

## К ВОПРОСУ ОБ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ В КЕРЧЕНСКОМ ПРОЛИВЕ

Э.З. Самышев

Институт биологии южных морей  
НАН Украины  
г. Севастополь, пр. Нахимова, 2  
E-mail: samyshev@ibss.iuf.net

*Структура и функционирование экосистемы в Керченском проливе обуславливается интенсивным водообменом между Азовским и Черным морями. Невысокая трофность вод в стрежнях течений объясняется подвижностью вод и изменчивостью океанографического поля в проливе. В пищевой цепи пелагической и донной составляющих экосистемы значительную роль играет взвешенное органическое вещество. Предполагается, что сооружение дамбы в Тузлинской промоине приведёт к существенному изменению структурно-функциональной организации экосистемы пролива.*

**Введение.** Несмотря на длительно существовавшее рыбохозяйственное использование Керченского пролива (главным образом для рыбного промысла), до конца 80-х годов представление об экологических условиях в этом районе, особенно о биотической части экосистемы, основывалось на отрывочных сведениях по тем или иным компонентам (рыба, бентос). Лишь в 1987 г. в связи с необходимостью экологического обоснования размещения мидийных плантаций в этом районе осуществлен сравнительно широкий комплекс гидробиологических исследований по единой схеме съёмок в разные сроки вегетационного периода, направленный на оценку его потенциальной продуктивности и экологической ёмкости для товарного выращивания моллюсков. Результаты этих исследований, вкупе с имевшимися сведениями, позволили, с одной стороны, получить первое представление о структурно-функциональной организации биотической части экосистемы района, с другой – тем самым о её функциональной роли для Азово-Черноморского бассейна.

Результаты исследований, проведенных под руководством и с участием автора и ряда сотрудников ЮгНИРО, оказались не освещёнными своевременно в печати.

Однако полагаю, что их актуальность и в настоящее время не вызывает сомнений, особенно в плане оценки возможных последствий для экосистемы пролива, связанных с сооружением дамбы в Тузлинской промоине. В этом смысле выполненный группой авторов [2] анализ и обобщение накопленных данных по океанографическому режиму в Керченском проливе помогают глубже понять и интерпретировать разные аспекты изучаемой проблемы.

**Материалы и методы.** В работе использованы данные по синхронным сборам фитопланктона и взвешенного вещества в апреле, июне и августе и мезопланктона в июне и августе на 29 станциях съёмок, выполненных в 1987 г. в Керченском проливе (рис. 1).

Материалы по фитопланктону и взвеси получены из сборов проб, произведенных 3-литровым пластмассовым батометром на глубине 4 м от поверхности. Часть пробы (1 л) использовалась для изучения фитопланктона. С этой целью она сгущалась методом обратной фильтрации с помощью нуклеопора (сечение пор 2 мкм), фиксировалась формалином и в течение ближайших 2-3 недель после сбора анализировалась под микроскопом. Расчеты численности и биомассы водорослей осуществлялись общепринятым методом. Другая часть пробы (1 л) использовалась для определения органической (ВОВ) и минеральной составляющих взвеси. Последняя ссаждалась на мембранные фильтры «Синпор» с порами 0,82 мкм. Определение ВОВ и минеральной фракций во взвеси производилось методом озоления [5].

Отлов мезопланктона (зоопланктона и динофлагелляты *Noctiluca scintillans*) осуществлялся сетью Джели (входное отверстие 37 см, капрон 49) от середины глубины места до поверхности. Последующие исследования фиксированных формалином проб (микроскопирование, расчеты численности и биомассы организмов) производились общепринятыми методами.

**Результаты и обсуждение. Фитопланктон.**

Состав и обилие фитопланктона в разные месяцы наблюдений соответствовал существующим представлениям о его сукцессии в Черном море (табл.).

Таблица - Средние показатели фитопланктона в проливе весной-летом 1987 г.

