

**ИНТЕГРИРОВАННОЕ УПРАВЛЕНИЕ ТРАНСГРАНИЧНЫМ
БАССЕЙНОМ ДНЕСТРА: ПЛАТФОРМА ДЛЯ
СОТРУДНИЧЕСТВА И СОВРЕМЕННЫЕ ВЫЗОВЫ**

**TRANSBOUNDARY DNIESTER RIVER
BASIN MANAGEMENT: PLATFORM FOR COOPERATION
AND CURRENT CHALLENGES**

*Материалы международной конференции
Тирасполь, 26-27 октября 2017 года*

*Proceedings of International Conference,
Tiraspol, October 26-27, 2017*



Есо-TIRAS
Тирасполь * 2017

**Международная ассоциация хранителей реки Есо-TIRAS
Приднестровский государственный университет
Естественно-географический факультет Приднестровского
государственного университета**

**Eco-TIRAS International Association of River Keepers
Nature and Geography Faculty
of Pridnestrovian State University**

**ИНТЕГРИРОВАННОЕ УПРАВЛЕНИЕ ТРАНСГРАНИЧНЫМ
БАСЕЙНОМ ДНЕСТРА: ПЛАТФОРМА ДЛЯ
СОТРУДНИЧЕСТВА И СОВРЕМЕННЫЕ ВЫЗОВЫ**

**TRANSBOUNDARY DNIESTER RIVER BASIN
MANAGEMENT: PLATFORM FOR COOPERATION AND
CURRENT CHALLENGES**

*Материалы международной конференции
Тирасполь, 26-27 октября 2017 года*

*Proceedings of International Conference,
Tiraspol, October 26-27, 2017*



**Есо-TIRAS
Тирасполь - 2017**

“Интегрированное управление трансграничным бассейном Днестра: платформа для сотрудничества и современные вызовы”, международная конференция (2017; Тирасполь). Интегрированное управление трансграничным бассейном Днестра: платформа для сотрудничества и современные вызовы = Transboundary Dniester river basin management: platform for cooperation and current challenges: Материалы международной конференции, Тирасполь, 26-27 октября 2017 года / Eco-TIRAS, 2017 (Tipogr. “Elan Poligraf”). – 484 p.: fig., tab.

Antetit.: Междунар. ассоц. хранителей реки Eco-TIRAS, Приднестр. гос. ун-т Естественно-географ. фак. Приднестр. гос. ун-та. – Tit. paral.: lb. engl., rusă. – Texte: lb. rom., engl., rusă. – Rez.: lb. rom., engl., rusă. – Bibliogr. la sfârșitul art. – Referințe bibliogr. în subsol.

Рецензенты: *Антоанета Ене*, профессор, доктор хабилитат, департамент химии, физики и окружающей среды Университета Нижнего Дуная, Галац, Румыния
и *Ионел Мирон*, доктор наук, профессор, Университет Александру Ион Куза, Яссы, Румыния

Редактор - Илья Тромбицкий, доктор биологических наук

Научный и редакционный комитет:

Георге Дука, академик, профессор, президент Академии наук Молдовы,
Ион Тодераш, академик, профессор, доктор-хабилитат, директор Института зоологии АН Молдовы,
Елена Зубков, член корреспондент, профессор, доктор-хабилитат, зав. Лабораторией гидробиологии и экотоксикологии Института зоологии АН Молдовы,
Илья Тромбицкий, доктор биологических наук, исполнительный директор Международной ассоциации хранителей реки Eco-TIRAS,
Сергей Иванович Филипенко, кандидат (доктор) биологических наук, доцент, декан Естественно-географического факультета, зав. кафедрой зоологии и общей биологии Приднестровского госуниверситета,
Иван Петрович Капитальчук, кандидат (доктор) биологических наук, доцент, зав. кафедрой физической географии и землеустройства Приднестровского госуниверситета.

Scientific and Editorial Committee:

Gheorghe Duca – academician, prof., dr. hab., president of Academy of Sciences of Moldova;
Ion Toderaș – academician, prof., dr. hab., director of Institute of Zoology, Academy of Sciences of Moldova;
Elena Zubcov, corresponding member, prof., dr. hab., head of laboratory of Hydrobiology and Ecotoxicology, Institute of Zoology, Academy of Sciences of Moldova;
Ilya Trombitsky, PhD in Biology, president of Eco-TIRAS International Association of River Keepers;
Serghei Phylipenko, PhD in Biology, dean, Pridnestrovian State University;
Ivan Kapitalchiuk, PhD in Geography, head of department, Pridnestrovian State University.

