

УДК 504.064(262.5)

Н. В. КОВАЛЬОВА, канд. біол. наук, с.н.с., **В. І. МЕДІНЕЦЬ**, канд. фіз.-мат. наук, с.н.с.,
А. П. МІЛЕВА, **І. Л. ГРУЗОВА**, **М. Г. БОТНАР**, **С. М. СНИГІРЬОВ**, канд. біол. наук,
Є. І. ГАЗЕТОВ, **С. В. МЕДІНЕЦЬ**, д-р прир. наук
Одеський національний університет імені І. І. Мечникова,
м. Одеса, Україна
E-mail:kovaleva@onu.edu.ua

ПОРІВНЯЛЬНА ОЦІНКА ЯКОСТІ ПРИБЕРЕЖНИХ ПОВЕРХНЕВИХ МОРСЬКИХ ВОД ОДЕСЬКОЇ ЗАТОКИ І РАЙОНУ О. ЗМІЙНИЙ В 2016 Р.

Мета. Виявлення особливостей змін якості морського середовища за результатами синхронних спостережень в морських водах у двох районах Чорного моря з різними рівнями антропогенного навантаження. **Методи дослідження.** Гідролого-гідрохімічні та гідробіологічні. **Результати.** На основі результатів комплексних досліджень з квітня до грудня 2016 року в двох районах з різним антропогенним навантаженням проведені розрахунки індексу трофічного статусу морських вод TRIX. Проведений аналіз динаміки змін TRIX показав, що в обох районах простежується його сезонний хід, а також практично всіх фізико-хімічних характеристик водного середовища. **Висновки.** Показано, що трофічний статус вод в Одеській затоці був вищим ніж в районі острова Зміїний, тобто якість морського середовища в Одеській затоці була гіршою ніж в прибережних водах острова Зміїний. При цьому зафіксовано погіршення якості морських вод у порівнянні с періодом 2004-20013 рр.

Ключові слова: Якість морського середовища, TRIX, хлорофіл *a*, солоність, температура

Kovalova N.V., Medinets V.I., Mileva A.P., Gruzova I.L., Botnar M.G., Snigirov S.M., Gazyetov Ye.I., Medinets S.V.

Odessa National I.I.Mechnikov University

COMPARATIVE ASSESSMENT OF COASTAL MARINE WATERS QUALITY IN THE ODESSA BAY AND IN THE ZMIINYI ISLAND AREA IN 2016.

Purpose. To reveal peculiarities of marine environment quality on the results of simultaneous observations in marine waters of two Black Sea areas with different levels of anthropogenic pressure. **Methods.** Hydrological & hydrochemical and hydrobiological studies. **Results.** Based on the results of comprehensive studies performed from April to December 2016 in two regions with different anthropogenic pressure calculations of the index of marine waters trophic status TRIX were made. The analysis of the TRIX changes dynamics has shown that its seasonal variations are observed in both areas, as well as seasonal variations of practically all physico-chemical characteristics of aquatic environment. **Conclusions.** It has been shown that the trophic status of water in Odessa Bay is higher than in the Zmiinyi Island area, i.e. the quality of aquatic environment in Odessa Bay is lower than in the Zmiinyi Island coastal waters. At that, degradation of water quality was registered as compared to the period of 2004-20013.

Key words: Quality of marine environment, TRIX, chlorophyll *a*, salinity, temperature

Ковалева Н. В., Мединец В. И., Милева А. П., Грузова И. Л., Ботнар М. Г., Снигирев С. М., Газетов Е. И., Мединец С. В.

Одесский национальный университет имени И. М. Мечникова

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ПРИБРЕЖНЫХ МОРСКИХ ВОД ОДЕССКОГО ЗАЛИВА И РАЙОНА О. ЗМЕИНЫЙ В 2016 Г.

Цель. Выявление особенностей изменений качества морской среды по результатам синхронных наблюдений в морских водах в двух районах Черного моря с разными уровнями антропогенной нагрузки. **Методы исследования.** Гидролого-гидрохимические и гидробиологические. **Результаты.** На основе результатов комплексных исследований с апреля по декабрь 2016 года в двух районах с разной антропогенной нагрузкой проведены расчеты индекса трофического статуса морских вод TRIX. Проведенный анализ динамики изменений TRIX показал, что в обоих районах прослеживается его сезонный ход, а также практически всех физико-химических характеристик водной среды. **Выводы.** Показано, что трофический статус вод в Одесском заливе был выше, чем в районе острова Змеиный, то есть качество морской среды в Одесском заливе было ниже, чем в прибрежных водах острова Змеиный. При этом зафиксировано ухудшение качества морских вод по сравнению с периодом 2004-20013 гг.

