

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ РЫБНОГО ХОЗЯЙСТВА УКРАИНЫ  
ЮЖНЫЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ  
МОРСКОГО РЫБНОГО ХОЗЯЙСТВА И ОКЕАНОГРАФИИ  
(ЮгНИРО)  
КЕРЧЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ МОРСКОЙ  
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
(КГМТУ)  
КЕРЧЕНСКИЙ ГОРОДСКОЙ СОВЕТ  
ВОСТОЧНОЕ ОТДЕЛЕНИЕ КРЫМСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

# **СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ ЭКОЛОГИИ АЗОВО- ЧЕРНОМОРСКОГО РЕГИОНА**

Материалы  
IV Международной конференции  
8-9 октября 2008 г.

УДК 574.5(262.5+262.54)

Главный редактор:  
кандидат географических наук  
**Б. Н. Панов**

Редакционная коллегия:  
доктор биологических наук **Е. П. Губанов**  
доктор биологических наук **А. П. Золотницкий**  
доктор географических наук **В. А. Брянцев**  
кандидат географических наук **Б. Г. Троценко**  
кандидат биологических наук **В. А. Шляхов**  
**А. А. Солодовников**  
**В. Н. Туркулова**  
**Н. А. Лебедева**

**Современные проблемы экологии Азово-Черноморского региона:** Материалы IV Международной конференции, 8-9 октября 2008 г., Керчь, ЮгНИРО. — Керчь: Изд-во ЮгНИРО, 2008. — 191 с.

Рассмотрены экологические аспекты состояния биоресурсов Черного и Азовского морей, вопрос происхождения крупной ставриды, распределение интенсивности рождения мальков черноморского шпрота, динамика численности мидий у юго-западных берегов Крыма, состояние фитопланктонных сообществ.

Дана характеристика климатической изменчивости и рассмотрены гипоксийно-аноксические условия в северо-западной части Черного моря.

Описаны альговирuses и вирусы суши в черноморских гидробионтах, проблемы и перспективы морских заповедных акваторий Крыма.

Показано влияние антропогенного воздействия на экосистему Керченского предпроливья и перспективы подготовки специалистов-экологов.

**Current problems of the Azov-Black Sea Region ecology:** Materials of IV International Conference, 8-9 October 2008, Kerch, YugNIRO. — Kerch: YugNIRO Publishers', 2008. — 191 p.

Ecological aspects of the bioresources state of the Azov and Black Seas, issue of large horse-mackerel origin, distribution of bearing rate of Black Sea sprat fry, abundance dynamics of mussels near the south-western coasts of Crimea, state of phytoplankton communities were considered.

The characteristics of climate variability were given and conditions of hypoxia-anoxia in the north-western Black Sea were considered.

Algoviruses and terrestrial viruses in Black Sea aquatic organisms, problems and prospects of marine reserved areas of Crimea were described.

Anthropogenic impact on the ecosystem of the area before the Kerch Strait and prospects of training of specialists-ecologists were shown.

© АВТОРСКОЕ ПРАВО

Исключительное право на копирование данной публикации или какой-либо её части любым способом принадлежит ЮгНИРО.

По вопросу возможности копирования для некоммерческих целей обращаться по адресу:  
ЮгНИРО, ул. Свердлова, 2, г. Керчь, 98300, Автономная Республика Крым, Украина.  
Тел.: (06561) 2-10-12, факс: (06561) 6-16-27, E-mail: yugniro@kerch.com.ua

## ГЛОБАЛЬНЫЕ ПРОЦЕССЫ, ОПРЕДЕЛЯЮЩИЕ СОСТОЯНИЕ ЭКОСИСТЕМ АЗОВО-ЧЕРНОМОРСКОГО БАССЕЙНА

**В. А. Брянцев**

Южный НИИ морского рыбного хозяйства и океанографии (ЮгНИРО)

В ряде работ [2-5] нами представлялись некоторые связи между комплексом гео- и гелиофизических факторов и гидрометеорологическими и биотическими характеристиками Черного и Азовского морей. После получения дополнительных зависимостей мы можем теперь описать их обобщенную структуру и механизм передачи импульсов, определяющих изменения в состоянии экосистем указанных морей.

Показателями состояния считаются: в океанографической части тепловой фон и соленость, в биотической – уровень первичной продукции и общий съем биомассы, или урожай по определению Ройса [11].

В качестве начальных факторов воздействия мы принимаем солнечную активность ( $W$ , числа Вольфа) и скорость вращения Земли ( $d$ ). Первая характеристика используется в ряде работ, начиная с монографии А. Л. Чижевского [13], как фактор, определяющий многолетние изменения в атмосфере, гидросфере и биосфере, однако физический механизм такого воздействия остается невыясненным. При наших исследованиях чаще всего обнаруживались связи с модулем аномалии этой характеристики ( $W' = W - W_{\text{ср.}}$ ), что отражает интенсивное воздействие на гидрометеорологические параметры при максимальных и минимальных значениях  $W$ , и слабое – при величинах, близких к средним. Кроме перечисленных характеристик, нами используются их произведения.

Скорость вращения Земли имеет 70-летний период и является звеном в автоколебательном климатическом процессе: при потеплении климата и таянии полярных ледников масса воды смещается от оси вращения планеты, что замедляет ее вращение; одновременное испарение вод Мирового океана приводит к увеличению облачности и снижению температуры воздуха и поверхностного слоя вод, что в свою очередь вызывает глобальное похолодание, накопление льда вблизи полярных районов и ускорение вращения планеты [12]. Примеры зависимости урожайности рыб от таких климатических изменений, определяющих изменения в системе циркуляции атмосферы, а, следовательно, в интенсивности и смещении макромасштабных круговоротов вод и зон прибрежных апвеллингов в Тихом и Атлантическом океанах, обобщены Кушингом в его работе [14].

Вторичными факторами в общей схеме связей являются показатели атмосферных переносов. Они получены при разложении стандартного барического поля над Азово-Черноморским бассейном в ряд по полиномам Чебышева по методике, данной в работе [9]. При корреляционном сопоставлении рядов значимыми оказались связи с первыми зональными и меридиональными переносами, суммированными за первую половину года ( $SA_{01}$  и  $SA_{10}$ ).

Этими атмосферными переносами определяются погодные условия и уровень теплового фона вод Черного моря, а также водность лет, водообмен и соленость Азовского. Первые явления отражаются многолетними рядами температуры, регис-

трируемой в портах Одесса и Батуми (То и Тб); вторые – рядом значений средней солености Азовского моря по данным [1] и наблюдений ЮгНИРО после 1980 г.

Ряды пресного стока в Черное море (Q) и в пределы акватории его северо-западного шельфа (Qсз) взяты из работы [10]. Данные среднегодовой удельной биомассы фитопланктона на акватории северо-западного шельфа Черного моря (Фсз) получены при сезонных морских экспедициях ЮгНИРО и опубликованы в Пособии [8]. Самый «верхний» биотический показатель представляет собой годовой съем всех промысловых видов, обозначенный как «урожай» Черного моря (Уч), взят из статистики ФАО.

Анализируемые ряды параметров экосистем имеют разную продолжительность – от 18 до 55 лет (периоды даны в таблице). Например, ряд Уч ограничивается 1988 г., периодом «естественного» развития процессов, после которого произошел экологический кризис с резким падением вылова основных промысловых видов рыб, составляющих более 80 % общей изымаемой биомассы, из-за негативного влияния на их кормовую базу «вспышки» вселенца гребневика мнемнопсиса [6].

Результаты корреляционного анализа связи перечисленных рядов представляются в обобщенной таблице. В нее включались коэффициенты корреляции при уровне значимости не более 0,05.

**Корреляционная матрица связей гео- и гелиофизических характеристик, атмосферных переносов и элементов экосистем Азово-Черноморского бассейна**

Факт. Пар.		W	$\delta$	W'	$\delta W$	$\delta W'$	$\Sigma A_{10}$	$\Sigma A_{01}$
$\Sigma A_{01}$	1960-2006		0,492 <0,01		0,380 <0,01	0,301 <0,05		
Тб	1928-1990		0,294 <0,05					
То	1945-2000			-0,262 0,05				
Sa	1960-2001		-0,684 <0,01		-0,490 <0,01	-0,408 <0,01		-0,415 <0,01
Qсз	1928-1986						0,480 0,033	
Q	1928-1986	0,476 <0,05		0,414 <0,05	0,445 <0,05		0,378 0,05	
Уч	1970-1988		0,928 <<0,01		0,680 <<0,01	0,702 <<0,01		
Фсз	1960-1984			0,543 <0,01	0,407 <0,05	0,458 <0,05		

Сводная таблица является результатом корреляционного сопоставления факторов, опосредованно влияющих на параметры экосистем Черного и Азовского морей. Показатели атмосферной циркуляции помещены как в строку, так и в столбец промежуточных характеристик, зависящих от пятерки гео- и гелиофизических индексов.

В результате анализа мы получили весьма сложную, но не противоречивую структуру связей. Наиболее высокой, с коэффициентом корреляции 0,928, оказалась зависимость урожайности черноморской экосистемы от климатических изменений,

показателем которых является скорость вращения Земли. Восходящие ветви обеих характеристик совпадают в период с 1970 по 1988 г., до времени вспышки гребневика. Отсюда возникает предположение об их нисходящих тенденциях после 2007 г. с возможными изменениями в соотношении промысловых видов.

Промежуточным звеном в системе связей является зональный атмосферный перенос в зимне-весенний период, следовательно, определяющий интенсивность зимней конвекции вод Черного моря, структуру его течений, интенсивность круговоротов в системе Основного черноморского течения и апвеллингов. Косвенным показателем системы зависимостей является связь  $d$  с температурой батумского ряда (Тб).

Речной сток имеет для экосистемы Черного моря важное экологическое значение. Его величина определяет дополнительный приток биогенных солей в весенне-летний период. Распространяясь преимущественно вдоль западного побережья моря под воздействием северо-восточных ветров, сток снижает продуктивность акватории северо-западного шельфа, самого эвтрофного района моря. При преобладании юго-западных атмосферных переносов, распространяясь по указанному району, речные воды увеличивают его биологическую продуктивность, создавая хорошую кормовую базу для хамсы и шпрота [6]. В соответствии с данными сводной таблицы сток имеет прямую связь с солнечной активностью, что отмечалось в ряде работ.

От водности лет и особенностей атмосферной циркуляции зависит водный баланс Азовского моря [1], репрезентативным показателем которого является средняя соленость моря ( $S_a$ ). В таблице показаны ее обратные связи со скоростью вращения Земли, а также с солнечной активностью (через индексы  $dW$  и  $dW'$ ) и с зональным переносом. С другой стороны она (формально) значимо связана с уровнем первичной продуктивности моря, с концентрацией фосфатов и интенсивностью летних заморных явлений [1, 7].

Модуль аномалии солнечной активности ( $W'$ ) связан: с водностью лет; температурой одесского ряда ( $T_o$ ), отражающей особенности атмосферной циркуляции и интенсивность зимней конвекции; уровнем первичной продукции (удельная биомасса фитопланктона,  $F_{сз}$ ) и с объемом урожая Черного моря (через произведения  $dW$  и  $dW'$ ).

Следует также отметить значимость меридиональных атмосферных переносов ( $A_{10}$ ) для общего стока и, в частности, в пределы акватории северо-западного шельфа.

### Заключение

Глобальные климатические процессы определяют многолетние изменения в состоянии морских экосистем Азово-Черноморского бассейна. Непосредственно они реализуются через изменения атмосферной циркуляции, далее через интенсивность притока биогенных солей в процессе зимней конвекции и усиления крупномасштабных круговоротов вод, обуславливающих апвеллинг, а также через приток и особенности распространения продуктивных вод речного стока. Перечисленные факторы касаются, в основном, Черного моря. Для Азовского моря в большей степени играет роль водообмен и речной сток, которые также зависят от глобальных процессов.

Установлено, что первичными факторами и (или) сигнальными показателями этого процесса являются солнечная активность и скорость вращения Земли. Они

значимо коррелируются с атмосферными переносами и почти всеми звеньями цепи передачи начального импульса межгодовых изменений в состоянии экосистем Черного и Азовского морей, вплоть до наивысшего трофического уровня – общей биомассы изымаемого человеком продукта.

Внешний фактор – солнечная активность, наилучше коррелируется с элементами экосистем в виде модуля ее аномалии, что и обуславливает наблюдаемую, в том числе и в других районах Мирового океана, 5-6-летнюю периодичность в многолетних колебаниях этих элементов. Скорость вращения Земли отражает квазипериодические автоколебательные климатические процессы, являясь его внутренним звеном.

Выявленные зависимости сырьевой базы обоих морей от гидрометеорологических характеристик не могут быть использованы для долгосрочного прогноза рыбодобывающими организациями из-за малой «памяти» гидросферы и, тем более, атмосферы. В этом смысле названные предикторы ( $d$  и  $W'$ ) имеют существенные преимущества из-за возможности их экстраполяции.

### *Литература*

1. **Бронфман А. М., Хлебников Е. П.** Азовское море. – Л.: Гидрометеиздат, 1985. – 272 с.
2. **Брянцев В. А.** Информация в форме суммарных аномалий атмосферной циркуляции и ее воздействие на экосистему Черного моря // Доповіді національної академії наук України. – 1996. – № 9. – С. 163-168.
3. **Брянцев В. А.** Внешние предпосылки многолетних изменений черноморской экосистемы // Рибне господарство України. – 2001. – № 6 (17). – С. 22-23.
4. **Брянцев В. А.** Причины снижения рыбопродуктивности Азовського моря // Ученые записки Таврического национального университета. – Симферополь, 2001. – Т. 14 (53). – С. 24-28.
5. **Брянцев В. А., Брянцева Ю. В.** Многолетние изменения в фитопланктоне глубоководной части Черного моря в связи с естественными и антропогенными факторами // Экология моря. – 1999. – Вып. 49. – С. 24-28.
6. **Брянцев В. А., Крискевич Л. В.** Состояние черноморской экосистемы: эмпирическая оценка, возможности прогноза // Сб.: Современные проблемы экологии Азово-Черноморского региона. – Керчь: ЮгНИРО, 2008. – С. 83-89.
7. **Брянцев В. А., Панов Б. Н.** Предпосылки снижения рыбопродуктивности Азовского моря // В кн.: Закономерности океанографических и биологических процессов в Азовском море. – Мурманск: Апатиты (Мурманский биологический институт КНЦ РАН), 2000. – С. 259-276.
8. Гидрометеорология и гидрохимия морей СССР / Под ред. Ф. И. Смирнова, А. И. Рябинина, Д. Е. Гершановича. – Т. 4. Черное море. – Вып. 2. – С.-П.: Гидрометеиздат, 1992. – 220 с.
9. **Кудрявая К. И., Серяков Е. И., Скриптунова Л. И.** Морские гидрологические прогнозы. – Л.: Гидрометеиздат, 1974. – 310 с.
10. **Николенко А. В., Решетников В. И.** Исследования многолетней изменчивости баланса пресных вод Черного моря // Водные ресурсы. – 1991. – № 1. – С. 20-28.
11. **Ройс В.** Введение в рыбохозяйственную науку. – М.: Пищевая промышленность, 1975. – 272 с.

12. **Сидоренков Н. С., Свиренко П. И.** Многолетние изменения атмосферной циркуляции и колебания климата в первом естественном синоптическом районе // В сб.: Долгопериодная изменчивость среды и некоторые вопросы рыбопромыслового прогнозирования. – М.: ВНИРО, 1989. – С. 59-71.
13. **Чижевский А. Л.** Земное эхо солнечных бурь. – М.: Мысль, 1973. – 348 с.
14. **Cushing D. H.** Population production and regulation in the sea: a fisheries perspective. – Cambridge (Great Britain): University press, 1995. – 348 p.

## СОВРЕМЕННОЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ КЕРЧЕНСКОЙ БУХТЫ

С. С. Жугайло, О. А. Петренко, Л. К. Себах, Т. М. Авдеева  
ЮгНИРО

Прибрежные морские экосистемы испытывают значительную техногенную нагрузку, все возрастающий объем которой ведет к постепенной их деградации, выражающейся, в первую очередь, в устойчивом изменении структуры и функционировании морских биоценозов.

Все это в полной мере относится и к прибрежной морской зоне г. Керчи – Керченской бухте.

Керченская бухта не относится к изолированным. Она хорошо вентилируется течениями. Южная, наиболее изолированная часть бухты, представляет собой природную ловушку, аккумулирующую взвешенное вещество. Наличие ила – отличительная черта южной части Керченской бухты, тогда как на остальной части акватории бухты преобладает твердый грунт в виде песка и ракушки.

Сегодня Керчь рассматривается как перспективный курорт Восточного Крыма. Физико-географическое положение (побережье Керченского пролива, близость Черного и Азовского морей), уникальные природно-климатические условия делают ее излюбленным местом отдыха жителей и гостей города [7]. Однако в бухте расположен и ряд крупных действующих промышленных предприятий – морской и рыбный порты, судоремонтный завод и др.

Значительный антропогенный вклад в загрязнение экосистемы бухты вносят также стоки многочисленных более мелких предприятий, воды р. Приморская, коммунальные стоки, загрязнение с судов, аварийные ситуации и т. д. [1].

Необходимость сохранения природных особенностей прибрежной зоны Керченской бухты, соблюдения требований безопасности и уникальная роль этой зоны

в рекреационном и хозяйственном развитии города приобретают особую значимость.

Для оценки качества вод Керченской бухты сотрудниками лаборатории охраны морских экосистем ЮгНИРО на протяжении многих лет выполняется мониторинг загрязнения вод и донных отложений ее акватории (рис. 1).

Исследуется уровень загрязненности морской среды наиболее токсичными для гидробионтов веществами, входящими в состав перегружаемых портовыми комплексами грузов: тяжелыми металлами (ртуть, медь, свинец, кадмий, хром, железо, марганец, цинк), мышьяком и нефтепродуктами [6], и определяется компонентный состав нефтепродуктов (нелетучие углеводороды и смолистые компоненты). Высокая доля смол и асфальтенов (более 50 %) во



Рисунок 1. Керченская бухта

фракционном составе свидетельствует о хроническом загрязнении данной акватории.

**Тяжелые металлы.** В период 1995-2000 гг. из рассматриваемых тяжелых металлов в воде Керченской бухты средние концентрации марганца, кадмия, свинца и мышьяка не превышали ПДК для воды рыбохозяйственных водоемов [4]. Содержание хрома в морской воде не нормируется. Превышение ПДК за рассматриваемый период отмечено для соединений ртути и меди. В донных отложениях средние концентрации марганца, меди, свинца, хрома и ртути не превышали значений геохимического фона (ГХФ), характерного для грунтов Азово-Черноморского бассейна [3]. Превышение ГХФ за рассматриваемый период отмечено для соединений мышьяка, кадмия, цинка и железа.

В целом для вод и донных отложений бухты отмечена тенденция снижения уровня загрязненности тяжелыми металлами, за исключением меди в водной среде.

Несмотря на общую тенденцию снижения уровня загрязненности вод соединениями железа, этот токсикант остается приоритетным загрязнителем из числа тяжелых металлов в воде Керченской бухты, т. к. его концентрации превышали ПДК практически повсеместно, составляя 19,7-1194,5 мкг/л, максимальное среднее содержание железа отмечалось в декабре 1996 г.

Также повсеместно отмечалось превышение ГХФ (11 мкг/г с. в.) мышьяка. Его концентрации составляли 20,5-42,5 мкг/г с. в., а наиболее высоким среднее содержание было в июле 1999 г. Кроме антропогенного влияния, это объясняется еще и повышенным природным содержанием элемента в грунтах Керченского региона.

**Нефтепродукты.** В 1992-2000 гг. среднее содержание суммарных нефтепродуктов в воде составляло 0,01-0,13 мкг/л, в донных отложениях – 0,43-2,5 мг/г с. в. Отмечалась тенденция накопления их в водах бухты, а в донных осадках, хотя в целом наблюдалось снижение уровня загрязненности суммарными нефтепродуктами, однако имело место высокое процентное содержание в них смол и асфальтенов, составлявшее 33-93 %.

Максимальные концентрации практически всех токсикантов отмечались, как правило, в районе СРЗ, что можно объяснить не только расположением непосредственно самого предприятия, но и стоянкой здесь судов. Влияние реки Приморская, впадающей в бухту именно в этом районе, также нельзя сбрасывать со счетов. В пространственном распределении всех рассматриваемых токсикантов максимальный уровень загрязнения отмечался в прибрежной зоне бухты, испытывающей наибольшую антропогенную нагрузку.

На протяжении всего исследуемого нами периода нефтепродукты являются основными загрязняющими веществами на акватории Керченской бухты [5]. Подтверждением этого является тот факт, что и в последующий период 2000-2007 гг. диапазон изменений концентраций нефтепродуктов в воде составлял 0,04-0,28 мг/л, а в донных отложениях – 0,28-6,99 мг/г с. в. Среднегодовое их содержание показано на рис. 2.

В воде нефтепродукты были представлены в основном нелетучими углеводородами, составляющими 90 % фракционного состава. В донных отложениях преобладали тяжелые фракции – смолы и асфальтены (более 50 %). Концентрации суммарных нефтепродуктов, как правило, превышали критическое значение 1,0 мг/г с. в. (согласно классификации [2], основанной на состоянии донных организмов,

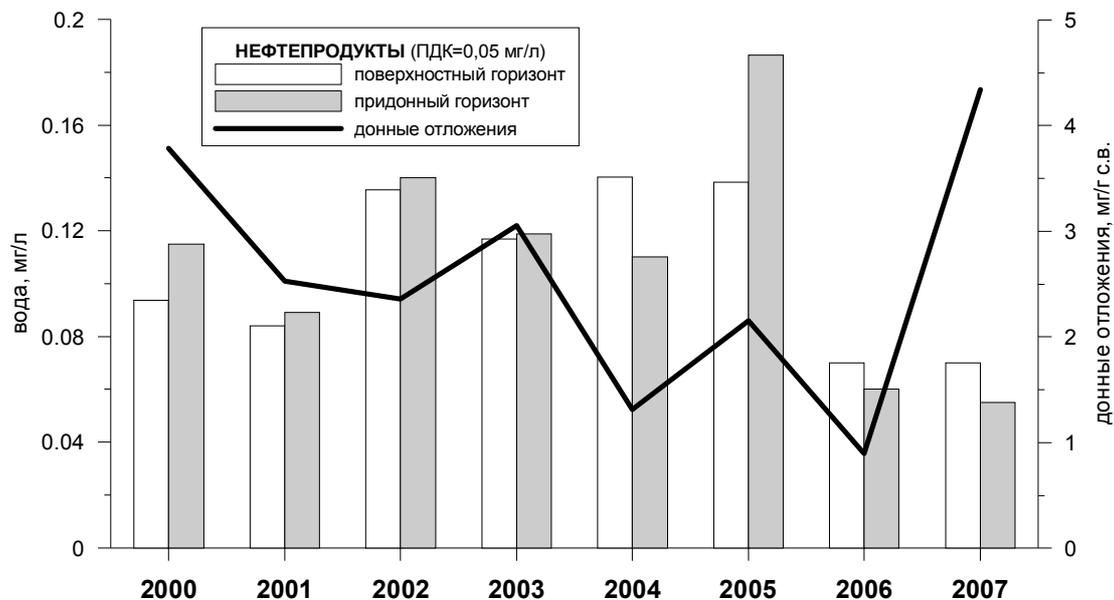


Рисунок 2. Среднегодовые содержания нефтепродуктов в воде и донных отложениях акватории Керченской бухты

при таком уровне загрязнения нефтепродуктами начинается деградация донных биоценозов и резко изменяется трофическая структура бентоса).

Аварийный залповый выброс нефтепродуктов в Керченский пролив, произошедший 11 ноября 2007 г., усугубил ситуацию с нефтяным загрязнением. Так, содержание нефтепродуктов в донных отложениях в ноябре 2007 г. составило 2,79-6,99 мг/г с. в., что по максимальным концентрациям ощутимо (более чем в 2 раза) превышает среднемноголетнюю величину за предыдущий исследуемый период 2000-2006 гг. (3,24 мг/г с. в.).

Однако несколько утешает тот факт, что после аварии содержание нефтепродуктов в воде практически не изменилось. Так, если в августе 2007 г. диапазон концентраций нефтепродуктов составлял 0,03-0,14 и 0,04-0,09 мг/л, то в ноябре (через 10 дней после катастрофы) – 0,03-0,09 и 0,03-0,10 мг/л, в поверхностном и придонном горизонтах, соответственно, т. е. не превышал обычных концентраций для вод бухты.

Таким образом, желание видеть г. Керчь и Керченский регион в целом перспективной рекреационной зоной должно обуславливать комплексный подход к оценке состояния морской среды, выработке рекомендаций по снижению негативного воздействия и проведению соответствующих реабилитационных мероприятий:

- осуществление мониторинговых исследований по наиболее деструктивным загрязняющим компонентам;
- разработка на основе полученных результатов и рекомендаций и проведение мероприятий, направленных на снижение негативного воздействия хозяйственной деятельности на Керченскую бухту;
- финансовая поддержка этих исследований и проведение реабилитационных мероприятий со стороны Керченского и Крымского природоохранных фондов и городских властей г. Керчи.

Устойчивое развитие прибрежной зоны может быть достигнуто в результате координированного решения социальных, экологических и экономических проблем,

при обеспечении благоприятных условий хозяйствования в приоритетных направлениях (развитие туризма, рыболовства, аквакультуры и управления морским транспортом в прибрежной зоне и в то же время – при ограничении развития неблагоприятных для прибрежных зон видов деятельности, способствующих загрязнению морской среды, деградации экосистемы, истощению возобновляемых природных ресурсов и контролю за соблюдением принятых предупредительных принципов природопользования.

### *Литература*

1. **Жугайло С. С., Петренко О. А.** Современный уровень загрязнения прибрежных вод Керченской бухты // Материалы Всеукр. научн.-практ. конф.: Экология городов и рекреационных зон. – Одесса: ИНВАЦ, 2008. – С. 261-263.
2. **Мионов О. Г., Миловидова Н. Ю., Кирюхина Л. Н.** О предельно допустимых концентрациях нефтепродуктов в донных осадках прибрежной зоны Черного моря // Гидробиологический журнал. – 1986. – Т. 22. – № 6. – С. 76-78.
3. **Митропольский А. Ю., Безбород А. А., Овсяный Е. И.** Геохимия Черного моря. – Киев: Наукова думка, 1982. – 142 с.
4. Перечень предельно допустимых концентраций и ориентировочно безопасных уровней воздействия вредных веществ для воды рыбохозяйственных водоемов. – М.: Медикор, 1995. – 221 с.
5. **Петренко О. А., Авдеева Т. М., Жугайло С. С., Шепелева С. М.** Влияние хозяйственной деятельности на состояние морской среды Керченского пролива // Метеорология, климатология и гидрология. – 2008. – № 50. – Ч. II. – С. 286-291.
6. **Петренко О. А., Авдеева Т. М., Жугайло С. С.** Возможности и перспективы природоохранной деятельности лаборатории охраны морских экосистем ЮгНИРО в Азово-Черноморском бассейне // Рыбное хозяйство. – 2007. – № 3/4 (50, 51). – С. 21-22.
7. **Степанова А. И., Петренко О. А.** Экологические аспекты развития рекреационного хозяйства Керченского полуострова // Мат. III Межд. конф.: Современные проблемы экологии Азово-Черноморского бассейна. Керчь, 10-11 октября 2007 г. – Керчь: ЮгНИРО, 2008. – С. 123-126.

## ОСОБЕННОСТИ НЕФТЯНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ КЕРЧЕНСКОГО ПРОЛИВА НА СОВРЕМЕННОМ ЭТАПЕ

О. А. Петренко, Т. М. Авдеева, С. С. Жугайло, О. Б. Загайная  
ЮгНИРО

### Введение

Керченский пролив имеет наибольшее рыбохозяйственное значение на Азово-Черноморском бассейне для многих массовых видов рыб, совершающих нагульные, нерестовые, зимовальные миграции из Азовского моря в Черное и обратно. Количество прошедшей через пролив хамсы, пиленгаса, атерины, сельди, барабули определяет масштабы их промысла в Азовском и в восточной части Черного морей. Помимо вышеуказанных видов рыб, в проливе осуществляют нагул бычки, глосса, сарган, осетровые [4].

В то же время пролив является ареной интенсивной хозяйственной деятельности. В условиях роста антропогенной нагрузки на экосистему Керченского пролива и прилегающих акваторий Черного и Азовского морей, обусловленного интенсификацией судоходства, дноуглублением и дампингом изымаемых грунтов, работой портовых (Керченский морской торговый порт, Керченский морской рыбный порт, порт Крым, порт Камыш-Бурун) и рейдового перегрузочных комплексов существует реальная опасность превышения допустимой техногенной нагрузки на экосистему и возникновения аварийных ситуаций [3].

Синоптическая ситуация, развившаяся 8-10 ноября 2007 г., привела к тому, что 11 ноября в результате штормового ветра (до 32 м/с) и сильного волнения моря (6-7 баллов, высота волны – 5 м) в Керченском проливе затонуло 4 судна, село на мель 6 судов, получили повреждения 2 танкера. В результате перелома танкера «Волго-нефть-139», находившегося в районе якорной стоянки с южной стороны о. Тузла и перевозившего 4777 т мазута, произошел разлив около 1300 т нефтепродуктов [2].

### Обсуждение результатов

Специалисты лаборатории охраны морских экосистем ЮгНИРО уже через 10 дней после аварии осуществили мониторинг состояния водной среды пролива в районах, где затонули суда, и на фоновых станциях (рис. 1).

Исследования, проведенные 21 ноября 2007 г., показали, что в воде поверхностного горизонта в районе о. Тузла концентрация нефтеуглеводородов составила 0,024-0,045 мг/л, а придонного – 0,026-0,044 мг/л и не превышала предельно допустимых величин для рыбохозяйственных водоемов (0,05 мг/л). Уровень загрязнения донных отложений нефтепродуктами был достаточно высоким – 0,493-2,024 мг/г сух. в. Максимальное содержание суммарных нефтепродуктов определено в донных отложениях в районе носовой части затонувшей «Волго-нефти-139», незначительно меньшим (1,897 мг/г сух.в.) оно было у сухогруза «Нахичевань», а у буя 27 – 1,393 мг/г сух. в. В донных отложениях остальной части исследуемой акватории концентрация нефтепродуктов не превышала 1 мг/г сух. в., т. е. той величины, при которой не наблюдается видимых изменений донных организмов [1].

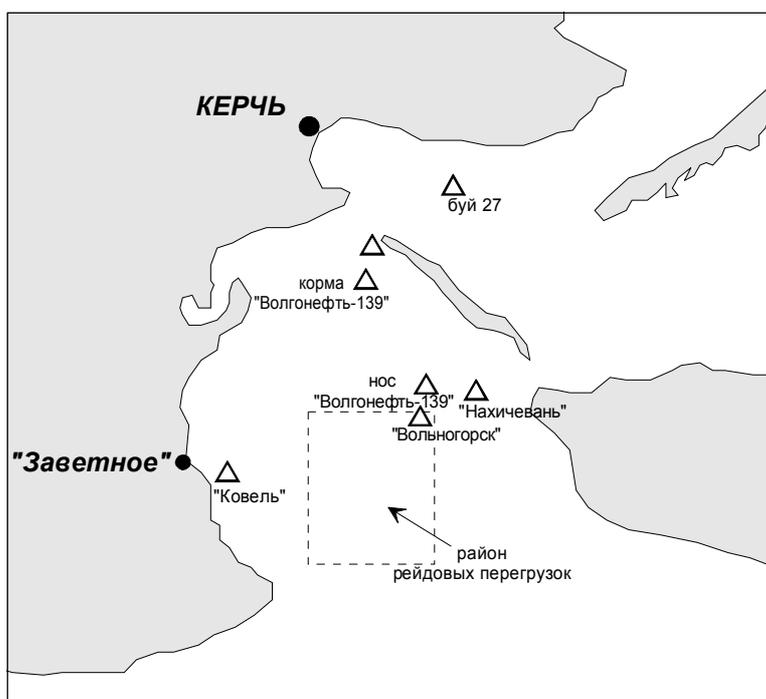


Рисунок 1. Схема станций экологической съемки в Керченском проливе

Анализ фракционного состава показал, что также как и в водной среде, в донных отложениях доминировала мало трансформированная фракция – нефтеуглеводороды. Их количество изменялось от 61 до 93 % от суммарных нефтепродуктов. Пространственное распределение нефтеуглеводородов идентично распределению суммарных нефтепродуктов. Что касается сильно трансформированной фракции – смол и асфальтенов, то наибольшие концентрации, равные 0,795 и 0,684 мг/г сух. в., определены у носа «Волгонефти-139» и у сухогруза «Нахичевань».

Особенностью пространственного распределения явилось увеличение уровня загрязнения донных отложений компонентами нефти с северо-запада на юго-восток (рис. 2).

Спустя 3 месяца после аварии (7.02.08 г.) концентрация нефтепродуктов в воде снизилась в среднем в 1,3 раза. Обращает на себя внимание существенное снижение (в среднем в 4,2 раза) тяжелой фракции в воде. В донных отложениях произошло перераспределение нефтепродуктов. Так, у кормы «Волгонефти-139» содержание нефтепродуктов увеличилось до 2,988 мг/г сух. в., у буя 27 – до 2,406 мг/г сух. в., а у носа затонувшего танкера снизилось до 1,225 мг/г сух. в. При этом доля тяжелой фракции в суммарных нефтепродуктах существенно снизилась и составила всего 2-4 %.

В пространственном распределении суммарных нефтепродуктов и мало трансформированной фракции прослеживается снижение уровня загрязнения донных отложений с севера на юг, а сильно трансформированная фракция в значительной степени сорбировалась в южной части акватории рейдовых перегрузок (рис. 3).

В конце апреля, по сравнению с февралем, уровень загрязнения водной среды исследуемой акватории повысился, что, по всей видимости, обусловлено вторичным загрязнением. Так, максимальное содержание нефтеуглеводородов определено в районе буя 27, в воде поверхностного горизонта которого их концентрация составила 0,128 мг/л или 2,6 ПДК, в придонной воде она была значительно выше – 0,219 мг/л или 4,4 ПДК. По сравнению с предшествующим периодом исследований концентрация мало трансформированной фракции в воде увеличилась в среднем в 7 раз, при этом в донных отложениях почти во столько же раз снизилась. Следует отметить, что из донных отложений происходила десорбция только мало трансформированной фракции, а количество смол и асфальтенов возросло (рис. 3). Аналогичная ситуация складывалась и на других участках акватории. Так, в месте расположения затонувшей «Волгонефти-139» коли-

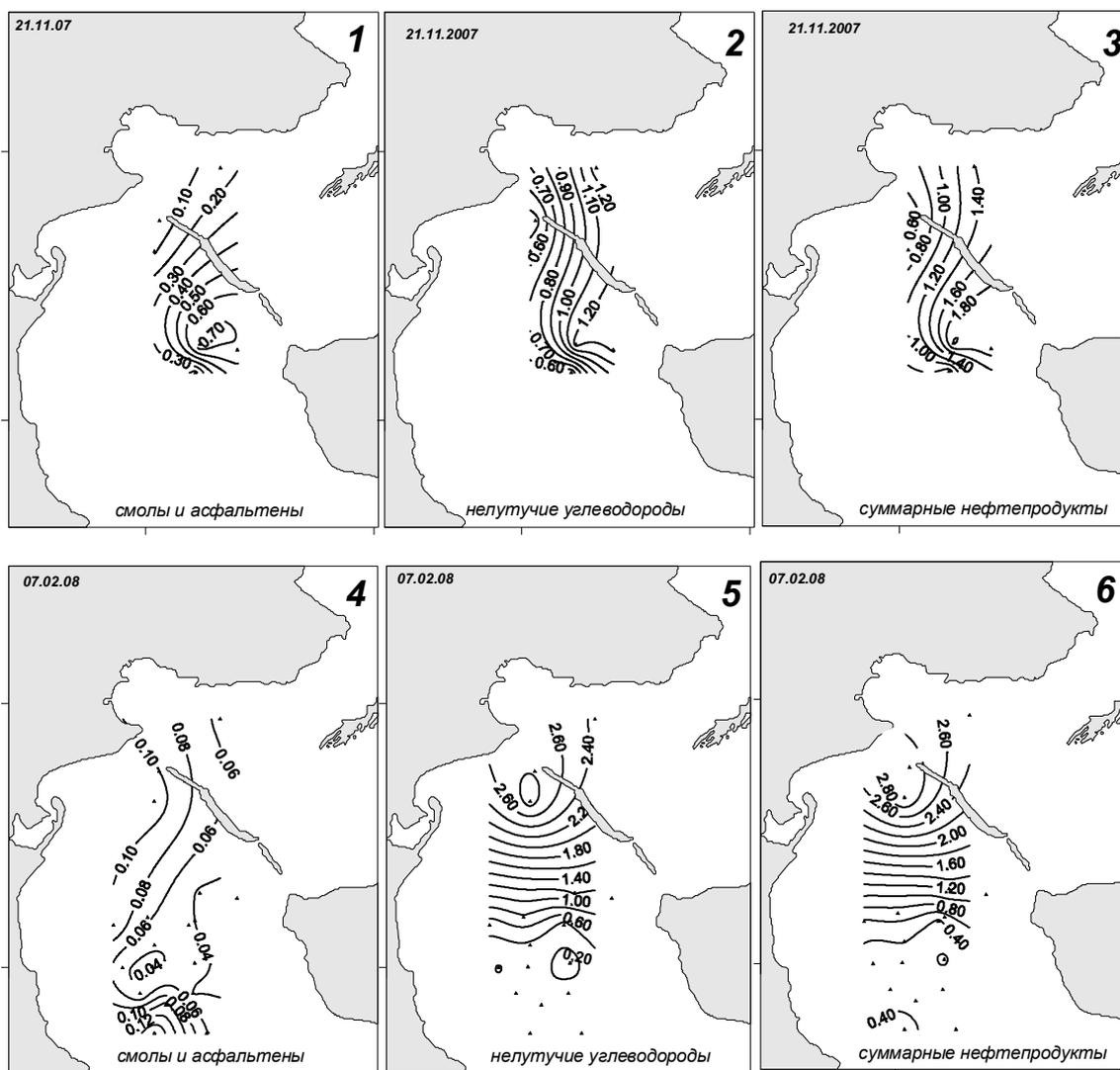


Рисунок 2. Пространственное распределение компонентов нефти в донных отложениях Керченского пролива 21.11.07 г.(1-3), 7.02.08 г. (4-6)

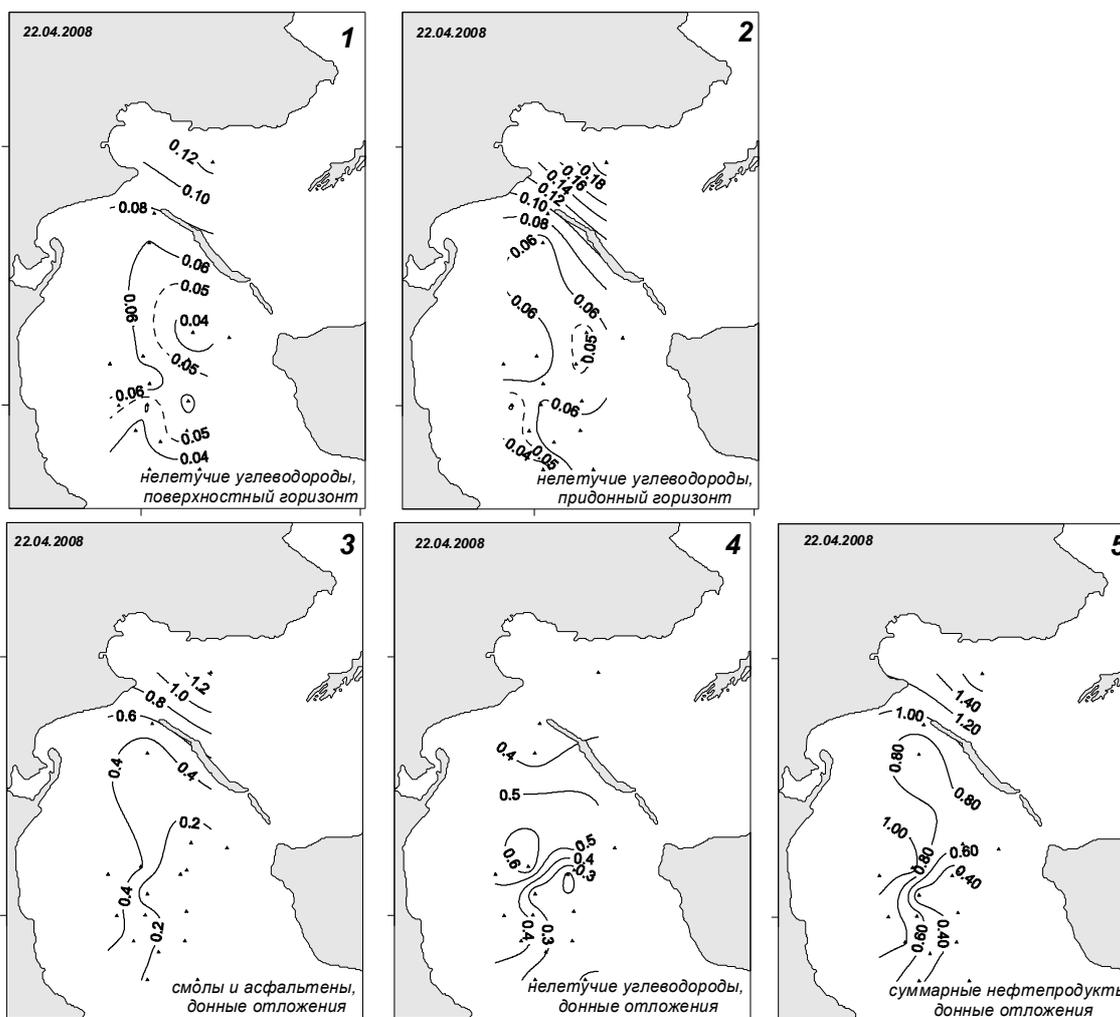
чество нефтеуглеводородов в водной среде увеличилось в 1,5-2,0 раза, а в донных отложениях снизилось в 2 (нос)-8 (корма) раз.

Максимальный уровень загрязнения донных отложений суммарными нефтепродуктами и сильно трансформированной фракцией определен в северной части исследуемой акватории, а нефтеуглеводородами – в центральной части акватории рейдовых перегрузок.

В мае текущего года были проанализированы пробы воды только поверхностного горизонта и донных отложений. Максимальная концентрация нефтеуглеводородов, равная 1,8 ПДК, определена в центральной части, к юго-западу она достигла наименьшей величины – 0,034 мг/л. В донных отложениях содержание нефтепродуктов составило 0,568-1,188 мг/г сух. в. Наибольшим оно было в районе затонувшей «Волгонефти-139» и далее устойчиво снижалось к югу.

Для оценки влияния последствий аварии была проанализирована динамика изменения содержания компонентов нефти в воде прибрежной зоны (пирс городской набережной и научно-исследовательская база ЮгНИРО – пос. Заветное).

В районе пирса в воде поверхностного горизонта с 15 по 16 ноября 2007 г. концентрация нефтеуглеводородов увеличилась от 1 до 1,3 ПДК, далее она была



**Рисунок 3. Пространственное распределение компонентов нефти в воде (1, 2) и донных отложениях (3-5) Керченского пролива 22.04.08 г.**

ниже ПДК и только 22 ноября повысилась до максимальной величины, равной 2 ПДК, на следующий день количество нормируемой фракции снизилось до 1,5 ПДК и в последующий период изменялось в пределах, характерных для прибрежной зоны Керченского пролива. Аналогичная ситуация наблюдалась и для тяжелой фракции нефти, при этом 22 ноября 2007 г. зафиксировано аномально высокое содержание смол и асфальтенов – 0,037 мг/л, в то время как в воде Азово-Черноморского бассейна оно, как правило, не превышает 0,010 мг/л (рис. 4). В течение этого же периода в воде предпроливной зоны Черного моря содержание нефтепродуктов было в среднем в 1,3 раза ниже, чем в районе пирса. Превышение ПДК в 1,5 и 1,3 раза в данной части акватории зафиксировано 24 ноября и 8 декабря 2007 г., а наибольшая концентрация сильно трансформированной фракции (0,017 мг/л) – 20 ноября (рис. 4).

### Выводы

Таким образом, проведенные в Керченском проливе исследования показали, что авария 11 ноября 2007 г. существенного влияния на уровень загрязнения нефтепродуктами водных масс не оказала, и это свидетельствует о том, что значительная часть попавших в море нефтепродуктов была выброшена на берега о-ва Тузла и Таманского залива и успешно утилизирована впоследствии, некоторая часть осела на

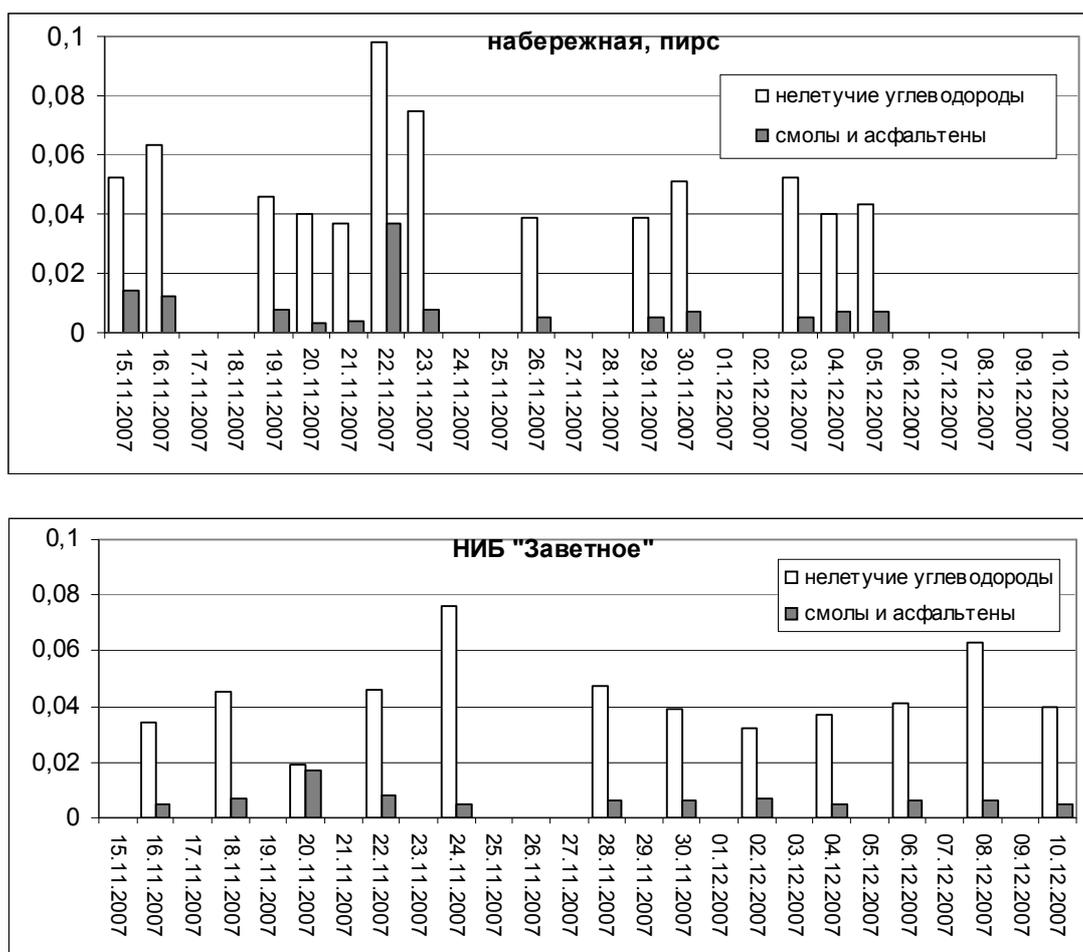


Рисунок 4. Динамика изменения содержания нефтеуглеводородов, смол и асфальтенов в воде поверхностного горизонта в районе пирса и пос. Заветное

морское дно и (или) была вынесена в Черное море под влиянием сложившихся гидродинамических условий. Наибольшее содержание компонентов нефти определено в донных отложениях в районе затонувшего танкера «Волгонефть-139» и северной части пролива (буй 27). При такой загрязненности (более 1 мг/г сух. в.) согласно классификации [1] начинается деградация донных биоценозов. Рост концентраций нефтепродуктов в водной среде и снижение их в донных отложениях, наблюдаемое в апреле 2008 г., связано с повышением температуры воды, в силу чего началось вторичное загрязнение, при этом из донных отложений вымывалась только малотрансформированная фракция.

В перспективе необходимо продолжить комплексное мониторинговое исследование Керченского пролива с целью изучения трансформации донных биоценозов под влиянием нефтеуглеводородов.

### Литература

1. **Миронов О. Г., Миловидова Н. Ю., Кирюхина Л. Н.** О предельно допустимых концентрациях нефтепродуктов в донных осадках прибрежной зоны Черного моря // Гидробиологический журнал. – 1986. – Т. 22. – № 6. – С. 76-78.

2. **Овсиенко С. Н., Фашук Д. Я., Зацева С. Н., Ивченко А. А., Петренко О. А.** Шторм 11 ноября 2007 г. в Керченском проливе: хроника событий, математическое моделирование и географо-экологический анализ нефтяного разлива // Труды ГОИН: Исследование океанов и морей. – М., 2008. – Вып. 211. – С. 307-339.
3. **Петренко О. А., Авдеева Т. М., Жугайло С. С., Шепелева С. М.** Влияние хозяйственной деятельности на состояние морской среды Керченского пролива // Метеорология, климатология и гидрология. – 2008. – № 50. – Ч. II. – С. 286-291.
4. **Петренко О. А., Авдеева Т. М., Жугайло С. С.** Особенности нефтяного загрязнения Керченского пролива в условиях интенсификации хозяйственной деятельности // Материалы III международной конференции: Современные проблемы экологии Азово-Черноморского бассейна, (10-11 октября 2007 г.). – Керчь: ЮгНИРО, 2008. – С. 109-114.
5. **Петренко О. А., Авдеева Т. М., Жугайло С. С.** Возможности и перспективы природоохранной деятельности лаборатории охраны морских экосистем ЮгНИРО в Азово-Черноморском бассейне // Рыбное хозяйство. – 2007. – № 3/4 (50, 51). – С. 21-22.

## **ИДЕНТИФИКАЦИЯ ПРИРОДЫ НЕФТЯНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ В ОБЪЕКТАХ МОРСКОЙ СРЕДЫ**

**Л. П. Пономарева, Г. Ю. Коломийченко, Ю. И. Касимов, В. Д. Каштаков**

Одесский национальный университет им. И. И. Мечникова

Вопросы анализа различных природных объектов морской среды (донных осадков, водных горизонтов и других водных экосистем) приобрели большое значение в связи с проблемой охраны и рационального использования окружающей среды.

Первостепенное значение при этом отводится изучению природных циклов органогенных элементов, тяжелых металлов и других компонентов, загрязняющих среду, таких как нефтяные углеводороды и другие компоненты органического вещества, поступающие в результате естественной фильтрации, либо техногенного воздействия.

На протяжении многих лет подобные исследования выполняются сотрудниками Одесского национального университета им. И. И. Мечникова. На примере Азовско-Черноморского бассейна, помимо поисковых работ, проводился мониторинг на большом фактическом материале как в прибрежных зонах, так и на отдаленных участках, что позволило оценить степень и масштабы загрязнения морской среды.

В процессе проводимых ранее исследований были разработаны новые и усовершенствованы традиционные методы определения органических загрязнителей в концентрированных и рассеянных формах нахождения, а в их составе жидких (нефтяных) углеводородов. Все разработки защищены авторскими свидетельствами, прошли метрологическую аттестацию, а также при проведении поисковых работ и экологических исследований были внедрены в практику работ научно-исследовательских и научно-производственных объединений не только в Украине, но и за ее пределами.

Разработанные методы позволили выявлять участки с аномальными концентрациями нефтяных углеводородов. Но для идентификации природы загрязнителей (нефти и нефтепродуктов и др.) при аварийных разливах нефти и сбросов нефтяных отходов с судов и других источников в акватории портов необходимо проводить детальное изучение фракционного состава и структурных особенностей строения доступными и менее трудоемкими способами, что и явилось предметом наших исследований.

Существующий метод разгонки по фракциям с использованием аппарата АРН-2 с комплексом дополнительных материалов из стекла (для конденсации паров исследуемой пробы, охлаждения, отбора в приемники) трудоемкий и длительный по времени выполнения ввиду перегонки и отбора индивидуальных классов углеводородов по температурам кипения.

Для решения поставленной задачи разделения нефти и нефтепродуктов по температурам кипения от низкомолекулярных до высокомолекулярных фракций был использован метод газожидкостной хроматографии с подбором оптимальных параметров и условий проведения анализа.

Экспериментальные исследования по изучению фракционного состава нефти и нефтепродуктов выполнялись в 2 вариантах – с использованием стандартного

традиционного метода разгонки на аппарате АРН-2 и разрабатываемого хроматографического варианта.

В результате проведенных исследований разработан метод имитированной дистилляции нефти и нефтепродуктов, выкипающих в пределах 50-550 °С, который основан на хроматографическом разделении с использованием неполярной жидкой фазы, разделяющей компоненты в соответствии с температурами кипения. Для имитированной дистилляции может быть использован любой хроматограф, имеющий пламенно-ионизационный детектор (ПИД) и программируемый нагрев термостата от 40 до 350 °С со скоростью 8 град./мин. При дистилляции анализируемых проб, имеющих температуру кипения 50-200 °С, используется колонка длиной 2 м с диаметром 4 мм, а от 200-500 °С – длиной 4 м с тем же диаметром. В качестве неподвижной фазы применяется силиконовый эластомер Е-30 или Е-301, который наносится в количестве 3 % от веса носителя обычным приемом из раствора в хлороформе или хлористом метиле. В качестве газа-носителя может быть использован азот, гелий или аргон с предварительной очисткой от механических и органических примесей обычным способом, принятым в хроматографии.

Хроматографическое разделение осуществляется при следующих условиях: начальная температура кипения – 40 °С, конечная – 320 °С, скорость нагрева – 8 град./мин., скорость газа-носителя – 2,5 л/ч, объем вводимой пробы – 1 мкл, температура в испарителе и термостате детектора – 350 °С. Для получения кривой зависимости определяется выход узких фракций и температура их кипения. Количественными показателями являются площади всех фракций и время их удерживания. Для построения калибровочного графика используется смесь нормальных парафиновых углеводородов, выкипающих в нужной области температуры. Смесь должна содержать 8-10 компонентов в равных количествах, чтобы охватить всю область температур кипения анализируемых проб. Если анализируемая проба имеет широкие пределы выкипания, тогда выбирается внутренний стандарт, имеющий температуру кипения, близкую к середине этих пределов. В данном случае записываются две хроматограммы – с внутренним стандартом и без него. Метод обеспечивает получение кривой разгонки с ошибкой, не превышающей 1-2 °С по температуре кипения и 5-10 % относительных по содержанию компонентов. Время, необходимое для получения кривой разгонки, составляет 1-3 часа в зависимости от пределов выкипания анализируемой пробы. Кривые зависимости, полученные хроматографическим методом, и данные по разгонке, полученные на аппарате АРН-2 исследуемой пробы, показали хорошую сходимость результатов в пределах допустимых погрешностей как абсолютной, так и относительной.

Разработанный метод был апробирован на водных пробах, отобранных и вблизи участков аварийных разливов, и отдаленных от них.

Данный метод позволяет оценить вклад антропогенной составляющей в водных экосистемах и выявить участки нефтяного загрязнения, а также осуществлять контроль за составом льяльных вод, сбрасываемых в морскую среду, и ареалом распространения продуктов загрязнения в результате аварий.

В будущем планируется подготовить рекомендации по использованию разработанного метода дистилляционной разгонки нефти и нефтепродуктов при экологических исследованиях морской среды с подробным описанием техники выполнения и расчетов.

## ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ВЛИЯНИЯ ТЕРМИНАЛА ПО ПЕРЕГРУЗКЕ СЕРЫ НА МОРСКУЮ СРЕДУ МАЛОГО АДЖАЛЫКСКОГО ЛИМАНА

**В. А. Чикановский, И. А. Грищенко**

ГП «ЧерноморНИИпроект»

Малый Аджалыкский лиман расположен в северо-западной части Черного моря в 25 км от Одесского порта. Лиман является реликтом древней реки М. Аджалык, впадавшей в Черное море. Котловина лимана выработана в коренных породах стоком речных вод. В дальнейшем котловина лимана заполнялась аммобионно-лиманскими отложениями.

Ось лимана вытянута в меридианном направлении. Длина лимана около 10 км, средняя ширина около 1,2 км, максимальные естественные глубины до 6,0 м.

В 1978 г. был сооружен глубоководный канал, соединивший лиман с морем. Это привело к существенному изменению естественного режима.

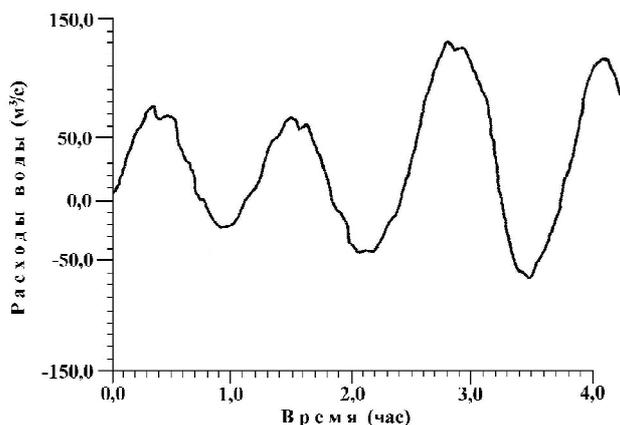
Большое влияние на динамику вод как лимана, так и прилегающего к нему взморья, наряду с другими гидрологическими факторами, оказывают течения, в значительной степени определяющие распределение гидрохимических и гидробиологических характеристик в районе.

В прибрежной зоне М. Аджалыкского лимана шириной до 0,5 км преобладают дрейфовые течения, вызываемые местными ветрами. При северных ветрах поверхностные дрейфовые течения направлены на юг со скоростью от 0,08 до 0,38 м/с, а в более глубоководных слоях – на север. Скорость компенсационных течений составляет от 0,06 до 0,36 м/с.

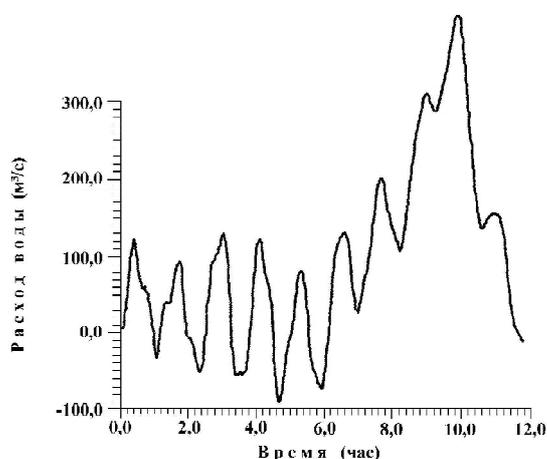
Северо-восточные ветры вызывают течения, направленные в основном на юг, скорости их невелики – от 0,06 до 0,22 м/с. При южных ветрах течения направлены на север, донные компенсируют поверхностные, скорости не превышают 0,23 м/с. Юго-западные ветры обуславливают течения, направленные на север по всей глубине [1].

В результате математического моделирования, выполненного с участием специалистов Одесского филиала ИнБЮМ им. Ковалевского в рамках разработки проекта перегрузочного комплекса серы [2], были получены поля функции полных потоков, характеризующие по глубине циркуляцию вод в бассейне лимана при ветрах различного направления силой 3,0 м/с. Был сделан вывод, что при морфологических особенностях лимана на его акватории образуется большое число замкнутых циркуляционных структур. Следовательно, распределение примеси в водах лимана имеет сложный характер, определяемый процессами захвата и массообмена между локальными вихревыми образованиями.

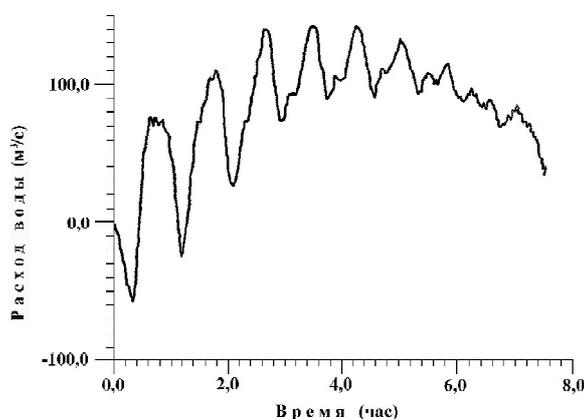
Существенное влияние на гидрологию водоема оказывает водообмен лимана с морем через южное гирло глубиной 10-15 м. В районе входа в лиман существуют два направления движения водных масс: одно в лиман, другое – из лимана со скоростью до 0,7 м/с. При сильных южных и северных ветрах у оградительных шпор подходного канала создаются циркуляционные течения со скоростью около 0,2 м/с. На рис. 1-3 приведен временный ход расходов воды через гирло М. Аджалыкского ли-



**Рисунок 1. Временной ход расходов воды через гирло Аджалыкского лимана в период установления юго-западного типа циркуляции (ветер 10 м/с)**



**Рисунок 2. Временной ход расходов воды через гирло Аджалыкского лимана в период установления юго-восточного типа циркуляции (ветер 10 м/с)**



**Рисунок 3. Временной ход расходов воды через гирло Аджалыкского лимана в период установления северо-западного типа циркуляции (ветер 10 м/с)**

мана в период установления различных типов циркуляции вод в бассейне. Отчетливо виден колебательный характер направленности водообмена (с периодичностью около часа), обусловленный собственными колебаниями уровня в лимане. При этом расходы воды через гирло составляют от 50 до 100 м³/с (при ветре 10 м/с). Наблюдаются также модуляции этих колебаний аналогичными процессами, происходящими в прилегающей акватории Черного моря. В случае совпадения частот собственных колебаний обоих бассейнов может происходить резонансный рост величин водообмена в несколько раз, подобно тому, как это имело место при юго-восточном типе циркуляции (рис. 2).

Расчет областей загрязнения выполнялся для ветров четырех основных румбов: северный, западный, южный, восточный для установления полей концентрации.

Расчеты показали, что во всех случаях, несмотря на предельно малую интенсивность адвективного переноса, содержание серы в водах лимана, даже в районах, непосредственно прилегающих к проектируемому терминалу, на шесть порядков меньше уровня, рекомендуемого в качестве допустимого (1 мг/л), в связи с тем, что содержание серы на уровне 1 мг/л не может вызвать существенных изменений абиотических и биотических характеристик лимана.

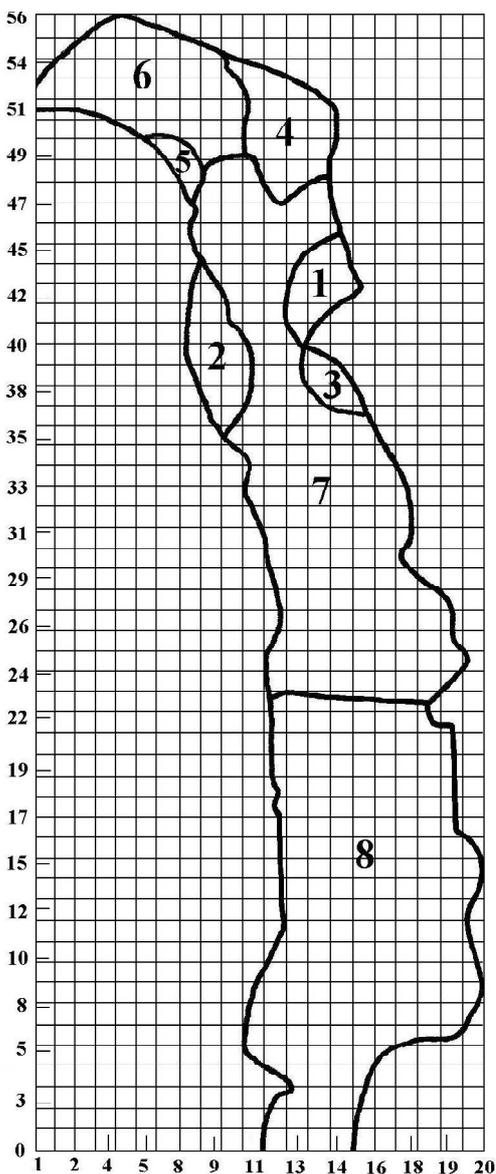


Рисунок 4. Расчетная сетка и районирование лимана по характеру загрязнения серой

Необходимо также отметить отсутствие примеси серы в водах южной части лимана, непосредственно прилегающей к морской акватории, что свидетельствует о локализации загрязнителя в границах водоема. Очевидно, что при ветрах большой силы ситуация несколько изменится, однако, учитывая чрезвычайно низкий уровень содержания серы даже при минимальной интенсивности рассеяния, другие возможные варианты гидрометеорологической ситуации не рассматривались.

Был сделан окончательный вывод, что предложенные в проекте строительства терминала по перегрузке серы технические решения обеспечивают настолько незначительный объем выноса пылевой фракции серы с ветровым потоком и оседания на акваторию, что его рассеивание в водах лимана даже в непосредственной близости от терминала гарантирует экологическую безопасность. При самых неблагоприятных

По характеру загрязнения всю акваторию лимана можно разделить на восемь районов (рис. 4), характеристика которых приведена в таблице.

Потенциально опасными являются зоны 1-5, где происходит аккумуляция загрязнителя и его интенсивное осаждение на дно. Это мелководные районы с ослабленной циркуляцией, прилегающие к судоходному каналу. Зоны 7-8, соответствующие искусственно углубленной части акватории лимана, хорошо промываются и накопление загрязнителя в донных осадках здесь значительно меньше. В северной части лимана (зона 6) процессы переноса ослаблены, и рассеяние примеси происходит в основном за счет турбулентного массообмена между локальными циркуляционными структурами, поэтому концентрации загрязнителя в этом районе лимана равномерно убывают с востока на запад и образования аномальных концентрационных структур не наблюдается. Расчеты показали отсутствие значимых различий между сезонными полями загрязнения, полученными путем умножения типовых полей на весовые множители, соответствующие вероятности анализируемых ветровых ситуаций.

**Характеристика зон загрязнения серой вод Малого Аджалыкского лимана по данным модельных расчетов**

№ района	Площадь, га	Максимальная (районы 1-5) и характерная (районы 6-8) концентрация серы С, г/л	Максимальный (районы 1-5) и характерный (районы 6-8) поток осаждения серы на дно Q, мг/м <sup>2</sup> в год
1	0,16	1,32	11,42
2	0,31	0,44	3,94
3	0,20	0,51	3,28
4	0,44	0,47	3,85
5	0,03	0,19	1,69
6	0,80	0,03-0,1	0,38-0,94
7	2,15	0,001-0,1	0,001-0,48
8	2,76	0-0,006	0-0,03

гоприятных гидрометеорологических условиях для накопления в северной части лимана экологически значимого содержания серы в воде и донных отложениях потребуется около миллиона лет.

***Литература***

1. Анализ состояния окружающей среды в районе расположения угольного комплекса ТП «МТП «Южный». – Отчет ИКПМП и НТП НАНУ. – Одесса, 2007.
2. ТЭО строительства комплекса серы в порту Южный. Раздел 1. Охрана окружающей природной среды. – Отчет ЧМНИИП. – Одесса, 1999.

## ГИПОКСИЙНО-АНОКСИЙНЫЕ ЯВЛЕНИЯ В ВОДАХ СЕВЕРО-ЗАПАДНОГО ШЕЛЬФА ЧЕРНОГО МОРЯ

Ю. И. Попов, В. В. Украинский

Украинский научный центр экологии моря (УкрНЦЭМ)

### Введение

Одним из наиболее неблагоприятных факторов экологического состояния морской среды северо-западного шельфа (СЗШ) Черного моря является развитие последовательной цепи процессов: биогенного загрязнения и эвтрофикации вод поверхностного слоя; обескислороживания глубинных морских вод; и, как результат, угнетение или гибель придонных фауны и флоры.

Летне-осеннее состояние кислородного режима глубинных слоев вод шельфа определяется количеством и скоростью окисления органических веществ, интенсивностью их вертикального перемешивания и горизонтального распространения. Скорость окисления органики существенно зависит от концентрации растворенного кислорода и термического состояния морской среды.

Дефицит кислорода (гипоксия) в придонных водах на СЗШ в теплый период года стал регулярно наблюдаться, начиная с 70-х гг., когда антропогенная нагрузка, связанная с интенсивным развитием промышленности и сельского хозяйства, достигла критического уровня. Однако отмечается, что интенсификация гипоксии с периодичностью около 3-5 лет [3, 6] имеет место и в изменчивости природных факторов.

Целью работы является анализ многолетних изменений кислородного режима глубинных вод СЗШ и оценка влияния климатических и гидрофизических факторов на ее развитие и распространение.

### Материалы и методы исследований

В работе использовались данные натуральных океанографических наблюдений на СЗШ за температурой, соленостью и растворенным в воде кислородом в теплые полугодия 1955-2000 гг. Основной массив данных составляют наблюдения ЮгНИРО и УкрНЦЭМ. Суммарное количество станций, расположенных севернее 45° с. ш., за указанный период составило 4524.

Для анализа атмосферных климатических изменений использовались метеорологические наблюдения гидрометеостанции Одесса-порт (1981-2005 гг.).

### Результаты исследования и их анализ

Обобщение всех данных наблюдений за содержанием кислорода в водах глубинного слоя СЗШ позволило получить среднестатистическую картину распространения гипоксических явлений в шельфовой области (рис. 1). Основной зоной повторяемости глубинной гипоксии является 30-40-мильная область, прилегающая к западному и крайнему северному побережью СЗШ. Отдельные случаи гипоксии отмечаются южнее п-ова Тендра и в Каркинитском заливе. Небольшие максимумы повторяемости в юго-восточном секторе шельфа очевидно связаны с эпизодическими выходами на границы шельфа обескислороженных вод открытого моря.

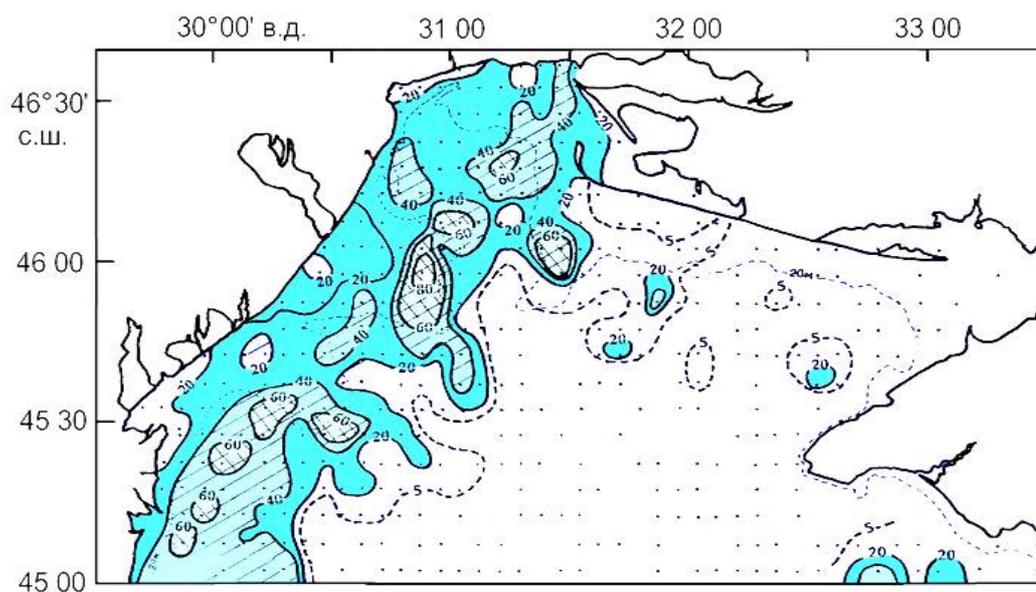


Рисунок 1. Среднеголетняя повторяемость (%) явлений глубинной гипоксии на СЗШ Черного моря в летне-осенние периоды года

Для всей западной части шельфа, с осреднением в глубинном слое 15-30 м, было вычислено ежегодное среднелетнее содержание кислорода и солёности за период 1955-2001 гг. Многолетние изменения солёности и концентрации растворенного в воде кислорода представлены на рис. 2. Изменение концентраций кислорода характеризовалось относительно стабильной ситуацией в 50-е и в первой половине 60-х гг. (6-7 мл/л). Начиная с середины 60-х гг. и до конца 90-х, отмечается интенсивное понижение его концентрации, связанное, очевидно, с увеличением

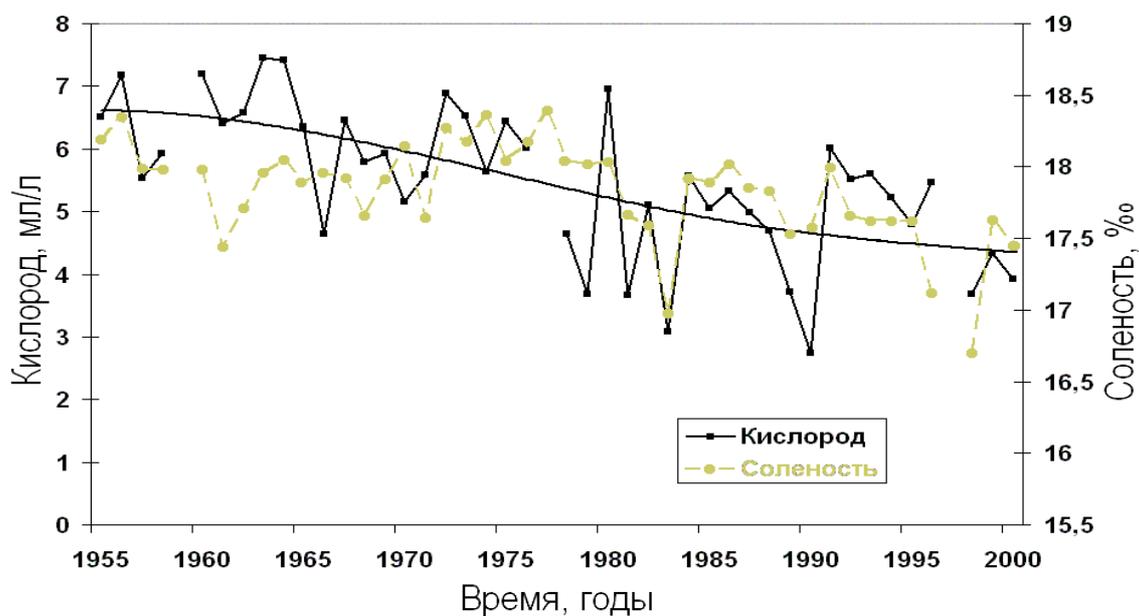


Рисунок 2. Многолетние изменения концентраций кислорода и солёности придонного слоя воды в западной части СЗШ (плавная линия – тренд кислорода, аппроксимированный полиномом 3-й степени)

антропогенной нагрузки и эвтрофикации вод. К концу 90-х годов среднелетние концентрации кислорода уже приблизились к значениям 4,0-4,5 мл/л.