The Conference is organized by ‘Eco-TIRAS’ International Association of River Keepers in cooperation with the Nature and Geography Faculty of the Pridnestrovian State University and with support the OSCE Mission to Moldova.

The parallel Dniester River NGO Forum is organized with funding of the Federal German Ministry for Environment, Nature Conservation, Building and Nuclear Safety with the means wizard Advice Environmental protection in the countries of Central and Eastern Europe, Caucasus and Central Asia. It is technically supervised by the German Federal Environment Agency (Umweltbundesamt, UBA).

Содержание и выводы докладов отражают точку зрения их авторов, а не организаторов и спонсоров конференции.

ISBN 978-9975-66-591-9.

© Международная ассоциация хранителей реки Eco-TIRAS, 2017
© Eco-TIRAS International Association of River Keepers, 2017

ТРОФИЧЕСКИЙ СТАТУС ВОД КУЧУРГАНСКОГО ЛИМАНА В 2006-2017 гг.

Н.В.Ковалева, В.И. Мединец, С.В. Мединец

Одесский национальный университет им. И.И. Мечникова

Пер. Маяковского 7, Одесса, 65082, Украина

Тел. (+380487317379); e-mail: n.kovaleva@onu.edu.ua

Summary. Assessment of the Kuchurgany Estuary waters' trophic status was performed using TSI and TRIX indices based on results of the surveys carried out in 2006-2017; concentration of chlorophyll 'a' and bacterioplankton content were also estimated. Practical coincidence of the results of trophic status determination using different methods was shown; this evidenced that practically in all the years the trophic status of waters in the entire estuary did not go below 'eutrophic'. At that, water quality in the northern part of the estuary, where hypertrophic status was generally registered, had always been of the lowest quality. In 2016-2017 significant increase of the estuary waters' trophic status was observed, which showed degradation of its ecosystem quality. Urgent measures are required to restore the Kuchurgany Estuary ecosystem.

Введение

Кучурганский лиман, который располагается на границе Украины и Молдовы, много лет является водоемом-охладителем Молдавской ГРЭС и подвержен интенсивному антропогенному воздействию. Нерегулярная и недостаточная по объему смена воды в водоеме вследствие его зарегулирования, способствовала органо-минеральному загрязнению и нарушению процессов самоочищения воды [1]. Одним из самых сильных проявлений антропогенного воздействия на экосистему лимана является его прогрессирующая эвтрофикация. Для оценки качества водной среды используются как отдельные показатели эвтрофикации (концентрация хлорофилла, содержание бактериопланктона), так и комплексные трофические индексы TSI и TRIX [2,3], которые позволяют проводить сравнительный анализ трофического статуса различных водоемов и делают результаты оценки состояния вод сравнимыми и доступными для понимания широкой общественности.

Региональный центр интегрированного мониторинга и экологических исследований Одесского национального университета имени И.И. Мечникова, начиная с 2006 года, используя методологию Водной Рамочной Директивы ЕС, проводит ежегодные комплексные экологические экспедиции в водоемах Нижнего Днестра, которые включают в себя гидрологические, гидрохимические и гидробиологические исследования водной среды [4-7], отдельные результаты которых использованы в настоящей работе.

Целью настоящего исследования является определение изменений трофического статуса вод Кучурганского лимана в 2006-2017 гг. с использованием индексов TSI и TRIX, а также концентрации хлорофилла *a* и содержания бактериопланктона.

Материалы и методы

В летних экспедициях 2006-2017 гг., которые обычно проводились в июле каждого года, были выполнены отборы проб в трех районах лимана: верховье (станция 1), центральная часть (станция 2) и низовье (станция 3). Всего отобрано и проанализировано 50 проб. Для отбора проб и определения хлорофилла *a*, бактериопланктона, общего азота и фосфора и других характеристик водной среды использовались методы, описанные нами ранее в работах [4-7]. Для оценки трофического статуса вод использованы индексы трофического статуса вод TSI [2] и TRIX [3]. Интервал значений индекса TSI от 0 до 100 включает трофический диапазон от олиготрофных до гипертрофных вод. Шкала индекса TRIX в этом же диапазоне трофности изменяется от 1 до 10. Кроме того, нами использовались также шкала OECD определения трофического статуса озер по содержанию хлорофилла *a* [8] и национальная классификация качества поверхностных вод суши [9], в которой используется показатель численности бактериопланктона.