Ключевые слова: Качество морской среды, TRIX, хлорофилл *a*, соленость, температура

Вступ

Погіршення в останні десятиріччя стану Чорного та інших морів Європи та існуючі екологічні проблеми у приморських районах були основним чинником прийняття Морської та Водної Рамочних директив ЄС [1,2], Конвенції щодо захисту Чорного моря [3], Конвенції про захист біорізноманіття [4], за якими першочерговою задачею наукового співтовариства є визначення пріоритетних національних і регіональних стратегій, планів і програм щодо поліпшення екологічної ситуації в європейських морях. У відповідності з Угодою про асоціацію з ЄС в період з 2014 по 2020 роки заплановано впровадження в Україні ключових положень Рамкової директиви ЄС про морську стратегію (РДМС), основними з яких є початкова оцінка стану морського середовища, визначення індикаторів доброго екологічного стану, природоохоронних цілей та розробка програми і системи інтегрованого морського моніторингу морської економічної зони України. Базою для розробки національної стратегії має бути об'єктивна інформація про вплив окремих видів діяльності людини та природних факторів, що потребує удосконалення методологічних підходів в проведенні моніторингу та оцінці якості морського середовища за 11 дескрипторами, серед яких одним з основних є «евтрофікація» – найбільш актуальніша проблема для південно-західної частини Чорного моря в останні 30 років [5, 6].

Найбільш ефективнішим і найпопулярнішим в Європі та в причорноморських країнах комплексним індикатором якості морського середовища, з точки зору оцінки трофічного статусу і ступеню евтрофікації, є трофічний індекс TRIX [7], який враховує комплекс експериментальних даних про

вміст хлорофілу *a*, кисню, сполук азоту і фосфору. Шкала значень TRIX: від 1 до 10 характеризує рівні трофності морських вод: низький трофічний рівень (<4), середній – (4-5), високий – (5-6) і дуже високий – (>6), що відповідають категорії трофності вод: оліготрофні, мезотрофні, евтрофні та гіпертрофні. Оцінки індексу TRIX проводяться науковцями причорноморських країн спорадично з 2003 року [8, 9], в тому числі і нами [10, 11, 12], але великим недоліком є фрагментарність у просторі та асинхронність в часі таких досліджень для різних районів Чорного моря.

Інтегрований моніторинг і оцінка якості прибережних морських вод біля острова Зміїний проводиться Регіональним центром інтегрованого моніторингу Одеського національного університету (ОНУ) імені І. І. Мечникова починаючи з 2004 року [5] до теперішнього часу. У 2016 р. за фінансовою допомогою міжнародного проекту EU-UNDP «EMBLAS-2» нами вперше були проведені синхронні спостереження і відбори зразків води для оцінки якості морського середовища в двох районах Чорного моря з різним ступенем антропогенного впливу: в прибережних водах острова Зміїний (район з мінімальним антропогенним тиском) і в Одеській затоці (антропогенне напружений район), хоча вплив природних факторів в обох районах викликає значні часові зміни, що потребує постійного спостереження за їх станом [5, 6].

Ціллю досліджень є виявлення особливостей змін якості морського середовища за результатами синхронних спостережень в морських водах у двох районах Чорного моря з різними рівнями антропогенного навантаження.

Методи досліджень

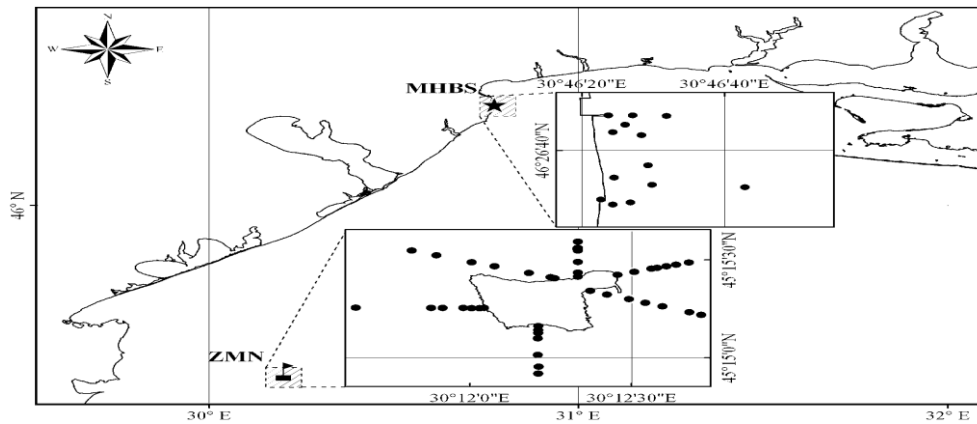
Експериментальні дані отримані авторами в двох районах Чорного моря (рис. 1) при проведенні інтегрованого моніторингу прибережних поверхневих морських вод в Одеській затоці (район морської гідробіологічної станція) та біля острова Зміїний (морська науково-дослідна станція «Острів Зміїний»).

Відбір та аналіз зразків води проведено с квітня до грудня 2016 року щодекадно на референтних станціях ZPR-R (о. Змії-

ний) та MHBS-R (Одеська затока) і щомісячно на відповідній мережі станцій полігонів кожного району (рис. 1). Всього відібрано та проаналізовано 123 зразки води в Одеській затоці та 113 зразків в прибережних водах острова Зміїний. Трофічний індекс TRIX визначався [7] за використанням загальних азоту і фосфору. Вимірювання *in situ* електропровідності (солоності), температури і кисню проведено за допомогою портативного аналізатора Hach HQ40d, а визна-

чення загального азоту і фосфору проведено рутинними гідрохімічними методами [13]. Визначення хлорофілу *a* виконано

стандартним спектрофотометричним методом [14] з використанням спектрофотометра моделі JENWEY.



