

УДК 574.55: 574.583

АКТУАЛЬНІ АСПЕКТИ ЕВТРОФІКАЦІЇ ВОД ОДЕСЬКОЇ ЗАТОКИ

*Соборова О.М. – кандидат географічних наук, асистент
Одеський державний екологічний університет, olkasobr@gmail.com*

Представлено результати досліджень за основними гідрологічними показниками, що характеризують ступінь евтрофованості вод Одеської затоки Чорного моря за останні роки. Визначено загальні тенденції середньорічного вмісту основних біогенних компонентів – фосфатного і загального фосфору, мінерального і загального азоту. Виявлені причини їх коливання в тому числі і за рахунок органічних складових. Проведений попередній аналіз первинної біопродуктивності водойми та якості прибережних вод на основі індексу трофності E-TRIX та вмісту хлорофілу-а в поверхневому шарі вод.

Ключові слова: Чорне море, Одеська затока, евтрофікація, первинна біопродуктивність, фітопланктон.

Постановка проблеми. Одною з ключових екологічних проблем Чорного моря залишається евтрофікація шельфових вод. Загальний незадовільний екологічний стан моря в першу чергу зумовлений значним перевищенням обсягу надходження забруднюючих речовин над асиміляційною спроможністю морської екосистеми, що постійно призводить до значного та бурхливого розвитку евтрофікаційних процесів, широкомасштабних явищ гіпоксії, появи сірководневих зон, замулення місць існування донних біоценозів, втрати різноманіття гідробіонтів та скорочення обсягу рибних ресурсів.

Аналіз досліджень та публікацій. Морські води Одеського регіону та, в першу чергу, прибережних акваторій в значній мірі знаходяться під впливом антропогенного тиску обумовленого діяльністю портів, промислових підприємств, житлово-комунальних та сільських господарств. Найбільш потужними джерелами антропогенного забруднення є річковий стік та берегові точкові джерела, до яких у першу чергу відносяться випуски стічних вод різних суб'єктів господарювання, що розташовані у береговій зоні, а також морські порти. Крім того широкий спектр природних факторів (температурний режим, солоність, атмосферні опади, вітер, течії тощо) зумовлюють формування гідрохімічного режиму вод і як результат – впливають на стан морської біоти.

Методи досліджень. Моніторинг навколишнього природного середовища – це комплексні систематичні спостереження, збір, аналіз і оцінка інформації про стан навколишнього природного середовища

та факторів впливу на нього, прогнозування змін і розроблення науково обґрунтованих рекомендацій для прийняття управлінських рішень щодо дотримання вимог екологічної безпеки, збереження природного середовища та раціонального природокористування.

Результати досліджень. За останні 30 років середня річна температура води в Одеській затоці зберігає тенденцію щорічного підвищення у середньому на $0,084^{\circ}\text{C}$ (рисунок 1).

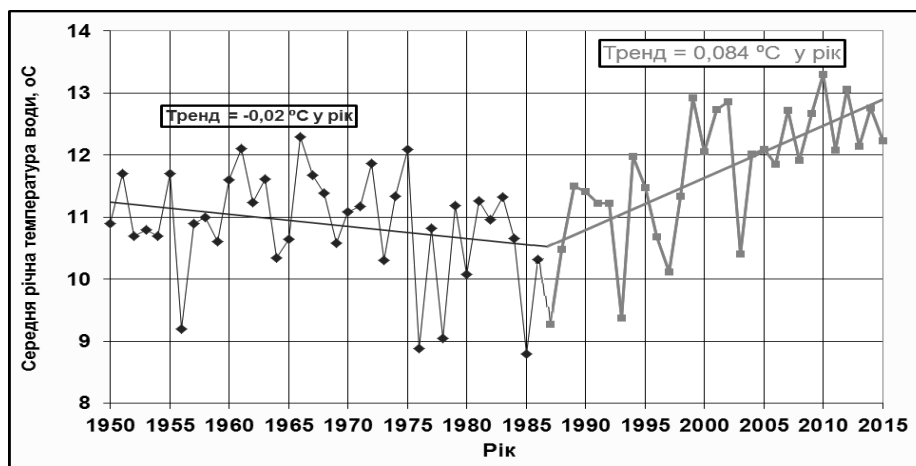


Рис. 1. Багаторічна мінливість середньорічної температури води в ПЗЧМ (Одеська затока) [6]

