

**ПРОСТРАНСТВЕННАЯ
ВАРИАбельНОСТЬ УРОВНЯ
ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО ОБМЕНА
ГРЕБНЕВИКА MNEMIOPSIS LEIDYI
В ЧЕРНОМ МОРЕ**

*Н.И. Минкина,
Э.З. Самышев*

Институт биологии южных морей
НАН Украины
г. Севастополь, пр. Нахимова, 2
E-mail: niminkina@yandex.ru

Рассмотрены факторы, определяющие вектор и уровень физиологического «отклика» гребневика мнемипсиса в ходе сезонной сукцессии планктона в Черном море. Ингибирование энергетического обмена (ЭО) особенно выражено у молоди и половозрелых особей в загрязненных районах. Повышенные значения уровня ЭО характерны для молоди в продуктивных по планктону зонах и для половозрелых особей в зонах активного размножения

Введение. Ранее [6] нами был разработан метод биологического мониторинга популяций зоопланктона на основании оценки пространственной изменчивости уровня их энергетического обмена (ЭО) в условиях гетерогенной среды. Выявляемая с помощью этого метода пространственная изменчивость ЭО у отдельных групп зоопланктона (ракообразных, желетельных, личинок рыб и т.п.) может служить показателем уровня ингибирующего влияния на них негативных факторов среды, в том числе загрязнения, и дать представление о масштабности этого явления на исследуемой акватории.

В настоящей работе нами с использованием этого метода и с привлечением результатов синхронно выполненных гидрологических, токсикологических и гидробиологических исследований, в которых мы принимали участие, произведен анализ пространственной изменчивости ЭО молоди и половозрелых особей гребневика *Mnemiopsis leidyi* в связи с наиболее вероятными факторами, наблюдавшимися в ходе сезонной сукцессии планктона на акватории Черного моря.

Методы и материалы исследований.

Материалом для построения полей пространственной вариабельности уровня ЭО послужили результаты экспериментов

с половозрелыми особями и молодью *M. leidyi* в ходе двух выполненных по единой сетке станций комплексных сезонных съемок на судах Украинского научного центра экологии моря (УкрНЦЭМ, г. Одесса) в северной половине Черного моря, охвативших экономзоны Украины, России и Грузии (в 58 рейсе НИСП «Г. Ушаков» в мае 1992 г. и 61 рейсе НИСП «Э. Кренкель» в сентябре 1992 г.) [4]. Методика экспериментов подробно описана в работе [7].

Впервые была определена зависимость интенсивности дыхания мнемипсиса от плотности посадки особей в респирометры. С учетом этой зависимости, после приведения данных к одной температуре - 23°C (в мае опыты выполнялись при 14°C), для выбранной базовой величины плотности посадки (100 мг сухого веса л⁻¹) были рассчитаны суточные тренды интенсивности дыхания для трех модальных классов этого гребневика (личинок от 0,55 до 5 мм, молоди и взрослых особей длиной 7,7-20 мм и 20-47 мм) на всем полигоне, используя данные, полученные весной и осенью [7]. Напомним, что метод биологического мониторинга предполагает последовательное исключение составляющих вариабельности измеряемых величин дыхания, связанных с условиями эксперимента. Влияние конкретной океанографической ситуации на состояние сообщества описывается оставшейся компонентой изменчивости интенсивности метаболизма организмов данной видовой принадлежности. Среднесуточная величина энергетического обмена вида, рассчитываемая по тренду, принимается за «норму». Ряды величин отклонений от полученной «нормы», рассчитанные в узлах сетки станций, служат для построения полей распределения этого параметра, что позволяет выполнять их анализ и согласование с другими океанографическими и токсикологическими характеристиками.

Исходные данные для построения карт пространственной изменчивости уровня ЭО указанных модальных классов мнемипсиса приводятся в [6, табл. 1,2]. Для анализа использованы материалы УкрНЦЭМ [5,8] по загрязнению верхнего перемешанного слоя вод моря. При построении карт нами использованы данные лишь по тем поллютантам, концентрации которых превышали значения ПДК, а также данные по содержанию ДДТ. Следует напомнить, что присутствие ДДТ в рыбохозяйственных водоемах вообще недо-

пустимо.

