореляційним зв'язком між ними і глибиною водойми.

Оцінки трофічного статусу вод за концентрацією хлорофілу *a*, чисельністю бактеріопланктону і трофічним індексом TSI практично співпадають, що дає змогу використовувати кожен з них самостійно для оцінки трофічного статусу вод. Трофічний індекс TRIX, який розроблений для оцінки стану морських вод, постійно показує більш високий трофічний статус вод водосховища, ніж інші індикатори. Тому для прісноводних водойм використання ін-

Для індексу TRIX тісний кореляційний зв'язок був зареєстрований з загальним азотом (0,58) і нітратами (0,46), хлорофілом *a* (0,49), нітратним азотом (0,46), бактеріопланктоном (0,43), індексом TSI (0,50), загальним фосфором (0,40). Негативний зв'язок спостерігався з концентрацією (-0,60) та насиченістю кисню (-0,57), прозорістю (-0,30), рН (-0,28) і глибиною (-0,24)

дексу TRIX доцільно лише у комплексі з іншими індикаторами трофічного статусу прісноводних водойм.

Вперше показано, що така характеристика, як прозорість води виявила тісні значимі негативні кореляційні зв'язки з усіма індексами і індикаторами трофічного статусу вод. Цей факт свідчить про можливість використання прозорості в якості простого індикатора трофічного стану вод, оскільки чим прозоріше води, тим нижче трофічність вод і вище якість водного середовища.

Враховуючі той факт, що скиди з Кучурганського водосховища, в якому за нашими даними дуже низька якість води, періодично потрапляють в район водозабору питної води для м. Одеса, рекомендовано проводити регулярні на протязі календарного року дослідження стану водного середовища цієї водойми, та розробити сучасний план менеджменту для цієї транскордонної водойми у відповідності з вимогами Водної рамкової директиви ЄС, яка зараз впроваджується в Україні.

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.

### Література

1. Филипенко С.И. Экологические проблемы Кучурганского водохранилища. *Геоэкологические и биоэкологические проблемы Северного Причерноморья: материалы V междунар. науч.-практ. конф.*, г. Тирасполь, 14 нояб. 2014 г. Тирасполь, 2014. С. 283-286.
2. Усатый М., Унгурияну Л., Крепис О., Стругуля О., Усатый А., Шаптефраць Н. Массовое развитие сине-зеленых водорослей в Кучурганском водохранилище, его причины, последствия и предотвращение. *Управление бассейном трансграничного Днестра в рамках нового бассейнового Договора: материалы междунар. конф.*, г. Кишинев, 20-21 сент. 2013 г. Chişinău, 2013. С. 438-442.
3. Игнатъев И., Слесаренок С., Тромбицкий И. Проект «Демократизация управления трансграничным бассейном реки Днестр» – хороший пример внедрения интегрированного управления водными ресурсами. *Бассейн реки Днестр: экологические проблемы и управление трансграничными природными ресурсами: материалы междунар. научн.-практ. конф.* Тирасполь, 2010. С. 75-78.