- ★ – MHBS – полігон в Одеській затоці (район морської гідробіологічної станції),
- ▲ – ZMN – полігон біля острова Зміїний (район морської науково-дослідної станції «Острів Зміїний»).

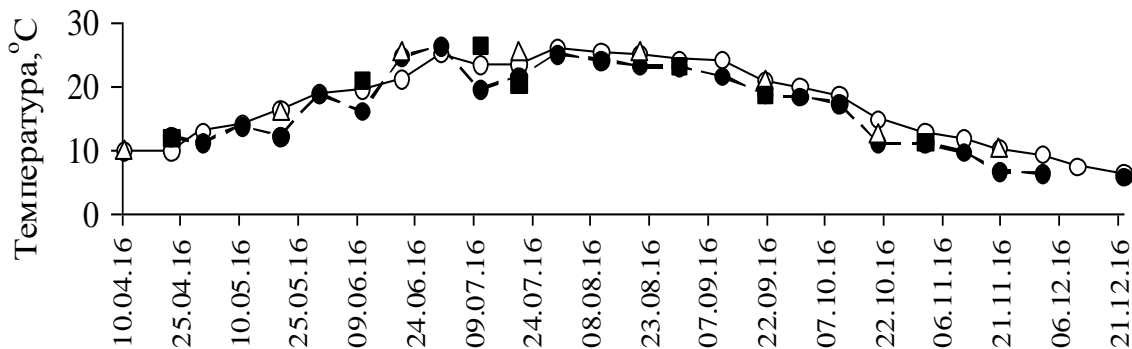
Рис.1 – Схема розташування районів спостережень

Результати та обговорення

Аналіз результатів щодаєдних та щомісячних спостережень за температурою, солоністю, хлорофілом *a*, вмістом кисню, загального азоту та фосфору в поверхневих прибережних водах Одеської затоки та біля о. Зміїний в 2016 р. показав наступне.

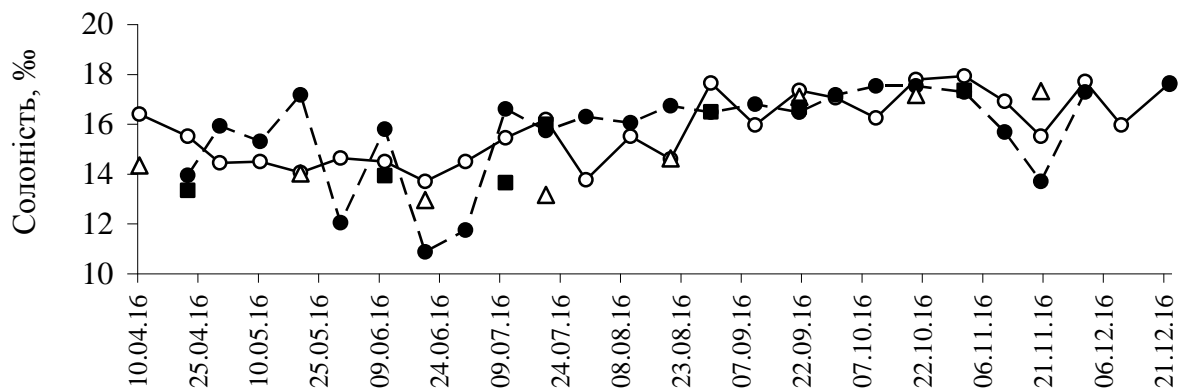
Температура морських поверхневих вод (рис. 2) в період досліджень змінювалася від 6,6°C до 26,0°C поблизу острова Зміїний і від 5,9°C до 27,1°C в Одеській затоці. Середня за період спостережень температура поверхневих вод моря біля о. Зміїний складала 18,3±6,4°C і була на 0,4°C вище ніж в Одеській затоці (17,9±6,1°C).

Солоність по даним щодаєдних спостережень і щомісячних зйомок в прибережних водах острова Зміїний коливалась в межах 12,82-17,94 ‰, а в Одеській затоці від 10,87 ‰ до 17,60 ‰ (рис. 3). При цьому максимальні і мінімальні значення солоності в районі острова Зміїний і в Одеській затоці співпадали за часом: найнижча солоність спостерігалася в червні, а найвища в жовтні 2016 р. Середні за період спостережень значення солоності для поверхневих вод моря в районі о. Зміїний і Одеської затоки склали 15,46±1,63 ‰ і 15,55±1,80 ‰ відповідно, тобто були дуже близькими.



- Щодаєдні на референтних станціях ZPR-R (○) та MHBS-R (●),
- щомісячні середні значення на полігонах ZMN (△) та MHBS (■).