Результаты и обсуждение

Содержание хлорофилла *a* в летний период 2006-2017 гг. в акватории Кучурганского лимана (рис.1) изменялось в диапазоне от 2,08 до 65,79 мкг/л, который в соответствии с классификацией OECD [8] охватывал три категории трофности вод: мезотрофные (2,5-8 мкг/л), эвтрофные (8-25 мкг/л) и гипертрофные (>25 мкг/л). При этом количество образцов воды отнесенных к вышеперечисленным категориям составляло 24 %, 51 % и 25 % от общего числа всех проб (50) соответственно.

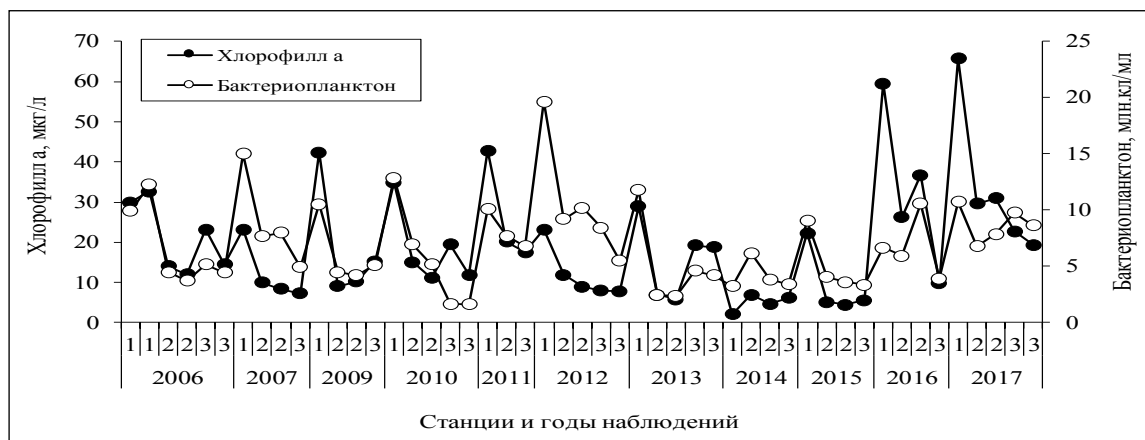


Рис. 1 – Концентрации хлорофилла *a* и численности бактериопланктона в водах Кучурганского лимана в летний период 2006-2017 гг.

Большую часть периода исследований (2006-2010, 2012, 2013, 2015 гг.) средняя концентрация хлорофилла *a* в лимане соответствовала эвтрофному статусу вод (табл. 1). Минимальное содержание хлорофилла *a*, которое соответствовало мезотрофному статусу вод ($5,05 \pm 2,14$ мкг/л), было зарегистрировано нами лишь летом 2014 г. Максимальные концентрации хлорофилла *a*, соответствующие гипертрофному статусу вод, наблюдались в 2011 г. ($26,86 \pm 13,92$ мкг/л), 2016 г. ($31,87 \pm 20,83$ мкг/л) и 2017 г. ($39,38 \pm 17,41$ мкг/л). При этом следует отметить, что в верховьях лимана характерным являлся гипертрофный статус вод, который наблюдался в 2006, 2009-2011, 2013, 2016 и в 2017 гг.

Таблица 1 - Средние значения показателей эвтрофикации вод Кучурганского лимана в летний период 2006-2017 гг.

Год	Хлорофилл <i>a</i> , мкг/л	Численность бактериопланктона, 10^6 кл/мл	Индекс TSI	Индекс TRIX
2006	22,37**	6,54**	62,1**	7,2***
2007	13,46**	9,21***	66,3**	7,8***
2009	22,25**	6,73**	65,8**	8,1***
2010	23,16**	7,16***	73,5***	7,6***
2011	26,86***	8,20***	70,2***	8,4***
2012	14,36**	12,44***	64,8**	7,2***
2013	18,38**	6,29**	65,0**	7,5***
2014	5,05*	4,28**	61,2**	7,6***
2015	10,99**	5,48**	62,1**	7,6***
2016	31,87***	5,51**	70,2***	7,7***
2017	39,38***	9,10***	74,4***	8,2***

Примечание. Соответствие значений трофическому статусу вод:

* - мезотрофные, ** - эвтрофные, *** - гипертрофные и политрофные.