Зважаючи на те, що основним фактором евтрофікації водойм є надлишкове надходження в них біогенних речовин (сполук азоту, фосфору і кремнію), а також органіки, головним джерелом яких безумовно є річковий стік. Високий рівень забруднення вод біогенними речовинами за даними моніторингових досліджень УкрНЦЕМ (1991–2005рр.) зберігається в ряді прибережних акваторій ПЗШ, розташованих поблизу усть рік Дунаю, Дністра, Дніпро-Бузького лиману, а також і Одеської затоки [12].

Вміст розчиненого фосфатного фосфору в прибережних водах Одеського регіону за останні декілька років змінювався в діапазоні від аналітичного нуля ($<5 \text{ мкг/дм}^3$) до $61,4 \text{ мкг/дм}^3$ і в середньому, за даними регулярних спостережень в районі мису Малий Фонтан та пляжу «Аркадія», складав $9,1\text{--}9,4 \text{ мкг/дм}^3$. Максимальні концентрації фосфатного фосфору спостерігались в зимовий період при надходженні в Одеську затоку трансформованих вод з Дніпровського лиману. Влітку вміст розчиненого фосфатного фосфору в прибережних водах Одеського регіону змінювався в діапазоні від аналітичного нуля до $13,0 \text{ мкг/дм}^3$,

а восени досягав $27,7 \text{ мкг/дм}^3$, при середніх значеннях $6,2 \text{ мкг/дм}^3$ і $17,2 \text{ мкг/дм}^3$, відповідно. Підвищені концентрації фосфатного фосфору $13,0 \text{ мкг/дм}^3$ влітку спостерігались на акваторії порту «Южний», а восени $27,7 \text{ мкг/дм}^3$ – в районі Нафтогавані.

Вміст загального фосфору (суми мінеральних і органічних сполук) в прибережних водах Одеського регіону змінювався в діапазоні $5,0$ – 105 мкг/дм^3 , а середні річні значення, за даними регулярних спостережень, склали $23,3$ – $24,0 \text{ мкг/дм}^3$. Максимальні концентрації загального фосфору, як і його мінеральної форми, спостерігались взимку при надходженні в Одеську затоку трансформованих вод з Дніпровського лиману, при цьому солоність вод в Одеській затоці у цей період знижувалась до $6,6\%$. Влітку і восени в прибережній зоні моря від порту «Южний» до дачі Ковалевського концентрації загального фосфору змінювались в діапазоні $10,0$ – $56,1 \text{ мкг/м}^3$ і в середньому по району склали в червні $23,8 \text{ мкг/дм}^3$, а в вересні – $40,7 \text{ мкг/дм}^3$.

За даними регулярного моніторингу стану прибережних вод Одеського регіону в період 2000 – 2015 рр. визначається загальна тенденція до зниження середнього річного вмісту фосфатного і загального фосфору, відображено на рисунку 2.

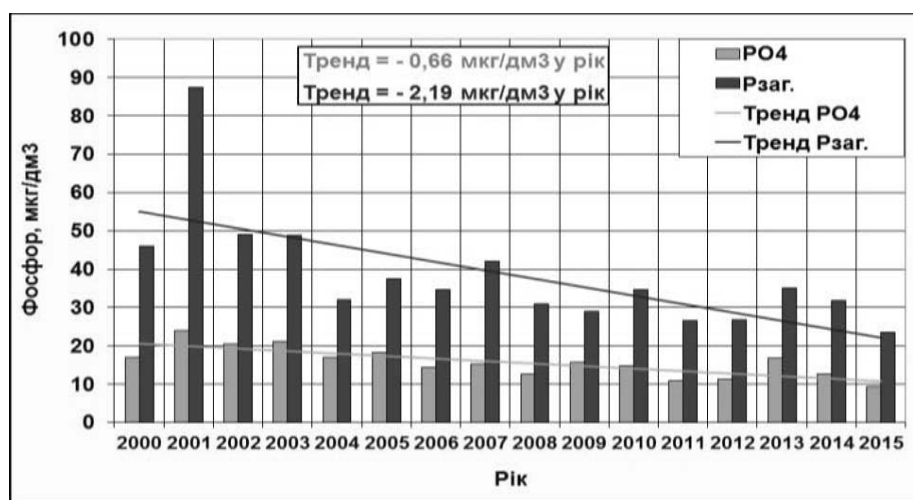


Рис. 2. Багаторічні зміни вмісту фосфатного і загального фосфору в прибережних водах Одеського регіону [7]