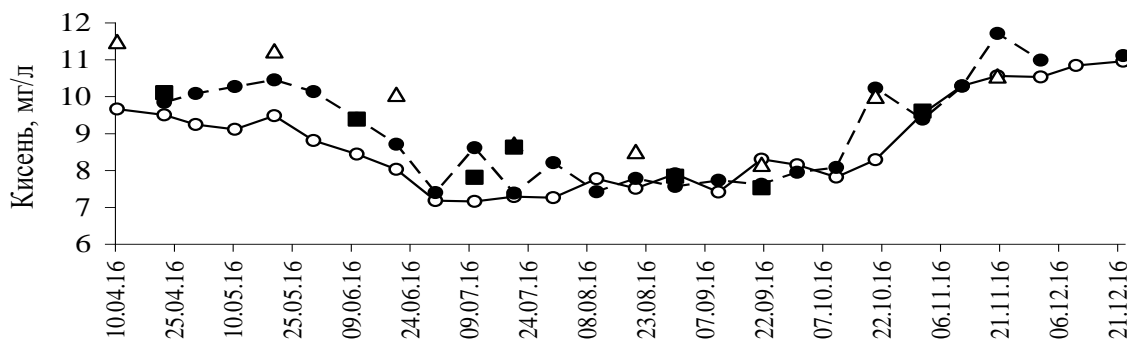
Рис. 2 – Результати спостережень за температурою поверхневих вод у 2016 році



Щодекадні на референтних станціях ZPR-R (○) та MHBS-R (●), щомісячні середні значення на полігонах ZMN (△) та MHBS (■).
Рис. 3 – Результати спостережень за солоністю поверхневих вод у 2016 році

Кисневий режим в досліджених районах моря (рис. 4) був досить сприятливим для життєдіяльності гідробіонтів. Діапазон коливань кисню в поверхневих водах моря по даним щодаєдних спостережень і щомісячних зйомок біля о. Зміїний та в Одеській затоці складав відповідно 7,16-11,57 мг/л і 7,38-11,74 мг/л. Коливання концентрацій кисню в обох районах відбувалися досить синхронно, на що указує високий позитивний коефіцієнт кореляції ($r=0,87$). Сезонні

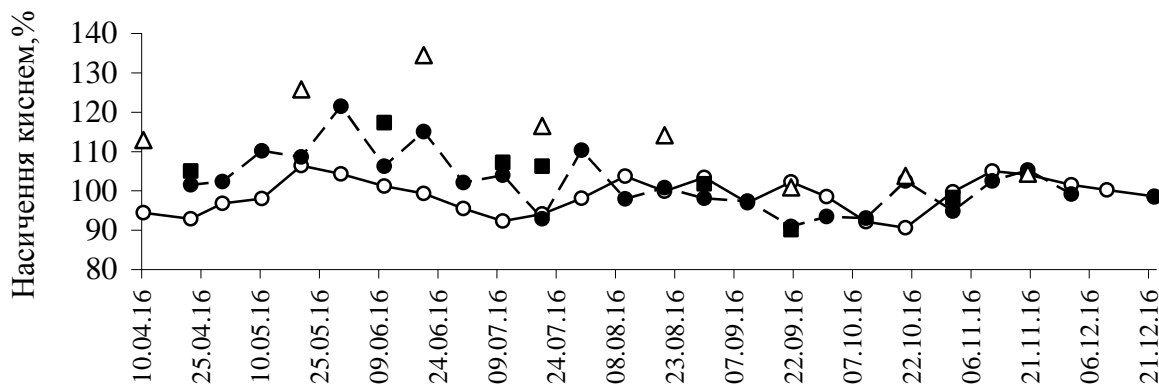
зміни концентрацій кисню тісно зв'язані з температурним режимом, про що свідчить високий негативний коефіцієнт кореляції між температурою і вмістом кисню, який в поверхневих водах моря поблизу острова Зміїний складав $-0,94$, а в Одеській затоці $-0,90$. У зв'язку з впливом високих температур на розчинення кисню в воді найнижчі його концентрації в поверхневих водах моря обох районів зареєстровані в липні.



Щодаєдні на референтних станціях ZPR-R (○) та MHBS-R (●), щомісячні середні значення на полігонах ZMN (△) та MHBS (■).
Рис. 4 – Результати спостережень за концентрацією кисню в поверхневих водах моря

Насичення води киснем на протязі року за даними щодаєдних спостережень і щомісячних зйомок (рис. 5) біля острова Зміїний та в Одеській затоці змінювалося в діапазонах 90,6-142,8 %, і 88,6-121,4 % відповідно. Найбільше перенасичення води киснем спостерігалося в обох районах моря в травні-червні з подальшим поступовим

зниженням насиченості до найменших значень в вересні-жовтні. Середньорічні значення насичення води киснем в поверхневих водах моря біля острова Зміїний та в Одеській затоці склали відповідно $106,8,0 \pm 12,1$ % і $102,9 \pm 7,6$ %, що свідчить про однаковий кисневий режим в обох досліджених районах.