Анализ пространственного распределения хлорофилла *a* по акватории лимана показал, что его концентрации в верховье были выше в 2,4 раза чем в центральной и нижней части (табл.2). Абсолютный максимум концентраций хлорофилла *a* (65,79 мкг/л) за 11 лет исследований зафиксирован в верховье лимана в июле 2017 г. Максимальное отношение (6,0) концентраций хлорофилла *a* в верховьи лимана и его нижней части было зафиксировано в июле 2016 г.

Таблица 2 – Средние значения показателей эвтрофикации на различных участках Кучурганского лимана в летний период 2006-2017 гг.

Часть лимана	Хлорофилл <i>a</i> , мкг/л	Численность бактериопланктона, 10 ⁶ кл/мл	Индекс TSI	Индекс TRIX
Верхняя	34,10	10,87	68,0	8,0
Средняя	14,09	6,00	66,3	7,5
Нижняя	14,02	5,20	66,3	7,7

Вертикальное распределение концентраций хлорофилла *a* по глубине лимана от 1 м до 3,8 м всегда было однородным в средней части и в низовье лимана и у дна составляло 13,74±10,22 мкг/л, а на поверхности 14,06±7,30 мкг/л.

Численность бактериопланктона в Кучурганском лимане менялась от 1,64 млн.кл/мл до 19,64 млн.кл/мл (рис.1), что по классификации [9] охватывало четыре категории трофности вод: мезотрофные (1,6-2,5 млн.кл/мл), эвтрофные (2,6-5,0 млн.кл/мл), политрофные (7,1-10,0 млн.кл/мл) и гипертрофные (>10 млн.кл/мл). Количество образцов воды, отнесенных к указанным категориям, составляло соответственно 8%, 51 %, 20,5% и 20,5 % от общего числа проб. В отличие от хлорофилла *a*, по критерию численности бактериопланктона воды лимана реже соответствовали мезотрофному статусу и чаще были политрофными и гипертрофными. Минимальная численность бактерий, которая соответствовала эвтрофному статусу вод, регистрировалась в июле 2006, 2009, 2013, 2016 гг. (табл.1). Политрофный и гипертрофный статус вод был зафиксирован в 2007, 2010-2012 и 2017 гг. (табл.1). Для пространственного распределения бактериопланктона, как и для хлорофилла, было характерно превышение в 2 раза его численности в верховьи лимана по сравнению с низовьем. В большинстве наблюдений (64 %) воды верховья по численности бактерий и концентрации хлорофилла *a* относилось к гипертрофным (табл.2). Вертикальное распределение численности бактериопланктона было практически равномерным, о чем свидетельствует совпадение средних значений для поверхностного и придонного слоев воды.

Трофический индекс TSI, градации значений которого 40-50, 50-70 и >70 соответствуют мезотрофному, эвтрофному и гипертрофному статусу вод соответственно, в июле 2006-2017 гг. (рис. 2) изменялся от 57,4 до 76,4 и характеризовал воды Кучурганского лимана как эвтрофные (69%) и гипертрофные (31%).

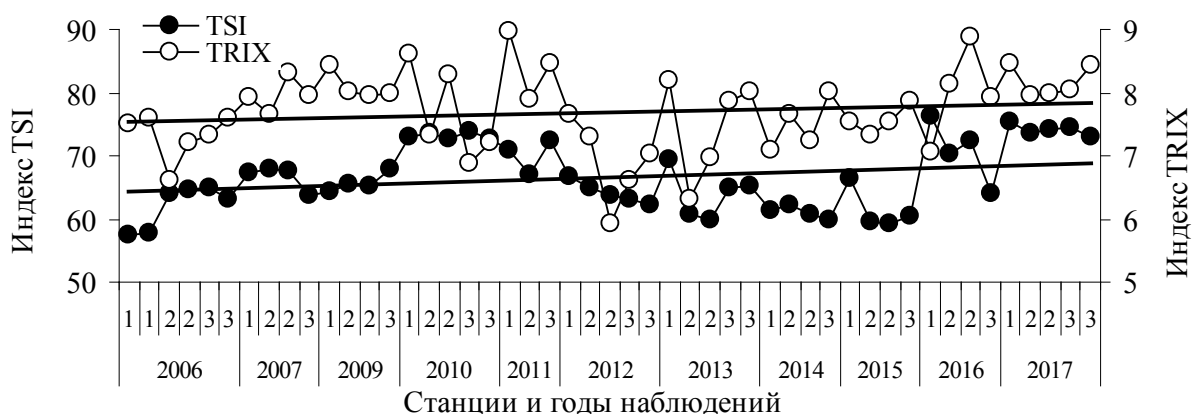


Рис. 2 - Распределение трофических индексов TSI и TRIX в водах Кучурганского лимана в летний период 2006-2017 гг.