Результаты и обсуждение. Известно, что структура скоплений мнемнопсиса испытывает существенные сезонные колебания [2]. Период исследований интересен тем, что в экосистему Черного моря еще не внедрился другой хищный гребневик-иммигрант – *Beroe ovata*. Нам удалось захватить диаметрально противоположные состояния популяции мнемнопсиса: от внезапной депрессии в марте-июле 1992 г. с доминированием младших возрастных групп и минимальной численностью над шельфом северо-западной части моря (СЗЧМ) (по оценкам [4] запас в северной половине моря составлял 4-16 млн. т) до мощной вспышки численности этого гребневика, связанной с активным размножением в мелководных районах моря. Численность его в СЗЧМ в сентябре достигала 1-2 тыс. экз. м⁻², а запас на исследованной акватории моря – 39 млн. т.

В январе-феврале 1993 г. последовало снижение запаса гребневика до 10 млн. т.

На рисунках 1 и 2 приведены полученные нами карты полей отклонений от «нормы» (в % по отношению к ней) величин интенсивности энергетического метаболизма, измеренных в различных узлах сетки полигона и преобразованных согласно нашему методу.

В мае (при очень низкой численности мнемнопсиса) наблюдалось ингибирование уровня ЭО у его половозрелых особей на всем полигоне с минимумами в приустьевом районе Дуная (на 100%), на свале глубин в антициклоническом образовании в Каламитском заливе (на 100%) и в прибрежной части Кавказского побережья между Туапсе и Сочи (на 120%). По-видимому, ингибирование депрессивной, ослабленной популяции усугубилось комплексным загрязнением, наибольший уровень которого наблюдается в СЗЧМ, прибрежной зоне восточной части моря и южнее Керченского пролива (рис.1). Только в дивергентной зоне открытой части моря южнее Крыма [1] выявлена практически «норма» уровня ЭО у половозрелых крупных гребневиков (-2%). Но именно в открытых районах моря, в основном в продуктивных зонах над свалом глубин, сохраняется после массового не-

реста популяция в виде редких, но крупных половозрелых особей [4].

В условиях мощной вспышки численности в сентябре (пик размножения) наблюдались обширные зоны повышенного уровня ЭО личинок мнемнопсиса в мелководной СЗЧМ и пониженного - в глубоководной части моря (рис. 2 Б). Максимум наблюдался в приустьевом районе Днепра (+15%), практически «норма» - в прибрежной части Кавказского побережья между Туапсе и Сочи (-3%). В этих районах содержание ДДТ в верхнем перемешанном слое воды было минимальным на полигоне (рис. 2), а содержание нефтеуглеводородов было близким к ПДК [3]. Повышенные концентрации меди (до 2 ПДК) и цинка (до 15 ПДК) в СЗЧМ не вызвали ингибирования уровня ЭО у молоди этих желетелых. Высокие отрицательные отклонения были приурочены к дивергентной зоне открытой части моря (-80%) и глубоководной области моря на юго-востоке (-40%). Несомненно, здесь на растущую популяцию гребневика сильное ингибирующее влияние оказывало наличие в воде максимальных концентраций ДДТ.

В сентябре у половозрелых особей мнемнопсиса области повышенного уровня ЭО зарегистрированы в районах активного нереста [4]: от распресненных вод у Керченского пролива (от +90%) до прибрежных районов северокавказского побережья у устьев рек (до +10%) (рис. 2 А). Минимумы уровня ЭО наблюдались над свалом глубин у Крымского побережья мористее Феодосии и в дивергентной зоне центральной части моря (-90%), где сказалось ингибирующее влияние максимальных на полигоне концентраций нефтеуглеводородов в поверхностном микрослое (до 16 ПДК) [3].

Массовый нерест мнемнопсиса на мелководье СЗЧМ начался раньше из-за более раннего прогрева воды. Окончание вспышки сопровождается усиленной гибелью отнерестивших особей [4]. В СЗЧМ минимумы уровня ЭО половозрелых особей зарегистрированы в приустьевых районах Днепра (-70%) и Дуная (-60%), где были выявлены максимальные концентрации свинца в воде (до 26 ПДК) (рис. 2), вероятно игравшего доминирующую роль в негативном воздействии на ослабленную отнерестившуюся часть популяции гребневика в этом районе.