Месяц	Численность, млн.кл. *м <sup>-3</sup>				Биомасса, мг*м <sup>-3</sup>				Объем клеток, мкм <sup>3</sup>			
	Общ.	Ди- ат.	Пе- рид.	Спор	Общ.	Ди- ат.	Пе- рид.	Спор	Общ.	Диат.	Перид.	Спор
Апрель	110	108	2	-	470	446	24	-	4272	4130	12000	-
Июнь	32,6	17,8	12,8	2,0	40	17	22	1	1226	1000	1450	500
Август	2,7	1,7	0,8	0,2	20,6	10,5	10,0	0,1	7600	6180	12500	500

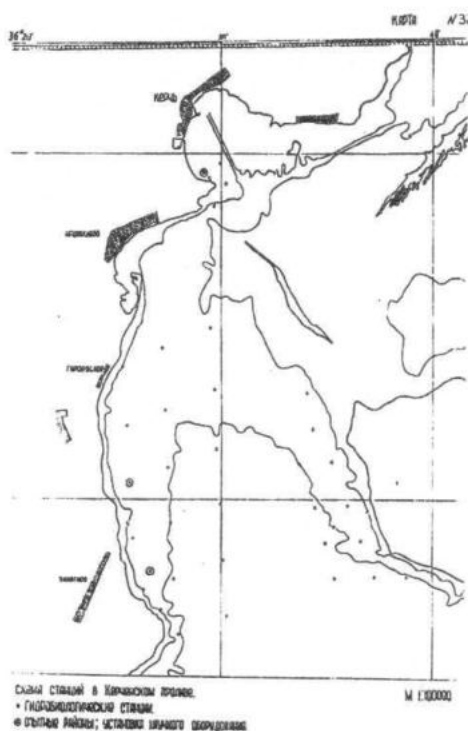


Рис. 1 – Схема расположения станций в Керченском проливе

Весной (апрель) в нем резко доминировали диатомовые (преимущественно *Skeletonema costatum*, *Rhizosolenia alata*), знаменуя конец I-ой и начало II-ой фазы сукцессии и одновременно весенний максимум вегетации.

Летом (июнь), на фоне снижения его численности в 3 раза и биомассы – на порядок, в составе водорослей сократилась относительная доля диатомей и возросла доля перидиниевых (III-я фаза сукцессии).

В конце лета (август) общее обилие водорослей сократилось более чем в 40 раз при доминировании крупных перидиней и диатомей (начало IV-ой фазы).

Распределение фитопланктона во все месяцы наблюдений (рис. 2 – 7) отличалось чрезвычайной неравномерностью и изменчивостью во времени, характеризуя, с одной стороны, изменчивость гидрологического поля, с другой – «источник» максимумов в том или ином участке пролива, с третьей, - его разное состояние (сукцессию) в разных участках.

При этом в некоторых случаях на основе распределения отдельных видов фитопланктона появлялась возможность определить направление переноса вод. В частности, о переносе вод из Азова в Черное море вблизи Керченского побережья в апреле свидетельствует встречаемость водоросли *Sphaerodinium cinctum* – обитателя пресных водоемов [3].

#### Мезопланктон.

В июне средняя для района биомасса мезопланктона составляла около 560 мг\*м<sup>-3</sup> (рис. 8), из которой 50% приходилось на ноктилюку (рис. 9). Другая половина состояла преимущественно из личинок каланойд, циклопид, усоногих рачков, моллюсков, кладоцер, т.е. большей частью организмов из неритического комплекса. В целом «мирный планктон» составлял около 80% биомассы (хищный – соответственно – 20%).

В августе в связи с сокращением численности ноктилюки (рис. 10) в 4 раза произошло и снижение обилия и мезопланктона в целом.

Распределение мезопланктона в июне и августе определялось главным образом распределением доминировавшей в нем ноктилюки.