Гипертрофный статус вод (TSI=70-80) для всего лимана наблюдался в 2010-2011 гг. и в 2016-2017 гг. (табл. 1). При этом в водоеме наблюдалось реальное интенсивное развитие микроводорослей и бактерий, и он не отвечал критериям рекреационного использования [2]. В свою очередь эвтрофный статус вод (TSI=50-60), который допускает рекреационное и бытовое использование вод был зарегистрирован лишь в 14 % наблюдений на отдельных участках лимана. В летний период 2006-2009 гг. и 2012-2015 гг. TSI находился в диапазоне 60-70, при котором воды не рекомендуются для использования в рекреационных и бытовых целях [2].

Для пространственного распределения TSI характерна тенденция, отмеченная в распределении хлорофилла *a* и бактериопланктона. Максимальные значения индекса TSI, достигавшие 75,4-76,4, были характерны для вод верхней части лимана, где в среднем за весь период наблюдений, трофический индекс составил 68,0. В то же время в средней и нижней частях лимана индекс TSI составлял 66,3.

Анализ значений трофического индекса TRIX (рис. 2) показал, что он изменялся в диапазоне от 6 до 9 и в соответствии с классификацией морских прибрежных вод и эстуариев, характеризовал воды Кучурганского лимана как гипертрофные, которые по качеству в течение всего периода исследований являлись

плохими. Максимальные значения индекса TRIX фиксировались в 2010-2011 гг. в верховье лимана, где они достигали значений (8,6-9,0). Средние по акватории значения TRIX были очень близки по значению и в течение всего периода наблюдений изменялись в пределах от 7,2 (2006 г.) до 8,4 (2011 г.), соответствуя гипертрофному статусу вод.

Обобщая изменения показателей эвтрофикации за исследованный период надо отметить увеличение содержания хлорофилла *a* и трофического индекса TSI, которые достигли наивысших значений в последние два года и указывают на тенденцию возрастания трофического статуса лимана, т.е. ухудшения качества вод.

Сопоставление трофических индексов TSI и TRIX, рассчитанных для вод Кучурганского лимана и Днестровского лимана [10] показало, что диапазон их колебаний и средние значения совпадают, соответствуя статусу вод, которые не рекомендуются для использования в рекреационных и бытовых целях. В то же время трофический индекс TSI для Кучурганского лимана был выше, чем для реки Днестр [11].

Анализ статистических взаимосвязей между индексами (индикаторами) трофического статуса вод лимана и такими характеристиками как содержание кислорода, общего азота и фосфора (табл. 3) показал высокие значимые положительные корреляционные взаимосвязи.

Таблица 3 – Коэффициенты корреляции трофических индексов и параметров водной среды Кучурганского лимана

Параметры	Хлорофилл <i>a</i>	Бактериопланктон	Индекс TSI	Индекс TRIX
Хлорофилл <i>a</i>	-	0,53***	0,56***	0,42**
Бактериопланктон	0,53***	-	0,24*	0,33*
TSI	0,56***	0,24*	-	0,41**
TRIX	0,42**	0,33*	0,41**	-
Прозрачность	-0,50***	-0,44***	-0,74***	-0,33*
Кислород	-0,27*	-0,32*	-0,01	-0,55***
Общий фосфор	-0,05	-0,24*	0,53***	0,19
Общий азот	0,15	0,17	0,18	0,50***

Примечание. Уровень значимости: * - 0,1, ** - 0,01, *** - 0,001

Наиболее высокие коэффициенты парных корреляций для хлорофилла *a* наблюдались с бактериопланктоном, а также с трофическим индексом TSI. Для индекса TRIX наиболее тесные взаимосвязи были зафиксированы с содержанием кислорода и общего азота. Следует отметить, что для индекса TSI значимая тесная взаимосвязь наблюдалась с содержанием общего фосфора.