Практически аналогичным образом ведут себя поверхностная и глубинная солености. За рассматриваемый период глубинная соленость уменьшилась в среднем с 17,8-18,2 до 17,0-17,5 ‰. Коэффициент взаимной корреляции между соленостью и растворенным кислородом за период 1955-2000 гг. составил 0,57.

Одним из важнейших вопросов в исследовании процессов развития глубинной гипоксии на шельфе является знание механизмов ее вертикального развития. Достаточно детально этот механизм описан в работе [4], поэтому рассмотрим его в самом общем виде. Наблюдения судов УкрНЦЭМ второй половины 90-х гг. показали, что в подавляющем числе случаев в нижней части сезонного пикноклина и непосредственно под ним формируются значительно более жесткие гипоксийно-аноксические условия, чем в водах придонного слоя. По мере опускания пикноклина эти условия приносятся в придонные слои.

Характерной особенностью вертикального распределения кислорода на вертикальном разрезе, выполненном в сентябре 2000 г. (рис. 3), является наличие хорошо выраженного слоя кислородного минимума, расположенного под слоем сезонного пикноклина. Гипоксия на разрезе присутствовала на всем протяжении разреза, а на станции 3 имело место сероводородное заражение (до 1,7 мл/л).

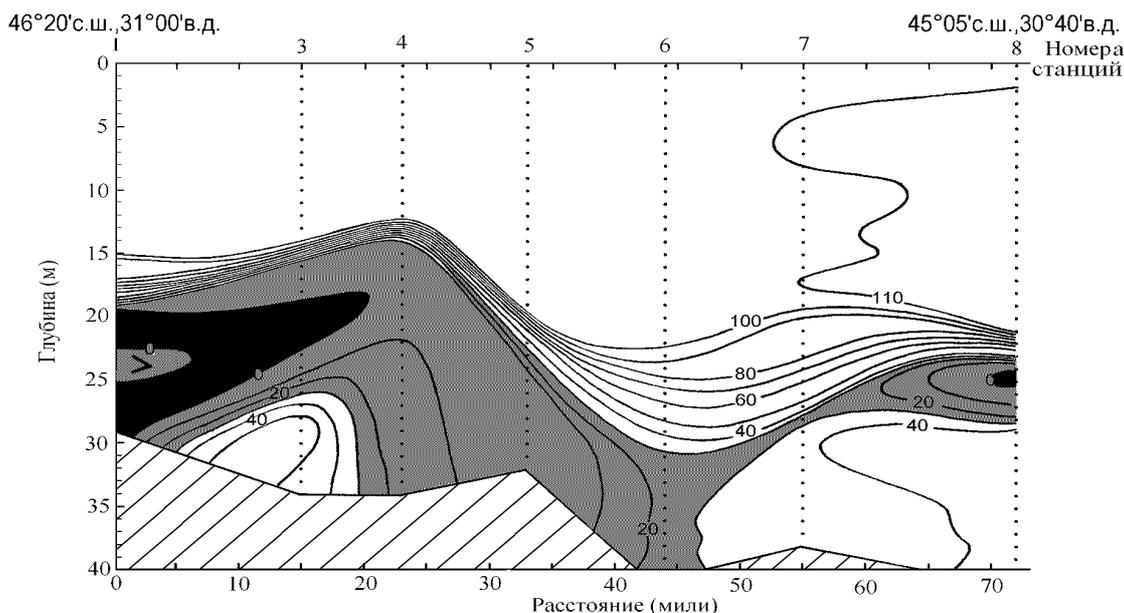


Рисунок 3. Распределение растворенного в воде кислорода на вертикальном разрезе п. Одесса-о. Змеиный (2-3 сентября 2000 г.) [4]

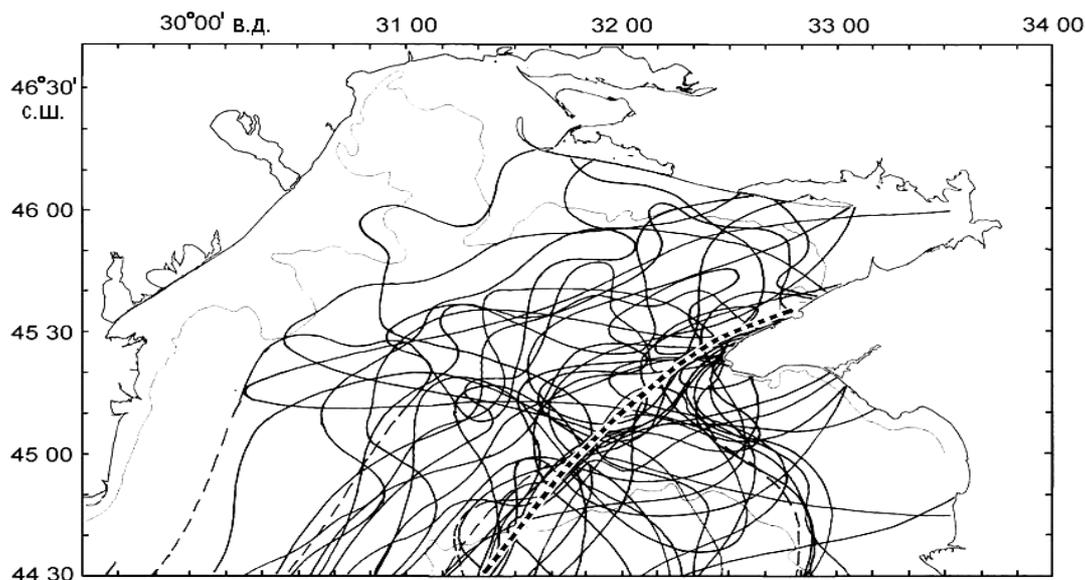
По мере заглубления пикноклина неблагоприятный газовый режим распространяется ко дну, создавая придонные заморы. В процессе дальнейшего опускания или развития вертикальной конвекции пикноклин исчезает, водная толща полностью аэрируется. «Осаждение» пикноклина на дно зависит от глубины места. Поэтому у дна отмечается своеобразная пространственно – временная волна изменения термохалинных и газовых свойств, распространяющаяся от прибрежных районов в открытые, более глубокие районы шельфа. В районах с глубинами более 40 м гипоксийно-аноксический слой может так и не достичь дна, оставаясь промежуточным

до начала своего полного уничтожения в результате развития осенне-зимней конвекции.

Значительный урон донной фауне и флоре прибрежной зоны приносят эпизодические повторения гипоксийно-аноксийных условий при сгонных явлениях.

Ряд исследователей [1, 5, 7] интенсивность пространственного распространения глубинной гипоксии связывали с параметрами стока рек. Полученные позже и на значительно большем объеме данных (1973-2000 гг.) корреляционные оценки между суммарным стоком рек, сроками наступления их максимальных или минимальных значений, с одной стороны, и площадями гипоксии, с другой, не выявили наличие существенной зависимости. Коэффициенты корреляции не превышали величины 0,15. Не прослеживается и связь стока рек с концентрацией кислорода в придонном слое. По данным наблюдений за период 1955-2000 гг. коэффициент корреляции не превышает уровня значимости 0,29. Все это указывает на то, что на развитие процесса существенное влияние оказывают другие факторы, в основном связанные с изменчивостью условий в приводной атмосфере.

На рис. 4 представлен ансамбль ежегодных границ летнего, самого широкого во внутригодовом ходе распространения шельфовых вод (ШВ, воды с соленостью менее 17,5 ‰) и положение средней летней границы.



**Рисунок 4. Синтезированная картина положения границ распространения ШВ на СЗШ в летние периоды года (июль-сентябрь). Толстой пунктирной линией показано положение средней летней границы**

Рассчитанные по этим границам площади майского распространения ШВ явились одним из важнейших предикторов эмпирико-статистической модели прогноза площадей распространения гипоксийных явлений в целом по теплым полугодиям. Коэффициент корреляции между площадями распространения на поверхности ШВ и площадями распространения придонной гипоксии ( $S_{гип.}$ ) составил 0,83 при уровне значимости 0,20 (рис. 5). Высокий уровень связи этих рядов указывает на большой вклад процессов адвекции и горизонтального обмена вод, которые на мелководном шельфе зависят, главным образом, от направленности и интенсивности вет-



Рисунок 5. Межгодовые изменения площади гипоксии, определенные по натурным данным (1) и рассчитанные по модели (2)

ра [8]. Годы с неблагоприятным экологическим состоянием характеризуются существенным горизонтальным распространением трансформированных речных вод уже в мае. Годы, когда трансформированные речные воды прижаты к западному побережью СЗШ, являются, как правило, благоприятными.

Вторым важным предиктором модели явился срок наступления стабильного и активного весеннего прогрева водной толщи. Для получения этого предиктора были проанализированы корреляционные зависимости между площадями распространения гипоксии и различными параметрами средней месячной температуры на станции порт-Одесса. Наиболее высокий коэффициент корреляции – 0,65 соответствовал порядковому номеру суток от начала года, при которых средняя месячная температура воздуха начинает стабильно превышать величину 5 °С ( $D_{15}$ ). Поверхностный слой воды в этот период прогревается до 3-5 °С. Данный интервал температур характеризуется высокими удельными скоростями фотосинтеза и, соответственно, ростом биомассы фитопланктона [2].

Итак, в обобщенной эмпирической регрессионной модели прогноза суммарной летне-осенней площади гипоксии вод в качестве предикторов использовались майские площади поверхностных вод с соленостью менее 17,5 ‰ и порядковые номера суток от начала года с переходом средней месячной температуры воздуха в Одессе через значение 5 °С:

$$S_{\text{гип.}} = 5,73 + 0,6 S_{17,5} - 0,15 D_{15}$$

Максимальная ошибка регрессионной модели составила 5,5 тыс. км<sup>2</sup> в 1983 г., а стандартная ошибка 2,4 тыс. км<sup>2</sup>. По этой формуле с учетом данных весеннего периода ( $S_{17,5}$  и  $D_{15}$ ) прогнозируется суммарная площадь  $S_{\text{гип.}}$  на СЗШ к концу годового цикла. На рис. 5 представлены межгодовые изменения площади гипоксии, вычисленные по натурным данным и рассчитанные по модели, а также содержание кислорода в отклонениях от максимального значения 7,46 мл/л 1963 г.

### Выводы

За период 1955-2000 гг. концентрация кислорода в слое под пикноклином в западной части СЗШ в летний период в среднем понизилась на 1,5 мл/л. Наиболее

интенсивное понижение концентрации кислорода приходится на период с середины 60-х до начала 90-х гг.

Летне-осенние наблюдения последних лет позволяют предположить, что основным механизмом формирования гипоксийно-аноксийных условий в глубинных слоях вод СЗШ является поэтапный процесс развития внутри- и подпикноклинного промежуточного слоя кислородного минимума, его расширение в глубинную часть и одновременное опускание с пикноклином ко дну. При развитии сгонных явлений воды вышеуказанного слоя могут быть источником рецидивной гипоксии в прибрежных районах шельфа.

Наряду с антропогенным воздействием и эвтрофикацией вод, синоптическая и крупномасштабная изменчивости циркуляции атмосферы оказывают значительное влияние на формирование кислородного режима и величины площадей с наличием гипоксии глубинных вод СЗШ.

Приведенная в работе эмпирическая регрессионная модель позволяет по площади, занимаемой ШВ в мае, и сроку начала весеннего прогрева дать прогноз суммарной площади гипоксии глубинных вод СЗШ к концу летне-осеннего периода.

### *Литература*

1. Берлинский Н. А., Дыханов Ю. М. К вопросу о формировании придонной гипоксии в северо-западной части Черного моря // Экология моря. – Киев: Наукова думка, 1991. – № 38. – С. 11-15.
2. Виноградова Л. А., Васильева В. Н., Дерезюк Н. В., Фетисов Л. П. Экологическая модель функционирования морского пелагического биоценоза // Тр. ГОИН. – М., 1992. – Вып. 182. – С.134-164.
3. Орлова И. Г., Белевич Р. Р., Попов Ю. И., Украинский В. В., Бондарь С. Б. Динамика гипоксийных процессов в придонных водах северо-западного шельфа Черного моря // Океанология. – 1999. – Т. 39. – № 4. – С. 548-554.
4. Попов Ю. И., Орлова И. Г., Стунжас П. А., Украинский В. В. Результаты исследования механизма образования гипоксии на северо-западном шельфе Черного моря с помощью безмембранного кислородного датчика // Системы контроля окружающей среды. – Севастополь: МГИ, 2002. – С. 96-101.
5. Практическая экология морских регионов. Черное море / Под ред. В. П. Кеонджяна, А. М. Кудина, Ю. В. Терехина. – Киев: Наукова думка, 1990. – 252 с.
6. Селин П. Ю. Гидрохимические особенности гипоксийно-аноксийных зон на северо-западном шельфе Черного моря. – М.: ГОИН, 1987. – 34 с. Деп. в ВИНТИ, 14.01.88 г., N 298-B88.
7. Селин П. Ю., Михайлов Н. Н., Волков Н. В. Изменчивость гидрохимического режима вод северо-западного шельфа Черного моря // Сб. научн. тр.: Экология прибрежной зоны Черного моря. – М.: ВНИРО, 1992. – С. 59-100.
8. Украинский В. В., Попов Ю. И. Районирование вод северо-западной части Черного моря по термохалинным показателям // Сб. науч. доп.: Екологічні проблеми Чорного моря. – Одеса: ОЦНТІ, 2003. – С. 374-377.

## ОСОБЕННОСТИ ЛЕДОВОГО РЕЖИМА АЗОВСКОГО МОРЯ В ЗИМНИЙ ПЕРИОД 2007-2008 ГГ.

Р. В. Боровская, Л. А. Лексикова  
ЮгНИРО

### Введение

Ледовый режим Азовского моря в основном определяется характером и интенсивностью атмосферных процессов и генеральными тенденциями изменения теплового режима региона. На ледовые условия оказывают влияние также постоянно действующие местные факторы: географическое положение, изрезанность берегов, мелководность, низкая соленость и другие [1-3, 5-7]. Ледовый режим Азовского моря отличается, прежде всего, непостоянством ледовых условий, которые меняются от года к году в зависимости от степени суровости зимы. Зима 2007-2008 гг. оказалась одной из наиболее холодных зим за последние 20 лет и отличалась специфическими ледовыми условиями, которые были сопоставлены с климатическими сведениями.

### Исходный материал

В качестве исходных данных использованы снимки в видимом и инфракрасном диапазоне спектра, полученные с американского спутника «NOAA» с помощью станции приема спутниковой информации «Su-8» (фирма «FURUNO»), установленной в Южном научно-исследовательском институте морского рыбного хозяйства и океанографии (г. Керчь). Дополнительно использовались данные прибрежных наблюдений и оперативная информация с находившихся в море судов.

Дешифровка льдов на спутниковых снимках проводилась с использованием существующих методик [4].

### Обсуждение результатов

В зимний период 2007-2008 гг. льдообразование началось в Таганрогском заливе и в мелководных бухтах по северу Азовского моря 17 декабря 2007 г. в результате вторжения холодного воздуха в тыл атлантического циклона, расположенного над Средней Волгой. Дальнейшее накопление льда шло медленно. К концу декабря-началу января в районе Таганрога, Ейска, Должанской образовался припай. В прибрежной части Мариуполя в этот период отмечался темный нилас сплоченностью 10 баллов, в Приморско-Ахтарске – шуга.

С 1 по 6 января 2008 г. на севере европейской части России установился арктический антициклон, который медленно распространился на юг. Над Азовским морем наблюдались сложные погодные условия: штормовой ветер местами до 25 м/с, снег, метель, понижение температуры воздуха до 3-9° мороза. 7-10 января циклон над Черным морем заполняется, над акваторией сохраняется холодная воздушная масса. Температура воздуха составляет 8-9° мороза. В этот период началось интенсивное льдообразование. 8 января все море за исключением небольших участков полностью покрылось льдами сплоченностью 6-10 баллов. Наибольшая сплоченность льда отмечалась в Таганрогском заливе и на западе моря. Самые «тяжелые льды» прослеживались с 9 по 21 января в северной и центральной частях моря (рис. 1).

К началу третьей декады января толщина льда достигала на западе и в Таганрогском заливе 40-50 см, в центральной части – 30-40 см. На остальной акватории моря она составляла 25-30 см (рис. 2).

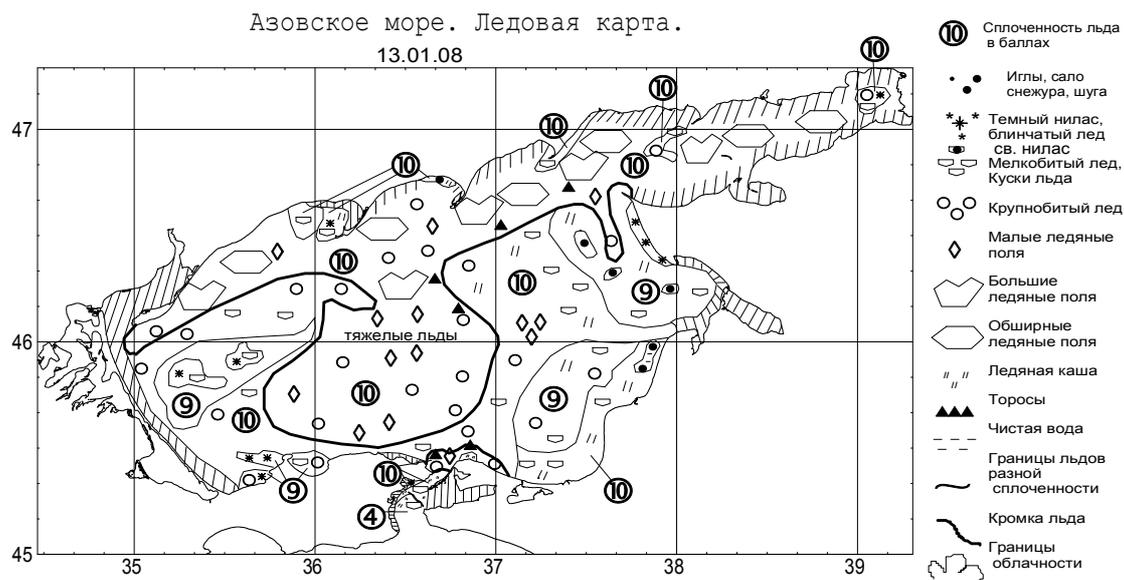


Рисунок 1. Ледостав в Азовском море



Рисунок 2. Распределение льдов в Азовском море

По трассе Керчь–Бердянск–Мариуполь–Таганрог отмечалась повышенная топористость льдов. 21-23 января акватория Азовского моря находилась под влиянием теплого сектора атлантического циклона. Отмечалось повышение температуры воздуха, наблюдались туманы. В южной части моря лед начал таять, в восточной и центральной его части появились разводья. Под влиянием юго-западного ветра прослеживался «отрыв» льда от припая на западе моря, в Бердянском и Белосарайском заливах. Во второй половине третьей декады января над акваторией Азовского моря прошла серия атлантических циклонов. Наблюдался юго-западный ветер и ветер

северных румбов. Скорость его достигала 18-25 м/с. В море отмечалась большая подвижка льдов, многие районы освободились ото льда.

В начале февраля погоду акваторий определяла ложбина атлантического циклона. Ветер южный скоростью до 15 м/с. Температура воздуха в этот период составляла 2-5° тепла. Таманский залив, а также акватория севернее Керченского пролива очистилась ото льда (рис. 3). С 6 по 11 февраля под влиянием восточного, северо-восточного ветра происходит смещение льдов на запад, юго-запад (рис. 4).

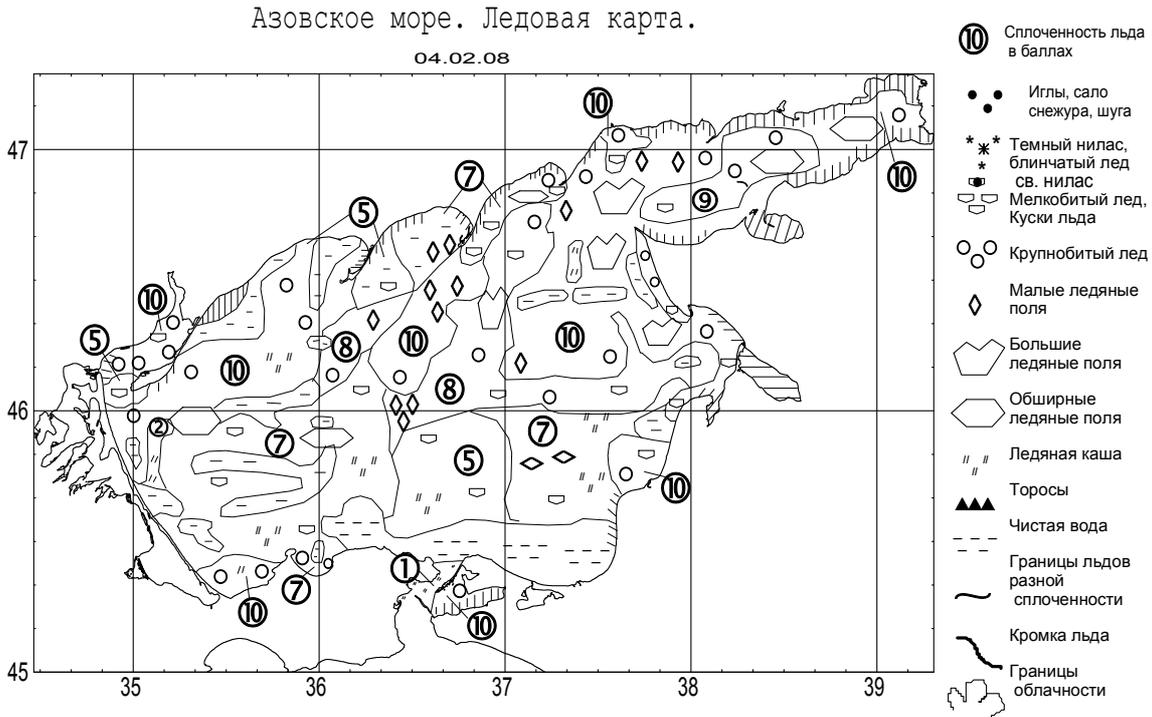


Рисунок 3. Подвижки льдов в Азовском море

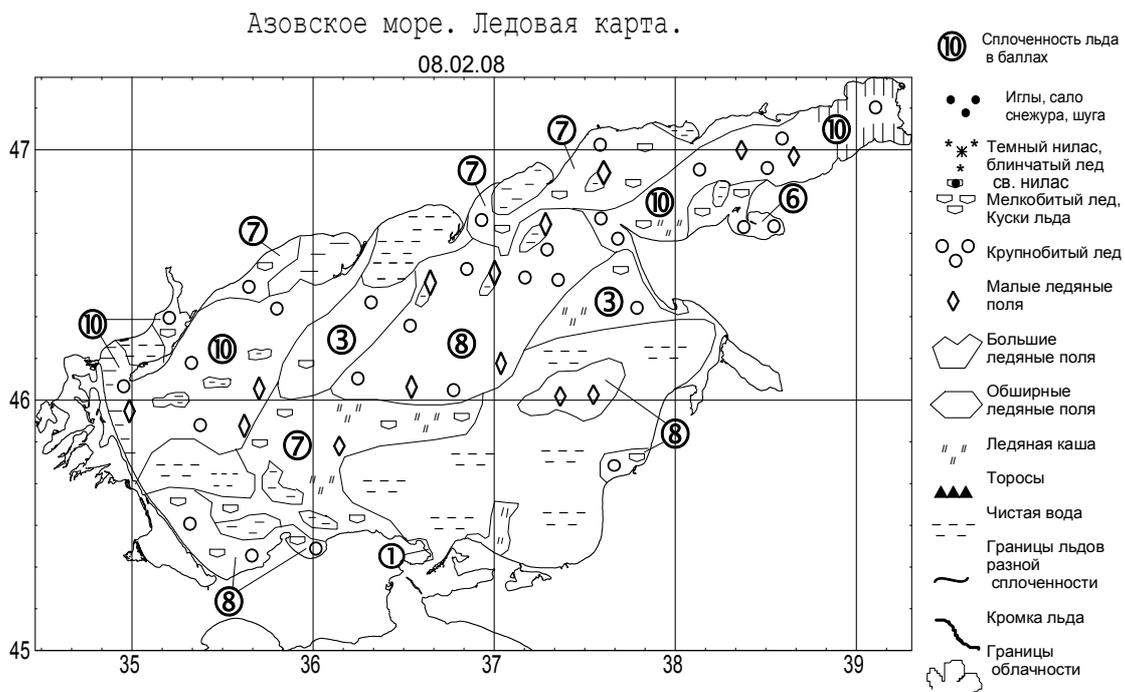


Рисунок 4. Распределение льдов в Азовском море

Наиболее сложная ледовая обстановка в этот период сложилась на западе моря и в прибрежной части Таганрогского залива, где сплоченность льда достигала 10 баллов. Частая смена направления ветра (преимущественно северных и западных румбов) во второй половине февраля также обусловила большие подвижки льда. В результате значительные участки моря по северу открылись ото льда. В восточной же части (за исключением небольших участков) сложились сложные ледовые условия. В конце февраля под влиянием южного ветра произошло смещение льда к северу (рис. 5).

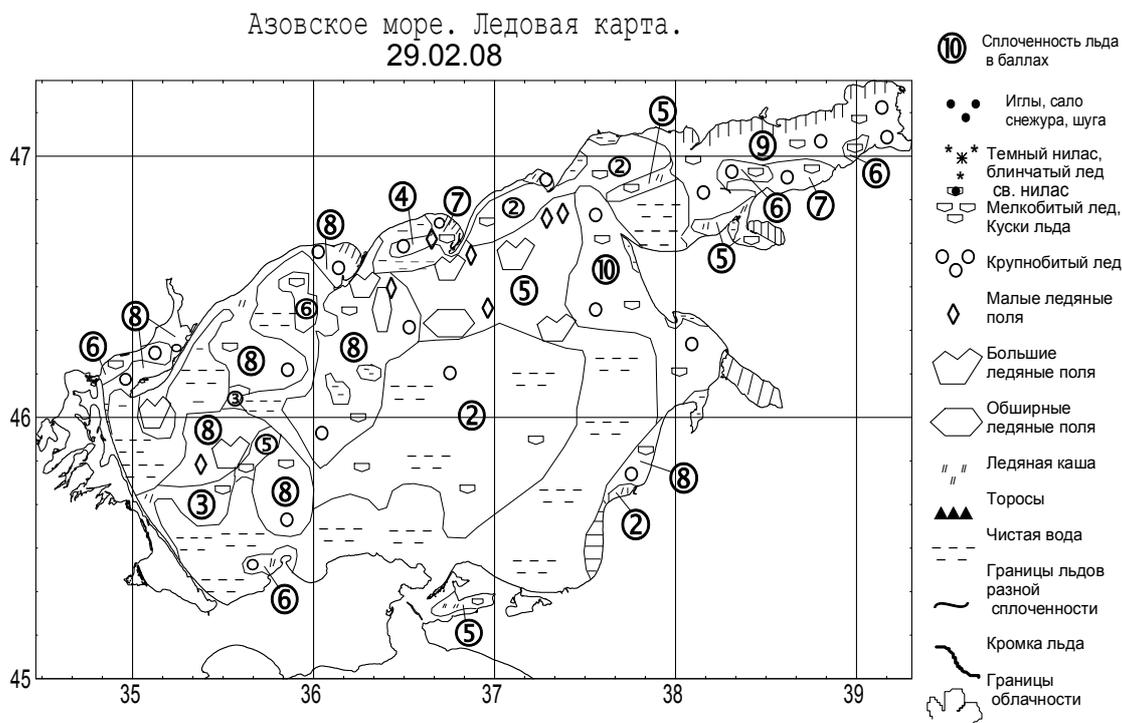


Рисунок 5. Подвижки льдов в Азовском море

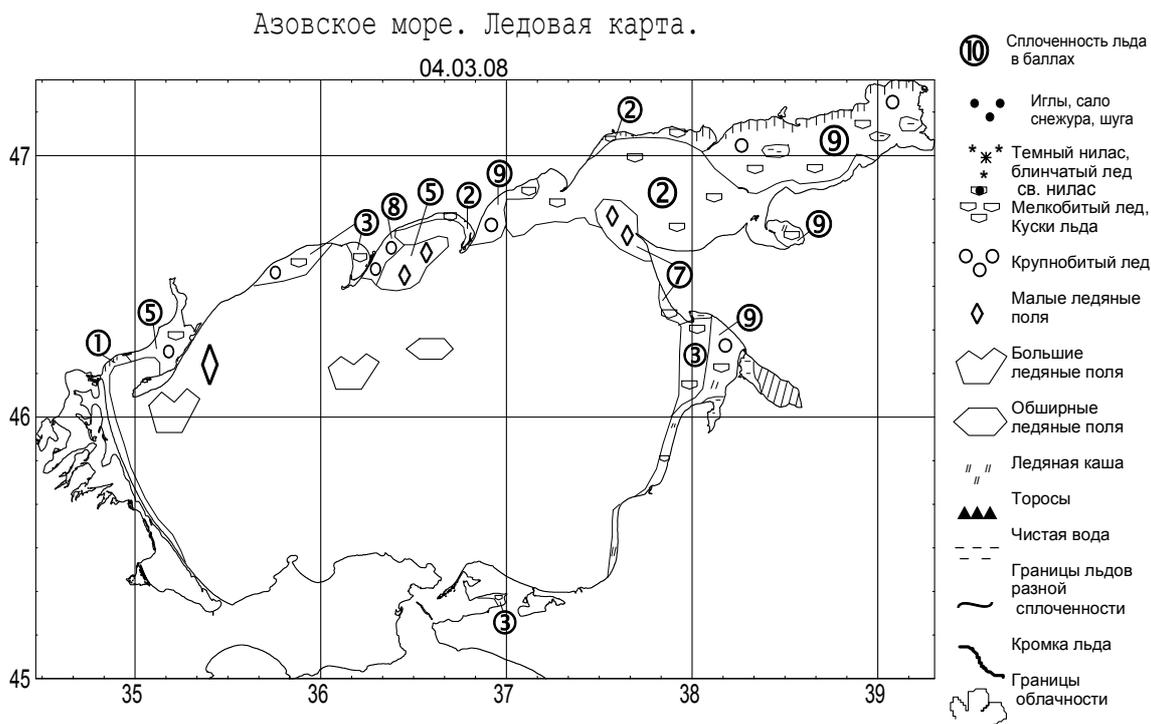
В начале марта глубокий атлантический циклон перемещается по северу Европы. Акватория моря расположена в ложбине этого циклона. Ветер южный, юго-западный. Температура воздуха составляет 6-8° тепла, идут дожди. Отмечается интенсивное таяние льда и смещение его к северу (рис. 6).

К концу первой декады марта льды прослеживались в Таганрогском заливе (сплоченность 5-10 баллов) и на юго-западе от косы Долгой (сплоченность 3-4 балла). 16 марта льды сплоченностью 2 балла сохранялись только возле косы Долгой. 17 марта произошло полное очищение моря ото льда.

В целом зима 2007-2008 гг. по критерию суммы среднесуточных отрицательных температур воздуха (233°) в четырех пунктах рассматриваемой акватории (Керчь, Геническ, Таганрог, Приморско-Ахтарск) [5] относится к типу умеренных зим.

Многолетняя характеристика количества дней со льдом в умеренные зимы колеблется от 90 до 120, а со сплошным ледовым покровом – от 40 до 95 дней [1]. Поэтому можно считать, что по количеству дней со льдом зима 2007-2008 гг. относится к типу умеренных зим (91 день), а со сплошным ледовым покровом – к типу мягких зим (10 дней).

Ледовый сезон начался 17 декабря, это значительно позже средней даты за многолетний период наблюдений для умеренных зим (24-26 ноября).



**Рисунок 6. Интенсивное таяние льда в Азовском море**

Отличительной особенностью рассматриваемого зимнего сезона также можно считать интенсивное таяние большого массива льдов по акватории моря в течение 10 дней в марте.

### Выводы

Зима 2007–2008 гг. для акватории Азовского моря в целом относилась к типу умеренных зим. Она характеризовалась равномерным процессом льдообразования. Наиболее тяжелая ледовая обстановка наблюдалась в январе, при этом толщина льда достигала 30-50 см. Полное замерзание моря отмечалось с 9 по 13, с 18 по 21 и 30 января 2008 г. Очищение моря произошло 17 марта и сопровождалось интенсивным таянием в течение 10 дней. Ледовый период длился 91 день. Характерной особенностью зимнего периода являлись частые подвижки льдов под влиянием погодных условий.

### Литература

1. Гидрометеорологический справочник Азовского моря. – Л.: Гидрометеиздат, 1962. – 270 с.
2. Гидрометеорологические условия шельфовой зоны морей СССР. – Т. 3 / Азовское море. – Л.: Гидрометеиздат, 1986. – С. 35-76.
3. **Гоптарев Н. П., Таран Б. М.** Ледовые условия // В кн.: Гидрометеорология и гидрохимия морей СССР. – Том 5 / Азовское море. – Санкт-Петербург: Гидрометеиздат, 1991. – С. 59-73.
4. Методические указания по комплексному использованию спутниковой информации для изучения морей. Гос. комитет СССР по гидрометеорологии и контролю природной среды. – Л.: Гидрометеиздат, 1987. – С. 59-100.
5. Справочник по гидрологическому режиму морей и устьев рек СССР. – Т. 3 / Азовское море, вып. 1. Прибрежная зона моря. – Киев, 1970. – С. 24-49.

6. **Суховей В. Ф.** Моря Мирового океана. – Л.: Гидрометеиздат, 1986. – 286 с.
7. Учет ледовых условий при гидрометеорологическом обеспечении зимних плаваний в Азовском море. – Пособие УСМС УССР, 1979. – С. 30-46.

## ГИДРОЛОГО-ГИДРОХИМИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПРИБРЕЖНОГО АКВАЛЬНОГО КОМПЛЕКСА РАЙОНА МЫСА ПЛАКА

О. А. Трощенко, В. И. Губанов, А. А. Субботин, С. В. Щуров

Институт биологии южных морей НАН Украины (ИнБЮМ НАНУ)

Мыс Плака находится в 12 км к юго-западу от г. Алушты и представляет собой скалистое образование, вдающееся в море примерно на 50-100 м. Береговая линия к юго-западу от м. Плака образует локальный залив, а к северо-востоку имеет плавные очертания без резких изгибов. К востоку от мыса на расстоянии 200-300 м от берега на дне моря расположена каменная гряда с выступающими над поверхностью скалистыми рифами. Район исследований географически принадлежит к южному берегу Крыма (ЮБК), защищен от ветров северных четвертей, в связи с чем формируются его климатические особенности и, отчасти, гидрологический режим прибрежных вод.

Прибрежный аквальный комплекс около м. Плака был утвержден памятником природы местного значения (ППМ) решением Крымского облисполкома № 97 от 22 февраля 1972 г. Его резерват располагается в Алуштинском районе вблизи поселка городского типа Партенит, где занимает площадь 60 га или 2 км береговой линии. Здесь находятся оригинальные морские биогеоценозы.

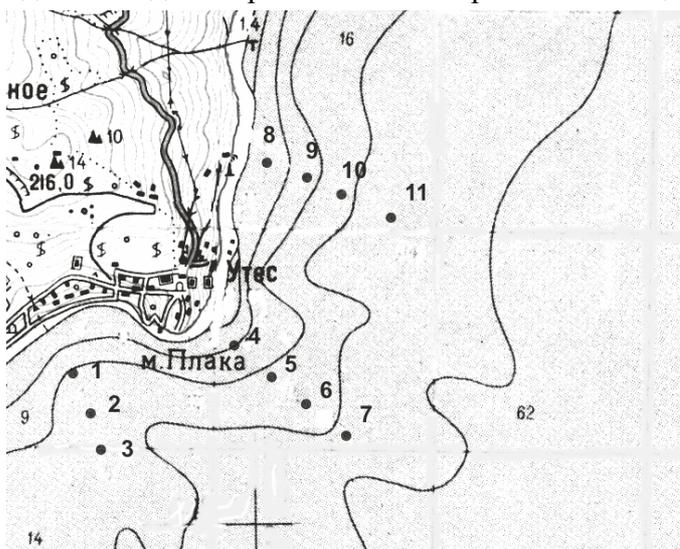


Схема станций

В целях уточнения современного экологического состояния акватории, прилегающей к м. Плака, 25 мая 2006 г. сотрудниками ИнБЮМ НАНУ были выполнены комплексные исследования, включающие в себя гидрологические, гидрохимические и гидробиологические наблюдения от поверхности до дна по схеме станций, представленных на рисунке. В данной работе приводятся результаты этих исследований и анализа многолетних данных.

### Температурный режим

Экологические черты прибрежных акваторий во многом определяются особенностями термохалинной структуры вод, которая, в свою очередь, зависит от климатических факторов, динамики морских вод, геоморфологии района, поступления вод с побережья (любого происхождения) и некоторых других менее значимых факторов. Основной вклад в формирование термической структуры прибрежных вод ЮБК вносят климатические факторы. В пределах 30-метровой изобаты летний прогрев приводит к формированию прогретого до 22-25 °С верхнего квазигомогенного слоя

(ВКС), а осенне-зимнее выхолаживание – к формированию холодного (до 6-8 °С) слоя конвективного перемешивания.

В районе м. Плака-Алушта распределение температуры воды поверхностного слоя носит четко выраженный внутригодовой ход (табл. 1). Наименьшие ее значения наблюдаются в феврале-марте и могут понижаться у уреза воды до 3,5-4,5 °С при средних значениях 7,0-8,0 °С.

Таблица 1. **Средняя месячная температура поверхностной воды в районе Алушты [1]**

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
8,2	7,4	7,4	9,7	14,2	18,2	21,3	23,3	20,9	17,2	13,6	10,5
10,8	9,5	9,1	12,1	16,4	21,2	25,4	25,3	23,6	20,4	16,0	12,8
6,6	5,4	5,6	7,0	12,1	12,8	15,4	19,0	17,6	19,4	9,4	7,6

Примечание: 1-я строка – средняя месячная характеристика; 2-я строка – наибольшая; 3-я строка – наименьшая из средних месячных.

С конца марта-начала апреля температура быстро повышается. Среднемесячная температура воды в апреле на 2,3 °С выше, чем в марте. Наиболее интенсивный прогрев воды наблюдается в мае (на 4,5 °С по сравнению с апрелем) и продолжается вплоть до середины августа. В июле-августе в отдельные годы температура достигает до 28 °С. Понижение температуры начинается в сентябре, а особенно резкое падение происходит в ноябре-начале декабря. Во время съемки температура на поверхности была аномально высокой – около 20 °С.

В отдельные годы среднемесячные значения температуры воды могут значительно отклоняться от среднесезонных значений. Наибольшие колебания среднемесячных значений температуры воды отмечаются в летний период, когда амплитуда колебаний достигает до 10 °С. В зимний период эти колебания в два раза меньше. Также большое значение имеют сгонно-нагонные явления, вызывающие подъем и опускание прибрежных вод. При мощных сгонах летняя температура воды на поверхности понижается до 8-10 °С. Сгоны в районе ЮБК наблюдаются при устойчивых ветрах западной четверти. В среднем за сезон отмечается три сгона. Максимальное количество – 9 сгонов, минимальное – 1. Продолжительность сгонов в этом районе сильно варьирует – от нескольких суток до полутора месяцев. Сгонные явления, являясь важным фактором вертикального обмена водных масс, влияют практически на все элементы экосистемы прибрежных вод, понижают температуру воды и воздуха, создают определенный микроклимат.

### Соленость

Соленость морской воды в исследуемом районе не является определяющим фактором термохалинной структуры. Она служит либо индикатором водных масс, либо характеристикой прибрежной пресноводной разгрузки (приток Азовоморских вод, ливневый и речной сток, хозяйственные выпуски сточных вод). Данные по внутригодовой среднемесячной изменчивости солености представлены в табл. 2.

Из таблицы видно, что значения солености имеют внутригодовой ход с минимумом в апреле-мае, максимумом в сентябре-ноябре. Этот ход имеет обратную направленность пресноводному стоку и, прежде всего, усилению вдольберегового поступления Азовоморских вод. Среднесезонная норма солености равна 18,0 ‰. Отклонение от нормы в основном не превышает 0,5-0,7 ‰, хотя, как видно из таб-

лицы, в отдельные годы может составлять несколько промилле. Во время проведения съемки соленость была близкой к среднемноголетней для мая – около 17,5 ‰.

**Таблица 2. Средняя месячная соленость поверхностной воды в районе Алушты, ‰ [1]**

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
18,06	17,99	17,53	17,00	17,09	17,63	17,99	18,13	18,21	18,21	18,22	18,08
18,63	18,65	18,42	17,83	17,92	18,61	18,59	18,64	18,66	18,62	18,71	18,73
17,35	16,00	15,74	14,25	15,88	16,30	16,67	17,50	17,43	16,09	16,22	16,69

Примечание: 1-я строка – средняя месячная характеристика; 2-я строка – наибольшая; 3-я строка – наименьшая из средних месячных.

### Течения

В районе м. Плака-Алушта струя ОЧТ, как правило, располагается в 6-8 милях от берега, в связи с чем значительный вклад в формирование прибрежных течений вносят синоптические атмосферные процессы, рельеф дна, изрезанность береговой линии, местные ветровые условия. Анализ многолетних данных по исследованию прибрежных течений с помощью автономных буйковых станций (АБС) и пусков свободно-плавающих дрейфтеров выявил следующую картину. Розы течений, в основном, вытянуты в направлении береговой черты. Повторяемость течений северо-восточной четверти составляет здесь 32-35 %, а юго-западной – 47-51 %. Направления течений почти в 80 % случаев совпадают с ориентацией береговой линии и тесно коррелируют с определяющими ветрами. В холодный период года, когда господствуют северо-восточные и восточные ветра, преобладают течения юго-западной четверти. В теплый период при увеличении повторяемости западных и юго-западных ветров преобладают восточные и северо-восточные течения.

Прибрежная зона характеризуется сравнительно слабыми течениями. Средние скорости поверхностных течений колеблются в пределах 5-20 см/с. В 80-90 % случаев всех измерений скорости не превышали 20 см/с, в 4-14 % достигали 20-40 см/с и лишь в 0,2-1,2 % превышали 40 см/с. Вблизи м. Плака наблюдается ослабление течений, обусловленное процессами трения и диссипации энергии при турбулентном обмене.

### Гидрохимическая характеристика и уровень загрязненности вод и донных отложений

Материалы подготовлены по данным экспедиционных исследований, выполненных 25 мая 2006 г. сотрудниками Института биологии южных морей Национальной академии наук Украины (ИнБЮМ НАНУ) непосредственно в районе, прилегающем к м. Плака, и материалам архива Морского отделения Украинского научно-исследовательского гидрометеорологического института [2]. Отбор проб морской воды проводился на 11 станциях с поверхностного и придонного горизонтов. Донные отложения отбирались на 6 станциях. Результаты анализов представлены в табл. 3, 4.

### Водный слой

Содержание и динамика растворенного кислорода в морской воде регламентируется гидрофизическими и биохимическими факторами. К первым относятся тер-

Таблица 3. Показатели качества вод в районе, прилегающем к м. Плака

№№ ст.	Горизонт	Показатели									
		T, °C	S, ‰	O <sub>2</sub> , мл/л	O <sub>2</sub> , %	БПК <sub>5</sub> , мл/л	PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>	SiO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>
		мкг/л									
1	поверхн.	19,62	17,43	6,79	117,5	1,93	4	96	25	0,7	18
	придон.	11,99	17,61	6,42	95,0		2	79	11	0,5	19
2	поверхн.	19,62	17,43	6,70	116,0	0,94	3	93	10	0,7	10
	придон.	11,48	17,64	7,52	110,1		3	79	8	0,5	5
3	поверхн.	19,38	17,43	6,79	117,0	1,28	3	97	13	0,7	5
	придон.	11,49	17,70	7,63	111,7		2	80	10	0,7	0
4	поверхн.	19,60	17,43	7,34	127,0	1,38	3	84	11	0,7	8
	придон.	17,92	17,51	6,91	115,7		2	80	11	1,0	10
5	поверхн.	19,92	17,42	7,04	122,6	1,23	3	87	11	1,0	10
	придон.	11,48	17,70	7,55	110,6		4	66	9	0,8	7
6	поверхн.	19,98	17,16	6,61	115,0	0,98	3	107	9	0,8	7
	придон.	11,22	17,70	7,48	109,0		3	77	11	0,8	7
7	поверхн.	19,62	17,16	6,49	112,1	0,49	3	105	10	1,0	13
	придон.	10,46	17,79	7,33	105,0		3	106	9	0,8	10
8	поверхн.	20,42	17,43	6,69	117,5	1,02	5	110	16	1,0	13
	придон.	12,62	17,54	7,56	113,4		3	77	11	0,8	3
9	поверхн.	20,49	17,25	6,71	117,9	1,06	5	111	11	1,0	3
	придон.	12,12	17,61	7,41	110,0		4	105	9	1,0	3
10	поверхн.	19,98	17,07	6,59	114,6	0,65	4	101	8	0,8	10
	придон.	10,88	17,81	7,44	107,6		3	108	4	0,9	7
11	поверхн.	19,98	17,08	6,66	115,9	0,69	4	108	5	1,0	3
	придон.	8,90	17,97	6,81	94,3	-	-	-	-	-	-

Таблица 4. Показатели качества донных отложений в районе, прилегающем к м. Плака

Ингредиент	Номер станции						Предел обнаружения
	1	2	3	4	5	6	
Cd, мг/кг	0,164	0,154	0,223	0,222	0,142	0,187	0,008
Cu, мг/кг	10,82	10,23	13,22	15,32	10,08	7,51	0,11
Hg, мг/кг	0,018	0,026	0,040	0,062	0,067	0,050	0,007
Pb, мг/кг	16,54	16,53	11,00	11,17	11,49	12,96	0,52
Zn, мг/кг	76,97	67,51	103,96	210,90	115,94	106,42	0,50
Нефтепродукты, мг/г	1,10	0,90	1,20	1,50	0,90	1,00	0,05

мохалинные характеристики (температура и соленость), а также динамика вод; ко вторым – фотосинтез, биохимическое и химическое потребление кислорода.

В период наблюдений абсолютные концентрации растворенного кислорода в районе, прилегающем к м. Плака, изменялись в поверхностном слое от 6,49 до 7,34 мл/л, в придонном – от 6,42 до 7,63 мл/л. Диапазон относительного содержания кислорода был следующим: 112,1-127,0 и 94,3-115,7 % соответственно для поверхностного и придонного горизонтов. Экстремальные значения абсолютных и

относительных значений кислорода совпадают, что связано с синхронностью действия факторов, определяющих его режим, и, кроме того, свидетельствуют о хорошем водообмене района исследований с открытой акваторией моря. Сравнение средних величин растворенного кислорода, полученных в 1996-2000 гг. для Гурзуфского залива (табл. 5), показало отсутствие существенных изменений содержания кислорода. Таким образом, вода в районе исследований как в поверхностном, так и придонном слое была хорошо аэрирована, а содержание кислорода имело большую предельно-допустимую концентрацию (ПДК).

**Таблица 5. Содержание растворенного кислорода и биогенных веществ в Гурзуфском заливе и в районе, прилегающем к м. Плака**

Годы	Показатели	Характеристика гидрохимических показателей на горизонтах					
		поверхностный			придонный		
		средняя	максим.	миним.	средняя	максим.	миним.
<i>Гурзуфский залив (открытая часть)</i>							
Среднее за 1966-2000	O <sub>2</sub> %	104	119	61	80	94	37
	PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> мкг/л	<10	<10	н. обн.	<10	18	н. обн.
	SiO <sub>3</sub> <sup>2-</sup> мкг/л	220	370	80	230	450	90
	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> мкг/л	<10	12	<10	<12	20	<10
	NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> мкг/л	<5	<5	н. обн.	<5	<5	н. обн.
	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> мкг/л	26	63	<5	27	85	<5
<i>Район, прилегающий к м. Плака</i>							
25.05.2006	O <sub>2</sub> %	118	127	112	108	116	94
	PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> мкг/л	4	5	3	3	4	2
	SiO <sub>3</sub> <sup>2-</sup> мкг/л	100	111	84	86	108	66
	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> мкг/л	12	25	5	9	11	4
	NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> мкг/л	0,9	1,0	0,7	0,8	1,0	0,5
	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> мкг/л	9	18	3	7	19	0

Не вызывают тревогу также и значения биохимического потребления кислорода. В период исследований значения БПК<sub>5</sub> изменялись от 0,49 до 1,93 мл/л при среднем значении – 1,06.

Азот относится к числу важнейших биогенных элементов, поскольку концентрация его соединений определяет биологическую продуктивность водоёма. В целом по акватории района исследований размах концентраций нитратного азота в поверхностном слое составлял 5-25 мкг/л, в придонном слое – 4-11 мкг/л; среднее многолетнее содержание нитритного азота – 0,9 и 0,8 мкг/л (соответственно для поверхностного и придонного слоев); концентрация аммонийного азота изменялась в пределах от 3 до 18 мкг/л в поверхностном слое и от 0 до 19 мкг/л в придонном.

Как и азот, фосфор является одним из главных биогенных элементов, определяющих продуктивность водоёма. Концентрация фосфатов в водах района наблюдений изменялась от 3 до 5 мкг/л на поверхности и от 2 до 4 мкг/л у дна. Эти значения несколько ниже, чем в водах Гурзуфского залива. В то же время следует отметить, что период исследований совпал с интенсификацией процесса прогрева вод и, как следствие, бурным развитием фитопланктона, потребляющим фосфатный фосфор.

Кремний содержится в морских водах в основном в растворенном состоянии в виде гидросиликатного аниона HSiO<sub>3</sub> и свободной метакремневой кислоты H<sub>2</sub>SiO<sub>3</sub>. Кроме этого, он присутствует в разнообразных по составу и по крупности твердых

частицах: аморфной кремнекислоты, кристаллических модификаций кремнезема, обломков различного рода глинистых и других силикатных материалов.

Концентрация кремния колебалась от 84 до 111 мкг/л в поверхностных водах и от 66 до 108 мкг/л в придонных. Как и для фосфатов, концентрация кремния в районе, прилегающем к м. Плака, по сравнению с Гурзуфским заливом по упомянутым выше причинам была несколько ниже.

Уже отмечалось, что из элементов главного биогенного цикла нормируются лишь соединения азота. В водах района исследований концентрация всех форм азота была значительно меньше предельно допустимой.

Таким образом, по основным показателям естественного гидрохимического режима воды района, прилегающего к м. Плака, можно классифицировать как «чистые».

Донные отложения. Один из наиболее объективных и надежных показателей общего состояния акватории – содержание тяжелых металлов в донных отложениях.

В районе, прилегающем к м. Плака, были отобраны 6 проб донных отложений, в которых анализировались концентрации наиболее токсичных тяжелых металлов (кадмий, медь, ртуть, свинец, цинк) и нефтепродуктов (табл. 4). Порядок токсичности анализируемых тяжелых металлов для морских организмов выглядит следующим: ртуть > медь > цинк > свинец > кадмий.

Результаты анализов показали, что техногенные загрязняющие вещества присутствовали во всех пробах. Наибольшие концентрации характерны для цинка, свинца и меди, наименьшие – для ртути и кадмия. Для одних и тех же металлов разброс концентраций по площади незначительный. К сожалению, для донных отложений предельно допустимые концентрации токсичных тяжелых металлов и нефтепродуктов не разработаны. По этой причине нельзя судить о степени загрязнения донных отложений рассматриваемого района. В то же время следует, что по сравнению с другими прибрежными районами Черного моря, содержание и тяжелых металлов, и нефтепродуктов в донных отложениях района исследований значительно ниже. Об этом убедительно свидетельствуют материалы наблюдений Морского отделения Украинского научно-исследовательского гидрометеорологического института и сетевых подразделений УкрГоскомгидромета.

В целом результаты исследований говорят, что акватория м. Плака – уникальный район с «чистой» водой и грунтами и богатой флорой и фауной, что также подтверждают данные биологических исследований сотрудников ИнБЮМ НАНУ.

### *Литература*

1. Гидрометеорология и гидрохимия морей СССР. Гидрометеорологические условия. – Том IV. – Вып. 1. – Л.: Гидрометеоздат, 1991. – 429 с.
2. Гидрометеорология и гидрохимия морей СССР. Гидрохимические условия и океанологические основы формирования биологической продуктивности. – Том IV. – Вып. 2. – С-Пб.: Гидрометеоздат, 1992. – 220 с.

## КЛИМАТИЧЕСКАЯ ИЗМЕНЧИВОСТЬ ОКЕАНОГРАФИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ВОД СЕВЕРО-ЗАПАДНОЙ ЧАСТИ ЧЕРНОГО МОРЯ

В. В. Украинский, Ю. И. Попов, А. С. Матыгин

УкрНЦЭМ

Последние десятилетия XX века прошли на фоне глобального потепления климата, которое проявилось в изменениях структуры крупномасштабной атмосферной циркуляции [2]. Это не могло не сказаться на увеличении количества осадков на определенных участках суши, а также на термохалинном состоянии морей и, особенно, относительно мелководных и частично обособленных акваторий – таких, например, как северо-западная часть Черного моря (СЗЧМ). Многолетние тенденции изменений характеристик вод СЗЧМ в основном формируются отмеченными выше двумя внешними факторами, которые управляют физическими механизмами изменений полей температуры и солёности: объемом речного стока и термодинамическим состоянием приводной атмосферы.

На основании 50-летнего массива данных наблюдений за температурой и солёностью вод СЗЧМ была сформирована выборка из банка данных УкрНЦЭМ с 1955 по 2005 г. (всего 3600 станций). Статистический анализ их межгодовой изменчивости проводился отдельно для летнего и зимнего периодов года по трем акваториям: западной ( $45^{\circ}00' - 46^{\circ}00'$  с. ш.,  $30^{\circ}00' - 31^{\circ}00'$  в. д.), восточной ( $45^{\circ}00' - 46^{\circ}00'$  с. ш.,  $31^{\circ}00' - 32^{\circ}00'$  в. д.) и южной ( $44^{\circ}20' - 45^{\circ}$  с. ш.,  $31^{\circ} - 33^{\circ}$  в. д.) (рис. 1). Полученные временные ряды средних сезонных значений по указанным акваториям использовались для оценки тенденции изменений температуры и солёности вод.

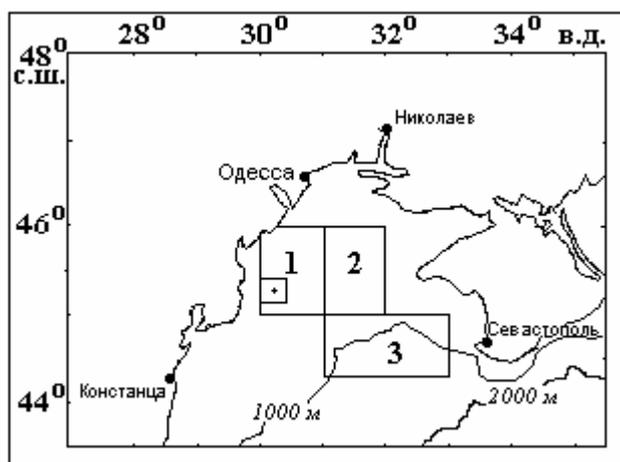


Рисунок 1. Схема районов северо-западного шельфа Черного моря, для которых проводилось оценивание изменений климатического состояния вод

Отдельно были рассмотрены изменения состояния вод в районе о. Змеиный (акватория в виде квадрата со сторонами 52,5 км и с центром в районе острова ( $45^{\circ}15'$  с. ш. и  $30^{\circ}12'$  в. д.)). Для анализа привлекались осредненные за десятилетние периоды (1986-1995 гг. и 1996-2005 гг.) значения гидрологических и гидрохимических параметров вод для летнего и зимнего сезонов. Основной массив данных составили наблюдения ЮгНИРО до 1992 г. и УкрНЦЭМ

за весь период исследований. В указанном районе было выполнено 357 океанографических станций в первое десятилетие и 197 – во второе. Анализ тенденций климатических изменений температуры и солёности вод СЗЧМ показал, что в основном они касаются зимнего периода. Отмечается увеличение температуры поверхностного слоя 0-10 м в восточной и западной (в придон-

ном слое) частях СЗЧМ, рис. 2. В ходе средней летней температуры значительных изменений во всей толще вод практически не наблюдается, рис. 3.

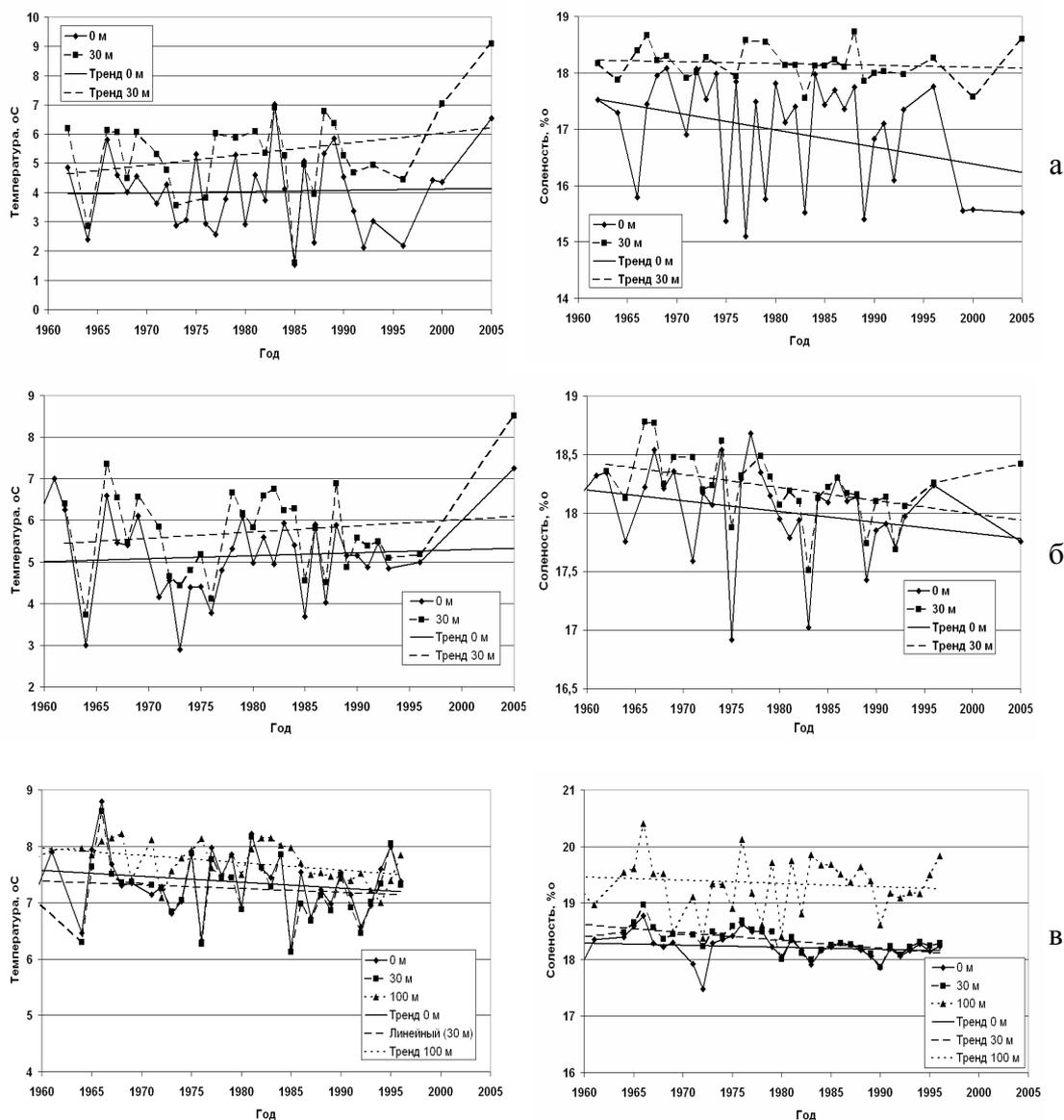


Рисунок 2. Межгодовые изменения температуры и солености вод в зимний период по выделенным районам 1 – а, 2 – б, 3 – в

Многолетние изменения средней зимней солености вод поверхностного слоя всех трех исследуемых районов показывают наличие хорошо выраженных трендов, указывающих на климатическое понижение солености (см. рис. 2). В придонных слоях также отмечается определенная тенденция к уменьшению солености за исключением западной акватории. Особенностью хода солености в летние сезоны является климатическое повышение в западной части (см. рис. 3). Если сравнивать многолетнюю изменчивость летней и зимней солености вод поверхностного слоя, можно отметить, что межсезонные изменения солесодержания вод наиболее выражены на западном участке, что несомненно связано с увеличением стока Дуная.

Приустьевое взморье Дуная является местом разгрузки и утилизации продуктов жизнедеятельности одиннадцати государств Европы и испытывает самую сильную на Черном море антропогенную нагрузку. В связи с этим рассмотрим более

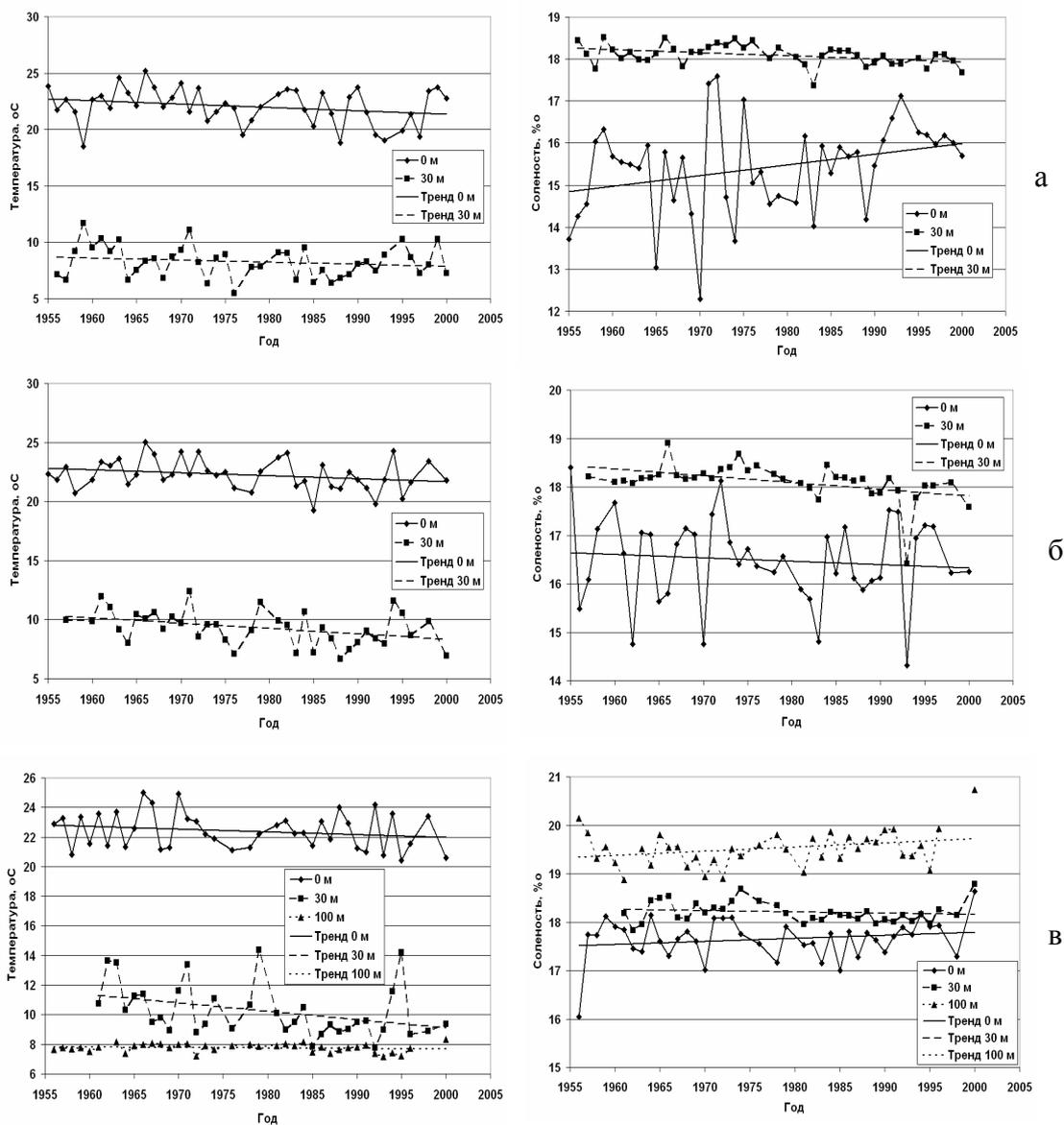


Рисунок 3. Межгодовые изменения температуры и солености вод в летний период по выделенным районам 1 – а, 2 – б, 3 – в

конкретно изменения гидрофизических полей в данном районе на примере акватории района о. Змеиный.

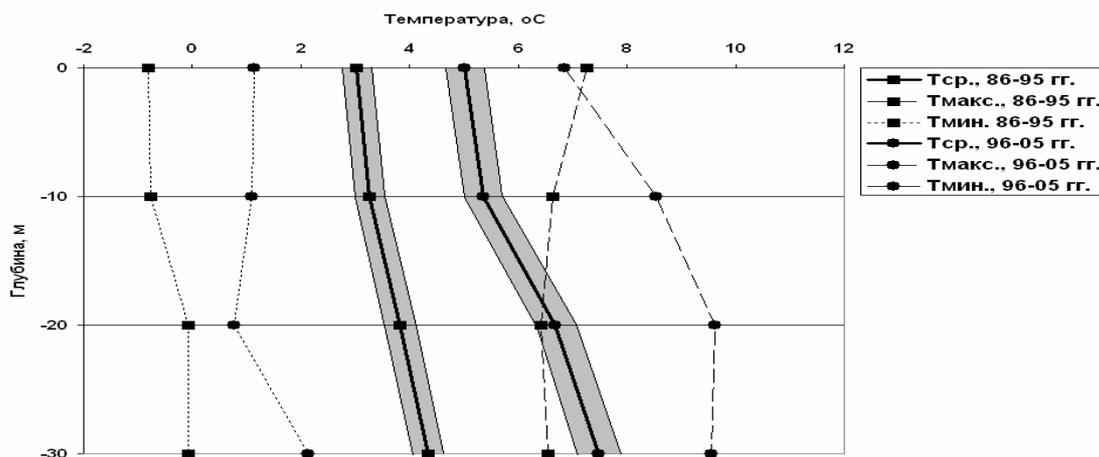
Прежде всего, обращает на себя внимание факт увеличения как средних, так и экстремальных значений температуры воды в зимние периоды 1996-2005 гг. по сравнению с 1986-1995 гг. (таблица), что связано с изменением климатических характеристик атмосферы и морских вод. Представленные данные показывают, что в поверхностном слое средняя температура воды в зимний период повысилась на 2 °С, а в придонных – более чем на 3 °С. В придонных слоях средняя температура за последнее десятилетие имеет значение выше, чем максимальная за период 1986-1995 гг., рис. 4.

В летний сезон вертикальная структура средних и экстремальных значений температуры за рассматриваемые периоды изменялась незначительно в сторону ее увеличения, так же как и на всей акватории шельфа СЗЧМ. Сравнивая средние значения солености вод, следует отметить, что зимой соленость в 1996-2005 гг. в повер-

**Средние значения температуры – °С (1), солености – ‰ (2), условной плотности (3) морских вод в районе о. Змеиный по материалам наблюдений в 1986-1995 гг. и 1996-2005 гг.**

Горизонт, м	Лето 1986-1995 гг.			Зима 1986-1995 гг.			Лето 1996-2005 гг.			Зима 1996-2005 гг.		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
0	22,03	15,27	9,29	3,02	16,75	13,35	22,67	15,56	9,35	5,02	15,79	12,44
10	20,21	16,44	10,60	3,25	17,33	13,80	18,36	16,56	11,10	5,35	16,83	13,24
20	11,78	17,66	13,13	3,81	17,70	14,05	12,36	17,28	12,74	6,68	17,50	13,64
30	7,34	17,98	13,95	4,33	18,00	14,24	8,40	17,65	13,57	7,47	18,32	14,20
Ср. град. плотн., усл. ед.	0,16			0,03			0,14			0,06		

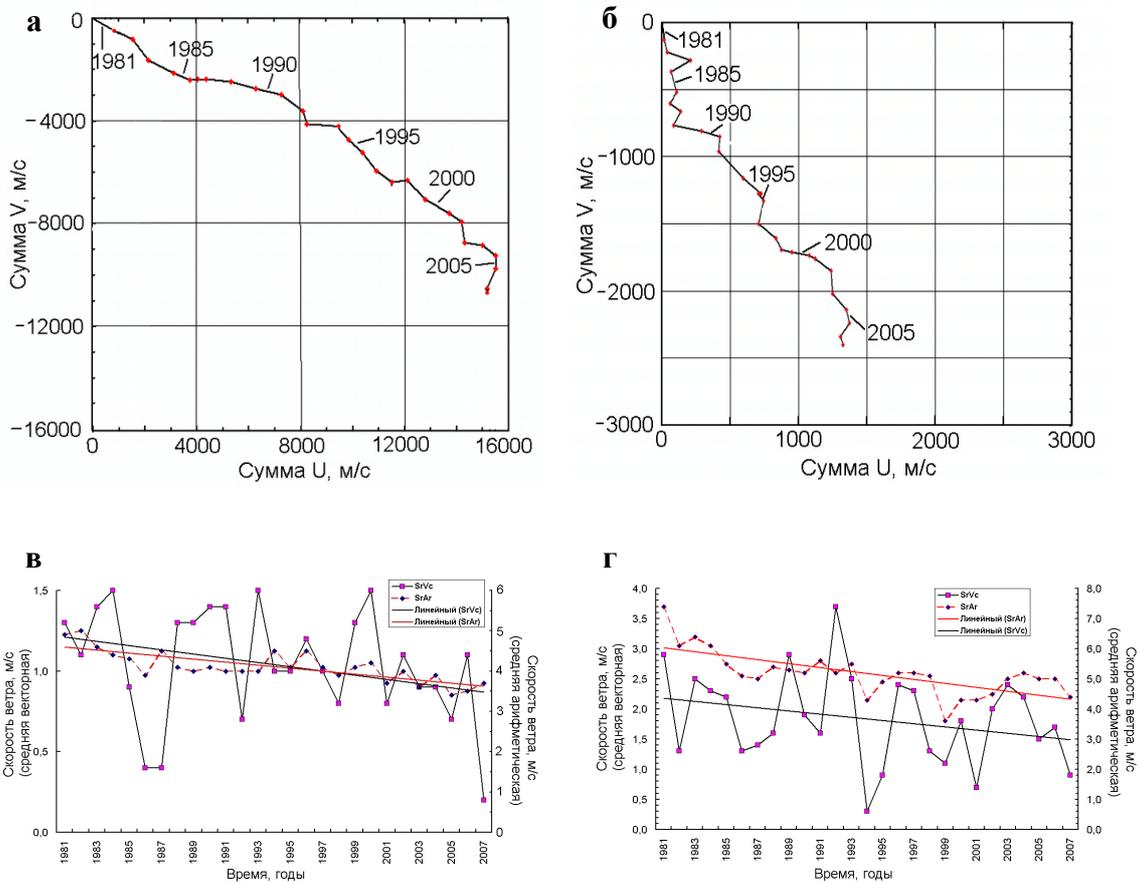
хностном слое уменьшилась на 0,2-0,96 ‰ (см. таблицу). Этот факт объясняется увеличением среднегодового стока Дуная. В летний период наблюдается обратная картина – соленость вод в период 1996-2005 гг. несколько выше, чем в предыдущее десятилетие.



