

УДК 504.42

**В.В. Украинский\*** к. з. н., **Н.Н. Гончаренко\*\*** к. з. н.

\* Украинский научный центр экологии моря

\*\* Одесский государственный экологический университет

## МЕЖГОДОВЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ И ТЕНДЕНЦИИ В ЭВТРОФИКАЦИИ ВОД ОДЕССКОГО РЕГИОНА СЕВЕРО-ЗАПАДНОЙ ЧАСТИ ЧЕРНОГО МОРЯ

*На основе данных мониторинга северо-западной части Черного моря выполнена оценка межгодовых изменений степени эвтрофирования вод Одесского региона по показателю индекса E-TRIX. Отмечена тенденция к улучшению качества вод и понижению их трофности до среднего уровня. Представлены результаты межгодовых и внутригодовых изменений абиотических и биотических характеристик эвтрофикации вод исследуемого района. По отдельным зимним съемкам дана оценка пространственного распределения индекса E-TRIX.*

**Ключевые слова:** Черное море, северо-западный шельф, Одесский регион, эвтрофикация, индекс E-TRIX.

**Введение.** Развитие процесса эвтрофикации морских вод, является одним из наиболее неблагоприятных факторов антропогенного воздействия на экологическое состояние морской среды. Его следствия - "цветение" воды в результате увеличения биологической продуктивности фитопланктона, дефицит кислорода (гипоксия) под пикноклином и в придонных слоях шельфовой зоны моря, гибель (заморы) донных и придонных организмов, уменьшение прозрачности вод и др.

Уровень трофности вод Одесского региона северо-западной части Черного моря (СЗЧМ) в основном формируется под влиянием биогенного загрязнения как сточных вод из береговых источников, так и речного стока. Оценки вклада различных источников биогенного загрязнения вод Одесского региона представлены в ряде работ [1,2]. Стремительное развитие процесса эвтрофикации вод северо-западного шельфа Черного моря наблюдалось в 60-80 годы прошлого столетия [3,4]. В современных условиях, на фоне уменьшения концентраций общего фосфора и значительного роста органической формы азота, отмечается стабилизация процессов эвтрофикации и слабая тенденция к их уменьшению [5].

Целью данной работы является оценка межгодовых изменений степени эвтрофикации вод Одесского региона СЗЧМ и современных тенденций в изменении качества вод на основе расчета индекса эвтрофикации.

**Метод и материалы исследований.** Для оценки уровня трофности вод использовался индекс E-TRIX [6], который является интегральным показателем, связанным с характеристиками первичной продукции фитопланктона и с пищевыми факторами (концентрацией питательных биогенных веществ). В расчетную формулу индекса E-TRIX входят следующие показатели экосистемы: концентрация хлорофилла – аналог, заменяющий показатель автотрофной биомассы фитопланктона; отклонение насыщенности кислорода от 100% - индикатор соотношения интенсивности первичной продукции органического вещества и интенсивности его биохимического окисления; концентрации общего фосфора и минерального азота – показатели наличия количества питательных веществ. Преимущество данных показателей входящих в индекс E-TRIX по сравнению с множеством других критериев оценки качества вод также рассматривалось в работе [6]. В расчетной формуле используются стандартные и наиболее часто измеряемые гидрохимические и гидробиологические характеристики морских вод:

$$E - TRIX = [\log(Ch \cdot D\%O \cdot N_M \cdot P_0) + 1,5] / 1,2$$

где Ch – концентрация хлорофилла «а», мкг/л; D%O – отклонение в абсолютных значениях растворенного кислорода от 100% насыщения; N<sub>м</sub> – концентрация растворенных форм минерального азота, мкг/л; P<sub>0</sub> – концентрация общего фосфора, мкг/л.

Индекс E-TRIX изменяется в соответствии с уровнем трофности вод в пределах от 0 до 10, а оценка категорий трофности и состояния качества вод осуществляется по величине индекса (табл. 1).

Таблица 1 – Категории трофности, состояния качества вод и их характеристика в зависимости от значений индекса E-TRIX

Значение E-TRIX	Уровень трофности	Качество вод	Характеристика качества вод
<4	Низкий	Высокое	Высокая прозрачность вод, отсутствие аномалий цвета воды, отсутствие пресыщения и недосыщения растворенного кислорода.
4-5	Средний	Хорошее	Эпизодические случаи уменьшения прозрачности вод, аномалий цвета воды, гипоксии придонных вод.
5-6	Высокий	Посредственное	Низкая прозрачность вод, аномалии цвета воды, гипоксия придонных вод и эпизодические случаи аноксии.
>6	Очень высокий	Плохое	Высокая мутность вод, обширные аномалии цвета воды, регулярная гипоксия на больших пространствах и частая аноксия придонных вод, гибель бентосных организмов.