Вміст нітратного азоту в прибережних водах Одеського регіону, в зонах віддалених від впливу стоку дренажних вод, коливався в межах 5 – 287 мкг/дм^3 , при середньому значенні за рік $49,3 \text{ мкг/дм}^3$ в районі пляжу «Аркадія» і $80,4 \text{ мкг/дм}^3$ – в районі мису Малий Фонтан. Максимальні

концентрації нітратного азоту спостерігались восени (287 мкг/дм³) і взимку (244 мкг/дм³). Влітку у прибережних водах Одеського регіону середні концентрації нітратів по району досліджень, склали 38,5 мкг/дм³ і 86,2 мкг/дм³ відповідно. В локальній зоні впливу стоку дренажних вод (район пляжу санаторію «Чкалова») концентрація нітратного азоту в вересні складала 39,9 мкг/дм³ і практично досягала рівня ГДК (40 мкг/дм³) визначеним у внутрішніх морських водах та територіальному морі України.

Вміст амонійного азоту в прибережних водах Одеського регіону коливався в межах від <15,0 мкг/дм³ до 51,2 мкг/дм³ і в середньому за рік складав 8,3 мкг/дм³ і 10,2 мкг/дм³, відповідно в районах пляжу «Аркадія» і мису Малий Фонтан. Максимальна концентрація амонійного азоту в цих районах була зареєстрована в травні 51,2 мкг/дм³. Влітку максимальна концентрація амонійного азоту в прибережних водах Одеського регіону спостерігалась в акваторії Нафтогавані 32,5 мкг/дм³, а восени – в акваторії порту «Южний» 46,7 мкг/дм³.

У складі мінеральних форм азоту в прибережних водах Одеського регіону переважав вміст нітратного азоту, на долю якого приходилось 72,5% від загальної його суми мінеральних форм, 18% припадало на амонійний азот і 9,5% – на нітритний азот.

Діапазон мінливості суми мінеральних сполук азоту в прибережних водах Одеського регіону відповідає 7,5–590 мкг/дм³, при середньому значенні за рік 76,2 мкг/дм³. Влітку і восени середнє значення вмісту суми мінеральних форм азоту в прибережних водах Одеського регіону складало 52,3 мкг/дм³ і 99,5 мкг/дм³, відповідно.

Вміст загального азоту в прибережних водах Одеського регіону змінювався в діапазоні 101–1975 мкг/дм³ і за даними регулярних спостережень в середньому за рік складав 470 мкг/дм³. Максимальні концентрації загального азоту спостерігались взимку в період згону прибережних вод і підйому в поверхневий шар накопиченої в придонному шарі органічної речовини. У складі загального азоту в водах Одеського регіону значно переважає складова його органічної форми. Так відношення органічної складової азоту до суми мінерального азоту $N_{орг}/N_{мін}$ в середньому дорівнює 21. Влітку та восени в прибережній зоні моря від порту «Южний» до дачі Ковалевського концентрації загального азоту, без урахування локального точкового впливу дренажних вод, змінювались в діапазоні 204–1244 мкг/дм³, при середньому по району значенні влітку 474 мкг/дм³ і 842 мкг/дм³ восени. Відносно підвищені значення вмісту загального азоту спостерігались в промислових районах Одеського узбережжя, влітку в акваторії Нафтогавані 821 мкг/дм³ і восени 1224 мкг/дм³ – в акваторії порту «Южний».

За даними регулярного моніторингу стану прибережних вод Одеського регіону в період 2000–2015 рр. визначається тенденція до зниження середнього річного вмісту суми мінерального азоту і підвищення

вмісту загального азоту за рахунок його органічної складової, відображено на рисунку 3.