**Рисунок 4. Вертикальное распределение оценки среднемноголетних и экстремальных значений температуры воды в зимние периоды 1986-1995 гг. и 1996-2005 гг. (серым цветом выделена область 99 % доверительного интервала для средних значений)**

Детально анализируя исходные данные, следует отметить, что в период 1986-1995 гг. минимум солености поверхностных вод в районе о. Змеиный наблюдался на уровне 4 ‰, что объясняется поступлением в исследуемый район слабо трансформированных дунайских вод. В период 1996-2005 гг. минимальная соленость имела значение 11,50 ‰, но за десятилетие 1986-1995 гг. 25 раз наблюдалась соленость менее 11,40 ‰, что является следствием крупномасштабных изменений циркуляции атмосферы и соответственно режима ветра. На рис. 5 приведены характеристики изменения ветрового режима по станции порт-Одесса, которые показывают, что средний модуль скорости ветра уменьшился, а в летние сезоны несколько увеличилась северная составляющая при одновременном уменьшении западной. Измене-

ния средней характеристики по пятилетиям индекса Северо-Атлантического колебания (+0,29 в 1991-1995 гг. и -0,14 в 1996-2000 гг.) также свидетельствуют об изменении структуры крупномасштабной циркуляции.



**Рисунок 5. Прогрессивно-векторная диаграммы ветра в а) летние и б) зимние периоды года и межгодовые изменения средних арифметических и средних векторных скоростей ветра в) в летние и г) зимние периоды года по порту-Одесса**

Указанные изменения температуры и солёности соответствуют увеличению (почти в 2 раза) градиентов плотности вод в зимний период (см. таблицу) и, как следствие, ослаблению вертикальной конвекции. В летний сезон тенденция уменьшения вертикального градиента плотности создает предпосылки к уменьшению возможности возникновения гипоксии вод придонного слоя.

Рассмотрим влияние изменений океанографических характеристик морских вод СЗЧМ на тенденцию изменчивости фитопланктона [1].

В многолетнем аспекте наблюдается тенденция к увеличению количества видов и численности фитопланктона, характерная для всей СЗЧМ в целом, особенно для прибрежных акваторий. Особенно этот вывод относится к гетеротрофным и миксотрофным видам, что предполагает повышенное содержание биогенов в водной среде.

Средние значения концентрации суммарного азота значительно увеличились в последнее десятилетие (в 4-5 раз) по сравнению с предыдущим. Аналогичная тен-

денция отмечается и по данным регулярных наблюдений 2000-2008 гг. в прибрежной зоне Одесского региона.

Отношение органической формы азота к минеральной ( $N_{\text{орг.}}/N_{\text{мин.}}$ ) в последнее десятилетие возросло и в настоящее время в поверхностном слое в среднем равно 7, а в придонном – 12. В десятилетие 1985-1996 гг. отношение  $N_{\text{орг.}}/N_{\text{мин.}}$  в поверхностном и придонном слоях в среднем равнялось единице.

Увеличение органической формы азота и соответственно концентрации органических веществ привело к значительному уменьшению прозрачности вод в районе о. Змеиный. Так, средняя прозрачность вод по диску белому в исследуемом районе в 1986-1995 гг. составляла 3,8 м, а в 1996-2005 гг. уменьшилась до 1,8 м. Даже в зимний период по данным январской съемки 2005 г. средняя прозрачность вод в этом районе составила всего 2,5 м. Значительно изменился и показатель индекса цвета воды. По шкале цветности воды индекс в среднем увеличился с 11 до 14.

Численность микроводорослей за период 2002-2007 гг. значительно возросла по сравнению с 1993-1999 гг., что объясняется увеличением количества видов пресновато-соленоватоводных видов, как уже отмечалось за счет уменьшения средней солености поверхностных вод СЗЧМ.

Повышение средней зимней температуры поверхностных вод, мягкие зимы, наблюдаемые с 1996 г., способствовали смещению наступления весеннего максимума численности фитопланктона со второй декады мая (до 1999 г.) на третью декаду марта – в 2004 г.

### **Выводы**

По результатам проведенного анализа отмечены значительные изменения гидрологической обстановки в СЗЧМ, которые обусловлены климатическими факторами (изменением ветровых условий, повышением температуры зимнего периода, увеличением стока Дуная). В результате ослабления процессов зимней конвекции вод могут создаваться неблагоприятные условия для кислородного режима вод придонного слоя в последующие сезоны года.

Уменьшение солености, повышение температуры поверхностных вод ведут к изменениям состава и численности бентосных организмов. Увеличение концентрации органической формы азота и в целом органических веществ привело к уменьшению в 2 раза прозрачности вод, что также может отражаться на состоянии фитопланктона.

### **Литература**

1. **Ковалишина С. П., Грандова М. О., Дудник Д. С., Ровнер О. П.** Гідробіологічний моніторинг одеського узбережжя // Вестник Гидрометцентра Черного и Азовського морей. – Одеса, 2008. – № 2 (6). – С. 56-72.
2. **Полонский А. Б.** Роль океана в изменениях климата. – Киев: Наукова думка, 2008. – 184 с.

## ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИЕ СИТУАЦИИ РАЙОНА ПРИДУНАВЬЯ И ОСТРОВА ЗМЕИНЫЙ В ЧАСТНОСТИ

О. Н. Турега

Керченский экономико-гуманитарный институт Таврического национального университета им. В. И. Вернадского (КЭГИ ТНУ)

Рассматриваемый район находится в периферийной зоне северо-западного шельфа Украины и является предметом спора между Украиной и Румынией. В последнее время для выяснения некоторых нюансов геологического строения и хозяйственного использования острова задействованы большие группы ученых вузов страны. Одна из таких групп с совершенно конкретной темой сформирована на базе ТНУ, куда входит и автор исследуемой проблемы.

Западный сектор Причерноморья, а точнее северо-западного шельфа Черного моря находится в зоне чрезвычайно напряженной экологической ситуации. Огромное давление оказывает здесь сток второй по мощности в Европе водной артерии – р. Дунай. Протекая по территориям девяти государств, воды Дуная принимают стоки промышленности и городских агломераций все в большей концентрации и объемах, и, казалось бы – пора развитой Европе осмыслить и задуматься о неминуемых последствиях. Вместо этого – борьба за ресурсы, владение основным фарватером и тому подобное. Нарботанные десятилетиями фактические материалы Причерноморской и Крымской геологических экспедиций, отделения морской геологии и осадочного образования НАН Украины Одесского Госуниверситета и других институций свидетельствуют об усугублении экологической ситуации, которая близка в настоящем к критической. Единственное смягчающее звено – обширнейшие дунайские плавни, поросшие обильными зарослями тростника обыкновенного, способствующего самоочистке водного потока. Однако и они уже не везде справляются. В 20-х числах августа в районе трассы Одесса-Татарбунары-Вилково после весенне-летнего паводка автор обратил внимание на «поля» завалов тростника, желтоватые пятна в стане зеленой растительности, скопления вырванных тростников, хвороста, кучи бревен и элементов строительного мусора на суходоле. В то же время в Килийском гирле бросился в глаза даже не поток, а некий раствор, приправленный сверху разводами и пятнами, видимо, горючесмазочных материалов. Вдоль выросших около трех метров в высоту тростников, служащих своеобразной направляющей потока, не более 0,2-0,5 м от поверхности воды скопились поля бурых смесей и коагулирующихся растворов. И несмотря на это у разбросанных единичных жилых построек вдоль Килийского канала, находящихся на молах и косах, наблюдаются натянутые веревки с сушеной и вяленой рыбой.

Разделим все факторы, причастные к изменению экологической ситуации, на две группы (поскольку не только общество вносит лепту в напряженность района) – природные и техногенные.

### **Природные факторы формирования экологических ситуаций района:**

– *Погружение шельфа* в связи с расширением Черноморской впадины в целом и более резким опусканием активных тектонических зон в частности [2]. Кроме широкомасштабных геологических исследований, фиксирующих факт прогибания,

существуют и научные обоснования опусканий шельфа Черного моря. Так [5] результаты исследования восьми разноуровневых, разновозрастных террас северо-западного шельфа, образовавшихся за последний 1 млн. лет, доказали его стабильное погружение. На фоне этого опускания исследуемый участок входит в активную тектоническую зону преддобруджинского передового прогиба с множеством тектонических разломов, которые усиливают эффект проседания еще сильнее. *Образуется депрессия* на внутреннем шельфе между о. Змеиный и дельтой Дуная, куда будет сноситься большинство терригенных осадков с загрязнениями. Принимая во внимание, что змеиноостровной горст вероятнее всего выдавливается, или, во всяком случае, не погружается – 35-40-метровые отметки вокруг него аккумулируют большую часть терригенного материала, взвеси и поллютантов.

– *Голоценовая трансгрессия*, связанная с эвстатическим подъемом уровня Мирового океана от таяния ледников. С 20-х годов прошлого века наметилась тенденция повышения уровня Мирового океана, а соответственно и Черного моря около 3 мм в год [2]. Активизация произошла в последние десятилетия, когда подъем уровня достиг 20 см. Море занимает все новые участки суши как вдольбереговые, так и подводные. Суходольные полосы претерпевают *эрозию, абразию с выносом* аккумулировавшихся за более чем столетия *загрязненных наносов*. Фактически это дополнительный загрязненный материал, который окажется, вероятней всего, в выше описанных понижениях шельфа.

– *Активизация волновых явлений и течений* как по частоте, так и по мощности. В настоящее время на расстоянии около мили от о. Змеиный отмечаются коренные выходы толщ конгломератов нередко до глубины 25-30 м (данные экспедиций дайверов, работающих на острове). Отсутствие осадков вблизи Змеиноостровного выступа свидетельствует о мощных современных течениях в районе и эрозии дна, формирующихся постоянно в зависимости от направлений ветра и мощности потока Дуная. Разные направления ветра формируют волнения и течения разной направленности: северные, северо-восточные и восточные ветры и соответствующие волнения образуют течения на юг; обратные направления ветров формируют течения на север. В придонной части возникают обратные течения, возможно даже трехслойные, связанные к тому же с плотностными характеристиками пресных и морских вод. Частота и амплитуда волн в последние десятилетия возросла в 1,5-2 раза (здесь не только гидрологические данные об усилении экзогенных процессов). Например, по свидетельству капитанов судов время прохождения с Вилково на остров и обратно составляло около 4 часов. Сейчас видимо преобладают северные и северо-восточные течения, в результате чего в Вилково приходится плыть на 1 час больше (до 5 часов). Кроме того, силу и резкую смену погодных условий подтверждают участники экспедиции – ученые ТНУ: после затишья в 00 часов поднялся легкий бриз. Спустя полчаса сила ветра достигла 16 м/сек (метеостанция острова), а волнение – около 3 баллов. Повторяемость ветров южных румбов в целом составляет 50,2 %, северных – 46,5 %. Волнения достигают глубин 12,0 м [2].

Кроме *эрозии дна и абразии береговой линии*, в т. ч. о. Змеиный, мощные волнения и течения вокруг острова не позволяют приспособиться к жизнедеятельности здесь донных организмов. Попытки ученых ЮгНИРО и ИнБЮМ культивировать моллюсков, в частности устриц на подводной террасе острова не увенчались успехом. Хотя, справедливости ради, нужно отметить, что один вид (мидии) превосходно прижился, и даже искусственные отсыпки и рифы в виде бетонных нагро-

мождений для защиты острова от абразии с севера и востока сплошь покрыты молодыми плантациями мидий.

### **Техногенные факторы неблагоприятных экологических ситуаций (вода):**

– *Образование геохимического барьера* на стыке пресных речных и морских вод, *выпадения взвеси и поллютантов* [1, 3]. С поверхности более легкие пресные воды заходят вплоть до о. Змеиный. Дунайский грязно-зеленый поток прослеживается четкой границей прозрачных голубоватых вод недалеко от острова. В придонном слое встреча речных вод с морскими происходит гораздо раньше – при выходе потока с дельты на взморье. Отмечается своеобразный пиноклин холодных прозрачных соленых вод, отделяющих от дна более теплые грязные опресненные воды реки. Большая часть взвесей, особенно крупных, переоткладывается вблизи берега с потерей скорости движения потока. Вещества, транспортировавшиеся в растворенном виде, осаждаются на рубеже соприкосновения речного потока с морской водой, то есть на всем протяжении от устья к острову Змеиный. Соли и коагулянты, выпадающие в осадок, тем не менее, не накапливаются только в зоне геохимического барьера, а переносятся вдоль береговыми течениями и переоткладываются в понижениях подводного рельефа.

– *Увеличение массы фитопланктона* на взморье, *дефицит кислорода* и *образование зон гипоксии* [1]. В целом гипоксия возникает при большой разнице вертикальных температур воды или хорошо выраженной вертикальной, особенно обратной, стратификации. В дельте Дуная и при выходе пресного потока, обогащенного нитратами, отмечается всплеск развития фитопланктона. После цветения последнего он оседает на дно, где происходит разложение, на которое затрачивается громадное количество кислорода. В результате – дефицит кислорода в придонных слоях и образование заморных явлений. Неблагоприятный кислородный режим образуется в летне-осенний период на глубинах 12-30 м. Концентрация кислорода в придонном слое по осенним замерам составляла 30 % насыщения на площади 1200 км<sup>2</sup>. Чрезвычайное развитие фитопланктона сопровождается ростом биомассы за последние 30 лет более чем в 26 раз. В зимний период содержание насыщения кислородом достигает 89 %, что в общем является положительным моментом.

– *Особенность распределения рН* района острова Змеиный [3]. Характерной особенностью района являются концентрации рН. На поверхности эти значения достигают 8,44-8,55, в то время как придонные слои наоборот более нейтральные – 7,8-8,3, таким образом, отмечается значительная *щелочность* вод, которая хорошо коррелируется с кислородом.

– *Содержание кремнекислоты* района исследований распределяется в зависимости от речного стока [3]. В поверхностных слоях концентрации понижаются по мере удаления от дельты (осенью с 4 мкм/дм<sup>3</sup> до 14 мкм/дм<sup>3</sup>, зимой с 90 мкм/дм<sup>3</sup> до 10 мкм/дм<sup>3</sup>). В придонных слоях воды, где *высокое содержание кремнекислоты* обусловлено разложением взвеси отмерших диатомовых водорослей, с удалением от устья Дуная концентрации понижаются от 25 до 15 мкм/дм<sup>3</sup> осенью и с 35 до 10 мкм/дм<sup>3</sup> зимой. То есть повышение содержания SiO<sub>2</sub> привязано к речным водам и охватываемой ими акватории.

– *Содержание фосфатов* [3]. В осенне-летний период концентрация фосфатов в поверхностном слое вод колеблется от 0 до 0,85 мкм/дм<sup>3</sup>, в придонных слоях – от 0 до 0,97 мкм/дм<sup>3</sup>, максимум PO<sub>4</sub> наблюдается в устье Дуная. При этом влияние

дунайских вод просматривается до меридиана  $30^\circ$  в. д. Далее наблюдается однородное поле с содержанием  $0,2-0,3$  мкм/дм<sup>3</sup> по всей толще воды. Зимой распределение фосфатов четко указывает, что в период зимнего накопления биогенных элементов их основным источником для западного сектора северо-западного шельфа является сток Дуная. Содержание  $PO_4$  на поверхности моря в пресных приустьевых зонах достигает  $3,0-3,6$  мкм/дм<sup>3</sup>, превышая его на порядок в соленых черноморских ( $0,4-0,6$  мкм/дм<sup>3</sup>). Аналогичная ситуация и в придонных слоях: для района авандельты характерны типовые значения –  $0,9-1,1$  мкм/дм<sup>3</sup>, а для вод открытого моря –  $0,2-0,3$  мкм/дм<sup>3</sup>. Фосфаты активно аккумулируются донными осадками. Так содержание их в *поровых водах* примерно на *2 порядка выше*, чем в водах моря, т. е. в осадках накапливается резерв биогенных фосфатов.

– Катастрофическое *превышение содержания нитратов* в зимний период, образование зон гипоксии в летний период – явления обыденные [1]. В осенний период зафиксирована уникальная ситуация, когда воды Дуная практически свободны от нитратов. В это время концентрация  $NO_3$  в устьевой зоне находится в пределах  $0,1-0,4$  мкм/дм<sup>3</sup>. При распространении дунайских вод на восток образуется безнитратный рукав длиной до 30 миль (примерно до  $30^\circ 25'$  в. д.). Низкие концентрации нитратов объясняются активной жизнедеятельностью фитопланктона. В зимний период концентрации нитратов в поверхностных водах приустьевых зон составляют  $80-100$  мкм/дм<sup>3</sup>, что в 20-30 раз выше, чем в черноморских водах. Примерная тенденция сохраняется и в придонных слоях: в приустьевых зонах –  $5-6$  мкм/дм<sup>3</sup>, что в 2-3 раза выше, чем в водах открытого моря ( $1,5-2$  мкм/дм<sup>3</sup>).

– *Превышение норм загрязнений токсикантами органического и органо-минерального происхождения* [4]. Наличие хлорорганических соединений (ХОС) в виде ДДТ, ДДД и ПХБ выявляется в 100 % проб, отобранных в осенний сезон, значительно меньше проб – от 17 до 92 % – обнаруживают содержание ХОС в зимний период. По абсолютным концентрациям доминируют полихлорбифенилы и группа ДДТ, их удельный вес в ХОС возрос до 60 %. Типичным для большинства ХОС в зимний период – превышение их концентраций в придонном слое, где менее ярко выражены процессы фотохимического, микробиологического разложения и минерализации. Суммарное содержание ХОС в водах придунайского шельфа составляет  $10,4-10,6$  мг/дм<sup>3</sup> при требовании ПДК о недопустимости их присутствия.

– *Нефтеуглеводороды (СНУ)*, которых в соответствии с ПДК в воде не должно быть совсем, содержатся в исследуемом районе в *значительных концентрациях* [4]. При этом летом и осенью в поверхностных водах они составляют минимум –  $0,2$  мг/дм<sup>3</sup> или 4 ПДК, максимум –  $3,2$  мг/дм<sup>3</sup> или 64 ПДК. Соответственно в придонных водах  $0,3$  (6 ПДК) –  $4$  (80 ПДК). Еще более высокие содержания отмечаются на выходе из устья и вблизи о. Змеиный (до  $2$  мкм/дм<sup>3</sup>). В придонных слоях при относительно слабых фоновых концентрациях  $0,3-0,7$  мг/дм<sup>3</sup> они распространяются на 40 % площади. В районе о. Змеиный за зоной апвеллингов распределение концентраций в поверхностных водах увеличивается до  $1,2$  мкм/дм<sup>3</sup>, в придонных слоях  $2,0$  мг/дм<sup>3</sup>. Более низкие концентрации углеводородов зафиксированы в зимний период. Несмотря на способность моря аккумулировать нефтепродукты, в зимний период их содержание отмечается на уровне ПДК.

Соответственно циркуляции загрязнения прослеживаются в виде узкой полосы параллельно устью и клиновидно с севера до о. Змеиный. При этом центральная

часть была свободна от нефтепродуктов. В целом авандельта загрязнена больше, чем открытая часть моря.

– *Содержание СПАВ не превышает ПДК* [4]. Детергенты не относят к числу токсических веществ, они быстро разлагаются, однако некоторые очаги в речных водах присутствуют, особенно вблизи поселков.

– *Содержание фенолов достигает значительных концентраций*, их происхождение связано с деструкцией продуктов жизнедеятельности планктона [4]. Во время цветения диатомовых водорослей их концентрация превышает ПДК в 100 раз.

Следует отметить, что в настоящей работе охарактеризованы только рутинные концентрации поллютантов. Дунай известен еще и крупными залповыми выбросами от аварий на предприятиях бассейна. При этом содержания загрязнений растут в геометрической прогрессии. Такие выбросы необходимо вовремя обнаруживать и применять эффективные меры по устранению последствий.

### **Техногенные факторы неблагоприятных экологических ситуаций (загрязнение донных осадков)**

*Геохимические особенности элементного состава донных осадков* определяются геохимическим барьером на границе река-море [1, 3]. Эта граница пространственно привязана к авандельте Дуная. Концентрация большинства элементов в илах превышает их содержание в 1,6-9,0 раз, As и Be в 20 раз, N в 40 раз, Co, Bi в 167 раз, а Ca и Na всего в 5 раз. Остальные элементы в кларковых и ниже кларковых концентраций. Удельный вес элементов в формировании геохимических аномалий определен показателем зональности. Мажоритарные ряды указывают на увеличение удельного веса элементов алюмосиликатной группы в геохимическом поле авандельты. При одновременном уменьшении Ca, Na, Cd.

*Локализация токсических тяжелых металлов* в зимний период значительно превышает допустимые нормы в авандельте. В мористой части Hg в 8-47 раз, Ni и As в 1,3-1,6 раз, Си в 1,5 раза.

*Радиоактивная зараженность осадков* отмечается *повышенным содержанием Cs-137 и Sr-90* [3]. Диапазон концентраций Cs-137 в осадках придунайского шельфа составляет 0,5-190 Бк/кг сухой массы осадка. Участки максимального загрязнения радиоцезием (80-190 Бк/кг) отмечаются в авандельте Дуная до изобаты 20 м, с удалением от дельты содержание снижается в 10 раз и на изобате 25 м составляет 15-20 Бк/кг. На север от о. Змеиный отмечается пятно в 60-77 Бк/кг, связанное с переносом и переотложением осадков течениями. Остров расположен в пределах концентраций Cs-137 от 10 до 17 Бк/кг. Концентрации Sr-90 в осадках придунайского шельфа содержатся в пределах нормы 0,2-3,92 Бк/кг сухой массы. Площадное распространение радиоактивного стронция в противовес радиоцезию растет с удаленностью от авандельты. Будучи физико-химическим аналогом Ca, стронций не осаждается в пределах геохимического барьера река-море, а принимает участие в процессах осадочного карбонатакопления. Поэтому его содержание в ракушечно-детритовом материале на порядок выше, чем в илах. По глубине осадков концентрации радионуклеидов (Cs-137) не относятся к определенному горизонту, а выделяется несколько локализаций в интервале 0-30 см, что отвечает периодам их наибольшего поступления.

*Хлорорганические соединения* в осадках также *превышают допустимые нормы*. В донных осадках осеннего периода характерна 100 %-ная встречаемость ДДТ,

ДДЕ, ДДД. В зимний сезон на взморье уменьшается встречаемость ДДД, ДДТ. Наиболее высокие концентрации группы ДДТ. Характерно увеличение концентраций ХОС в осадках зимнего периода (в авандельте – 3-4 раза), что связано с замедлением процессов деструкции. Загрязнение ХОС коррелируется органикой и глинистой фракцией. Наиболее высокие концентрации ХОС в илах авандельты Дуная (ДДТ – 23 мкг/кг осенью и 119 мкг/кг зимой; ДДД соответственно 31 и 69 мкг/кг; ДДЕ – 8 и 22 мкг/кг). На восток от дельты на долготе о. Змеиный концентрации ХОС сокращаются до минимальных.

*Содержание суммарных нефтеуглеродов в донных осадках* осеннего периода не превышает 0,2-2,5 мкг/кг, что укладывается в допустимые нормы [4]. Максимальные концентрации 2,5 и > мкг/кг обнаружены непосредственно у о. Змеиный, что связано с техногенной деятельностью. В зимний период концентрации суммарных нефтеуглеродов превышают осенние в 30-80 раз, причем наибольшее загрязнение отличается по периметру площади исследования, т. е. у острова и вдоль устья, что связано с динамикой вод. Ароматические углеводороды максимально сосредоточены в илах авандельты.

Анализ геоэкологического состояния исследуемого района указывает на крайне неблагоприятную ситуацию, сложившуюся в придунайском шельфе. Ассимилируя значительные объемы загрязняющих веществ, приносимых водами Дуная, компоненты бассейна осадконакопления (вода, осадки) подвержены значительным загрязнениям соединениями техногенного происхождения. При этом природные условия способствуют созданию экологической напряженности.

### *Литература*

1. **Горбатюк В. М.** и др. Анализ особенностей техногенного загрязнения северо-западного шельфа Черного моря // Ученые записки ТНУ. – Симферополь: ТНУ, 1998. – С. 36-37.
2. Материалы геолого-экологической съемки шельфа Черного моря. – Одесская геологическая экспедиция, 1996.
3. **Пасынков А. А.** и др. Техногенные влияния на экологию придунайского шельфа Черного моря // Вестник Украины. – 1998. – № 2. – С. 11-12.
4. **Степаняк Ю. Д.** Некоторые особенности дифференциации хлорорганических соединений в экосистеме северо-западного шельфа // Севастополь: Эко-Си-Гидрофизика, 1999. – С. 260-268.
5. **Шмуратко В. И.** К вопросу о неотектонической и палеогеографической эволюции северо-западного шельфа Черного моря в плейстоцене // Вестник ОГУ. – 2003. – Т. 8. – Вып. 11 (Экология). – С. 151-164.

## ВЛИЯНИЕ МОРСКИХ СТАЦИОНАРНЫХ ПЛАТФОРМ НА СОСТОЯНИЕ ДОННОГО СООБЩЕСТВА ПОДНЯТИЯ ГОЛИЦИНО (СЕВЕРО-ЗАПАДНАЯ ЧАСТЬ ЧЕРНОГО МОРЯ)

А. С. Терентьев  
ЮгНИРО

В настоящее время во всем мире происходит интенсивная эксплуатация нефтяных и газовых месторождений в шельфовой зоне морей. На Черном море активной добычей углеводородов занимается объединение Черноморнефтегаз, которое уже много лет эксплуатирует месторождения поднятия Голицино. Подобная хозяйственная деятельность не может не сказаться на состоянии окружающей среды. В частности оно оказывает сильное воздействие на донные сообщества, являющиеся важной частью любой водной экосистемы. Изучение этого влияния становится все более актуальным по мере увеличения объемов добычи нефтепродуктов и, следовательно, интенсивности антропогенного воздействия на шельфовые зоны во всем мире.

### Материал и методика

Материал был собран в осенний период 2006 г. Пробы отбирались при помощи дночерпателя Петерсена площадью охвата 0,1 м<sup>2</sup>. Всего было выполнено 15 станций. Часть проб отбиралась возле морских стационарных платформ (МСП). Другая часть проб бралась на большом удалении от МСП и использовалась для определения фонового состояния макробентоса поднятия Голицино. Таксономическая обработка проб зообентоса проводилась по определителю фауны Черного и Азовского морей [2]. Водоросли определялись по определителю зеленых, бурых и красных водорослей южных морей СССР [1]. Учитывалось количество видов на каждой станции, численность и биомасса общая и отдельных видов. При определении возраста мидий использовались размерно-возрастные соотношения, выявленные Н. М. Шуровой [3, 4].

### Результаты и обсуждения

В обследованном районе было обнаружено 57 видов животных: 19 видов моллюсков – из них 13 двустворчатых, 5 брюхоногих и 1 панцирный; 11 полихет, 9 ракообразных, 7 губок, 5 асцидий, по 2 вида кишечнополостных и немертин, а также по 1 виду иглокожих и щупальцевых (рис. 1).

В видовом богатстве преобладали двустворчатые моллюски. На их долю приходилось 22 % видового богатства. На втором месте стояли полихеты – 19 % видового богатства. Практически не уступали им ракообразные – 17 % видового богатства. Панцирные моллюски были представлены одним видом – *Lepidochitona cinerea*, щупальцевые – *Phoronis psammophila*, иглокожие – змеехвосткой *Amphiura stepanovi* (табл. 1).

Наиболее часто встречались: *A. stepanovi*, *M. galloprovincialis*, *N. hombergii* и *T. stroemi*.

Двустворчатые моллюски имели не только самое большое видовое богатство, но и наиболее высокую численность и биомассу. Так их численность равнялась

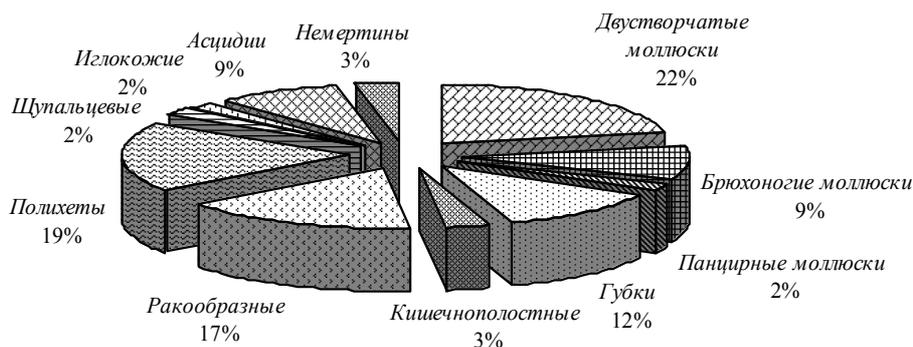


Рисунок 1. Таксономическая структура зообентоса поднятия Голицино

389±94 экз./м<sup>2</sup>, а биомасса – 580±130 г/м<sup>2</sup>. Среди брюхоногих моллюсков особенно сильно выделялись: *M. phaseolinus* и *M. galloprovincialis*. Оба вида имеют высокую численность, но биомасса *M. galloprovincialis* в 20-40 раза выше. У полихет численность равнялась 70±11 экз./м<sup>2</sup>, а биомасса – 3,59±0,84 г/м<sup>2</sup>. У ракообразных соответственно 15,0±4,5 экз./м<sup>2</sup> и 0,52±0,15 г/м<sup>2</sup>. Среди полихет преобладают: *N. hombergii* и *T. stroemi*. Оба вида часто встречались, но первый имел большую численность, а второй большую биомассу. Среди ракообразных часто присутствовали *B. improvisus* и *C. acanthifera*. Но биомасса последнего была очень низкой. В отличие от прошлых лет чаще попадались губки и асцидии, которые сильно зависят от состояния окружающей среды и при ее ухудшении быстро исчезают. Численность губок равнялась 8,5±1,7 экз./м<sup>2</sup>, асцидий – 20,5±5,3 экз./м<sup>2</sup>. Кроме того, биомасса асцидий также была не маленькой – 13,2±3,7 г/м<sup>2</sup>. Среди асцидий наиболее многочисленными были *C. intestinalis*. Биомасса губок была меньше – 2,43±0,36 г/м<sup>2</sup>. Среди губок самой многочисленной была – *D. fragilis*.

По численности в донном сообществе доминировал *M. galloprovincialis*, на долю которого приходилось 44 %. На втором месте стоял *M. phaseolinus* – 21 % численности зообентоса. Из остальных видов относительно высокую численность можно отметить у *A. stepanovi*, *C. intestinalis*, *N. hombergii* и *T. stroemi*.

По биомассе также доминировал *M. galloprovincialis* – 47 % всей биомассы зообентоса. Субдоминантом был *M. phaseolinus* – 3 % общей биомассы зообентоса. Среди других видов относительно высокой биомассой обладали *A. aspersa*, *C. intestinalis* и *T. stroemi*.

Таким образом, в донном сообществе поднятия Голицино доминировал *M. galloprovincialis*. Максимальная длина мидии достигала 60 мм. Преобладали годовики, на их долю приходилось 63 % всей мидии.

Доля сеголеток составляла 10 % численности, двухлеток – 24 %. Численность старших возрастных групп быстро уменьшалась. Так, если трехлетки насчитывали 2 %, то шестилеток было всего 0,2 %. Поселение мидий имеет хороший приток личинок, которые хорошо оседают и выживают в течение года. Но только 39 % годовиков доживают до половозрелого возраста, а в дальнейшем лишь только 8 % двухлеток достигают трех лет.

В трофической структуре преобладают сестонофаги (табл. 2): 40 % видового богатства, 75 % численности и 99 % биомассы. На втором месте стояли виды, собирающие детрит с поверхности грунта. По видовому богатству они почти не уступали сестонофагам – 33 % всего видового богатства зообентоса поднятия Голицино и

Таблица 1. Состав и средний уровень развития зообентоса на поднятии Голицино

Вид	Численность, экз./м <sup>2</sup>	Биомасса, г/м <sup>2</sup>	Встречаемость, %
<i>Abra nitida</i>	2,50 ± 0,56	0,490 ± 0,110	5
<i>A. ovata</i>	0,50 ± 0,11	0,008 ± 0,002	5
<i>A. renieri</i>	0,50 ± 0,11	0,114 ± 0,025	5
<i>Actinothoë clavata</i>	0,50 ± 0,11	0,191 ± 0,043	5
<i>Ampelisca diadema</i>	1,00 ± 0,68	0,002 ± 0,001	10
<i>Amphithoe vaillanti</i>	0,50 ± 0,11	0,001 ± 0,001	5
<i>Amphiura stepanovi</i>	48,00 ± 20,00	0,820 ± 0,410	55
<i>Aonides oxycephala</i>	0,50 ± 0,11	0,001 ± 0,001	5
<i>Aricidea jeffreysii</i>	1,00 ± 0,22	0,002 ± 0,001	5
<i>Asciidiella aspersa</i>	8,00 ± 2,90	7,900 ± 3,000	40
<i>Balanus improvisus</i>	5,00 ± 2,20	0,230 ± 0,140	30
<i>Bittium reticulatum</i>	0,50 ± 0,11	0,032 ± 0,007	5
<i>Calyptraea chinensis</i>	2,00 ± 1,60	0,101 ± 0,076	10
<i>Caprella acanthifera</i>	5,00 ± 3,90	0,003 ± 0,001	15
<i>Ciona intestinalis</i>	10,00 ± 4,40	5,100 ± 2,200	35
<i>Ctenicella appendiculata</i>	1,00 ± 0,69	0,200 ± 0,150	10
<i>Cunearca cornea</i>	0,50 ± 0,11	1,000 ± 0,220	5
<i>Dexamine spinosa</i>	1,00 ± 0,22	0,001 ± 0,001	5
<i>Dysidea fragilis</i>	2,50 ± 0,56	0,620 ± 0,140	5
<i>Eteone picta</i>	3,00 ± 1,80	0,052 ± 0,039	15
<i>Eugira adriatica</i>	0,50 ± 0,11	0,019 ± 0,004	5
<i>Haliclona angulata</i>	2,00 ± 1,50	0,460 ± 0,270	10
<i>H. gracilis</i>	0,50 ± 0,11	0,012 ± 0,003	5
<i>H. pallida</i>	1,50 ± 0,34	0,447 ± 0,099	5
<i>Haliclona sp.</i>	0,50 ± 0,11	0,005 ± 0,001	5
<i>Haliclonissa digitata</i>	1,00 ± 0,22	0,760 ± 0,170	5
<i>Harmothoë reticulata</i>	2,50 ± 1,20	0,011 ± 0,007	10
<i>Lepidochitona cinerea</i>	1,00 ± 0,69	0,040 ± 0,029	10
<i>Macropipus arcuatus</i>	0,50 ± 0,22	0,274 ± 0,061	5
<i>Melinna palmate</i>	0,50 ± 0,11	0,007 ± 0,002	5
<i>Microdeutopus sp.</i>	1,00 ± 0,22	0,003 ± 0,001	5
<i>Micrura fasciolata</i>	1,50 ± 1,10	0,030 ± 0,023	10
<i>Modiolus adriaticus</i>	1,50 ± 0,82	1,900 ± 1,100	15
<i>M. phaseolinus</i>	119,00 ± 59,00	18,700 ± 9,900	35
<i>Mohrensternia lineolata</i>	1,00 ± 0,22	0,010 ± 0,002	5
<i>Molgula euprocta</i>	1,00 ± 0,22	0,028 ± 0,006	5
<i>Mytilaster lineatus</i>	4,00 ± 2,50	1,000 ± 0,530	20
<i>Mytilus galloprovincialis</i>	251,00 ± 73,00	550,000 ± 130,000	75
<i>Nemertini g. sp.</i>	0,50 ± 0,11	0,005 ± 0,002	5
<i>Nephtys hombergii</i>	31,00 ± 7,70	1,130 ± 0,300	70
<i>Nereis succinea</i>	0,50 ± 0,11	0,019 ± 0,004	5
<i>Nerinides tridentata</i>	2,50 ± 0,56	0,005 ± 0,001	5
<i>Obelia longissima</i>	2,50 ± 0,56	0,052 ± 0,012	5
<i>Parvicardium exiguum</i>	4,50 ± 1,80	2,170 ± 0,290	30
<i>Petrosia dura</i>	0,50 ± 0,11	0,115 ± 0,026	5
<i>Phoronis psammophila</i>	3,50 ± 2,90	0,010 ± 0,009	10
<i>Phtisica marina</i>	0,50 ± 0,11	0,002 ± 0,001	5
<i>Phyllococe maculata</i>	1,50 ± 1,10	0,047 ± 0,037	10
<i>Pitar rudis</i>	1,00 ± 0,69	0,230 ± 0,160	10
<i>Plagiocardium papulosum</i>	0,50 ± 0,11	0,070 ± 0,016	5
<i>P. simile</i>	0,50 ± 0,11	0,091 ± 0,020	5
<i>Politiitapes aurea</i>	3,00 ± 0,67	0,900 ± 0,200	5
<i>Pomatoceros triqueter</i>	1,50 ± 0,82	0,016 ± 0,014	15
<i>Pseudocuma cercaroides</i>	0,50 ± 0,11	0,002 ± 0,001	5
<i>Terebellides stroemi</i>	25,00 ± 7,80	2,300 ± 0,780	55
<i>Tritia reticulata</i>	0,50 ± 0,11	0,167 ± 0,037	5
<i>Trophonopsis breviata</i>	1,00 ± 0,22	0,069 ± 0,015	5
Сумма	570,00 ± 100,00	600,000 ± 140,000	

Таблица 2. Трофическая структура зообентоса на поднятии Голицино

Трофическая группировка	Видовое богатство	Численность, экз./м <sup>2</sup>	Биомасса, г/м <sup>2</sup>
Сестонофаги	23	424,00 ± 94,00	590,000 ± 130,000
Собирающие детрит с поверхности грунта	19	94,00 ± 22,00	4,300 ± 0,890
Фитофаги	1	0,50 ± 0,11	0,032 ± 0,007
Плотоядные	12	46,00 ± 8,20	1,760 ± 0,310
Полифаги	2	1,50 ± 0,25	0,021 ± 0,004

довольно высокая численность – 17 %. Биомасса была относительно невысокой. Также здесь были широко представлены плотоядные виды – 21 %. Численность также была довольно высокой – 8 %. Фитофагов представлял 1 вид – брюхоногий моллюск *B. reticulatum* с низкой численностью и биомассой. Полифаги были представлены 2 видами и имели самую низкую биомассу.

Плотность видов на обследованной акватории изменялась от 2 до 14 вид/м<sup>2</sup>, в среднем равняясь  $8,2 \pm 0,8$  вид/м<sup>2</sup>.

Наиболее высокое видовое богатство наблюдалось в западной части ( $10,3 \pm 0,7$  вид/м<sup>2</sup>), в северо-восточной ( $12,5 \pm 0,5$  вид/м<sup>2</sup>) и на отдельных участках центральной части ( $11,2 \pm 0,9$  вид/м<sup>2</sup>), а наиболее низкое – в южной части обследованной акватории ( $3,0 \pm 1,1$  вид/м<sup>2</sup>), в восточной части ( $4,0 \pm 0,6$  вид/м<sup>2</sup>) и МСП Голицино-4 – 4 экз./м<sup>2</sup>. На остальной акватории она в среднем равнялась  $7,9 \pm 0,7$  вид/м<sup>2</sup>.

Численность зообентоса в районе поднятия Голицино изменялась от 100 до 1599,54 экз./м<sup>2</sup>, в среднем составляя  $570 \pm 100$  экз./м<sup>2</sup>.

Наиболее высокая численность имела место в восточной половине обследованной акватории. В среднем она здесь равнялась  $840 \pm 130$  экз./м<sup>2</sup>, за исключением района, прилегающего к МСП Голицино-4, где составляла 120 экз./м<sup>2</sup>. Наиболее низкая численность зообентоса наблюдалась в восточной части, при средней величине  $115 \pm 14$  экз./м<sup>2</sup>. Низкая численность зообентоса также наблюдалась в западной части обследованной акватории (в среднем –  $372 \pm 39$  экз./м<sup>2</sup>) за исключением юго-западной части –  $575 \pm 24$  экз./м<sup>2</sup>.

Биомасса зообентоса изменялась от 1,82 до 2111,8 г/м<sup>2</sup>, в среднем  $600 \pm 140$  г/м<sup>2</sup>.

Наиболее высокая биомасса  $1480 \pm 280$  г/м<sup>2</sup> отмечалась в юго-восточной части. Высокая биомасса также наблюдалась в северной и западной частях –  $803 \pm 60$  г/м<sup>2</sup>. Возле полуострова Тарханкут биомасса была низкой –  $8,5 \pm 6,4$  г/м<sup>2</sup>. Низкой биомасса была также в центральной и северной частях обследованной акватории при среднем значении  $94 \pm 28$  г/м<sup>2</sup>.

На акватории, подверженной воздействию МСП, было обнаружено 32 вида животных: 7 видов двустворчатых моллюсков, по 6 – ракообразных и полихет, по 3 вида асцидий и брюхоногих моллюсков, губки были представлены 2 видами, по 1 виду было кишечнополостных, панцирных моллюсков, щупальцевых, иглокожих и немертин.

Видовое богатство в районе МСП было в 1,3 раза ниже фонового. Так в районе действия МСП меньшую роль играли губки: видовое богатство в 2,5 раза ниже фонового, по численности в 2,7, а по биомассе в 1,6 раза уступало фоновым станциям. Двустворчатых моллюсков также было меньше. Их видовое богатство снизилось в 1,4 раза, численность и биомасса соответственно в 1,9 и 2,3 раза.

Плотность видов на обследованной акватории изменялась от 214 вид/м<sup>2</sup> на МСП Шмидта до 14 вид/м<sup>2</sup> на МСП Голицино-2, в среднем равнясь 8,1±1,6 вид/м<sup>2</sup>. В то же время средняя плотность видов на фоновых станциях составляла 8,4±0,9 вид/м<sup>2</sup>, т. е. плотность видов непосредственно у платформ практически не отличалась от фоновой.

Наиболее часто встречались: *A. stepanovi*, *A. aspersa*, *M. galloprovincialis*, *N. hombergii*, *P. exiguum* и *T. stroemi* (табл. 3).

Таблица 3. Состав и средний уровень развития зообентоса в районе действия МСП на поднятии Голицино

Вид	Численность, экз./м <sup>2</sup>	Биомасса, г/м <sup>2</sup>	Встречаемость, %
<i>A. clavata</i>	2,12 ± 0,39	0,480 ± 0,170	12
<i>A. diadema</i>	2,12 ± 0,39	0,003 ± 0,001	12
<i>A. vaillanti</i>	2,12 ± 0,39	0,001 ± 0,001	12
<i>A. stepanovi</i>	76,00 ± 48,00	1,490 ± 0,990	50
<i>A. aspersa</i>	12,50 ± 5,90	12,400 ± 4,300	62
<i>B. improvisus</i>	7,50 ± 4,90	0,500 ± 0,350	38
<i>B. reticulatum</i>	2,12 ± 0,39	0,080 ± 0,028	12
<i>C. chinensis</i>	5,00 ± 3,80	0,250 ± 0,180	25
<i>C. intestinalis</i>	5,00 ± 3,80	2,300 ± 2,200	25
<i>C. appendiculata</i>	2,50 ± 1,60	0,500 ± 0,360	25
<i>C. cornea</i>	2,12 ± 0,39	2,500 ± 0,880	12
<i>E. picta</i>	3,80 ± 1,30	0,030 ± 0,011	12
<i>H. gracilis</i>	2,12 ± 0,39	0,029 ± 0,010	12
<i>H. digitata</i>	2,50 ± 0,88	1,910 ± 0,680	12
<i>H. reticulata</i>	5,00 ± 4,50	0,021 ± 0,016	25
<i>L. cinerea</i>	2,12 ± 0,39	0,033 ± 0,011	12
<i>Microdeutopus sp.</i>	2,50 ± 0,88	0,008 ± 0,003	12
<i>M. fasciolata</i>	2,50 ± 0,88	0,055 ± 0,019	12
<i>M. adriaticus</i>	2,12 ± 0,39	1,490 ± 0,530	12
<i>M. phaseolinus</i>	108,00 ± 73,00	8,700 ± 5,700	38
<i>M. lineatus</i>	2,12 ± 0,39	0,100 ± 0,035	12
<i>M. galloprovincialis</i>	138,00 ± 56,00	330,000 ± 120,000	75
<i>N. hombergii</i>	41,00 ± 17,00	1,210 ± 0,520	62
<i>P. exiguum</i>	8,80 ± 3,90	1,350 ± 0,590	50
<i>P. psammophila</i>	7,50 ± 2,70	0,023 ± 0,008	12
<i>P. marina</i>	2,12 ± 0,39	0,004 ± 0,001	12
<i>P. maculata</i>	2,50 ± 0,88	0,091 ± 0,032	12
<i>P. aurea</i>	7,50 ± 2,70	2,250 ± 0,790	12
<i>P. triqueter</i>	2,12 ± 0,39	0,001 ± 0,001	12
<i>P. cercaroides</i>	2,12 ± 0,39	0,004 ± 0,001	12
<i>T. stroemi</i>	30,00 ± 15,00	2,190 ± 0,930	62
<i>T. reticulata</i>	2,12 ± 0,39	0,420 ± 0,150	12
Сумма	496,00 ± 66,00	370,000 ± 120,000	

Наиболее высокой численностью (28 %) и биомассой (89 %) отличался *M. galloprovincialis*. На 2 месте по численности стоял *M. phaseolinus*. На его долю

приходилось 22 % численности зообентоса, но биомасса была невысокой. По биомассе субдоминантным видом была асцидия *A. aspersa* – 3 % общей биомассы зообентоса района МСП. Численность этого вида довольно высока – 3 % численности зообентоса. Относительно высокая численность наблюдалась также у *A. stepanovi*, *N. hombergii* и *T. stroemi*.

Таким образом, доминантным видом здесь также был *M. galloprovincialis*. Но по сравнению с фоновыми станциями его численность упала в 2,6, а биомасса в 2,3 раза. Изменилась по сравнению с фоновой и его возрастная структура (рис. 2).

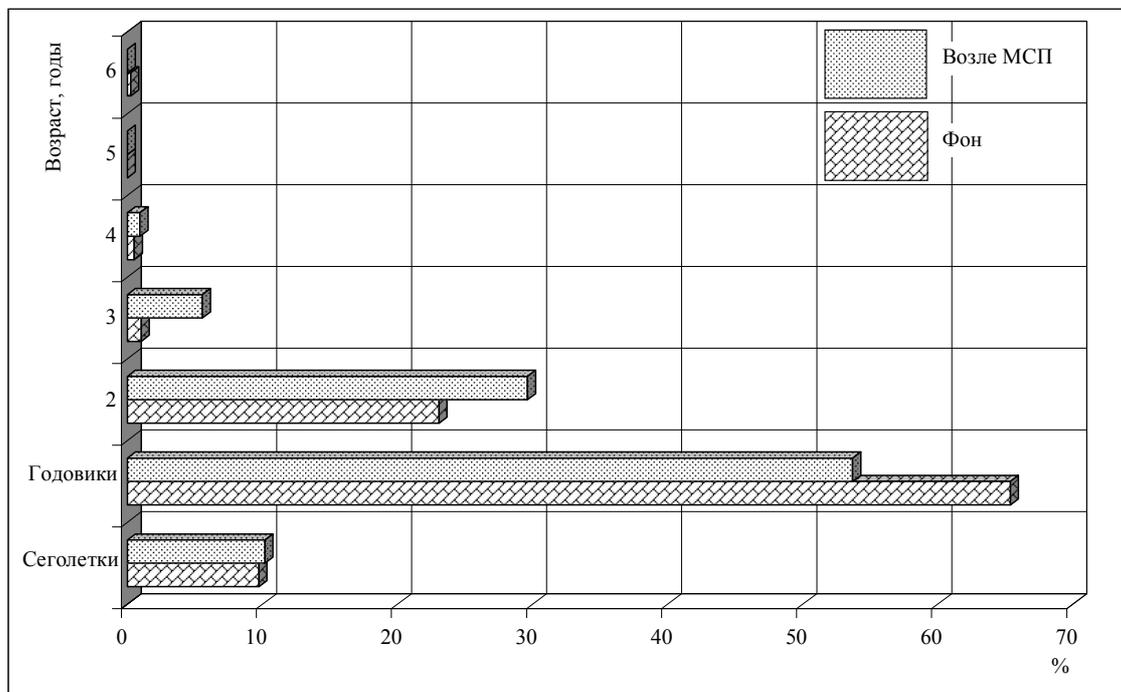


Рисунок 2. Влияние МСП на возрастную структуру *M. galloprovincialis* на поднятии Голицино

Доля сеголетков была практически одинаковой. В обоих случаях доминируют годовики, но на фоновых станциях их оказалась больше – 65 % против 53 % непосредственно у МСП. Далее от двух- до четырехлетнего возраста доля мидий у МСП оказывается соответственно выше, чем на фоновых станциях. Особенно это заметно у моллюсков трехлетнего возраста – 5 % против 1 %. Особо следует отметить, что мидий старше трех лет возле МСП обнаружено не было. В то время как на фоновой акватории встречались моллюски шестилетнего возраста.

Общая численность зообентоса по сравнению с фоновыми станциями уменьшилась в 1,4, а биомасса в 2,2 раза.

В трофической структуре доминировали сестонофаги (табл. 4) – 47 % видового богатства, 63 % численности и 98 % биомассы. На 2 месте стояли виды, собирающие детрит с поверхности грунта – 28 % видового богатства, 25 % численности и 1,1 % биомассы зообентоса. По видовому богатству им практически не уступали плотоядные виды – 22 % видового богатства. Численность этой трофической группировки также была достаточно высокой – 12 % от общей численности. Биомасса была относительно небольшой. Фитофаги, представленные одним видом, заметной роли в трофической структуре зообентоса районов, где расположены МСП, не играли. Группа полифагов, в отличие от фоновых станций, полностью отсутствовала.

Таблица 4. Трофическая структура зообентоса в районе действия МСП на поднятии Голицино

Трофическая группировка	Видовое богатство	Численность, экз./м <sup>2</sup>	Биомасса, г/м <sup>2</sup>
Сестонофаги	15	310,00 ± 93,00	360,000 ± 120,000
Собирающие детрит с поверхности грунта	9	124,00 ± 50,00	50,500 ± 4,000
Фитофаги	1	2,12 ± 0,39	0,080 ± 0,028
Плотоядные	7	59,00 ± 18,00	2,310 ± 0,570

По сравнению с фоном видовое богатство, численность и биомасса сестонофагов снизилась соответственно в 1,2, 1,8 и 2,2 раза. Во многом это произошло из-за деградации поселения *M. galloprovincialis*. Видовое богатство детритофагов снизилось в 1,4 раза, однако их численность увеличилась в 1,5 раза, при этом биомасса практически не изменилась. Видовое богатство хищников немного уменьшилось, но при этом в 1,4 и 1,5 раза увеличилась их численность и биомасса. Таким образом, эта трофическая группировка играла возле МСП более заметную роль. Большую роль в увеличении роли плотоядных видов сыграла полихета *N. hombergii*, численность которой увеличилась в 1,6 раз.

В фитобентосе доминировали красные водоросли *Phyllophora brodii* и *P. nervosa*. Их встречаемость на обследованной акватории равнялась 35 %. В восточной части обследованной акватории филлофоры обнаружено не было. В основном она была сосредоточена в центральной и западной частях поднятия Голицино. Средняя биомасса составляла 13,3±8,9 г/м<sup>2</sup>. В центральной части биомасса филлофоры равнялась 0,85±0,47 г/м<sup>2</sup>, в западной – 42±33 г/м<sup>2</sup>. Наиболее высокая биомасса наблюдалась в северо-западной части, где она доходила до 106,8 г/м<sup>2</sup>. Возле платформ биомасса филлофоры была намного меньше, чем фоновой – 1,01±0,53 г/м<sup>2</sup> против 11,1±9,7 г/м<sup>2</sup>.

### Заключение

В обследованном районе было обнаружено 57 видов животных, преобладали двустворчатые моллюски. Видовое богатство в районе МСП было в 1,3 раза ниже фонового. В районе действия МСП меньшую роль играли губки. Их видовое богатство было в 2,5 раза ниже фонового, численность в 2,7, а биомасса в 1,6 раза.

Плотность видов на обследованной акватории изменялась от 2 до 14 вид/м<sup>2</sup>, в среднем равняясь 8,2±0,8 вид/м<sup>2</sup>. Плотность видов непосредственно у платформ практически не отличалась от фоновой. Численность зообентоса в районе поднятия Голицино изменялась от 100 до 1599,54 экз./м<sup>2</sup>, в среднем составляя 570±100 экз./м<sup>2</sup>. Биомасса зообентоса варьировала от 1,82 до 2111,8 г/м<sup>2</sup> при среднем значении 600±140 г/м<sup>2</sup>. Численность зообентоса возле МСП по сравнению с фоновыми станциями уменьшилась в 1,4, а биомасса в 2,2 раза.

В донном сообществе доминировал *M. galloprovincialis* – 44 % численности и 47 % всей биомассы зообентоса. По сравнению с фоновыми станциями численность мидии возле МСП уменьшилась в 2,6, а биомасса в 2,3 раза. Максимальная длина мидии достигала 60 мм. Преобладали годовики. Мидий старше трех лет возле МСП обнаружено не было, в то время как на фоновой акватории встречались моллюски шестилетнего возраста.

В трофической структуре преобладают сестонофаги – 40 % видового богатства, 75 % численности и 99 % биомассы зообентоса. На 2 месте – виды, собирающие детрит с поверхности грунта. В трофической структуре акватории, подвергшейся влиянию МСП, снизилась роль сестонофагов, при этом увеличилась роль плотоядных видов, полностью исчезли полифаги.

Филлофора была сосредоточена в основном в центральной и западной части поднятия Голицино. В восточной части обследованной акватории филлофоры обнаружено не было. Средняя биомасса филлофоры равнялась  $13,3 \pm 8,9$  г/м<sup>2</sup>. Возле платформ биомасса филлофоры была в 11 раз меньше, чем на фоновых станциях.

### *Литература*

1. **Зинова Ф. Д.** Определитель зеленых, бурых и красных водорослей южных морей СССР. – М.-Л.: Наука, 1967. – 398 с.
2. Определитель фауны Черного и Азовского морей. – Киев: Наукова думка, 1968. – Т. 1. – 437 с.; 1969. – Т. 2. – 536 с.; 1972. – Т. 3. – 340 с.
3. **Шурова Н. М.** Состояние естественных поселений мидий северо-западной части Черного моря // Экология моря. – 1988. – Вып. 32. – С. 64-68.
4. **Шурова Н. М., Золотарев В. Н., Варигин А. Ю.** Особенности роста мидий *Mytilus galloprovincialis* в северо-западной части Черного моря // Биология моря. – 1991. – № 4. – С. 70-79.

## СОСТОЯНИЕ ПЛАНКТОННОГО СООБЩЕСТВА В РАЙОНЕ СЕВЕРО-ЗАПАДНОГО ШЕЛЬФА ЧЕРНОГО МОРЯ ЗА ПЕРИОД 1986-1996 ГГ. И 2003-2006 ГГ.

Н. Б. Заремба  
ЮгНИРО

Район северо-западного шельфа Черного моря – один из наиболее продуктивных районов Черноморского бассейна, богатая кормовая база которого используется как бентофагами, так и планктоноядными рыбами в период зимовки и нагула молоди. Но, к сожалению, прибрежные шельфовые экосистемы подвергаются особенно интенсивному антропогенному воздействию.

Северо-западный шельф Черного моря характеризуется значительной изменчивостью среды под влиянием естественных, а в последние 2-3 десятилетия и антропогенных факторов. Среди основных факторов можно назвать эвтрофикацию, влияние сбросов промышленных и хозяйственно-бытовых сточных вод, разработку морских газоносных месторождений, а также занос из других районов новых вселенцев. Все это не могло не привести к глубоким изменениям структуры и функционирования экосистемы Черного моря. На протяжении 80-90 гг. прошлого века существенные изменения наблюдались в структуре планктонных сообществ. Из планктона почти исчезли копеподы понтелиды, ойтона нана, резко снизилась численность рачкового зоопланктона – центропагиса, псевдокалянуса, ветвистоусых (пенилии, эвадны) [1, 3, 5].

### Материал и методика

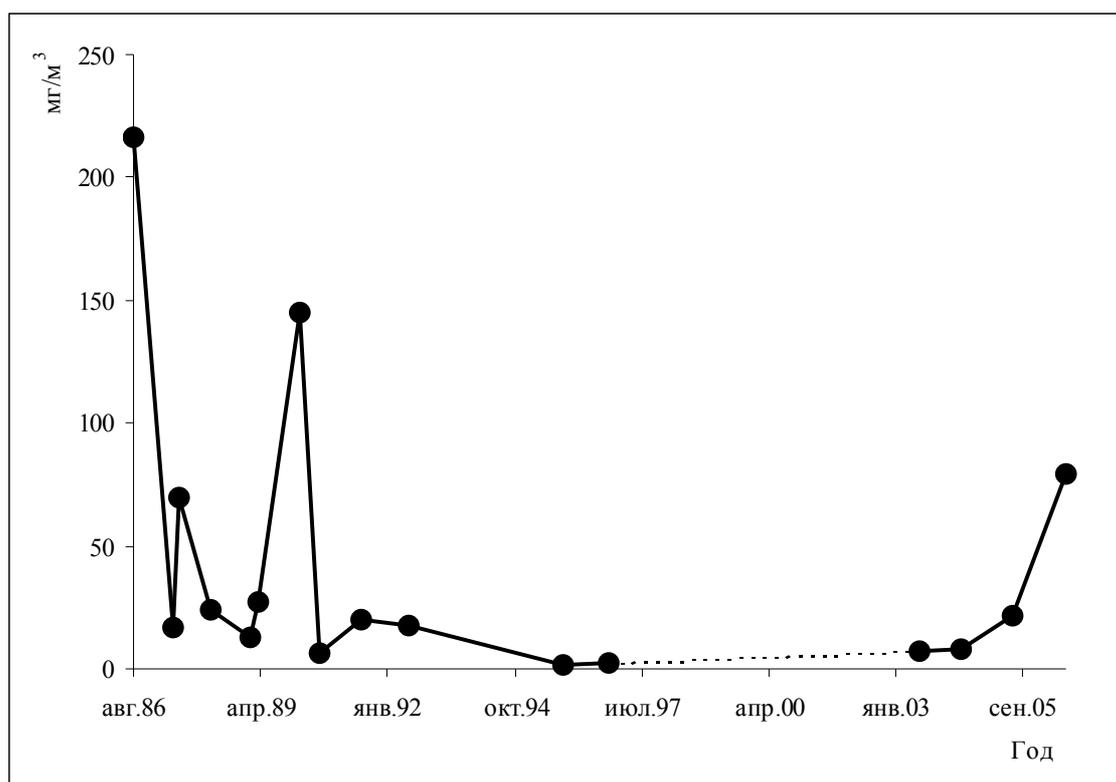
Зоопланктон был собран планктонной сетью Джели (диаметр входного отверстия 36 см, ячей сита 112 мкм), облавливался столб воды от дна до поверхности. Всего было собрано и обработано 225 проб зоопланктона. Пробы фиксировали 4 %-ным нейтрализованным формалином. Подсчет организмов проводили в счетной камере Богорова. Малочисленные формы просчитывали во всей пробе, массовые, после концентрирования пробы до 50-100 мл, – при двукратной повторности.

Пробы обработаны счетно-весовым методом. Для расчета биомассы использован стандартный вес планктонных организмов [4].

### Результаты и обсуждения

Результаты анализа материалов по зоопланктону в различные сезоны за 1986-1996 гг. и 2003-2006 гг. показали значительные изменения кормового зоопланктона в количественном развитии в районе северо-западного шельфа Черного моря (рисунок).

Качественный состав зоопланктона в районе исследования был представлен обычными видами, характерными для Черного моря: холодолюбивыми *Calanus helgolandicus*, *Pseudocalanus elongatus*, *Oithona similis*, *O. nana*, *Sagitta euxina*, эвритермными – *Acartia clausi*, *Paracalanus parvus*, *Oikopleura dioica*, *Synchaeta*, представителями отряда *Harpacticoida*, теплолюбивыми – *Centropages kroyeri*, *Pleopis polyphemoides*, *Penilia avirostris*, *Evadhe tergestina*, *Noctiluca miliaris*, *Pleurobrachia pileus*, а также личинками бентосных животных – *Polychaeta*, *Cirripedia*, *Lamellibranchiata*, *Gastropoda*, *Decapoda* и *Mysidae*.



#### Изменение биомассы зоопланктона в период 1988-2006 гг. в районе северо-западного шельфа Черного моря

Высокий уровень развития кормового зоопланктона в районе исследования наблюдался в августе 1986 г. Средняя биомасса составляла 216,0 мг/м<sup>3</sup>, что выше среднемноголетний ее величины (154,0 мг/м<sup>3</sup>) [6]. Доминирующей группой кормового зоопланктона являлись копеподы, наиболее массовыми были *A. clausi*, *P. parvus*, *O. nana*. В летний период 1987 г. интенсивность развития зоопланктеров была значительно ниже, чем в 1986 г. Средняя биомасса кормового зоопланктона в июне равнялась 17,0 мг/м<sup>3</sup>, в августе – 70 мг/м<sup>3</sup>, что в 3 раза ниже, чем в этот же период 1986 г. Уровень биомассы формировали копеподы, среди которых наиболее массовой была *A. clausi*.

В весенний период (апрель) 1988 г. и (февраль, апрель) 1989 г. количественное развитие зоопланктона в районе исследования находилось на низком уровне, средние биомассы кормового зоопланктона изменялись от 12,9 мг/м<sup>3</sup> в феврале до 27,6 мг/м<sup>3</sup> в апреле 1989 г. Среди кормовых организмов в апреле 1988 г. и феврале 1989 г. доминировали копеподы, наиболее массовыми были эвритермная *A. clausi* и холодолюбивый *P. elongatus*, в апреле 1989 г. – коловратки *Syncheta*. Аномально низкий уровень развития кормовых организмов в весенний период 1988-1989 гг. был характерен для всего исследованного района, т. е. район буровых не выделялся на общем фоне ни по уровню развития, ни по качественному составу зоопланктона. В весенний период (март) 1990 г. наблюдалось интенсивное развитие зоопланктеров. Средняя биомасса кормового зоопланктона составляла 144,7 мг/м<sup>3</sup>, что было выше среднемноголетней (1964-1989 гг.) величины (41 мг/м<sup>3</sup>) [7]. Высокая биомасса кормового зоопланктона сформировалась за счет копепод. Значительный вклад вносили эвритермная *A. clausi* и холодолюбивый *C. helgolandicus* и *P. elongatus*. Летний период (июль, август) 1990-1992 гг. характеризовался слабым развитием зоопланк-

теров в районе исследования. В августе отмечался крайне низкий уровень развития. Средняя биомасса кормового зоопланктона равнялась  $6,7 \text{ мг/м}^3$ . Низкие биомассы отмечались без исключения на всех станциях, а также и во всей северо-западной части Черного моря [2]. Уровень биомассы в основном определяла *A. clausi*. Низкие биомассы кормового зоопланктона наблюдались также и в июле 1991-1992 гг. Средняя биомасса кормового зоопланктона в июле 1991 г. равнялась  $20,1 \text{ мг/м}^3$ , в 1992 г. –  $17,5 \text{ мг/м}^3$ . Доминирующей группой кормовых организмов в этот период, как и в августе, являлись копеподы, среди которых наиболее массовым видом была *A. clausi*. По многочисленным данным зоопланктон в Черном море достигает максимального развития в июле-августе. Среднегодовалая биомасса для группы кормовых организмов составляла  $154,0 \text{ мг/м}^3$ . Однако вселение в Черное море и массовое развитие хищника-планктонофага гребневика мнемипсиса привели к изменению сезонной динамики развития кормового зоопланктона [8]. В результате сезонный летний максимум зоопланктона в последние годы сменился на годовой минимум со средней биомассой  $20\text{-}30 \text{ мг/м}^3$ . Как и в весенний период, ни по качественному составу, ни по количественному развитию кормового зоопланктона район буровых не выделялся из всего района исследований. В осенний период (ноябрь) 1995-1996 гг. отмечался самый низкий уровень развития кормовых организмов за весь период исследований. Средняя биомасса его в 1995 г. составляла  $1,7 \text{ мг/м}^3$ , а в 1996 г. –  $2,6 \text{ мг/м}^3$ . Бедность осеннего зоопланктона в районе исследования прослеживалась не только на количественном, но и на качественном уровне. Из состава копепод исчез ранее массовый вид *O. nana*. Уровень биомассы формировала в основном *A. clausi*. Другие представители группы копепод в планктоне отмечались в незначительных количествах. Низкие биомассы кормового зоопланктона и в осенний, и в летний период, по-видимому, являются следствием мощного пресса, который испытывает зоопланктон со стороны хищника-планктонофага, пик которого приходится на летне-осенние месяцы. Качественный состав и количественное развитие кормового зоопланктона в районах действующих платформ был таким же, как и во всем исследованном районе. В летний период 2003-2005 гг. зоопланктон исследованной акватории был представлен теми же видами, что и в осенний период. Уровень развития кормового зоопланктона был низким: средняя биомасса в 2003 г. равнялась  $7,5 \text{ мг/м}^3$ , в 2004 г. –  $8,0 \text{ мг/м}^3$ . Доминирующей группой кормового зоопланктона являлись копеподы, из которых значительный вклад в биомассу кормового зоопланктона в 2003 г. вносила *A. clausi*, в 2004 г. – *A. clausi* и *P. parvus*. В летний период 2005 г. наблюдалось повышение уровня развития кормового зоопланктона. Средняя биомасса, по сравнению с 2004 г., возросла в 2,7 раза и составляла  $21,9 \text{ мг/м}^3$ . Как и в 2003-2004 гг., уровень биомассы формировали копеподы, среди которых наиболее массовыми были *A. clausi* и *P. parvus*. В сентябре 2006 г. в районе исследования уровень развития кормового зоопланктона был высоким. Средняя биомасса кормового зоопланктона равнялась  $78,8 \text{ мг/м}^3$ . Доминировали в планктоне копеподы, среди которых наиболее массовым видом была *A. clausi*. Намечившуюся тенденцию роста биомассы кормового зоопланктона в 2005-2006 гг., по-видимому, можно объяснить вселением в Черное море гребневика *Beroe ovata* – основного потребителя личиночных и взрослых стадий гребневика мнемипсиса – и снижением его негативного влияния на зоопланктонное сообщество. Как и в предыду-

щие годы (1989-1996 гг.), выявить степень влияния буровых установок на развитие планктонных организмов на станциях, расположенных в непосредственной близости от них, оказалось невозможным.

Анализ данных за период 1986-1996 гг. и 2003-2003 гг. показал существенные изменения кормового зоопланктона в районе северо-западного шельфа Черного моря. Низкий уровень развития кормового зоопланктона в летне-осенний период в Черном море прослеживался с 1989 г. и совпадает с массовым развитием гребневика *Mnemiopsis leidyi*, выедающего зоопланктон. Аномально низкий уровень развития кормового зоопланктона за период исследования отмечался в августе 1990 г. и ноябре 1995 и 1996 гг. В летне-осенний период 2005 и 2006 гг. наметилась тенденция роста биомассы кормового зоопланктона. Причина таких положительных изменений в зоопланктонном сообществе усматривается во вселении в Черное море гребневика *Beroe ovata*, выедающего гребневика *M. leidyi*, и снижении его негативного влияния на зоопланктонное сообщество [9]. Поскольку среда обитания планктона динамична, то не представляется возможным выявить степень влияния буровых установок на развитие планктонных организмов. По-видимому, вселение гребневика *M. leidyi* оказало более сильное воздействие на зоопланктонное сообщество, чем другие антропогенные воздействия.

### *Литература*

1. **Виноградов М. Е.** Современные тенденции изменения экосистемы Черного моря // Вестник АН СССР. – 1987. – № 10. – С. 56-67.
2. **Загородняя Ю. А., Скрябин В. А.** Современные тенденции изменений зоопланктона в прибрежных районах Черного моря // Сб.: Исследования шельфовой зоны Азово-Черноморского бассейна. – Севастополь: МГИ НАН Украины, 1985. – С. 87-95.
3. **Зайцев Ю. П., Гаркавая Г. П., Нестерова Д. А., Полищук Л. Н., Цокор А. Г.** Современное состояние экосистемы северо-западной части Черного моря // Сб.: Современное состояние экосистемы Черного моря. – М.: Наука, 1987. – С. 216-230.
4. **Петипа Т. С.** О среднем весе основных форм зоопланктона в Черном море // Тр. Севастопольской биологической станции, 1957. – Т. 9. – С. 39-57.
5. **Полищук Л. Н., Натешко Е. В., Трофанчук Г. М.** Современное состояние мезо- и макрозоопланктона в северо-западной части и смежных районах Черного моря // Материалы всесоюзной конференции: Социально-экологические проблемы Черного моря, Керчь (26-28 марта 1991 г.). – Ч. 1. – Керчь: ЮгНИРО, 1991. – С. 18-19.
6. Результаты комплексных экологических исследований экосистемы северо-западного шельфа Черного моря в районах деятельности «Черноморнефтегаз» / Отчет ЮгНИРО под ред. В. Н. Яковлева. – Керчь: ЮгНИРО, 1991. – С. 58-61.
7. Характеристика кормовой базы планктоноядных рыб в промысловых районах Черного моря, рацион питания хамсы, ставриды, шпрота и мерланга, прогноз состояния кормового зоопланктона на 1991 г. / Отчет ЮгНИРО. – Керчь, 1989. – С. 46-64.

8. **Шушкина Э. А., Николаенко Г. Г., Лукашова Т. А.** Изменение структуры планктонного сообщества Черного моря при массовом развитии гребневика *Mnemiopsis leidyi* (A. Agassiz) // Журнал общей биологии. – 1990. – № 1. – С. 54-60.
9. **Шушкина Э. А., Мусаева Э. И., Анохина Л. Л.** Роль желетелого макропланктона: медуз аурелий, гребневиков мнемииопсиса и берое в планктонных сообществах Черного моря // Океанология. – 2000. – Вып. 40. – № 6. – С. 859-866.

## ТРАНСФОРМАЦИЯ ДОННОГО СООБЩЕСТВА В РАЙОНЕ ПЕРЕГРУЗОЧНОГО РЕЙДА В ЮЖНОЙ ЧАСТИ КЕРЧЕНСКОГО ПРОЛИВА

О. В. Евченко  
ЮгНИРО

В условиях современных трансформаций климата и антропогенных воздействий экосистема Азовского и Черного морей, а также Керченского пролива существенно перестраивается. Основными источниками негативного воздействия на экосистему пролива являются: интенсивное судоходство, портовые и рейдовые перегрузочные комплексы, береговые загрязнения, дноуглубление акваторий и дампинг изымаемых грунтов. Дополнительным антропогенным фактором стало сооружение в октябре 2003 г. дамбы между о. Тузла и Таманским полуостровом, что привело к изменениям гидрологического режима пролива. Живым откликом на изменившиеся условия среды стали все звенья пищевой цепи, в т. ч. и донные животные, в связи с чем исследования процессов, происходящих в донных сообществах, являются особо актуальными.

В работе использовались материалы бентосных съемок, собранные в осенний сезон 2003, 2005, 2007 гг. (октябрь-ноябрь) в районе перегрузочного рейда, расположенного в южной части Керченского пролива (координаты 45°08,10-45°13,20 N, 36°29-36°32,50 E).