Для расчета индекса E-TRIX и оценки уровня трофности вод Одесского региона СЗЧМ использовались данные экологического мониторинга, проводимого Украинским научным центром экологии моря (УкрНЦЭМ) в период 1995-2009 гг., исключая 1997 г., в котором наблюдения в данном регионе не проводились. Исследования охватывают область прибрежных вод от порта Южный до порта Ильичевск (рис.1).

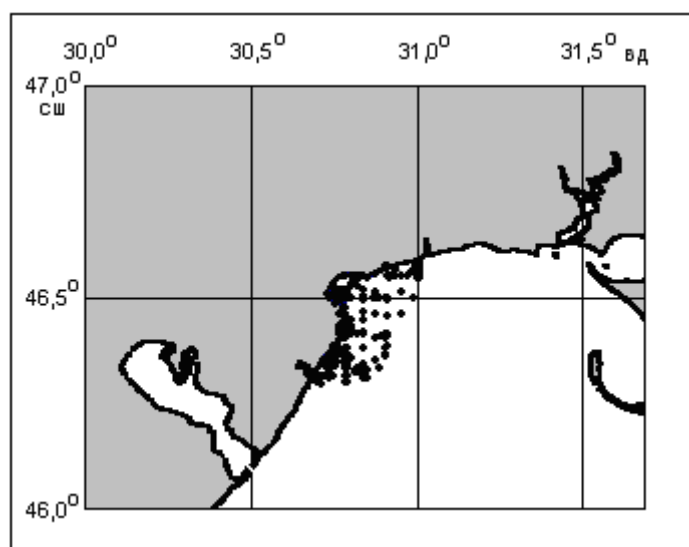


Рис. 1 - Схема района исследований и расположения экологических станций.

Объем наблюдений за указанный период в поверхностном слое составил для кислорода - 992 значения, для общего фосфора - 854 и суммы растворенных минеральных форм азота - 716. Количество наблюдений в отдельные годы изменялось от 10 (1998 г.) до 96 (2008 г.). В годовом цикле максимум наблюдений приходится на теплый период: май-октябрь. После 2000 г. в пространственном распределении преобладали наблюдения на прибрежных экологических станциях. В связи с этим, по данным наблюдений 1995-2000 гг. была выполнена оценка средних характеристик экологического состояния прибрежных вод и более мористых (табл.2).

Таблица 2 – Средние значения химических характеристик вод поверхностного слоя Одесского региона СЗЧМ по данным наблюдений 1995-2000 гг.

Элемент	Ед. измер.	Прибрежные станции	Морские станции	Разность $\Delta$	$ \Delta $ (%)
O <sub>2</sub>	мл/л	6,87	6,77	0,1	1,4
O <sub>2</sub>	%	111,6	110,7	0,9	0,8
pH	ед. pH	8,37	8,41	-0,04	0,5
PO <sub>4</sub>	мкг/л	15,8	13,3	2,5	15,8
P <sub>общ</sub>	мкг/л	47,7	45,6	2,1	4,4
NO <sub>2</sub>	мкг/л	2,3	2,2	0,1	4,3
NO <sub>3</sub>	мкг/л	64,3	48,3	16,0	24,9
NH <sub>4</sub>	мкг/л	55,9	60,4	-4,5	7,4
N <sub>мин.</sub>	мкг/л	122,5	110,9	11,6	9,4
N <sub>общ.</sub>	мкг/л	434	426	8,0	1,8

Наибольшие различия в характеристиках прибрежных и более мористых вод наблюдаются в концентрациях фосфатов и нитратного азота. В прибрежной полосе отмечается относительно повышенное содержание фосфатов и нитратов. Некоторое уменьшение содержания аммонийного азота объясняется повышенной концентрацией фитопланктона и соответственно повышенным потреблением аммония, как более легко усваиваемой растениями формы азота. Для суммы минеральных форм азота и общего фосфора разница не превышает 10% абсолютной величины. Значения концентрации хлорофилла «а» по исследуемому району СЗЧМ определялись по данным спутниковых наблюдений (SeaWiFS 1998-2008 гг., Modis 2002-2009 гг.) с пространственным разрешением 9 км. Значения хлорофилла «а» относились ко всем станциям, соответствующим области квадрата разрешения спутниковых данных.

Предварительно была выполнена проверка применимости индекса E-TRIX для Одесского региона СЗЧМ, которая заключалась в определении диапазона изменчивости биохимических характеристик, входящих в расчетную формулу.