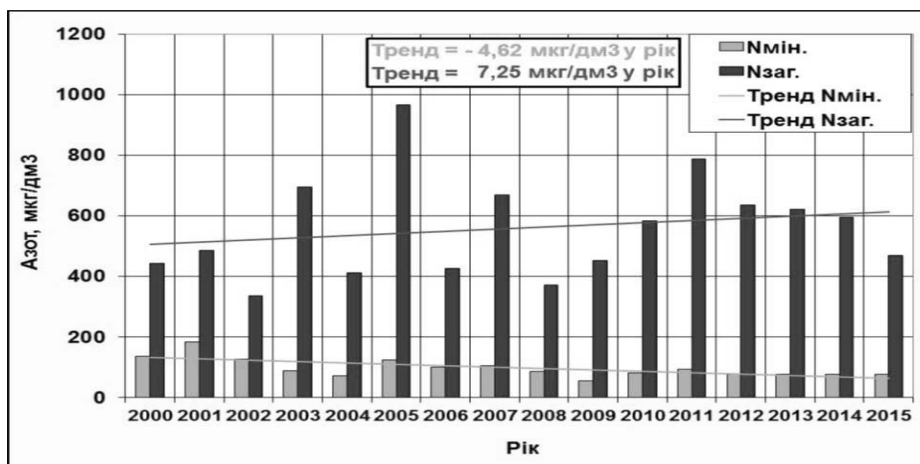


Рис. 3. Багаторічні зміни вмісту суми мінерального і загального азоту в прибережних водах Одеського регіону [7]

Концентрації кремнію в прибережних водах Одеського регіону за останні роки змінювались в широкому діапазоні 10–1550 мкг/дм³ і середня концентрація за рік в зоні мису Малий Фонтан склала 223 мкг/дм³. Максимальні концентрації кремнію відмічались взимку під впливом надходження в район Одеської затоки вод з Дніпровського лиману. У річному ході середнього місячного вмісту кремнію максимальні його значення в районі Одеського узбережжя спостерігались в зимовий період, подальші концентрації поступово зменшувались до мінімуму 27,1–28,6 мкг/дм³ влітку і підвищувались в середньому до 500 мкг/дм³ восени.

Інтегральним показником ступеню евтрофікації вод є індекс E-TRIX, який змінюється відповідно з рівнем їх трофності від 0 до 10 і розраховується за даними відносного вмісту кисню, вмісту загального фосфору, суми мінеральних форм азоту та вмісту хлорофілу-а. В літньо-осінній період в середньому трофність прибережних вод Одеського регіону відповідала «високому» рівню і «середньому» класу їх якості, при змінах індексу E-TRIX залежно від району в діапазоні 4,8–8,0 од. влітку і 5,1–6,2 од. восени. Як влітку, так і восени «дуже високий» рівень трофності вод відмічався в районі пляжу санаторію «Чкалова» за рахунок постійного навантаження на цю акваторію дренажних вод з високим вмістом нітратного азоту. Підвищений рівень трофності вод відмічався також в промислових районах в акваторіях порту «Южний», Нафтогавані,

порту «Одеса», і в районі дачі Ковалевського під впливом стоку вод з СБО «Південна», наведено на рисунку 4.