На исследованной площади дна грунты были представлены илами и заиленным песком, глубина варьировала в пределах 12-16 м. Сбор материала осуществлялся дночерпателем «Океан-50», площадью раскрытия 0,1 м<sup>2</sup>. Поднятый грунт промывали через сито с диаметром ячеек 0,5 мм. Обнаруженных животных извлекали и фиксировали 4 %-ным формалином. Таксономическую идентификацию проводили с использованием определителей. Количество экземпляров каждого таксона в суммарной пробе взвешивали на торсионных весах с точностью до 0,001 г. Полученные значения численности и биомассы пересчитывали на 1 м<sup>2</sup>. Выделение биоценозов проводили по доминирующему виду [1]. Всего было отобрано 69 проб.

За длительный период изучения Керченского пролива были выявлены и описаны основные биоценозы [4, 5]. В 1989 г. для этого района исследования А. И. Ивановым определены 2 биоценоза – хамелеи и модиолюса. По материалам наших исследований (в осенний период 2003-2007 гг.) на акватории выделены сообщества хамелеи и мелинны.

За период исследования бентос был представлен 55 видами животных, относящихся к 10 классам. В видовом богатстве преобладали полихеты, на долю которых приходилось 29 % видового разнообразия. Двустворчатые моллюски составляли 24 %, брюхоногие – 18, а асцидии и ракообразные – соответственно 9 и 7 %. Остальные таксоны – губки, актинии, нимертины, форониды, мшанки и личинки насекомых (двухкрылых) занимали в среднем по 2 %.

В осенний сезон 2003 г. (ноябрь) в донном сообществе обнаружено 24 вида макрозообентоса, включающие 10 видов моллюсков (8 – двустворчатых и 2 – брюхоногих), 7 – полихет, 4 – ракообразных и по 1 виду немертин, форонид и актиний. Плотность видов колебалась от 0 до 8, составляя в среднем 4 вида на 1 м<sup>2</sup>. Числен-

ность животных изменялась от 0 до 690,0 экз./м<sup>2</sup>, в среднем – 193,7 экз./м<sup>2</sup>. Биомасса колебалась от 0 до 339,8 г/м<sup>2</sup>. Средняя биомасса составляла 42,9 г/м<sup>2</sup>.

Наиболее часто встречались в донном сообществе полихеты *Melinna palmata*, *Nerhthys hombergii* и двустворчатый моллюск *Chamelea gallina* – соответственно 90, 55 и 65 %. По плотности доминировала *M. palmata*, значения которой изменялись от 10 до 690 экз./м<sup>2</sup>, в среднем 137,2 экз./м<sup>2</sup> (71 % суммарной численности). По биомассе доминировали двустворки *Cunearca cornea* и *Ch. gallina*, составляя соответственно 48 и 32 % общей биомассы. Высокая доля *C. cornea* в общей биомассе бентоса обусловлена ее массивной раковиной, тогда как плотность и встречаемость были невысокими (1,0 экз./м<sup>2</sup> и 10 %).

На исследуемой акватории в 2003 г. выделено 2 биоценоза: *Chamelea* и *Melinna*.

Биоценоз *Chamelea* располагался в южной и юго-западной части района и занимал приблизительно 21 % исследуемой площади дна. В биоценозе было выделено 18 видов макрозообентоса. Средняя биомасса зообентоса равнялась 56,6 г/м<sup>2</sup>, а численность – 180,8 экз./м<sup>2</sup>. Биомасса доминантного вида *Ch. gallina* составляла 71 % от общей биомассы, численность – 28 % общей численности. Самая высокая плотность отмечалась у *M. palmate* – 54 % численности.

Биоценоз *Melinna* занимал почти всю северную и северо-восточную часть, располагаясь на 35 % акватории. Видовое разнообразие было представлено 14 видами. Средняя биомасса бентоса в биоценозе была 14,9 г/м<sup>2</sup>, а численность 337,0 экз./м<sup>2</sup>. Полихета *M. palmata* доминировала как по численности, так и по биомассе (соответственно 84 и 29 %). Высокие показатели численности и биомассы полихеты мелинны на исследуемом участке дна указывают на благоприятные условия ее развития.

По способу питания мелинна относится к депозитофагам, собирающим детрит с поверхности грунта. Преимущественную роль в ее питании играют формы микрофитобентоса и фитопланктона, осевшего на грунт [4]. Кроме усиленной антропогенной нагрузки в исследуемом районе, поступлению органики в пролив могли способствовать повышенные температуры воды и течения из Азовского моря, возникающие при ветрах северных направлений, которые в августе (период интенсивного цветения фитопланктона) составляли 43 % всех направлений (данные метеостанции г. Керчь).

На исследуемой акватории отмечался комплекс *Chamelea-Melinna* (20 %), который располагался локальными участками. В сообществе выделить доминирующий таксон не представлялось возможным, на всех станциях в равных долях встречались *Chamelea* и *Melinna*. Видовое разнообразие определяло 10 видов животных. Средняя численность равнялась 126,7 экз./м<sup>2</sup>, средняя биомасса – 22,0 г/м<sup>2</sup>.

На 24 % изучаемой акватории северо-запада, в центре и в южной периферии были выделены участки с низким уровнем развития донного сообщества – разрушенное сообщество. Бентосные животные встречались в единичных экземплярах или отсутствовали. Средняя биомасса зообентоса равнялась 6,1 г/м<sup>2</sup>, численность 32 экз./м<sup>2</sup>.

В 2005 г. (октябрь) уровень развития бентоса в районе был значительно выше. В донном сообществе обнаружено 42 вида бентосных организмов, из которых 13 видов представляли двустворчатые моллюски, 6 – брюхоногие, 12 – полихеты, 5 – ракообразные, 5 – асцидии и 1 – губки.

Максимальное количество видов (10-15 вид/м<sup>2</sup>) отмечалось в центральной части исследуемой акватории, а минимальное количество (1-5 вид/м<sup>2</sup>) – в западной части. В среднем видовое разнообразие представляло 7,6 видов на 1 м<sup>2</sup>.

Численность зообентоса составляла 304,0 экз./м<sup>2</sup>, что в 1,7 раза больше осеннего сезона 2003 г., а биомасса – 78,1 г/м<sup>2</sup> (в 1,4 раза больше).

Возросла роль двустворчатых моллюсков, по способу питания сестонофагов. Их численность увеличилась в 2,1 раза, биомасса в 3,4 раза.

Наиболее широко распространенным видом в районе исследования являлась полихета *Melinna palmata* – 97 %. Мелинна, как и в 2003 г., была доминантом по численности (53 % от суммарной численности). Однако по сравнению с предыдущим исследованием средняя численность ее уменьшилась на 20 %, а биомасса на 10 %. *Chamelea gallina* доминировала по биомассе, которая увеличилась в 2,7 раза, численность возросла в 2 раза, а встречаемость – в 1,4 раза.

Биоценоз *Chamelea gallina* занимал почти половину исследуемой площади, располагаясь в северной и южной части района. Видовое богатство биоценоза составляли 32 вида донных животных (в 1,8 раза выше, чем в 2003 г.). В биоценозе *Chamelea* средняя численность возросла в 1,8 раза, а биомасса – в 2,2 раза. Биомасса доминантного вида *Ch. gallina* составляла 60,2 г/м<sup>2</sup>, численность – 60 экз./м<sup>2</sup> (соответственно возросла в 1,5 и 1,2 раза).

Биоценоз *Melinna* отмечался на небольшом участке в северо-западной части. По сравнению с 2003 г. его площадь сократилась более чем втрое. В биоценозе насчитывалось 7 видов бентосных организмов (в 2 раза меньше 2003 г.). Средняя численность и биомасса составляли 200 экз./м<sup>2</sup> и 6,9 г/м<sup>2</sup> (меньше соответственно в 1,7 и 1,5 раза).

Комплекс *Chamelea-Melinna* располагался более чем на четверти исследуемой акватории (28 %) в центральной части, северной, западной и южной периферии. В сообществе зарегистрировано 26 видов беспозвоночных животных. Средний уровень развития комплекса был выше значений предыдущего года. Численность равнялась 400 экз./м<sup>2</sup>, биомасса – 62,3 г/м<sup>2</sup>.

На разрушенные сообщества приходилось 10 % площади дна в западной части (меньше в 2,4 раза, чем в 2003 г.). Численность составляла 33,3 экз./м<sup>2</sup>, биомасса – 4,4 г/м<sup>2</sup>.

Восстановление уровня развития донного сообщества на исследованной акватории, по-видимому, связано с черноморским течением, преобладавшем в летне-осенний сезон 2005 г. Ветра северного направления в августе составляли 17 % ветров всех направлений.

В октябре 2007 г. бентос представляли 20 видов животных, из которых 3 вида – двустворчатые моллюски, 7 – брюхоногие, 6 – полихеты, 2 – ракообразные и по 1 виду – асцидии и мшанки. По сравнению с осенним сезоном 2005 г. общее количество видов сократилось в 2,1 раза, в основном за счет двустворчатых моллюсков. Так, в 2005 г. они составляли 31 %, а в 2007 г. – 15 % всего видового богатства. Доля брюхоногих моллюсков (хищников и детритофагов), наоборот, возросла за этот период с 14 до 35 %.

На исследованной акватории численность зообентоса изменялась от 120 до 1760 экз./м<sup>2</sup>. Средняя численность организмов бентоса возросла по сравнению с 2005 г. в 2,2 раза и составила 596,6 экз./м<sup>2</sup>. Увеличение плотности произошло за счет полихеты *Melinna palmata*. Численность мелинны возросла в 1,9 раза и составила

303,3 экз./м<sup>2</sup>, встречаемость – 100 %. Доминантом второго порядка была полихета *Prionospio cirrifera* – 58,3 %. Имевшие ранее высокую встречаемость виды *Chamelea gallina* и полихета *Nephtys hombergii* встречались реже (соответственно 25 и 8,3 %).

Биомасса бентоса колебалась от 0,2 г/м<sup>2</sup> до 54,6 г/м<sup>2</sup> и в среднем составляла 15,5 г/м<sup>2</sup>, что меньше в 5 раз по сравнению с 2005 г. Биомасса *Chamelea gallina* уменьшилась в 14 раз. Биомасса двустворчатых моллюсков сократилась в 19,6 раз. Двустворчатые моллюски были представлены только младшими возрастными группами.

Биоценоз *Chamelea* и комплекс *Chamelea-Melinna* в 2007 г. не выделялись.

Сообщество с доминированием *Chamelea gallina* отмечалось лишь на одной станции, на юго-западе. Численность равнялась 520 экз./м<sup>2</sup>, а биомасса – 20,2 г/м<sup>2</sup>.

На 67 % акватории размещался биоценоз *Melinna*. По сравнению с 2005 г. границы его расширились на север, запад и юг (оставаясь постоянными на северо-западе). Видовое богатство определяли 18 видов донных животных. Средняя численность зообентоса равнялась 771,4 экз./м<sup>2</sup>, что в 3,9 раза выше численности в биоценозе *Melinna* исследования 2005 г. Биомасса увеличилась в 1,5 раза и составила 10,1 г/м<sup>2</sup>. Высокие показатели численности и биомассы полихеты мелинны на исследуемом участке дна указывают на благоприятные условия ее развития.

В 2007 г. высокое содержание органики на поверхности дна было связано, по видимому, с эвтрофикацией водных масс при воздействии как антропогенного, так и природного факторов. Повышенные температуры воды в июле-августе 2007 г. в Азовском море и проливе (на 2-3 °С выше среднегодовых) способствовали интенсивному развитию микроводорослей, их отмиранию и опаданию на дно в виде детрита. Интенсивные северные ветра из Азовского моря, составлявшие 40 % ветров всех направлений, также способствовали выносу органики из моря в пролив.

Разрушенные участки (25 %) располагались на северо-востоке исследованного района. Количественные показатели, численность и биомасса составляли соответственно 146,7 экз./м<sup>2</sup> и 1,7 г/м<sup>2</sup>.

Таким образом, в осенний период 2003, 2005, 2007 гг. в составе макробентоса обнаружены животные 55 видов, относящихся к 10 классам. Плотность зообентоса и биомасса варьировали в широком диапазоне – от нулевых значений до 1760 экз./м<sup>2</sup> и до 399,4 г/м<sup>2</sup>, соответственно. На изучаемой акватории выделено 2 биоценоза – хамелеи и мелинны. Биоценоз *Chamelea* в 2003 г. занимал 21 % исследованного участка дна, в 2005 г. – 48 %, в 2007 г. – не выделен, биоценоз *Melinna* – соответственно 35, 10 и 67 %. Увеличение степени развития биоценоза мелинна в летне-осенний сезон 2007 г. скорее всего связано с фактором антропогенной нагрузки, а также с аномально повышенными температурами воды в Азовском море и Керченском проливе.

Наиболее благоприятным для развития макробентоса был 2005 г.

Участки с разрушенным донным сообществом за период исследования отмечались на 10-40 % акватории.

### Литература

1. **Воробьев В. П.** Бентос Азовского моря // Труды АзЧерНИРО, 1949. – Вып. 13. – С. 1-193.
2. **Еремеев В. Н., Иванов В. А., Ильин Ю. П.** Океанографические условия и экологические проблемы Керченского пролива // Морской экологический журнал. – 2003. – II. – № 3. – С. 27-39.

3. **Иванов Д. А., Синегуб И. А.** Трансформация биоценозов Керченского пролива после вселения хищного моллюска *Rapana thomassiana* и двустворчатых *Mya arenaria* и *Cunearca cornea* // Мат. III Межд. конф.: Современные проблемы экологии Азово-Черноморского бассейна (Керчь, 10-11 октября 2007 г.). – Керчь: ЮгНИРО, 2008. – С. 45-51.
4. **Киселева М. И.** Бентос рыхлых грунтов. – Киев: Наукова думка, 1981. –165 с.
5. **Несис К. Н.** Донные биоценозы Керченского пролива // Сборник работ студенческого научного общества. – М., 1957. – С. 3-11.

## ИЗМЕНЕНИЯ ПОКАЗАТЕЛЕЙ УРОВНЯ РАЗВИТИЯ ДОННОГО СООБЩЕСТВА КЕРЧЕНСКОЙ БУХТЫ В РАЗЛИЧНЫЕ СЕЗОНЫ 2002-2005 ГГ.

Н. М. Литвиненко  
ЮгНИРО

В настоящей работе представлены материалы исследований, выполненных в период с марта 2002 по май 2005 г. на акватории Керченской бухты. Сбор материала осуществлялся с использованием дночерпателя площадью облова 0,025 м<sup>2</sup>.

За исследуемый период в донном сообществе Керченской бухты было обнаружено 48 видов макрозообентоса, включающих 11 видов брюхоногих и 9 видов двусторчатых моллюсков, 10 – ракообразных, 8 – полихет, 2 – мшанок, 2 – асцидий, по одному виду актиний, олигохет, немертин, форонид, личинок хирономид и гидрозои, а также 5 видов макроводорослей и 2 вида морских трав.

За период исследований численность зообентоса в изучаемом районе колебалась от 332 до 1138,0 экз./м<sup>2</sup>. Биомасса в этот период изменялась в пределах 111,3-230,8 г/м<sup>2</sup> (табл. 1).

**Таблица 1. Средние показатели развития зообентоса Керченской бухты за период 2002-2005 гг.**

Год	Количество видов	Средняя численность, экз./м <sup>2</sup>	Средняя биомасса, г/м <sup>2</sup>
Весна 2002 г.	23	332,0	111,33
Лето 2002 г.	20	420,0	136,74
Осень 2003 г.	23	802,0	179,09
Весна 2004 г.	23	864,9	204,00
Весна 2005 г.	32	1138,0	230,85

Сезонные и годовые показатели уровня развития зообентоса Керченской бухты колебались в пределах среднемноголетних показателей и были характерными для данного региона.

В период исследований установлено, что количественные показатели зообентоса на акватории бухты в значительной степени зависят от состава грунтов и распределения макрофитов. Наиболее массовой в фитоценозе бухты является морская трава *Zostera* (зостера), произрастающая в прибрежной зоне на заиленных песках в пределах глубин 0,5-3,5 м. Средние показатели биомассы зостеры в различные сезоны изменялись от 17,0 г/м<sup>2</sup> в весенний период до 1000,3 г/м<sup>2</sup> в осенний.

Наиболее плотные и обширные заросли травы наблюдались у северо-восточного побережья бухты, от судоремонтного завода до м. Змеиный. В районе судоремонтного завода заросли травы отмечались на расстоянии 300-500 м от подходного канала. В направлении к мысу Змеиный они отступали на расстояние до 1500 м от канала. На отдельных участках этой акватории биомасса зостеры достигала более 3500,0 г/м<sup>2</sup>, в среднем составляя 1700,0 г/м<sup>2</sup>.

У южного побережья бухты фитоценоз зостеры занимал несколько меньшую площадь, чем у северо-восточного. Наиболее мощные заросли травы (биомасса достигала 500-2790 г/м<sup>2</sup>) имели место в районе рыбного порта, подходя на расстояние

10-30 м к проходному каналу. В направлении к м. Белый заросли zostеры подступают ближе к берегу на глубины до 1,5-2,0 м, удаляясь от канала на расстояние 1000-1700 м. Биомасса травы значительно меньше – 70-320 г/м<sup>2</sup>. На камнях в этом районе произрастают макроводоросли рода *Cystozeira*, *Cladophora*, *Ceramium*, *Polisiphonia*.

В восточном районе бухты, между косой Чушка и островом Тузла, заросли zostеры (биомасса – порядка 250-3100 г/м<sup>2</sup>) отмечены на удалении от канала на 1000-1800 м.

В центральной части бухты, через которую пролегает проходной канал, макрофитов не отмечено. Грунты здесь представлены в основном заиленными песками и илами. На данном участке сосредоточено 85 % видового богатства зообентоса бухты.

В период исследований на акватории Керченской бухты наблюдались изменения количественных и качественных показателей зообентоса как сезонные, так и годовые (табл. 2).

**Таблица 2. Изменения параметров различных таксономических групп зообентоса в Керченской бухте в период 2002-2005 гг.**

Показатели, %	Моллюски	Полихеты	Ракообразные	Кишечнополостные	Олигохеты	Насекомые	Немертины	Асцидии
Весна 2002 г.								
Виды	47,8	21,8	26,1	-	-	-	4,3	-
Численность	67,5	21,7	9,0	-	-	-	1,8	-
Биомасса	97,8	1,0	1,2	-	-	-	0,0	-
Лето 2002 г.								
Виды	47,5	21,0	21,0	-	-	-	-	10,5
Численность	65,4	8,7	14,4	-	-	-	-	11,5
Биомасса	71,6	0,5	8,4	-	-	-	-	19,5
Осень 2003 г.								
Виды	60,9	8,7	17,4	0,3	-	-	-	8,7
Численность	51,5	24,3	21,9	0,3	-	-	-	2,0
Биомасса	82,5	2,1	14,1	2,1	-	-	-	0,4
Весна 2004 г.								
Виды	44,0	24,0	16,0	8,0	4,0	-	4,0	
Численность	66,2	9,4	21,7	-	2,4	-	0,3	
Биомасса	89,4	0,9	9,4	0,1	0,2	-	0,0	
Весна 2005 г.								
Виды	37,6	25	25	3,1	-	3,1	3,1	3,1
Численность	34,8	18,8	19,7	0,2	-	26,0	0,5	
Биомасса	80,9	2,5	6,8	0,1	-	0,8	0,0	8,9

Как показали исследования, наиболее важное значение в донном сообществе в различные сезоны имели моллюски. Их количественные показатели претерпевали незначительные изменения. Другие таксономические группы зообентоса бухты в большей мере подвергались не только сезонным, но и годовым изменениям качественных и количественных показателей.

В эдафической структуре зообентоса Керченской бухты доминировали пелофильные организмы, составлявшие более 60 % видового богатства. Численность пелофильных животных в различные сезоны составляла от 63 до 92 % суммарной численности зообентоса (табл. 3).

Литофильные и псаммофильные животные играли в донном сообществе менее значимую роль, чем пелофильные.

Таблица 3. Эдафическая структура макрозообентоса Керченской бухты в различные сезоны 2002-2005 гг.

Показатели, %	Пелофилы	Литофилы	Псаммофилы	Фитофилы
Весна 2002 г.				
Виды	74,0	13,0	13,0	-
Численность	92,2	2,4	5,4	-
Биомасса	96,8	0,5	2,6	-
Лето 2002 г.				
Виды	43,0	26,0	22,0	9,0
Численность	68,6	19,0	10,5	1,9
Биомасса	68,7	7,7	23,5	0,1
Осень 2003 г.				
Виды	61,0	21,7	13,0	4,3
Численность	62,8	30,9	5,6	0,7
Биомасса	56,0	32,7	11,2	0,1
Весна 2004 г.				
Виды	57,2	35,7	7,1	-
Численность	65,7	27,8	6,5	-
Биомасса	35,7	64,1	0,2	-
Весна 2005 г.				
Виды	67,7	16,1	9,7	6,5
Численность	67,7	23,8	1,4	7,1
Биомасса	41,4	57,9	0,6	0,1

В трофической структуре зообентоса особое место принадлежало сестонофагам, представленным в основном двустворчатыми моллюсками. Доля данных организмов в суммарной биомассе зообентоса высокая – от 80 до 92 %. В суммарной численности зообентоса сестонофаги составляли в весенний сезон менее 30 %, в летний до 50 %, а в осенний сезон их доля возрастала до 64 % (табл. 4).

Видовое богатство и численность детритофагов во все сезоны оставались достаточно высокими. Они составляли 54-57 % видового богатства и от 40 до 65 % суммарной численности зообентоса. Детритофаги были представлены мелкими организмами, в основном полихетами, брюхоногими моллюсками и олигохетами, в связи с чем их биомассы не превышали 16 % суммарной биомассы зообентоса.

Хищники в донном сообществе в рассматриваемый период в видовом богатстве зообентоса составляли от 10 до 18 %, по численности – от 2 до 19 %, а по биомассе – от 1 до 10 %.

В сравнении с весенним сезоном 2004 г. биомасса бентоса в 2005 г. осталась практически на уровне предыдущего года, а численность возросла в 1,3 раза, в основном за счет ракообразных. Также отмечена смена наиболее широко распространенных видов. Если в 2004 г. это были моллюски *Abra ovata*, *Hydrobia acuta*, полихета *Melinna palmate* и усоногий рак *Balanus improvisus*, то в 2005 г. это – моллюск *Parvicardium exiguum*, полихета *Nephtys hombergii*, ракообразные семейства гаммарид – *Amphithoe vallenti*. Основной причиной данных изменений, очевидно, являются более низкие температуры воды в весенний сезон 2005 г.

Исследования донного сообщества Керченской бухты, выполненные в период 2002-2005 гг., показали, что в прибрежной зоне бухты располагается фитоценоз морской травы zostера (*Zostera marina*), заросли которой подходят на некоторых участках на расстояние 10-30 м к проходному каналу (районы рыбного порта – судоре-

Таблица 4. Трофическая структура зообентоса Керченской бухты в различные сезоны 2002-2005 гг.

Показатели, %	Сестонофаги	Детритофаги	Хищники
Весна 2002 г.			
Виды	26,0	56,5	17,5
Численность	20,5	60,2	19,3
Биомасса	92,6	3,0	4,4
Лето 2002 г.			
Виды	35,0	55,0	10,0
Численность	53,3	41,0	5,7
Биомасса	91,3	0,9	7,6
Осень 2003 г.			
Виды	52,2	30,4	17,4
Численность	64,1	30,9	5,0
Биомасса	87,0	2,5	10,5
Весна 2004 г.			
Виды	32,1	53,6	14,3
Численность	32,7	65,3	2,0
Биомасса	80,2	15,9	3,9
Весна 2005 г.			
Виды	25,0	56,3	18,7
Численность	30,3	62,4	7,3
Биомасса	92,7	6,1	1,2

монтажного завода). Биомасса травы на изучаемой акватории изменялась от 70 до 3500 г/м<sup>2</sup>.

В центральной части бухты морская растительность не обнаружена. В зообентосе доминировали пелофильные организмы, составлявшие 60 % видового богатства. Численность их в различные сезоны варьировала от 63 до 92 % от суммарной численности зообентоса.

В трофической структуре центральной части бухты значимую роль играли сестонофаги, составлявшие в различные сезоны от 26 до 52 % видового богатства и от 80 до 92 % суммарной биомассы зообентоса. Также достаточно важное значение имели и детритофаги – 54-57 % видового богатства зообентоса при численности во все сезоны – 40-65 % от суммарной. Однако будучи более мелкими организмами, они по биомассе составляли не более 16 % суммарного зообентоса.

Сезонные изменения показателей уровня развития донного сообщества Керченской бухты в значительной степени зависят от гидрометеорологических условий года.

## СОСТОЯНИЕ ФИТОПЛАНКТОННОГО СООБЩЕСТВА В РАЙОНЕ КЕРЧЕНСКОГО ПРОЛИВА ПОСЛЕ ТЕХНОГЕННОЙ АВАРИИ 2007 ГОДА

Ю. В. Брянцева<sup>1</sup>, Н. Б. Заремба<sup>2</sup>, Д. Я. Слипецкий<sup>1</sup>

<sup>1</sup>ИнБЮМ НАНУ, <sup>2</sup>ЮгНИРО

Прибрежные экосистемы, испытывающие постоянное воздействие антропогенных факторов, являются наиболее уязвимыми участками моря. Поэтому здесь необходим постоянный мониторинг за состоянием среды. Одним из обязательных компонентов таких исследований является фитопланктон – первичное звено трофических цепей. Регулярные наблюдения за сообществом микроводорослей позволяют выявлять основные тенденции в его развитии и отклонения от нормы в случае серьезных вмешательств в ход сукцессии, которые происходят при различного рода авариях. Так, в ноябре 2007 г. во время шторма в Керченском проливе произошел обширный разлив нефти в результате крушения танкера «Волга-Дон». С целью оценки последствий техногенной аварии сотрудниками ИнБЮМ спустя месяц была выполнена съемка района. Для сравнения с предшествующим состоянием мы сопоставили полученные результаты с данными регулярных наблюдений ЮгНИРО, выполненных в октябре 2007 г.

### Методика

Отбор проб фитопланктона с приповерхностного горизонта вод в районе Керченского пролива был осуществлен сотрудниками ЮгНИРО 18 октября 2007 г. на 12 станциях, координаты которых приведены в табл. 1.

16 декабря 2007 г. с борта судна «Шельф-Юг» было собрано 10 проб фитопланктона (координаты станций представлены в табл. 2). Собранные пробы объемом 0,5-1,0 л сгущали методом обратной фильтрации через нуклеопоровые фильтры с диаметром пор 2 мкм до объема 75-80 мл. Фиксировали раствором Люголя, обрабатывали под световым микроскопом в камере Нажотта объемом 0,1 мл. Методика сбора и обработки проб как в ИнБЮМ, так и в ЮгНИРО была сходной.

Результаты обработки заносили в электронную базу данных на ПК, с помощью специальной программы («Планктон») рассчитывали основные параметры фитопланктона: численность (млн. кл./м<sup>3</sup>), объем и площадь поверхности клеток (мкм<sup>2</sup> и мкм<sup>3</sup>, соответственно), биомассу (мг/м<sup>3</sup>). На основе рассчитанных значений площади поверхности и объема клеток вычисляли индекс сферичности форм как для каждой клетки, так и средние для вида и сообщества в целом. Данный индекс есть отношение минимальной поверхности организма, т. е. той, которую бы он имел в форме шара, к реальной. Он отражает степень отклонения конкретной формы от формы шара и предложен нами в качестве критерия для оценки состояния сообществ фитопланктона.

Рассчитывается индекс по формуле:  $4,836 \cdot V^{0,6667}/S$ .

### Результаты

Суммарные значения численности и биомассы микроводорослей, представленные в табл. 1 и 2, колебались по станциям в широких пределах.

Таблица 1. Основные характеристики проб фитопланктона в октябре 2007 г.

№ станции	Координаты станций		Суммарная численность клеток (млн. кл./м <sup>3</sup> )	Суммарная биомасса (мг/м <sup>3</sup> )	Средний объем клеток (мкм <sup>3</sup> )	Средний индекс сферичности
	широта N	долгота E				
1	45°13,20'	36°29'	244,59	1797,19	7347,66	0,370 ± 0,011
2	45°13,30'	36°31'	166,5	1196,23	7184	0,375 ± 0,011
10	45°13,20'	36°32,20'	170,79	699,11	4093,34	0,546 ± 0,031
A 10	45°11,20'	36°30,10'	69	459,78	6660,67	0,444 ± 0,042
8	45°11,10'	36°29,00'	110	488,86	4444	0,531 ± 0,036
B 8	45°11,11'	36°30,10'	60,53	492,36	8134,64	0,420 ± 0,038
9	45°13,20'	36°32,20'	141,78	912,02	6432,54	0,472 ± 0,032
C 1	45°10,10'	36°29,30'	141,46	803,136	5677,63	0,514 ± 0,036
C 5	45°09,30'	36°31,00'	61,538	315,85	5132,6	0,590 ± 0,072
C 3	45°10,10'	36°32,20'	67,73	542,296	8006,5	0,458 ± 0,035
6	45°08,10'	36°32,20'	84,68	616,79	7284	0,502 ± 0,047
7	45°08,10'	36°32,50'	47,27	660,29	13967,61	0,426 ± 0,049
Среднее			113,82± 33,97	748,66± 229,10	7030,50± 1444,80	0,459 ± 0,010

Таблица 2. Основные характеристики фитопланктона в декабре 2007 г.

№ станции	Координаты станций		Суммарная численность клеток (млн. кл./м <sup>3</sup> )	Суммарная биомасса (мг/ м <sup>3</sup> )	Средний объем клеток (мкм <sup>3</sup> )	Средний индекс сферичности
	широта N	долгота E				
1	45°21,557'	36°37,868'	388,80	653,67	1681,25	0,871 ± 0,015
2	45°20,25'	36°34,001'	604,50	635,74	1051,68	0,877 ± 0,010
3	45°19,348'	36°30,444'	478,50	2240,22	4681,75	0,897 ± 0,024
4	45°17,575'	36°30,222'	208,00	250,20	1202,88	0,881 ± 0,017
5	45°17,302'	36°29,201'	280,98	1381,69	4917,39	0,830 ± 0,023
6	45°14,770'	36°26,730'	237,00	994,58	4144,07	0,804 ± 0,025
7	45°11,416'	36°29,078'	369,60	643,53	1741,15	0,889 ± 0,013
8	45°15,734'	36°26,954'	65,60	83,23	1268,68	0,924 ± 0,037
9	45°17,380'	36°28,187'	222,44	1659,93	7462,36	0,829 ± 0,029
10	45°18,053'	36°28,870'	8684,00	474,06	693,07	0,850 ± 0,008
Среднее			353,32± 118,58	901,68± 417,39	2547,55± 1405,19	0,864 ± 0,006

Значения численности в октябре изменялись от 47,27 до 244,59 млн. кл./м<sup>3</sup>, а в декабре от 65,6 до 8684 млн. кл./м<sup>3</sup>, биомассы – от 315,85 до 1797,19 мг/м<sup>3</sup> и от 83,23 до 2240,22 мг/м<sup>3</sup>, соответственно.

С 95 %-ным уровнем достоверности можно утверждать, что по сравнению с октябрём в декабре значимо возросла средняя для исследованного района численность фитопланктона, при существенном снижении среднего объема клеток в сообществе. В результате, средняя биомасса возросла, но статистически не значимо.

Видовой состав в октябре насчитывал 46 наименований, среди которых наибольшим разнообразием отличались диатомовые водоросли – 26. В декабре он был

беднее – 39 таксонов, из них на долю диатомовых приходилось только 16 наименований (табл. 3).

Таблица 3. Встречаемость водорослей в пробах в октябре и декабре 2007 г.

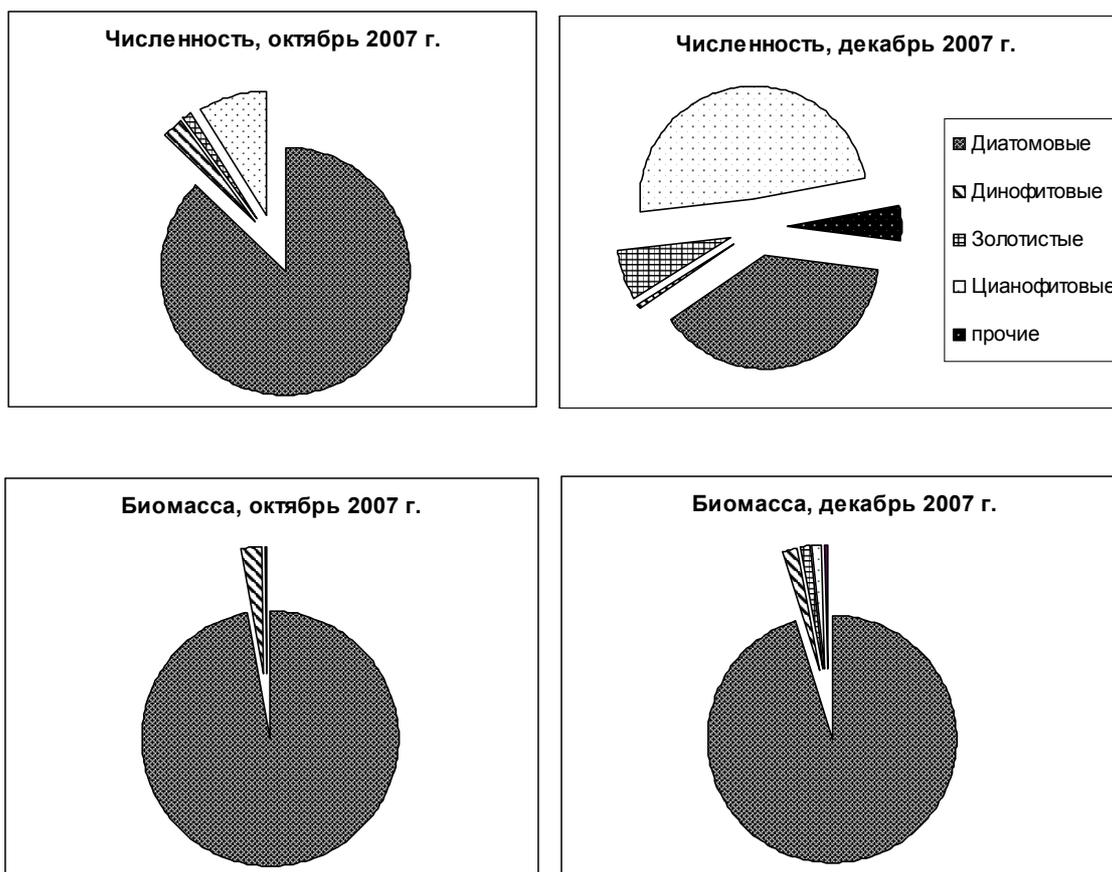
№ п/п	Класс	Вид	Октябрь	Декабрь
1	2	3	4	5
1	Chlorophyceae	<i>Ankistrodesmus facatus</i>	+	-
2	Chlorophyceae	<i>Oocystis elliptica</i>	+	-
3	Chlorophyceae	<i>Scenedesmus acuminatus</i>	+	-
4	Chlorophyceae	<i>Scenedesmus quadricoda</i>	+	-
5	Chrysophyceae	<i>Dictiocha speculum</i>	-	+
6	Primnesiophyceae	<i>Emiliana huxleyii</i>	+	-
7	Primnesiophyceae	<i>Syracosphaera sp.</i>	+	-
8	Bacillariophyceae	<i>Achnanthes longipes</i>	-	+
9	Bacillariophyceae	<i>Amphiprora paludosa</i>	+	-
10	Bacillariophyceae	<i>Amphora hyalina</i>	+	-
11	Bacillariophyceae	<i>Coconeis scutellum</i>	+	-
12	Bacillariophyceae	<i>Cylindrotheca closterium</i>	+	-
13	Bacillariophyceae	<i>Diploneis notabilis</i>	+	-
14	Bacillariophyceae	<i>Navicula sp.</i>	+	-
15	Bacillariophyceae	<i>Navicula pennata</i>		
16	Bacillariophyceae	<i>Nitzschia tenuirostris</i>	+	-
17	Bacillariophyceae	<i>Pleurosigma elongatum</i>	+	-
18	Bacillariophyceae	<i>Pseudo-nitzschia delicatissima</i>	+	-
19	Bacillariophyceae	<i>Pseudo-nitzschia sp.</i>	+	-
20	Coscinodiscophyceae	<i>Cerataulina pelagica</i>	+	+
21	Coscinodiscophyceae	<i>Chaetoceros curvisetus</i>	+	-
22	Coscinodiscophyceae	<i>Chaetoceros sp.</i>	-	+
23	Coscinodiscophyceae	<i>Chaetoceros Simplex</i>	-	+
24	Coscinodiscophyceae	<i>Chaetoceros Peruvianus</i>	-	+
25	Coscinodiscophyceae	<i>Coscinodiscus sp.</i>	+	+
26	Coscinodiscophyceae	<i>Coscinodiscus granii</i>	+	-
27	Coscinodiscophyceae	<i>Coscinodiscus Jonesianus</i>	-	+
28	Coscinodiscophyceae	<i>Coscinodiscus radiatus</i>	+	-
29	Coscinodiscophyceae	<i>Cyclotella caspia</i>	+	+
30	Coscinodiscophyceae	<i>Dactyliosolen fragilissimus</i>	-	+
31	Coscinodiscophyceae	<i>Hyalodiscus scoticus</i>	+	-
32	Coscinodiscus	<i>Leptocylindrus danicus</i>	+	+
33	Coscinodiscophyceae	<i>Melosira moniliformis</i>	-	+
34	Coscinodiscophyceae	<i>Proboscia alata</i>	+	-
35	Coscinodiscophyceae	<i>Pseudosolenia calcar-avis</i>	+	+
36	Coscinodiscophyceae	<i>Skeletonema costatum</i>	+	+
37	Coscinodiscophyceae	<i>Thalassiosira eccentrica</i>	+	-
38	Coscinodiscophyceae	<i>Thalassiosira sp.</i>	+	-
39	Coscinodiscophyceae	<i>Thalassiosira Parva</i>	+	+
40	Fragilariophyceae	<i>Thalassionema nitzschioides</i>	+	+
41	Cryptophyceae	<i>Criptomonas sp.</i>	-	+
42	Cryptophyceae	<i>Chilomonas sp.</i>	-	+

1	2	3	4	5
42	Cryptophyceae	<i>Chilomonas</i> sp.	-	+
43	Cryptophyceae	<i>Rhodomonas</i> sp.	-	+
44	Цианопхyceae	<i>Anabaena</i> sp.	-	+
45	Цианопхyceae	<i>Oscillatoria</i> sp.	+	+
46	Цианопхyceae	<i>Microcystis</i> sp.	+	-
47	Цианопхyceae	<i>Lingbia limnetica</i>	+	-
48	Dinophyceae	<i>Ceratium furca</i>	+	-
49	Dinophyceae	<i>Ceratium fusus</i>	+	-
50	Dinophyceae	<i>Gyrodinium</i> sp.	+	+
51	Dinophyceae	<i>Prorocentrum cordatum</i>	+	+
52	Dinophyceae	<i>Protoperidinium crassipes</i>	+	-
53	Dinophyceae	<i>Protoperidinium granii</i>	+	-
54	Dinophyceae	<i>Protoperidinium</i> sp.	-	+
55	Dinophyceae	<i>Scrippsiella trochoidea</i>	+	-
56	Dinophyceae	<i>Gymnodinium</i> sp.	+	+
57	Dinophyceae	<i>Gymnodinium wulffii</i>	+	+
58	Dinophyceae	<i>Glenodinium paululum</i>	+	-
59	Dinophyceae	<i>Glenodinium</i> sp.	+	+
60	Euglenophyceae	<i>Eutreptiella</i> sp.	-	+
61	Euglenophyceae	<i>Eutreptiella Lanowii</i>	-	+
62	Prymnesiophyceae	<i>Ebria Tripartite</i>	-	+
63	Euglenophyceae	*	-	+
64	Prymnesiophyceae	*	-	+
65	Flagellata	*	-	+
66	Chrysophyceae	*	-	+
67	Chlorophyceae	*	-	+
68	Цианопхyceae	*	-	+
69	Криптопхyceae	*	-	+
70	Coscinodiscophyceae	*	-	+
71	Dinophyceae	*	-	+

\* – не идентифицированные формы.

На всех станциях в октябре в массе вегетировала крупноклеточная диатомовая водоросль *Proboscia alata*, вклад которой в суммарные значения обилия достигал 96,49 % по численности и 98,23 % по биомассе. Максимальные значения численности по станциям колебались от 35,45 (ст. 7) до 223,92 млн. кл./м<sup>3</sup> (ст. 1), а по биомассе – от 296,28 (ст. 5) до 1764,65 мг/м<sup>3</sup>. Сообщество находилось на II стадии сезонной сукцессии с доминированием 3-го комплекса (вытянутые крупные диатомовые водоросли). В суммарном обилии все диатомовые вместе преобладали, их вклад составлял в среднем 87,17 % по численности и 96,97 % по биомассе. На втором месте по численности оказались цианобактерии (8,9 %), среди которых преобладал вид *Lingbya limnetica*, а динофлагелляты составляли лишь 2,79 %, но по биомассе занимали второе место после диатомей (рисунок).

Как видно из диаграммы, в декабре соотношение основных таксонов в суммарной биомассе практически не изменилось, незначительно увеличился вклад диноф-



#### Процентный вклад основных таксонов микроводорослей в суммарную численность фитопланктона

лагеллят и снизился вклад золотистых и цианобактерий. Существенные изменения произошли в соотношении по численности таксонов. В декабре, по сравнению с октябрём, в 2 раза снизилась доля диатомовых и в 6 раз возрос вклад цианобактерий. Среди последних доминирующими по численности и по биомассе были представители рода *Oscillatoria*. Его численность колебалась от 96 до 638 млн. кл./м<sup>3</sup>, или от 29 до 93 % от суммарных величин (табл. 4).

Таблица 4. Виды, доминирующие по численности в декабре 2007 г.

Стан-ции	Виды	Млн. кл./м <sup>3</sup>	%	Таксон	%
1	<i>Oscillatoria</i> sp.	117	30,04	Cyanophyceae	51,85
2	<i>Oscillatoria</i> sp.	273	29,03	Cyanophyceae	59,80
3	<i>Skeletonema costatum</i>	167	34,91	Coscinodiscophyceae	54,55
4	<i>Oscillatoria</i> sp.	130	62,31	Cyanophyceae	62,31
5	<i>Skeletonema costatum</i>	150	53,36	Coscinodiscophyceae	68,61
6	<i>Oscillatoria</i> sp.	96	40,00	Coscinodiscophyceae	46,88
7	<i>Skeletonema costatum</i>	173	46,75	Coscinodiscophyceae	80,52
8	<i>Skeletonema costatum</i>	37	56,10	Coscinodiscophyceae	73,17
9	<i>Oscillatoria</i> sp.	156	70,15	Cyanophyceae	70,15
10	<i>Oscillatoria</i> sp.	638	93,33	Cyanophyceae	93,33

В суммарной численности всех водорослей цианобактерии в целом составляли 51,85-93 %, что характеризует состояние сообщества микроводорослей как находящегося на завершающей стадии сезонной сукцессии (IV стадия). На втором месте по численности были диатомовые водоросли, среди которых присутствовали преимущественно центрические формы (представители класса *Coscinodiscophyceae*). Среди них на 4-х из 10-и станций доминировал мелкоклеточный холодолюбивый вид *Skeletonema costatum* – типичный представитель зимнего фитоценоза, обуславливающий начальную стадию сезонной сукцессии. Этот вид дает вспышку развития обычно после резкого обогащения верхних слоев воды биогенными элементами (например после шторма). Однако уровень его развития был невысоким, вероятно к тому времени, когда были отобраны пробы фитопланктона, вспышка численности уже прошла. На это указывает также преобладание по биомассе крупных представителей диатомовых водорослей, характеризующих II стадию сукцессии.

Чуть в меньшем количестве развивались золотистые водоросли, типичные представители зимнего фитоценоза. Помимо этих трех групп, в фитоценозе присутствовали мелкие жгутиковые: криптофитовые, примнезиофитовые, эвгленовые и динофитовые. Присутствие жгутиковых форм может свидетельствовать о наличии растворенной органики в воде, поскольку среди них преобладают формы с гетеротрофным или миксотрофным (смешанным) типом питания.

По биомассе на всей акватории доминирующими были крупные диатомовые водоросли (от 67,41 до 99,06 %) (табл. 5).

Таблица 5. **Виды, доминирующие по биомассе (мг/м<sup>3</sup>) в декабре 2007 г.**

Станции	Виды	Био-масса	%	Таксон	%
1	<i>Pseudosolenia calcaravis</i>	351,00	53,72	Coscinodiscophyceae	92,28
2	<i>Pseudosolenia calcaravis</i>	202,50	31,86	Coscinodiscophyceae	67,41
3	<i>Pseudosolenia calcaravis</i>	1827,00	81,57	Coscinodiscophyceae	98,09
4	<i>Cerataulina pelagica</i>	136,00	54,35	Coscinodiscophyceae	95,35
5	<i>Coscinodiscus jonesianus</i>	798,00	57,77	Coscinodiscophyceae	97,80
6	<i>Pseudosolenia calcaravis</i>	501,00	50,46	Coscinodiscophyceae	96,70
7	<i>Pseudosolenia calcaravis</i>	225,00	34,92	Coscinodiscophyceae	71,45
8	<i>Cerataulina pelagica</i>	60,00	72,09	Coscinodiscophyceae	92,56
9	<i>Pseudosolenia calcaravis</i>	1400,00	84,33	Coscinodiscophyceae	99,06
10	<i>Pseudosolenia calcaravis</i>	350,00	73,85	Coscinodiscophyceae	92,28

### Заключение

Итак, сравнение сообществ фитопланктона в периоды до и после аварии показало незначительные расхождения в количественных показателях, но значимые различия значений индекса в декабре, обусловленное интенсивным вегетированием цианобактерий, может служить индикатором неустойчивого состояния фитоценоза, когда снижаются выравненность и разнообразие форм, что, как правило, наблюдается при эвтрофикации водоемов. Можно предположить, что интенсивное развитие цианобактерий, не типичное для зимнего сезона, является откликом на последствия техногенной аварии в ноябре 2007 г. в Керченском проливе.

## АЛЬГОВИРУСЫ КАК БИОИНДИКАТОРЫ ИЗМЕНЕНИЙ В ЭКОЛОГИИ АКВАТОРИЙ ЧЕРНОГО МОРЯ

О. А. Степанова  
ИнБИОМ НАНУ

Альговирussy являются естественными представителями гидросферы в биоценозах микроводорослей. Изоляция альговирussy из акваторий водоемов свидетельствует о присутствии их биологических хозяев, которые чутко реагируют на изменения в экологии окружающей среды. Ответная реакция микроводорослей фитопланктона на воздействие различных биотических и абиотических факторов прослеживается на изменениях их количественного и качественного состава [1]. Микроводоросли – одни из основных микроорганизмов, наиболее часто используемых в биотестировании и биоиндикации [3, 7, 9-11]. Логично предположить, что альговирussy, прямым образом зависящие от своих чувствительных к экологическим факторам биологических хозяев – микроводорослей, также могут служить индикаторами изменений в экологии изучаемых акваторий.

Целью наших исследований явилось выявление закономерностей в распределении альговирussy в связи с разными экологическими факторами. Для достижения цели были выдвинуты следующие задачи:

1. Определить особенности распределения альговирussy 2-х видов микроводорослей (вирусов *Tetraselmis viridis* – TvV и *Phaeodactylum tricornutum* – PtV) в 2-х различных по экологическому статусу бухтах Севастополя.
2. Выявить частоту изоляции TvV и PtV из жабр морских рыб, обитающих в 2-х неблагоприятных бухтах Севастополя.
3. Изучить распределение TvV и PtV в одной из бухт Севастополя до и во время активного функционирования в ней марихозяйства по выращиванию черноморских мидий *Mytilus galloprovincialis*.

### Материалы и методы

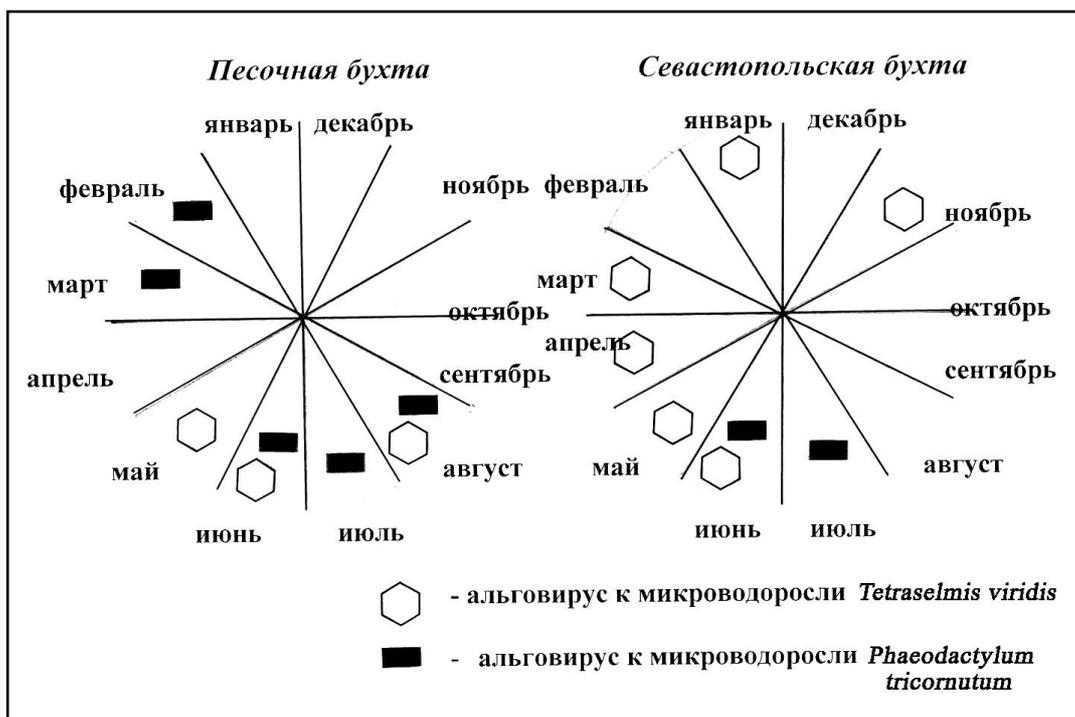
Изоляцию альговирussy из проб морской воды и гидробионтов (мидий *M. galloprovincialis* и морских рыб) проводили авторским запатентованным способом [5]. Пробы воды отбирали ежемесячно из открытой Песочной и закрытой Севастопольской бухты с мая 2002 по апрель 2003 г., что подробно описано [12].

Морские рыбы разных видов были отловлены 26 декабря 2005 г. из 2-х неблагоприятных бухт – закрытой Мартыновой (7 видов рыб, 7 биологических проб) и открытой Карантинной (6 видов рыб, 6 биологических проб). Виды рыб и подготовка материала для изоляции альговирussy описаны ранее [14]. Также были изучены рыбы, отлов которых из Мартыновой и Карантинной бухт был продолжен с февраля 2006 по январь 2007 г.

Изучение распределения TvV и PtV в закрытой Мартыновой бухте проводили до (2002-2006 гг.) и во время (2007-2008 гг.) активного функционирования в ней марихозяйства по выращиванию черноморских мидий *M. galloprovincialis*. Для изоляции альговирussy использовали морскую воду и мидий *M. galloprovincialis*.

### Результаты и обсуждение

Изоляция альговирussy из открытой Песочной и закрытой Севастопольской бухты отражена на рисунке.



### Изоляция альговирусов из проб воды открытой Песочной и закрытой Севастопольской бухты с мая 2002 по апрель 2003 г. [12]

Всего в период с мая 2002 по апрель 2003 гг. из двух различающихся по экологическому статусу бухт было изолировано 16 альговирусов, по 8 из каждой бухты. Из морской воды Севастопольской бухты было выделено 6 TvV и 2 PtV. Из Песочной бухты были изолированы 3 TvV и 5 PtV. Закрытая Севастопольская бухта является менее благополучной по отношению к открытой Песочной бухте и по результатам биогеохимических показателей [4, 6]. Альговирусы к микроводоросли *Tetraselmis viridis* в 2 раза чаще, а к *Phaeodactylum tricornutum* в 2,5 раза реже были обнаружены в закрытой и менее благополучной Севастопольской бухте. Известно, что микроводоросль *T. viridis* обладает значительной устойчивостью к различного рода поллютантам, причем концентрация этой водоросли в воде в присутствии ряда загрязнителей даже увеличивается [7]. Это свойство микроводоросли *T. viridis*, возможно, дает ей преимущество в распространении в экологически неблагополучных акваториях, чего нельзя сказать о микроводоросли *P. tricornutum* [3, 10]. Таким образом, из закрытой, менее благополучной бухты чаще изолируются альговирусы устойчивой к поллютантам микроводоросли, а из открытой и относительно благополучной в основном изолируются альговирусы более требовательной и чувствительной к загрязнению микроводоросли.

При поиске альговирусов в материале от морских рыб, отловленных в двух неблагополучных бухтах, Мартыновой и Карантинной, из 13 биологических проб было изолировано 7 альговирусов к микроводоросли *T. viridis* и ни одного к *P. tricornutum*. Среди 7 изолированных альговирусов – 5 TvV были выделены из жабр рыб, обитающих в закрытой Мартыновой бухте (7 биологических проб) и 2 из рыб, обитающих в открытой Карантинной бухте (6 биологических проб). Таким образом, процент контаминации рыб альговирусами в закрытой Мартыновой бухте составлял 71 % от всего количества изученных проб, а для открытой Карантинной бухты – 33 %. Сход-

ные результаты наблюдались при изучении контаминации рыб аллохтонными вирусами, когда процент контаминации вирусами фитопатогенных бактерий в Мартыновой бухте достигал 74 %, в то время как в относительно экологически благополучной Стрелецкой бухте – 11 % [15]. И хотя закрытая Мартынова бухта является менее благополучной по отношению к открытой Карантинной, обе бухты не отличаются экологическим благополучием [6], в связи с чем, вероятно, из этих бухт были изолированы альговирuсы к устойчивой к поллютантам микроводоросли *T. viridis* и ни одного вируса к *P. tricornutum*. Далее для изучения сезонности контаминации рыб альговирuсами с февраля 2006 по январь 2007 г. [13] был продолжен поиск альговирuсов в материале от морских рыб. Это позволило вновь изолировать только альговирuс микроводоросли *T. viridis* в жабрах рыб, обитающих в Карантинной бухте. Таким образом, полученные результаты вновь подтверждают ранее выявленную тенденцию о преобладании в закрытых и неблагополучных бухтах альговирuсов микроводорослей, устойчивых к поллютантам.

Дальнейшие наши исследования были посвящены изучению распределения альговирuсов 2-х видов микроводорослей в экологически неблагополучной Мартыновой бухте [6] в периоды до начала активного функционирования (до 2006 г.) и во время активного функционирования (после 2006 г.) марихозяйства по выращиванию черноморских мидий *Mytilus galloprovincialis*. Поиск альговирuсов проводили в морской воде и в мидиях. Полученные результаты представлены в таблице.

**Результаты поиска альговирuсов в мидиях *Mytilus galloprovincialis* и морской воде в Мартыновой бухте в период 2002-2008 гг.**

№	Дата забора материала	Изолированные альговирuсы	
		TvV	PtV
1	15.05.2002	TvVS1/н.и.	-/н.и.
2	15.03.2005	TvVS27/н.и.	PtVS27/н.и.
3	16.01.2006	TvVS28/-	-/-
4	4.04.2006	TvVS29/-	-/-
5	19.07.2006	-/-	-/-
6	21.07.2006	-/-	-/-
7	13.09.2006	TvVS30/TvVS31	PtVS30/-
Итого		6 TvV (5/1)	2 PtV (2/-)
8	15.08.2007	н.и./ -	н.и./ -
9	19.09.2007	н.и./ -	н.и./ -
10	23.11.2007	н.и./ -	н.и./ -
11	4.12.2007	н.и./ -	н.и./ -
12	20.12.2007	-/-	-/-
13	21.02.2008	-/-	-/-
14	12.03.2008	-/-	PtVSI 5 /PtVSI 6
15	16.04.2008	-/-	PtVSI 10 /PtVSI 11
16	22.05.2008	-/-	PtVSI 15 /PtVSI 16
17	18.06.2008	-/-	-/-
18	9.07.2008	-/-	-/-
19	14.08.2008	-/-	-/-
Итого		-	6 PtV (3/3)
(-) – отрицательный результат, н.и. – не исследовали, (/) – представлены результаты изоляции альговирuсов из мидий / из морской воды			

Результаты поиска альговирюсов 2-х видов микроводорослей в материале из неблагополучной закрытой Мартыновой бухты в период 2002-2006 гг. указывали на преобладание в ней вирусюв устойчивой к поллютантам микроводоросли *T. viridis*. Однако уже в период активного функционирования марихозьяства по выращиванию черноморских мидий *Mytilus galloprovincialis* наблюдается иная картина – преобладание в бухте альговирюсов *P. tricorнутum*, требовательной и не устойчивой к поллютантам микроводоросли. Полученные результаты указывают на изменение в распределении альговирюсов 2-х микроводорослей в Мартыновой бухте после активного функционирования в ней марихозьяства по разведению и выращиванию черноморских мидий *Mytilus galloprovincialis*. Преобладание в бухте альговирюсов требовательной к благоприятным экологическим условиям микроводоросли *P. tricorнутum* свидетельствует об улучшении экологической ситуации в акватории. Как известно, фильтрующие моллюски – природные фильтраторы воды – очищают акватории от различных поллютантов, что является основанием для рекомендации использования их в оптимизации экологической ситуации в водоемах [2] в качестве объектов санитарной марикультуры [8]. Наши результаты подтвердили улучшение экологического статуса неблагополучной закрытой бухты после активного функционирования в ней марихозьяства по выращиванию моллюсков-фильтраторов.

### Выводы

Полученные результаты свидетельствуют о преобладании в неблагополучных акваториях Черного моря альговирюсов устойчивой к поллютантам микроводоросли *Tetraselmis viridis*. Для благополучных черноморских акваторий отмечено преобладание альговирюсов микроводоросли *Phaeodactylum tricorнутum*. Изменение в распределении альговирюсов в материале изучаемых акваторий указывает на произошедшие экологические сдвиги. Таким образом, на основании полученных результатов альговирюсы предложено использовать в качестве биоиндикаторов изменений в экологии акваторий Черного моря.

### Литература

1. Бегун А. А. Летне-осенний фитопланктон бухты Золотой рог (Японское море) в условиях антропогенного загрязнения // Альгология. – 2006. – Т. 16. – № 4. – С. 417-434.
2. Говорин И. А., Адобовский В. Н., Катков В. Н. Санитарно-бактериологические аспекты использования марикультуры для биомелиорации морской среды // Гидробиол. журнал. – 1994. – Т. 30. – № 1. – С. 44-53.
3. Водоросли – индикаторы в оценке качества окружающей среды. – М.: ВНИИ природы, 2000. – 150 с.
4. Гусева Е. В., Алемов С. В., Кирюхина Л. Н. Мейобентос Севастопольских бухт по данным 1994-1997 гг. // Экология моря. – 1998. – Вып. 47. – С. 7-12.
5. Деклараційний патент на винахід 65864А UA, MKU 7 C12 N 1/12. – N2003065499 «Спосіб ізоляції альговірусів однокілтінних водоростей, наприклад *Platymonas viridis* Rouch (*Chlorophyta*)»: Степанова О. А. Заявлено 13.06.03. Опубл. 15.04.04, Бюл. № 4 // Промислова власність. – 2004. – № 4. – С. 1-4.
6. Красновид И. И., Озюменко Б. А. Экологическое состояние внутренних морских вод г. Севастополя // Сборник научных работ специалистов санитарно-эпидемиологической службы г. Севастополя. – Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика, 2002. – Вып. 7. – С. 26-33.

7. **Кузьмина Н. С.** Действие хозяйственно-бытовых сточных вод на некоторых представителей морских микроводорослей отдела *Chlorophyta* // Материалы междунар. научно-практич. конф. молодых ученых, 25-28 февраля 2002 г. – Киев, 2002. – С. 157-158.
8. **Левин В. С., Коробков В. А.** Российская марикультура беспозвоночных и водорослей: проблемы и перспективы // Подводные технологии и мир океана. – 2005. – № 2. – С. 32-41.
9. **Маркина Ж. В., Айздайчер Н. А.** *Dunaliella salina* (Chlorophyta) как тест-объект для оценки загрязнения морской среды детергентами // Биология моря. – 2005. – Т. 31. – № 4. – С. 274-279.
10. **Маркина Ж. В., Айздайчер Н. А.** Содержание фотосинтетических пигментов, рост и размер клеток микроводоросли *Phaeodactylum tricornutum* при загрязнении среды медью // Физиология растений. – 2006. – Т. 53. – № 3. – С. 343-347.
11. **Маркина Ж. В., Айздайчер Н. А.** Биотестирование воды из залива Петра Великого (Японское море) с помощью микроводоросли *Dunaliella salina* // Экология. – 2008. – № 3. – С. 196-200.
12. **Степанова О. А.** Экология аллохтонных и автохтонных вирусов Черного моря. – Севастополь: Мир, 2004. – 308 с.

## ВИРУСЫ СУШИ В ЧЕРНОМОРСКИХ ГИДРОБИОНТАХ

О. А. Степанова

ИнБИОМ НАНУ

В открытые водоемы с суши со стоками поступает масса микроорганизмов, в том числе и вирусы, патогенные для человека и для других наземных существ. Поэтому в гидросфере всегда присутствуют не только естественные водные вирусы (автохтонные вирусы гидросферы), но и занесенные с суши (аллохтонные вирусы гидросферы). Это разделение вирусов гидросферы схематично представлено на рис. 1.

### ВИРУСЫ ГИДРОСФЕРЫ

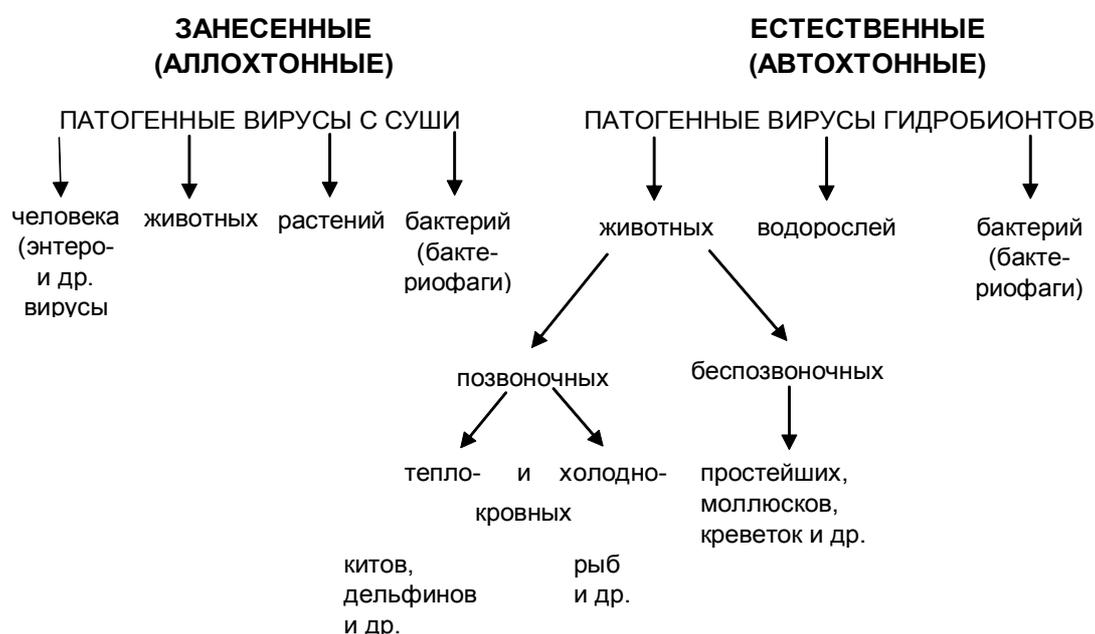


Рисунок 1. Схема условного разделения вирусов гидросферы [6]

Занесенные с суши вирусы в водоемах подвергаются воздействию различных биотических и абиотических факторов, что может привести не только к их разрушению, но и к сохранению, и выживанию до 3-х и более месяцев. Их сохранению способствуют различные механические взвеси (частицы песка, глины, детрит), на которых вирусы адсорбируются. В таком состоянии вирусы вместе с механической частицей оседают на дно, где могут быть съедены различными гидробионтами – бентофагами. В случае пребывания материального «микроносителя вирусов» во взвешенном состоянии (в планктоне) вирусы могут контактировать с морскими микроорганизмами (бактериями, микроводорослями и пр.), а также попадать и накапливаться в организмах фильтрующих гидробионтов (моллюсков), оседать на жабрах рыб, креветок, крабов и пр. Такие контаминированные вирусами суши гидробионты опасны для человека в качестве инфицированных морепродуктов. Не исключена их опасность как определенного пищевого звена и для других гидробионтов. Некоторые водоросли, в силу разницы в статическом напряжении с вирусными частица-

ми, также способны адсорбировать вирионы на поверхность своих клеток. Являясь естественной пищевой базой для многих гидробионтов, загрязненные аллохтонными вирусами водоросли могут служить в качестве источников инфицирования поедających их альгофагов.

Таким образом, аллохтонные вирусы в гидросфере сохраняются, накапливаются и могут приводить к заражению людей. Накапливаясь в организме гидробионтов, а также передаваясь по пищевой цепи все новым и новым организмам, аллохтонные вирусы, в силу их экологической пластичности, могут преодолевать видоспецифические барьеры и осваивать новых хозяев.

С целью выявления ранее неизученной контаминации вирусами суши черноморских гидробионтов, а также подтверждения освоения аллохтонными вирусами гидробионтов, нами были проведены многоплановые исследования и выполнены следующие задачи:

1. Изучить контаминацию вирусами суши черноморских мидий *Mytilus galloprovincialis* и рыб разных видов.
2. Провести эксперимент по адаптации вирусов суши (бактериофагов фитопатогенных бактерий) к новым хозяевам – гидробионтам (микроводорослям).

В настоящем сообщении представлено обобщение и анализ полученных результатов в исследованиях, проведенных на протяжении 1994-2003 гг.

### **Материалы и методы**

Забор мидий *Mytilus galloprovincialis* проводили в период 1994-1997 гг. из разных бухт Севастополя, что подробно описано в опубликованных ранее работах [6, 7]. Серологические и вирусологические исследования материала от мидий на наличие контаминации патогенными вирусами человека осуществляли на базе вирусологической лаборатории городской СЭС г. Севастополя.

Отлов разных видов рыб для изучения наличия контаминации вирусами суши проводили в марте 2001 г. из Мартыновой и Стрелецкой бухт, что представлено в таблице.

Материал из рыб (суспензии из жабр) изучали на наличие вирусов фитопатогенных бактерий классическим методом двухслойного агара [3], используя в качестве индикаторных культур разные виды и штаммы этих бактерий. Исследования проводили на базе кафедры вирусологии Киевского национального университета имени Тараса Шевченко. Подробно о методиках, примененных в этой работе, описано в наших публикациях [4, 6, 7].

Для проведения эксперимента по адаптации вирусов суши к черноморским гидробионтам были использованы бактериофаги фитопатогенных бактерий *Xanthomonas axanopodis* pv. *beticola* (штамм 7325) – изоляты 7325-1/1, 7325-10/1, 7325-17/1, 7325-4; *Erwinia carotovora* (штамм 216) – изолят 216V2 и *Pseudomonas syringae* pv. *atropacis* (штамм 1025) – изолят 1025/2. Вирусы получены на кафедре вирусологии Киевского национального университета имени Тараса Шевченко. Титры бактериофагов находились в пределах  $10^7$ - $10^8$  бляшкообразующих единиц. В качестве черноморских гидробионтов в данном эксперименте применялись морские микроводоросли *Tetraselmis viridis* (Chlorophyta), ранее имевшая название *Platymonas viridis*, и *Phaeodactylum tricorutum* (Bacillariophyta). Культуры одноклеточных морских водорослей *Tetraselmis viridis* и *Phaeodactylum tricorutum* были получены из музея микроводорослей Института биологии южных морей имени А. О. Ковалевского НАН Украины. Подробное описание методики 3-х способов адаптации, основанных на [1], представлено в наших работах [5, 6].

### Список рыб, отловленных в бухтах Севастополя

№ п/п	Дата отлова рыб	Место отлова (бухта)	Вид рыб	Число особей в пробе
1	28.05.2001	Мартынова	<i>Merlangus merlangus euxinus</i> (Nordman)	17
2	-"-	-"-	<i>Mullus barbatus ponticus</i> (Essipov)	11
3	-"-	-"-	<i>Trachurus mediterraneus ponticus</i> (Aleev)	4
4	-"-	-"-	<i>Symphodus cinereus</i> (Bonnaterre)	4
5	-"-	-"-	<i>Spicara flexuosa</i> (Rafinesgue)	2
6	-"-	-"-	<i>Scorpena porcus</i> (L)	6
7	-"-	-"-	<i>Mesogobius batrachocephalus</i> (Pallas) и <i>Neogobius melanostomus</i> (Pallas)	2 (по 1)
8	-"-	-"-	<i>Raja clavata</i> (L)	2
9	29.05.2001	Стрелецкая	<i>Symphodus tinca</i> (L)	6
10	-"-	-"-	<i>Diplodus annularis</i> (L)	4
11	-"-	-"-	<i>Scorpena porcus</i> (L)	9
12	-"-	-"-	<i>Mullus barbatus ponticus</i> (Essipov)	3
13	-"-	-"-	<i>Platichthys flesus luscus</i> (Pallas)	1
14	-"-	-"-	<i>Sciaena umbra</i> (L)	1
15	-"-	-"-	<i>Engraulis encrasicolus ponticus</i> (Alexsandrov)	10
16	-"-	-"-	<i>Atherina hepsetus</i>	6
17	-"-	-"-	<i>Sardina pilchardus</i> (Walbaum)	1

### Результаты и их обсуждение

Серологическими и вирусологическими исследованиями материала из черноморских мидий *Mytilus galloprovincialis* было установлено, что одна треть всех изученных сообществ, различающихся по месту и времени забора фильтрующих моллюсков, контаминирована различными патогенными вирусами человека. Мидии были загрязнены адено-, рота-, рео- и энтеровирусами, в т. ч. и вирусом гепатита А. Все перечисленные вирусы могут вызывать поражения желудочно-кишечного тракта, печени, быть причиной болезней дыхательных путей, глаз, поражения нервной системы от невритов до серозных менингитов и энцефалитов. Поскольку заболеваемость людей, связанная с этими вирусами, носит сезонный характер, то и загрязнение водоемов, в т. ч. и Черного моря, и выявление этих вирусов в воде медиками, в том числе и вирусологами Севастопольской санэпидстанции, также отличается сезонностью. Однако сезонность в определении вирусной контаминации черноморских моллюсков не определялась, что свидетельствует о длительном сохранении патогенных вирусов в мидиях.

В материале от рыб разных видов определялись бактериофаги к различным индикаторным культурам фитопатогенных бактерий, что подробно описано в ранее опубликованных работах [4, 8]. Так биопробы из рыб, отловленных в Мартыновой бухте, подвергающейся значительному антропогенному загрязнению [2], были в 74 % загрязнены бактериофагами. Причем в основном были контаминированы рыбы-бентофаги, что указывает на загрязнение донных осадков акватории Черного моря вирусами суши.

Таким образом, результаты наших предварительных исследований свидетельствовали, что черноморские гидробионты загрязнены вирусами суши – патогенными вирусами человека, что представляет определенную эпидемиологическую угрозу для людей, а также вирусами фитопатогенных бактерий. Насколько безобидны вирусы суши для гидробионтов? Способны ли аллохтонные вирусы осваивать новую нишу – гидросферу и нового хозяина – гидробионта? Теоретически - да, поскольку о такой возможности высказывались многие отечественные и зарубежные ученые. Однако результаты экспериментов в этом направлении пока не описаны. Наши исследования в этом плане выполнены впервые. Проведенный в лабораторных условиях эксперимент по адаптации бактериофагов 7325-1/1, 7325-10/1, 7325-17/1 и 7325-4 фитопатогенной бактерии *Xanthomonas axanopodis* pv. *beticola* (штамм 7325), бактериофага фитопатогенной бактерии *Erwinia carotovora* (штамм 216) и бактериофага 1025/2 фитопатогенной бактерии *Pseudomonas syringae* pv. *atrofacies* (штамм 1025) к морской микроводоросли *Tetraselmis viridis* Norris (Chlorophyta) и к *Phaeodactylum tricorutum* (Bacillariophyta) принципиально подтвердил возможность освоения вирусами суши обитателей гидросферы. Таким образом, нами было впервые доказано, что загрязнение вирусами суши гидросферы, в частности Черного моря, несет потенциальную опасность не только для людей (при мелиорации, употреблении морепродуктов и пр.), но и для гидробионтов. Сохранение, концентрация и выживание вирусов суши в гидросфере, благодаря экологической пластичности вирусов, может приводить к освоению ими новых хозяев и в результате к появлению «нового вируса». Эта мысль отражена на рис. 2.