Таблица 3 – Диапазон изменений химико-биологических характеристик вод Одесского региона и диапазон принятый при выводе формулы E-TRIX [6]

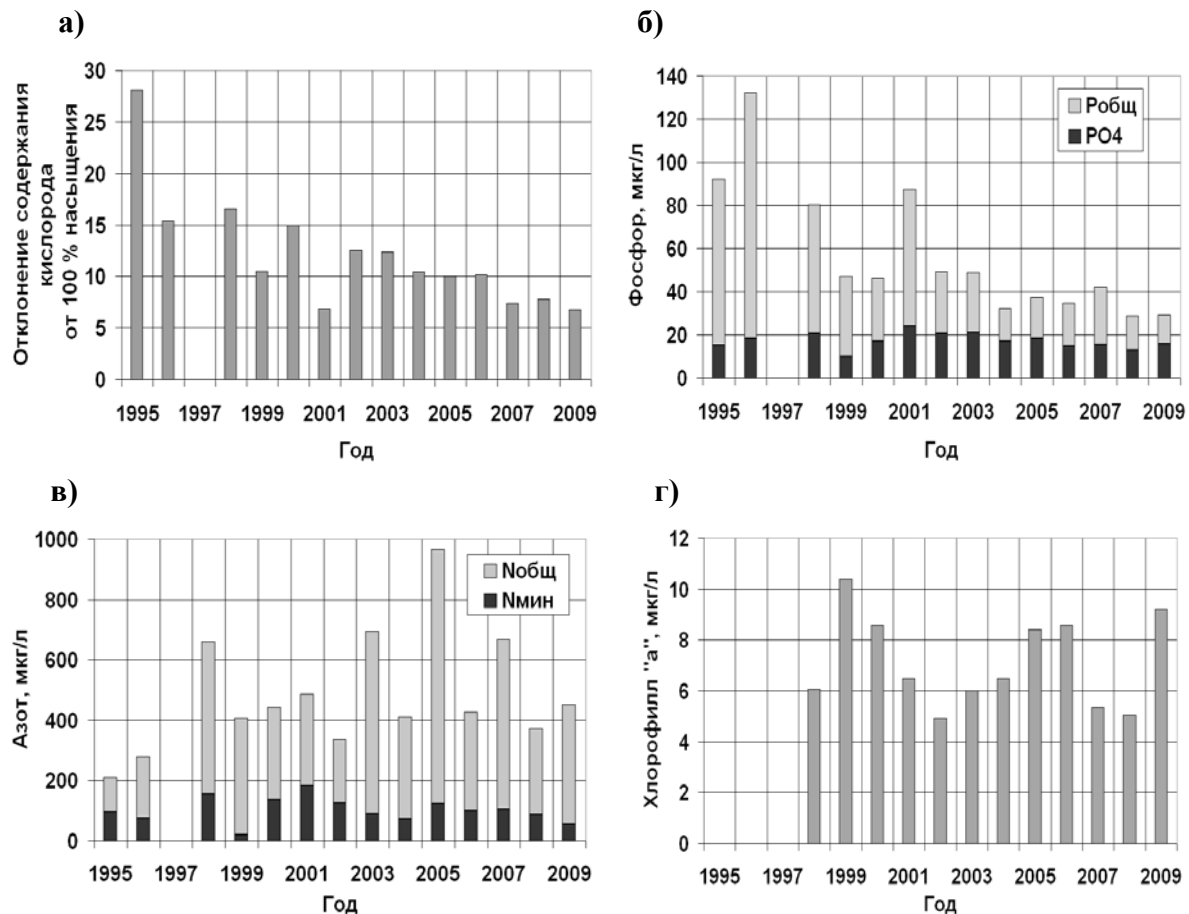
Элемент	Одесский регион					Северо-запад Адриатического моря [6]				
	min	max	log min	log max	$\Delta$ log	min	max	log min	log max	$\Delta$ log
Ch	0,36	46,0	-0,4	1,7	2,1	0,32	316	-0,5	2,5	3,0
D%O	0,1	76,1	-1,0	1,9	2,9	0,1	100	-1,0	2,0	3,0
N <sub>м</sub>	3,5	701	0,5	2,8	2,3	3,2	3160	0,5	3,5	3,0
P <sub>о</sub>	3,0	324	0,5	2,5	2,0	0,32	316	-0,5	2,5	3,0

В целом диапазон изменений ( $\Delta = \log \max - \log \min$ ) характеристик вод для Одесского региона не превышает диапазона принятого в работе [6] и, соответственно, формула с приведенными коэффициентами применима для исследуемого района.