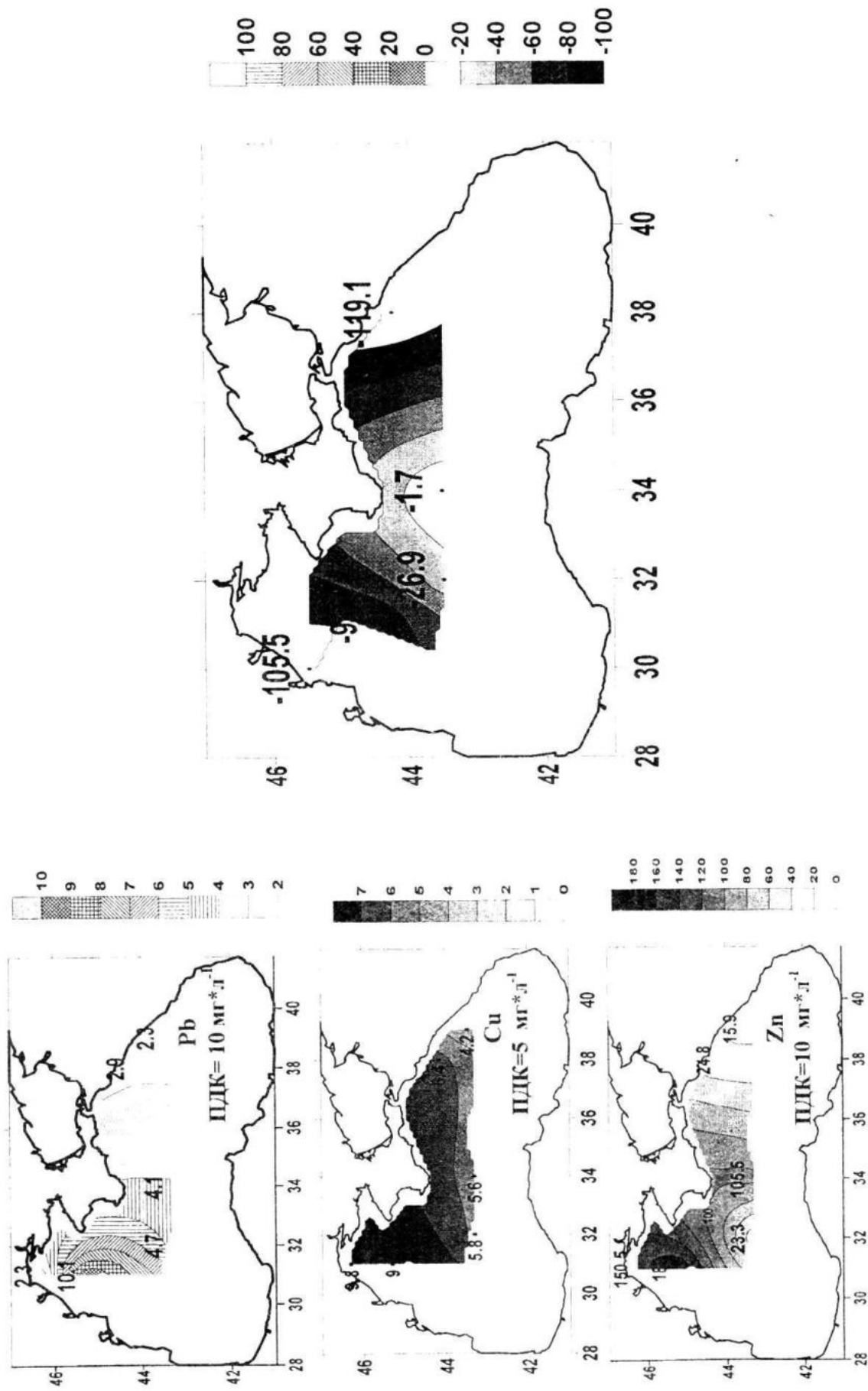


Рисунок 1 – Загрязнение верхнего перемешанного слоя моря тяжелыми металлами (слева) и пространственная неоднородность уровня ЭО половозрелых особей мнемнопсиса (справа) в мае 1992 г.