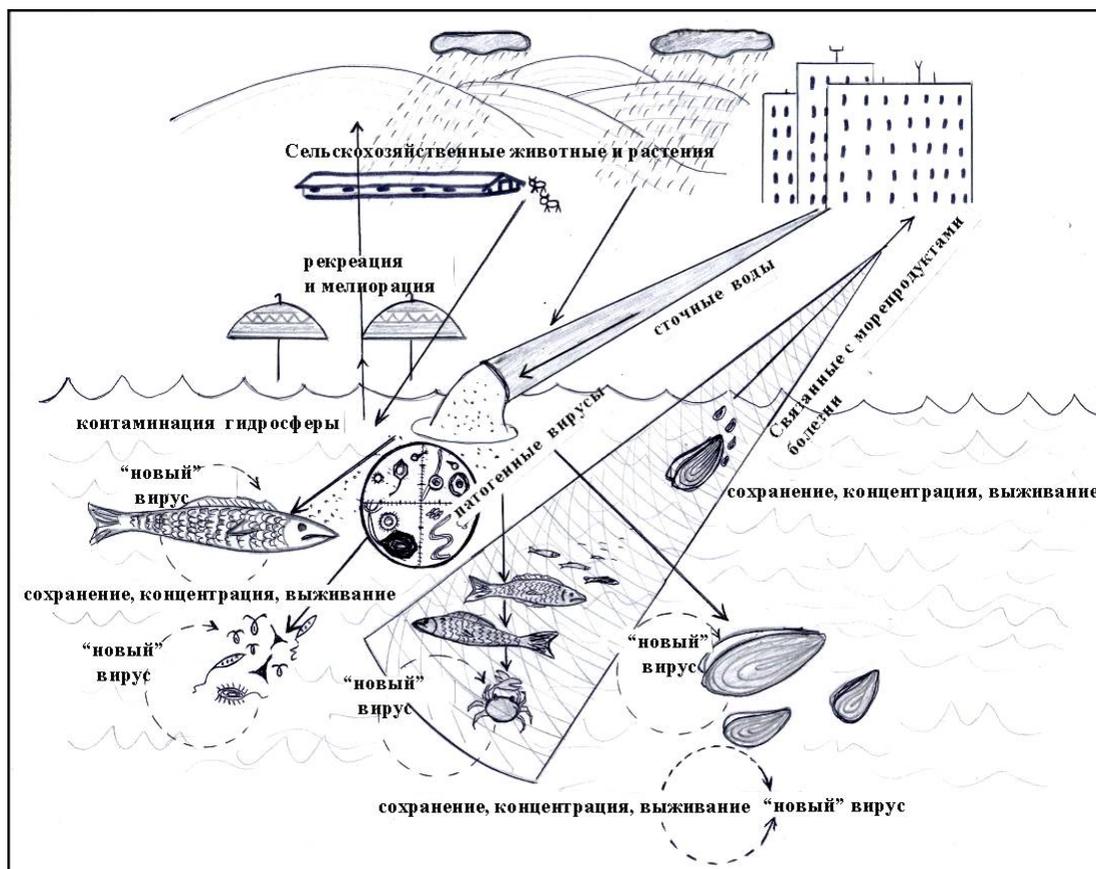


Рисунок 2. Биологическая контаминация гидросферы вирусами суши и возможное освоение ими новых хозяев – гидробионтов [9]

### Выводы

1. Черноморские гидробионты контаминированы вирусами суши, в том числе и вирусами, патогенными для человека, что представляет несомненную эпидемиологическую опасность для людей.

2. Вирусы суши, попадая в гидросферу, способны не только сохраняться и выживать, но и адаптироваться к новым условиям, осваивая нового хозяина – гидробионта. Таким образом, в водоемах могут возникать «новые вирусы». Появление таких «новых вирусов» может приводить к массовой гибели обитателей водоемов, прерывая важные звенья пищевой цепи, а в случаях с гибелью водорослей, внезапно вызванной «новым вирусом», – и к экологическим катастрофам, т. к. именно водоросли ответственны за режим кислород–углекислый газ в гидросфере, а также и в атмосфере.

3. Водоемы, загрязненные в результате антропогенной деятельности вирусами суши, следует рассматривать как «природные лаборатории» по созданию и распространению «новых вирусов».

### Литература

1. Деклараційний патент на винахід 65864А UA, МКУ 7 С12 N 1/12. – N2003065499 «Спосіб ізоляції альговірусів однокілтінних водоростей, наприклад *Platymonas viridis* Rouch (Chlorophita)»: Степанова О. А. Заявлено 13.06.03. Опубл. 15.04.04. Бюл. № 4 // Промислова власність. – 2004. – № 4. – С. 1-4.
2. **Красновид И. И., Озюменко Б. А.** Экологическое состояние внутренних морских вод г. Севастополя // Сборник научных работ специалистов санитарно-эпидемиологической службы г. Севастополя. – Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика, 2002. – Вып. 7. – С. 26-33.
3. Практикум по общей вирусологии / Под ред. И. Г. Атабекова. – М.: МГУ, 1981. – 192 с.
4. **Семчук Л. І., Степанова О. А., Бойко А. Л., Андрійчук О. М.** Виявлення фагів фітопатогенних бактерій в зябрах риб Чорного моря // Вісник КНУ. – 2003. – Вип. 41: Біологія. – С.156-158.
5. **Степанова О. А.** Адаптация бактериофагов *Xanthomonas axanopodis* к микроводоросли *Platymonas viridis* in vitro // Віс. Одес. нац. ун-ту. – 2004. – Т. 9. – Вип. 5. – С. 128-132.
6. **Степанова О. А.** Экология аллохтонных и автохтонных вирусов Черного моря. – Севастополь: Мир, 2004. – 308 с.
7. **Степанова О. А., Бойко А. Л.** Контаминация морских рыб вирусами, занесенными с суши // Рыбное хозяйство Украины. – 2004. – № 2. – С. 33-34.
8. **Степанова О. А., Жильцова Н. Н., Подлесная В. В.** Загрязнение патогенными вирусами бухт Севастополя // Экология моря. – 1998. – Вып. 47. – С. 62-65.
9. **Stepanova O. A.** Contamination as a step to viral evolution // 30<sup>th</sup> Pacem in Maribus: intern.conf. A year after Johannesburg: Ocean governance and sustainable development: Ocean and Coasts – A Glimpse into the Future. (Kiev, Ukraine, Oct. 27-30, 2003). – Kiev, 2003. – P. 735-737.

**СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И ИЗМЕНЧИВОСТЬ  
МАКРОФИТОБЕНТОСА БОТАНИЧЕСКОГО ПАМЯТНИКА ПРИРОДЫ  
«УШАКОВА БАЛКА» (ЧЕРНОЕ МОРЕ, СЕВАСТОПОЛЬСКИЙ РЕГИОН)**

**И. К. Евстигнеева, И. Н. Танковская**  
ИнБИОМ НАНУ

Макрофитобентос Севастопольского морского региона сравнительно хорошо изучен, однако и в настоящее время есть участки побережья, остающиеся в данном отношении «белым пятном». В литературе отсутствует информация о макроводорослях акватории, прилегающей к ботаническому памятнику природы «Ушакова балка» (БПП). В связи с этим были проведены многолетние гидробиологические исследования, целью которых стало описание современного статуса альгоценозов природного памятника и их временной изменчивости. Полученные данные расширяют представление о биоразнообразии донной флоры Севастопольского региона вообще и его охраняемых участков в частности.

#### **Материал и методы**

Пробы макрофитобентоса побережья БПП «Ушакова балка» отбирали на глубине до 0,5 м методом учетных площадок размером 25 x 25 см. В 2003 г. исследованиями был охвачен летний сезон, в 2004 г. пробы отбирали ежемесячно, а в 2005 г. – с января по октябрь. Для выявления характера и степени разногодичных флуктуаций макрофитобентоса были привлечены результаты исследований летом 2003-2005 гг. Внутригодовую (сезонная и месячная) изменчивость изучали на примере фитоценозов 2004 и 2005 гг. Для оценки структуры фитоценозов применяли коэффициенты встречаемости, сходства видов – по Жаккару [5]. Для описания изменчивости структурно-функциональных характеристик донных сообществ определяли лимиты (lim) и размах (R) их вариации [2], а по коэффициенту вариации определяли балл и характер варибельности признака [1].

#### **Результаты и обсуждение**

Макрофитобентос прибрежной акватории БПП в 2003-2005 гг. был представлен 60 видами 32 родов, 19 семейств, 16 порядков 3 отделов. Chlorophyta включали 38,4 % общего числа выявленных видов, Phaeophyta – 13,3 и Rhodophyta – 48,3 %. На виды и роды данного участка побережья во флоре Черного моря приходилось четверть, семейств – треть, порядков – более половины соответствующих таксонов. Уровень этих же показателей по отношению к макрофитобентосу выше только Севастопольского региона [3].

В акватории БПП по показателям таксономического разнообразия лидируют Rhodophyta, причем доля их порядков в спектре таковых Черного моря, по сравнению с двумя другими отделами, наибольшая. Chlorophyta занимают второе место, однако доля таксонов разного ранга в структуре зеленых водорослей Черного моря и региона выводит их на лидирующие позиции. Таксономическая структура Phaeophyta не столь разнообразна, и ее чертой является равная доля надвидовых таксонов во флоре моря и региона.

Таксономическая структура порядков особенно разнообразна на уровне родов и видов. Число видов в родах варьирует от 1 до 7. К политипичным родам относились: из Chlorophyta – *Enteromorpha* (7 видов) и *Cladophora* (5 видов), из Rhodophyta – *Ceramium* (5 видов) и *Polysiphonia* (6 видов). О пестроте таксономической структуры Phaeophyta свидетельствовал тот факт, что 27 % их родов – монотипичные.

**Разногодичная изменчивость таксономического разнообразия и встречаемость видов.** Общее число видов изменялось от 31 в 2003 г. до 45 в 2005 г. В последние 2 года число видов было сопоставимо между собой. Каждому отделу был свойствен свой ход разногодичных изменений видового разнообразия. Количество видов Chlorophyta по годам менялось незначительно, а их доля в макрофитобентосе была существенной лишь в начале наблюдений, позже она уменьшалась в 1,5 раза. Для Phaeophyta отмечена тенденция возрастания видового разнообразия к 2005 г. Равная в первые 2 года доля этих видов позже увеличивалась в 1,3 раза. Число видов Rhodophyta после 2003 г. возрастает вдвое и остается на этом уровне до конца наблюдений. В 2003 г. позицию лидера занимают Chlorophyta, а позже – Rhodophyta.

Коэффициент встречаемости видов в изученные годы варьировал в широких пределах: от 33 до 100 %. Число и доля видов с максимальным значением коэффициента составляли 21 таксон и 35 % общего числа видов. Более всего константных видов среди Chlorophyta и особенно среди Rhodophyta.

Среднее значение коэффициента Жаккара для всего видового комплекса (50 %) и в пределах каждого из отделов (47-58 %) свидетельствовало о заметном сходстве видов в разные годы. Степень совпадения видовых списков была особенно велика у бурых водорослей.

**Сезонная изменчивость структуры макрофитобентоса в разные годы.** В 2004 г. фитоценозы прибрежья БПП были сложены 42 видами, относящимися к 15 порядкам, 16 семействам и 26 родам, среди которых господствовали Rhodophyta. За исключением Ceramiales все порядки красных водорослей были представлены одним семейством, среди которых наиболее насыщены родами Erythrotrichiaceae, Ceramiaceae, Rhodomelaceae. К категории политипичных родов относились *Polysiphonia* (4 вида) и *Ceramium* (5 видов). По степени таксономического разнообразия вторую позицию занимали Chlorophyta. Роды *Cladophora* и *Enteromorpha* относились к политипичным (3 и 5 видов). Комплекс Phaeophyta характеризовался равным количеством надвидовых таксонов и монотипичностью большинства родов.

Количество видов в фитоценозах было подвержено ежемесячной изменчивости. В фитоценозах 2004 г. оно варьировало от 7 в июле до 18 в январе, составляя в среднем  $14 \pm 2$  вида. Размах вариации общего числа видов в летне-осенний период года был выше, чем в зимне-весенний. Коэффициент вариации значений этого показателя достигал 22 %, что позволяло оценить его вариабельность как «нижне-нормальную». Среднемесячное число видов было максимальным зимой и минимальным летом. Изменчивость числа видов в пределах каждого сезона чаще соответствовала второму классу, или «нижней» норме вариабельности.

Число видов Chlorophyta в течение года колебалось от 3 до 6 с максимумом зимой, в начале весны и лета. Коэффициент вариации показателя составлял 21 %, и свидетельствовал о нормальной, но низкой степени изменчивости. Среднее за год число видов зеленых водорослей достигало  $5 \pm 1$ .

В начале зимы и в середине весны Phaeophyta были представлены одним видом, в остальное время – двумя-тремя с максимумом в феврале, мае и сентябре. В летних альгоценозах эти водоросли отсутствовали. Среднее за год число видов Phaeophyta составило  $1,4 \pm 0,6$  при коэффициенте вариации 77 %. Размах вариации числа видов Phaeophyta был особенно велик весной и подобно Chlorophyta – осенью. Зимой уровень показателя был вдвое ниже.

Число видов Rhodophyta в течение года колебалось от 4 (июль) до 11 (ноябрь), составляя в среднем  $8 \pm 1$ . Коэффициент вариации признака у красных водорослей был низким (27 %) и соответствовал 3 классу варьирования в пределах «верхней» нормы. Размах вариации числа видов багрянок в зимне-весенние месяцы был ниже, чем в остальные, что совпадало с динамикой данного показателя у Chlorophyta и у фитоценоза в целом. Среднее за сезон число видов Rhodophyta снижалось от зимы к лету с последующим подъемом осенью без достижения прежнего максимума.

Коэффициент встречаемости видов в фитоценозах 2004 г. изменялся от 8 до 83 %. Виды с максимально высокой и минимально низкой встречаемостью составляли 14 и 33 % общего числа видов. Встречаемость бурых водорослей была ниже, чем у зеленых и красных.

Средний за 2004 г. уровень коэффициента Жаккара означал, что треть видов фитоценозов разных месяцев была сходной. Совпадение видовой структуры было наиболее заметно в смежные месяцы первой половины года.

В 2005 г. фитобентос побережья БПП был представлен 45 видами из 27 родов, 14 семейств и 13 порядков 3 отделов, среди которых Rhodophyta обладали преимущественным разнообразием таксономической структуры. За прошедший год эта структура изменилась, но незначительно. Межгодовая общность видов оценивалась в 67 %, а надвидового комплекса в 75-77 %.

Доля видов Chlorophyta в 2005 г. составляла 31 %. Они распределялись между 7 родами (26 % общего родового разнообразия), 4 семействами (29%) и таким же количеством порядков (31 %). За прошедший год число видов увеличилось, а семейств и порядков уменьшилось на один соответствующий таксон. Число родов не изменилось. Каждый порядок включал по одному семейству, из которых половина была отнесена к политипичным. Перечень многовидовых родов зеленых водорослей в 2004 и 2005 гг. совпадал. Межгодовое сходство надвидовых таксонов Chlorophyta в побережье БПП было высоким (75-80 %) с максимумом у семейств и порядков. Сходство видов было ниже (59 %), хотя и при этом более половины таксонов данного ранга совпадали. Число видов зеленых водорослей в отдельные месяцы варьировало от 3 в августе до 8 в июне, составляя в среднем  $5,1 \pm 0,9$ , а частота их встречаемости в течение года достигала 10-80 %. Постоянными элементами комплекса Chlorophyta в 2005 г. были преимущественно те же виды, что и в сообществах предыдущего года.

Доля бурых водорослей в фитоценозах 2005 г. была вдвое ниже, чем у зеленых (16 %). В их числе были 7 видов из 5 родов (19 % родового разнообразия), 4 семейств (29 %) и 4 порядков (31 %). Число видов за прошедший год увеличилось на два таксона, родов – на один. Количественные изменения не коснулись семейств и порядков. Как и в 2004 г., порядки были представлены одним семейством, одним и реже двумя родами. Из родов лишь *Cystoseira* и *Feldmania* содержали по 2 вида. Коэффициент общности видов и родов в сопоставляемые годы достигал 50 %, семейства и порядки совпадали на 60 %. Число видов Phaeophyta по месяцам варь-

ровало в тех же пределах, что и ранее, с максимумом в первой половине года и минимумом – в его середине. Эти пики для сравниваемых лет почти не совпадали во времени. Частота встречаемости бурых водорослей в 2005 г. мало отличалась от таковой в 2004 г. 75 % их видов чаще встречались в первую половину 2005 г.

Доля видов Rhodophyta и в 2005 г. (53 %) в сумме превысила таковую у 2 других отделов. Они принадлежали к 15 родам (56 % родового разнообразия), 6 семействам (42 %) и 5 порядкам (38 %). Спустя год при сохранении равенства в количестве видов число каждого таксона снизилось на один. По-прежнему каждый порядок включал одно семейство, большинство из которых состояло из 2-4 родов. К категории политипичных родов были причислены те же, что и год назад: *Polysiphonia* (5 видов), *Ceramium* (4 вида). Число видов багрянок по месяцам варьировало в более широких пределах, но при том же размахе, что и ранее. В отличие от двух других отделов минимум и максимум видового разнообразия приходились на одни и те же сезоны каждого из сравниваемых годов. Комплекс видов красных водорослей, в отличие от зеленых и бурых, проявлял существенное межгодовое сходство таксономической структуры и прежде всего надвидовых таксонов. На долю видов, регистрируемых в единичных случаях и каждый год, приходилось чуть более трети их общего количества.

**Сезонная динамика биомассы макрофитов и их сообществ в прибрежье БПШ.** В 2004 г. формируемая макрофитами биомасса варьировала от 313,6 г·м<sup>-2</sup> в июле до 2716,3 г·м<sup>-2</sup> в декабре. Средняя за год биомасса фитоценоза составила 1253,9 ± 419,4 г·м<sup>-2</sup> при коэффициенте вариации 59,1 % (4 класс значительной варибельности (таблица).

#### Сезонная изменчивость биомассы макрофитов БПШ «Ушакова балка» в 2004 году

Отдел/ сезон	Средняя биомасса		Лимиты вариации (lim <sub>min</sub> -lim <sub>max</sub> )	Размах вариации (R)	Коэффициент вариации	
	за сезон	за год			за год	за сезон
<b>Chlorophyta</b>						
Зима	265,1±143,7	377,79±949	133,87-387,44	253,57	44,39	47,91
Весна	387,2±112,8		275,96-468,6	192,64		25,75
Лето	384,4±196,4		269,2-584,05	314,85		45,15
Осень	474,5±289,0		181,7-651,64	469,94		53,83
<b>Phaeophyta</b>						
Зима	98,7±74,7	193,5±200	22,5-138,0	115,5	207,84	66,9
Весна	153,8±296,6		1,0-456,4	455,4		170,5
Лето	0		0	0		0
Осень	521,6±864,2		61,6-1403,1	1341,5		146,4
<b>Rhodophyta</b>						
Зима	1479,8±1078,5	682,56±380,67	757,5-2559,95	1802,45	98,57	64,4
Весна	673,4±267,4		433,1-905,48	472,38		35,1
Лето	161,6±232,4		13,6-396,0	382,4		127,1
Осень	415,5±142,6		271,06-503,16	232,1		30,33
<b>Фитоценоз</b>						
Зима	1844±896,6	1253,85±419,32	1169,5-276,32	1546,82	59,1	42,98
Весна	1214,32±429,3		905,56-1637,84	732,28		31,24
Лето	546,0±227,8		313,6-665,2	351,6		36,9
Осень	1411,5±1071,0		754,0-2496,31	1742,31		67,05

Кривая внутригодовой динамики суммарной биомассы макрофитов в 2004 г. была многовершинной с выраженными максимумами в октябре и декабре. Размах вариации биомассы фитоценоза был особенно велик осенью и мал летом. Он плавно снижался от зимы к лету с последующим достижением максимума осенью. Среднезимняя биомасса макрофитов в несколько раз превосходила таковую в другие сезоны.

Изменчивость биомассы Chlorophyta в течение года оценивалась коэффициентом вариации в 74,4 % (5 класс вариабельности). Осенью ее размах был максимальным, а весной – минимальным. Средняя биомасса Phaeophyta была вдвое-втрое ниже, чем у других отделов. Высокие размах и коэффициент вариации анализируемого показателя свидетельствовали о его большой динамичности. Среднемесячная суммарная биомасса Rhodophyta превосходила таковую у Chlorophyta и Phaeophyta и относилась к очень динамичным признакам. Коэффициент ее вариации достигал 98,6 %, а размах существенно превышал таковой у других отделов.

Внутригодовой изменчивости подвержена и доля суммарной биомассы (в %) каждого из отделов макроводорослей. У Chlorophyta она варьировала от 4,9 до 95,6 %, у Phaeophyta – от 0,1 до 56,2 %, а у Rhodophyta – от 4,3 до 94,2 %. Минимум доли биомассы Chlorophyta приходился на начало зимы, у Phaeophyta – на середину весны и у Rhodophyta – на середину лета. Максимумы этого показателя у отделов были также разобщены во времени.

По вкладу в суммарную биомассу Rhodophyta лидировал в течение 7 из 12 месяцев (конец осени, зима, до середины весны и начала лета). В мае, июле-сентябре эту позицию занимал Chlorophyta. Доля биомассы Phaeophyta была наиболее велика только в октябре. Вариабельность среднегодовой биомассы была максимальной у Phaeophyta и минимальной у – Rhodophyta. Размах вариации и среднесезонный уровень анализируемого признака у Chlorophyta и Rhodophyta были наибольшими летом, а у Phaeophyta – осенью. На зиму приходился минимум обоих показателей у Chlorophyta и Phaeophyta и на весну у Rhodophyta.

Среднегодовая биомасса фитоценозов в 2005 г. составила 1842,2 г·м<sup>-2</sup>. Она плавно снижалась от зимы к лету и резко – от лета к осени. Сезонные изменения биомассы Chlorophyta и Phaeophyta проявлялись в ее нарастании от зимы к весне, небольшом снижении летом и существенном – осенью. У Rhodophyta было зафиксировано неуклонное снижение показателя от зимы к осени. Доля средней за год биомассы разных отделов макроводорослей в течение года колебалась от 25,6 ± 13,2 % у Phaeophyta до 42,4 ± 15,2 % у Rhodophyta. Для Chlorophyta и Phaeophyta максимум данного показателя приходился на весенне-летний, а для Rhodophyta – на осенне-зимний периоды. Изменчивость доли среднегодовой биомассы у Chlorophyta и Phaeophyta соответствовала пяти, а у Rhodophyta – четырем баллам. Степень изменчивости биомассы того или иного отдела менялась в зависимости от сезона. При этом доля биомассы Chlorophyta и Phaeophyta посезонно варьировала в значительной и даже большей степени, а у Rhodophyta находилась в пределах «нижней» нормы.

Сопоставление структуры и разнообразия фитобентоса БПП в 2004 и 2005 гг. выявило его константные и изменчивые признаки. Неизменными или близкими к таковым являются видовое разнообразие зимних и осенних фитоценозов в целом и Phaeophyta, в частности. Для каждого года характерна одна и та же видовая структура Chlorophyta, равное число видов Rhodophyta в целом за год и отдельно зимой. У

Chlorophyta и Phaeophyta одни и те же пределы встречаемости видов, одинаковая зимняя фитомасса Chlorophyta и весенняя – Phaeophyta. За прошедший год уменьшилось число видов в осеннем комплексе Phaeophyta. Тенденция снижения наиболее характерна для биомассы. Оставшаяся часть структурно-функциональных показателей сообществ в разные, но смежные годы претерпевает увеличение разной степени.

### **Заключение**

Макрофитобентос побережья акватории БПП представлен 60 видами 32 родов, 19 семейств, 16 порядков 3 отделов. Доля этих таксонов во флоре Черного моря и Севастопольского региона в отдельности достаточно велика, что, в свою очередь, свидетельствует о значимости вклада донной растительности БПП в биоразнообразии моря.

Коэффициент встречаемости видов по годам варьировал широко, при этом треть видов обладала его максимальным значением. Число видов изменялось по годам, и для каждого отдела был характерен свой ход разногодичных изменений. Кроме того, число видов и размах его вариаций были подвержены месячной и сезонной изменчивости. Средний коэффициент Жаккара для всего видового комплекса и в пределах отделов свидетельствовал о заметном сходстве видов в разные годы и особенно у Phaeophyta. С 2004 по 2005 г. таксономическая структура макрофитобентоса изменилась, но незначительно. Ее межгодовая общность превысила 65 %.

Изменчивость биомассы макрофитов соответствовала четвертому классу, или значительной степени. Для сезонных изменений биомассы фитоценозов в разные годы было одинаково характерно снижение от зимы к лету, позже возможны ее разнонаправленные изменения. Сезонные колебания доли биомассы Chlorophyta и Phaeophyta значительные или очень большие, а у Rhodophyta – в пределах «нижней» нормы.

Межгодовое сходство таксономической структуры, приблизительно один и тот же ход внутригодовых изменений ее и биомассы позволяют утверждать, что в акватории БПП произрастали одни и те же фитоценозы, компоненты которых претерпевали смену своего сезонного состояния. В соответствии с классификацией фитоценозов [4] эти сообщества можно отнести к сезонно-устойчивым с неизменным или почти таким соотношением их компонентов.

### **Литература**

1. **Зайцев Г. Н.** Математика в экспериментальной ботанике. – М: Наука, 1990. – 296 с.
2. **Лакин Г. Ф.** Биометрия. Учебное пособие для университетов и педагогических институтов. – М.: Высшая школа, 1973. – 343 с.
3. **Мильчакова Н. А.** Макрофитобентос // Современное состояние биоразнообразия прибрежных вод Крыма (черноморский сектор) / Под ред. В. Н. Еремеева, А. В. Гаевской; НАН Украины, Институт биологии южных морей. – Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика, 2003. – С. 152-191.
4. **Работнов Т. А.** Фитоценология. – 2-е изд. – М.: МГУ, 1983. – 296 с.
5. **Шенников А. П.** Введение в геоботанику. – Л.: ЛГУ, 1964. – 447 с.

## ФИТОБЕНТОС ПОЛЯ ЗЕРНОВА В ОСЕННИЙ ПЕРИОД

И. К. Евстигнеева, И. Н. Танковская

ИнБИОМ НАНУ

Изучение донной растительности филлофорного поля Зернова в свое время было вызвано необходимостью ведения систематического наблюдения за состоянием пласта филлофоры как объекта промысла на Черном море, запасы которого в силу ряда причин катастрофически снижались. Съёмки донной растительности в 1986 и 1989 гг. показали, что процесс деградации филлофоровых фитоценозов достиг осязаемых результатов [6, 7]. За этот период состав водорослей на поле сократился с 15 до 8 видов, вдвое снизилась продукция филлофоры ребристой и втрое – биомасса фитобентоса. Для реальной оценки происходящего многолетние наблюдения надо было дополнить сезонными исследованиями водорослей, поскольку сезонной динамике подвержены биологические циклы развития отдельных видов, изменяющиеся адекватно условиям окружающей среды. Часть результатов, полученных в летних экспедициях 1986 и 1989 гг., были опубликованы [1, 6, 7], тогда как материалы исследований в 1990, 1991 и 1993 гг. по причине, не зависящей от авторов, напечатаны не были. Это привело к тому, что последующие исследователи сообщества поля Зернова в современных условиях [10, 11] вынуждены обращаться к ранним результатам, минуя более поздние. Поэтому считаем крайне необходимой публикацию статей, основанных на материалах более поздних экспедиций, в задачу которых, в частности, входило изучение структуры и динамики сообществ ценозообразующих водорослей *Ph. nervosa* (ФР) и *Ph. brodiaei* (ФБ) на поле Зернова в осенний период. В списках одной из последних сводок таксономической ревизии черноморского фитобентоса приводятся сведения о таких видах, как *Phyllophora nervosa* (DC.) Grev., *Ph. brodiaei* (Turn.) J. Ag., *Ph. traillii* Holm. ex Batt. [9]. Информация же о *Ph. pseudoceranoides* (Gmel.) Nerv. et Tayl. отсутствует, что делает судьбу данного вида неизвестной. Исходя из того, что классификация, по крайней мере, красных водорослей сегодня далека от совершенства, считаем правомочным взять за основу списки водорослей и названия видов, приводимые в работах [3, 4].

### Материал и методы

В сентябре-октябре 1990 г. во время экспедиции на НИС «Академик А. Ковалевский» в районе поля Зернова были выполнены 7 гидробиотических разрезов, 3 из которых располагались с севера на юг (I, II, III) и 4 – с запада на восток (IV, V, VI, VII). Всего сделано 56 станций (глубина 15-51 м). Количественные пробы отбирали дночерпателем «Океан» площадью захвата 0,25 см<sup>2</sup>, а качественные – тралом Сигсби. На каждой станции были собраны 4 количественные и 1 качественная пробы. Поднятые дночерпателем макрофиты сортировали по видам и взвешивали во влажном состоянии. Для определения характера и степени variability биомассы и численности видов применяли шкалу оценки variability биологических признаков [2], лимиты и размах вариации, а также доверительный интервал, рассчитывали коэффициенты вариации (С, %) и встречаемости (R, %) [8].

**Анализ видового состава водорослей и их встречаемость.** Осенью видовой состав водорослей характеризовался незначительным разнообразием по сравнению

с летом. На акватории поля было собрано 4 вида: *Phyllophora nervosa* (DC.) Grev., *Ph. brodiaei* (Turn.) J. Ag., *Ph. pseudoceranoides* (Gmel.) Nerv. et Tayl., *Nereia filiformis* (J. Ag.) Zanard. Первые два вида встречались повсеместно, остальные – очень редко. *Ph. pseudoceranoides* была обнаружена в северо-западной, а *N. filiformis* – в северо-восточной частях поля. Обратило на себя внимание полное отсутствие во флоре поля Зернова *Polysiphonia elongata* (Huds.) Spreng., которая летом достигала массового развития, превосходя биомассу филлофоры [2]. Это могло быть связано как с завершением вегетации водоросли, так и с воздействием гипоксии, имевшей место осенью в придонном слое почти по всему полю. Очевидно, эти же причины обусловили исчезновение и бурых водорослей *Stictyosiphon adriaticus* Kütz. и *Striaria attenuata* (Grev.) Grev. Из общего числа станций ФР и ФБ совместно произрастали почти на половине (48 % станций). Лишь на отдельных участках были собраны слоевища только ФР (ст. 1, 4, 6, 7, 10, 50, 55) или ФБ (ст. 30, 38). На 5 станциях (12, 14, 25, 28, 37) оба вида отсутствовали одновременно. Частота встречаемости ФР в пределах конкретных разрезов варьировала от 33 до 100 % с максимумом на II и III разрезах и минимумом на разрезе VII. Значение коэффициента встречаемости этого же вида, но в масштабах всего поля составило 68 %. У ФБ этот показатель и размах его вариабельности на станциях каждого из разрезов был ниже.

**Количественное развитие и распределение водорослей.** Дно поля было покрыто растительностью, доминантами которой являлись ФР и ФБ. Каждый вид в условиях поля отличался преобладающим способом размножения, прикреплением к субстрату и распределением по дну. Первый вид вел неприкрепленный образ жизни, размножался вегетативно и образовывал пласт толщиной до 20 см. Особи второго вида относились к эпизоону, поскольку прикреплялись к створкам мидий и размножались спорами. Для ФБ было характерно групповое размещение, когда на одной подошве формировалось 10 – 50 особей высотой 2-3 см. Пространственная динамика численности и биомассы массовых видов филлофоры свидетельствовала о выраженной гетерогенности распределения и развития этих водорослей. Например, лимиты вариации биомассы ФР составляли 0,1-1480 г·м<sup>-2</sup> с максимумом на северной ст. 11 и минимумом на ст. 19, 26, 41 и 55 (табл. 1).

Средняя для поля биомасса ФР достигала 103,2±86,5 г·м<sup>-2</sup>, а очень высокий коэффициент вариации соответствовал 7 баллам или аномальной вариабельности признака. Средняя биомасса, лимиты и размах ее колебаний у ФБ были в несколько раз ниже, но коэффициент С также свидетельствовал об аномальности варьирования биомассы вида в пределах всего поля (табл. 1). Максимум биомассы ФБ приходился на центр поля и ст. 35, тогда как минимум ее был зарегистрирован на станциях (11, 24, 48), расположенных к северу, востоку и югу поля.

Вариабельность численности филлофор выражена еще в большей степени, чем у биомассы, о чем свидетельствовали лимиты вариации и значение коэффициента С (табл. 2). Средняя численность ФР была вчетверо больше, чем у ФБ. Расчеты коэффициента корреляции указали на прямую и сильную связь биомассы и численности видов, что более характерно для ФР ( $r = +0,87$ ). Эта же взаимосвязь отдельно между биомассами и отдельно численностью пары видов была слабой и обратной ( $r = -0,2$ ).

Рассмотрим особенности пространственной динамики биомассы и численности ведущих видов поля Зернова на конкретных разрезах.

Таблица 1. Изменчивость биомассы *Ph. nervosa* на поле Зернова осенью

Разрез	Средняя биомасса	Показатели варибельности биомассы			Участок поля		Встречаемость, %
		лимиты (lim <sub>min</sub> - lim <sub>max</sub> )	размах (R)	балл варибельности	для min	для max	
<b><i>Ph. nervosa</i></b>							
I	50,9	0,1-162,9	162,8	7	19, 18 (ц)*	17 (ц)	71
II	109,7	0,1-554,1	554	7	55 (в)	56 (в)	100
III	59,1	2,4-233,7	231,3	7	3 (в)	6 (св)	100
IV	300,1	0,6-1480,0	1479,4	7	10 (св)	11 (сз)	83
V	1,05	0,1-2,2	2,1	5	41, 48, 49 (з. в)	40 (з)	46
VI	161,6	8,2-655,8	647,6	7	31 (в)	33 (ц)	56
VII	5,2	0,2-10,2	10,0	7	26 (ю)	27 (ю)	33
<b><i>Ph. brodiaei</i></b>							
I	28,2	1,3-79,5	78,2	7	16 (сз)	17 (ц)	71
II	8,3	0,6-25,1	24,5	7	53, 56 (св, ц)	58 (ц)	78
III	16,7	11,1-22,4	11,3	4	5 (в)	2 (юв)	33
IV	1,2	0,1-2,2	2,1	7	11 (сз)	8 (св)	33
V	8,9	0,1 – 21,4	21,3	7	48 (в)	40, 41 (з)	38
VI	67,9	0,4-377,0	376,6	7	32, 33 (ц)	35 (ц)	67
VII	13,4	0,1-21,1	20,0	6	24 (ю)	27, 26 (ю)	50

\*Здесь и в табл. 2 с, ц, в, з, ю, св, сз – север, центр, восток, запад, юг, северо-восток, северо-запад.

Таблица 2. Изменчивость численности *Ph. nervosa* на поле Зернова осенью

Разрез	Средняя численность	Показатели варибельности численности			Участок поля	
		лимиты (lim <sub>min</sub> - lim <sub>max</sub> )	размах (R)	балл варибельности	для min	для max
<b><i>Ph. nervosa</i></b>						
I	136,6	1-379	378	7	19 (ц)	17 (ц)
II	229,8	1-933	932	7	55 (в)	56 (в)
III	174,5	17-270	253	4	3 (в)	6 (св)
IV	7416,4	2-3700	36998	7	10 (св)	11 (сз)
V	5,7	2-8	6	3	41 (з)	44, 45 (ц)
VI	598,6	52-2368	2316	7	31 (в)	33 (ц)
VII	64,0	14-114	100	7	26 (ю)	27 (ю)
<b><i>Ph. brodiaei</i></b>						
I	383,6	8-903	895	6	16 (сз)	17 (ц)
II	161,9	6-311	305	6	53 (св)	56 (ц)
III	134	95-173	78	3	2 (юв)	5 (в)
IV	5	3-7	4	4	8 (св)	11 (сз)
V	275	1-879	878	7	48 (в)	40 (з)
VI	389,5	2-1771	1769	7	32 (ц)	35 (ц)
VII	613	1-1024	1023	6	24 (ю)	27 (ю)

Разрез I. Станции разреза (14-20) располагались по центру поля с севера на юг. Глубины изменялись от 31 до 47 м, грунт – илистый с большим количеством старых створок мидий и сильным запахом сероводорода. Станции разреза примыкали к устью реки Дунай, качество воды которой определяло экологическую ситуацию в исследуемом регионе. Здесь наблюдались хроническое распреснение морской воды, большое количество взвеси, ухудшающее прозрачность и освещенность, а также дефицит кислорода в придонных слоях. На всех станциях I разреза слоевища филофоры были черными с зелеными или оранжевыми, нередко разрушающимися апикальными участками ветвей. В северной части разреза фитоценозы были сложены преимущественно ценопопуляциями ФР, а в южной – ФБ. На ст. 19 ценопопуляция ФР была сформирована глубоководными формами (*f. intermedia* и *f. nervosa*) с небольшими талломами. Биомасса ФР колебалась в широких пределах, достигая в среднем 50,9 г·м<sup>-2</sup>. Высокий коэффициент С соответствовал 7-балльной вариабельности биологических признаков. Минимум и максимум биомассы в одно и то же время и довольно часто приходились на центр поля. Встречаемость вида на разрезе составляла 71 %. Лимиты и размах вариации биомассы, ее среднее значение у ФБ здесь были вдвое ниже. Минимум биомассы ФБ был зарегистрирован на ст. 16 (северо-запад поля), а максимум территориально совпал с таковым у ФР. Для двух видов совпали и значения коэффициента С. Доля биомассы ФР была особенно велика на первых двух станциях, тогда как на других она существенно снижалась, и в связи с этим господствующее положение занимала ФБ. Численность обоих видов изменялась в широких пределах и прежде всего у ФБ, у которой среднее значение признака превысило таковое у ФР почти втрое. Степень вариабельности признака по станциям разреза была очень большой, а в случае ФБ – аномально высокой. Максимумы и минимумы численности видов территориально совпали с таковыми у биомассы.

Разрез II. Станции разреза (52-60) располагались по центру поля с севера на юг. Глубины в указанном направлении изменялись с 16-20 до 46-48 м, а грунты – от илисто-песчаных до илистых с примесью ракушечника. Слоевища филофор, как и на станциях I разреза, отличались темной окраской, нередко разрушенными апикальными участками, особенно у ФР, и небольшим количеством молодых сегментов. ФР была обнаружена на всех станциях, тогда как ФБ отсутствовала на ст. 54-56. В северной части разреза растительный покров был сложен ценопопуляциями *Ph. nervosa*, в центре – *Ph. brodiaei*, тогда как на юге структура растительного сообщества усложнялась за счет формирования ассоциации *Ph. nervosa* + *Ph. brodiaei*. Вызывают сомнение низкие количественные данные на ст. 54 и 55, расположенных в зоне промыслового пласта ФР. Вероятно, это связано с особенностями сбора водорослей дночерпателем, т. к. отсюда же трал приносил огромное количество этой водоросли. Средняя биомасса и размах ее вариаций у ФР были в 2 и 3,5 раза выше, чем на I разрезе. При этом степень вариабельности признака оставалась аномально высокой, а его минимум и максимум приходились на северные станции (55 и 56). Средняя для станций разреза II биомасса у ФР была вдвое выше, а у ФБ втрое ниже, чем на станциях I разреза (табл. 1). На всех станциях лидировала ФР, за исключением ст. 60, где доля биомассы двух видов была сопоставима. В пределах разреза из двух видов у ФР была больше численность и выше ее вариабельность. Минимум и максимум численности и биомассы ФР приходились на одни и те же участки поля. У ФБ территориально совпали только их минимумы.

Разрез III. Шесть станций данного разреза (ст. 1-6) были расположены в восточной половине поля. Северная часть разреза приходилась на мелководную (20-28 м), а южная – глубоководную (48-51 м) область поля. Грунт по всему разрезу был илистым с примесью ракушечника. Состояние филофоры не отличалось от такового на станциях I и II разрезов. Средняя для разреза III биомасса ФР была почти вдвое ниже, а ФБ – во столько же раз выше, чем на II разрезе. В фитоценозах преобладала ФР, биомасса которой составляла 63-100 % общей биомассы водорослей, а ее встречаемость достигала максимальных величин. Вариабельность биомассы ФР оставалась такой же высокой, как и на станциях двух предыдущих разрезов. Встречаемость ФБ в пределах данного разреза была втрое ниже, меньше была и вариабельность ее биомассы, соответствующей 4 баллам. Минимумы биомассы обоих видов приходились на восточные ст. 3 и 6. Максимум данного показателя у ФР территориально совпал с минимумом у ФБ, наибольшее развитие которого, в свою очередь, было зафиксировано на ст. 2, примыкающей к участку поля, где проявился минимум биомассы ФР. На станциях разреза III численность обоих видов и балл ее вариабельности были ниже, чем на предыдущем разрезе (табл. 3, 4). У ФР максимум и минимум биомассы и численности оставались приверженными к одним и тем же станциям, тогда как у ФБ они «поменялись» местами: на станцию, где был зафиксирован максимум биомассы, приходился минимум численности и наоборот.

Разрез IV. Станции данного разреза простирались с востока на запад в северной части поля. На восточных станциях глубина залегания пласта филофоры составляла 31 м, а на западных – 24 м. Станция 9 была самой мелководной (19 м) и располагалась в центре поля, где на плотном заиленном песке с примесью ракушечника начинался промысловый участок. ФР была обнаружена на всех станциях, кроме ст. 12. Биомасса водорослей по разрезу распределялась неравномерно и изменялась в широких пределах. Минимум биомассы ФР отличался от максимума на несколько порядков. Размах вариации данной характеристики в 3-9 раз превышал таковой на трех предыдущих разрезах. Этот показатель вариабельности и средняя биомасса вида оказались самыми высокими для поля. Широкие пределы вариаций биомассы определили максимально высокое значение С. Встречаемость вида была несколько ниже, чем на предыдущем разрезе. Минимум его биомассы приходился на ст. 10, а максимум – на ст. 11. Для ФБ на данном разрезе были характерны минимумы всех показателей вариабельности биомассы и ее среднее значение. О неравномерности количественного распределения вида косвенно свидетельствовало и высокое значение С. Встречаемость вида на станциях разреза также была низкой. Географически минимум биомассы ФБ совпадал с максимумом у ФР. Биомасса ФБ была на два порядка ниже, чем у ФР. В фитоценозах по разрезу доминировала ФР, составлявшая 63-100 % общей биомассы. ФБ в измеряемых количествах произрастала только на ст. 8. По мере продвижения от западной к восточной части разреза состояние ФР заметно ухудшалось, а в грунтах присутствовал запах сероводорода. В целом на станциях IV разреза была зафиксирована самая высокая для поля биомасса ФР и самая низкая – у ФБ. Это же относилось и к численности видов. Минимумы и максимумы численности ФР были зарегистрированы на станциях, где проявились такие же уровни биомассы. У второго вида минимум биомассы географически совпадал с максимумом численности.

Разрез V. Проходил по центру поля в направлении с запада на восток. Пределы колебания глубин составили 20-30 м. Из 13 станций, выполненных здесь, водорос-

ли обнаружены на семи. В западной части разреза фитоценозы были сложены ФР. Ближе к востоку располагались сообщества ФБ. Встречаемость обоих видов не достигала 50 %. Для разреза характерно наименьшее количественное развитие ФР, состояние которой ухудшалось по мере продвижения к западной оконечности разреза, где грунт обладал сильным запахом сероводорода, а мидии были мертвыми. Средняя для разреза биомасса ФР оказалась на два порядка ниже, чем на станциях IV разреза. Вариабельность биомассы филлофор была большой (ФР) или аномально высокой (ФБ). Минимум биомассы ФР зарегистрирован на ст. 41, 48 и 49. На ст. 48 был зафиксирован такой же уровень биомассы ФБ. Максимум данной характеристики двух видов приходился на ст. 40. Наименьшей для поля биомассе ФР соответствовала такая же численность вида. Численность ФБ сильно варьировала и была заметно выше.

Разрез VI. Он был параллелен разрезу V и располагался приблизительно по середине южной половины поля. Глубины колебались от 15 до 44 м, грунт илистый с примесью ракушечника. Встречаемость ФБ здесь была несколько выше, чем у ФР. Черный цвет слоевищ с разрушающимися верхушками, что особенно было выражено на западе разреза, свидетельствовал об угнетении филлофор. Пределы колебания биомассы ФР существенно превышали таковые для разреза V. Средняя для разреза биомасса вида была заметно выше, чем на других участках, за исключением разреза IV. Средняя биомасса и размах ее вариации у ФБ были самыми высокими на поле. В западной части разреза растительность была сложена олигодоминантными фитоценозами асс. *Ph. nervosa* + *Ph. brodiaei* (ст. 34-36), а в восточной – монодоминантными фитоценозами асс. *Ph. nervosa*. Средняя численность ФР была намного больше, чем на предыдущем разрезе и по сравнению с таковой у ФБ. У каждого вида минимум и максимум численности территориально совпадал с таковым у биомассы.

Разрез VII охватывал южную оконечность поля. Глубины изменялись от 33 м в западной части разреза до 51 м – в восточной. Грунт состоял из жидкого ила с примесью ракушечника. Из шести выполненных станций водоросли были найдены на двух. Показатель встречаемости ФР оказался среди всех разрезов наименьшим, у второго вида он достигал 50 %. При высокой численности, обусловленной развитием большого количества мелких особей ФБ, биомасса макрофита была низкой. Тем не менее, этот вид в пределах разреза доминировал, поскольку на него приходилось 67-99 % общей биомассы. Средняя по разрезу биомасса этого вида была невысокой, но и она на порядок превышала минимальную для всего поля. Доля участия ФР в сложении фитоценозов была низкой, а ее средняя для разреза биомасса близка к минимальной, отмеченной для поля целиком. Большая часть слоевищ обоих видов на станциях разреза обладала черной окраской и нередко находилась в полуразрушенном состоянии. Следует отметить, что минимум биомассы ФР относится к ст. 26, а у второго вида – к ст. 24. Максимумы этой характеристики у обоих видов зарегистрированы на ст. 27. Средняя для разреза численность ФР была низкой, но и она на порядок превышала минимальную для всего поля. В противовес этому у ФБ этот показатель оказался наивысшим среди всех разрезов. Минимум и максимум биомассы и численности каждого вида приходились на одни и те же станции. Наименьшие биомасса и численность ФР чаще были характерны для востока поля, тогда как их максимум распространялся на многие участки. У ФБ наимень-

шая биомасса приходилась на станции северной и восточной частей, а наибольшая – на центр поля. Географически минимум биомассы ФБ чаще соответствовал максимуму численности.

### Заключение

Исследование состава, развития и распределения осеннего фитобентоса поля Зернова показало, что начавшиеся в 70-е годы антропогенные изменения донной растительности прогрессировали и спустя десяток лет. Видовой состав флоры поля отличался бедностью, а филлофора почти повсеместно находилась в угнетенном состоянии. На исследованной акватории были выделены три ассоциации: на западе – *Phyllophora nervosa*, на востоке – *Phyllophora brodiaei*, на границе между ними – *Ph. nervosa* + *Ph. brodiaei*.

Общая биомасса водорослей колебалась в пределах, более широких, чем летом. Ее максимум приходился на середину северной половины поля, где велся промысел ФР, а минимум – на южную половину поля и на его окраины.

Отмечено расселение по всему полю ФБ в отличие от 60-х годов, когда ее распространение было ограничено лишь западной частью [5]. В фитоценозах он занимал соподчиненное положение. Эпицентр его биомассы сместился из западной половины поля (60-е годы) в центр.

Для пространственного распределения биомассы и численности ФР и ФБ характерна неравномерность в пределах разрезов и по всему полю.

Выявлена статистически слабая, но четкая обратная зависимость в развитии видов филлофоры. Высокая вариабельность их численности и биомассы могла быть связана с особенностью взятия проб дночерпателем и с тем, что поле к моменту исследования, по-видимому, уже не представляло из себя сплошной водорослевой мат и в силу сложившихся экологических обстоятельств было фрагментировано.

### Литература

1. **Евстигнеева И. К., Нехорошев М. В.** Морфо-функциональные особенности видов рода *Phyllophora* Grev. в условиях поля Зернова (Черное море) // Основные результаты комплексных исследований в Азово-Черноморском бассейне и Мировом океане (Юбилейный выпуск). – Керчь: ЮгНИРО, 2008. – С. 55-63.
2. **Зайцев Г. Н.** Математическая статистика в экспериментальной ботанике. – М.: Наука, 1984. – 424 с.
3. **Зинова А. Д.** Определитель зеленых, бурых и красных водорослей южных морей СССР. – М.-Л.: Наука, 1967. – 398 с.
4. **Калугина-Гутник А. А.** Фитобентос Черного моря. – Киев: Наукова думка, 1975. – 246 с.
5. **Калугина-Гутник А. А., Лачко О. А.** Состав, распределение и запасы водорослей Черного моря в районе Филлофорного поля Зернова // Распределение бентоса и биология донных животных в южных морях. – Киев: Наукова думка, 1966. – С. 112-131.
6. **Калугина-Гутник А. А., Евстигнеева И. К.** Многолетняя динамика видового состава и структуры донных фитоценозов Филлофорного поля Зернова // Экология моря. – Киев: Наукова думка, 1993. – Вып. 43. – С. 90-97.

7. **Калугина-Гутник А. А., Евстигнеева И. К.** Состояние и направленность изменений донной растительности Филлофорного поля Зернова (Черное море) // Тез. докл. I съезда гидроэкологов Украины, Киев, 1993 г. – Киев: Наукова думка, 1994. – С. 28.
8. **Лакин Г. Ф.** Биометрия. Учебное пособие для университетов и педагогических институтов. – М.: Высшая школа, 1973. – 343 с.
9. **Мильчакова Н. А.** Макрофитобентос // Современное состояние биоразнообразие прибрежных вод Крыма (Черноморский сектор) / Под редакцией В. Н. Еремеева, А. В. Гаевской; НАН Украины, Институт биологии южных морей. – Севастополь: ЭКОСИ – Гидрофизика, 2003. – С. 152-193.
10. **Миничева Г. Г.** Современная морфофункциональная трансформация сообществ макрофитов филлофорного поля Зернова // Альгология. – 2007. – № 2. – С. 171-191.
11. **Ткаченко Ф. П.** Видовой состав водорослей-макрофитов северо-западной части Черного моря (Украина) // Альгология. – 2004. – Т. 14. – № 3. – С. 277-291.

## **ЭКОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРОЕКТА ПО ОРГАНИЗАЦИИ МИДИЙНЫХ КОЛЛЕКТОРОВ ДЛЯ СНИЖЕНИЯ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ВОДНОЙ СРЕДЫ НЕФТЕПРОДУКТАМИ**

**Н. Р. Сергеева<sup>1</sup>, М. В. Терешина<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>ОАО «Краснодарский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства»  
(ОАО «КрасНИИРХ»), <sup>2</sup>Кубанский государственный университет (КубГУ)

Введение в экономическую практику оценки эффективности природоохранных мероприятий дает возможность адекватно оценить затраты и выгоды от их осуществления, используя экономические категории.

Сложность задачи заключается в выражении с помощью экономических (денежных) показателей ценности экологических благ и природной среды в целом. Так, если какой-то инвестиционный проект, например водоохраный, позволяет использовать этот ранее загрязнявшийся водоем в рекреационных, оздоровительных и т. п. целях, то эффектами такого проекта дополнительно к снижению загрязнения водоема, сохранению среды обитания и биоразнообразия ресурсов будут также улучшенное здоровье населения, более полное удовлетворение эстетических потребностей. Все эти эффекты могут быть выражены посредством учета и нахождения полной (суммарной) их экономической стоимости.

Кроме того, в результате взаимовлияния экологических эффектов возникает дополнительный мультипликативный эффект, проявляющийся в форме возможных положительных результатов в других сферах, отраслях, элементах воспроизводственного процесса за счет внедрения проекта. В нормально функционирующей экосистеме имеется дополнительный экологический эмерджентный эффект. Эмерджентность является одним из главных свойств живых динамических систем, позволяющих поддерживать гомеостаз с сохранением самоочищающей, депонирующей, саморегулирующей, санитарно-гигиенической и других важнейших функций.

Дадим определения мультипликативного и эмерджентного экологических эффектов.

Экологический эффект мультипликативный – косвенный эффект (дополнительная выгода), заключающийся в восстановлении (полном или частичном) экосистемных услуг (природоохранных и рекреационных функций), выполняемых экосистемами; повышении стоимости природных объектов; увеличении стоимости недвижимости – рыночной стоимости земли или квартир; увеличении платежей, адекватных повышению стоимости земли.

Экологический эффект эмерджентный – специфический эффект (дополнительные свойства), появляющийся только в условиях функционирования отдельных природных ресурсов в экосистеме в силу их взаимообусловленности и корреляционных связей между ними. Специфический или эмерджентный экологический эффект может быть достигнут в большей степени при комплексных природоохранных мероприятиях, так как именно они способны создать необходимые условия для проявления синергических качеств экосистемы в целом, не присущих ни одному из ее элементов.

Таким образом, формализация эффективности природоохранных мероприятий может быть представлена как сопоставление получаемого суммарного эффекта

(производственно-экономического, эколого-экономического, социально-экономического), учитывая возникающие при этом мультипликативный и эмерджентный эффекты с суммарными затратами, приведенными к одному и тому же временному интервалу.

В разработанной нами «Методике определения эколого-экономической эффективности осуществления природоохранных мероприятий на территории Краснодарского края» методической базой служат существующие методики и методические указания, регламентирующие количественную оценку эффекта, затрат и эффективности осуществления мероприятий. Алгоритмы расчета учитывают существующие ресурсные методики оценки ущерба и таксы, применяемые для исчисления размера вреда за ущерб.

Показатель общей (абсолютной) экономической эффективности исчисляется как отношение годового объема полного экономического эффекта от природоохранных мероприятий к вызвавшим их затратам.

Полный эффект от реализации природоохранного мероприятия включает производственно-экономический (коммерческий) эффект, эколого-экономический, социально-экономический с учетом мультипликативного и эмерджентного эффектов.

Производственно-экономический эффект (результат) природоохранных мероприятий заключается в предотвращении экономического ущерба хозяйственной деятельности, наносимого экономике в виде дополнительных затрат и убытков, которые несут объекты хозяйственной деятельности, а также в виде потерь элементов экосистем, задействованных в хозяйственной деятельности (промысловые биоресурсы, рекреационные ресурсы и т. д.), и прироста денежной оценки реализуемой продукции, получаемой благодаря более полному использованию сырьевых, топливно-энергетических и других материальных ресурсов.

Эколого-экономический эффект (результат) природоохранных мероприятий заключается в уменьшении отрицательного воздействия на окружающую среду и улучшении ее состояния и проявляется в снижении объемов поступающих в среду загрязнений и уровня ее загрязнения, в увеличении количества и улучшении качества пригодных к использованию земельных, лесных и водных ресурсов и т. д.

Социально-экономический эффект (результат) природоохранных мероприятий заключается в повышении уровня жизни населения, в улучшении его физического развития, сокращении заболеваемости, увеличении продолжительности жизни и периода активной деятельности, улучшении условий труда и отдыха, сохранении эстетической ценности природных и антропогенных ландшафтов, памятников природы, заповедных зон и других охраняемых территорий, создании благоприятных условий для роста творческого потенциала личности и развития культуры, совершенствовании нравственного сознания человека.

К природоохранным проектам с многообразными положительными экономическими, экологическими, социальными эффектами относится организация мидийных коллекторов в акваториях, регулярно или постоянно подвергающихся воздействию загрязняющих веществ, в частности нефтепродуктов.

Приведем пример расчета эколого-экономической эффективности такого проекта по нашей методике. Необходимые для расчета данные предоставлены специалистами лаборатории марикультуры КФ ФГУП ВНИРО.

Исходные данные проекта: предполагается установка 30 коллекторных линий каждая длиной 60 м в зоне загрязнения водной среды. Стоимость проекта составляет 2,350 млн. руб., эксплуатационные затраты – 1,0 млн. руб. в год.

Мидийная плантация (30 линий по 60 м) за сезон профильтровывает и очищает 17,2 км<sup>3</sup> воды. Помимо мидий, носители, представляющие собой, по сути, искусственные рифы, активно заселяются водорослями, бактериями, усоногими раками и другими организмами, являющимися природными деструкторами и также участвующими в процессе фильтрации и разложения нефтепродуктов. За вегетационный период биоценоз, развивающийся на данных искусственных субстратах, дополнительно способен утилизировать 9 т нефтепродуктов.

Численность выращенных на коллекторах мидий составит около 3,3 млн. шт., примерным весом 90 т.

Общая эффективность проекта определяется как сумма производственно-экономического, эколого-экономического и социально-экономического эффектов, отнесенная к суммарным затратам на реализацию проекта.

Производственно-экономический эффект определяется доходом от реализации мидий, выращенных на искусственных носителях. В случае содержания загрязняющих веществ в мидиях выше максимально допустимого уровня для пищевых целей производственно-экономический эффект может быть получен за счет реализации мидий для переработки их в кормовую муку, т. е. использования в кормовых целях. При стоимости мидии для кормовых целей 5 руб./кг эффект составляет 450 тыс. руб.

Эколого-экономический эффект определяется прямым экологическим эффектом, рассчитываемым как предотвращенный ущерб водному объекту, вызванный аварийным поступлением нефтепродуктов, и предотвращенный ущерб запасам животных на территории воздействия, а также специфическим эмерджентным экологическим эффектом, связанным с повышением самоочистительной функции водоема за счет развития на искусственных субстратах дополнительного биоценоза.

Предотвращенный ущерб водному объекту от аварийного загрязнения нефтепродуктами рассчитываем как снижение содержания нефтепродуктов на 2 ПДК, т. е. на концентрацию 0,1 мг/дм<sup>3</sup>, и потенциальной фильтрационной активности 17,2 км<sup>3</sup> за сезон, что составит в натуральном выражении 1,72 тыс. т нефтепродуктов за сезон и соответствует в денежном эквиваленте – 6263,267 млн. руб.

Приращение ресурса мидий в водоеме основывается на том, что мидии, выращиваемые на искусственных носителях, дважды за год дают потомство, которое расселяется на естественных субстратах водоема. Потомство 50 экз. мидий за год – 250 млн. экз. молоди. Коэффициент промыслового возврата 0,01 %. Экологический эффект, определяемый как приращение биоресурсов мидий, составляет 268000 млн. руб.

Оценка специфического эмерджентного экологического эффекта основана на оценке экосистемных (в частности, средозащитных) функций биоресурсов. Повышение самоочистительной функции водоема за счет развития на искусственных субстратах биоценоза, дополнительно утилизирующего в среднем 9 т нефтепродуктов, выражается в 47,597 млн. руб.

Общий эколого-экономический эффект мероприятия определяется суммированием экологических прямого и эмерджентного эффектов предотвращения ущерба от загрязнения водных ресурсов и приращения биоресурса, что составляет 274310,864 млн. руб.

Общая эффективность проекта рассчитывается как сумма производственно-экономического, эколого-экономического и социально-экономического эффектов,

отнесенная к суммарным затратам на реализацию проекта, и в данном случае определена в 81883,97 руб. эффекта/руб. затрат.

Как мы видим, эколого-экономическая эффективность данного проекта очень высокая и определяется в основном экономической оценкой приращения биоресурсов мидий. Но даже без учета этой составляющей эколого-экономического эффекта, только за счет предотвращенного ущерба от загрязнения водной среды эффективность данного проекта все равно высока – 1883,84 руб. эффекта/руб. затрат.

В то же время в результате реализации данного проекта, помимо рассмотренных выше эффектов реализации проекта, могут проявиться еще ряд эколого- и социально-экономических эффектов, дать стоимостную оценку которым в настоящее время затруднительно.

Рассмотрим эти потенциальные эффекты.

1. Эколого-экономический эффект предотвращенного ущерба водным биоресурсам от загрязнения водоема нефтепродуктами. Для расчета предотвращенного ущерба водным биоресурсам необходима количественная оценка воздействия существующего загрязнения водоема нефтепродуктами на каждый вид промысловых водных организмов.

2. Косвенный или мультипликативный экологический эффект (дополнительная выгода) данного природоохранного мероприятия может заключаться в повышении стоимости природных объектов, недвижимости, восстановлении (полном или частичном) экосистемных услуг (природоохранных и рекреационных функций). В настоящее время этот эффект не может быть рассчитан в связи с отсутствием экономической оценки природного капитала (природных ресурсов) и экосистемных услуг.

В отличие от оценки в натуральных показателях денежная оценка природных ресурсов обладает большей гибкостью и универсальностью. Она позволяет в обобщенном виде оценивать объемы природных ресурсов, улавливать различия в их качественных характеристиках и, когда это необходимо, сопоставлять и суммировать ресурсы различных видов. Экономическая оценка природных ресурсов дает возможность учесть всевозможные потери, связанные с их широким использованием, и оценить в денежном выражении как экологические последствия воздействия производства на окружающую среду, так и эффективность природоохранных мероприятий. Денежная оценка услуг экосистем в условиях рыночной экономики позволяет создать надежные механизмы защиты окружающей природной среды и принимать экологически выверенные управленческие решения.

3. Социально-экономический эффект мероприятия, выражаемый в повышении рекреационного потенциала, может быть определен методом прямой нерыночной (субъективной) оценки на основе готовности платить. Этот метод предназначен для оценки населением ценности окружающей их природной среды и экологических благ, которыми оно пользуется.

Метод применим при оценке эффективности природоохранных мероприятий, направленных на сохранение эстетической ценности природных и антропогенных ландшафтов, памятников природы, заповедных зон и других охраняемых территорий, создание благоприятных условий для роста творческого потенциала личности и развития культуры, совершенствования нравственного сознания человека. Метод применяется также при оценке готовности населения платить за уменьшение потенциального экологического риска для здоровья.

В основе метода лежит установление размера платы, которую население, проживающее в определенной местности, согласно платить с целью использования какого-либо природного ресурса (например воды). Оценка производится путем проведения опроса жителей данной местности, на основе которого определяется примерное число людей, пользующихся ресурсами, и средний размер платы, которую опрошиваемые готовы истратить на сохранение использования данного ресурса. Суммарный размер платы населения дает оценку общей ценности, выраженную через готовность людей платить.

4. Для оценки социально-экономического эффекта от снижения, предупреждения заболеваемости населения за счет улучшения качества природной среды может проводиться методом контрольных районов. Контрольный «чистый» район должен иметь характеристики, совпадающие с характеристиками того загрязненного района, в котором планируется проведение природоохранного мероприятия. При этом уровень состояния природной среды «чистого района» должен соответствовать уровню загрязненного района, улучшаемому в результате проведения природоохранного мероприятия. Если наблюдаются сравнительные статистически значимые показатели заболеваемости на основе сопоставления данных о здоровье населения, проживающего на загрязненных и «чистых» территориях (районах), то социально-экономический эффект природоохранного мероприятия определяется величиной предотвращенного ущерба, складывающегося из снижения ущерба от заболеваемости (смертности) населения.

Предотвращенный экономический ущерб, причиняемый группам граждан в связи с каждым видом заболевания, представляет собой сумму снижения расходов и потерь по следующим статьям:

- расходы на все виды лечения, в том числе амбулаторное и стационарное;
- расходы на оплату листков нетрудоспособности из средств социального страхования заболевшим или лицам, отвлеченным от производственной деятельности по уходу за больными членами семьи;
- расходы на пенсионное обеспечение в случаях назначения пенсии по болезни;
- потеря доли налоговых поступлений в территориальные бюджеты и отчислений во внебюджетные фонды из-за временной или стойкой нетрудоспособности работающих.

К сожалению, применяемые в практике оценки эффективности природоохранных мероприятий методы не учитывают многие важные эффекты, что приводит к недооценке экологического фактора при принятии управленческих решений. Большинство имеющихся представлений являются «суженными», они обычно рассматривают борьбу с загрязнением окружающей среды как следствием экономического развития. Представляется, что данный подход является ни экологически, ни экономически эффективным. Стремление «охранять природу внутри природы» далеко не всегда дает нужный результат. С учетом современных экономических реалий данный подход не способен предотвратить дальнейшую экологическую деградацию, он может также привести к неэффективному использованию средств, неправильному распределению инвестиций. Лица, принимающие решения, должны иметь инструментарий, позволяющий наиболее полно и объективно оценить эффекты деятельности в области защиты окружающей среды, и что самое главное, в стоимостной форме определить реальные выгоды и затраты от реализации природоохранных проектов, наиболее существенным результатом которых является поддержание экосистемного гомеостаза.

## К ВОПРОСУ О МЕХАНИЗМАХ ФОРМИРОВАНИЯ УРОЖАЯ И ПОВЫШЕНИЮ ПРОДУКТИВНОСТИ МИДИЙ НА КОЛЛЕКТОРАХ

А. П. Золотницкий  
ЮГНИРО

Одной из наиболее важных проблем марикультуры мидии является получение максимального урожая с единицы водного зеркала при минимальных затратах на сам технологический процесс [1, 2, 5, 8]. Несмотря на то, что к настоящему времени опубликовано множество отечественных и зарубежных работ, посвященных вопросам выращивания мидий [1-3, 5-7 и др.], данному вопросу до сих пор уделено недостаточно внимания. В значительной степени это объясняется тем, что его решение связано с множеством разнообразных направлений – генетико-селекционных, физиолого-биохимических, технологических, инженерных и многих других.

В задачу работы входило изучение закономерностей формирования урожая мидии и оценка возможных резервов повышения объемов их выращивания.

Материалом для исследования служили популяции черноморской мидии (*Mytilus galloprovincialis* Lamarck), выращиваемые в Керченском проливе, озере Донузлав, Тендровском заливе (северо-западная часть Черного моря) и у южного побережья Крыма.

При выращивании мидии использовали 4 типа рассмотренных ранее [4] коллекторов-субстратов, отличающихся между собой геометрической формой и площадью субстрата. Для количественной характеристики каждого типа искусственного субстрата нами введен безразмерный показатель – коэффициент относительной площади ( $\omega$ ), равный отношению площади поверхности данного типа субстрата на 1 погонном метре (пм) ( $S$ ) к стандартной площади –  $S_0$ , равной  $1 \text{ м}^2$  ( $\omega = S/S_0$ ). Соответственно значение  $\omega$  на коллекторе 1-го типа составляло 0,09, 2-го – 0,21, 3-го – 0,34 и 4-го – 0,55.

Мидий очищали от обрастателей, взвешивали и с каждой выборки брали пробы, обычно 100-200 экз. Затем их распределяли по размерным группам, с интервалом 5 или 10 мм, после чего составляли вариационные ряды. Численность и биомассу мидий каждой размерной группы пересчитывали на 1 погонный метр (пм). На основе полученных данных вычисляли биомассу каждого вида и ее суммарную величину на 1 м или  $1 \text{ м}^2$ . Математическую обработку полученных данных осуществляли с помощью компьютерной статистической программы «Microcal Origin-6.1» и электронных таблиц «Excel».

Анализ имеющихся материалов показал, что в пределах одного цикла культивирования в разных районах имеют место значительные колебания биомассы моллюсков. Однако на коллекторе одного и того же типа обычно через 6-7 месяцев биомасса мидий стабилизируется на определенном уровне и впоследствии колеблется возле него (рис. 1), т. е. находится в состоянии динамического равновесия (квазиравновесное или стационарное состояние).

На 1-м типе коллектора средняя конечная биомасса мидий («урожай на корню») составила  $2,88 \pm 0,64 \text{ кг/м}$ .

С возрастанием относительной площади субстрата ( $\omega$ ) биомасса урожая устойчиво возрастала. На 2-м типе она составляла  $7,2 \pm 0,82$ , на 3-м –  $9,96 \pm 1,70$ , а на 4-м типе –  $17,3 \text{ кг/м}$ .

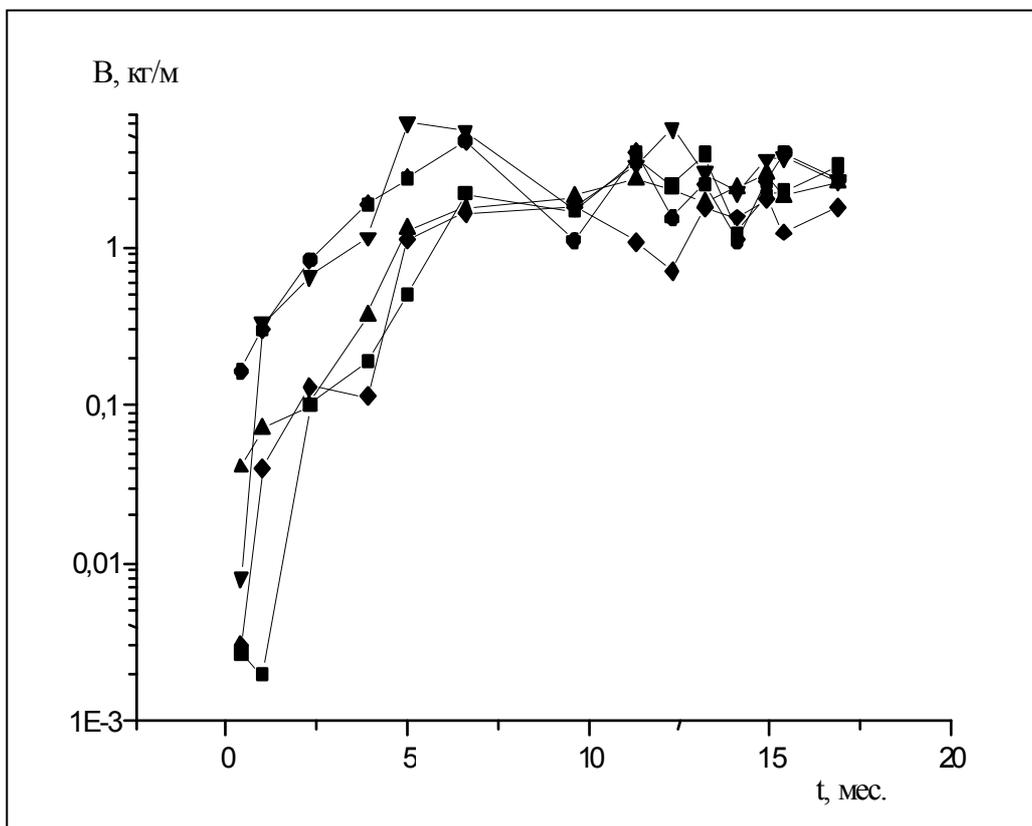


Рисунок 1. Динамика биомассы мидий на коллекторах 1-го типа ( $\omega = 0,09$ ) в процессе выращивания в Керченском проливе

Полученные данные свидетельствуют, что для каждого типа искусственного субстрата существует характерная для него предельная плотность насыщения, обусловленная относительной площадью поверхности коллектора ( $\omega$ ).

Для описания динамики биомассы в зависимости от времени культивирования нами было использовано уравнение Михаэлиса-Ментен, которое применительно к настоящему случаю имеет вид:

$$V_t = V_p \cdot t / (\alpha + t),$$

где  $V_t$  – биомасса моллюсков во время  $t$ ,

$V_p$  – потенциальная биомасса моллюсков, характерная для данного типа субстрата,

$\alpha$  – константа, при которой  $V_t = V_p / 2$ .

Для коллектора 1-го типа изменение биомассы в ходе культивирования в численном виде описывается уравнением:

$$V_t = 4,7 \cdot t / (9,6 + t). \quad (1)$$

Для 2-го типа субстрата  $V_p$  и  $t$  были равны 9,8 и 8,9, для 3-го – 14,2 и 6,1, а для 4-го типа 26,1 и 4,8 соответственно. Значения коэффициентов  $V_p$  можно рассматривать как потенциальный урожай моллюсков на данных типах коллекторов.