В результате предварительно проведенных методических исследований было установлено, что расчеты индекса E-TRIX выполненные по значениям осредненных характеристик ( $Ch, D\%O, N_m, P_\theta$ ) в среднем на 8 % от абсолютной величины завышают значения индекса, относительно расчетов выполненных по исходным данным с последующим осреднением индекса.

Индексы E-TRIX рассчитывались по данным каждой отдельной экологической станции, далее производилось усреднение индекса по годам и району исследований.

**Результаты исследований и их анализ.** Динамика индивидуальных показателей, определяющих уровень трофности вод Одесского региона СЗЧМ за 15 летний период, представлена на рис.2. Содержание растворенного в воде кислорода и его изменения являются одними из определяющих показателей состояния экосистемы моря.



а – отклонение содержания кислорода от 100 % насыщения; б – минеральный и общий фосфор; в – минеральный и общий азот; г – хлорофилл «а».

Рис. 2 - Динамика средних годовых характеристик состояния вод Одесского региона.

В межгодовых изменениях содержания кислорода наблюдается явно выраженная тенденция к уменьшению его отклонений относительно 100 % насыщения. В последние три года наблюдается и стабилизация средней годовой характеристики  $D\%O$  на уровне 6,7-7,8 %. Отмечается и уменьшение размаха колебаний относительного содержания кислорода, которые в 1995 г. составляли 111 %, а в 2009 г. – 55 %, что характеризует тенденцию к улучшению его режима в поверхностных водах Одесского региона СЗЧМ. Среднее квадратическое отклонение насыщения вод кислородом в 1995-1998 гг. находилось в пределах 16,3-22,7 %, а в 2007-2009 гг. уменьшилось до уровня 8,8-9,9 %.

Наблюдается также и тенденция к уменьшению концентраций общего фосфора, за счет его органической формы. В 90-х годах среднее годовое отношение органической и минеральной формы фосфора изменялось в пределах 2,9-6,1. В современный период с начала 2000 г. отношение органической и минеральной формы фосфора в среднем составляло 1,4. В 2004 и 2009 гг. отмечалось преобладание минеральной формы фосфора над его органической формой, при отношении  $P_{орг}/P_{мин}$  0,9.

В межгодовом ходе общего азота до 2005 г. наблюдалась тенденция увеличения концентраций за счет его органической формы. В последние годы средние концентрации общего азота не превышали среднего многолетнего значения 480 мкг/л. В содержании растворенной минеральной формы азота, начиная с 2001 г., также отмечается тенденция уменьшения его средних концентраций от 183 до 56 мкг/л.

В изменчивости концентрации хлорофилла «а» выраженного тренда не наблюдается, отмечаются колебания с периодом 4-5 лет. Некоторая связь межгодовых изменений концентрации хлорофилла «а» в Одесском регионе СЗШ проявляется со стоком Днепра, при коэффициенте корреляции 0,69 и 5 % -ом уровне значимости 0,50.

Результаты расчета и динамика изменений средних годовых значений индекса E-TRIX представлены на рис. 3.

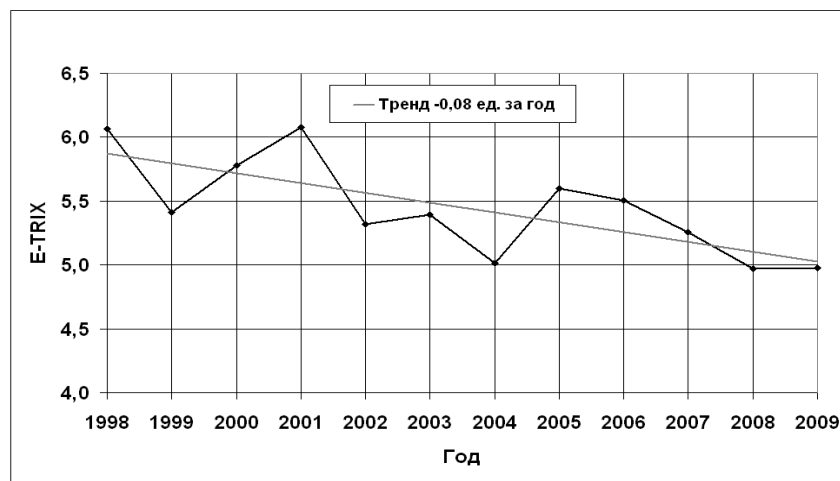


Рис. 3 - Динамика средних годовых характеристик состояния вод Одесского региона.