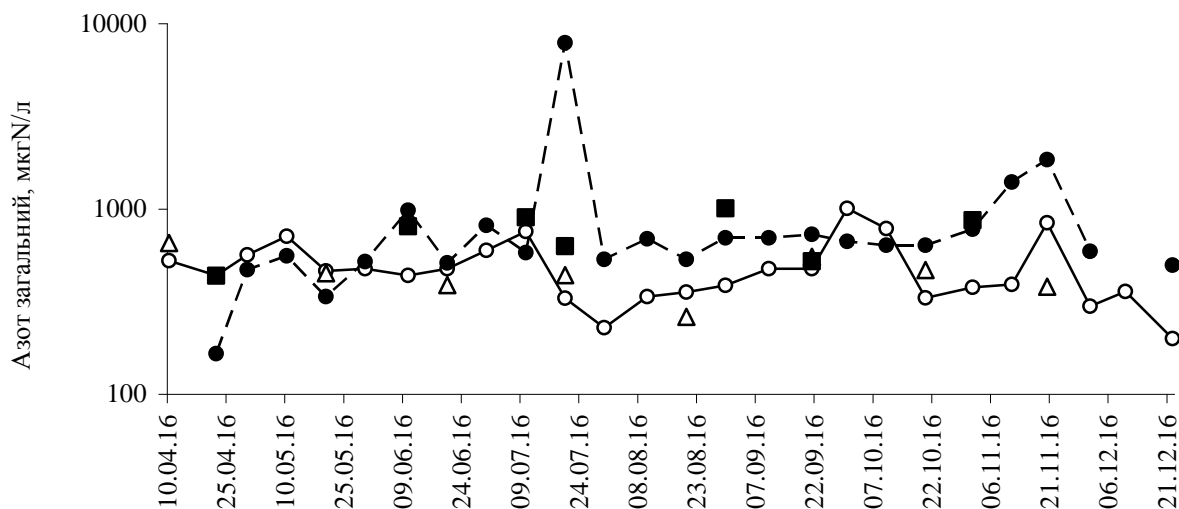


Щодекадні на референтних станціях ZPR-R (○) та MHBS-R (●),
щомісячні середні значення на полігонах ZMN (△) та MHBS (■).

Рис. 5 – Результати спостережень за насиченням киснем поверхневих вод у 2016 р.

Вміст загального азоту в поверхневих водах моря змінювався в широкому діапазоні, який поблизу острова Зміїний складав 199-1007 мкгN/л, а в Одеській затоці - 165-7870 мкгN/л (рис. 6). Середній за період спостережень вміст загального азоту в поверхневих водах моря біля острова Зміїний складав 462 ± 163 мкгN/л, тоді як в Одеській затоці його концентрація була майже в 2 рази вище і складала 879 ± 1043 мкгN/л. Ди-

наміка вмісту загального азоту на одеському узбережжі свідчить про різкі сплески його концентрацій на референтній точці в липні та листопаді. При цьому середня концентрація азоту при щомісячних дослідженнях на мережі станцій (737 ± 271 мкгN/л) в Одеському заливі була в 1,4 рази нижчою ніж на референтній точці (1037 ± 1492 мкгN/л).

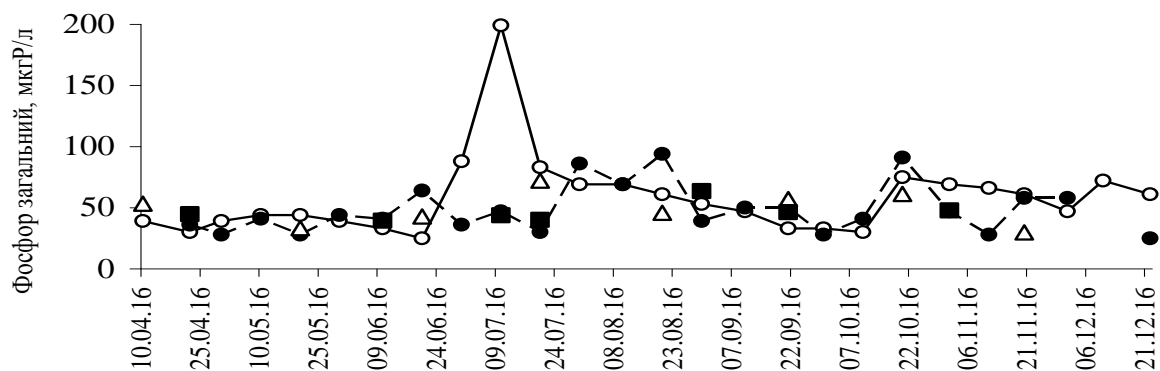


Щодекадні на референтних станціях ZPR-R (○) та MHBS-R (●),
щомісячні середні значення на полігонах ZMN (△) та MHBS (■).

Рис. 6 – Результати спостережень за концентрацією загального азоту у 2016 р.

Концентрація загального фосфору в поверхневих водах моря поблизу острова Зміїний змінювалася в діапазоні 17-199 мкгP/л, а в Одеській затоці від 19 до 94 мкгP/л (рис. 7). Середній за період спостережень вміст загального фосфору в по-

верхневих водах моря біля острова Зміїний складав 54 ± 27 мкгP/л, а в Одеській затоці його середня концентрація була трохи нижче і складала 47 ± 18 мкгP/л. Динаміка вмісту фосфору поблизу острова Зміїний указує на різке збільшення його концентрацій на