4. Carlson R.E. A trofic state index for lakes. *Limnology and Oceanography*, 1977. 22. P. 361-369.
5. 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.
6. Ковалева Н., Мединец В., Снигирев С., Дерезюк Н. Оценка качества вод водных объектов Нижнего Днестра. *Міжнародна співпраця і управління трансграничним басейном для оздоровлення річки Дністер*: матеріали міжнар. конф., Одеса, 30 вересня-1 жовтня 2009. Одеса, 2009. С. 131-135.
7. Мединец В.І., Ковальова Н.В. Оцінка трофічного стану водоймищ дельтової частини Дністра з використанням індексу TSI. *Еколого-економічні проблеми Дністра*: тези докл. VII – междунар. науч.-практ. Конф., г. Одесса, 07 октября -08 октября 2010 г. Одесса, 2010. С.45.
8. Мединец 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 междунар. конф. Г.Кишинев, 2-3 октября 2008 г. Chisinau: Eco-TIRAS, 2008. С. 192-195.
9. Ковальова Н.В., Мединец В.І., Конарева О.П., Снігірьов С.М., Мединец 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.
10. Ковалева Н.В., Мединец В.И., Конарева О.И., Мединец С.В. Интегральная оценка трофического состояния водных объектов дельтовой части Днестра. *Современные проблемы гидроэкологии. Перспективы, пути и методы решения*: материалы III междунар. науч. конф, Херсон, 17-19 мая 2012 г. Херсон, 2012. С. 198-201.
11. Ковалева Н.В., Мединец В.И., Мединец С.В. Трофический статус вод Кучурганского лимана в 2006-2017 гг. *Интегрированное управление трансграничным бассейном Днестра: платформа для сотрудничества и современные вызовы*: материалы междунар. конф., Тирасполь, 26-27 октября 2017 г. Тирасполь: Eco-TIRAS, 2017. С. 183-187.
12. Eutrophication of Waters, Monitoring, Assessment and Control. *OECD (Organisation for Economic Cooperation and Development)*. Paris: OECD, 1982.
13. 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.
14. Ковальова Н. В., Мединец В. І., Мединец С. В., Конарева О. П., Солтис І. Є., Газетов Є. І. Трофічний статус дельтових озер Дністра у 2006-2017 рр. *Вісник ХНУ імені В. Н. Каразіна. Серія «Екологія»*, 2018. Вип. 18. С. 30-41.
15. Ковалева Н.В., Мединец В.И. Оценка современного состояния вод Днестровского лимана с использованием трофических индексов TSI и TRIX. *Лимани північно-західного Причорномор'я: актуальні гідро екологічні проблеми та шляхи їх вирішення*: матеріали Всеукр. науч.-практ. конф., Одеса, 12-14 вересня 2012 р. Одеса: Одеський державний екологічний університет, 2012. С. 94-97.
16. Ковальова Н. В., Мединец В. І., Мединец С. В. Трофічний стан вод Дністровського лиману в літні періоди 2012-2017 рр. *Екологія, охорона навколишнього середовища та збалансоване природокористування: освіта – наука – виробництво – 2018*: зб. тез. доп. XXI міжнар. науч.-практ. конф., м. Харків, 18-20 квітня 2018 року. Харків, 2018. С. 103-106
17. Ковальова Н.В., Мединец В.І., Мілева А.П., Ботнар М.Г., Снігірьов С.М., Газетов Є. І., Мединец С.В. Порівняльна оцінка якості прибережних морських вод Одеської затоки і району острова Зміїний в 2016 р. *Вісник ХНУ ім. В.Н.Каразіна, Серія: «Екологія»*, 2017. Вип. 16. С. 132-140.

### References

1. Filipenko, S.I. (2014). Ekologicheskie problemy Kuchurganskogo vodohranilisha [Ecological problems of the Kuchurgany Reservoir]. *Hydroecological and bioecological problems of the Northern Black Sea Area: Materials of the 5<sup>th</sup> International scientific and practical Conference*. Tiraspol. PGU, 283-286 [In Russian].
2. Usatyi, M., Unguryanu, L., Krepis, O., Strugulya, O., Usatyu, A., Shaptefrats, N. (2013). Massovoye razvitie sine-zelenykh vodorosley v Kutchurganskom vodohranilische, ego prichiny, posledstviya i predotvrascheniye [Mass development of blue-green algae in the Kuchurgan Reservoir, its reasons, consequences and prevention]. *Management of the trans-border Dniester basin in the framework of new basin Agreement: Materials of International Conference*. Chişinău, 438-442 [In Russian].
3. Ignatyev, I., Slesarenok, S., Trombitskiy, I. (2010). Proekt «Demokratizatsiya upravleniya transgranichnym basseynom reki Dnestr» – horoshiy primer vnedreniya integrirovannogo upravleniya vodnymi resursami [«Democratization of management of the trans-border Dniester River Basin» Project – a good example of integrated water resources management implementation]. *Dniester River Basin: ecological problems and trans-border nature resources management: Materials of International scientific and practical Conference*. Tiraspol. PGU, 75-78 [In Russian].