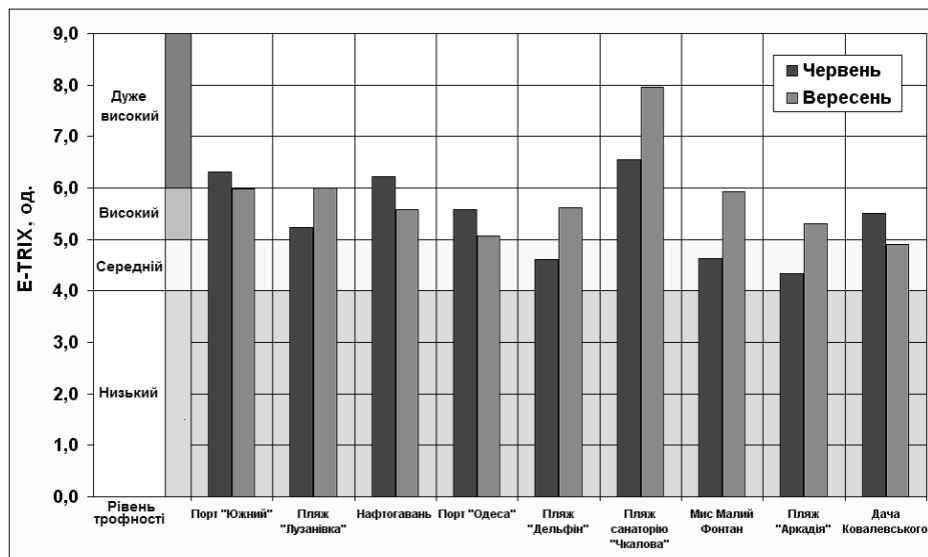


Рис. 4. Значення індексу трофності E-TRIX прибережних вод Одеського регіону ПЗЧМ в червні і вересні 2015 року [7]

За даними багаторічного регулярного екологічного моніторингу, який виконується в зоні віддаленій від промислових районів (мис Малий Фонтан і пляж «Аркадія»), з початку сторіччя спостерігається тенденція до зниження середнього річного рівня трофності вод і поліпшення їх якості в Одеському регіоні.

Якщо на початку сторіччя значення індексу E-TRIX перевищували 6,0 од. і стан трофності вод відповідав «дуже високому» рівню, то в останні п'ять років стан вод відповідає «середньому» рівню трофності, призначення індексу $\leq 5,0$ од., наведено на рисунку 5.

Вміст хлорофілу-а є гарним показником продуктивності вод, ступеню їх трофності і пов'язаний з первинною продукцією фітопланктону. Концентрація хлорофілу-а наряду з біогенними речовинами, киснем та іншими біологічними характеристиками входить до розрахункових формул інтегральної оцінки трофності та якості вод.

До інтегральних показників рівня евтрофованості вод слід віднести хлорофіл-а, а також показники трофності E-TRIX і BEAST.

Великомасштабні просторово-часові зміни вмісту хлорофілу-а в поверхневому шарі Чорного моря розглянуті на основі сезонного просторового розподілу (рис. 6).

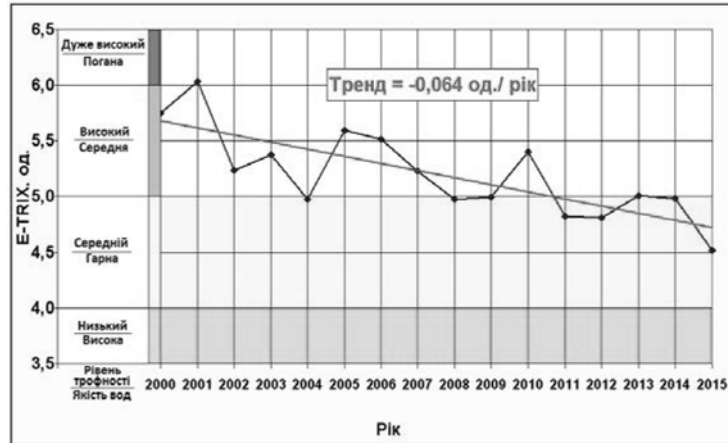


Рис. 5. Багаторічна мінливість трофності та якості прибережних вод Одеського регіону ПЗЧМ за показником індексу E-TRIX[7]