Очень высокий уровень трофности вод Одесского региона, при значениях индекса  $>6$ , приходится на конец прошлого и начало современного столетия. Эти результаты хорошо совпадают с выполненными ранее оценками по данным экологического мониторинга ОФ ИнБЮМ 1988-1999 гг. [7]. В зависимости от сезона, средние многолетние показатели индекса в этот период изменялись в пределах 5,8-6,2. В современных условиях в Одесском регионе отмечается тенденция к улучшению

качества вод. Так в 2008 и в 2009 гг. средние годовые значения индекса не превышали 5,0, что соответствует «среднему» уровню трофности вод (см. табл.1).

Внутригодовые средние многолетние (2003-2009 гг.) изменения индекса E-TRIX представлены на рис. 4. В годовом цикле уровень трофности вод повышается от зимнего к осеннему периоду года, при среднем значении (2003-2009 гг.) 5,18. На фоне общей тенденции выделяются четыре максимума, которые приходятся на март, май, август и ноябрь. Эти максимумы связаны с периодами активного развития фитопланктона. Повышенные значения численности фитопланктона наблюдаются в марте, мае, июне и ноябре (табл. 4), максимум биомассы фитопланктона (11000 мг/м<sup>3</sup>), в среднем многолетнем (2003-2009 гг.) приходится на август. В годовом ходе характеристики D%O также отмечаются четыре максимума в марте, мае, августе и декабре, что связано с циклами первичной продукции органического вещества. В годовом ходе минеральных форм азота максимумы приходятся на осенне-зимней период (ноябрь-февраль), в результате ослабления процессов развития фитопланктона.

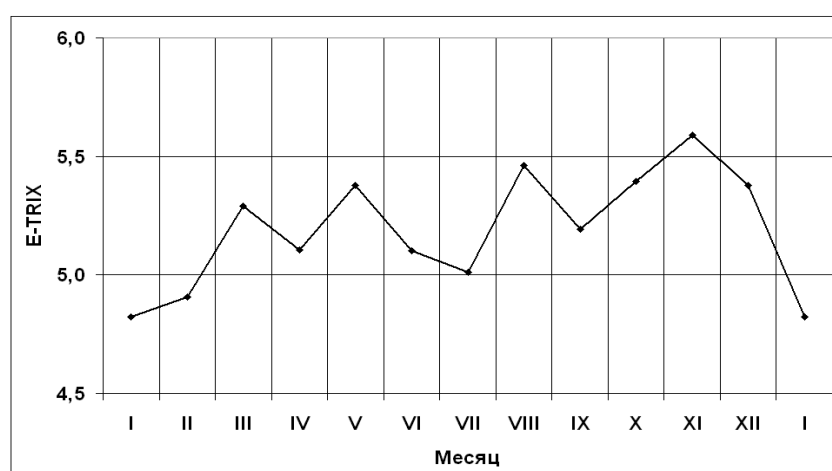


Рис. 4 - Внутригодовые изменения уровня трофности вод Одесского региона (2003-2009 гг.)

Таблица 4 – Внутригодовые изменения средних (2003-2009 гг.) химико-биологических характеристик вод Одесского региона

Элемент	Ед. измерения	Месяц												Год
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
Сh	мкг/л	3,7	3,8	6,38	9,5	10,4	9,0	6,1	7,6	6,9	8,1	8,1	4,1	7,0
D%O	%	3,5	5,2	10,1	8,1	13,0	9,3	9,7	13,6	9,4	8,1	6,9	8,8	8,8
N <sub>м</sub>	мкг/л	116	101	88,9	56,5	52,6	58,9	71,8	78,2	84,5	82,8	110	105	83,8
P <sub>о</sub>	мкг/л	38,7	32,2	37,0	30,2	32,7	28,4	30,0	34,8	32,3	38,0	52,6	50,2	36,1
Fp	млн. кл./м <sup>3</sup>	1284	1787	5259	4817	6001	2550	4616	2765	2515	1074	1686	462	2900

Примечание: Fp – фитопланктон (численность, миллион клеток/м<sup>3</sup>).

Минимум соответствует периоду максимального потребления растворенных минеральных форм азота и наблюдается в мае.

В среднем, изменения концентраций питательных биогенных веществ ( $N_m$ ,  $P_o$ ) зависят от интенсивности их усвоения фитопланктоном и происходят в противофазе относительно изменения концентрации хлорофилла и численности фитопланктона. Коэффициент корреляции годового хода средних месячных значений  $N_m$  и  $Ch$  составляет  $-0,79$  при  $5\%$  уровне значимости  $0,5$ . Максимум концентрации общего фосфора приходится на период осенне-зимней конвекции вод (ноябрь-декабрь) в результате вовлечения придонных слоев с повышенным содержанием  $P_o$  в процессы вертикального обмена вод. Минимум наблюдается в июне, после весеннего периода развития фитопланктона и интенсивного потребления фосфора.