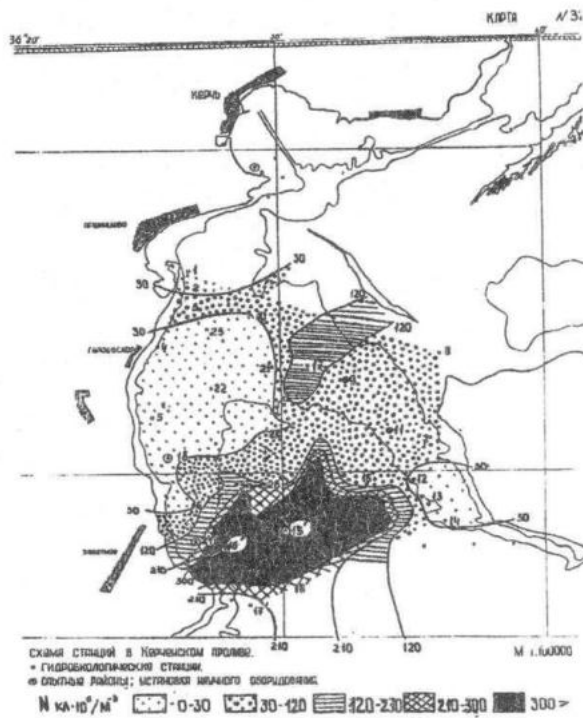


Рис. 2 - Распределение численности фитопланктона в апреле 1987 г. (цифрами обозначены номера станций)

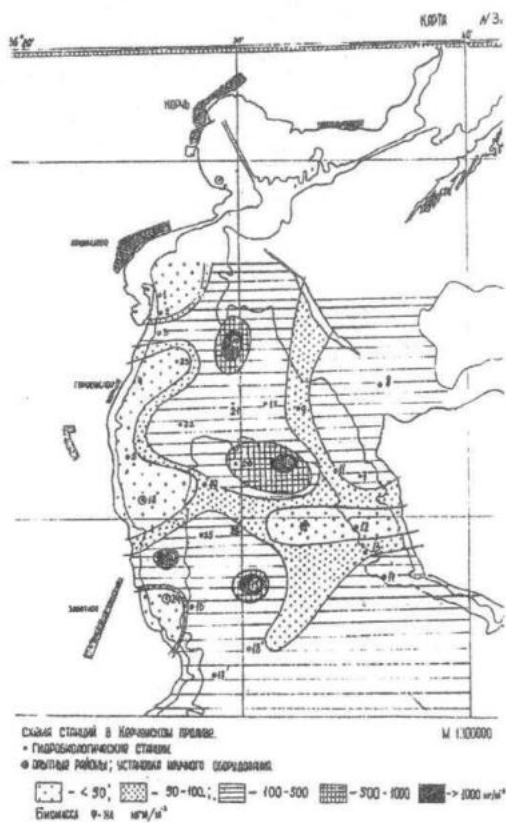


Рис. 3 - Распределение биомассы фитопланктона в апреле 1987 г.

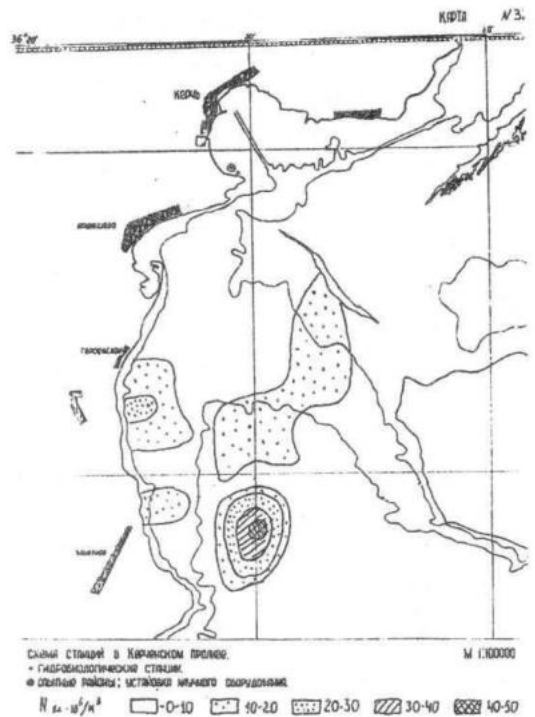


Рис. 4 - Распределение численности фитопланктона в июне 1987 г.