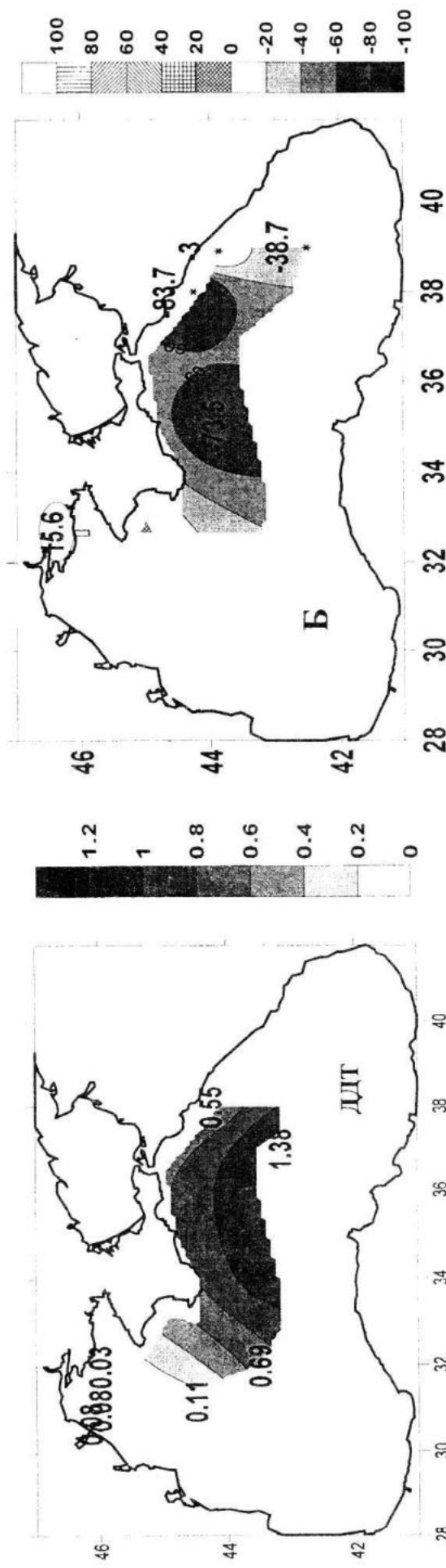
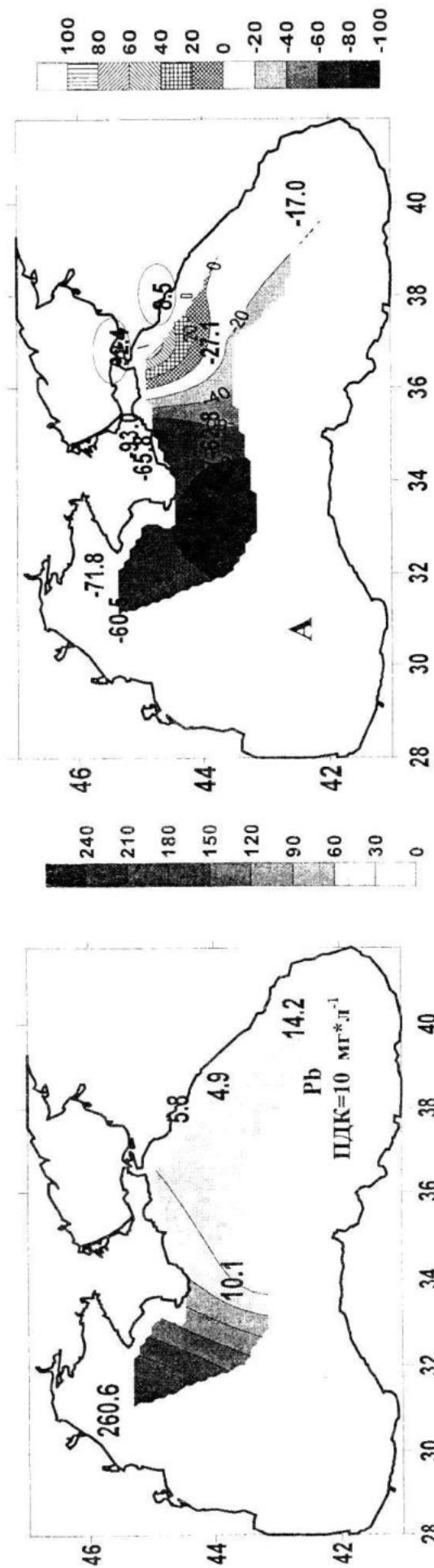