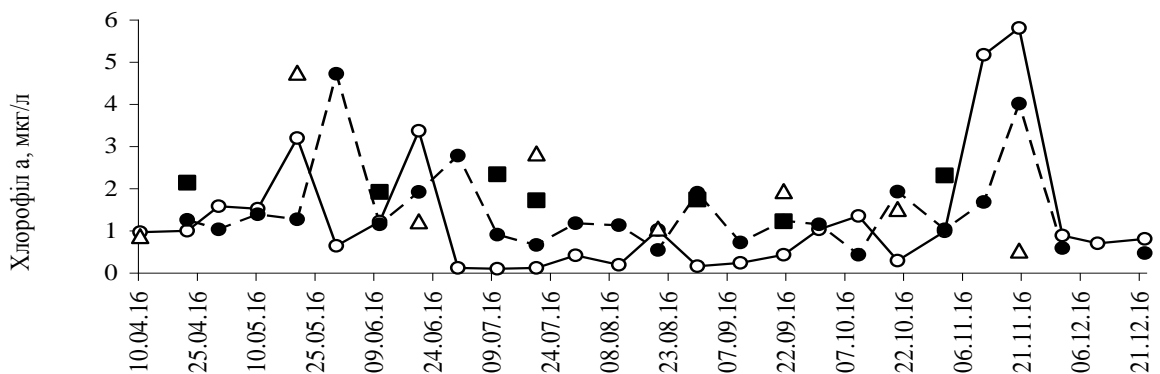
Щодекадні на референтних станціях ZPR-R (○) та MHBS-R (●),
щомісячні середні значення на полігонах ZMN (△) та MHBS (■)

Рис. 7 – Результати спостережень за концентрацією загального фосфору у 2016 р.

референтній точці в липні, коли його вміст був 3 рази вищим ніж в Одеській затоці. На протязі усіх інших місяців концентрація фосфору в обох досліджених районах моря були приблизно однаковою.

Аналіз вмісту хлорофілу *a* в поверхневих водах двох районів Чорного моря показав, що його концентрації коливалися біля острова Зміїний в межах 0,10 до 5,81 мкг/л, а в Одеській затоці – від 0,43 до 4,72 мкг/л (рис.8). Середня концентрація хлорофілу *a* по даним щодаєкадних спостережень і щомісячних зйомок біля о. Зміїний складала $1,55 \pm 1,49$ мкг/л, а в Одеської зато-

ці була трохи вище і дорівнювала $1,68 \pm 0,84$ мкг/л. Сезонні зміни концентрацій хлорофілу *a* в обох районах відбувалися з порівняно однаковою закономірністю. Максимальні концентрації хлорофілу *a* в районі острова Зміїний і в Одеській затоці визначені в травні і листопаді, коли його вміст відповідав евтрофному стану вод. Мінімальні значення хлорофілу *a* в обох районах спостерігалися в липні-серпні. Коефіцієнт кореляції коливання концентрацій хлорофілу на референтних точках біля острова Зміїний і в Одеській затоці складав 0,34, що достовірно для рівня значимості $p=0,10$.



Щодаєкадні на референтних станціях ZPR-R (○) та MHBS-R (●),
щомісячні середні значення на полігонах ZMN (△) та MHBS (■).

Рис. 8 – Результати спостережень за концентрацією хлорофілу *a* у 2016 р.

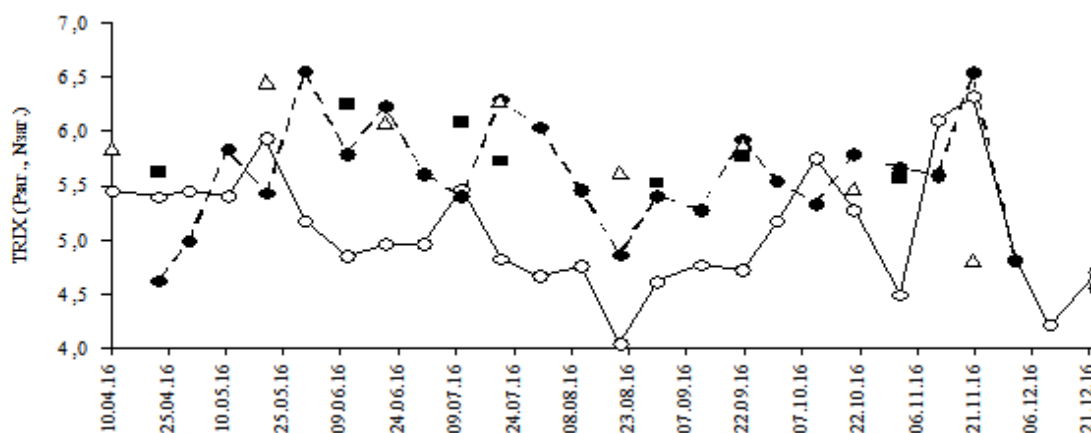
Аналіз розрахункових значень трофічного індексу (TRIX) в прибережних водах острова Зміїний і в Одеській затоці (рис.9) показав, що діапазон його змін (4,0-6,6) в обох районах моря охоплював інтервал трофності вод від середнього до дуже високого рівня або від мезотрофного до гіпертрофного стану вод. По даним щодаєкадних спостережень і щомісячних зйомок біля о.

Зміїний трофічний індекс поверхневих вод змінювався від 4,0 до 6,6 і в середньому склав $5,5 \pm 0,6$, що указує на високий трофічний рівень, або евтрофний статус вод. В поверхневих водах Одеської затоки, при діапазоні TRIX 4,5-6,6, його середнє значення склало $5,7 \pm 0,5$, що трохи більше, ніж біля берегів острова Зміїний, але також указує на високий трофічний рівень. Динаміка

індексу **TRIX** в обох районах моря показує, що максимальних значень (>6) трофічний індекс досягав в травні-липні і листопаді, коли трофічність вод досягала дуже високого рівня, або гіпертрофного статусу. Зниження значень індексу **TRIX** до середнього трофічного рівня (4-5), або мезотрофного статусу вод в обох районах спостерігалось в серпні і грудні. Проте треба відмітити, що для району острова Зміїний мезотрофний статус вод визначений в 32 % спостережень, тоді як в Одеській затоці означена якість вод спостерігалася в 3 рази рідше (табл. 1). Ос-

новний масив даних, що отримано в Одеській затоці (65%) свідчить про високий трофічний рівень, або евтрофний статус вод. З однаковою частотою (22-23 %) в обох районах спостерігався дуже високий трофічний рівень вод.