Обращает на себя внимание такая характеристика, как прозрачность воды, для которой зафиксированы тесные значимые отрицательные корреляционные взаимосвязи со всеми индексами и индикаторами трофического статуса вод. Этот факт позволяет нам в дальнейшем для оценки качества вод лиманов использовать прозрачность воды в качестве косвенного индикатора качества вод, т.к. чем прозрачнее воды, тем выше качество водной среды в лимане.

Выводы

В заключение можно сделать вывод о том, что результаты оценки трофического статуса вод Кучурганского лимана различными методами свидетельствуют о его кризисном состоянии, причем в последние годы качество вод лимана существенно ухудшилось. По нашему мнению для восстановления хорошего экологического состояния лимана необходимо разработать межгосударственную программу, в основу которой должны быть положены принципы и методология Водной рамочной директивы ЕС.

Исследование выполнено в рамках научно-исследовательского проекта «Определить источники и роль азотной нагрузки в эвтрофикации водных экосистем Нижнего Днестра и Черного моря», который финансируется Министерством образования и науки Украины в 2017-2019 гг. Авторы благодарят к.б.н. Снигирева С.М. и других сотрудников Регионального центра ОНУ имени И.И. Мечникова, которые на протяжении 2006-2017 гг. проводили экспедиционные исследования и отбор проб в Кучурганском лимане.

Список использованной литературы

1. Филипенко С.И. Экологические проблемы Кучурганского водохранилища // Геоэкологич. и биоэкологич. пробл. Сев. Причерноморья. Мат. V Междунар. научно-практ. конф. 14 нояб. 2014 г. – Тирасполь: Изд-во ПГУ, 2014 – С. 283-286.
2. Carison R.E. A trofic state index for lakes / *Limnology and Oceanography*. 1977, 22. – P. 361-369.
3. Vollenweider R.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/ Vollenweider R.A., Giovanardi F., Montanari G., Rinaldi A // *Environmetrics*. – 1998. - № 9. - P. 329-357.
4. 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 / Мат. Междунар. конф. Кишинев, 2-3 октября 2008 г. Chisinau: Eco-TIRAS, 2008. – С. 192-195.

5. Ковалева Н., Медінець В., Снігірев С., Дерезюк Н. Оценка качества вод водных объектов Нижнего Днестра/ Мат. Міжнар. конф. «Міжнародна співпраця і управління транскордонним басейном для оздоровлення річки Дністер», Одеса, 30 Вересня-1 Жовтня 2009, Одеса, 2009. – С. 131-135.
6. Ковальова Н.В., Медінець В.І., Конарева О.П., Снігірьов С.М., Медінець С.В., Солтис І.Е. Гідроекологічний дослідницький моніторинг басейну Нижнього Дністра: Наук. зап. Теплоп. нац. пед. ун-ту ім. В.Гнатюка. Сер. Біол., Спец. вип.: Гідроекологія. – 2010. – № 3(44). – С. 113-116.
7. Ковалева Н.В., Медінець В.І., Конарева О.І., Медінець С.В. Интегральная оценка трофического состояния водных объектов дельтовой части Днестра//Мат. Третьей Межд.науч.конф. «Совр. проблемы гидроэкологии. Перспективы, пути и методы решения» (Херсон, 17-19 мая 2012 г.), Херсон: 2012, - С. 198-201.
8. OECD (Organisation for Economic Cooperation and Development). Eutrophication of Waters, Monitoring, Assessment and Control. Paris, OECD, 1982.
9. Методика екологічної оцінки якості поверхневих вод за відповідними категоріями. В.Д. Романенко, В.М. Жукинський, О.П. Оксіюк, та ін., - К.: СИМВОЛ-Т, 1998. - 28 с.
10. Ковалева Н.В., Медінець В.І. Оценка современного состояния вод Днестровского лимана с использованием трофических индексов TSI и TRIX / Мат. Всеукр. наук.-практ. конф. «Лимани північно-західного Причорномор'я: актуальні гідроекологічні проблеми та шляхи їх вирішення», 12-14 вересня 2012 р., Одеса: Одеський державний екологічний університет, 2012. – с. 94-97.
11. Медінець В.І., Ковальова Н.В. Оцінка трофічного стану водоймищ дельтової частини Дністра з використанням індексу TSI: тези докл. VII – междунар. научно-практ. конф. «Эколого-экономические проблемы Днестра», г. Одесса. 7-8 окт. 2010 г. – С.45.