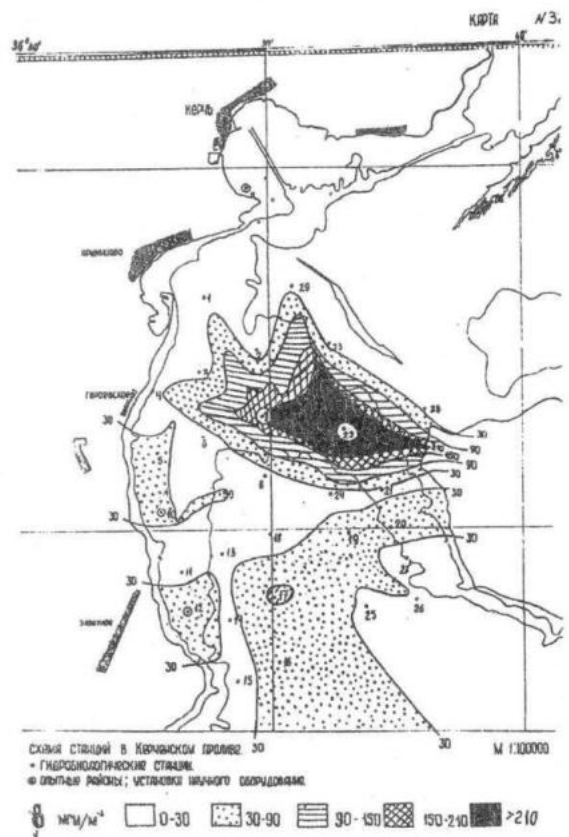


Рис. 5. Распределение биомассы фитопланктона в июне 1987 г.

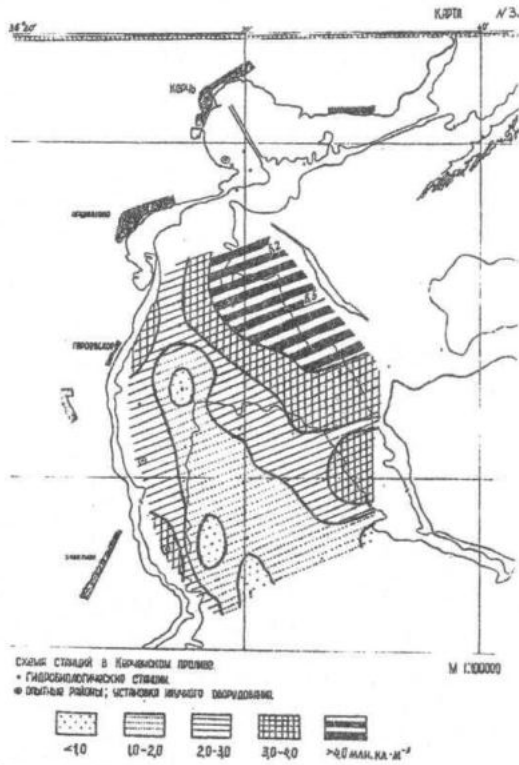


Рис. 6 – Распределение численности фитопланктона в августе 1987 г.

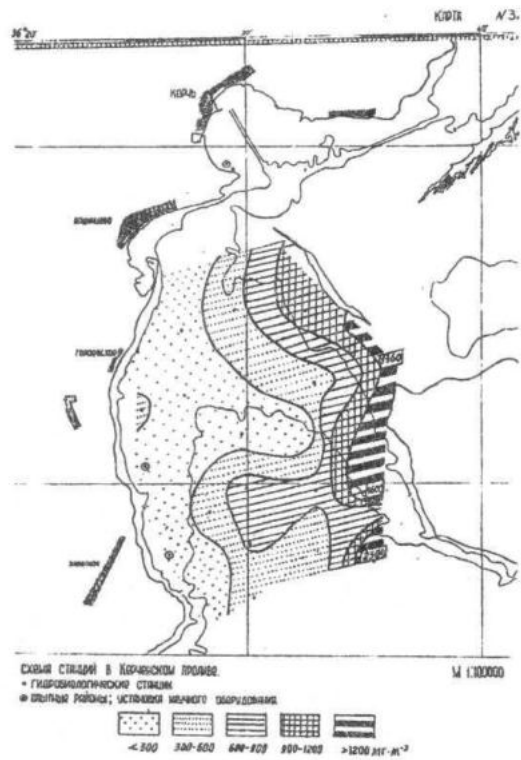


Рис. 8 – Распределение биомассы мезопланктона в июне 1987 г.  
(Цифрами обозначены величины максимумов)