Порівняння середніх за період квітень – грудень 2016 року значень вимірних параметрів, що отримані біля острова Зміїний та в Одеській затоці свідчить про схожість більшості характеристик в обох районах (табл.2).



- щодакдні на референтних станціях ZPR-R (○) та MHBS-R (●),
- щомісячні середні значення на полігонах ZMN (△) та MHBS (■).

Рис. 9 – Результати розрахунку трофічного індексу (TRIX) в поверхневих водах Чорного моря у 2016 р.

Таблиця 1

Процентне співвідношення проб з відповідною якістю вод в районі острова Зміїний та в Одеській затоці в 2016 р.

TRIX	Трофічний рівень	Трофічний статус вод	Район острова Зміїний	Одеська затока
4,0-5,0	Середній	Мезотрофні	32	12
5,1-6,0	Високий	Евтрофні	46	65
>6	Дуже високий	Гіпертрофні	22	23

Таблиця 2

Середні значення показників якості поверхневих вод моря біля острова Зміїний та в Одеській затоці в квітні-грудні 2016 р.

Показник	Район острова Зміїний		Одеська затока	
	Референтна точка	Мережа станцій	Референтна точка	Мережа станцій
Температура, °C	17,6	18,9	16,8	19,3
Солоність, ‰	15,8	15,2	15,8	15,3
Кисень, мг/л	8,7	9,7	9,2	8,7
Кисень, %	98,8	113,7	102,1	103,7
Нзаг., мкгN/л	485,0	442,2	1037,5	737,7
Рзаг., мкгP/л	58,0	49,8	47,4	46,4
Хлорофіл a, мкг/л	1,3	1,8	1,4	1,9
TRIX	5,1	5,8	5,6	5,8

Повністю співпадають в двох досліджених районах показники солоності поверхневих вод, а різниця температур складає менше одного градуса. Дуже близькі в обох районах значення вмісту і насиченості води киснем. Разом з цим звертає на себе увагу переважання в 2 рази в Одеській затоці, по зрівнянню з прибережними водами острова Зміїний загального азоту. У той же час вміст загального фосфору в Одеській затоці був трохи нижче, ніж біля острова Зміїний. В результаті інтегрування окремих показників отримано мінімальні відмінності індексу TRIX, який в прибережних водах ост-

рова Зміїний склав 5,5, а в Одеській затоці 5,7. При цьому найменше середньорічне значення трофічного індексу (5,1) визначено на референтній точці біля острова Зміїний. Тоді як на мережі станцій обох районів моря індекс TRIX мав однакові значення (5,8). Всі приведені значення TRIX свідчать про високий трофічний рівень поверхневих вод досліджених акваторій.

Аналіз кореляційних зв'язків між трофічним індексом і параметрами водного середовища показав, що TRIX статистично пов'язаний з більшістю контрольованих показників (табл. 3).

Таблиця 3

Коефіцієнти кореляції трофічного індексу TRIX з параметрами поверхневих вод біля острова Зміїний та в Одеській затоці в 2016 р.

Показник	Район острова Зміїний		Одеська затока	
	Референтна точка	Мережа станцій	Референтна точка	Мережа станцій
Температура	-0,31	0,50**	0,27	0,38*
Солоність	-0,12	-0,68***	-0,48**	-0,54**
Кисень, мг/л	0,25	0,00	-0,08	-0,03
Кисень, %	0,00	0,61***	0,40*	0,53**
Азот загальний	0,54**	0,19	0,36*	0,32*
Фосфор загальний	-0,01	0,32*	0,15	0,14
Хлорофіл <i>a</i> , мкг/л	0,67***	0,69***	0,64***	0,36*

Примітка. Рівень значимості: * - 0,10, ** - 0,01, *** - 0,001

Простежено тісний кореляційний зв'язок TRIX з хлорофілом *a* вмістом азоту і насиченням води киснем майже на всіх контрольованих ділянках. У той же час зв'язок TRIX з фосфором отримано тільки на мережі станцій біля острова Зміїний. Азот, фосфор і хлорофіл є складовими TRIX і тому цілком закономірно, що їх коливання корелюють між собою. Особливу увагу привертає високий коефіцієнт кореляції індексу TRIX з солоністю вод, який має знак мінус, що означає зростання індексу TRIX при зниженні солоності. Отже отримані результати указують на вплив трансформованих річкових вод на погіршення якості морських вод в досліджених районах моря.