На рис. 2 представлены зависимости величин реального ( $V_r$ , 1) и потенциального ( $V_p$ , 2) урожая мидии от относительной площади субстрата ( $\omega$ ). Сопоставление реального ( $V_r$ ) и потенциального ( $V_p$ ) урожая моллюсков на разных типах коллекторов показало, что  $V_p$  превышает  $V_r$  в 1,36-1,62 (в среднем в 1,5) раза. Эту величину можно рассматривать в качестве своеобразной «точки отсчета», т. е. как возможной

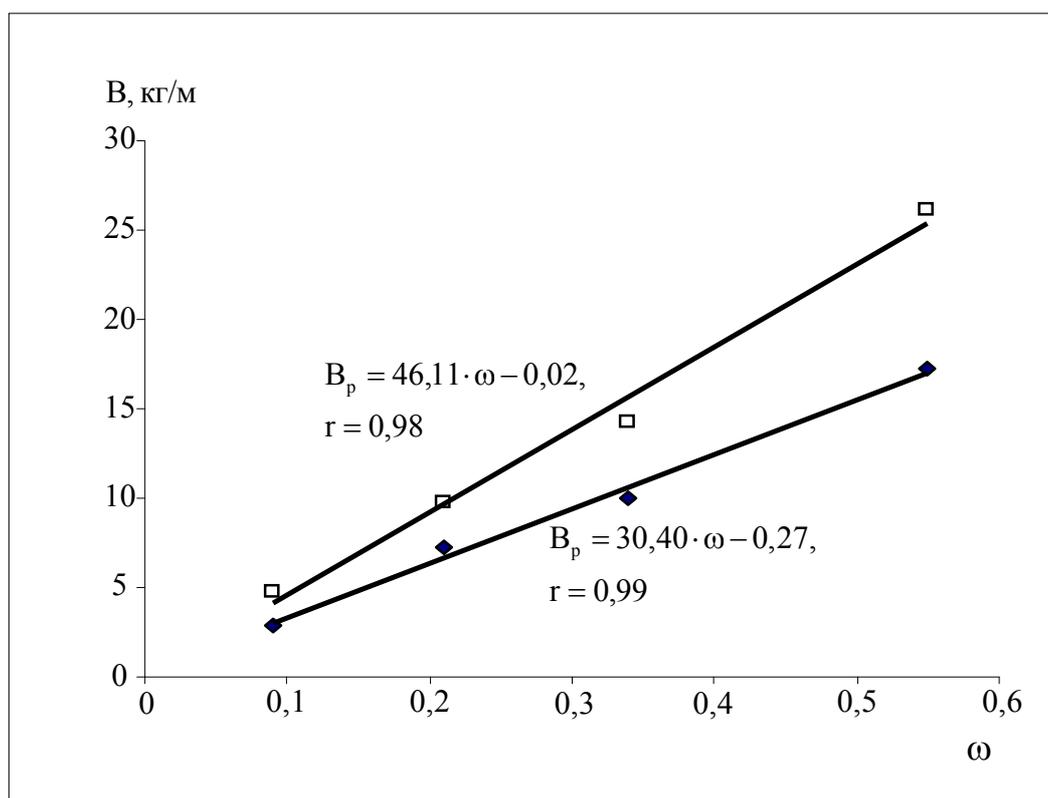


Рисунок 2. Зависимость реального (1) и потенциального (2) урожая мидий от относительной площади субстрата (ω)

величины урожая моллюсков при выращивании на указанных типах коллекторов в течение 1,5-годового цикла выращивания.

В связи с полученными данными представляло интерес выявить причины, обуславливающие столь существенную разницу в величине потенциального и реального урожая моллюсков.

Анализ всего массива имеющихся материалов показал, что величина  $V_p$  определяется не только биомассой завершающих периодов выращивания, но и в значительной степени биомассой, сформированной на более ранних этапах культивирования. Было обнаружено, что на всех типах коллекторов наибольшие значения биомассы моллюсков в условиях 1,5-годового цикла культивирования были приурочены к весеннему времени – большей частью к апрелю (на 80 %), и меньшей (20 %) – к маю, причем в разные годы выращивания.

В связи с этим большие значения биомассы мидий и приводят к возрастанию асимптотической величины ( $V_p$ ).

Для оценки величины максимально возможного урожая мидий в весенний период с каждого типа коллектора (кроме 4-го) были взяты 3 наибольших значения биомассы. Зависимость максимальных значений биомассы ( $V_{max}$ ) от относительной площади коллектора можно описать обычным линейным уравнением (рис. 3):

$$V_{max} = (63,98 \pm 5,3) \cdot \omega - (1,96 \pm 0,94), \quad r = 0,91. \quad (2)$$

Из уравнения (2) видно, что предельная биомасса на 1 м<sup>2</sup> коллектора может достигать свыше 60 кг/м<sup>2</sup>, т. е. в 2 раза больше, чем величина реального урожая, причем эти данные являются не расчетными, а полученными в результате культивирования моллюсков.

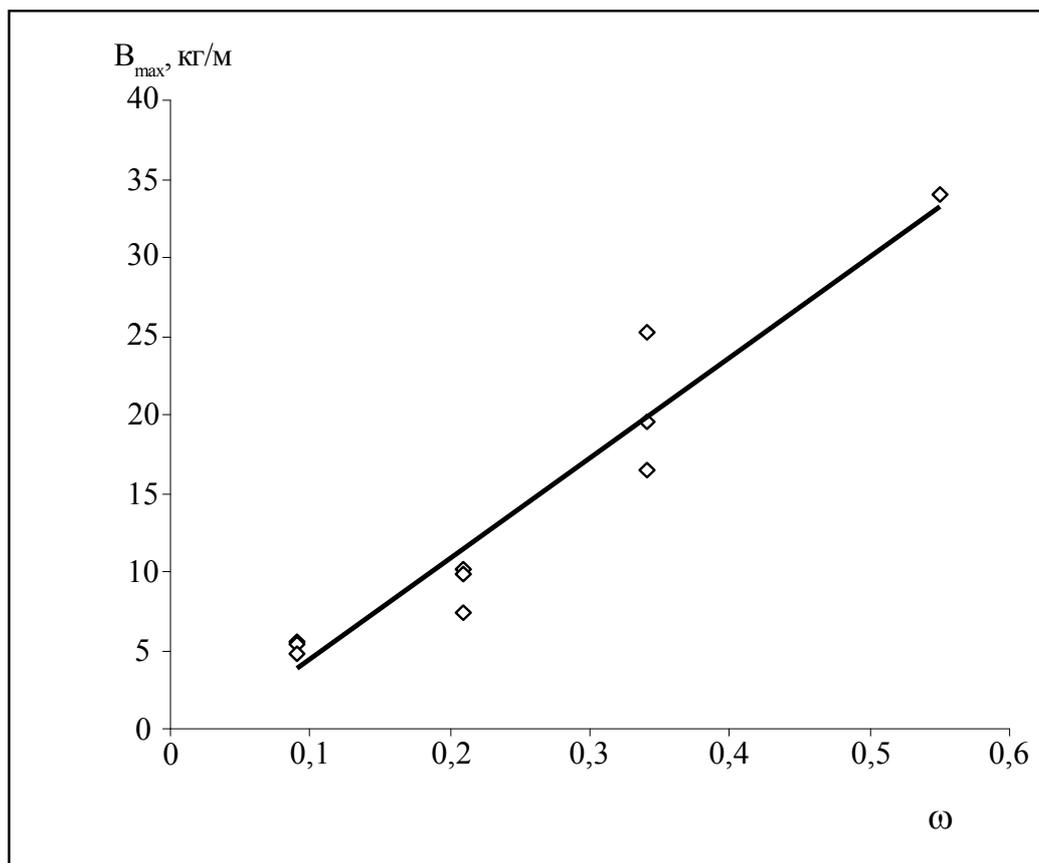


Рисунок 3. Зависимость максимальной биомассы мидии ( $B_{max}$ , кг/м) в зависимости от относительной площади субстрата ( $\omega$ )

Из имеющихся данных вытекают весьма важные следствия – для повышения сбора урожая основное время съема моллюсков с коллекторов целесообразно проводить весной, в конце 1-го года выращивания (в апреле-мае), а оставшуюся часть урожая снимать осенью. Это позволит примерно в 1,5 раза увеличить урожай мидий, выращиваемых на коллекторах.

Очевидно, что средний размер основной массы моллюсков в конце 1-го года жизни еще не будет достигать товарного размера 50 мм. Вместе с тем необходимо иметь в виду, что в условиях крупномасштабного выращивания лишь сравнительно небольшая часть урожая мидий (размером более 50 мм) идет на кулинарные цели. Большая его доля направляется на производство консервированной продукции, используется на изготовление медицинских препаратов или на корм с/х животных.

Для этих целей нет необходимости выращивать всю мидию до товарных размеров. Даже сравнительно небольшой удельный вес (15-20 %) особей промыслового размера (50 мм и выше), получаемый в конце 1-го года культивирования (при условии получения в 1,5 раза большей продукции, чем при 2-летнем цикле выращивания), будет вполне достаточен для использования урожая мидий на разнообразные цели.

В зависимости от предполагаемых объемов направления сырья на кулинарные цели определенную часть коллекторов можно оставить для подращивания мидий до товарных размеров (50 мм и более). Такой режим съема урожая будет иметь несомненный экономический эффект, поскольку почти на 0,5 года сокращается пе-

риод эксплуатации мидийной фермы и, соответственно, связанные с этим финансовые затраты (ремонт и обслуживание коллекторов мидийной бригадой, эксплуатация плавсредств и др.).

### Литература

1. **Бардач Дж., Риттер Дж., Макларни У.** Аквакультура. – М.: Пищевая промышленность, 1978. – 291 с.
2. Биология культивируемых мидий / Авт. Иванов В. Н., Холодов В. И., Сеничева М. И., Пиркова А. В., Булатов К. В. – Киев: Наукова думка, 1989. – 97 с.
3. **Вижевский В. И.** Биологические основы промышленного культивирования мидии (*Mytilus galloprovincialis* Lam.) в различных районах Черного моря. – Диссертация канд. биол. наук. – Керчь, 1990. – 174 с.
4. **Золотницкий А. П.** Экологические закономерности формирования урожая мидии при культивировании в Черном море // Ученые записки Таврического Национального университета. – Симферополь, 2001. – Т. 14 (53). – С. 73-85.
5. **Кулаковский Э. Е.** Биологические основы марикультуры мидий в Белом море. – Зоол. ин-т РАН. – 2000. – 167 с.
6. **Супрунович А. В., Макаров Ю. Н.** Культивируемые беспозвоночные. – Киев: Наукова думка, 1990. – 264 с.
7. **Andrew B.** Fishery and culture of mussel an oysters in Spain // Proceedings of the symposium a Mollusca. – Aquat. Living-Resour. – Ressour. Vivantes-Aquat. – 1996. – V. 9. – No 1. – P. 65-73.
8. **Lutz R. A.** Mussel Culture and Harvest: a North American Perspective. – Amsterdam e a Elsevier, 1980. – IV. – 350 p.

## НЕКОТОРЫЕ ДАННЫЕ ПО АЛЛОМЕТРИИ ЧЕРНОМОРСКОЙ УСТРИЦЫ (*OSTREA EDULIS* L.) ЛИМАНА ДОНУЗЛАВ

Н. А. Сытник  
ЮГНИРО

Плоская устрица (*Ostrea edulis* L.) является одним из наиболее ценных представителей малакофауны Черного моря [3, 5, 10]. Во второй половине прошлого века произошло резкое сокращение численности и ареала этого вида [6, 9], что обусловило необходимость проведения работ по его искусственному воспроизводству [3, 8, 11].

В настоящее время возможность культивирования данного вида устриц в первую очередь определяется эффективными методами массового получения посадочного материала (спата) моллюсков [8, 11]. Вместе с тем, для разработки биотехнологии его выращивания большое значение имеют не только ранние, но и более поздние стадии жизненного цикла, поскольку они определяют продукционный потенциал популяций, полученных в искусственных условиях.

Известно, что скорость роста массы является наиболее важным индикатором продукционного потенциала популяций гидробионтов и основным целевым параметром в марикультуре [1, 2, 7, 13]. Для анализа закономерностей роста и продукции того или иного вида большое значение имеет исследование особенностей относительного (аллометрического) роста различных частей тела [1, 5, 7, 8]. Данные по этому вопросу для черноморской устрицы весьма ограничены [4, 5, 7].

В задачу работы входило изучение относительного роста отдельных частей тела черноморской (плоской) устрицы, обитающей в лимане Донузлав, являющегося перспективным районом для проведения работ по марикультуре, в т. ч. и устриц [3, 12].

### Материал и методика

Работу проводили в лимане (озере) Донузлав в 2001-2003 гг. Моллюсков, взятых из обрастаний естественных (камней) и искусственных (коллекторов) субстратов, подвергали полному биологическому анализу. Измеряли длину (L), высоту (H), толщину (ширину или выпуклость) (D) раковины. Одновременно с этим определяли общую массу моллюска (W), массу раковины (W<sub>r</sub>) и мягких тканей тела (W<sub>m</sub>). Массу мантийной (межстворчатой) жидкости (W<sub>g</sub>) определяли по разнице между общей массой устрицы и массой раковины и мяса.

Длина вариационных рядов варьировала в пределах 7-82 мм, индивидуальная масса – 0,13-69 г. Связь между различными частями тела устрицы аппроксимировали степенной функцией:

$$Y = a \cdot X^b,$$

где  $a$  – коэффициент пропорциональности при  $X = 1$ ,  
 $b$  – коэффициент регрессии (тангенс угла наклона при выражении этого уравнения в двойной логарифмической системе координат).

Анализ сопряженных изменений длины и высоты раковин, взятых у разноразмерных устриц, показал (рис. 1, кривая 1), что связь между этими показателями хорошо описывается степенной функцией:

$$L = 1,738 \cdot H^{0,834}, \quad r = 0,95. \quad (1)$$

Из приведенного уравнения (1) и рис. 1 (кривая 1) видно, что рост раковины в длину отставал от роста устриц в высоту, поскольку коэффициент регрессии в нем заметно меньше единицы – 0,834. Эти данные подтверждают ранее полученные материалы [5, 7], что высота является более информативным показателем, чем длина устриц, в связи с чем в дальнейшем анализе данных мы использовали высоту моллюсков.

Кроме того, представляло интерес сопоставить полученные данные с материалами, собранными в других районах моря. Достаточно детальный анализ аллометрии устриц приведен лишь работах Т. Ф. Кракатицы [5] и Т. Ф. Кракатицы и А. Г. Патлай [7] для заливов северо-западной части Черного моря, поэтому полученные нами данные мы будем сопоставлять с их материалами.

Анализ показал, что в лимане Донузлав рост раковины в высоту происходит интенсивнее, чем у устриц северо-запада. В частности, в Егорлыцком заливе у устриц с близкой длиной и пределами размерного ряда коэффициент регрессии в аналогичном уравнении составлял 0,910, в Каркинитском – 0,971 и практически такой же в Джарылгачском заливе – 0,977 [5, 7].

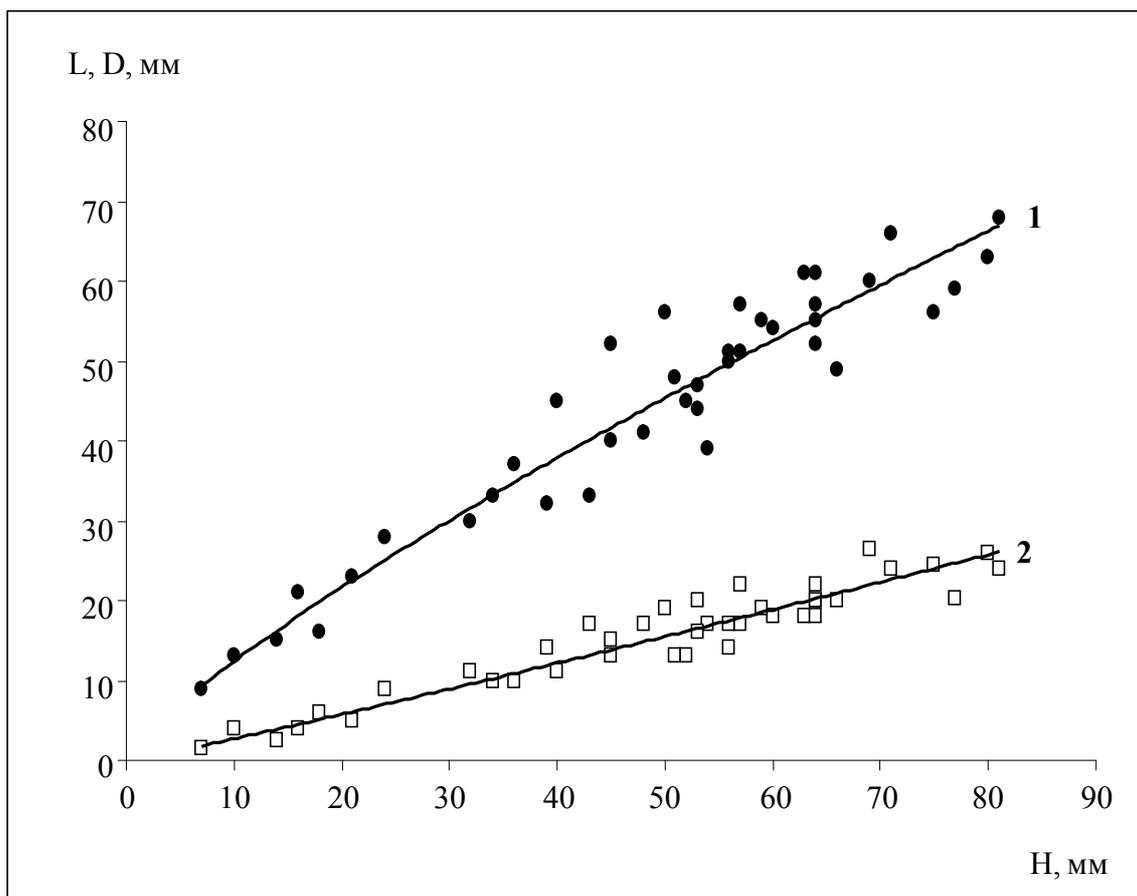


Рисунок 1. Зависимость длины (L) и толщины (D) от высоты (H) раковины у черноморской устрицы из лимана Донузлав

Связь высоты с толщиной (шириной) раковины у устриц лимана Донузлав была заметно иной (рис. 1, кривая 2) и выражалась следующим уравнением:

$$D = 0,224 \cdot H^{1,086}, \quad r = 0,93, \quad (2)$$

из которого видно, что рост раковины устриц в ширину заметно опережал ее рост в высоту.

Сопоставление наших данных с материалами, полученными на устрицах из заливов северо-западной части Черного моря, показало, что коэффициент регрессии в уравнении (2) в этих районах был заметно выше и варьировал в пределах 1,158-1,225 [5, 7]. Характерно, что коэффициент пропорциональности в уравнении для моллюсков из заливов был существенно ниже (0,108-0,150), чем в лимане Донузлав.

Таким образом, независимо от района в процессе онтогенеза рост устриц в высоту проходил интенсивнее, чем в длину, при параллельном возрастании ширины раковины. В то же время, по сравнению с моллюсками заливов северо-западной части Черного моря, в лимане Донузлав рост устриц в высоту происходил более интенсивно, чем в высоту, но сопровождался меньшей интенсивностью роста в толщину. Вероятно это обусловлено разными экологическими условиями районов (температурой, соленостью, трофической базой).

Параллельно с размерными характеристиками нами были изучены размерно-массовые соотношения устриц. Статистический анализ показал, что, как и других видов моллюсков, связь высоты с массой у устриц описывалась уравнением параболы (рис. 2):

$$W = 6,9 \cdot 10^{-4} \cdot H^{2,62}, \quad r = 0,98. \quad (3)$$

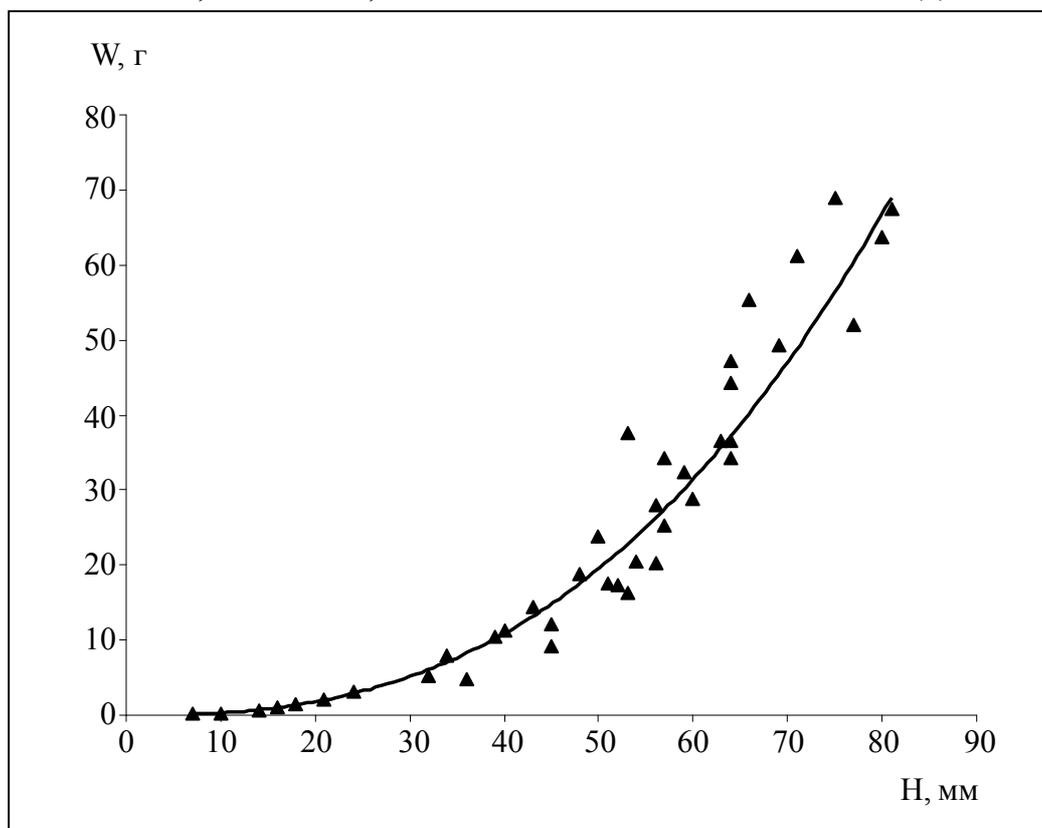


Рисунок 2. Зависимость высоты (H) от общей массы (W) в процессе роста черноморской устрицы из лимана Донузлав

Из уравнения (3) и рис. 2 видно, что имеет место отчетливо выраженная отрицательная аллометрия – с возрастом рост индивидуальной массы моллюсков все больше отстает от роста в высоту. Весьма близкий характер этой зависимости у черноморских устриц наблюдался в заливах северо-западной части Черного моря – тангенс угла наклона в них варьировал в пределах 2,554-2,739 [5].

Для изучения продукционных процессов и анализа потоков вещества и энергии в популяциях гидробионтов большой интерес представляют данные по изменению массы раковины и удельному весу мягких тканей (соматической и генеративной).

Анализ показал, что зависимость массы раковины от массы всего моллюска описывается уравнением степенной функции (рис. 3, кривая 1):

$$W_r = 0,652 \cdot W^{1,022}, \quad r = 0,98. \quad (4)$$

В работах [5, 7] показаны более высокие значения коэффициента регрессии – 1,074. Это указывает на то, что относительная скорость роста массы раковины устриц из лимана Донузлав несколько ниже, чем в заливах северо-западной части Черного моря. Поскольку коэффициент регрессии незначительно отличается от единицы, зависимость между этими показателями можно выразить более простым линейным уравнением:

$$W_r = 0,749 \cdot W - 0,806, \quad r = 0,98. \quad (5)$$

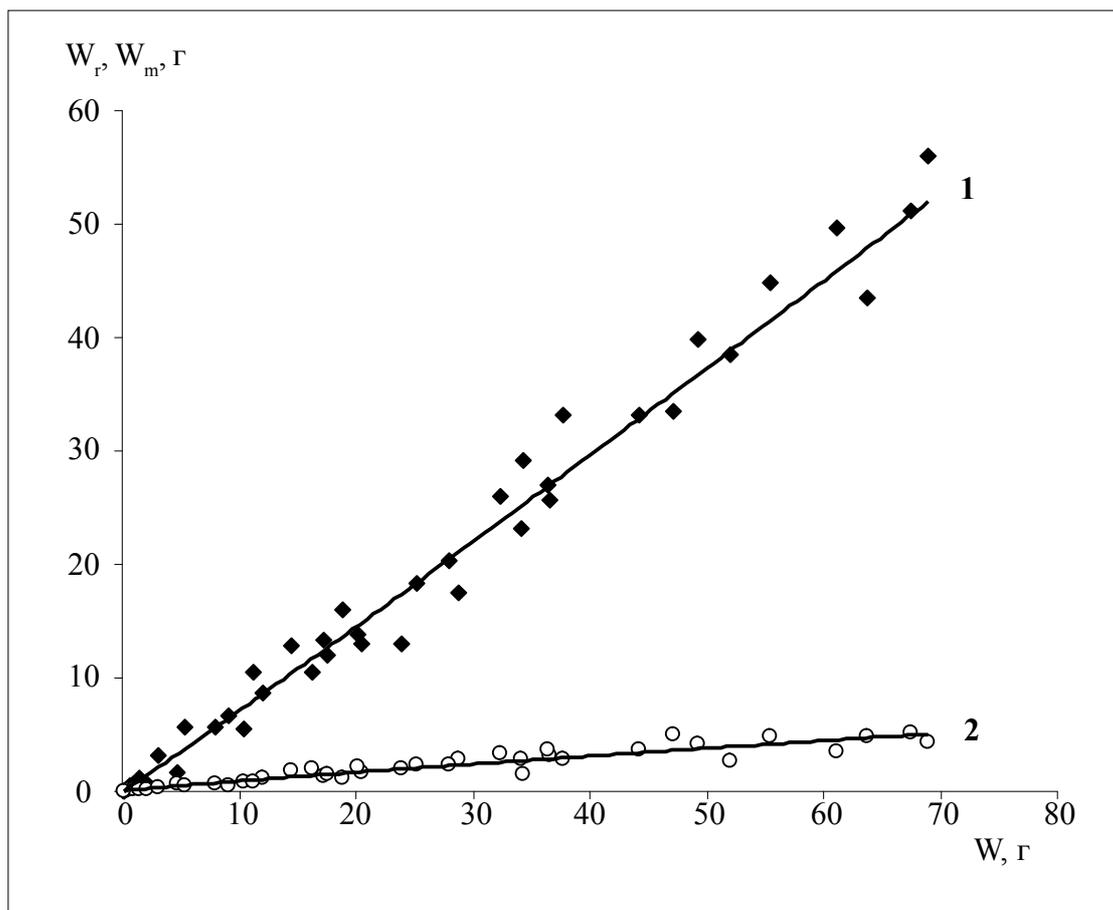


Рисунок 3. Зависимости массы раковины (1) и мягких тканей (2) от общей массы черноморской устрицы из лимана Донузлав

В то же время удельный вес мягких тканей относительно массы целого моллюска по мере увеличения размеров устриц имеет отчетливую тенденцию к снижению (рис. 3, кривая 2). В частности, связь между этими показателями выражалась уравнением:

$$W_m = 0,116 \cdot W^{0,926}, \quad r = 0,97. \quad (6)$$

Сопоставление данных с материалами Т. Ф. Кракатицы [5, 7] показывает, что в лимане Донузлав скорость снижения массы мяса практически такая же, как и в заливах северо-западной части Черного моря, где коэффициент регрессии в аналогичном уравнении составлял 0,915-0,977.

Таким образом, в результате проведенной работы получены новые данные по относительному росту разных частей тела черноморской устрицы. Обнаружено, что в лимане Донузлав рост устриц в высоту происходит более интенсивно, а в ширину с меньшей скоростью, чем у моллюсков из Егорлыцкого, Джарылгачского и Каркинитского заливов северо-западной части Черного моря. Скорость роста массы раковины у устриц лимана Донузлав несколько ниже, чем моллюсков из указанных заливов, а изменение массы мягких тканей имеет сходную тенденцию.

Предполагается, что выявленные различия в относительном росте различных частей тела устриц в изученных районах могут быть обусловлены разными экологическими условиями этих акваторий.

### *Литература*

1. **Алимов А. Ф.** Введение в продукционную гидробиологию. – Л.: Наука, 1989. – 178 с.
2. **Зайка В. Е.** Сравнительная продуктивность гидробионтов. – Киев: Наукова думка, 1983. – 206 с.
3. **Золотницкий А. П.** Современное состояние, проблемы и перспективы развития конхиокультуры в Украине // Рыбное хозяйство Украины. – 1998. – Анонсный выпуск. – С. 15-18.
4. **Кракатица Т. Ф.** Рост черноморских устриц *Ostrea taurica* Krynicky в садках опытного устричного хозяйства // Труды АзчерНИРО, 1968. – Вып. 27. – С. 112-120.
5. **Кракатица Т. Ф.** Биология черноморской устрицы в связи с вопросами ее воспроизводства // Биологические основы морской аквакультуры. – 1976. – Вып. 2. – 79 с.
6. **Кракатица Т. Ф.** Сокращение ареала и уменьшение численности устриц в Егорлыцком заливе // Моллюски. Основные результаты их изучения. – Л.: Наука, 1979. – С. 112-114.

## МНОГОЛЕТНЯЯ ДИНАМИКА ЧИСЛЕННОСТИ ЛИЧИНОК *MYTILUS GALLOPROVINCIALIS* LAM. У ЮГО-ЗАПАДНЫХ БЕРЕГОВ КРЫМА

И. И. Казанкова  
ИнБИОМ НАНУ

С середины прошлого столетия численность популяции двустворчатого моллюска *Mytilus galloprovincialis* Lamarck, 1819 в ряде районов Черного моря неуклонно уменьшается [5, 7]. Для исследования пополняемости поселений мидии молодью и прогнозирования дальнейших изменений численности моллюска важно определить состояние планктонной части его популяции.

Целью работы было изучить и обобщить данные по межсезонной, межгодовой и многолетней динамике численности личинок *M. galloprovincialis* в прибрежных водах Юго-Западного Крыма, а также сравнить полученные результаты с имеющимися в литературе.

### Материал и методы

Исследования проводили в шельфовой зоне Юго-Западного Крыма в течение двух периодов: в 1984-1992 гг. в б. Ласпи и в 2000-2005 гг. в районе Севастопольского взморья (далее СВ) (рис. 1).

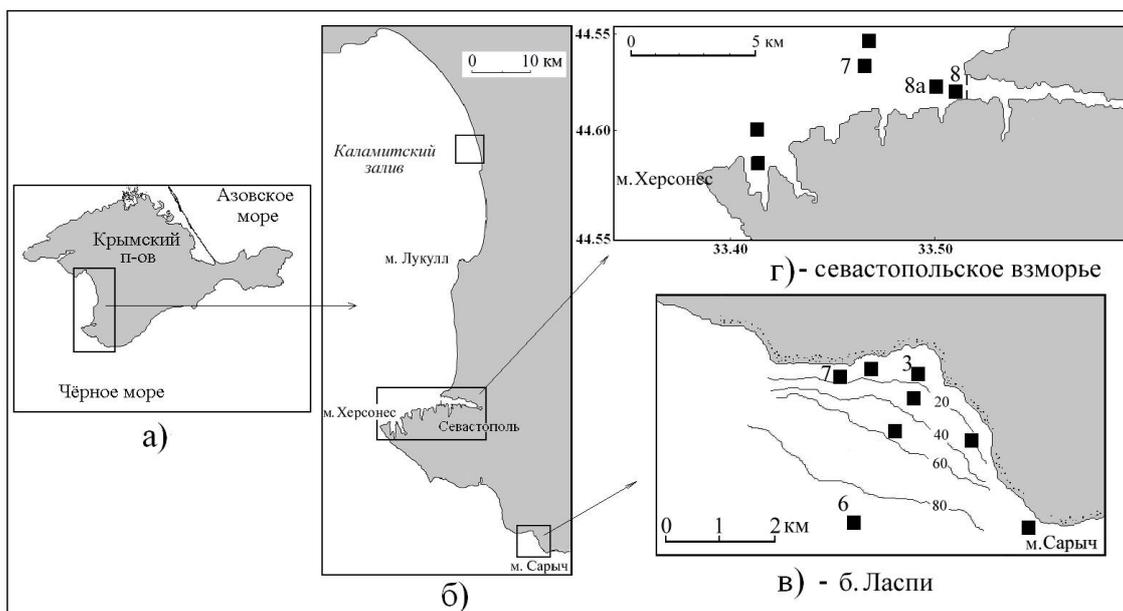


Рисунок 1. Районы исследований и схемы расположения станций

Планктонные пробы отбирали с периодичностью 1-7 раз в месяц по станциям, обозначенным на схемах (рис. 1, в, г). В б. Ласпи чаще всего исследования проводили на ст. 3, 7 (глубина 10-20 м) и 6 (глубина 80 м), в районе СВ – 8, 8 а (глубина 15-20 м) и 7 (глубина 40 м). Материал собирали планктонной сетью Джели с диаметром входного отверстия 36 см и со стороны ячеи сита 80, 100 и 112 мкм по слоям 0-10 и 10-20 (25) м. Учитывали личинок, длина которых превышала 175 мкм, выделяли 2 группы особей – великонхи «без глазка» (до 240 мкм) и великонхи «с глазка»

ком» (более 240 мкм) (синонимы – личинки на стадии оседания, зрелые личинки). При обработке материала просматривали всю планктонную пробу.

К анализу также были привлечены данные по численности личинок мидии в период с 1989 по 1993 гг. в Каламитском заливе из [6] (рис. 1, б, таблица).

### Объем материала

Район исследования	Период	Кол-во съемок	Кол-во проб		Сторона ячеи газа, мкм
			0-10 м	10-20 (25) м	
б. Ласпи	март 1984-окт. 1985 г.	32	46	2	80
	дек. 1987-дек.1988 г.	42	108	12	112
	янв.-дек. 1989 г.*	25	63	31	«-»
	янв.-дек.1990 г.*	34	87	33	«-»
	янв.-дек.1991 г.*	38	48	3	«-»
	янв.-май 1992 г.*	16	16	0	«-»
СВ	март-дек. 2000 г.	14	18	4	100
	янв.-дек. 2001 г.	29	47	7	«-»
	янв.-дек. 2002 г.	31	61	13	«-»
	янв.-дек. 2003 г.	28	60	14	«-»
	янв.-дек. 2004 г.	25	45	5	«-»
	янв.-дек. 2005 г.	22	42	7	«-»
Каламитский залив** слой 0 – 20 м	март-дек.1989 г.	39	0	0	140
	март-дек. 1990 г.				
	янв.-май 1991 г.				
	апрель-ноябрь 1993 г.				
* – данные получены Я. Н. Артемьевой; ** – по данным из [6].					

При математической обработке полученных результатов вычисляли среднюю концентрацию личинок за каждую съемку, сезон, год и многолетний период. Сред-

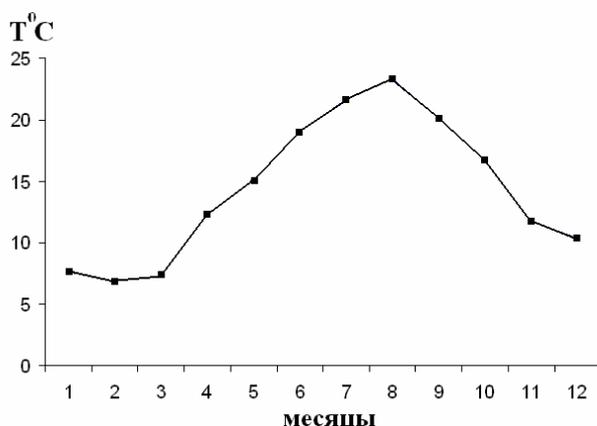


Рисунок 2. Сезонный ход температуры поверхностного слоя воды в прибрежной зоне Севастополя по многолетним данным [1]

негодовую концентрацию личинок определяли как среднюю арифметическую из средних значений концентрации за каждый из четырех сезонов года – январь-март, апрель-июнь, июль-сентябрь, октябрь-декабрь. Данные периоды были выделены с учетом особенностей сезонного хода температуры воды в исследуемом районе (рис. 2). Среднюю многолетнюю рассчитывали также, объединяя значения концентрации, полученные в каждый из сезонов различных лет, в одну совокупность. При расчете статистических величин использовали программу Excel.

## Результаты

**Межгодовые изменения численности личинок мидии в слое 0-10 м.** Из рис. 2 очевидно, что среднегодовая концентрация личинок мидии претерпевает значительные колебания. В 1984-1991 гг. максимальная среднегодовая концентрация личинок мидий наблюдалась в 1989 г., минимальная – в 1991 г., в 2000-2005 гг. максимальная – в 2001 г., минимальная – в 2004 г. (рис. 3, а). Причем в 2000-2005 гг. размах колебаний величины среднегодовой концентрации личинок мидии увеличился в 3,4 раза.

Отмечается также различие динамики среднегодовой концентрации великонх на более ранней и поздней стадии развития. Не всегда увеличение численности великонх «без глазка» сопровождается ростом концентрации зрелых личинок. Так, в б. Ласпи максимальная среднегодовая концентрация личинок мидии на стадии оседания наблюдалась в 1988 г., на стадии великонх «без глазка» – в следующем, 1989 г. (рис. 3, б, в).

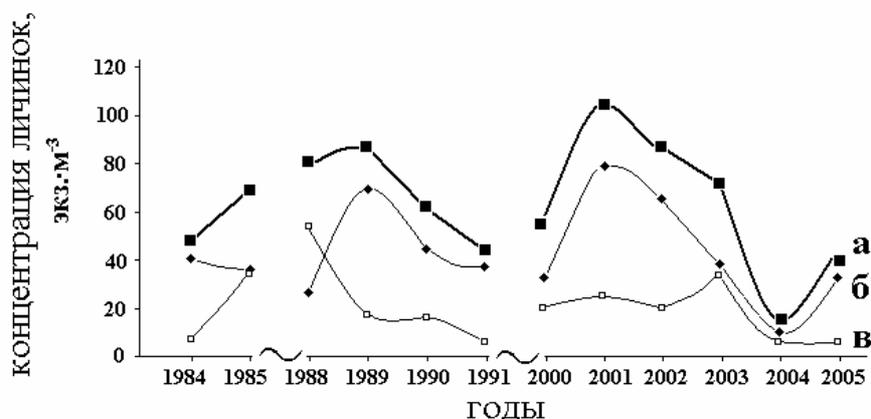


Рисунок 3. Среднегодовая концентрация личинок *M. galloprovincialis* в слое 0-10 м: а – все великонхи, б – великонхи «без глазка», в – великонхи «с глазком»

**Межсезонная динамика численности личинок *Bivalvia* в слое 0-10 м.** Как было отмечено выше, значения среднегодовой концентрации личинок мидии могут различаться в несколько раз, поэтому межсезонную динамику численности личинок за 1984-2005 гг. представили в относительных величинах. Для этого в каждом годовом периоде максимальную среднюю концентрацию личинок за тот или иной сезон принимали за 100 %. Из 12 соотношений среднесезонных концентраций личинок мидии за каждый год получили среднее соотношение за все исследованные годы (рис. 4).

Для весеннего (апрель-июнь) и осеннего (октябрь-декабрь) периодов характерны максимальные среднесезонные значения концентрации личинок мидии. Зимой (январь-март) также вероятно наиболее высокая среднесезонная концентрация личинок, особенно на стадии оседания. Величины доверительных интервалов на графике свидетельствуют о том, что соотношение сезонных концентраций личинок мидии может сильно меняться в зависимости от года. В течение нескольких лет по средней численности личинок преобладал только весенний сезон, в другие годы – осенний или зимний. Иногда средняя концентрация личинок во все сезоны, за исключением лета (июль-сентябрь), была почти одинакова. И только один раз, в 1984 г., для личинок на стадии «с глазком» она была максимальной именно в летний период.

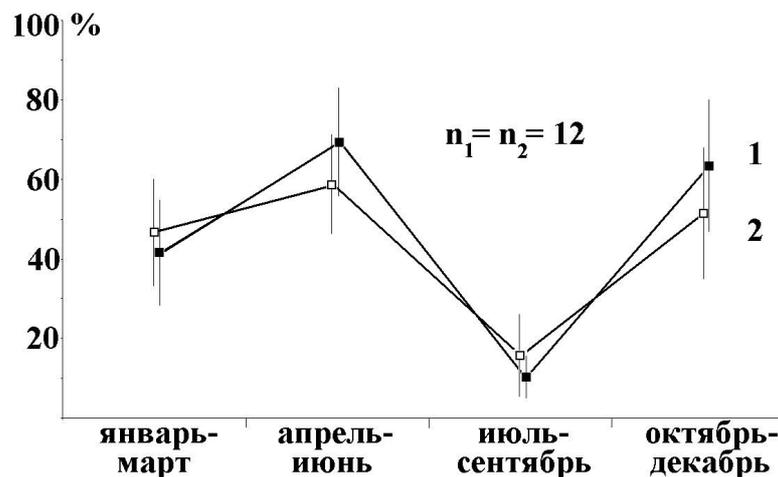


Рисунок 4. Соотношение средних сезонных концентраций личинок мидии на стадии «без глазка» (1) и «с глазком» (2) в слое 0-10 м в 1984-1985 гг., 1988-1991, 2000-2005 гг. Доверительный интервал определен при  $b = 0,2$ ,  $n$  – число соотношений

**Многолетние изменения численности личинок мидии.** Средние многолетние концентрации личинок мидии в б. Ласпи в 1984-1992 гг. и в районе СВ в 2000-2005 гг. оказались близки по своему значению и составили 20-30 экз.·м<sup>-3</sup> для великонх «с глазком» и 50-60 экз.·м<sup>-3</sup> для всех великонх (рис. 5).

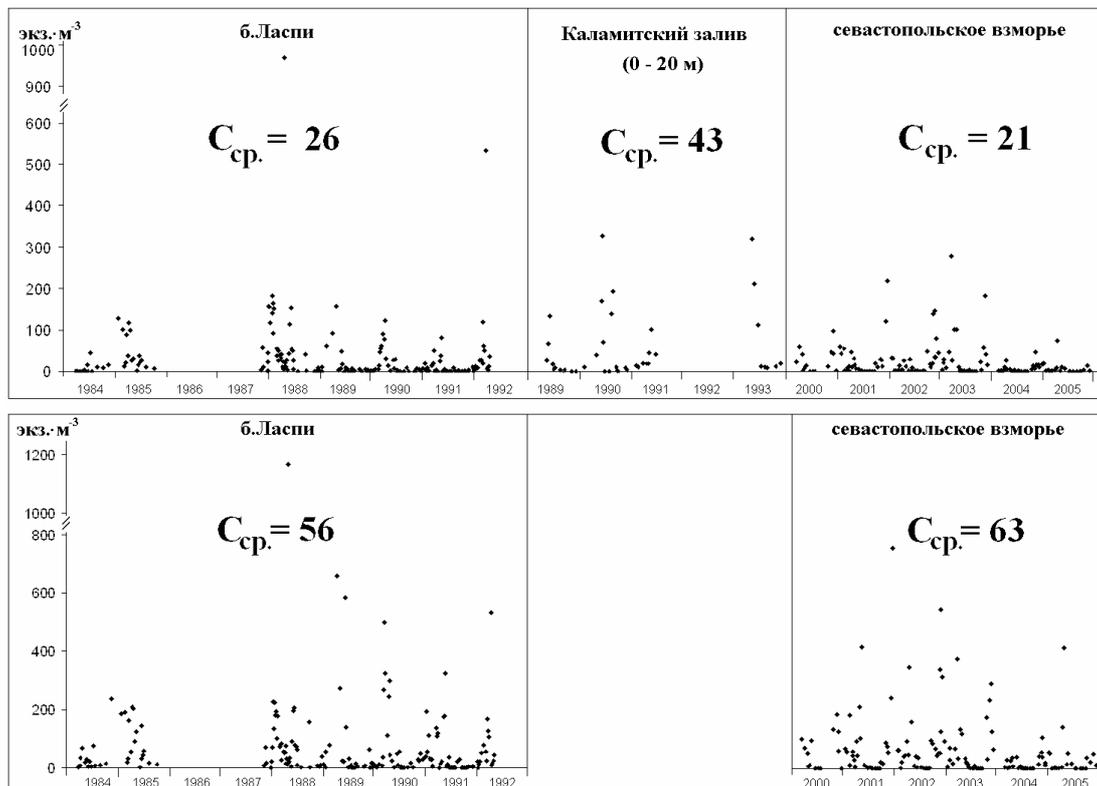


Рисунок 5. Средние многолетние концентрации личинок мидии у юго-западных берегов Крыма ( $C_{ср}$ , экз.·м<sup>3</sup>). Точками показаны средние значения концентраций личинок мидий в слое 0-10 м за каждую съемку. Верхний рисунок – великонхи на стадии «с глазком», нижний – все великонхи

Анализ 90 соотношений концентраций великонх в слое 0-10 и 10-20 (25) м, полученных в период с 1984 по 2005 г., показал, что концентрация личинок мидии в нижнем слое примерно в 3 раза больше, чем в поверхностном.

### Обсуждение

**Межгодовые изменения численности личинок мидии в слое 0-10 м.** Межгодовые колебания численности великонх мидии в прибрежной зоне Юго-Западного Крыма являются иллюстрацией популяционных волн. Эти колебания определяются динамикой репродукционного потенциала популяции мидии, выживаемостью личинок в планктоне и гидродинамическими процессами, обеспечивающими принос личинок на стадии оседания в прибрежную зону или их вынос в открытое море. Если для формирования пула личинок обстоятельства были благоприятны, то наблюдается их повышенная среднегодовая численность. То, что в 1989 и 2001 гг. численность личинок была максимальной, можно объяснить размножением особей генерации 1988 и 2000 гг., когда наблюдалось необычайно интенсивное оседание мидий на субстрат, связанное, скорее всего, с повышенным содержанием в планктоне личинок на стадии оседания. Такое повышение численности личинок зафиксировано только в 1988 г. (см. рис. 3). В 2000 г. количество съемок было существенно меньше, чем в остальные годы (см. таблицу), что не позволило более точно оценить среднюю концентрацию личинок.

**Межсезонная динамика численности личинок *Bivalvia* в слое 0-10 м.** Повышенные среднесезонные концентрации личинок мидии в весенний и осенний период закономерны в связи с массовым нерестом моллюска. Об этом свидетельствует также преобладание по численности великонх на ранней стадии. Исходя из данных, представленных на рис. 4, в долговременном аспекте репродуктивные усилия популяции в эти сезоны были равновелики. Повышенные концентрации великонх на стадии оседания в зимний период и их преобладание над более ранними стадиями свидетельствует о меньшей вероятности массового нереста в этот период и о возможном продолжительном нахождении личинок мидии в планктоне в холодный период после осеннего нереста [2].

**Многолетние изменения численности личинок мидии.** Повышенное значение средней многолетней концентрации личинок в Каламитском заливе, возможно, связано с тем, что личинок подсчитывали в слое 0-20 м. В этом районе в слое 0-10 м, учитывая отмеченное выше соотношение концентраций личинок мидии в слое 0-10 и 10-20 (25) м, средняя многолетняя концентрация великонх мидии на стадии оседания равна примерно 20 экз.·м<sup>3</sup>. Это значение соответствует полученному в б. Ласпи и районе СВ. Более высокую концентрацию личинок на стадии оседания в б. Ласпи, а великонх «без глазка» в районе СВ (см. рис. 5) можно объяснить особенностями гидрологии районов. В районе СВ сгонные процессы слабо выражены [1], поэтому приток зрелых личинок вместе с глубинными водами происходит в меньшей степени, чем в б. Ласпи [2, 3, 4].

### Вывод

Несмотря на значительные колебания величины среднегодовой численности личинок мидии у берегов Юго-Западного Крыма, изменение их средней многолетней концентрации выявить не удалось. Это может свидетельствовать о стабильном состоянии планктонной части популяции мидии в исследуемом районе.

### Благодарности

Выражаю признательность за советы и консультации ст. н. с., к. б. н. В. Н. Иванову, ст. н. с. В. Н. Никольскому, ст. н. с., к. б. н. Н. А. Болтачевой, ст. н. с., к. б. н. А. Д. Губановой и вед. инж. В. К. Шаляпину.

### Литература

1. **Белокопытов Б. Н., Ломакин П. Д., Субботин А. А., Щуров С. В.** Фоновая характеристика и сезонная изменчивость вертикальной стратификации термохалинного поля у побережья Севастополя // Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон и комплексное использование ресурсов шельфа. – Севастополь, 2002. – Вып. 1 (6). – С. 22-38.
2. **Казанкова И. И.** Формирование поселений *Mytilus galloprovincialis* Lam. на искусственных субстратах у южных и юго-западных берегов Крыма / Автореф. дис... канд. биол. наук. – Севастополь, 2006. – 24 с.
3. **Казанкова И. И., Немировский М. С.** Пространственно-временная динамика численности личинок *Bivalvia* в весенний период и ее связь с гидрофизическими особенностями района (внешний рейд Севастополя, Черное море) // Мор. экол. журн. – 2003. – Т. 2. – № 3. – С. 94-101.
4. **Казанкова И. И., Гринцов В. А., Артемьева Я. Н., Шаляпин В. К.** Мониторинг численности личинок мидии в планктоне и интенсивности их оседания в районе экспериментальных мидийных хозяйств // Системы контроля окружающей среды (Средства и мониторинг). – Севастополь: МГИ НАНУ, 2004. – С. 258-262.
5. **Ревков Н. К.** Многолетние изменения зообентоса рыхлых грунтов в районе юго-западного Крыма // Современное состояние биоразнообразия прибрежных вод Крыма (черноморский сектор). – Севастополь, 2003. – С. 222-229.
6. **Ревков Н. К.** Годовая динамика меропланктона (*Bivalvia*, *Gastropoda*) и особенности пула личинок мидии (*Mytilus galloprovincialis*) в Каламитском заливе, Черное море // Гидробиол. журн. – 2000. – Т. 36. – № 1 – С. 46-55.
7. Северо-западная часть Черного моря. Биология и экология. – Киев: Наукова думка, 2006. – 511 с.

## КУЛЬТИВИРОВАНИЕ ЦЕННЫХ ВИДОВ ГИДРОБИОНТОВ – СПОСОБ ПОВЫШЕНИЯ БИОПРОДУКТИВНОСТИ ПРИБРЕЖНЫХ ВОД БЕЛОГО И БАРЕНЦЕВА МОРЕЙ

**Н. К. Воробьева**

Полярный научно-исследовательский институт морского рыбного хозяйства  
и океанографии им. Н. М. Книповича (ПИНРО)

В настоящее время аквакультура и ее составная часть марикультура являются одними из самых быстро развивающихся направлений в освоении биоресурсов Мирового океана. Преимущества марикультуры основаны на более низких по сравнению с промыслом энергозатратах, приближенностью к береговым обрабатывающим комплексам, отсутствием зависимости от сырьевой базы, возможности поставлять на рынок продукцию стабильного качества в любое время года. За последние четыре десятилетия производство продукции аквакультуры выросло более чем в 100 раз и превысило 50 млн. т, что составляет более 55 % мирового вылова рыбы [2].

В Мурманской области аквакультура как одна из отраслей рыбного хозяйства начала формироваться с семидесятых годов прошлого века. Первыми объектами культивирования были лососевые и прежде всего – атлантический лосось, семга (*Salmo salar* L.). Перспективность товарного лососеводства в прибрежных водах Белого и Баренцева морей обосновал Полярный институт экспериментальными работами, которые проводились на протяжении почти 20 лет.

Для семги была разработана методика получения посадочного материала, смолта, определена оптимальная масса, сроки и условия перевода его в морскую воду. Установлена зависимость результатов товарного выращивания от исходной навески и степени смолтификации посадочного материала. В 1991 г. на Баренцевом море было выращено 5 т товарной семги. Однако в 1992 г. из-за отсутствия финансирования исследования по культивированию атлантического лосося прекратились. В настоящее время в прибрежных водах Баренцева моря на норвежском посадочном материале выращивается ежегодно около 400 т товарной семги массой 4-7 кг. В то же время расширение объемов выращивания лосося до уровня хотя бы в 1000 т в ближайшие годы маловероятно. Причиной этому является отсутствие собственного посадочного материала. Наличие завода по производству смолтов дало бы возможность увеличить объемы производства этого ценнейшего вида лососевых минимум до 10 тыс. т. Акватории для размещения такого количества товарных лососевых хозяйств в районе Западного Мурмана имеются. В конце прошлого века их обследовал Полярный институт и рекомендовал в качестве полигонов для размещения садковых товарных хозяйств [4].

С вводом в строй первой очереди Кольской атомной электростанции в нашу область в 1972 г. была завезена радужная форель (*Parasalmo mykiss*). Разработанная Полярным институтом методика формирования маточного стада форели в условиях Заполярья дала возможность получать около 1 млн. шт. посадочного материала, который использовался для товарного выращивания в пресной и морской воде. К 1990 г. объем производства товарной форели в Мурманской области превысил 400 т. Более 300 т ее выращивалось в прибрежных водах Белого моря.

Параллельно изучалось качество посадочного материала и особенности товарного выращивания форели в летний период в прибрежной зоне Белого и Баренцева морей, определялись перспективные для культивирования в северных водах формы форели (стальноголовый лосось, камлоопс), устанавливался оптимальный уровень затрат корма на единицу прироста и совершенствовался режим кормления рыб. Подбирались площади акваторий, на которых в Белом и Баренцевом море можно выращивать до 50 тыс. т форели. В настоящее время форель в объеме 200-300 т выращивается в пресной воде и в небольшом объеме – в морской [5].

Радужная форель в Белом море культивируется в летний период с первой половины июня до середины октября при температуре воды +5-15 °С. Перед ледоставом она изымается из садков на реализацию. В зависимости от навески посадочного материала масса товарной рыбы колеблется от 500 г до 2 кг.

В прибрежных водах Баренцева моря по экспертным оценкам также можно выращивать до 20 тыс. т лососевых. На Баренцевом море незамерзающие акватории позволяют выращивать форель в течение 6 месяцев, атлантического лосося и морские виды рыб – круглогодично. Среднемесячная температура воды за сезон выращивания составляет 7-9 °С, соленость 30-35 ‰. Количество накопленного тепла достигает выращивания форели 1200-1300 градусодней. Кормовой коэффициент на гранулированных кормах не превышает 1,2. Длительность выращивания на Белом море в среднем 120 суток, на Баренцевом море – до 6 месяцев [8].

Круглогодично в условиях замерзающего Белого моря можно культивировать только двустворчатого моллюска мидию (*Mytilus edulis* L). По экспертным оценкам объемы ее выращивания в губах и заливах могут превысить 10 тыс. т.

Первые эксперименты по культивированию мидий в Белом море дали обнадеживающий результат – до 300 т мидии сырца с 1 га водной поверхности или 30 т чистого мяса. Зоологическим институтом АН СССР была разработана технология культивирования мидий в четырехлетнем цикле в условиях замерзающего Белого моря [10]. С 1985 г. начали закладываться промышленные плантации для получения мидий на пищевые цели. К 1995 г. в юго-восточной части Кандалакшского залива в Соностровской бухте их было создано уже 33 га. В новых экономических условиях финансирование этих работ рыбной промышленностью прекратилось, работы по культивированию мидий в Белом море начали сворачиваться.

В то же время в последние годы появляется все больше публикаций о том, что мидия является ценным сырьем для медико-биологической промышленности. Разработаны и реализуются оригинальные технологии, позволяющие практически безотходно с высокой степенью механизации перерабатывать мидий любого размера для производства мидийного гидролизата, поэтому ее можно культивировать в 2-летнем цикле. Это значительно сокращает сроки культивирования моллюсков, снижает себестоимость самих хозяйств, а при высокой рыночной стоимости получаемой из мидий продукции может обеспечить их высокую экономическую эффективность [1, 3, 10].

В настоящее время вновь начали проявляться тенденции, благоприятные для развития марикультуры, постепенно возрастает спрос на свежую рыбу и нерыбные морепродукты, которые могут быть реализованы на местном или ближайшем рынке. Такие морепродукты могут производить небольшие хозяйства, совмещающие культивирование нескольких видов гидробионтов – форель, мидию, камчатского краба, морского ежа и пр.

В связи с этим Полярным институтом в последние годы в губе Палкина Белого моря выполнены экспериментальные работы по совместному культивированию мидии и форели. Они показали, что основная масса мидий (65 %) на коллекторах, подвешенных на форелевой ферме, достигает товарных размеров выше 50 мм в трехлетнем возрасте. В двухлетнем возрасте количество товарной мидии на коллекторе не превышает 13 %. Однако биомасса «урожая» мидий, собранных с одного коллектора, составляет в среднем 15 кг с коллектора и при двух- и трехлетней его экспозиции в морской воде. При этом зимовку вместе с вмерзающей в лед форелевой фермой они переносят вполне благополучно, а самое большое количество сырого и вареного мяса содержат перед нерестом в конце мая-начале июня. Мидии после зимовки – чистые, практически без обрастаний, располагаются на коллекторе равномерными друзами. Поэтому данный период наиболее целесообразен для сбора урожая. Бикультура форель-мидия будет способствовать получению дополнительной продукции, снижению затрат на производство форели, а также улучшению экологической ситуации в районе установки марихозяйств [7].

Биотехника культивирования мидий в Баренцевом море была разработана в 70-80-е годы прошлого века. По этой технологии выращивание мидий от личинки до товарного размера длится в течение трех лет, к этому времени они достигают длины в 60 мм и массы в 23,4 г. Сбор урожая – в мае-июне. С одного 1 га акватории предполагалось снимать 300 т мидии-сырца [14]. Промышленного внедрения эта технология не получила. Есть надежда в настоящее время организовать промышленное культивирование мидий и внести коррективы в разработанную технологию, так как только в 2005 г. несколько предпринимателей Мурманской области получили лицензию на водопользование для культивирования мидий в прибрежных водах Баренцева моря.

Технология культивирования ламинарии сахаристой (*Laminaria saccharina* L.), разработанная в 80-е годы прошлого столетия ПИНРО, ММБИ и ВНИРО (урожайность водорослей составила 55-70 т/га) для Белого и Баренцева морей, в монокультуре вряд ли будет осваиваться предпринимателями и жителями прибрежных поселений. Запасы ее на Мурмане превышают 200 тыс. т, ежегодная добыча прогнозируется в 15 тыс. т, а осваивается промыслом 500-700 т [13].

Развитие марикультуры беспозвоночных и водорослей пойдет очевидно в направлении поликультуры, обеспечивающей большую устойчивость урожаев и полную занятость работников марихозяйств. Первым шагом в этом направлении могло бы стать освоение в марикультуре одних из самых ценных видов беспозвоночных – камчатского краба (*Paralithodes camtschiticus* Tilesius) и морского зеленого ежа (*Strjngylocentrotus droebachinensis* O. F. Muller, 1976) и создание совместно с лососевыми садковыми фермами хозяйств по доращиванию до товарной кондиции этих беспозвоночных. Оба вида пользуются на мировом рынке большим спросом и имеют высокую рыночную стоимость.

Акклиматизированный в Баренцевом море камчатский краб в настоящее время становится одним из важнейших промысловых объектов в нашем бассейне. С 2004 г. осуществляется его промышленная добыча, при которой изымается 20 % самцов промыслового размера. При экспериментальном промысле краба, который с научной целью проводился в течение 10 лет, в уловах встречалось 5-6 % некондиционных промысловых самцов со слабым наполнением конечностей мясом (30-60 %). По технологическим параметрам кондиционным считается краб с наполнением ко-

нечностей мясом на уровне 70-90 %. В 1999 г. количество некондиционных самцов в уловах возросло до 24, а в 2000 г. достигло уровня 40-50 % [9]. Таких самцов на промысле отбраковывают и отпускают обратно в море, что существенно влияет на рентабельность промысла. Кроме того, большое количество возвращаемых обратно в море самцов отрицательно сказывается на жизнедеятельности и состоянии популяции крабов.

Выполненные в ПИНРО в последние годы экспериментальные исследования также показали, что при содержании и кормлении отбракованных на промысле крабов в садках в течение 2-2,5 месяцев наполнение их конечностей мясом увеличивается в среднем на 20 %. При этом затраты кормов при доращивании крабов невелики, суточная норма кормления не превышает 1 % от биомассы. Крабов можно кормить как дешевой кормовой рыбой, так и искусственным кормом, рецептура которого и НТД на изготовление разработаны в ПИНРО. Искусственный корм более технологичен в использовании и дает лучшие результаты [11].

По мнению Ю. И. Орлова [12] доращивание и подкармливание краба в искусственных условиях может оказаться не менее перспективным направлением аквакультуры, чем выращивание лосося в садках, которое позволило Норвегии занять лидирующее положение в мире по объемам реализации товарного лосося.

У зеленого морского ежа, обитающего в прибрежье Баренцева моря, пищевую ценность, как и у других видов, представляют гонады. По технологическим показателям их целесообразно заготавливать на преднерестовых скоплениях зимой и ранней весной, когда гонады составляют 10-15 % от массы ежа. В этот же период они по цвету, консистенции и размеру имеют и наилучшие товарные качества. На мировом рынке икра морских ежей ценится очень высоко и спрос на нее далеко не удовлетворен. Однако у берегов Мурмана промысел ежей почти не ведется. Это связано с трудностями его добычи зимой и ранней весной по погодным условиям. Летом и осенью промысел ежей теряет смысл – после массового нереста масса и качество гонад в этот период резко снижаются. Альтернативой промыслу может стать культивирование морских ежей в межнерестовый период. Опытные работы, выполненные ПИНРО в 2002-2004 гг., показали, что при кормлении морских ежей в течение двух месяцев искусственными кормами масса гонад и гонадный индекс увеличиваются в два раза и более. Причем, на искусственных кормах, основу которых составляют отходы переработки рыбы, увеличение массы гонад происходит в два раза быстрее, чем на ламинарии. Они более технологичны для кормления морских ежей, дают более быстрый и устойчивый результат по сравнению с ламинарией. Гонады основной массы опытных ежей (80-90 %) по цвету, консистенции и другим технологическим показателям за период подкармливания достигают высшей категории качества [6].

Весьма перспективным для нашего региона может оказаться также культивирование эндемика из рода белорыбиц нельмы (*Stenodus leucichthys nelma*, Pall.) которую в Европе называют «белым лососем». В европейских странах, особенно в последнее время, наблюдается увеличение спроса на деликатесы из рыб с белым мясом, большой интерес в связи с этим вызывает нельма – аборигенный вид бассейна Ледовитого океана. Гидролого-гидрохимические условия водоемов Кольского полуострова оптимально соответствуют биологическим потребностям вида, а высокая эвригалинность этой рыбы позволит культивировать ее как в пресной, так и в морской воде.

Темп массонакопления нельмы в природе выше, чем темп роста культивируемых традиционных видов лососевых рыб. В возрасте 6 месяцев масса молоди нельмы составляет в среднем 41-150 г, масса рыб в возрасте 3-4-х лет достигает 2-4 кг, половозрелые особи в возрасте 4+-7+ – 3-6 кг. В Полярном институте разработана научно-инвестиционная программа по освоению нельмы в аквакультуре Заполярья. При наличии инвестиций – культивирование нельмы может стать одним из самых успешных видов предпринимательской деятельности.

Следовательно, возможности аквакультуры в Баренцевом и Белом морях огромны, культивируемые объекты (камчатский краб, морской еж, семга) – одни из самых ценных в Российской Федерации. Однако реализуются эти возможности крайне медленно, хотя продукция аквакультуры могла бы стать альтернативой промыслу. Есть надежда, что аквакультура будет интенсивно осваивать новые объекты и водные акватории и в нашей стране. Россия сейчас только в силу экономических проблем пока не вовлечена в круг стран, интенсивно развивающих эту высокодоходную отрасль рыбного хозяйства.

### *Литература*

1. **Бичурина М. А., Бойков Ю. А., Кубарь О. И.** Антивирусные свойства препарата, полученного на основе мидийного гидролизата // Международный симпозиум по марикультуре. Сентябрь, 24-27, 1995 г., Краснодар, Россия, п. Небуг. – М.: ВНИРО. – С. 79-80.
2. **Богерук А. К.** Аквакультура России: история и современность // Рыбное хозяйство. – 2005. – № 4. – С. 14-18.
3. **Бойков Б. А., Мухленов А. Г., Бичурина М. А., Дергалева Ж. Т.** Мидии лечат людей и животных // Наука в России. – 1997. – № 5. – С. 38-41.
4. **Воробьева Н. К.** Товарное выращивание семги на севере и его роль в лососевом хозяйстве // Материалы совещания по атлантическому лососю. – М., 1987. – С. 116-119.
5. **Воробьева Н. К.** Товарное форелеводство в Заполярье // Сб. научн. труд.: Заполярная марикультура. – Мурманск, 1994. – С. 34-61.
6. **Воробьева Н. К., Двинин Ю. Ф., Шацкий А.** Оценка влияния искусственных кормов на качество гонад морского зеленого ежа // Материалы междунар. научно-технич. конф.: Наука и образование. – Ч. 6. – Мурманск, 2004. – С. 183-186.
7. **Воробьева Н. К., Лазарева М. А.** О биккультуре радужной форели и мидии съедобной в прибрежных водах Белого моря // Сборник материалов VI (XXXVII) Международной конференции: Биологические ресурсы Белого моря и внутренних водоемов Европейского Севера (Вологда, Россия, 5-10 декабря 2005 г.). – Часть 1. – Вологда, 2005. – С. 88-91.
8. **Воробьева Н. К., Пестрикова Л. И., Лазарева М. А.** Особенности культивирования форели на Белом и Баренцевом морях // Рыбное хозяйство. – 2004. – № 3. – С. 40-42.
9. Камчатский краб в Баренцевом море / Изд. 2-ое, перераб. и доп. – Мурманск: ПИНРО, 2003. – С. 325-333.
10. **Кулаковский Э. Е.** Биологические основы марикультуры мидий в Белом море // В серии: Исследование фауны морей. – Вып. 50(58). – СПб., 2000. – С. 168.

11. **Мухина И. Н., Воробьева Н. К., Мухин В. А.** К вопросу о развитии исследований ПИНРО в области кормопроизводства // Рыбоводство и рыбное хозяйство. – 2007. – № 5. – С. 40-43.
12. **Орлов Ю. И.** Культивирование ракообразных // Аквакультура. – Вып. 7. – М., 1996. – С. 22-24.
13. **Пельтихина Т. С.** Ламинариевые водоросли Баренцева моря и их рациональное использование. – Мурманск: ПИНРО, 2005. – С. 123.
14. **Федоров А. Ф.** Продукционные возможности мидии (*Mytilus edulis* L.) в марикультуре Мурмана. – Апатиты: КФАН СССР, 1987. – 102 с.

## ЦЕЛЕНАПРАВЛЕННАЯ ИНТРОДУКЦИЯ ГИДРОБИОНТОВ В АЗОВСКОЕ МОРЕ И ЕЕ РЕЗУЛЬТАТЫ

Е. П. Губанов<sup>1</sup>, В. А. Гетманенко<sup>2</sup>, Л. В. Изергин<sup>2</sup>, Р. А. Солод<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Керченский государственный морской технологический университет (КГМТУ),

<sup>2</sup>Государственное предприятие «Азовский центр ЮгНИРО» (ГП «АзЮгНИРО»)

Начиная со второй половины XX века, проблема видов-вселенцев стала приобретать опасный, а в некоторых случаях, катастрофический характер (гребневик-мнемниопсис в Азово-Черноморском бассейне, дрейсена в Великих озерах Америки). Расселение видов – процесс постоянный, но в связи с развитием судоходства, строительством водных каналов, марикультурой, аквариумистикой он особенно активизировался. Оказавшись в подходящих экологических условиях, вид-вселенец «включает» механизм адаптации и дает невероятно огромную вспышку численности, вытесняя с существующих экологических ниш аборигенные виды.

Особенно восприимчивы к инвазиям внутренние водоемы. Появление в них чужеродных видов с течением времени приводит к изменению состава биоты и соотношению видов в ней. Среди видов-вселенцев, живущих в Азовском бассейне, есть и ценные пищевые объекты, которые были завезены целенаправленно. Такое переселение видов приводит, как правило, к положительным результатам, расширяя видовое разнообразие ихтиофауны (использование свободных экологических и пищевых ниш) или улучшая кормовые возможности водоема.

В конце 70-х-начале 80-х гг. прошлого столетия была предпринята попытка акклиматизации китайского полосатого окуня и дальневосточной кефали пиленгаса в Азовское море. Результат этих работ оказался положительным только для дальневосточной кефали пиленгаса (*Mugil soiyu*). В настоящее время интродуцент полностью натурализовался и стал массовым видом, составляя основу промысла в Азовском море. Попытка акклиматизировать полосатого окуня оказалась неудачной, т. к. требования вида к условиям среды обитания не соответствовали таковым в Азовском море.

Из нерыбных объектов в Азовское море из Черного была перевезена песчаная ракушка мия (*Mya arenaria*). За короткий промежуток времени моллюск адаптировался и натурализовался, став одним из массовых видов.

По данным Н. В. Шадрина [13], в списке видов-вселенцев, встречающихся сейчас в Черном и Азовском морях, насчитывается 35 случайных вселенцев и 13 попыток интродукции. Список видов, в разные годы переселившихся в Азовское море, насчитывает порядка 11, но по всей вероятности он также далеко не полный, т. к. большинство видов, попадая в новые условия обитания, погибают, либо численность их настолько мала, что осложняет учет. В качестве примера можно привести имеющие место заметки о поимке в Азовском море видов-экзотов, таких как голубой краб (*Callinectes sapidus*) или китайский мохнатоногий краб (*Eriocheir sinensis*), который был пойман в мае 1998 г. восточнее протоки, соединяющей Молочный лиман с Азовским морем [6]. До настоящего времени это единственная находка китайского краба в бассейне Азовского моря.

Список ранее не описанных видов животных могут дополнить брюхоногие моллюски (*Caecum elegans*, *Chrysalida fenestrata* и *Cylichnina stregela*), собранные из береговых выбросов на Федотовой косе вблизи поселка Кирилловка [1].

Если в ближайшие 5-7 лет эти животные не дадут вспышку численности популяции, следовательно условия Азовского моря неприемлемы для жизни данных видов.

Таким образом, в результате случайных или преднамеренных вселений натурализовались и играют значимую роль (как отрицательную, так и положительную) в экосистеме Азовского моря следующие виды: *Mnemiopsis leidya*, *Beroe ovata*, *Mytilus gallprovincialis*, *Mya arenaria*, *Scapharca cornea*, *Balanus improvisus*, *Rhithropanopeus harrisii*, *Acarcia tonsa*, *Mygalea soiuu*.

Мощнейшее воздействие на экосистему Азовского моря оказало вселение гребневика-мнемиопсиса (*M. leidyi*), завезенного с балластными водами из океанических вод Атлантического побережья Северной Америки. После того, как в 1987 г. он появился в бухтах северного и северо-западного побережья Черного моря, уже летом 1989 г. им было буквально «забито» Азовское море (в отличие от Черного в Азовском море он не проходит круглогодичного цикла, а обитает только в теплый период года). Отсутствие врагов у нового для моря гребневика, необычайно высокая прожорливость и плодовитость, хорошие условия обитания способствуют его массовому развитию в теплое время года. К концу 80-х гг. общая биомасса этого животного приблизилась к 30 млн. т. В результате потребления гребневику кормового зоопланктона, икры и личинок рыб неустойчивое равновесие моря нарушилось. В начале 90-х гг. произошло резкое сокращение запасов хамсы, тюльки и некоторых других промысловых рыб, а падение уровня запасов, вполне закономерно, привело к уменьшению уловов. Следовательно, добавление в экосистему всего одного нового элемента привело к региональному, в масштабе Азовского бассейна, изменению функционирования экосистемы.

Имеет логическое продолжение и несанкционированный природный эксперимент с вселением гребневика-мнемиопсиса. Так, начиная с 1997 г. появились сообщения о встречаемости в западной части Черного моря нового для этого водоема гребневика рода *Beroe*, которого уже в сентябре-октябре 1999 г. отмечали в открытой части Азовского моря. Этот вид появляется в Азовском море по сценарию позднего формирования ареала [5]. Следуя за своей жертвой, берое за короткий промежуток времени (сентябрь-октябрь) осваивает прибрежную часть Азовского моря (в основном юго-восточную), проникает в центральную и подходит к Бердянскому заливу [9]. Размеры гребневика берое составляют 60-70 мм. Крупные особи отмечаются в районе предпроливья, а более мелкие его формы (20-55 мм) – вдоль юго-восточного побережья. Вопрос о размножении берое в Азовском море остается открытым, вероятнее всего молодь вместе с крупными особями заносится из Черного моря.

В Азовском море хищник, несомненно, контролирует численность мнемиопсиса, но менее действенно, чем в Черном, т. к. берое имеет более поздний заход и ареал его обитания гораздо меньше, чем у мнемиопсиса.

Песчаная ракушка, или мия (*M. arenaria*), родиной которой является Северная Америка, с целью эксперимента была завезена из северо-западной части Черного моря в Азовское море (1975 г.) на южную оконечность Бердянской косы. В последующий период был отмечен нерест перевезенных особей, а также занос личинок мии

из Черного моря. Экологические условия Азовского моря оказались весьма подходящими для успешной натурализации вида [7, 8]. На протяжении последующих лет популяция мии формировала свой биоценоз, занимая глубины от уреза воды до низшей отметки (15 м). Пластичность вида позволила моллюску освоить все существующие грунты и проникнуть далеко в опресненные участки Таганрогского залива, где в отдельные годы (1993 г.) его биомасса достигала 5 кг/м<sup>2</sup>.