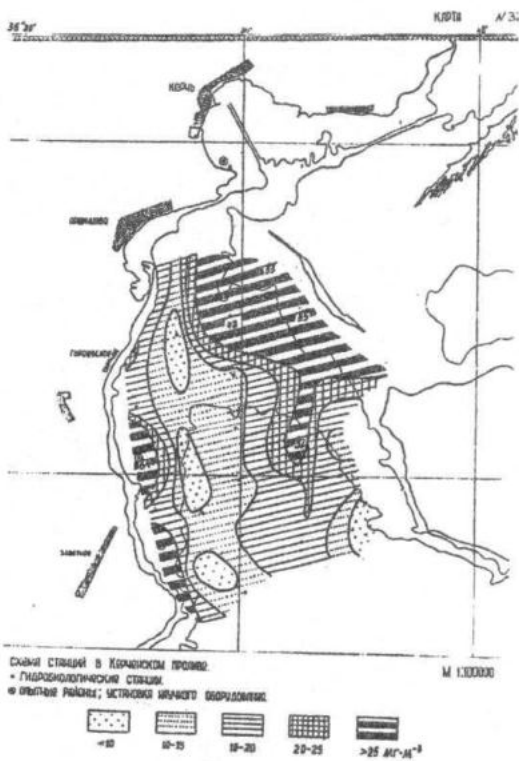


Рис. 7 – Распределение биомассы фитопланктона в августе 1987 г.

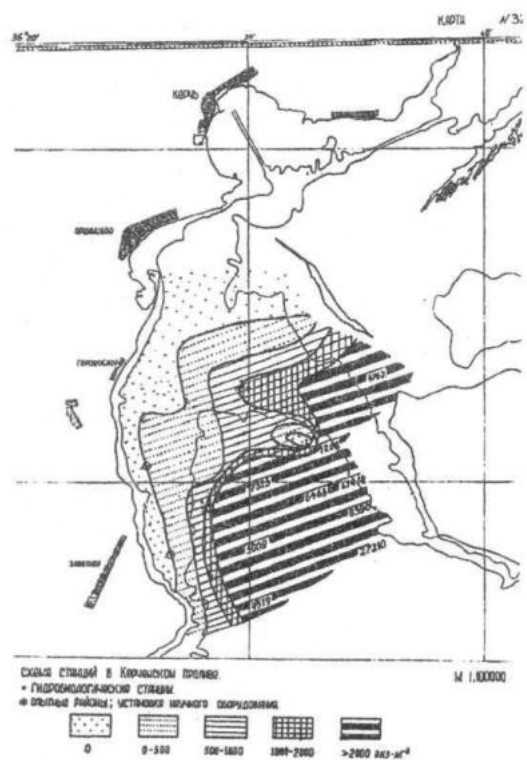


Рис. 9 – Распределение численности ноктилюки в июне 1987 г.

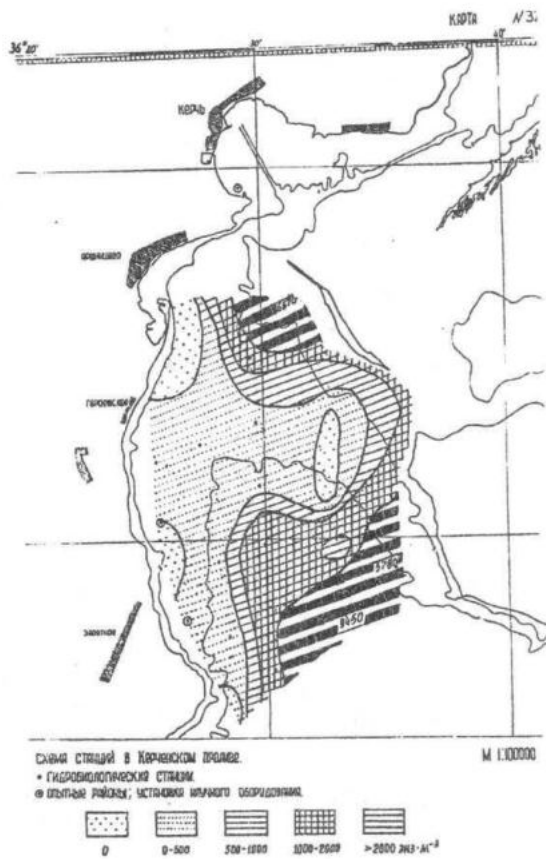


Рис. 10 – Распределение численности ноктилюки в августе 1987 г.