Выполненные оценки относительного вклада индивидуальных характеристик, входящих в расчетную формулу E-TRIX, показали, что в среднем многолетнем (2003-2009 гг.) для вод Одесского региона основной вклад приходится на сумму минеральных форм азота ( $38\%$ ) и общего фосфора ( $32\%$ ). Относительный вклад показателей  $D\%O$  и  $Ch$  равнозначный и составляет  $15\%$ . Следовательно, основным, определяющим уровень эвтрофикации вод, здесь является абиотический фактор - концентрация биогенных веществ, формирующаяся под влиянием речного стока и антропогенных прибрежных источников загрязнения. Во внутригодовом ходе вклад биотических факторов повышается от зимнего к летнему периоду с максимумом  $18-19\%$  в мае (рис. 5). В отдельные годы (2008, 2009 гг.) в мае относительный вклад биотических факторов повышается до  $25-27\%$  и соизмерим с вкладом биогенных веществ. Внутригодовые изменения относительного вклада абиотических факторов естественно происходят в противофазе, максимум  $38-44\%$  приходится на зимний период.

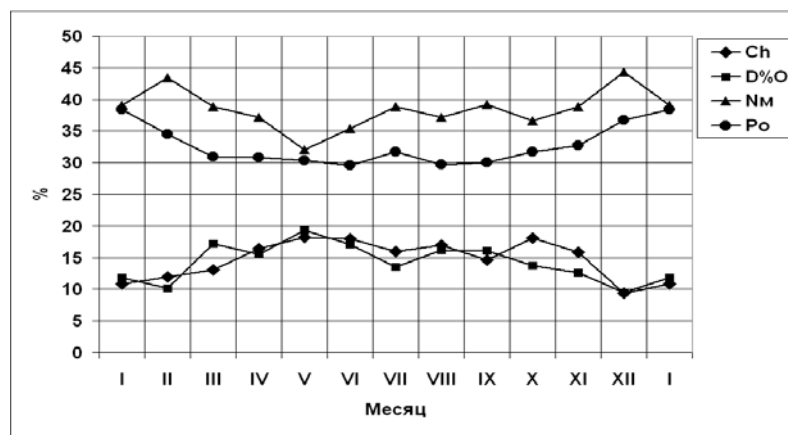


Рис. 5 - Внутригодовые изменения относительного вклада характеристик, определяющих величину E-TRIX для вод Одесского региона (2003-2009 гг.).

Выполненные УкрНЦЭМ в зимний период 2000 г. (15-24 декабря) и 2005 г. (4-13 января) экологические съемки позволяют оценить степень эвтрофикации вод северо-западного шельфа Черного моря и Одесского региона по показателю E-TRIX. Концентрации хлорофилла «а» определялись по спутниковым данным в координатах соответствующих экологическим станциям. Результаты расчетов индекса E-TRIX представлены на рис. 6.

Высокий уровень эвтрофирования вод ( $E-TRIX > 5$ ) наблюдается в приустьевых зонах рек и районе Одесского мегаполиса, что связано с поступлением биогенных веществ с речным стоком и стоком прибрежных антропогенных источников. В Одесском регионе максимальный уровень эвтрофирования вод наблюдается в прибрежной зоне, что указывает на значительный вклад в эвтрофирование вод в этот период антропогенных прибрежных источников. В 2000 г. по степени эвтрофирования

воды Одесского региона СЗЧМ уступали лишь водам приустьевой зоны Дуная, которые характеризовались очень высоким уровнем трофности с индексом E-TRIX > 6.