В течение последних 15 лет популяция мии меняла границы своего ареала и количественные характеристики. Начиная с 1998 г., моллюск резко сократил свою численность, «оставил» центральную часть моря и плотно прижался к прибрежной, мелководной, слабозаиленной зоне. В более глубоководной части моря численность мии сократилась до 1-5 экз./м<sup>2</sup>, биомасса – до 19,6-0,8 г/м<sup>2</sup> [4]. Причин сокращения ареала обитания мии несколько: вытеснение его аборигенными видами и новыми вселенцами, снижение пополнения из-за выедания личиночных стадий гребневиком мнемииопсисом или естественная флюктуация азовской популяции.

В настоящее время моллюск отмечается преимущественно в прибрежных участках моря или лагунах, обитает на песчаных, слабозаиленных грунтах, где нет интенсивного течения и переноса рыхлых частиц. Предпочитает мелководные участки моря вплоть до уреза воды, зарываясь при неблагоприятных условиях на глубину до 25 см. В летний период высоких температур и низкого содержания кислорода может подниматься на поверхность грунта, устилая дно сплошным «ковром». В такие периоды численность и биомасса мии способна достигать огромных величин – до 1300 экз./м<sup>2</sup> и 4,2 кг/м<sup>2</sup> соответственно (участок, прилегающий к Бердянской косе, внутренняя ее часть).

Еще один «новосел» Азова – *S. cornea*. Впервые молодой экземпляр неизвестного в Черном море моллюска был найден в 1968 г. на кавказском шельфе. В Азовском море новый вид двустворчатого моллюска был обнаружен в 1989 г. на севере Казантипского залива [12], а первое оседание личинок, занесенных из Черного моря, произошло ориентировочно в 1985-1987 гг. [2, 3, 11]. За 2 десятилетия моллюск полностью натурализовался и стал обычным видом для Азовского моря и Утлюкского лимана (в Молочном лимане и Сиваше скафарка не обитает). Основные его поселения находятся в южной и западной части моря, где биомасса может достигать 1 кг/м<sup>2</sup>. Максимальная масса моллюска составляет 50 г, максимальная длина – 55 мм [11]. Азовская скафарка в значительной степени уступает по размеру и весу черноморским особям. Створки толстые и тяжелые, доля раковины с ростом моллюска увеличивается от 51 % (0+) до 65 % (7+) от общего веса.

Процесс освоения акватории Азовского моря моллюском-вселенцем был постепенным и в настоящий период близок к завершению. Сдерживающим фактором продолжают оставаться низкая соленость и жидкие илы.

Как большинство гидробионтов бентосной фауны Азовского моря, вселенец устойчив к наличию сероводорода и дефициту кислорода, но при длительном пребывании в такой среде погибает. Снижение кислорода в придонном слое приводит к локальной или полной гибели популяции, но уже спустя год пострадавшие зооценозы восстанавливаются, что говорит о высокой пластичности и воспроизводительной способности вида в новых условиях. Высокие количественные показатели для моллюска-вселенца были отмечены до 2002 г. Начиная с 2004 г., численность и биомасса популяции *S. cornea* заметно снизились.

Моллюски-вселенцы мия и скафарка стали ценными пищевыми объектами для рыб-бентофагов Азовского моря. Их молодью охотно питаются бычки, осетровые, пиленгас и др. виды рыб.

Ярким примером целенаправленной интродукции гидробионтов является акклиматизация в Азовском море и Азово-Черноморском бассейне пиленгаса (*M. soiu*).

Еще Б. Н. Казанским было высказано соображение о перспективности интродукции пиленгаса в северо-западную часть Черного моря. Его концепция базировалась на том, что пиленгас, имея много общего с азово-черноморскими кефальями, отличается от них более широкой биологической пластичностью, большей эвригалинностью, устойчивостью к более низким температурам, обладает коммулятивным ходом на зимовку в устья и нижние течения рек, способен размножаться в лагунах и эстуариях, а также в прибрежной зоне моря. Реализация работ по акклиматизации пиленгаса в Азово-Черноморском бассейне была начата в 1971 г. После их проведения было установлено, что пиленгас в новых условиях хорошо рос. Двухлетки достигали массы более 440 г и успешно переносили зимовку в прудах с солоноватой водой. Были подтверждены предположения о возможности товарного выращивания пиленгаса в поликультуре с карповыми рыбами.

Проявленные пиленгасом в условиях Черного моря высокие адаптивные возможности и продемонстрированная, превысившая все ожидания потенция роста характеризовали его как перспективный объект аквакультуры, что послужило основанием для продолжения исследований в этом направлении.

В 1978 г. было принято решение о проведении аналогичных акклиматизационных работ на Азовском море, биологическое обоснование которых подготовили ученые БО АзНИИРХа и Ростовской производственно-акклиматизационной станции (РПАС). Выполнение этих работ осуществлялось в двух направлениях: создание ремонтно-маточного стада пиленгаса в контролируемых и частично управляемых условиях садкового и прудового содержания с последующей разработкой биотехники его искусственного разведения; формирование самовоспроизводящейся популяции пиленгаса в естественных условиях водоемов Азовского бассейна. В Азовском море пиленгас продемонстрировал еще более высокую интенсивность наращивания массы тела, чем в водоемах Черноморского бассейна.

При оценке отношения к термическому режиму было установлено, что пиленгас не проявляет признаков угнетения в диапазоне температур от 0 до 28 °С и ощущает себя достаточно комфортно при минерализации воды от 1,9 до 42,7 г/л. Сопоставляя данные по росту пиленгаса на юге Украины с данными, имеющимися в специальной литературе, видно очевидное отсутствие угнетения. При этом культивируемые в экспериментальных условиях особи значительно превосходили своих сверстников, обитающих в пределах естественного ареала. Так двух-, трехлетки на юге Украины достигали массы, аналогичной пяти-, шестилеткам из нативных водоемов.

Таким образом, пиленгас полностью натурализовался и освоил экосистему Азовского бассейна. Ежегодный вылов этого объекта за последние 10 лет находился на уровне 3,8-10,4 тыс. т (2006 г.). В целом, для азовских рыбаков он стал одним из перспективных объектов промысла и товарного выращивания. Однако его роль в экосистеме еще окончательно не определена.

Недавним вселенцем Азовского моря стал голубой краб (*Callinectes sapidus*) – один из крупных представителей своего отряда. Он ведет донный образ жизни, но

способен также всплывать в водную толщу. Во многих морях он промышивается и даже разводится. Предпочитает слабосоленые морские воды. В Черном море 1 экземпляр морского краба был впервые обнаружен в 1967 г. Ширина панциря краба составляет 16,6 см, длина 7 см. В Азовском море было выловлено 3 экз. этого экзота, 2 экз. из которых весной 2006 г. и 1 – осенью 2007 г.

Таким образом, обилие вселенцев в Азовском море увеличило его видовое разнообразие. С одной стороны, увеличение биоразнообразия может рассматриваться положительно, а с другой стороны – значительная часть экзотических видов реально нарушает, а в отдельных случаях подавляет естественное функционирование экосистемы Азовского моря. Экзоты усложняют структуру трофических взаимосвязей аборигенов.

Виды-вселенцы из полимиксных океанических сообществ не испытывают резкой конкуренции местных видов. Особенно четко это проявляется в последние десятилетия, когда экологические параметры азовской экосистемы оказались существенно нарушены антропогенным стрессом и климатическими флуктуациями.

Что касается целенаправленной интродукции, то акклиматизация гидробионтов в новых местах обитания — это составная часть воспроизводства их запасов, возможность повысить продуктивность экосистем и увеличить уловы ценных видов рыб и беспозвоночных. Анализ результатов интродукции рыб и беспозвоночных показывает, что вселение новых видов целесообразно лишь в том случае, если в водоеме имеются свободные экологические ниши, нарушились условия жизни для аборигенов или вводится рекрут более ценный, чем аборигены, более полно использующий биотоп и кормовые ресурсы [10].

Кроме чисто рыбохозяйственного аспекта, интродукция видов-экзотов должна быть рассмотрена как биологическая проблема, т. к. вселенцы начинают изменять экосистему Азовского бассейна.

### *Литература*

1. **Анистратенко В. В., Анистратенко О. Ю.** Три новых вида брюхоногих моллюсков в фауне Азовского моря (Mollusca, Gastropoda) // Вестник зоологии. – 2007. – 41. – № 3. – С. 212.
2. **Гетманенко В. А.** Проникновение скафарки в Азовском море // Рыбное хозяйство. – 1996. – № 1. – С. 51.
3. **Гетманенко В. А., Губанов Е. П.** *Scapharca cornea* (Reeve) – особенности вида и роль моллюска в трофической цепи Азовского моря // Рыбное хозяйство Украины. – 2007. – № 3-4. – С. 31-38.
4. **Губанов Е. П., Гетманенко В. А.** Мия Азовского моря: экологические аспекты и промысловое значение // Рыбное хозяйство Украины. – 2007. – № 5. – С. 16-19.
5. **Мирзоян З. А., Воловик С. П., Студеникина Е. И., Дудкин С. И.** Особенности биологии и последствия вселения *Beroe ovata* в Азово-Черноморский бассейн // Материалы Международной науч. конференции: Проблемы сохранения экосистем и рационального использования биоресурсов Азово-Черноморского бассейна, Ростов-на-Дону, 8-12 октября 2001 г. – Ростов-на-Дону, 2001. – С. 141.
6. **Мурина В. В., Антоновский А. Г.** Китайский краб *Eriocheir sinensis* – экзотический вселенец в бассейне Азовского моря // Экология моря. – 2001. – Вып. 55. – С. 37-39.

7. **Савчук М. Я.** Акклиматизация двустворчатого моллюска *Mya arenaria* в Черном море // Биология моря. – 1976. – № 6. – С. 40-46.
8. **Савчук М. Я.** Двустворчатый моллюск *Mya arenaria* – новый промысловый объект Азовского моря // Тезисы докладов IV всесоюзной конференции по промысловым беспозвоночным (г. Севастополь, апрель 1986 г.) – Часть 2. – М.: ВНИРО, 1986. – С. 286-287.
9. **Студеникина Е. И.** Современная концепция формирования биологических ресурсов Азовского моря (на примере автотрофов и первичных гетеротрофов / Автореферат на соиск. уч. ст. д. б. н. – Краснодар, 2007. – 46 с.
10. **Чихачев А. С., Лужняк В. А.** Виды рыб, интродуцированные в бассейны Азовского и Черного морей // Тезисы докладов научного семинара: Виды – вселенцы в европейских морях России (г. Мурманск, 27-28.02.2000). – Мурманск: ММБИ КНЦ РАН, 2000. – С. 99-101.
11. **Чихачев А. С., Фроленко Л. Н., Реков Ю. И.** Новый вселенец в Азовском море // Рыбное хозяйство. – 1994. – № 3. – С. 40.
12. **Чихачев А. С., Фроленко Л. Н., Реков Ю. И.** Двустворчатый моллюск *Anadara* sp. – новый вселенец в Азовское море // Сб. научн. тр. АзНИИРХ. – Ростов-на-Дону: Полиграф, 1996. – С. 165-167.
13. **Шадрин Н. В.** Виды – вселенцы в Азовском и Черном моря: причины и следствия // Тезисы докладов научного семинара: Виды – вселенцы в европейских морях России (г. Мурманск, 27-28.02.2000). – Мурманск: ММБИ КНЦ РАН, 2000. – С. 103-105.

## РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ИНТЕНСИВНОСТИ РОЖДЕНИЯ МАЛЬКОВ ЧЕРНОМОРСКОГО ШПРОТА В ТЕЧЕНИЕ НЕРЕСТОВОГО СЕЗОНА

Е. Б. Мельникова  
ИнБЮМ НАНУ

Особенностью биологии черноморского шпрота (*Sprattus sprattus phalericus* (Risso)) является наличие продолжительных сроков массового нереста, начинающегося в октябре и заканчивающегося в феврале-марте. Это связано с приспособляемостью данного вида с целью выживания, обеспечивая гарантированное пополнение при изменчивых условиях нереста, обеспечивая разновременное использование кормовой базы, а также высокую плодовитость при малых размерах самки [1, 2, 4, 8, 9].

Черноморский шпрот относится к числу наиболее массовых в Черном море видов рыб, занимает важное место в его экосистеме, являясь объектом питания дельфинов и ряда хищных рыб, он имеет существенное хозяйственное значение в экономике Украины и других причерноморских государств.

Вопросам особенностей икротетания и развития шпрота посвящено достаточно много работ [1-5, 8, 9], результаты которых базируются на данных о количестве выметанной икры, определяемой по результатам ихтиопланктонных сборов, или биологическом анализе шпрота в нерестовый период. Однако приведенные в этих статьях результаты не рассматривают вопросы взаимосвязи сроков рождения рыб и пополнения молодь численности промысловых стад с учетом выживания икры, личинок и мальков в условиях воздействия хищных рыб и других факторов, имеющих большое значение для формирования нерестового стада.

Целью данной работы является определение интенсивности рождения мальков черноморского шпрота в течение нерестового сезона.

Статистической обработке подвергались пробы, полученные в 2004 и 2005 гг. из траловых уловов промысловых судов с юго-западного шельфа Крыма (от м. Херсонес до м. Лукулл). Лов проводился на глубине от 50 до 80 м разноглубинным тралом с размером ячейки 6 мм.

Из тралового улова в ходе научно-исследовательского и промышленного лова отбиралась случайным образом проба в количестве от 90 до 100 экз. [6], которая полностью отражает размерно-возрастную и др. характеристики промыслового стада. Материал обрабатывали в свежем, охлажденном виде или после заморозки при -20 °С. При биологическом анализе длину тела определяли с точностью до 0,1 см. Возраст определяли по отолитам.

Статистическую обработку данных осуществляли на персональном компьютере *IBM PC* с использованием пакетов прикладных программ *Statistica* и *MathCAD*. За указанный период проанализировано около 1,5 тыс. экз. шпрота.

С. А. Стоянов в статье [9] на основе результатов биологического анализа шпрота, обитающего у берегов Болгарии, определил линейный рост, начиная с момента выклева личинок, и привел соответствующие графики. На рис. 1 кружочками отмечена длина шпрота для различного возраста (в днях), найденная в соответствии с результатами этой статьи.

Эти данные были подвергнуты статистической обработке методами регрессионного анализа с использованием пакетов прикладных программ *Statistica* и

*MathCAD*, что позволило их интерполировать и получить уравнение линейного роста шпрота:

$$L = -2 \cdot 10^{-13} t^6 + 2 \cdot 10^{-10} t^5 - 5 \cdot 10^{-8} t^4 + 7 \cdot 10^{-6} t^3 - 2 \cdot 10^{-4} t^2 + 0,021t + 0,0167, \quad (1)$$

где  $L$  – длина рыбы в см,  
 $t$  – возраст в днях.

Кривая роста черноморского шпрота, построенная в соответствии с этим уравнением, изображена на рис. 1.

Воспользовавшись уравнением (1) или графиком, изображенным на рис. 1, можно легко рассчитать длину шпрота в зависимости от возраста в днях, либо, наоборот, по известной длине шпрота рассчитать его возраст и дату выклева личинки. Например, если шпрот имеет длину, равную  $L = 5,0$  см, то в соответствии с

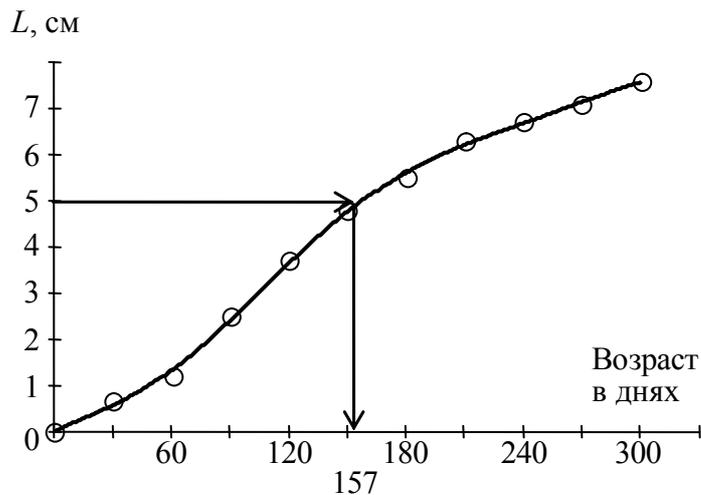


Рисунок 1. **Линейный рост черноморского шпрота по Стоянову [1]**

графиком (см. рис. 1) его возраст составляет 157 дней. Далее, зная дату вылова, легко рассчитать дату выклева личинки.

Это дает возможность на основе анализа размерного состава сеголеток, входящих в улов промысловых судов, определить сроки выклева личинок, которые успешно выжили в реальных условиях обитания и пополнили промысловое стадо.

Далее пояснена последовательность определения интенсивности рождения мальков шпрота для нерестового сезона 2004-2005 гг.

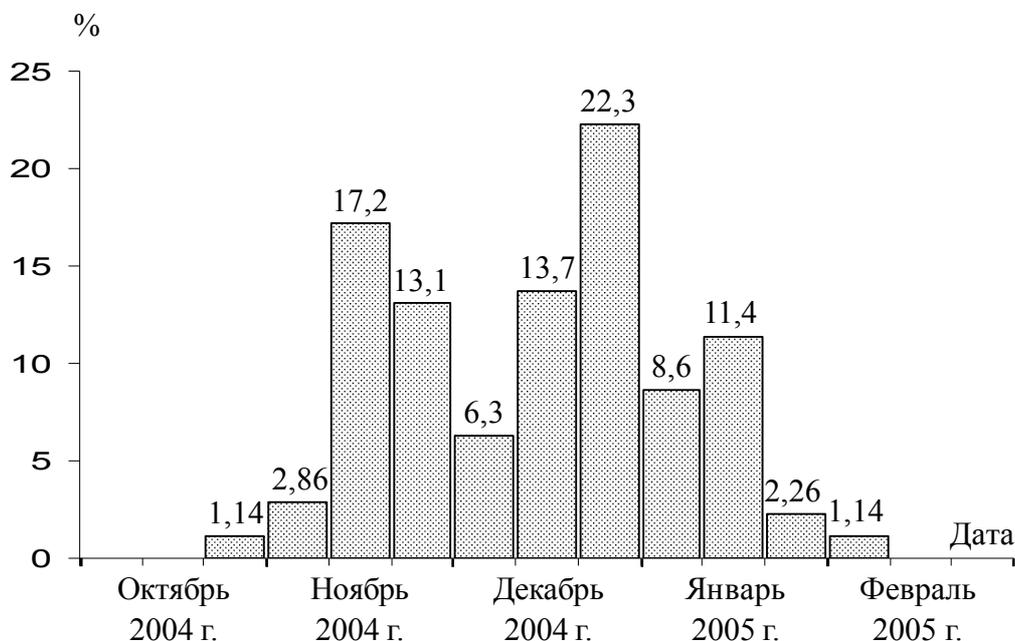
Например, анализ показал, что в случайной выборке объемом 100 шт., взятой из улова от 8 мая 2005 г., содержалось 44 шт. сеголеток. Для них был проведен расчет сроков выклева. Размерный состав сеголеток и их возраст в днях, рассчитанный в соответствии с уравнением (1), приведены в таблице.

#### **Размерный состав сеголеток в случайной выборке из улова от 8 мая 2005 г.**

Длина, см	4,7	4,8	4,9	5,0	5,1	5,2	5,3	5,4	5,5	5,6	5,7
Кол-во, шт.	1	1	2	10	2	3	12	4	5	3	1
Возраст, дн.	148	151	154	157	161	164	168	171	175	179	183

Аналогичным образом был проведен анализ для всех других уловов (с апреля по июль включительно), в которых встречались сеголетки. Затем полученные данные группировались по срокам выклевов и усреднялись с учетом количества обработанных проб и сроков возможного появления рыб в уловах, связанных с селективностью трала.

На рис. 2 изображено подекадное распределение интенсивности рождения мальков черноморского шпрота в нерестовом сезоне 2004-2005 гг. Из приведенных графиков видно, что рождение мальков шпрота, пополняющих промысловое стадо, продолжается непрерывно в течение нерестового сезона, но имеется три локальных максимума. Это вторая декада ноября, третья декада декабря и вторая декада января. При этом абсолютный максимум успешных выклевов (составляющий 22,3 % встречающихся в уловах сеголеток), приходится на третью декаду декабря.



**Рисунок 2. Интенсивность рождения мальков черноморского шпрота в нерестовом сезоне 2004-2005 гг., пополнивших промысловое стадо**

Наличие локальных максимумов можно объяснить тем, что при достаточно продолжительном массовом нересте шпрота (с октября по февраль) пики нереста разных возрастных групп смещены. Начинают нерест представители старших возрастных групп, а заканчивают рыбы, которые зимой достигают возраста одного года, и это их первый нерестовый сезон [7].

В [4] отмечается, что период инкубации икры черноморского шпрота при температуре воды, колеблющейся в течение развития от 5 до 13 °С, продолжается 8 дней. С учетом этого легко определить наиболее благоприятные сроки икрометания с точки зрения пополнения промыслового стада.

Полученные результаты могут быть использованы в рыбохозяйственных и научных исследованиях для прогнозирования объемов вылова, определения состояния и динамики промысловых запасов черноморского шпрота.

### *Литература*

1. **Алеев Ю. Г.** О биологии и хозяйственном значении черноморского шпрота *Sprattus sprattus phalericus* (Risso) // Труды Севастопольской биологической станции. — Изд. Академии наук СССР, 1958. — Т. X. — С. 90-107.
2. **Асланова Н. Е.** Шпрот Черного моря // Тр. ВНИРО, 1954. — Т. 28. — С. 75-101.

3. **Гиригосов В. Е., Зуев Г. В., Репетин Л. Н.** Изменчивость репродуктивного потенциала черноморского шпрота (*Sprattus sprattus phalericus*) в связи с температурными условиями среды // Морской экологический журнал. – 2006. – V. – № 4. – С. 5-22.
4. **Горбунова Н. Н.** Размножение и развитие черноморского шпрота *Sprattus sprattus phalericus* (Risso) // Труды Севастопольской биологической станции. – Изд. Академии наук СССР, 1958. – Т. X. – С. 108-123.
5. **Зуев Г. В., Мельникова Е. Б., Пустоварова Н. И.** Биологическая дифференциация и структура запаса черноморского шпрота *Sprattus sprattus phalericus* (Risso) (Pisces: Clupeidae) // Морской экологический журнал. – 2005. – IV. – № 1. – С. 55-65.
6. **Мельникова Е. Б.** Биологические измерения. Сколько их необходимо проводить? // Рибне господарство України. – 2007. – № 1-2 (48-49). – С. 61-63.
7. **Мельникова Е. Б.** О связи коэффициентов соотношения вес-длина с биологическими показателями черноморского шпрота // Современные проблемы экологии Азово-Черноморского региона: Материалы III Международной конференции, 10-11 октября 2007 г., Керчь, ЮгНИРО. – Керчь: ЮгНИРО, 2008. – С. 24-29.
8. **Павловская Р. М.** Размножение шпрота, ставриды и барабули в Черном море // Тр. ВНИРО, 1954. – Т. 28. – С. 126-135.
9. **Стоянов С. А.** Черноморски шпрот // Трудове на института по зоология. – 1953. – № 3. – С. 3-108.

## АКТИВНОСТЬ КАТАЛАЗЫ ЛИЧИНОК АТЕРИНЫ (*ATHERINA HEPSETUS* L.) И ПАРАМЕТРЫ СРЕДЫ. ПОИСК УСЛОВНО НОРМАЛЬНЫХ ЗНАЧЕНИЙ

О. А. Шахматова  
ИнБИОМ НАНУ

Экологическое состояние морской среды в результате антропогенного загрязнения в настоящее время стремительно ухудшается, при этом спектр загрязняющих веществ возрастает. Их прямое определение крайне трудоемко и экономически невыгодно. Для характеристики состояния импактных зон все большее значение приобретает экологический мониторинг, проведение которого включает решение проблем выбора биомаркера и соответствующих ему организмов-индикаторов, а также оценку нормального состояния экосистемы [2, 10]. Многочисленные эксперименты показали, что антиоксидантная система гидробионтов и, особенно, антиоксидантные ферменты, среди которых каталазе отводится особая роль, являются наиболее чувствительным защитным молекулярным механизмом при отклике на воздействие комплексного антропогенного загрязнения [13, 14].

При современном состоянии прибрежных акваторий, когда даже условно чистые зоны практически отсутствуют, понятие нормы для биохимических показателей гидробионтов является весьма условным. Поэтому целью работы стало определение интервала активности каталазы (АК) личинок атерины, соответствующего их условно нормальному состоянию, а также выявление значений параметров среды, необходимых для их нормального функционирования.

### Материал и методы

Материалом исследования служили личинки широко распространенной в прибрежной части Черного моря атерины *Atherina hepsetus* L., устойчивой к воздействию широкого спектра антропогенного загрязнения [9]. Для анализа каталазной активности использовали личинок длиной 8-10 мм. Их отлов проводили саком на 5 станциях Севастопольского взморья и бухты Севастопольской, отличающихся уровнем антропогенного загрязнения (рис. 1). Диапазон изменения концентраций



Рисунок 1. Схема расположения исследуемых станций Севастопольского взморья и Севастопольской бухты

биогенных элементов в поверхностном слое и тяжелых металлов в донных отложениях на исследуемых станциях представлен в таблице.

**Диапазон изменения концентраций биогенных элементов в поверхностном слое и тяжелых металлов в донных отложениях на станциях Севастопольского взморья, по [1, 3, 5, 6, 7, 8]**

Концентрация биог. элементов, (МкМ/л), металлов в грунтах (мкг/г)	Станции					
	1	2	3	4	5	6
Фосфаты	менее 0,01	0,02-20,0	0,01-0,4	0,01-0,2	0,01-0,2	0,02-60
Силикаты	менее 0,01	0,2-30,0	0,2-15,0	0,01-6,0	0,01-6,0	0,2-65
Нитриты	менее 0,02	0,05-1,9	0,03-0,5	0,01-0,3	0,01-0,3	0,2-1,6
Нитраты	менее 0,01	0,2-37,0	0,2-20,0	0,1-12	0,1-12	1,0-62,0
Медь		3,95	2,89	7,9-8,5	7,9-8,5	19,26
Кадмий		5,5	5,0	4,06-4,0	4,06-4,0	1,46
Хром		9,43	13,5	5,7-5,2	5,7-5,2	30,7
Цинк		34,69	28,33		25,8-25,0	40,75

Исследуемые станции можно охарактеризовать следующим образом. Станция 1 – мыс Западный, бухта Круглая относится к условно чистым районам взморья [5], на гидрохимический режим ст. 2 оказывают влияние стоки р. Черная, оказывающие распределяющее воздействие, а также функционирующая вблизи нефтегавань. Донные осадки этой станции характеризуются превышением фонового уровня по нефтяным углеводородам – в 11 раз, по фенолам – в 6 раз, по свинцу и кадмию – в 11 и 19 раз соответственно [1]. Воды ст. 3 характеризуются тепловым загрязнением, обусловленным поступлением вод ГРЭС, ст. 4 – рекреационной нагрузкой, а ст. 5 (б. Старосеверная) – влиянием активного судоходства. Наиболее загрязненной является ст.6, испытывающая комплексное антропогенное загрязнение.

АК определяли в соответствии с методами, описанными нами ранее [12], данные по параметрам среды – температуре (°С), плотности морской воды (усл ед. плотности), концентрации кислорода (мл/л) и фосфора (мкМ/л) предоставлены сотрудниками Морского гидрофизического института А. С. Романовым и к. х. н. Е. И. Овсяным, которым автор выражает глубокую благодарность. Указанные параметры определены стандартными методами [6, 7].

### Результаты и обсуждение

Определение понятия нормы в современной экологии довольно условно и размыто. Для морских организмов наиболее часто его употребляют по терминологии В. Д. Федорова с соавторами [10], нами применено понятие эмпирической нормы параметра, определяемое в контрольных (условно чистых) акваториях [11]. Несмотря на то, что условия морской среды на станциях отбора проб разнородны и предполагают присутствие поллютантов, концентрации которых нами не измерялись, тем не менее, существование градиента показателей параметров среды позволило нам выявить тренды изменения АК.

Влияние различных гидрологических и гидрохимических параметров среды на АК личинок *A. hepsetus*, обитающих в исследуемых акваториях Севастопольского взморья, представлено на рис. 2-5.



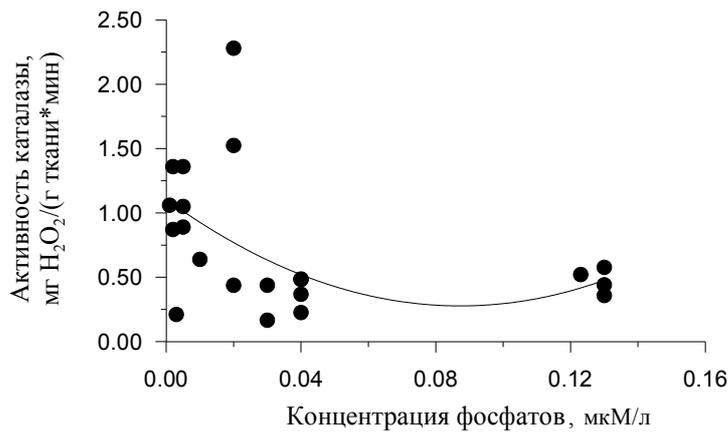


Рисунок 5. Зависимость активности каталазы личинок *Atherina hepsetus* от концентрации фосфатов в среде

ны. Тренд изменения их АК в зависимости от плотности морской воды (рис. 4) свидетельствует о том, что эти показатели находятся в противофазе. Диапазон плотности морской воды, при котором АК меняется незначительно, соответствует интервалу 10-11, 5 ед. усл. плотности. Существенное увеличение АК наблюдается при значениях плотности ниже 10 ед. Интервалу 10-11,5 ед. усл. плотности соответствует диапазон АК личинок атерины 0,25-0,75 мг H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>/(г ткани·мин), совпадающий с условно нормальными значениями.

Анализ кривой зависимости АК личинок атерины от концентрации фосфора в среде (рис. 5) показал: ее снижение до 0,05 мкМ/л вызывает оксидативный стресс, при котором биохимический показатель повышается. Установлено, что в диапазоне концентрации фосфора 0,05-0,11 мкМ/л АК личинок слабо варьирует и находится в интервале 0,25-0,5 мг H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>/(г ткани·мин).

Следовательно, совпадение значений АК личинок атерины из условно чистого района и полученных при изменении гидрологических и гидрохимических факторов среды (диапазон 0,25-0,75 мг H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>/(г ткани·мин) дает возможность предположить соответствие этого интервала условно нормальным значениям АК для личинок черноморской атерины. Показательно, что сходные данные были получены и в лабораторном эксперименте [13].

Для подтверждения существования зависимости АК личинок *A. hepsetus* от параметров среды был проведен контрольный эксперимент на морской воде, отобранной в условно чистой 10-мильной зоне. В лабораторных условиях выявлено увеличение АК личинок атерины на 10-30 % по сравнению с условно нормальными значениями при минимальных и максимальных значениях параметров среды, отмеченных нами *in situ*: при уменьшении температуры до 20 °С и увеличении до 27 °С; при значениях плотности морской воды 9 ед. усл. пл.; при концентрации фосфатов в среде 0,02 и 0,13 мкМ/л.

Таким образом, на основании проведенных исследований в природных и экспериментальных условиях выявлена зависимость активности каталазы личинок снетка *Atherina hepsetus* от температуры и плотности, а также концентрации кислорода и фосфора в морской среде. Интервал значений АК 0,25-0,75 мг H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>/(г ткани·мин) соответствует условно нормальному состоянию личинок, а диапазоны параметров морской среды, при которых протекает их нормальное функционирование

оптимальное содержание кислорода, соответствующее нормальному развитию личинок, находится в диапазоне от 6 до 7,5 мл/л [4].

При таких значениях концентрации кислорода АК варьирует в пределах 0,45-0,65 мг H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>/(г ткани·мин) и входит в диапазон значений 0,25-0,75 мг H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>/(г ткани·мин), соответствующих условно нормальным значениям этого биохимического параметра для личинок атерины.

ние, составляют соответственно: температура – 22-25,5 °С, концентрация кислорода – 6-7, 5 мл/л, фосфора – не менее 0,05 мкМ/л, плотность – 10-11,5 ед. усл. плотности.

### *Литература*

1. **Гордина А. Д., Ткач А. В., Севрикова С. Д.** Реакция ихтиопланктона портовых зон Черного моря на антропогенное воздействие (на примере Севастопольской бухты) // Гидробиол. журн. – 1999. – Т. 38. – № 4. – С. 88-95.
2. **Израэль Ю. А.** Экология и контроль состояния природной среды. – Л.: Гидрометеиздат, 1979. – 375 с.
3. **Игнатъева О. Г., Овсяный Е. И.** и др. Зависимость процессов сорбции тяжелых металлов донными отложениями от физико-химических параметров осадков (Севастопольская бухта, Черное море) // Тез. докл. научно-практич. конф.: Прикладная физическая химия, Алушта, 27-30 октября 2002 г. – Симферополь: КНЦ, 2002. – С. 7-11.
4. **Кляшторин Л. Б.** Водное дыхание и кислородные потребности рыб. – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1982. – 167 с.
5. **Куфтаркова Е. А., Ковригина Н. П., Родионова Н. Ю.** Гидрохимический режим района, прилегающего к бухте Омега, и факторы, его формирующие // Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон и комплексное использование ресурсов шельфа. – Севастополь: Экоси, 1999. – С. 175-192.
6. **Овсяный Е. И., Кемп Р. Б.** и др. Гидролого-гидрохимический режим Севастопольской бухты в условиях антропогенного загрязнения // Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон и комплексное использование ресурсов шельфа. – Севастополь: Экоси, 2000. – С. 79-103.
7. **Овсяный Е. И., Романов А. С., Миньковская Р. Я.** и др. Основные источники загрязнения морской среды Севастопольского региона // Сб. науч. тр. МГИ НАН Украины: Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон и комплексное исследование ресурсов шельфа. – Вып. 2. – Севастополь, 2001. – С. 138-152.
8. **Овсяный Е. И., Игнатъева О. Г., Романов А. С.** и др. Зависимость процессов сорбции тяжелых металлов донными отложениями от физико-химических параметров осадков (Севастопольская бухта, Черное море) // Ученые записки ТНУ. – Симферополь, 2002. – Т. 15. – № 1. – С. 118-120.
9. **Руднева И. И., Залевская И. Н.** Личинки атерины (*Atherina hepsetus* L.) как биоиндикаторы загрязнения прибрежных акваторий Черного моря // Экология. – 2004. – № 2. – С. 107-112.
10. **Федоров В. Д., Максимов В. Н., Сахаров В. Б.** Количественный способ оценки внешних воздействий на экологические системы // Человек и биосфера. – М.: МГУ, 1980. – Вып. 5. – С. 12-23.
11. **Федоров В. Д., Сахаров В. Б., Левич А. П.** Количественные оценки состояния экосистем // Человек и биосфера. – М.: МГУ, 1982. – Вып. 6. – С. 3-42.
12. **Шахматова О. А.** Активность каталазы личинок рыб как показатель качества морской среды // Экология моря. – 2000. – Вып. 51. – С. 52-54.

13. **Шахматова О. А.** Активность антиоксидантной системы личинок рыб как показатель качества морской среды // Экология моря. – 2002. – Вып. 59. – С. 48-50.
14. **Peters L. D., Porte C., Albaiges J., Livingstone D. R.** 7-ethoxyresorufin O-deethylase (EROD) and antioxidant enzyme activities in larvae of sardine (*Sardina pilchardus*) from the north coast of Spain // Mar. Polut. Bull. – 1994. – V. 28. – № 5. – P. 299-304.

## СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ ПРОМЫСЛОВОГО РЫБОЛОВСТВА В РЕГИОНЕ УКРАИНСКОГО ПРИДУНАВЬЯ

С. Г. Бушуев, С. Ю. Черникова

Одесский центр Южного научно-исследовательского института морского  
рыбного хозяйства и океанографии (ОдЦ ЮгНИРО)

Дельта реки Дунай с комплексом придунайских озер (общей площадью около 45 тыс. га) обладает огромным природным потенциалом, в том числе и для развития рыболовства.

Ихтиофауна реки Дунай и придунайских водоемов отличается богатством видового состава. Около 30 видов обитающих в Придунавье рыб относятся к промысловым. Среди них наибольшее значение имеют проходные виды, в частности дунайская сельдь, на которую приходится около половины объемов добычи рыбы. Ценными объектами промысла являются осетр и севрюга, хотя их доля в уловах невелика, и раки. Важную промысловую роль играют аборигенные виды рыб – сазан, карась, судак, лещ, сом, щука.

Рыбные ресурсы реки Дунай эксплуатируются несколькими странами. Для их эффективного использования необходимо международное сотрудничество в сфере охраны, воспроизводства и изучения рыбных запасов. Подобный механизм кооперации уже действует для популяций осетровых в виде Региональной Стратегии сохранения и рационального управления популяциями осетра в низовьях Дуная.

За последние 50 лет в структуре промысловых уловов в дельте реки произошли заметные изменения. Перестали регистрироваться белуга, стерлядь (в связи с занесением в Красную книгу Украины), линь, язь, усач и др. Значительно сократилась доля в общем вылове таких видов, как севрюга, осетр, сазан, рыбец, щука, сом, жерех. Существенно увеличилась доля серебряного карася, заменившего ранее отмечавшегося золотого. Появились новые виды-акклиматизанты – белый и пестрый толстолобики, белый амур (3-10 % вылова).

Уловы на украинском участке р. Дунай в 1970-е гг. достигали 1,5 тыс. т в год. Минимальный улов был зарегистрирован в 1999 г. – 120 т. В последние годы уловы составляют 300-450 т (табл. 1). От общей массы уловов в р. Дунай 50-70 % приходится на дунайскую сельдь. Численность нерестового стада сельди испытывает значительные циклические колебания под влиянием абиотических и биотических факторов (в 2-10 раз) (рис. 1). В связи с этим и общие величины уловов в реке всегда будут существенно колебаться. В перспективе ожидается, что уловы сельди будут варьировать в пределах 200-350 т, а частичковых рыб – 150-300 т.

Основные орудия лова на украинском участке р. Дунай – сети сельдевые, сети частичковые (в ставном и плавном режимах); вентеры; каравки. Начиная с 2002 г. количество сельдевых сетей составляло в среднем 1440 шт. Максимальный вылов на сеть в 2002 г. составил 188 кг. Среднее количество вентерей и каравок в последние годы составило 1490, частичковых сетей – 1625 единиц.

Основной объект промысла в р. Дунай – дунайская сельдь; в меньших объемах вылавливают карася, леща и мелкого частичка. Общая продолжительность лова сельди в Дунае составляет около 3-х месяцев.

Таблица 1. Динамика вылова рыбы в р. Дунай, т

Виды рыб	Год											
	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	
Сазан (карг)	4,0	5,9	5,0	6,0	7,0	14,1	7,0	16,0	14,0	19,0	16,1	
Судак	-	0,7	0,9	1,3	1,5	1,8	1,3	4,2	3,22	4,5	4,4	
Лещ	12,2	19,5	11,0	5,1	9,4	9,6	15,8	12,3	7,1	11,0	12,5	
Карась	66,2	69,7	66,5	57,3	61,6	76,2	48,5	51,6	43,7	67,4	66,7	
Сом	1,2	-	-	-	1,6	1,3	1,3	1,7	2,13	3,1	3,7	
Рыбец	0,8	-	-	-	5,1	6,7	2,5	2,3	1,52	2,4	3,1	
Щука	0,5	-	-	-	0,4	0,3	0,2	0,7	1,15	1,8	1,2	
Жерех	2,0	-	-	-	1,9	2,7	2,9	2,06	1,95	2,1	2,3	
Красноперка	2,4	-	-	-	5,3	5,4	2,6	0,6	1,42	3,3	2,9	
Плотва	0,3	-	-	-	4,6	11,5	6,0	7,2	3,25	5,3	4,8	
Густера	2,0	-	-	-	3,7	6,2	8,8	5,7	3,32	2,7	5,00	
Чехонь	-	-	-	-	0,3	0,8	1,0	0,13	0,04	0,2	0,1	
Окунь	0,6	-	-	-	1,2	2,3	-	0,4	0,25	1,3	0,5	
Толстолобик	7,4	5,6	3,7	0,9	7,5	4,1	2,2	8,0	8,10	23,6	18,0	
Белый амур	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3,2	
Сельдь	274,0	160,8	18,0	78,9	141,3	204,2	143,7	194,6	352,5	208,5	236,9	
Северюга	0,3	1,0	0,5	0,7	0,02	0,1	-	0,01	0,17	0,3	0,1	
Осетр	1,2	-	-	-	-	0,1	-	0,01	0,01	0,012	0,02	
Пиленгас	-	0,2	0,1	0,5	2,0	2,8	2,1	1,65	2,0	1,5	2,5	
Крупный частик	-	4,9	2,4	2,7	-	-	-	-	-	-	-	
Мелкий частик	-	8,3	12,0	11,2	-	0,2	-	0,008	1,8	-	-	
<b>Всего</b>	<b>375,3</b>	<b>276,6</b>	<b>120,1</b>	<b>165,6</b>	<b>254,4</b>	<b>350,4</b>	<b>246,1</b>	<b>309,2</b>	<b>447,5</b>	<b>358,0</b>	<b>384,1</b>	

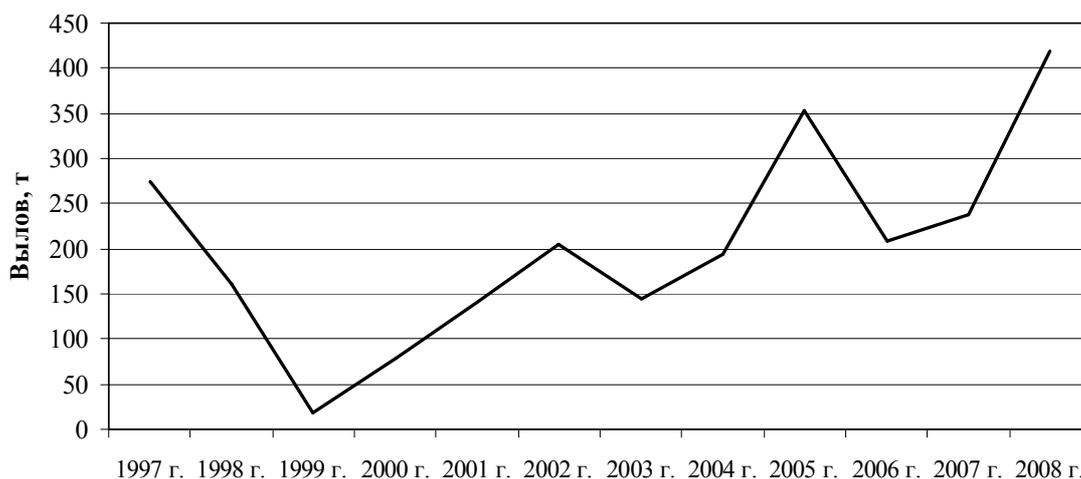


Рисунок 1. Динамика вылова сельди в р. Дунай

До конца 1980-х гг. объем общего вылова рыбы составлял около 1000-1500 т в реке и 2500 т – в озерах. В 1958 г. вылов только осетровых составил 295 т, тогда же было получено 13 т икры осетровых рыб. Ежегодный вылов раков в Придунайском районе достигал 987 т (50 % промысла раков на Украине).

В дальнейшем согласно данным официальной статистики происходило непрерывное снижение объемов вылова. Начиная с 2004 г. суммарный годовой улов в реке стабилизировался, а в придунайских озерах наблюдался рост годового вылова рыбы. В 2007 г. улов рыбы в реке составил 384,0 т, а во всех придунайских озерах – 3471,4 т (табл. 1 и 2). Вылов осетровых по официальной статистике составил всего 0,16 т. Заметно снизилась доля ценных промысловых видов: основу уловов частиковых видов рыб составляют растительоядные, сазан, карась, лещ, большинство из которых имеют низкую себестоимость. Значительно сократился вылов судака, щуки, сома, жереха, чехони. Также существенно снизилось производство рыбной продукции.

Причин значительной деградации популяций промысловых рыб несколько. Во-первых, это сбросы в Дунай бытовых и промышленных стоков городов и мелких населенных пунктов. Помимо антропогенной эвтрофикации и загрязнения вод Дуная, на состояние рыбных запасов в дельте существенно повлияли зарегулирование стока реки и одамбование ее берегов, что значительно ухудшило условия естественного нереста многих видов. Мигрирующие виды рыб, в частности осетровые, стали очень немногочисленны как в реке, так и в Черном море. На фоне ухудшения состояния их нерестилищ наблюдается недостаток производителей осетра, севрюги, белуги и стерляди.

Одамбование придунайских озер и превращение их в водохранилища фактически изолировали водоемы от реки, исключив возможность свободного водообмена и пополнения ихтиофауны озер.

На экосистему реки Дунай оказывает воздействие строительство и эксплуатация Дунайского судового хода. Создание и поддержка расчетных судоходных глубин может влиять на производственные показатели рыбной отрасли.

Таблица 2. Динамика вылова рыбы в придунайских озерах (Кагул, Каргал, Яллуг, Кугурлуй, Каглабуг, Кигай, Сасык), т

Виды рыб	Год									
	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007		
Сазан (карп)	60,5	52,6	33,3	49,2	97,2	174,4	147,7	142,3		
Судак	15,5	16,9	11,0	15,3	28,1	14,4	11,3	19,8		
Лещ	125,2	144,5	122,0	120,0	86,2	88,6	30,3	55,0		
Карась	391,4	419,8	485,1	555,7	1230,4	678,7	822,9	1005,5		
Жерех	1,1	0,5	2,6	1,8	0,9	1,3	1,8	3,3		
Сом	0,9	0,5	0,2	0,6	0,2	0,9	0,02	0,9		
Окунь	5,7	6,6	9,9	10,0	8,8	7,8	1,5	4,02		
Чехонь	6,7	5,7	3,2	3,4	1,2	4,6				
Плотва, красноперка	63,5	46,1	62,5	46,7	14,4	33,0	2,6	11,9		
Растительноядные	321,6	293,6	229,4	199,5	287,3	1826,9	1677,4	2209,0		
Густера	6,0	22,5	26,1	48,3	10,7	18,5	3,3	10,7		
Щука	6,3	3,7	2,2	5,1	21,7	15,7	2,6	7,2		
Пиленгас	-	-	0,5	1,1	0,1	0,1	0,5	1,0		
Бычки	-	-	18,9	10,0	9,3	4,9	10,6	9,5		
Атерина	-	-	1,0	-	1,2	-	8,8	-		
Раки	-	-	0,5	1,1	2,3	6,6		7,3		
Другие водные живые ресурсы	2,4	-	-	1,6	-	-	0,07	0,34		
<b>Всего</b>	<b>1006,8</b>	<b>1013,0</b>	<b>1008,4</b>	<b>1069,4</b>	<b>1800,0</b>	<b>2876,4</b>	<b>2721,5</b>	<b>3471,4</b>		

Прямая связь между масштабами судоходства по реке, объемами производимых дноуглубительных работ и величинами промысловых уловов рыбы не прослеживается. Уловы рыбы достигали максимального уровня в 80-е гг., когда объемы дноуглубительных работ на реке и взморье ежегодно составляли около 3 млн. т. В 90-е гг. промысловые уловы непрерывно снижались, несмотря на почти полное прекращение дноуглубления и уменьшение объемов грузоперевозок. Тем не менее, нельзя утверждать, что рыбные запасы не испытают отрицательного воздействия. Ущерб рыбному хозяйству может быть связан с гибелью организмов, представляющих кормовую ценность для рыб; с заилением нерестилищ; с невозможностью продолжения традиционного рыбного промысла на трассе судового хода как по рукаву Быстрое (из-за незначительной его ширины), так и выше по реке.

Возможности для интенсификации промысла в р. Дунай (увеличение нагрузки, применение новых орудий и способов лова) практически отсутствуют. Существующая промысловая нагрузка близка к максимально допустимой и ограничена, в первую очередь, наличием мест, пригодных для эффективного лова. В этих условиях привлечение новых пользователей и увеличение материально-технической базы промысла нецелесообразно.

Увеличение учитываемых уловов здесь может быть достигнуто за счет создания экономических условий, стимулирующих сдачу рыбы рыбаками (при переходе на упрощенную систему получения лицензий и квот и внедрение льготного налогообложения), а также повышения эффективности контроля. В этом случае уловы могут возрасти до 500-700 т в год.

Помимо экологических причин деградации рыбной промышленности, существует ряд социально-экономических, главные среди которых – развал крупных рыбодобывающих организаций, продажа морских судов, рост браконьерства, отсутствие крупных капитальных вложений в мелиорацию и воспроизводство, теневой вылов и переработка рыбы, несовершенная законодательная база регулирования рыболовства.

Для восстановления промысловой ихтиофауны водоемов Придунавья необходимо развитие аквакультуры. В первую очередь, это строительство на р. Дунай завода для воспроизводства осетровых рыб. Деятельность такого предприятия будет способствовать восстановлению популяций осетра, севрюги и белуги в Черном море и Дунае, а также сыграет положительную роль в распределении международных квот на вылов осетровых рыб. Строительство завода для воспроизводства осетровых рыб запланировано Общегосударственной программой развития рыбного хозяйства на период до 2010 г. Программа предусматривала строительство государственных осетровых заводов на Дунае и Днестре. Однако пока для этого ничего не сделано.

В настоящее время восстановление популяций дунайских осетровых возможно лишь на базе частного предприятия ООО «Одесский осетроводческий комплекс» (рис. 2), которое в 2008 г. начало работы по товарному воспроизводству осетровых (проводится заготовка производителей и получение первой партии молоди).

Важную роль в повышении рыбопродуктивности водоемов играет разведение карпа и растительноядных видов рыб. Для увеличения производственных площа-



**Рисунок 2. Крытый бассейновый модуль для выращивания молоди и товарной рыбы ООО «Одесский осетроводческий комплекс» на берегу Карналиевского водохранилища**

дей можно использовать существующий в регионе комплекс прудов. Учитывая рекомендации европейских экспертов, при повышении рыбопродуктивности придунайских водоемов и для сбалансирования состава их ихтиофауны особое внимание необходимо уделить искусственному воспроизводству аборигенных рыб (щука, судак), а также раков.

## ХАРАКТЕРИСТИКА ЖИЛЫХ ПОПУЛЯЦИЙ ПИЛЕНГАСА В СОЛЕННЫХ ЛИМАНАХ ОДЕССКОЙ ОБЛАСТИ

Е. Г. Воля, А. И. Дручин  
ОдЦ ЮгНИРО

В последние десятилетия происходит целенаправленное вселение новых видов гидробионтов в водоемы северо-западного Причерноморья. Значительное влияние на экосистемы ряда водоемов оказал акклиматизированный в Азово-Черноморском бассейне вид кефали – дальневосточный пиленгас *Mugil so-iyu* Basilewsky [1].

В процессе исследований в водоемах северо-западного Причерноморья выяснилось, что пиленгас является видом, во всех отношениях более экологически пластичным, чем черноморские кефали. Это выражается в его толерантности к гидрологическим факторам среды, широкому спектру объектов питания, быстрому приспособлению к новым условиям обитания и размножения.

В результате внедрения успешно разработанной биотехнологии искусственного культивирования пиленгаса и последующего зарыбления его молодь и личинками естественных водоемов в ряде закрытых и полужакрытых лиманов Одесской области возникло несколько автономных популяций, поставленных в различные условия существования.

Материалом для данной работы послужили данные комплексных многолетних исследований на Хаджибейском и Тилигульском лиманах Одесской области. В процессе исследований в период нереста производили регулярные ихтиопланктонные ловы (ихтиопланктонной сетью ИКС-80), отбирали пробы зоопланктона (модифицированной сетью Джели, газ № 53). Гидрологические исследования проводили по методике [3].

Хаджибейский лиман является закрытым водоемом. Здесь естественная популяция пиленгаса начала формироваться в конце 1990-х гг. Массовое естественное воспроизводство дальневосточной кефали при солености, которая считалась слишком низкой для нереста данного вида (3-5 ‰), сделало Хаджибей с конца 90-х гг. пиленгасовым водоемом. При проведении ихтиопланктонных ловов в 2003-2008 гг. было установлено, что численность личинок, перешедших на активное питание, в среднем составляла 0,12-2,4 экз./м<sup>3</sup> (расчет проводился для нижней части акватории).

Максимальный вылов этого вида был достигнут в 2005 г. и составил 573,4 т (табл. 1).

Хаджибейский лиман отличается богатой кормовой базой, в частности высокой биомассой зоопланктона в весенне-летний период (от 0,5 до 6,0 г/м<sup>3</sup>). Основу биомассы (более 90 %) составляют планктонные ракообразные (Copepoda, Cladocera), которые служат кормом для молоди промысловых видов рыб, обитающих в лимане.

Анализ питания молоди пиленгаса средней длиной 10-13 см показал, что, несмотря на значительные размеры (по литературным данным [2], такие мальки уже переходят на питание детритом и обрастаниями), значительную долю их пищи (до

Таблица 1. Динамика вылова промысловых рыб в Хаджибейском лимане (т)

Виды рыб	Год									
	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Карась	18,9	12,7	3,4	3,12	5,2	56,7	24,1	46,7	10,12	103,0
Окунь	48,6	33,6	111,0	17,9	18,0	22,3	30,2	60,4	10,17	31,7
Судак	1,3	1,4	4,7	8,96	144,7	117,2	91,4	52,6	59,1	73,6
Толстолобики	25,4	20,5	4,0	8,93	11,4	0,9	78,5	162,9	72,4	282,3
Сазан	0,1	1,5	0,2	0,06	0,1	6,6	4,5	4,8	0,95	6,7
Пиленгас	37,8	183,6	150,6	381,5	81,9	185,0	227,9	573,4	149,7	306,5
Бычки	-	-	-	-	-	-	-	0,004	-	299,0
<b>Всего</b>	<b>132,1</b>	<b>253,3</b>	<b>273,9</b>	<b>420,5</b>	<b>261,3</b>	<b>388,7</b>	<b>456,6</b>	<b>900,7</b>	<b>302,5</b>	<b>807,1</b>

70 %) составлял зоопланктон. В основном это были крупные организмы – ветвистоусые ракообразные, но встречались и мелкие формы – каляноиды, гарпактициды, коловратки (в среднем 15 %).

В наблюдениях 2003-2006 гг. годовики пиленгаса при длине 18-25 см (возраст 1+) продолжали употреблять в пищу зоопланктон, хотя доля его в пищевом комке снизилась до 34 %. Исследования в Хаджибейском лимане свидетельствуют о том, что темп роста пиленгаса в годы, характеризующиеся высокой биомассой крупного зоопланктона, очень высок. Прирост годовиков данного вида при питании зоопланктоном составляет 3,2 см в месяц, тогда как при питании детритом и обрастаниями прирост составляет всего 2,1 см в месяц.

Кормовая база Хаджибейского лимана впоследствии была в значительной степени обеднена. Снижение биомассы зоопланктона в отдельные годы может служить причиной низкой эффективности нереста пиленгаса, однако численность данного вида в Хаджибейском лимане в настоящее время достаточно велика и оценивается в июле 2008 г. на уровне 20 млн. экз. В данном случае можно говорить об успешной акклиматизации пиленгаса в нетипичных для него условиях замкнутого водоема с низкой соленостью, приведшей к формированию самовоспроизводящейся локальной популяции с очень высокой численностью.

Тилигульский лиман связан с морем каналом, который функционирует нерегулярно и не каждый год. В Тилигульском лимане естественный нерест пиленгаса впервые был зарегистрирован в 2002 г. Численность личинок, перешедших на активное питание, в средней части данного водоема составляла около 0,0003 экз./м<sup>3</sup>, что на несколько порядков ниже, чем в Хаджибейском лимане. Биомасса зоопланктона в период исследований составляла 0,021 г/м<sup>3</sup>. Это свидетельствует об очень низких показателях кормовой базы Тилигульского лимана. Очевидно при таких условиях переходит на активное питание и выживает только незначительная часть личинок пиленгаса, питающихся зоопланктоном.

В июне 2002 г. было проанализировано около 50 одновозрастных экземпляров пиленгаса (2+) средней длиной 26,5 см и массой 290 г. При анализе питания пойманных рыб выяснилось, что в их кишечниках присутствует значительное количество моллюска *Hydrobia acuta* (в среднем 56 % от массы пищевого комка). Данный объект питания совершенно нетипичен для кефалевых. Объяснить его появление в рационе пиленгаса можно лишь за счет недостатка корма и высокой пищевой пластичности данного вида. Темп роста пиленгаса в Тилигульском лимане ниже, чем в Хаджибейском.

Индекс пищевого сходства пиленгаса с бычками, составляющими основу промысловых видов в Тилигульском лимане, составил 72 %. Это свидетельствует о достаточно напряженной пищевой конкуренции между бычками и пиленгасом в данном водоеме.

Несмотря на естественное воспроизводство, пиленгас в Тилигульском лимане значительной роли в промысле рыб не играет (табл. 2). Его годовой вылов за пери-

Таблица 2. Динамика вылова промысловых рыб в Тилигульском лимане (т)

Виды	Годы					
	2002	2003	2004	2005	2006	2007*
Глосса	-	-	0,138	0,082	0,01	0,02
Атерина	102,8	142,7	256,3	148,2	300,4	252,2
Бычки	36,5	48,39	37,74	42,56	19,6	24,7
Кефали	0,01	0,30	7,92	18,53	15,0	0,04
Хамса	2,0	-	-	-	-	-
Пиленгас	0,9	1,69	0,148	1,34	0,4	0,13
Креветки	-	-	-	0,015	-	-
<b>Всего</b>	<b>142,2</b>	<b>193,1</b>	<b>302,2</b>	<b>210,7</b>	<b>335,4</b>	<b>277,1</b>

\* Данные по Одесской и Николаевской областям.

од с 2002 г., когда он был впервые зарегистрирован в статистике, по 2007 г. не превышал 2 т.

На акватории Тилигульского лимана наблюдается широкий диапазон солености – от 2 ‰ в верхней части, до 22 ‰ – в центральной части лимана, что позволяет пи-

ленгасу найти оптимальные, по гидрологическим показателям, места для нереста; однако численность его в лимане невысока. Лимитирующим фактором для данного вида является отсутствие достаточного количества корма, в первую очередь стартовых кормов для личинок.

В прочих соленых лиманах Одесской области пиленгас не образует жилых популяций. Он заходит из моря, может нагуливаться, однако при закрытии соединительных каналов в холодные зимы гибнет. В промысле значительной роли не играет.

Если в Хаджибейском лимане вселение пиленгаса и образование его жилой популяции полностью изменило ихтиоценоз водоема и, как следствие, структуру уловов, то в Тилигульском лимане численность его популяции сравнительно мала.

На примере жилых популяций пиленгаса в Хаджибейском и Тилигульском лиманах еще раз подтвердился тот факт, что благоприятные для формирования многочисленных поколений пиленгаса условия складываются прежде всего за счет высокой биомассы кормов для ранних личинок.

### Литература

1. Методы гидрохимических исследований океана. – М.: Наука, 1978. – 287 с.
2. Сайфуллина Е. Ю. Питание личинок камбалы глоссы, камбалы калкан, кефали пиленгас, выращиваемых в искусственных условиях // Рыбное хозяйство, 1991. – 12. – С. 49 – 52.
3. Starushenko, L. I., Kazansky A. B. Introduction of mullet haarder (*Mugil so-iuy* Basilewsky) into the Black Sea and the Sea of Azov / Food and agriculture organization of the United Nations. – Rome. – 1996. – 5. – 29 p.

## К ВОПРОСУ О ПРОИСХОЖДЕНИИ КРУПНОЙ ЧЕРНОМОРСКОЙ СТАВРИДЫ (*TRACHURUS MEDITERRANEUS PONTICUS* ALEEV)

Ю. А. Силкин, Е. Н. Силкина

Карадагский природный заповедник НАН Украины (КаПриЗ НАНУ)

В условиях демонстрационного морского аквариума объемом 8000 л, при более чем двухлетнем содержании стаи мелкой черноморской ставриды (*Trachurus mediterraneus ponticus* Aleev), отмечено появление быстрорастущих форм, отвечающих по своим параметрам описанному в литературе [1-3, 6] гибриду крупной черноморской ставриды.

Стая мелкой черноморской ставриды (около 50 особей) была отловлена в районе Коктебеля в мае-июне 2005 г. и доставлена, по 5-10 особей на подвоз, в аквариум Карадагского природного заповедника НАНУ. В момент доставки ставрида была однородной, с параметрами 10-15 см в длину и весом до 50 г. В течение более чем двухлетнего содержания (до ноября 2007 г.) в условиях неволи (аэрируемый аквариум с периодической сменой воды, постоянным кормлением и отсутствием врагов) среди отловленных ставрид выделилось 5 особей ( $\approx 1\%$ ), темпы роста которых сильно отличались от остальных. На момент отхода (через 2 года) линейные параметры этих рыб составляли 26,5-32,5 см по длине и 300-350 г по весу. У остальных особей стаи линейные параметры и вес за этот же период содержания в неволе практически не изменились и остались на исходном уровне (рисунок). Со-



**Фотография мелкой и крупной ставриды, содержащейся в аквариуме Карадагского природного заповедника с 2005 по 2007 г.**

гласно данным Р. С. Шавердова [10], исследовавшего темпы роста крупной и мелкой черноморской ставриды, эти параметры вполне соответствуют 5-летней ставриде. Крупная ставрида в этот период имеет прирост по 5-6 см в год, в то время как мелкая ставрида своего предельного роста достигает за 2-2,5 года и в последующем практически не меняет линейных параметров.

Морфологические признаки крупных особей не отличались от мелких форм. Спинная ветвь боковой линии простиралась до 3-4 луча мягкого спинного плавника. Щитки боковой линии сравнительно мелкие и не очень выступают над телом, лишь в хвостовой части они более крупные и рельефные. Кили на щитках слабо развитые, шипы короткие. Боковая линия в передней части тела расположена выше его середины и почти прямая. Изгибается она круто под началом мягкого спинного плавника, далее имеет вид прямой и расположена посередине тела. Длина прямой задней части боковой линии равна 11 см, что существенно больше прямой передней боковой линии, равной 6 см. Спина темная, синевато-серая, нижняя часть тела серебристо-белая. Позади жаберной крышки отмечено темное пятно. Согласно признакам определительной таблицы из определителя «Рыбы Черного моря» [8] исследованные рыбы идентифицировались как черноморская ставрида – *Trachurus mediterraneus ponticus* Aleev.

Причины появления крупных форм ставриды в популяции одноразмерной мелкой ставриды до настоящего времени точно не установлены. Споры о природе этого феномена идут уже достаточно давно. Впервые эту проблему попытался разрешить Ю. Г. Алеев [1], который на основании сходства морфологических признаков и темпов роста высказал предположение о «средиземноморском следе» происхождения крупной ставриды. Правда, впоследствии его взгляды изменились при более детальном изучении ставрид рода *Trachurus* [2]. Крупная ставрида этим автором рассматривалась как локальное, обособленное «южное» стадо черноморской ставриды, размеры которой определялись лучшими кормовыми и температурными условиями вблизи Анатолийского побережья.

Отсутствие крупной ставриды или ее переходных форм в Средиземном море дали основание другому отечественному ихтиологу В. Н. Тихонову [9] считать, что эта форма имеет чисто черноморское происхождение.

В дополнение к традиционно морфологическим методам исследования систематическое положение крупной ставриды более «тонкими» методами попытался определить Ю. П. Алтухов. При помощи цитофизиологии (изучение теплоустойчивости изолированных мышц) и биохимических методов (серологический анализ тканевых белков) [4, 5] был сделан вывод о различии крупной и мелкой черноморской ставриды на уровне двух видов. Хотя такое утверждение на основании этих методов выглядит далеко не бесспорным, поскольку теми же биохимическими методами при изучении электрофореграмм белкового состава крови Н. И. Куликова [7] пришла к заключению, что крупная и мелкая ставрида относятся к одному виду.

В споре о происхождении крупной ставриды, на наш взгляд, очень плодотворной и оригинальной является гипотеза о ее гибридном происхождении. Эта гипотеза была впервые выдвинута И. Доброволовым [11] на основании биохимических и популяционно-генетических исследований. В соответствии с этой гипотезой, крупная ставрида является гибридом внутривидового скрещивания между средиземноморским (*Trachurus mediterraneus mediterraneus* Steind) и черноморским (*Trachurus mediterraneus ponticus* Aleev) подвидами, которое может происходить в местах со-

прикосновения ареалов существования двух данных подвидов. Такое близкородственное скрещивание, по его мнению, способно вызывать в первом поколении эффект гетерозиса. Благодаря гетерозису это поколение ставриды может иметь проявляемые у крупной формы гигантские размеры по сравнению с негибридными исходными формами.

Развитием и углублением идеи служит эколого-географический подход, разработанный Г. В. Зуевым и Е. Б. Мельниковой [6]. Для выяснения таксономического положения крупной ставриды, ее происхождения, причин внезапного массового появления и столь же быстрого исчезновения в Черном море авторы собрали воедино и проанализировали сведения о пространственных (географических), структурно-функциональных (морфо-биологических) и экологических (взаимоотношения с факторами среды) характеристиках этой формы ставриды. Исследователи выдвинули концепцию о гибридном происхождении крупной ставриды в результате вторичного скрещивания черноморского и средиземноморского подвидов, генетическая изоляция между которыми произошла около 30-50 тыс. лет назад. Процесс вторичного скрещивания подвидов начался достаточно давно, и, как полагают исследователи, крупная ставрида обитает в Черном море постоянно на протяжении последних 5-10 тыс. лет. Авторы считают, что в условиях нарастания антропогенного воздействия на черноморскую экосистему, дальнейшего нарушения притока пресных вод, ведущего к осолонению моря, вероятность появления крупной ставриды должна возрасть.

Тем не менее, несмотря на достаточно глубокую проработку проблемы, вопрос о происхождении крупной ставриды до настоящего времени нельзя считать окончательно разрешенным. Для окончательного ответа, на наш взгляд, необходимо, с одной стороны, показать в эксперименте возможность близкородственного скрещивания черноморского и средиземноморского подвидов, а с другой – провести молекулярно-генетический анализ ДНК исследуемых подвидов и их гетерозисного потомка и напрямую установить степень родства этих трех форм.

### *Литература*

1. **Алеев Ю. Г.** Ставрида Черного моря. – Симферополь: Крымиздат, 1952. – 24 с.
2. **Алеев Ю. Г.** Ставриды (*Trachurus*) морей СССР // Тр. Севастоп. биол. ст. – 1957. – № 9. – С. 167-242.
3. **Алтухов Ю. П.** Исследование теплоустойчивости изолированных мышц и серологический анализ «крупной» и «мелкой» ставриды Черного моря // Тр. Карадаг. биол. ст., 1962. – Вып. 18. – С. 3-17.
4. **Алтухов Ю. П.** Исследование теплоустойчивости изолированной мышечной ткани двух видов ставриды из Черного и Северного морей // Докл. Акад. наук. – 1967. – 175. – № 2. – С. 467-469.
5. **Алтухов Ю. П., Апекин В. С.** Серологический анализ родственных взаимоотношений «крупной» и «мелкой» ставриды Черного моря // Вопр. ихтиологии. – 1963. – 3. – Вып. 1 (26). – С. 39-50.
6. **Зуев Г. В., Мельникова Е. Б.** Эколого-географическая гипотеза происхождения крупной черноморской ставриды (*Pisces, Carangidae*) // Морской экологический журнал. – 2003. – 2. – № 1. – С. 59-73.

7. **Куликова Н. И.** Особенности белкового состава крови ставрид южных морей // Биология моря. – 1968. – Вып. 15. – С. 147-158.
8. **Световидов А. Н.** Рыбы Черного моря // М.-Л.: Наука, 1964. – 552 с.
9. **Тихонов В. Н.** О миграциях и поведении крупной ставриды в Черном море. // Тр. ВНИРО. – 1958. – 36. – С. 52-61.
10. **Шавердов Р. С.** О взаимоотношении крупной и мелкой ставриды Черного моря // Вопросы ихтиологии. – 1964. – № 4. – Вып. 1 (30). – С. 82-91.
11. **Dobrovolev I.** Genetic divergence between the scad subspecies *Trachurus mediterraneus* (Carangidae, Pisces) from the Black Sea and the Mediterranean. // Medit. Marine Science. – 2000. – 1/1. – P. 133-139.

## РОЛЬ ОХРАНЯЕМЫХ МОРСКИХ АКВАТОРИЙ В СОХРАНЕНИИ БИОРАЗНООБРАЗИЯ АЗОВО-ЧЕРНОМОРСКОГО РЕГИОНА

**Н. А. Мильчакова**

ИнБЮМ НАНУ

В Декларации ООН по устойчивому развитию (Йоханесбург, 2002) представлена современная концепция и стратегия формирования всемирной сети охраняемых природных территорий (ОПТ) и морских акваторий (marine protected areas – МРА). Необходимость ее создания обусловлена ухудшением состояния прибрежных экосистем, которое связывают с интенсивным освоением береговой зоны, возросшей антропогенной нагрузкой, увеличением транспортных потоков, добычей биологических и других ресурсов на шельфе. В основу концепции заложен экосистемный подход, заключающийся в переходе от точечной охраны наиболее ценных или уязвимых участков побережий к созданию многофункциональных систем, которые способствуют поддержанию важнейших экологических процессов, сохранению биологического и ландшафтного разнообразия, устойчивому и сбалансированному природопользованию [11, 14]. Цели и задачи формируемой сети вытекают из определения МРА, к которым принято относить любой морской район со всем разнообразием флоры и фауны, историческими и культурными особенностями, где законодательно ограничена или запрещена любая хозяйственная деятельность, но возможно регулируемое использование ресурсов по другим причинам, чем сохранение природных или культурных ценностей, не нарушающее экологическое равновесие [8, 11, 12, [www.mpa.gov](http://www.mpa.gov)]. Де-факто морскими охраняемыми территориями являются районы Мирового океана, где доступ и/или использование ограничивается по многим причинам, помимо сохранения биологического и ландшафтного разнообразия [15].

По данным Международного союза охраны природы (МСОП) и Программы ООН по охране окружающей среды (ЮНЕП) в мире насчитывается около 4400 МРА, большинство из них сосредоточено в тропической зоне [[www.mpaglobal.org](http://www.mpaglobal.org)]. В последние годы темп создания МРА возрос более чем вдвое, сегодня они охватывают 0,65 % площади Мирового океана (2,35 млн. км<sup>2</sup>), хотя в целом их количество и площадь ничтожно малы по сравнению с таковыми для ОПТ [11, 12]. Это объясняется целым комплексом причин. Долгое время считалось, что «открытость» и территориальная сомкнутость морских экосистем являются непреодолимым препятствием для внедрения действенных мер по их охране.

В соответствии с мировыми тенденциями в Украине основной задачей природоохранной деятельности признано сохранение уникальных природных комплексов, в том числе прибрежных экосистем, что зафиксировано в Законе о природно-заповедном фонде (1992), Национальной программе развития заповедного дела на период до 2020 г. По сравнению с другими государствами, Украина имеет самую протяженную береговую линию в Азово-Черноморском бассейне, треть ее приходится на Крымский полуостров. Он отнесен МСОП к одному из 9 европейских центров биологического разнообразия, единственному в стране [1, 3]. Сегодня в Крыму насчитывается 164 объекта ПЗФ, их площадь составляет 5,6 % общей площади полуострова, что выше, чем в целом по Украине (рис. 1), но вдвое меньше, чем

10 %-ное заповедание, необходимое для устойчивого развития любого государства по рекомендации МСОП и ЮНЕП. Более того, темпы генетической эрозии или исчезновения видов на полуострове самые высокие в Украине – до 2,5 % видов флоры в год [1, 3, 5].

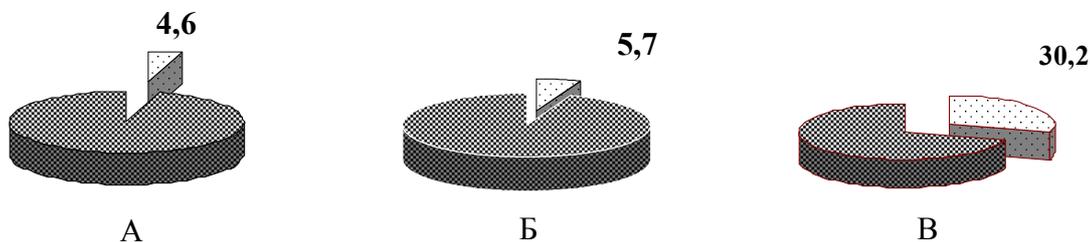


Рисунок 1. Доля ПЗФ (в %) общей площади территории:  
А – Украина, Б – АР Крым, В – регион Севастополя

Надо признать, что действенная охрана МРА у берегов Крыма затруднена, поскольку только четвертая часть этих объектов имеет общегосударственное значение. Более того, они размещены на территории полуострова крайне неравномерно, почти половина сосредоточена вдоль береговой линии от Фороса к Феодосии, испытывающей высокую рекреационную нагрузку. На этом участке, как и в других прибрежных районах, наблюдается тенденция сокращения площади охраняемых территорий и акваторий в угоду сиюминутных бизнес-интересов, далеких от приоритетных задач природоохранной деятельности. Тем не менее роль Крыма в охране природных комплексов Азово-Черноморского бассейна по-прежнему высока и значима. Из 60 охраняемых прибрежных акваторий бассейна, в состав которых входят МРА и водно-болотные угодья (табл. 1), более половины сосредоточены у берегов Крымского полуострова [5], МРА включены в состав 4 заповедников, 4 заказников и 18 памятников природы (ПАК – прибрежные аквальные комплексы).