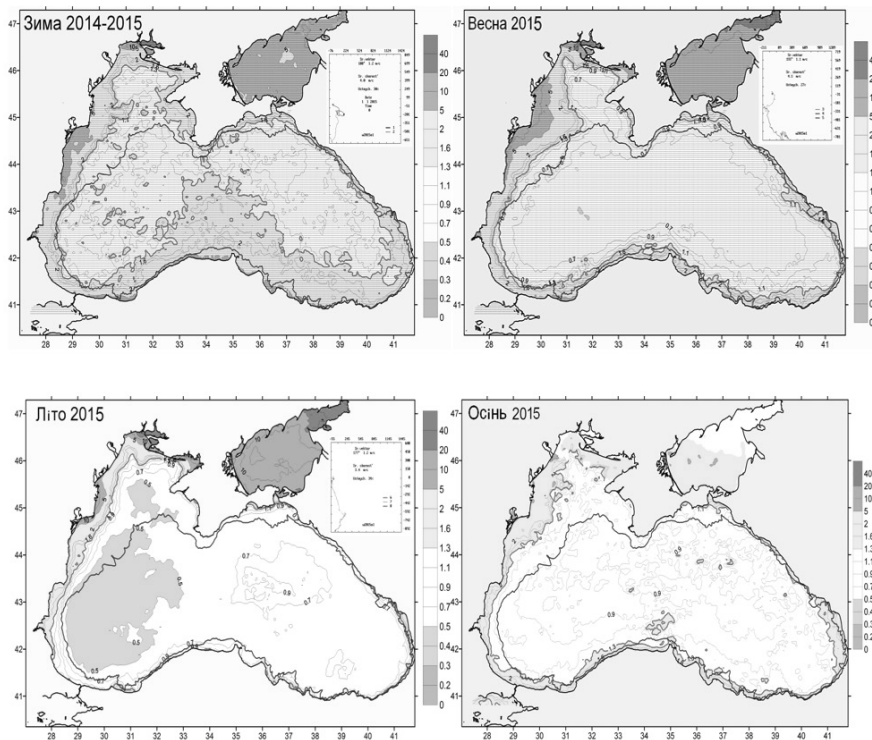


Рис. 6. Вміст хлорофілу-а в поверхневому шарі Чорного та Азовського морів у різні сезони 2015 р., mg/m^3 (за даними супутникових спостережень Aqua NASA, USA з просторовою дискретністю 4 км) [7]

У Чорному морі розподіл хлорофілу-а взимку в поверхневому шарі відкритого моря характеризувався середніми для даного сезону концентраціями від 1,1 мг/м³ до 1,3 мг/м³. У весняний період у ПЗЧМ відзначалося розширення зони евтрофікації від узмор'я Дунаю на схід: від Дунай–Дністровського межиріччя до мису Каліакра та у локальній зоні північніше за лінію Одеса-Тендра концентрації хлорофілу-а досягали від 5 мг/м³ до 15 мг/м³.

У літній період концентрації хлорофілу-а в західній області відкритого моря в середньому були близькі до середніх багаторічних (0,5 мг/м³–0,6 мг/м³), а в центрі східної половини моря мав місто локальний максимум концентрації хлорофілу-а до 1,0 мг/м³. В осінній період в межах відкритого моря середні концентрації хлорофілу-а були на рівні від 0,8 мг/м³ до 1,0 мг/м³, що характерно для осінньо-зимового періоду року. У прибережній зоні західної половини моря область евтрофованих вод не розширилася в порівнянні з літом, а середні концентрації хлорофілу-а в пригирлових районах Дунаю, Дніпра і Дністра були низькими, що зв'язано з низьким стоком річок [13].

Висновки. Таким чином несприятлива ситуація у Одеській затоці зумовлена надходженням значної кількості поллютантів, що перевищують здатність морського середовища до самоочищення. Разом з тим забруднення прибережної смуги моря промисловими та господарчо-побутовими стічними водами обмежує можливість використання морських ресурсів, в тому числі і рибних. Тому оцінка стану морських екосистем, особливо їх найбільш забруднених і вразливих районів залишається вельми актуальною задачею сучасності. На основі отриманих даних регулярного моніторингу стану прибережних вод Одеського регіону можна зробити висновок, що в період 2000–2015 рр. за гідрохімічними показниками, визначається загальна тенденція до зниження середньорічного вмісту фосфатного і загального фосфору та спостерігається тенденція до зниження середньорічного вмісту суми мінерального азоту і підвищення вмісту загального азоту за рахунок його органічної складової.

За гідробіологічними показниками, фітопланктонне угруповання характеризувалося високою продуктивністю в зимовий та літній періоди року, в період масового розвитку динофітових і синьо-зелених водоростей, і низькою продуктивністю у весняний та осінній періоди.

АКТУАЛЬНЫЕ АСПЕКТЫ ЭВТРОФИКАЦИИ ВОД ОДЕССКОГО ЗАЛИВА

*Соборова О. М., кандидат географических наук, ассистент
Одесский государственный экологический университет, olkasobr@gmail.com*

Представлены результаты исследований по основным гидрологическим показателям, которые характеризуют степень эвтрофикации вод Одесского залива Черного моря за последние годы. Определены общие тенденции среднегодового содержания основных биогенных компонентов – фосфатного и общего фосфора, минерального и общего азота. Выявлены причины их колебания, в том числе и за счет органических составляющих. Проведен предварительный анализ первичной биопродуктивности водоема и качества прибрежных вод на основе индекса трофности E-TRIX и содержания хлорофилла-а в поверхностном слое воды.