Рисунок 2 – Загрязнение верхнего перемешанного слоя моря свинцом и ДДТ (слева) и пространственная неоднородность ЭО половозрелых особей (А) и личинок мнемипосиса (Б) в сентябре 1992 г. Обведены положительные отклонения уровня ЭО от «нормы»

Заключение. Совместный анализ полей распределения абиотических характеристик среды северной половины Черного моря весной и осенью 1992 г. («до береговой период»), структурных параметров планктонного сообщества и отклонений уровня ЭО популяций мнемипсиса от статистической «нормы» позволил выявить основные факторы, определяющие характер и уровень физиологического «отклика» молоди и половозрелых особей этого гребневика на комплекс изменений, происходящих в среде и в ходе сезонной сукцессии планктона. Таковыми являются кормовые условия, орографический фактор, активность процесса размножения популяции и уровень загрязнения среды.

В заключение следует сказать (и мы это осознаём), что сопоставление значений отклонений уровня ЭО гидробионтов с распределением отдельных загрязнителей позволяет усматривать лишь наиболее выраженную связь в изучаемом явлении. При этом остаётся неизвестной роль других загрязнителей, содержащихся в воде в допустимых концентрациях и в сумме могущих соответствовать роли доминирующего поллютанта. В связи с этим предлагаемый нами метод биологической индикации, вероятно, является наиболее универсальным для интегральной оценки экологического состояния того или иного района водоёма.

Литература

1. В.Т. Георгиев, С.А. Герасимов, Ю.И. Попов. Гидродинамическое состояние открытых вод северной половины Черного моря в 1992-1993 гг. // Исследование экосистемы Черного моря: Сб. науч.тр. (Министерство охраны окружающей природной среды Украины, Укр. науч. Центр экологии моря). – Вып.1. – Одесса, 1994. – С. 17–23.
2. Л.Н. Грузов, П.В. Люмкис, Г.В. Нападковский. Исследования пространственно-временной структуры планктонных полей северной половины Черного моря в 1992-93 гг. // Там же. – С. 94–127.
3. Ю.М. Деньга, Ю.В. Зарубин, Б.О. Трескунов. Загрязнение Черного моря нефтью и нефтепродуктами // Там же. – С. 24–29.
4. В.И. Мединец, Л.Н. Грузов, И.Г. Орлова, В.Н. Василева, Ю.И. Попов. Исследование годового цикла основных элементов экосистемы северной части Черного моря // Там же. – С. 12–16.
5. В.И. Мединец, А.А. Колосов, В.А. Колосов. Токсичные металлы в морской среде // Там же. – С. 47–53.
6. Н.И. Минкина. Пространственная вариабельность уровня энергетического обмена зоопланктона (методика оценки) // Системы контроля окружающей среды. Средства, модели и мониторинг: Сб. науч. трудов МГИ НАНУ. – Севастополь, 2007. – С. 318–324.
7. Н.И. Минкина, Е.В. Павлова. Суточные изменения интенсивности дыхания гребневика *Mnemiopsis leidyi* в Чёрном море // Океанология. – 1995. – Т.35, № 2. – С. 241–245.
8. И.Г. Орлова. Хлорированные углеводороды в экосистеме Черного моря // Исследование экосистемы Черного моря: Сб. науч.тр. (Министерство охраны окружающей природной среды Украины, Укр. науч. Центр экологии моря). – Вып.1. – Одесса, 1994. – С. 36–46.