Порівняння отриманих нами даних з результатами інших авторів показало, що значення TRIX для поверхневих вод моря біля острова Зміїний (5,5) і в Одеській зато-

ці (5,7) нижче ніж на узмор'ї Дунаю [8] та біля турецького узбережжя [9], де значення TRIX перевищувало 6. Однак величина трофічного індексу, яка отримана поблизу острова Зміїний в 2016 р. виявилися на 0,2-0,5 вищими ніж в попередні 12 років [10-12], тобто в останні роки якість морських вод в районі острова Зміїний погіршилась. У 2016 р. трофічний стан вод на досліджених ділянках північно-західної частини Чорного моря характеризується як перехідний від мезотрофного до евтрофного. При цьому в Одеській затоці високий і дуже високий трофічний рівень, який характерний для евтрофних і гіпертрофних вод, реєструвався у 88% спостережень проти 68 % в прибережних водах острова Зміїний. Тобто морські води Одеської затоки були більш евтрофовані і мали гіршу якість ніж прибережні води о. Зміїний.

Висновки

Значення TRIX, які характеризують якість морського середовища, в обох районах спостережень мали високу мінливість,

тобто на протязі року якість морського середовища змінювалася в досить широких межах. На протязі періоду спостережень

найбільші відмінності в якості морських вод в двох районах (1,0-1,5 одиниць TRIX) спостерігались в травні-вересні, а найменші (менш 0,1 одиниць TRIX) в листопаді – квітні. На нашу думку, це пов'язано, насамперед, з гідрологічними особливостями районів досліджень. Таким чином можна зробити висновок, що для об'єктивної оцінки якості морського середовища в конкретному районі треба проводити регулярний моніторинг основних гідрологічних і фізико-хімічних характеристик з частотою, яку

треба встановлювати лише на основі пілотних спостережень на протязі не менш календарного року.

Автори висловлюють велику подяку співробітникам Регіонального центру інтегрованого моніторингу і екологічних досліджень ОНУ імені І.І. Мечникова Абакумову О.М., Піцику В.З., Снігирьову П.М., Роженко М.В., Светличному С.В. за допомогу у проведенні польових спостережень і відбір зразків в прибережних водах острова Зміїний і в Одеській затоці.

Література

1. Directive 2008/56/EC of the European Parliament and of the Council of 17 June 2008 establishing a framework for community action in the field of marine environmental policy (Marine Strategy Framework Directive). – 22 p. <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2008:164:0019:0040:EN:PDF>

2. Directive 2000/60/EC of the European Parliament and of the Council establishing a framework for the Community action in the field of water policy. European Communities, 2000. – 133 p.

3. Convention on the Protection of the Black Sea Against Pollution. Istanbul, 1992, 34 p. Відомості Верховної Ради України (ВВР), 1994, N 23.

4. Конвенція про охорону біологічного різноманіття від 1992 року. Ратифіковано Законом України N 257/94-ВР від 29.11.94. // Відомості Верховної Ради України (ВВР), 1994, N 49. 433 С.

5. Острів Зміїний: екосистема прибережних вод : монографія / В.А. Сминтина, В.І. Медінець. І.О. Сучков [та ін.] ; відп. ред. В.І. Медінець ; Одес. Нац. ун-т ім. І.І. Мечникова. – Одеса : Аст-ропринт, 2008. – XII, 228 с., [10] арк. іл. – (Наук. проект «Острів Зміїний» / керівник проекту В.А. Сминтина). ISBN 978-966-190-149-9.

6. Северо-западная часть Черного моря: биология и экология: отв. ред. Ю.П.Зайцев, Б.Г. Александров, Г.Г. Миничева Г.Г. К.:Наук.думка. 2006. 700 с.

7. Vollenveider R. A., Giovanardi F., Montanari G., Rinald 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.

8. Дятлов С. Е. , Гончаров А.Ю., Богатова Ю. И. // Трофический статус северо-западной части

Черного моря//Вода: гигиена и экология. - 2013. - №1(1).– С.51-60.

9. Baytut O. , Gonulol A., Koray T. Temporal Variations of Phytoplankton in Relation to Eutrophication in Samsun Bay, Southern Black Sea // Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Science. – 2010. - Vol. 10. - P. 363-372

10. Медінець В.І., Ковальова Н. В., Снігирьов С. М., Грузова І.Л.// Оцінка якості морських вод в районі острова Зміїний за допомогою індексу TRIX //Наук. зап. Тенноп. нац. пед. ун-ту ім. В.Гнатюка. Сер. Біол., Спец. вип.: Гідроекологія. 2010. № 3(44). С. 159-162. ISSN 2078-2357.

11. Kovalova N. Comprehensive Assessment of Long-Term Changes of the Black Sea Surface Waters Quality in the Zmiinyi Island Area[Текст] / N. Kovalova, V. Medinets // Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences. 2012. № 12. P. 485-491 (2012), ISSN 1303-2712.

12. Ковалева Н.В., Медінец В.И. Долговременные изменения качества морских вод Черного моря в районе острова Змеиный/ Мат. VII Международ. конф. «Современные рыбохозяйственные и экологические проблемы Азово-Черноморского региона». Керчь, 20-23 июня 2012 г. – Керчь: Юг-НИРО, 2012. Т1.С.196-200.

13. Руководство по методам биологического анализа морской воды и донных отложений. – Л.: Гидрометеиздат, 1980. 190 с.

14. Руководство по химическому анализу морских вод.-СПб.:Гидромереоиздат, 1993. 218 с.

Надійшла до редколегії 3.04.2017