Ключевые слова: Черное море, Одесский залив, эвтрофикация, первичная биопродуктивность, фитопланктон.

ACTUAL ASPECTS OF ODESA BAY WATER EUTROPHICATION

*Soborova O.M., candidate of geographical sciences, assistant
Odessa State Environmental University*

The research results by the basic hydrological indexes that characterize the degree of the Odesa bay waters eutrophication for the recent years are presented. General tendencies of average annual content of the main biogenic components – phosphatic and general phosphorus, mineral and general nitrogen – are determined. The reasons of their oscillation, including due to organic components are revealed. The preliminary analysis of the water primary bio productivity and offshore waters quality on the basis of trophic index (E-TRIX) and chlorophyll content in the surface waters is conducted.

Key words: the Black sea, the Odesa bay, eutrophication, primary bio productivity, phytoplankton.

ЛІТЕРАТУРА

1. Зайцев Ю.П. Экологичний стан шельфової зони Чорного моря біля узбережжя України. Гідробіологічний журнал. 1992. 28. № 4. С. 3–18 с.
2. Гаркавая Г.П., Богатова Ю.І., Берлінський Н.А., Гончаров А.Ю. Районування Українського сектора північно-західній частині Чорного моря (по гідрофізичним і гідрохімічними характеристиками). Екологічна безпека прибережної та шельфової зон та комплексне використання ресурсів шельфу. Севастополь, 2000. С. 9–24.
3. Зайцев Ю.П., Олександров Б.Г., Мінчева Г.Г. Північно-західна частина Чорного моря: біологія, екологія. Київ: Наукова думка, 2006. 701 с.
4. Орлова І.Г., Павленко Н.Е., Попов Ю.И., Український В.В., Коморін В.Н. Результати досліджень гідролого-гідрохімічного режиму Одеського порту в рамках міжнародного проекту «Глобалласт». Екологічні

- проблеми Чорного моря: Тези доповідей 4-ого міжнародного симпозиуму. Одеса, ОЦНТІ (31 жовтня–2 листопада 2002). 2002. С. 156–161.
5. Матеріали до Національної доповіді про стан навколишнього природного середовища в Україні у 2011 р. Рукопис УкрНЦЕМ. Одеса, 2012 р. 15 с.
 6. Український В.В., Гончаренко М.М. Міжрічні зміни і тенденції в евтрофікації вод Одеського регіону північно-західної частини Чорного моря. Український гідрометеорологічний журнал. 2010. № 7. С.211–219.
 7. Регіональна доповідь про стан навколишнього природного середовища в Одеській області у 2015 році. Рукопис УкрНЦЕМ. Одеса. 2016 р. 13 с.
 8. Лосєва І.Д., Орлова І.Г., Павленко М.Є. Програма державного екологічного моніторингу Чорного і Азовського морів. Причорноморський екологічний бюлетень, грудень 2008. №4 (30). ІНВАЦ. Одеса, 2008. С. 21–53.
 9. Науково-технічний звіт про науково-дослідную роботу «Комплексний моніторинг морської економічної зони України та щорічна оцінка сучасного стану екосистеми Чорного та Азовського морів». Рукопис. УкрНЦЕМ, Одеса, 2006. 139 с.
 10. Лосєва І.Д., Орлова І.Г., Павленко М.Є., Український В.В., Мацокін Л.В., Попов Ю.І., Коморін В.Н. Режимно-довідковий посібник з екологічного стану північно-західного шельфу Чорного моря. Фундаментальні дослідження з найважливіших проблем природничих наук на основі інтеграційних процесів в освіті та науці: Тези доповідей Міжнародної Наукової конференції (Севастополь, 19–24 серпня 2006). Севастополь, 2006. С. 24–35.
 11. Попов Ю.І., Малахов І.В., Матвеев О.В. Дослідження мінливості гідрофізичних характеристик і хлорофілу-А північно-західній частині Чорного моря на основі даних супутникових спостережень. Екологічні проблеми Чорного моря. Одеса: ІНВАЦ. 2010. С. 386–389.