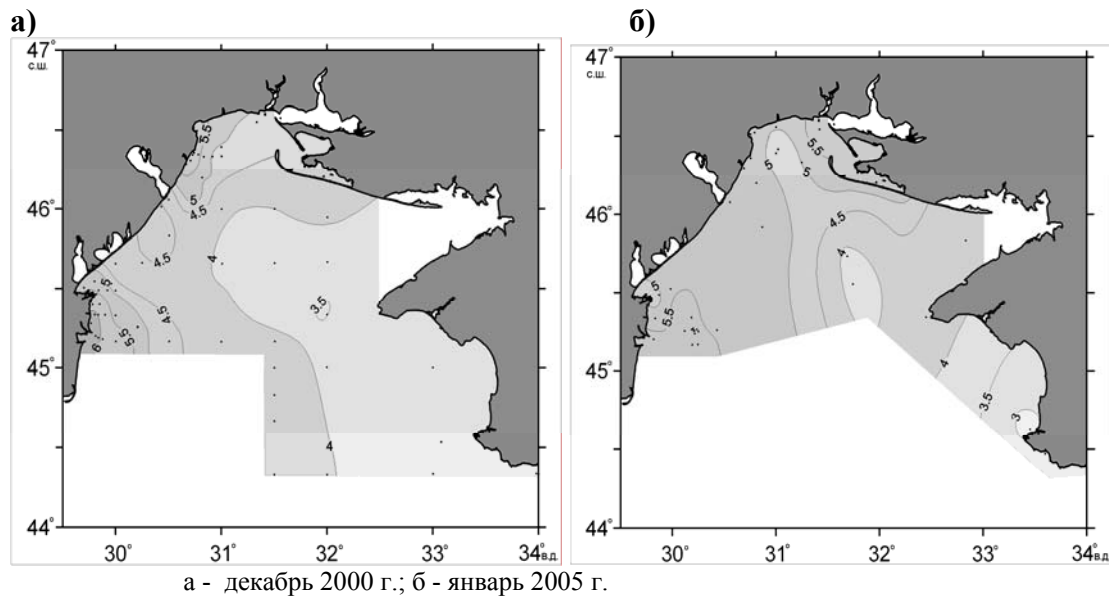


Рис. 6 - Уровень эвтрофирования вод северо-западного шельфа Черного моря по показателю E-TRIX:

Средний и высокий уровень эвтрофирования вод отмечался в западной части шельфа. Воды с индексом E-TRIX > 4 охватывали всю северную и западную область шельфа от Тендровской косы до взморья Дуная. В южной части, в зоне влияния Дуная, эти воды распространялись к востоку до 32° в.д. Воды восточной части шельфа характеризовались низким уровнем трофности (E-TRIX < 4). Относительный минимум индекса трофности вод при значении 3,5 наблюдался западнее полуострова Тарханкут. Для данного района СЗЧМ характерна и относительно высокая прозрачность вод 8-10 м [8].

В 2005 г. отмечается незначительное понижение уровня трофности вод Одесского региона при среднем значении E-TRIX 5,3, относительно 2000 г. (E-TRIX 5,7). Отмечается также понижение уровня трофности вод Дунайского взморья, где индекс E-TRIX в январе 2005 г. не превышал значения 6,0. Однако в восточной части северо-западного шельфа воды с характеристикой среднего уровня трофности (E-TRIX 4-4,5) занимали всю северо-восточную часть и примыкали к полуострову Тарханкут. Наиболее низкий уровень трофности вод СЗЧМ (индекс 2,8) наблюдается на Севастопольском взморье, несмотря на значительное количество в этом районе антропогенных источников загрязнения вод [9].

В целом, общая пространственная структура распределения показателя трофности вод на северо-западном шельфе не изменяется. Уровень трофности вод от «высокого» и «очень высокого» понижается с запада на восток до «среднего» и «низкого» при удалении от устьевых зон рек, сток которых является основным источником эвтрофирования вод северо-западного шельфа Черного моря. В среднем по СЗЧМ показатель трофности вод находится на границе «высокого» и «среднего» уровня (E-TRIX 5,0).

**Выводы.** Межгодовые изменения индекса эвтрофикации E-TRIX, рассчитанные на основе данных многолетнего экологического мониторинга Одесского региона СЗЧМ, свидетельствуют о современной тенденции к понижению трофности вод исследуемой акватории от уровня «очень высокий» до «среднего».

Отмечается тенденция уменьшения концентраций общего фосфора, за счет его органической формы, суммы минеральных форм азота и уменьшения размаха внутригодовых колебаний относительного содержания кислорода.

Во внутригодовом ходе индекс трофности вод повышается от зимнего периода к осеннему, с относительными максимумами, соответствующими максимуму численности фитопланктона (март, май, июль-август, ноябрь). Изменения абиотических и биотических факторов во внутригодовом ходе



происходят в противофазе, что связано с повышенным потреблением биогенных веществ в период интенсивного развития фитопланктона.

Уровень трофности вод западной и восточной части северо-западного шельфа Черного моря значительно отличается. Уровень трофности вод понижается с запада на восток от «очень высокого» до «среднего» и «низкого», по мере удаления от основных источников биогенного загрязнения - устьевых зон крупных рек. Наиболее низкий уровень трофности вод на северо-западном шельфе Черного моря (индекс E-TRIX 2,8) наблюдается в районе Севастопольского взморья.