Таблица 1. Сведения об охраняемых морских и прибрежных акваториях в бассейне Черного моря по данным на 1.01.2008 г. (по данным [www.mpaglobal.org](http://www.mpaglobal.org))

Страна	Количество	Общая площадь, км <sup>2</sup>	Период формирования
Украина	33	7628,04	1927-1998
Румыния	14	726,74	1961-1991
Болгария	8	131,24	1951-2002
Грузия	3	374,4	1965-1971
Турция	2	217,0	1987-1998
Россия	-	-	1992-?
Всего	60	9077,44	

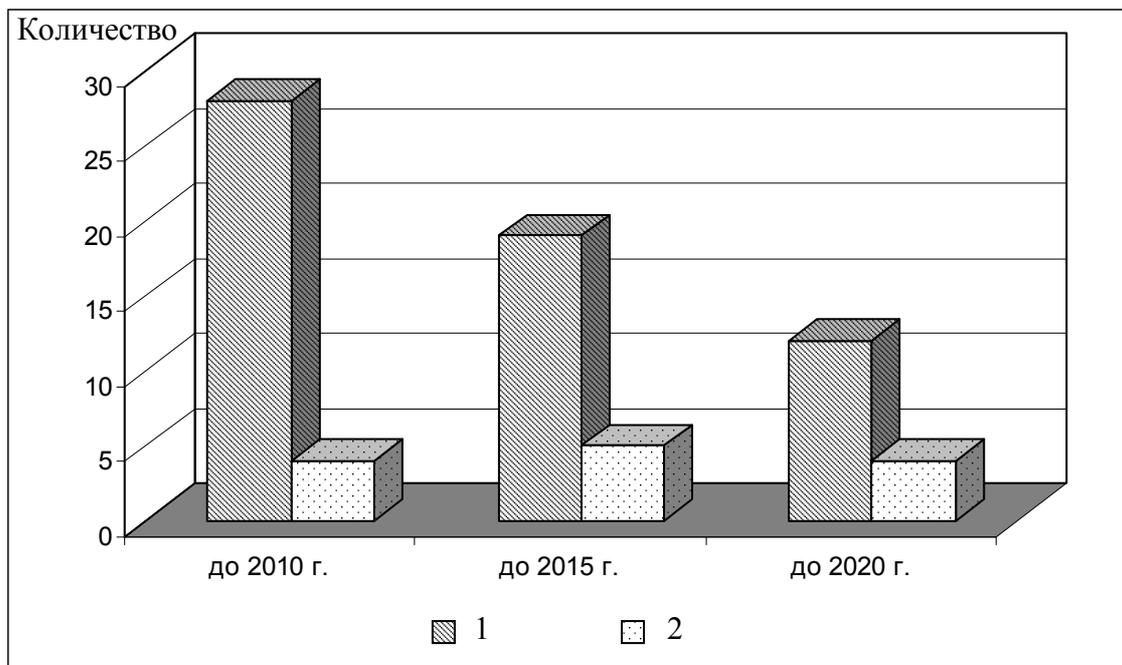
Хотя количество охраняемых акваторий в Украине в несколько раз больше, чем в других причерноморских государствах, многие из них потеряли свою научную, экологическую и эстетическую значимость, не являются репрезентативными [2, 4,

5]. На многих участках крымского побережья, входящих в состав ПЗФ, зарегистрировано сокращение биологического и ландшафтного разнообразия, трансформация и деградация особо ценных природных комплексов [1, 4, 5]. Так, отмечено снижение флористического разнообразия и продукционных характеристик макроводорослей в несколько раз или более чем на порядок, сужение зоны фитали и подъем ее нижней границы от 25-30 м до 10-15 м, негативная трансформация многолетних фитоценозов цистозир, филлофоры и зостеры, относящихся к ключевым звеньям черноморской экосистемы [4, 5].

Для приморских регионов Крыма создание сети МРА имеет особую значимость и направлено, прежде всего, на сохранение уникальных природных комплексов. Надо признать, что, несмотря на разработанный и обоснованный специалистами обширный перечень 50 приоритетных территорий Крыма, зарезервированных или перспективных для включения в ПЗФ [1], в нем оказалось только 8 объектов [5], в которых предусмотрены значительные площади морских акваторий: Тарханкутский и Сивашский национальные природные заповедники, биосферный заповедник «Лебязь острова», заказники в б. Лисья (зарегистрирован в Рескомприроды, 2007 г.) и б. Тихая, национальный природный парк (НПП) «Севастопольский» и региональный ландшафтный парк (РЛП) «Гераклея», памятник природы местного значения полуостров Меганом (зарегистрирован в Рескомприроды, 2007 г.). Наиболее широко охраняемые морские акватории представлены в регионе Севастополя, они входят в состав 6 из 11 находящихся здесь объектов ПЗФ и занимают около 10 % береговой линии [4, 5]. Однако статус этих объектов и их площадь не позволяют эффективно проводить мероприятия по сохранению биологического и ландшафтного разнообразия. В последние годы специалисты Института биологии южных морей НАН Украины (г. Севастополь) подготовили проект расширения сети МРА, который включен в Комплексную экологическую программу развития Севастополя до 2010 г. [5]. Согласно этому проекту в 2006 г. зарезервировано около 200 га морской акватории в составе проектируемого ботанического заказника «Караньский», в дальнейшем планируется создание двух других крупных объектов – НПП «Севастопольский» и РЛП «Гераклея». Помимо предложений по созданию новых объектов, подготовлено несколько проектов по оптимизации существующей сети ПЗФ в регионе Севастополя, среди них создание объединенного прибрежно-морского заповедника на юго-западном побережье Гераклейского полуострова путем слияния существующих заказников, расширение заповедных территорий и акваторий до мыса Сарыч и т. д. [6].

Приоритетной и неотложной задачей, без решения которой невозможно разработать эффективные научно-обоснованные рекомендации по сохранению биологического и ландшафтного разнообразия, является обобщение данных о флористическом и фаунистическом разнообразии МРА украинского шельфа в целом и Крымского полуострова, для которого имеется наиболее обширный банк данных. Это относится в первую очередь к раритетным видам, внесенным в Красную книгу Украины и Красную книгу Черного моря [10]. Несмотря на существующие научные рекомендации по включению видов в ККУ, они не соблюдены по отношению ко многим гидробионтам. Так, например, в новую редакцию ККУ вошло свыше 40 видов макрофитов, для проекта Красной книги Крыма предложено 208 видов [7], а в Красную книгу Черного моря включено 26 видов, в т. ч. 6 промысловых [10].

Создание единой сети МРА в Азово-Черноморском регионе позволит объединить международные усилия по решению актуальных задач в области охраны морских экосистем. В соответствии с Национальной программой развития заповедного дела до 2020 г. запланировано существенное расширение сети охраняемых морских акваторий у берегов Украины. Среди 62 новых НПП, природных и биосферных заповедников (рис. 2) многие будут включать морские и прибрежные акватории. Этой программой в целом предусмотрено выделение 10 % площади государства под объекты ПЗФ.



**Рисунок 2. Временной тренд создания национальных природных парков (1) и заповедников (2) в рамках Национальной программы по развитию заповедного дела в Украине (2007-2020 гг.)**

Учитывая многолетний опыт Украины в области заповедного дела, весной 2008 г. (г. Одесса) прошло заседание международной рабочей группы по биоразнообразию и морским охраняемым акваториям, на котором была представлена стратегия создания сети МРА в черноморском регионе ([www.unep.org](http://www.unep.org)). Она предусматривает осуществление общепринятых первоочередных мер по сохранению и восстановлению морских и прибрежных экосистем [9, 11, 12, 15]:

- 1 – Регулирование эксплуатации морских биологических ресурсов, использование экологически безопасных способов и орудий лова;
- 2 – Предотвращение загрязнения прибрежной морской среды, унифицирование системы экологического мониторинга;
- 3 – Развитие марикультуры, контроль за проведением акклиматизационных работ и предотвращение инвазий;
- 4 – Формирование и расширение сети особо охраняемых морских акваторий.

Выполнение комплекса перечисленных мероприятий позволит приблизить природоохранную деятельность в Азово-Черноморском бассейне к таковой средиземноморского региона. Сегодня здесь сосредоточено около 200 охраняемых акваторий, большинство из которых находятся у берегов Франции, Италии и Испании

(табл. 2). Эти страны имеют эффективно действующее законодательство в области охраны прибрежных экосистем, развития сети МРА, усилиями многих специалистов создана межгосударственная программа SPAMI (Specially Protected Areas of Mediterranean Importance).

**Таблица 2. Общее количество морских и прибрежных охраняемых акваторий в странах бассейна Средиземного моря на 1.01.2008 г. (по данным [www.mpaglobal.org](http://www.mpaglobal.org))**

Страна	Количество МРА	Общая площадь, км <sup>2</sup>
Турция	19	3694,87
Греция	19	328,39
Украина	33	7628,04
Италия	87	4149,54
Испания	75	5763,53
Франция	100	1988,29

Надо отметить, что половина охраняемых акваторий Средиземного моря отнесены к МРА (4 % общей поверхности моря), практически все из них находятся у берегов Европы, а их общая площадь составляет 101561,85 км<sup>2</sup> ([www.mpaglobal.org](http://www.mpaglobal.org)). Такой же высокий уровень охраны морских акваторий характерен для других европейских стран и США, где МРА занимают значительную часть шельфа. Их количество достигает в Великобритании 312, Дании – 167 и на Аляске – 47.

Однако, несмотря на усиление природоохранных мероприятий во многих регионах мира и расширение сети МРА, практически повсеместно регистрируется ухудшение состояния прибрежных экосистем и их ключевых сообществ. Так, сообщества морских трав и кораллиновых водорослей, охраняемые почти в 80 % МРА Средиземного моря, характеризуются снижением видового разнообразия, продукционных показателей и сокращением ареалов доминирующих многолетних видов [11, 14, 15]. При этом отмечено развитие зеленых короткоциклических видов водорослей, других нетипичных макрофитов, выбросы которых загрязняют береговую зону и приносят существенный экономический ущерб. Так, потери рекреационной отрасли и туризма в Средиземноморье оцениваются свыше сотни миллионов евро за последние 10 лет.

Суммируя, можно сделать вывод, что ухудшение состояния прибрежных экосистем в бассейне Средиземного моря наблюдается практически повсеместно, поэтому комплексные мероприятия по сохранению и восстановлению их биологического и ландшафтного разнообразия требуют объединения межгосударственных усилий в области природоохранной деятельности.

### **Заключение**

Освоение береговой зоны и ресурсов шельфа, туристические и рекреационные услуги в Азово-Черноморском регионе, как и в Средиземноморском бассейне, будут неминуемо возрастать. Последующее за этим изменение экологических условий окажет негативное влияние на состояние охраняемых морских акваторий, их биологической компоненты. Очевидно, что решение актуальных природоохранных задач невозможно без формирования межгосударственной программы и ее региональных подпрограмм, что позволит привлечь широкий круг специалистов, экологов, представителей общественных организаций к вопросам сохранения уникаль-

ных морских природных комплексов всего бассейна. Учитывая сложности, связанные с проведением морских гидробиологических исследований, необходимо разработать действенную систему комплексного мониторинга биологической составляющей и качества среды в соответствии с директивой Европарламента (от 23.10.2000 г.), а также задачами национальных проектов и программ по развитию природно-заповедного фонда Украины. Без улучшения качества морской среды невозможно решать вопросы сохранения и восстановления биологического и ландшафтного разнообразия в бассейне Черного и Азовского морей. Для Крыма, признанного центра европейского разнообразия, проблема сохранения уникальных прибрежных комплексов стоит особенно остро, поэтому первоочередной задачей является подготовка объединенной региональной концепции ОПТ и МРА, в рамках которой необходимо предусмотреть формирование сети охраняемых акваторий как составной части таковой всего украинского шельфа и всемирной в целом, запланированной к созданию к 2012 г. [11, 14].

### *Литература*

1. Выработка приоритетов: новый подход к сохранению биоразнообразия в Крыму. – Вашингтон, США: BSP, 1999. – 257 с.
2. **Гольдин Е. Б.** Основные принципы организации морских охраняемых территорий // Мат. IV междунар. науч.-практ. конф.: Заповедники Крыма (2 ноября 2007 г., Симферополь). – Ч. 1. Ботаника. Общие вопросы охраны природы. – Симферополь, 2007. – С. 204-213.
3. **Ена В. Г., Ена Ал. В., Ена Ан. В.** Заповедные ландшафты Тавриды. – Симферополь: Бизнес-Информ, 2004. – 424 с.
4. **Мильчакова Н. А.** Макрофитобентос // Современное состояние биоразнообразия прибрежных вод Крыма (черноморский сектор). – Севастополь: ЭКО-СИ-Гидрофизика, 2003. – С. 152-208.
5. **Мильчакова Н. А.** Заповедание морских акваторий Крыма: проблемы и перспективы // Мат. IV междунар. науч.-практ. конф.: Заповедники Крыма (2 ноября 2007 г., Симферополь). – Ч. 1. Ботаника. Общие вопросы охраны природы. – Симферополь, 2007. – С. 317-321.
6. **Петров А. Н.** Прибрежные акватории // Перспективы создания единой природоохранной сети Крыма. – Симферополь: Крымучпедгиз, 2002. – С. 170-181.
7. **Садогурский С. Е., Маслов И. И., Белич Т. В.** Водоросли-макрофиты (Chlorophyta, Phaeophyta, Rhodophyta и Charophyta) // Науч.-практ. дискуссионно-аналитич. сб.: Вопросы развития Крыма. – Вып. 13: Материалы к Красной книге Крыма. – Симферополь: Таврия-Плюс, 1999. – С. 52-62.
8. **Agardy T.** Information needs for Marine Protected Areas: Scientific and societal // Bulletin of Marine Science. – 2000. – V. 66. – P. 875-888.
9. **Agardy T., Bridgewater P., Crosby M. P.** et al. Dangerous targets? Unresolved issues and ideological clashes around marine protected areas // Aquatic Conservation – Marine and Freshwater Ecosystems. – 2003. – V. 13. – No 4. – P. 353-367.
10. Black Sea Red Data Book / Ed. By H. J. Dumont. – New York: United Nations Office for Project Services, 1999. – 413 p.
11. **Boudouresque C. F., Cadiogis G.** et al. Marine protected area. A tool for coastal areas management // In: Levner et al. (eds.), Strategic Management of Marine Ecosystems. – Netherlands: Springer, 2005. – P. 29-52.

12. **Kelleher G., Kenchington R.** Guidelines for Establishing Marine Protected Areas. – Gland (Switzerland): IUCN, 1991. – 79 p.
13. National Marine Protected Areas Center 2005 ([www.mpa.gov](http://www.mpa.gov)).
14. **Pérez-Ruzafa A., Hoffmann E., Boncoeur J.** et al. (Eds.) European symposium on Marine Protected Areas as a tool for fisheries management and ecosystem conservation. Emerging science and interdisciplinary approaches. – Extended Abstracts Book. – Murcia (Spain), 2007. – 346 pp.
15. **Scovazzi T.** Marine Protected Areas on the High Seas: Some Legal and Policy Considerations // International Journal of Marine and Coastal Law. – 2004. – V. 19. – P. 1-17.

## ОСОБЕННОСТИ РАЗВИТИЯ РЕКРЕАЦИОННОГО ПОТЕНЦИАЛА КЕРЧЕНСКОГО ПОЛУОСТРОВА

А. И. Степанова  
КЭГИ ТНУ

Формирование системы рекреационного природопользования является объективным следствием возрастающих потребностей общества в рекреации. Для современного этапа общественного развития характерно возрастание ее роли в процессе обновления сил человека.

Термин «рекреация» является совокупностью этимологических значений: *recreatio* (лат.) – обновление; *recreation* (франц.) – развлечение, отдых, смена действий, которая включает трудовую деятельность и характеризует пространство, связанное с этими действиями. Также понятие «рекреация» характеризует не только процесс и способы для обновления сил человека, но и то пространство, в котором это происходит [3, 5].

Изменения как в материально-технической базе и организации производства, так и в социальной сфере хозяйственного комплекса Керченского полуострова безусловно влияют на социально-экономическую роль рекреации в процессе развития региона. Тем более, что в последнее время Керченский полуостров все чаще позиционирует себя в качестве рекреационного региона. Эта позиция крайне интересна с точки зрения необходимости восстановления и выбора стратегии развития хозяйства данного региона.

Кроме того, возможность активного развития рекреации в Керченском регионе обоснована особенностями его физико-географического положения, большим разнообразием рекреационных ресурсов природных комплексов, таких как: обилие солнечных дней, теплое море, обширные песчано-ракушечные пляжи, самый продолжительный в Крыму купальный сезон, значительные запасы целебной грязи и минеральных вод, наличие ценных историко-археологических памятников, экономических предпосылок для развития рекреационной деятельности.

Необходимо отметить, что эффективное функционирование рекреационного хозяйства можно обеспечить только путем разработки концепции его развития с определением приоритетов и пределов эффективного использования рекреационных ресурсов на основе системы их экологических и экономических оценок. К тому же организация рекреационной деятельности на Керченском полуострове должна иметь комплексный характер, поскольку в любой рекреационной системе во взаимодействие вступают: группа отдыхающих, природные комплексы, техническая инфраструктура, сфера обслуживания, производственная сфера, трудовые ресурсы, системы расселения [4].

В настоящее время курортный сезон в городе продолжается не более 2 месяцев. Удельный вес населения, занятого в санаторно-курортной и туристической сфере, невысок. Учреждения отдыха построены в 70-е годы XX века и по инфраструктуре ориентированы на краткосрочный отдых и оздоровление жителей региона.

Основными потребителями (около 95 %) курортных и туристических услуг в районе исследования являются жители бывшего СССР, что обусловлено не только

территориальной близостью регионов, но и общими чертами социокультурного развития в 20 веке. Это обстоятельство в значительной степени будет определять стратегию развития рекреационного комплекса на ближайшее десятилетие. По данным отдела Керченского горсовета по курортам и туризму на 9 августа 2007 г. отдохнуло 12200 человек, из них 9200 – за июль, оздоровлено 6200 детей.

Вместе с тем, несмотря на устойчивый рост числа отдыхающих в последние годы, современное состояние рекреационного комплекса Керченского региона может быть оценено крайне низко, чему препятствует нерешенность ряда накопившихся проблем. Одни из них неразрывно связаны с кризисным состоянием экономики страны, другие имеют преимущественно локальный или отраслевой характер. Среди отрицательных факторов следует, прежде всего, назвать низкий жизненный уровень населения Украины, огромные масштабы реальной безработицы, высокие цены на санаторно-курортные услуги, увеличение транспортных тарифов, ограничение помощи рекреантам со стороны профсоюзных организаций и др.

К тому же современное курортно-рекреационное хозяйство Керчи по своим масштабам и структуре далеко не везде отвечает требованиям оптимального функционирования. Это обусловлено, среди прочих причин, также слабой материально-технической базой курортно-рекреационного комплекса, территориальной и временной неравномерностью деятельности его учреждений. Несмотря на то, что в 2004 г. исполком города Керчи утвердил мероприятия по модернизации баз отдыха на своей территории на период до 2010 г. ориентировочной стоимостью 60 млн. грн., однако для их полного осуществления необходима поддержка государственного и республиканского бюджетов.

Немаловажным фактором в снижении привлекательности Керчи как города-курорта являются антисанитарные условия на городских пляжах. Они увеличили угрозу возникновения у населения ряда заболеваний, в том числе желудочно-кишечных. В некоторых местах отдыхающим запрещено купаться, так как отмечается наличие в воде болезнетворных бактерий сверх допустимой нормы (например пляж Сморжевского в районе завода Войкова).

Выход из сложившейся ситуации виден, прежде всего, в повышении эффективности функционирования рекреационного хозяйства путем разработки концепции его развития, с определением приоритетов и пределов эффективного использования рекреационных ресурсов на основе системы их экономических оценок [1]. Конечно, этот путь потребует больших ежегодных капитальных вложений, для чего должны быть использованы все имеющиеся финансовые ресурсы не только внутренние (государственный и местные бюджеты, средства акционерных обществ, частные накопления, собственные средства курортно-рекреационных учреждений, средства общественных организаций и др.), но и внешние (иностранных инвесторов – государственных, акционерных, частных и пр.).

В связи с этим приоритетное значение получает активизация прямых форм инвестиций (путем продажи движимого и недвижимого имущества, ценных бумаг). Разнообразные курортно-рекреационные и туристические ресурсы, имеющаяся материально-техническая база и другие факторы, которые влияют на дальнейшее развитие и функционирование инфраструктуры восточного побережья Крыма, являются основой для привлечения инвестиций с целью формирования курортно-рекреационного и туристического комплекса международного класса, для чего необходима концепция развития морского рекреационного хозяйства [2].

Таким образом, для комплексного освоения рекреационных ресурсов Керченского полуострова необходимо и целесообразно:

- произвести полную оценку возможного экологического воздействия и ущерба в результате создания единого рекреационного хозяйства на Керченском полуострове, т. к. экологический ущерб и его последствия могут проявляться в самых различных видах и областях;
- провести рекреационное зонирование Керченского полуострова, в основу которого может быть положено ландшафтное разнообразие территории, способное содействовать разработке экономического механизма развития единой крупной рекреационной структуры: в нее, наряду с ресурсами курортных зон, ограниченной площадью существующих курортов, могут быть вовлечены значительные прибрежные территории Азовского и Черного морей;
- провести экономическую оценку рекреационных ресурсов, определить эффективность их охраны и воспроизводства;
- дать оценку эстетических качеств ландшафтных комплексов прибрежных территорий, определить их ценность с учетом капитальных вложений при рекреационной застройке;
- провести детальную количественную оценку будущей трансформации экосистемы, включающую, по крайней мере, как традиционные экономические, так и экологические показатели. Эти показатели не могут основываться только на денежном исчислении, следует искать подходы к их относительной оценке. Причем должны учитываться компоненты, выражаемые не только в денежном, но и материальном исчислении (например, в величинах запасов лечебной грязи и рапы, минеральных вод), а также, приниматься во внимание экологические неисчисляемые факторы, такие как красота ландшафта и степень нетронутости природы;
- произвести расчеты предельно допустимых рекреационных нагрузок и емкости комплексов отдыха;
- получить от Министерства курортов и туризма АРК методическую помощь в подготовке документов, связанных с объявлением природных территорий Керченского полуострова курортами местного значения.

### *Литература*

1. Крым: Экономика. – Часть 1 / Под ред. доцентов В. Б. Кудрявцева, А. Б. Швеца, проф. И. Т. Твердохлебова. – Симферополь, 1993.
2. **Кусков А. С.** Рекреационная география: Учебно-методический комплекс / А. С. Кусков, В. Л. Голубева, Т. Н. Одинцова. – М.: Флинта – МПСИ, 2005. – 496 с.
3. **Фоменко Н. В.** Рекреационні ресурси та курортологія. Навчальний посібник. – К.: Центр навчальної літератури, 2007. – 312 с.
4. **Чиждова В. П.** Рекреационные нагрузки в зонах отдыха. – М.: Лесная промышленность, 1977. – 48 с.
5. **Яковенко И. М.** Направления и проблемы устойчивого развития туристско-рекреационного комплекса Крыма // Морской экологический журнал. – Т. 2. – № 3. – Севастополь, 2003. – 112 с.

## УПРАВЛЕНИЕ БЕРЕГОВЫМИ ЗОНАМИ

Д. А. Синельников

КЭГИ ТНУ

В настоящее время научный и практический интерес к решению задачи социально-экономического развития Керченского полуострова значительно вырос. Практической реализации поставленной задачи несомненно должна предшествовать ее теоретическая проработка, итогом которой станет программа последовательных мероприятий. Первый этап этих мероприятий – изучение и оценка экономико-географического положения и экономического потенциала полуострова.

В мире имеется опыт экономического преобразования и управления подобными территориями, в основе которого лежит комплексное развитие территориальной и акваториальной частей побережья, то есть береговой зоны по существующему в практике определению [1].

Береговые зоны являются одними из наиболее ценных достояний многих стран. За истекшие 20-30 лет некоторые страны реализовали комплекс мер, направленных на решение проблем управления береговыми зонами. Эти комплексы включают вопросы по охране и воспроизводству природной среды, поддержанию экономического равновесия, оптимальному использованию природных условий и ресурсов побережья. При этом объектом управления выступают региональные процессы, среди которых основное место занимают экономико-географические и экологические, такие как размещение производительных сил, развитие территориальных структур хозяйства, агломерирование.

Среди экологических процессов рассматриваются не только формы ухудшения природной среды, но и пути ее улучшения.

Механизмы регионального управления сводятся к тому, что на территориальные процессы в границах береговой зоны налагается система ограничения и стимулов, цель которой – придание процессам определенной направленности. Управляющее воздействие включает меры административного, нормативного, юридического, экономического и финансового характера. Особое внимание уделяется проблеме «разрушения пейзажа», то есть ухудшению визуальной характеристики побережья и средствам борьбы с этими процессами.

В литературе нет общепринятого варианта определения «береговая зона», но можно говорить о целостном географическом объекте, включающем более или менее обширную часть береговой территории и прибрежной акватории.

Основными проблемами управления береговыми зонами считаются следующие:

- отсутствие обоснованной региональной политики в этих зонах, и, как следствие – определенных целей территориального управления в них;
- преобладание экономических и технических соображений в процессе принятия управленческих решений;
- непонимание или недооценка экологических реалий;
- ограниченные реальные возможности планирующих и контролирующих ведомств;
- отсутствие или недостаток должной координации между различными субъектами управления в зоне;

- неадекватное или недостаточное информационное обеспечение территориального управления;
- неадекватная береговым проблемам методология научно-прикладных работ, в частности прогнозирование развития береговой зоны;
- непонимание многих принципов организации и функционирования береговых контактных экосистем;
- преобладание краткосрочных управленческих мер над долгосрочными;
- недостаток финансовых средств для организации управления и др.

Сложной является юридическая проблема управления побережьем. Акваториальные и территориальные части побережья входят в различные сферы юрисдикции.

В мире существует несколько подходов к управлению береговыми зонами, которые в общем виде подразделяются на следующие: отраслевой, секторный, традиционный (внутриконтинентальный) и программно-целевой. Несколько подробнее рассмотрим эти подходы.

**Отраслевой.** Общая его особенность – важные в социально-экономическом отношении участки побережья (портовые, урбанизированные, рекреационные, ресурсные и т. д.) включаются в сферу действия какой-либо отраслевой системы управления и даже нескольких систем. Этот подход распространен при больших различиях концентрации производительных сил и населения побережья. Управленческие решения в наибольшей мере отражают интересы определенных ведомств.

Главный недостаток отраслевого метода в том, что он неспособен обеспечить комплексный и превентивный (профилактический) характер региональной политики, а нацелен на решение частных проблем и причем лишь по мере их возникновения. Такая политика неизбежно приводит к экологическим и другим кризисам природопользования, что в конце концов наносит прямой или косвенный ущерб всему региону, всем отраслям и ведомствам, даже тем, чьи это интересы, и вызывает зарождение и обострение конфликтов природопользования.

**Секторный.** Сущность – отдельные секторы побережья становятся объектами целенаправленного регионального управления ими. Такими секторами обычно становятся наиболее значительные в социально-экономическом отношении участки побережья. При этом формируется какой-либо «надотраслевой» (вневедомственный) орган управления береговой зоной – например агентство. Обычно в состав агентства включают представителей ведомств, имеющих отношение к природопользованию на берегу (планировочные, природоохранные организации и др.) при координирующей роли одного из них.

Основные методы управления административные и юридические – это запрещение или приостановка нежелательного регионального процесса или вида деятельности в данном секторе зоны. Как правило, секторные программы не являются комплексными, а нацелены лишь на решение некоторых острых и актуальных проблем.

Эффективность секторных программ обычно низка, главные препятствия – частная собственность, секторный характер управления, финансовые и кадровые проблемы.

**Традиционный.** Основное достоинство – его традиционность, т. е. проведение целенаправленной региональной политики в береговой зоне не сопровождается перестройкой сложившейся системы регионального управления, трансформиру-

ются лишь внутриконтинентальные принципы и приоритеты региональной политики и некоторые частные приемы решения региональных проблем.

Данный подход сам по себе не обязывает местные органы власти проводить определенную региональную политику, но и не препятствует ее проведению, если в этом есть необходимость.

Применительно к Керченскому полуострову его едва ли можно считать достаточно результативным по следующим соображениям:

- невысокая роль местных органов власти в решении проблем природопользования;
- резкое преобладание отраслевого подхода к управлению хозяйством;
- сравнительно низкая практическая эффективность природоохранных законов и организации их соблюдения.

**Программно-целевой.** Основа его – составление комплексных программ. Составление и реализация комплексных программ представляется наиболее эффективной системой регионального управления береговой зоной. Сущность в том, что их последовательное осуществление ведет к целенаправленной перестройке практически всех региональных процессов зоны, всего механизма берегопользования, включая политику природопользования отраслей и ведомств.

Географическая особенность комплексного подхода заключается в том, что географические границы управляемого региона в ряде случаев могут быть весьма протяженными, контролировать же необходимо опосредствованные и долговременные экосистемные связи, а не только сиюминутные и непосредственные.

В задаче развития Керченского полуострова комплексный подход может быть наиболее оптимальным, при этом Керченский полуостров можно рассматривать как отдельную береговую зону. Для его комплексного развития необходимо решение нескольких первоочередных задач.

1. Законодательно объявить Керченский полуостров береговой зоной.
2. Создать координационный комитет по управлению этой зоной. В этот комитет, исходя из мирового опыта, должны входить представители исполнительной и законодательной власти, главы региональных управлений охраны и рационального использования природных ресурсов, землепользования, транспорта, сельского хозяйства, торговли, здравоохранения, общественных организаций и др.

Главная задача этих комитетов – разработка системы юридических и экономических рычагов, позволяющих направить экономико-географическое развитие зоны в нужном направлении.

3. Составить комплексную программу развития. При ее разработке прежде всего следует исходить из необходимости кардинальных изменений территориальных структур хозяйства на основе значительного смещения экономического потенциала к побережью, подходов развития региона на базе новых масштабных решений, а не мелких приращений к уже существующим производствам, вовлечения новых ресурсов, увеличения внешнеэкономических связей, обеспечения энергетикой, строительной и продовольственной базами, автомагистралями, имеющими выход к морю, развитой социальной инфраструктурой, в первую очередь жильем. Первоочередными должны быть создание строительной и энергетической баз. Параллельно с этим необходимо создание агропродовольственной базы.

Территориальный аспект стратегии ускоренного развития Керченского полуострова состоит в кардинальном совершенствовании территориальной организации

хозяйства. Для этого необходимо более глубокое изучение территории, заключающееся в следующем:

- конкретной оценке ее уникального экономико-географического положения;
- ресурсообеспеченности;
- агроклиматических условиях;
- условиях проживания населения;
- экономическом потенциале и его пространственной структуре;
- экологической ситуации и способности природы к самоочищению.

Сложившаяся к настоящему времени в Украине практика управления природопользованием на побережье в наибольшей степени близка к отраслевому подходу.

Перестройка хозяйственного механизма создаст благоприятные предпосылки для формирования действенной и эффективной системы регионального управления береговой зоной на достижение общенародных целей.

Как показывает международный опыт [2], система регионального управления может быть результативной только в том случае, если она включает весь комплекс экосистемных и управленческих связей региона.

### *Литература*

1. **Гаврилов А. И.** Региональная экономика и управление. – М.: Юнити, 2002.
2. **Amir S.** Israel's Coastal Program: Resource Protection through Management Land Use // CZMI – 1984. – Vol. 12. # 2/3.

## **ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ, СВЯЗАННЫЕ С ДНОУГЛУБИТЕЛЬНЫМИ РАБОТАМИ НА ОБЪЕКТАХ ГП «МАРИУПОЛЬСКИЙ МОРСКОЙ ТОРГОВЫЙ ПОРТ»**

**Ю. Б. Брезкун**  
ИнБЮМ НАНУ

Развитие современного мира немыслимо без обширных транспортных потоков. Водный транспорт, зародившийся на заре человечества, не теряет своего значения. На морской транспорт приходится 62 % мирового грузооборота, он обслуживает около 4/5 всей международной торговли. Именно благодаря его развитию океан уже не разделяет, а соединяет страны и континенты.

Главное преимущество водного транспорта – это способность перевозить очень крупные грузы. При этом используют два типа судов: глубоководные (нуждаются в портах с глубоководными акваториями) и дизельные баржи (обладают большими транспортными возможностями).

Появление судов с большой осадкой потребовало создания достаточных глубин в подходных каналах и портах. Как выход, в мировой практике были разработаны методы проведения дноуглубительных работ. Такие работы заключаются в расширении и углублении водоёмов и водотоков путём выемки грунта. Различают два основных вида дноуглубительных работ: капитальные, выполняемые при сооружении гидротехнических объектов, а также для улучшения судоходных условий на водных путях, и эксплуатационные (или ремонтные), производимые ежегодно с целью удаления наносов, нарушающих нормальную эксплуатацию гидротехнических сооружений и судоходных путей.

Сложные литодинамические условия в Азовском море делают необходимым регулярное проведение работ по комплексному обслуживанию акваторий портов Азовского моря и подходных каналов к ним для поддержания навигационных глубин. Учитывая значительные объемы работ и производительность используемых технических средств, дноуглубительные работы проводят преимущественно в весенне-летний период.

Процесс дноуглубления включает в себя следующие технологические операции: извлечение (разработку), транспортировку и отвал грунта.

Основная масса грунтов, извлекаемых при дноуглублении, по своим физическим и химическим свойствам, как правило, не может быть утилизирована и подлежит сбросу на подводный отвал с целью захоронения (дампинга).

Процессы дноуглубления и дампинга сопровождаются наличием облака избыточной взвеси вокруг работающего технического средства и разгружающихся в месте дампинга самоходных грунтоотвозных шаланд.

Основными изменяющимися в процессе дноуглубления и дампинга характеристиками морской среды являются:

- режим мутности – в процессе работ во взвешенное состояние, в зависимости от номенклатуры грунтов, переходит от 1 до 5 % от общего количества разработанных (сброшенных) грунтов; пески характеризуются 1 %-ным уровнем перехода во взвесь [15];

- гидрохимический режим – влияние дноуглубления и дампинга на гидрохимический режим определяется химическим составом грунтов;
- условия обитания водных организмов – влияние дноуглубления и дампинга в основном обусловлено разрушением донных сообществ, угнетением и гибелью фито- и зоопланктона, определяющих кормовую базу рыб, а также ухудшением условий фотосинтеза; возможное вторичное загрязнение водных масс, которое способно привести к биоаккумуляции токсикантов в мышечных тканях и органах рыб и к ухудшению их питательных свойств;
- рельеф дна участка производства работ: изъятие грунтов приводит к образованию отрицательных форм рельефа дна, дампинг – положительных, что может влиять на динамику прилегающих к участкам дноуглубления берегов.

Негативное воздействие дноуглубления и дампинга на морские экосистемы может носить постоянный и временный характер [7].

Постоянное воздействие выражается в изменении морфометрии и орографии донной поверхности, качественного и гранулометрического состава донных грунтов, что в свою очередь вносит изменения в гидродинамический и литодинамический режимы, приводит к изменению среды обитания гидробионтов, нарушению условий воспроизводства ихтиофауны, возникновению препятствий на путях миграции рыб, ликвидации или ограничению их кормовой базы.

Временное воздействие дноуглубления проявляется непосредственно в процессе извлечения, транспортировки и отвала грунтов. Создается повышенная техногенная мутность, которая может привести к изменению теплопроводности, оптических свойств воды, ухудшению условий дыхания гидробионтов, механическому повреждению их покровов, а нередко – к гибели ряда видов. Как при дноуглублении, так и при дампинге донные биоценозы не только разрушаются, но и происходит их заиление на сопредельных акваториях.

Следовательно, дноуглубление и перемещение грунтов в район дампинга несут неизбежный ущерб биологическим ресурсам и всей экосистеме Азовского моря.

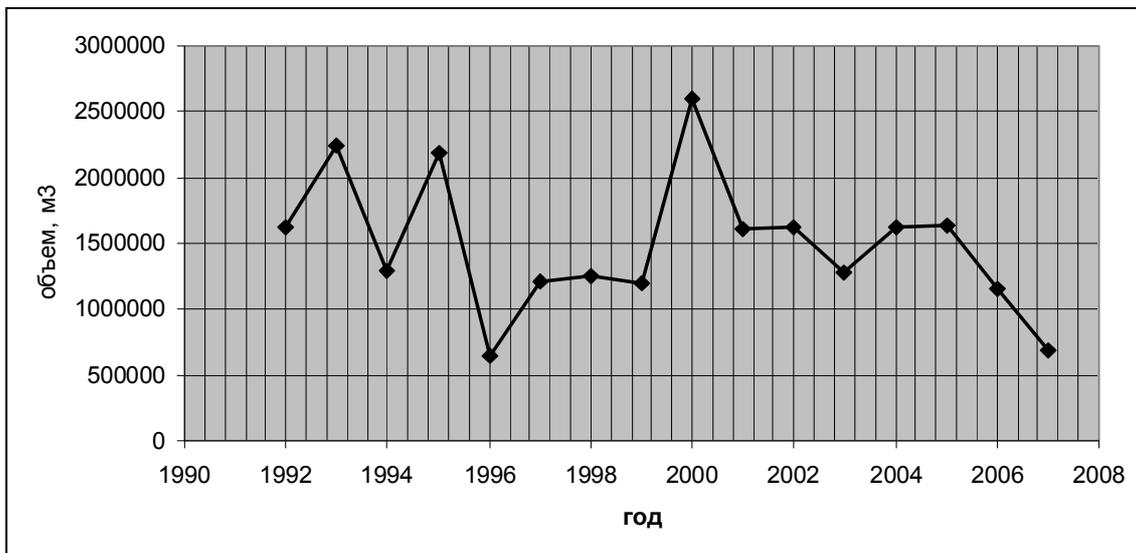
Согласно действующему на территории Украины законодательству возмещение ущерба в установленном порядке является обязательным условием согласования указанных работ.

Один из крупнейших портов на Азовском море – Мариупольский морской торговый порт находится в северо-западной части Таганрогского залива в 14 милях от входа в залив. Его значение определяется тем, что он расположен в центре крупнейшего индустриального района Украины. Мощности порта позволяют перерабатывать свыше 17 млн. т грузов в год. У причалов принимаются суда длиной до 240 м, с осадкой 8 м. Очевидно, что функционирование порта требует проведения дноуглубительных работ. В районе причальной линии эти работы производятся одноковшовым земснарядом, а в открытой части акватории, на походном канале и на канале к комбинату «Азовсталь» – многочерпаковыми земснарядами «Амур», «Дунай» и др. Транспортировка грунта к месту подводного отвала осуществляется грунтоотвозными судами (самоотвозными шаландами с емкостью трюма до 600 м<sup>3</sup>, землесосами).

Дампинг грунтов дноуглубления производился в разрешенную подводную свалку грунта вблизи с. Мелекино.

Объем дампинга грунтов ремонтного дноуглубления объектов ГП «Мариупольский морской торговый порт» составляет в среднем 1,49 млн. м<sup>3</sup> (рисунок), что пре-

вышает твердый сток р. Дон (1,2 млн. т) и объем наносов, поступающих в море вследствие абразии берегов (1,3 млн. т). Донные отложения на территориях портов на 50-80 % состоят из мелкодисперсных илистых фракций [16], загрязненных нефтепродуктами, тяжелыми металлами и хлорорганическими соединениями. Поэтому негативное воздействие дноуглубительных работ и дампинга на состояние морских экосистем обусловлено также и наличием эффекта вторичного загрязнения, в результате которого масштабы воздействия на водную среду и донные сообщества соизмеримы, а в некоторых местах и превосходят масштабы первичного воздействия, связанного как с механическим действием частиц грунта на гидробионты (заиливание бентосных сообществ), так и с влиянием загрязняющих веществ, характеризующихся высокой токсичностью (ртуть, свинец, хром и др.). Степень указанного влияния определяется, прежде всего, площадью углубляемой акватории и объемом сбрасываемого грунта.



#### **Объем дноуглубления и дампинга грунтов дноуглубления объектов ГП «Мариупольский морской торговый порт» (ММТП)**

Одной из важнейших проблем в процессе повседневной деятельности порта является обеспечение экологической безопасности. В осуществление мероприятий, обеспечивающих сохранение окружающей среды, порт ежегодно вкладывает до 8 млн. грн.

На протяжении многих лет для поддержания навигационных глубин порт проводит мониторинг экосистемы северо-восточной части Азовского моря в условиях комплексного обслуживания и дампинга грунтов. Цели и содержание мониторинга определяются тем, что изменчивость гидрологических, гидрохимических и гидробиологических параметров состояния экосистемы Азовского моря сочетается с возрастающей антропогенной нагрузкой [16], обусловленной, в первую очередь, неуклонным увеличением содержания токсичных для гидробионтов загрязняющих веществ в донных отложениях углубляемых акваторий портов и подходных каналов.

Определить, каким образом поддержание навигационных глубин в портах влияет на природную среду, позволяет проводимая последовательно оценка воздействия на окружающую среду (ОВОС). Первым этапом такой всесторонней оценки

является детальный анализ эффектов воздействия различных факторов на окружающую среду, включая анализ реакций элементов биосферы, определение различных видов ущерба, выявление критических уровней воздействия.

Система мониторинга в данном случае основывается на комплексном подходе к оценке состояния морской среды – наряду с оценкой изменений гранулометрического состава и физических свойств донных осадков, в процессе дноуглубления и дампинга проводятся наблюдения за гидрологическими, гидрохимическими и гидробиологическими параметрами состояния экосистемы. При этом одна из ведущих ролей отводится контролю уровня загрязненности воды и донных отложений наиболее токсичными для гидробионтов веществами – тяжелыми металлами, хлорорганическими соединениями и компонентами нефти.

Проведение мониторинговых исследований должно быть обязательным условием получения разрешения на производство ремчерпания и дампинг грунтов дноуглубления.

За длительный период исследований процессов дноуглубления и дампинга ведущими научными организациями Украины (ЧерноморНИИпроект, ЮгНИРО, УкрНЦЭМ и др.) разработан целый комплекс мер по снижению негативного воздействия дноуглубления. Основные из них:

- исключение разработки и дампинга донных отложений без комплексного изучения их состава и свойств;
- сокращение объемов грунтов, складированных на подводных отвалах;
- проведение работ по изучению шельфа площадей, на которых возможен выбор перспективных участков для складирования грунтов дноуглубления;
- исключение разработки и дампинга в запретные периоды по рыбохозяйственному состоянию разрабатываемого участка водоема;
- оптимальный выбор технических средств для проведения дноуглубительных работ;
- последовательность захоронения грунтов дноуглубления в подводный отвал – от более загрязненных – к наиболее чистым.

Приведенные выше данные красноречиво говорят о проблемах, связанных с необходимостью проведения дноуглубительных работ на любых портовых акваториях.

Для получения сопоставимых данных, необходимых для выявления межгодовой динамики изменения параметров экосистемы, мониторинг в ММТП проводится по оптимальной сетке станций, используемой с 2000 года.

Основным результатом мониторинга является ежегодный расчет ущерба (в стоимостном выражении), наносимого водным биоресурсам при дноуглублении и дампинге грунтов в подводный отвал, согласно «Временной методике оценки ущерба, наносимого рыбным запасам в результате строительства, реконструкции и расширения предприятий, сооружений и др. объектов и проведения различных видов работ на рыбохозяйственных водоемах», рекомендованной к использованию Министерством охраны окружающей природной среды Украины [2].

При расчете ущерба используются данные о состоянии фитопланктона, зоопланктона, донного сообщества (как кормовой базы рыб) и данные о стоимости рыбы-сырца соответственно виду.

Сбор гидробиологического материала осуществляется по общепринятым методикам [4, 14], статистическая обработка планктонных и бентосных проб – по методикам, принятым для биологических и рыбохозяйственных исследований [1, 11]. Таксономическая обработка фитопланктона производится по определителям диатомовых, перидиниевых, зеленых и пресноводных водорослей [3, 5, 6, 12, 13, 17], таксономическая обработка зоопланктона и бентоса – по определителям фауны Черного и Азовского морей [8, 9, 10].

Таганрогский залив Азовского моря, в том числе район Мариуполя, является традиционным местом обитания и промысла азовской тюльки и играет весьма важную роль в воспроизводстве рыбных запасов в качестве «питомника» для молоди многих промысловых рыб – судака, бычка, осетровых, леща, чехони, рыбца.

Размножение тюльки в Азовском море происходит на наиболее распресненных участках акватории – главным образом в Таганрогском заливе. Уловы ее равняются 1-2,5 тыс. т в год. Уловы судака в пределах украинской зоны Таганрогского залива составляют до 200 т в год. Молодь леща в основном нагуливается в Таганрогском заливе. Промысел азовского леща базируется преимущественно на взрослых рыбах в период нерестовой миграции. В рассматриваемом районе добыча составляет 25-30 т/год. Бычки имеют большое значение как компонент питания многих ценных промысловых рыб: осетровых, судака, камбал. В последние годы уловы бычков достигли 10-12 тыс. т. Уловы тарани в пределах украинской зоны Таганрогского залива составляют до 40 т/год. Осетровые Азовского моря – проходные рыбы. В настоящее время в связи с резким снижением запаса осетровых в Азовском море вылов их по решению Российско-Украинской комиссии по рыболовству запрещен.

Стоимость рыбы-сырца для расчета ущерба принимается как средняя величина по реальным ценам ООО «Азовкооперация» в г. Мариуполе. В связи с тем, что вылов, а значит и реализация осетровых запрещена, в справке ООО «Азовкооперация» цена на этот вид рыб не приведена. Фактическая цена на осетровые на рынке г. Мариуполя в 2007 году составляла 110 грн./кг.

Полученные данные по расчету ущерба, наносимого водным биоресурсам (в стоимостном выражении) при дноуглублении объектов ГП «Мариупольский морской торговый порт» и дампинге грунтов дноуглубления (площадь поражения донных биоценозов – 200 га) в 2007 г., представлены в табл. 1 и 2.

**Таблица 1. Ущерб водным живым ресурсам при дноуглубительных работах на объектах Мариупольского морского торгового порта в 2007 году**

Виды рыб	Стоимость продукции, грн./т	Акватория порта		Подходной канал	
		натуральный ущерб, т	величина ущерба, грн.	натуральный ущерб, т	величина ущерба, грн.
Тюлька	5000	0,077	385,00	0,528	2640,00
Бычок	8000	0,008	64,00	0,425	485,60
Судак	30000	0,001	30,00	0,0607	1821,00
Пиленгас	13000	0,001	13,00	0,0607	789,10
Осетровые	95000	0,001	95,00	0,0607	5766,50
Итого		0,152	587,00	1,135	11502,20

В итоге, суммарный ущерб в 2007 году составил 26114,20 грн.

Таблица 2. Ущерб водным живым ресурсам при дампинге грунтов дноуглубления с объектов Мариупольского морского торгового порта на подводную свалку у с. Мелекино в 2007 году

Виды рыб	Стоимость продукции, грн./т	Натуральный ущерб, т	Величина ущерба, грн.
Тюлька	5000	0,672	3360,00
Бычок	8000	0,406	3248,00
Судак	30000	0,058	1740,00
Пиленгас	13000	0,058	754,00
Осетровые	95000	0,058	5510,00
Итого:		1,252	14612,00

С целью минимизации негативного влияния хозяйственной деятельности на состояние биологических ресурсов Азовского моря в районе Мариуполя и учитывая биологию основных промысловых объектов, пути и сроки их миграций к местам нереста, необходимы установка и соблюдение сроков запрета на производство всех гидротехнических работ.

Автор выражает благодарность Ларисе Карловне Себах за консультации при сборе и анализе материалов.

### *Литература*

1. **Аксютин З. М.** Элементы математической оценки результатов наблюдений в биологических и рыбохозяйственных исследованиях. – М.: Пищепром, 1968. – С. 285.
2. Временная методика оценки ущерба, наносимого рыбным запасам в результате строительства, реконструкции и расширения предприятий, сооружений и др. объектов и проведения различных видов работ на рыбохозяйственных водоемах. – Согласована Минфином СССР в декабре 1989 г., утверждена Госкомприроды СССР, МРХ СССР (Москва, 1990) и рекомендованной к использованию Министерством охраны окружающей природной среды Украины.
3. Диатомовый анализ. Определение ископаемых и современных диатомовых водорослей / Под общей редакцией А. Н. Криштофовича. – М.: Госгеолыздат. – Кн. 2. – 1949. – 400 с. Кн. 3. – 1950. – 420 с.
4. **Жадин В. И.** Методы гидробиологических исследований. – М.: Высшая школа, 1960. – С. 188.
5. **Киселев И. А.** Панцирные жгутиконосцы (Dinoflagellata) морей и пресных вод СССР. – М.-Л.: Изд-во АН СССР, 1950. – 279 с.
6. **Коршиков О. А.** Визначник прісноводних водоростей Української РСР. (V, підклас протококові (Protococcineae)). – Київ: Наукова думка, 1963.
7. **Молдованова Е. Д.** Исследование изменения поля мутности при производстве дноуглубительных работ // Дноуглубительные работы и проблемы охраны рыбных запасов и окружающей среды рыбохозяйственных водоемов. – Сб. докл. Всесоюзн. конф. – Астрахань, 1984.

8. Определитель фауны Черного и Азовского морей. Свободноживущие беспозвоночные. Т. 1. – Киев: Наукова думка, 1968. – 437 с.
9. Определитель фауны Черного и Азовского морей. Свободноживущие беспозвоночные. Т. 2. – Киев: Наукова думка, 1969. – 536 с.
10. Определитель фауны Черного и Азовского морей. Свободноживущие беспозвоночные. Т. 3. – Киев: Наукова думка, 1972. – 340 с.
11. **Песенко Ю. А.** Принципы и методы количественного анализа в фаунистических исследованиях. – М.: Наука, 1982. – С. 288.
12. **Прошкина-Лавренко А. И.** Диатомовые водоросли планктона Черного моря. – М.-Л.: Изд-во АН СССР, 1955. – 222 с.
13. **Прошкина-Лавренко А. И., Макарова И. В.** Водоросли планктона Каспийского моря. – Л.: Наука, 1968. – 292 с.
14. Руководство по методам биологического анализа морской воды и донных отложений. – Л.: Гидрометеиздат, 1980. – С. 191.
15. Снижение влияния дноуглубления на состояние водной среды и биоресурсы. ВБН В.1.1.31...96. – Киев: Минтранс Украины, 1996. – 38 с.
16. Современное развитие эстуарных экосистем на примере Азовского моря / Коллектив авторов. – Апатиты, 1999. – 366 с.
17. **Топачевский А. В., Масюк Н. П.** Пресноводные водоросли УССР. – Киев: Высшая школа, 1984.

## ОПЫТ И ПЕРСПЕКТИВЫ ПОДГОТОВКИ СПЕЦИАЛИСТОВ-ЭКОЛОГОВ В КГМТУ

И. Д. Кудрик, Т. В. Хребтова

Керченский государственный морской технологический университет (КГМТУ)

В настоящее время активно происходит интеграция системы высшего образования Украины в общеевропейское образовательное пространство. Это выдвигает новые задачи по совершенствованию всех составляющих современной образовательной системы. Общеизвестно, что Украина является активным участником интеграционных процессов в сфере высшего образования, что подтверждается законами Украины «Об образовании» и «О высшем образовании», которые вместе с «Национальной доктриной развития образования Украины в 21 веке» прошли экспертизу Совета Европы. Важным шагом в развитии экологического образования является разработка «Концепции экологического образования Украины», утвержденной Коллегией Министерства образования и науки (протокол № 13-6-19 от 20.12.2001 г.), где большое внимание уделяется как непрерывному экологическому образованию, так и профессиональному высшему экологическому образованию. Во многих высших учебных заведениях Украины, в т. ч. и в КГМТУ, подготовка студентов проводится по специальности «Экология и охрана окружающей среды». Следует понимать, что современная экология из строго биологической науки (в 1866 г. Э. Геккель назвал экологией «общую науку об отношениях организмов к окружающей среде») превратилась в значительный цикл междисциплинарных знаний, вобрав в себя разделы геологии, географии, океанологии, химии, физики, биологии и т. д. Сейчас это наука об экосистемах, для нее характерен широкий системный межотраслевой подход. «Окружающая среда» в трактовке Н. Ф. Реймерса – это совокупность взаимосвязанных и взаимообусловленных природных, видоизмененных природных, искусственных и социально-экономических компонентов. Фактически, экология в современном понимании – фундаментальная основа для природоохранных и средоохранных знаний, рационального природопользования, и в конечном итоге, для реализации концепции устойчивого развития в Украине, что конечно требует подготовки высококвалифицированных специалистов.

Структура высшего экологического образования в КГМТУ определяется Законом Украины «О высшем образовании». Кафедра «Экология моря» Керченского государственного морского технологического университета Министерства аграрной политики Украины была создана приказом ректора в 1999 г. В соответствии с уровнем вуза, потенциалом научно-педагогических кадров и, самое главное, потребностями региона, подготовка специалистов-экологов с момента образования кафедры осуществлялась в рамках утвержденных программ подготовки по образовательно-квалификационным уровням: бакалавр и специалист. В 2000 г. контингент студентов составлял по дневной форме обучения 25 человек. С момента создания были определены следующие основные направления работы кафедры:

- внедрение образовательной деятельности, которая включает учебную, воспитательную, научную, методическую и культурную деятельность;
- подготовка высококвалифицированных специалистов для областей промышленности, инспекции, образования, науки, туризма и т. д.;

- обеспечение обретения студентами знаний в определенной области, подготовка их к профессиональной деятельности;
- подготовка к вступлению в КГМТУ выпускников школ и других учебных заведений, информирование абитуриентов и студентов о ситуации относительно потребностей в специалистах, сложившейся на рынке занятости;
- организация и проведение в тесной связи с учебным процессом поисковых, прикладных научных исследований как основы подготовки будущих специалистов;
- распространение научных знаний среди населения, повышение его экологического сознания;
- взаимодействие с другими учебными заведениями на региональном, национальном и международном уровнях, осуществление внешних связей.

На 01.09.2008 г. коллектив кафедры составляет 12 человек, из них научно-педагогических сотрудников – 10, в т. ч. 6 штатных сотрудников, 4 совместителя, 6 преподавателей, имеющих ученую степень. Обучение сотрудников кафедры проводится в аспирантуре Научного центра экомониторинга и биоразнообразия мегаполисов НАН Украины. Повышение квалификации осуществляется в соответствии с утвержденным планом в ведущих учебных и научных учреждениях Украины. Профессионально-практический цикл обучения представлен дисциплинами, позволяющими студенту усвоить широкий спектр знаний и сформироваться как высокопрофессиональному специалисту. Это такие дисциплины, как введение в специальность, экология моря, экологический аудит, экологическое инспектирование, экологическая экспертиза, организация управления в экологической деятельности, ландшафтная экология и другие.

Кафедра активно развивает творческое сотрудничество с учебными заведениями и организациями Украины. Вместе с кафедрой экологии Национального горного университета ведется активная разработка методических пособий, освоение методик, обмен студентами во время проведения летних полевых практик, выполняется совместная научно-исследовательская работа в рамках договора о творческом сотрудничестве с ВНИРО (Москва, Россия).

На кафедре с момента ее основания ведется большая методическая работа, издано более 100 методических разработок, в т. ч. конспекты лекций по дисциплинам «Безопасность жизнедеятельности», «Экологический аудит», «Международно-правовое законодательство по предотвращению загрязнения моря». Профессором кафедры Губановым Е. П. подготовлен и издан «Морской рыбохозяйственный словарь-справочник», который рекомендуется Министерством образования и науки Украины в качестве пособия для студентов, а также преподавателей высших и средних учебных заведений рыбохозяйственного профиля.

В рамках второй половины рабочего дня кафедра «Экология моря» занимается научными исследованиями по теме «Создание научной системы устойчивого развития Азово-Черноморского региона», главной целью которых является научное обеспечение устойчивого развития Азово-Черноморского региона, в частности Восточного Крыма и Азово-Черноморского бассейна, выработка рекомендаций рационального природопользования с учетом международных требований и обязанностей страны в мировом сообществе. Актуальность и целесообразность выбранного направления исследований подтверждается необходимостью разработки и реализации долговременной стратегии устойчивого развития Восточного Крыма как

одного из важных рекреационных регионов Украины, слабой научной обоснованностью использования ресурсов Керченского полуострова. В рамках этого направления зарегистрированы и выполняются следующие темы:

- Оценка состояния поверхностных и подземных источников питьевой воды Керченского полуострова, ГР № 001И002551 от 12.2003 г.
- Экологический мониторинг курортно-туристических ресурсов на территории Восточного Крыма, ГР № 0107И011955 от 12.2007 г.
- Анализ углеводородного загрязнения Керченского полуострова, ГР № 0107И011956 от 12.2007 г.
- Экологический мониторинг территории Керченского полуострова по токсико-мутагенному фону, ГР № 0107И011957 от 12.2007 г.
- Оценка современного состояния популяции черноморской устрицы, ГР № 0107И011958 от 12.2007 г.

Основные проблемы, решаемые НИР, это проблемы водохозяйственного и рекреационного комплекса региона, определение токсико-мутагенного фона прибрежных территорий, оптимизация управления земельными ресурсами, изучение формирования прибрежных экосистем под воздействием организмов-аутоакклиматизантов, укрепление научных связей в сфере решения экологических проблем берегоморе. При выполнении научно исследовательских работ предусмотрено решение следующих научных и организационных задач:

- определение экологического состояния прибрежных зон по токсико-мутагенному фону; выработка рекомендаций по оздоровлению и восстановлению территорий;
- разработка методики системного анализа состояния экосистем Азово-Черноморского бассейна под воздействием организмов-аутоакклиматизантов;
- оценка состояния поверхностных и подземных источников питьевой воды Керченского полуострова; выработка рекомендаций;
- изучение рекреационного потенциала региона, внедрение системы контроля состояния окружающей среды с использованием экспресс-методов биодиагностики;
- создание современного единого информационного центра для Восточного Крыма.

Ожидаемые результаты исполнения тематики НИР – это научно-техническая продукция в сфере экологической безопасности, разработка рекомендаций по устойчивому развитию региона, научно-техническое обеспечение рекреационного развития Приазовья, формирование банка экологических данных, методологическое обеспечение устойчивого использования и сохранения редких морских объектов.

Для выполнения исследовательских работ кафедра развивает научно-техническое сотрудничество с ведущими научными организациями Украины, России и дальнего зарубежья. Заключены договора о научно-техническом сотрудничестве с:

- Южным научно-исследовательским институтом морского рыбного хозяйства и океанографии (ЮгНИРО), г. Керчь;
- Национальным горным университетом, г. Днепропетровск;
- Одесским государственным экологическим университетом, г. Одесса;
- Всесоюзным научно-исследовательским институтом морского рыбного хозяйства и океанографии (ВНИРО), г. Москва, Россия;

- Научно-исследовательским учреждением «Украинский научный центр экологии моря», г. Одесса;
- Ведется активное сотрудничество с Институтом морских исследований (ИФРЕМЕР), г. Париж, Франция.

Ежегодно проводится научно-практическая конференция, посвященная современным экологическим проблемам. Так, в апреле прошла конференция профессорско-преподавательского состава, на которой было представлено 20 научных докладов. В 2007-2008 гг. сотрудники приняли участие в 5 международных научно-практических конференциях. Кафедра активно сотрудничает с различными организациями и предприятиями Крыма. Это позволяет привлечь к учебному процессу практиков и на деле ознакомить студентов с особенностями их будущей профессии.

Потенциал кафедры, ее научные кадры и связи позволяют участвовать в решении экологических проблем региона. При этом следует учесть, что вопрос будущего состояния морей и, особенно состояния Керченского пролива, затрагивает интересы не только жителей Крыма и Краснодарского края, но и государственные интересы Украины, России, Болгарии, Румынии, Турции, Грузии. В последнее время отмечен рост индустриализации Керченского региона в следующих сферах: нефтегазовой, транспортной, рыболовной, рекреационной. В связи с этим добавились социальные, политические, таможенные и пограничные проблемы, а соответственно и экологические. К ним в первую очередь относятся: рост неконтролируемых рейдовых и береговых перегрузок навалочных и наливных грузов; значительное увеличение прохода судов Керченским проливом; дампинг грунтов; влияние строительства дамбы на экологическое состояние Тузлы; усиление оползневых явлений в прибрежных зонах Крыма и размыв Аршинцевской косы; проблемы освоения степной зоны Керченского полуострова, в частности Караларской и Осовинской степей без возникновения противоречий с существующим природно-заповедным фондом Украины; деградации пахотных земель; освоение месторождений нефти и газа в прибрежной и шельфовой зонах, а также добыча лечебных грязей, стройматериалов, растительных и животных ресурсов на полуострове и развитие рекреационного комплекса. Современное состояние коммунального хозяйства и очистных сооружений портовых городов Крыма оказывает дополнительный прессинг на изменение морских экосистем.

Таким образом, за короткий путь, пройденный кафедрой с момента образования, достигнуты довольно существенные результаты, количество студентов увеличилось в 5 раз. В 2009 г. планируется открытие магистратуры. Все возрастающий интерес во всем мире к вопросам среды обитания человека позволяет говорить о больших перспективах для дальнейшего развития кафедры «Экология моря».

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>Брянцев В. А.</b> Глобальные процессы, определяющие состояние экосистем Азово-Черноморского бассейна .....	3
<b>Жугайло С. С., Петренко О. А., Себах Л. К., Авдеева Т. М.</b> Современное экологическое состояние Керченской бухты .....	8
<b>Петренко О. А., Авдеева Т. М., Жугайло С. С., Загайная О. Б.</b> Особенности нефтяного загрязнения Керченского пролива на современном этапе .....	12
<b>Пономарева Л. П., Коломийченко Г. Ю., Касимов Ю. И., Каштак В. Д.</b> Идентификация природы нефтяного загрязнения в объектах морской среды ....	18
<b>Чикановский В. А., Грищенко И. А.</b> Теоретические исследования влияния терминала по перегрузке серы на морскую среду Малого Аджалыкского лимана .....	20
<b>Попов Ю. И., Украинский В. В.</b> Гипоксийно-аноксийные явления в водах северо-западного шельфа Черного моря .....	24
<b>Боровская Р. В., Лексикова Л. А.</b> Особенности ледового режима Азовского моря в зимний период 2007-2008 гг. ....	30
<b>Трошенко О. А., Губанов В. И., Субботин А. А., Щуров С. В.</b> Гидролого-гидрохимическая характеристика прибрежного аквального комплекса района мыса Плака .....	36
<b>Украинский В. В., Попов Ю. И., Матыгин А. С.</b> Климатическая изменчивость океанографических характеристик вод северо-западной части Черного моря .....	42
<b>Турега О. Н.</b> Геоэкологические ситуации района Придунавья и острова Змеиный в частности .....	48
<b>Терентьев А. С.</b> Влияние морских стационарных платформ на состояние донного сообщества поднятия Голицино (северо-западная часть Черного моря) .....	54
<b>Заремба Н. Б.</b> Состояние планктонного сообщества в районе северо-западного шельфа Черного моря за период 1986-1996 гг. и 2003-2006 гг. ....	62
<b>Евченко О. В.</b> Трансформация донного сообщества в районе перегрузочного рейда в южной части Керченского пролива .....	67
<b>Литвиненко Н. М.</b> Изменения показателей уровня развития донного сообщества Керченской бухты в различные сезоны 2002-2005 гг. ....	72
<b>Брянцева Ю. В., Заремба Н. Б., Слипецкий Д. Я.</b> Состояние фитопланктонного сообщества в районе Керченского пролива после техногенной аварии 2007 года .....	76
<b>Степанова О. А.</b> Альговирусы как биоиндикаторы изменений в экологии акваторий Черного моря .....	82
<b>Степанова О. А.</b> Вирусы суши в черноморских гидробионтах .....	87

<b>Евстигнеева И. К., Танковская И. Н.</b> Современное состояние и изменчивость макрофитобентоса ботанического памятника природы «Ушакова балка» (Черное море, Севастопольский регион) .....	92
<b>Евстигнеева И. К., Танковская И. Н.</b> Фитобентос поля Зернова в осенний период .....	98
<b>Сергеева Н. Р., Терешина М. В.</b> Эколого-экономическая эффективность проекта по организации мидийных коллекторов для снижения загрязнения водной среды нефтепродуктами .....	106
<b>Золотницкий А. П.</b> К вопросу о механизмах формирования урожая и повышению продуктивности мидий на коллекторах .....	111
<b>Сытник Н. А.</b> Некоторые данные по аллометрии черноморской устрицы ( <i>Ostrea edulis</i> L.) лимана Донузлав .....	116
<b>Казанкова И. И.</b> Многолетняя динамика численности личинок <i>Mytilus galloprovincialis</i> Lam. у юго-западных берегов Крыма .....	121
<b>Воробьева Н. К.</b> Культивирование ценных видов гидробионтов – способ повышения биопродуктивности прибрежных вод Белого и Баренцева морей .....	127
<b>Губанов Е. П., Гетманенко В. А., Изергин Л. В., Солод Р. А.</b> Целенаправленная интродукция гидробионтов в Азовское море и ее результаты .....	133
<b>Мельникова Е. Б.</b> Распределение интенсивности рождения мальков черноморского шпрота в течение нерестового сезона .....	139
<b>Шахматова О. А.</b> Активность каталазы личинок атерины ( <i>Atherina hepsetus</i> L.) и параметры среды. Поиск условно нормальных значений .....	143
<b>Бушуев С. Г., Черникова С. Ю.</b> Состояние и перспективы промыслового рыболовства в регионе украинского Придунавья .....	149
<b>Воля Е. Г., Дручин А. И.</b> Характеристика жилых популяций пиленгаса в соленых лиманах Одесской области .....	155
<b>Силкин Ю. А., Силкина Е. Н.</b> К вопросу о происхождении крупной черноморской ставриды ( <i>Trachurus mediterraneus ponticus</i> Aleev) .....	158
<b>Мильчакова Н. А.</b> Роль охраняемых морских акваторий в сохранении биоразнообразия Азово-Черноморского региона .....	162
<b>Степанова А. И.</b> Особенности развития рекреационного потенциала Керченского полуострова .....	169
<b>Синельников Д. А.</b> Управление береговыми зонами .....	172
<b>Брезкун Ю. Б.</b> Экологические проблемы, связанные с дноуглубительными работами на объектах ГП «Мариупольский морской торговый порт» .....	176
<b>Кудрик И. Д., Хребтова Т. В.</b> Опыт и перспективы подготовки специалистов-экологов в КГМТУ .....	183

## CONTENTS

<b>Brayntsev V. A.</b> Global processes determining the state of the Azov-Black Sea basin ecosystems .....	3
<b>Zhugaylo S. S., Petrenko O. A., Sebakh L. K., Avdeeva T. M.</b> Current ecological state of the Kerch Harbour .....	8
<b>Petrenko O. A., Avdeeva T. M., Zhugaylo S. S., Zagaynaya O. B.</b> Features of the Kerch Strait oil pollution at the current stage .....	12
<b>Ponomareva L. P., Kolomiychenko G. Yu., Kasimov Yu. I., Kashtakov V. D.</b> Identification of the oil pollution nature in the objects of sea surroundings .....	18
<b>Chikanovskiy V. A., Grishchenko I. A.</b> Theoretical research of the impact of sulphur transshipping terminal on marine environment of the Maly Adzhalykyskiy Lagoon .....	20
<b>Popov Yu. I., Ukrainskiy V. V.</b> Hypoxia-anoxia phenomena in the waters of the Black Sea north-western shelf .....	24
<b>Borovskaya R. V., Leksikova L. A.</b> Features of the Azov Sea ice regime in winter period, 2007-2008 .....	30
<b>Troshchenko O. A., Goubanov V. I., Subbotin A. A., Shchurov S. V.</b> Hydrological-hydrochemical characteristics of the coastal aqual complex in the area of Plaka Cape .....	36
<b>Ukrainskiy V. V., Popov Yu. I., Matygin A. S.</b> Climatic changeability of oceanographic characteristics of waters in the north-western Black Sea .....	42
<b>Turega O. N.</b> Geocological situations of the area near the Danube, Zmeiniy Island in particular .....	48
<b>Terentyev A. S.</b> Impact of marine stationary platforms on the bottom community state of the Golitsino elevation (north-western Black Sea) .....	54
<b>Zaremba N. B.</b> State of planktonic community in the area of the Black Sea north-western shelf for the periods of 1986-1996 and 2003-2006 .....	62
<b>Evchenko O. V.</b> Transformation of the bottom community in the area of the transshipping roadstead in the southern Kerch Strait .....	67
<b>Litvinenko N. M.</b> Changes of indices of the Kerch Strait bottom community development levels in different seasons of 2002-2005 .....	72
<b>Bryantseva Yu. V., Zaremba N. B., Slipetskiy D. Ya.</b> State of phytoplanktonic community in the Kerch Strait area after the man-made accident of 2007 .....	76
<b>Stepanova O. A.</b> Algoviruses as bioindicators of changes in the ecology of the Black Sea areas .....	82
<b>Stepanova O. A.</b> Terrestrial viruses in the Black Sea aquatic organisms .....	87
<b>Evstigneeva I. K., Tankovskaya I. N.</b> Macrophytobenthos current state and changeability of the botanic nature preserve «Ushakova Balka» (the Black Sea, Sevastopol Region) .....	92

<b>Evstigneeva I. K., Tankovskaya I. N.</b> Phytobenthos of the Zernov's field in the autumn period .....	98
<b>Sergeeva N. R., Tereshina M. V.</b> Ecological-economic efficiency of the project of mussel collectors arrangement to reduce pollution of aquatic environment with oil products .....	106
<b>Zolotnitskiy A. P.</b> On the issue of mechanisms of yield formation and productivity increase of mussels on collectors .....	111
<b>Sytnik N. A.</b> Certain data on allometry of Black Sea oyster ( <i>Ostrea edulis</i> L.) in the Donuzlav Lagoon .....	116
<b>Kazankova I. I.</b> Long-term dynamics of <i>Mytilus galloprovincialis</i> Lam. larvae abundance near the south-western coasts of Crimea .....	121
<b>Vorobyeva N. K.</b> Culture of valuable species of aquatic organisms is a method of bioproductivity increase in the coastal waters of the White Sea and the Barents Sea .....	127
<b>Goubanov E. P., Getmanenko V. A., Izergin L. V., Solod R. A.</b> Purposeful introduction of aquatic organisms in the Azov Sea and its results .....	133
<b>Melnikova E. B.</b> Distribution of birth of the Black Sea sprat fry during the spawning season .....	139
<b>Shakhmatova O. A.</b> Activity of catalase of atherina ( <i>Atherina hepsetus</i> L.) larvae and environmental parameters. Search for conditionally normal values .....	143
<b>Bushuev S. G., Chernikova S. Yu.</b> State and prospects of commercial fisheries in the Ukrainian area near the Danube .....	149
<b>Volya E. G., Druchin A. I.</b> Characteristics of Pacific mullet habitable populations in salty lagoons of Odessa Region .....	155
<b>Silkin Yu. A., Silkina E. N.</b> On issue of the origin of large Black Sea horse-mackerel ( <i>Trachurus mediterraneus ponticus</i> Aleev) .....	158
<b>Milchakova N. A.</b> Role of preserved marine areas in the conservation of the Azov-Black Sea region biodiversity .....	162
<b>Stepanova A. I.</b> Features of the development of the Kerch Peninsula recreation potential .....	169
<b>Sinelnikov D. A.</b> Management of coastal zones .....	172
<b>Brezkun Yu. B.</b> Ecological problems connected with dredging operations at the objects of SE «Mariupol Marine Merchant Port» .....	176
<b>Kudrik I. D., Khrebtova T. V.</b> Experience and prospects of training of qualified ecologists in KSMTU .....	183

**СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ ЭКОЛОГИИ  
АЗОВО-ЧЕРНОМОРСКОГО РЕГИОНА**

**МАТЕРИАЛЫ IV МЕЖДУНАРОДНОЙ КОНФЕРЕНЦИИ**

Ответственный редактор к. геогр. н. *Б. Н. Панов*

Редактор *Н. А. Лебедева*

Технические редакторы *Т. А. Трушина, Е. А. Савчук*

Подписано в печать

Формат 210 x 298. Усл. печ. л. 15,7. Тираж 300 экз.

2008 Издательский Центр Южного  
научно-исследовательского института морского  
рыбного хозяйства и океанографии (ЮгНИРО)