4. Carlson ,R.E. (1997). A trofic state index for lakes. *Limnology and Oceanography*, 22, 361-369.
5. 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 [in English].
6. Kovalova, N., Medinets, V., Snigirov, S., Derezyuk, N. (2009). Otsenka kachestva vod vodnykh obyektov Nizhnego Dnestra [Water quality assessment in the Lower Dniester water objects]. *International cooperation and trans-border basin management for the Dniester River environmental health improvement. Materials of International Conference*. Odessa, 131-135 [In Russian].
7. Medinets, V.I., Kovalova ,N.V. (2010). Otsinka trofichnogo stanu vodoymysch deltovoyi chastyny Dnistra z vykorystanniam indeksu TSI [Assessment of trophic state of the Dniester deltaic water-bodies using TSI index]. *Ecological and economic problems of the Dniester. VII<sup>th</sup> International scientific and practical Conference*. Odessa, 45 [In Ukrainian].
8. Medinets, V.I., Konareva, O.P., Kovalova, N.V., Snigirov, S.M., Bilanchyn, Ya.M., Chichkin, V.N., Gazyetov, Ye.I., Derezyuk, N.V., Nazarchuk, Yu.S. (2008). Rezultaty issledovatelskogo monitoring v rayone basseina Nizhnego Dnestra [Results of research monitoring in the Lower Dniester Basin area]. *Management of the trans-border Dniester River basin and Water Framework Directive of the European Union. Materials of International Conference*. Chisinau. Eco-TIRAS, 192-195 [In Russian].
9. Kovalova, N.V., Medinets, V.I., Konareva, O.P., Snigirov, S.M., Medinets, S.V., Soltys, I.E. (2010). Gidroekologichnyi doslidnytskyi monitoring baseinu Nyzhnyogo Dnistra [Hydroecological research monitoring of the Lower Dniester Basin]. *Proceedings of Ternopil National V.Gnatyuk Pedagogical University. Series: Biology. Special Issue: Hydroecology*, (3(44)), 113-116 [In Ukrainian].
10. Kovalova, N.V., Medinets, V.I., Konareva, O.P., Medinets, S.V. (2012). Integralnaya otsenka troficheskogo sostoyaniya vodnykh obyektov deltovoi chasti Dnestra [Integrated assessment of trophic state of the Dniester deltaic part water objects]. *Current problems of hydroecology. Perspectives, ways and methods of solution. Materials of the 3<sup>rd</sup> International Conference*. Kherson, 198-201 [In Russian].
11. Kovalova, N.V., Medinets, V.I., Medinets, S.V. (2017). Troficheskiy status vod Kuchurganskogo limana v 2006-2017 gg. [Trophic status of the Kuchurgany Estuary waters in 2006-2017]. *Integrated management of the Dniester trans-border basin: Platform for cooperation and modern challenges. Materials of International Conference*. Tiraspol. Eco-TIRAS, 183-187 [In Russian].
12. Eutrophication of Waters, Monitoring, Assessment and Control. (1982). *OECD* (Organisation for Economic Cooperation and Development). Paris: OECD [in English].
13. Romanenko, V.D., Zhukinskiy, V.M., Oksiyuk, O.P. et al. (1998). Metodyka ekologichnoyi otsinky yakosti poverkhnevyykh vod za vidpovidnymi kategoriyamy [Methodology of surface waters environmental quality assessment according to respective categories]. *Kyiv. SYMVOL-T*, 28 [In Ukrainian].
14. Kovalova, N.V., Medinets, V.I., Medinets, S.V., Konareva, O.P., Soltys, I.E., Gazyetov, Ye.I. (2018). Trofichniy status deltovykh ozer Dnistra u 2006-2017 rr. [Trophic status of the Dniester deltaic lakes in 2006-2017]. *Visnyk of V.N.Karazin Kharkiv National University Series Ecology*, (18), 30-41 [In Ukrainian].
15. Kovalova, N.V., Medinets, V.I. (2012). Otsenka sovremennogo sostoyaniya vod Dnestrovskogo limana s ispolzovaniem troficheskikh indeksov TSI i TRIX [Assessment of current state of the Dniester Estuary waters using the TSI and TRIX trophic indices]. *Estuaries of the north-western Black Sea: urgent hydro-ecological problems and the ways to solve them. All-Ukrainian scientific and practical Conference*. Odessa Ecological University, 94-97 [In Russian].
16. Kovalova, N.V., Medinets, V.I., Medinets, S.V. (2018). Trofichniy stan vod Dnistrovskogo lymanu v litni periody 2012-2017 rr. [Trophic state of the Dniester Estuary waters in summer periods of 2012-2017]. *Ecology, environmental protection and sustainable nature management: education-science-production-2018. Proc. of the XXI<sup>th</sup> International scientific and practical Conference*. Kharkiv, 103-106 [In Ukrainian].
17. Kovalova, N.V., Medinets, V.I., Mileva, A.P., Botnar, M.G., Snigirov, S.M., Gazyetov, Ye.I., Medinets, S.V. (2017). Porivnyalna otsinka yakosti pryberezhnykh morskykh vod Odeskoyi zatoky i raionu ostrivu Zmiinyi v 2016 r. [Comparative characteristics of marine coastal waters in Odesa bay and the Zmiinyi Island area in 2016]. *Visnyk of V.N.Karazin Kharkiv National University Series Ecology*, (16), 132-140 [In Ukrainian].

Надійшла до редколегії 12.10.2018