Несмотря на понижение уровня трофности вод Одесского региона до «среднего», здесь сохраняются условия эпизодического цветения вод, уменьшения их прозрачности и развития процессов гипоксии под пикноклином. В современных условиях массовое цветение синезеленой водоросли *Nodularia spumigena*, при биомассе 200-400 мг/л, и уменьшение прозрачности вод до 0,5 м в прибрежной зоне Одессы наблюдалось в июле 2010 г. [10].

### Список литературы

1. Тучковенко Ю.С., Сапко О.Ю. Оценка вклада антропогенных источников Одесского региона в загрязнение морской среды // Метеорологія, кліматологія та гідрологія. – 2003. - № 47. – С. 130-139.
2. Тучковенко Ю.С., Сапко О.Ю. Оценка вклада речного стока и совокупности антропогенных источников в загрязнение морской среды Одесского региона // Зб. Матеріалів до 5-го Міжнар. Симпозіуму, 30-31 жовтня 2003 р., Одеса / ОЦНТІ, Одеса.- 2003. – С.360-365.
3. Зайцев Ю.П. Самое синее в мире / Нью-Йорк: ООН, 1998. – 142 с.
4. Орлова И.Г., Белевич Р.Р., Попов Ю.И., Украинский В.В., Бондарь С.Б. Динамика гипоксических процессов в придонных водах северо-западного шельфа Черного моря // Океанология. – 1999. – 39(4). – С. 548-554.
5. Лосва І.Д., Орлова І.Г., Павленко М.Ю., Український В.В., Попов Ю.І., Деньга Ю.М. Сучасний екологічний стан Чорного та Азовського морів / Причорноморський екологічний бюлетень. – грудень 2008. - № 4 (30). – С. 26-36.
6. 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 // *Enviromentrics*. – 1998. - № 9. – P. 329-357.
7. Тучковенко Ю.С., Сапко О.Ю. Оценка эвтрофикации вод Одесского региона северо-западной части Черного моря // Вісник Одеського державного екологічного університету. – 2006. – вип. 2. – С. 224-227.
8. Орлова И.Г., Павленко Н.Е., Украинский В.В., Попов Ю.И. Современное состояние эвтрофированности вод северо-западной части Черного моря по результатам многолетнего комплексного мониторинга // Екологічна безпека прибережної і шельфової зон та комплексне використання ресурсів шельфу/ Сб. наук. праць. Вип. 15. НАН України МГІ, ІГН, ОФ ІнБПМ. – Севастополь, 2007. – С. 32-43.
9. Иванов В.А., Овсяный Е.И., Репетин Л.Н., Романов А.С., Игнатьева О.Г. Гидролого-гидрохимический режим Севастопольской бухты и его изменения под воздействием климатических и антропогенных факторов. - Севастополь: МГИ НАН Украины, 2006.- 90 с.
10. Украинский В.В., Ковалишина С.П., Борулько В.И., Сытов В.Н., Неверовский И.П., Грандова М.А., Калошина Н.С. Цветение синезеленых водорослей в Одесском прибрежье (июль 2010 г.)// Вестник Гидрометцентра Черного и Азовского морей. – 2010. - № 1(11) – С. 109-115.

### Міжрічні зміни і тенденції у евтрофікації вод Одеського регіону північно-західної частини Чорного моря. Український В.В., Гончаренко Н.М.

На підставі даних моніторингу північно-західної частини Чорного моря виконана оцінка міжрічних змін ступеню евтрофування вод Одеського регіону за показником індексу E-TRIX. Визначена тенденція до поліпшення якості вод і знижки їх трофності до середнього рівня. Наведені результати міжрічних і внутрішньорічних змін абіотичних і біотичних характеристик евтрофікації вод району досліджень. За окремими зимовими зйомками надана оцінка просторового розподілу індексу E-TRIX.

**Ключові слова:** Чорне море, північно-західний шельф, Одеський регіон, евтрофікація, індекс E-TRIX.

### Interannual changes and trends in the eutrophication of waters of the Odessa region of northwestern part of Black Sea. Ukrayinsky V.V., Goncharenko N.N.

Based on monitoring of the north-western Black Sea the estimation of interannual variations in the degree of eutrophication of the Odessa region in terms of index E-TRIX. Tended to improve water quality and lowering their trophic to the average level. The results of interannual and intra changes in abiotic and biotic characteristics of water eutrophication of the area studied. For some winter shooting assess the spatial distribution of index E-TRIX.

**Key words:** Black Sea, north-western shelf, the Odessa region, eutrophication, the index E-TRIX.