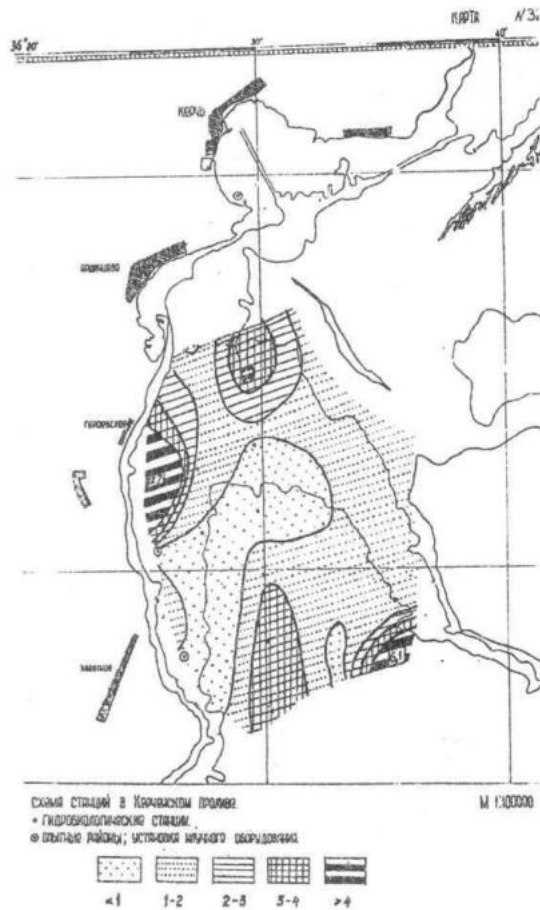


Рис. 12 – Распределение ВОВ (мг \* л<sup>-1</sup> сухого веса) в июне 1987 г.

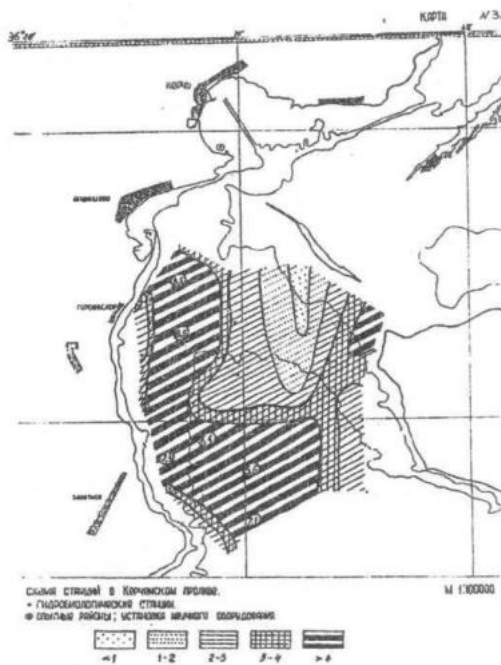


Рис. 11 – Распределение ВОВ (мг \* л<sup>-1</sup> сухого веса) в апреле 1987 г.

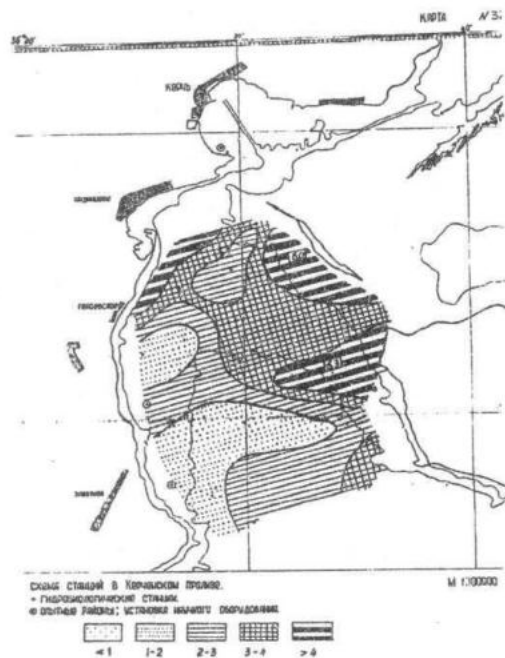


Рис. 13 – Распределение ВОВ (мг \* л<sup>-1</sup> сухого веса) в августе 1987 г.

Как видно из приведенных рисунков, в обоих случаях максимумы расположены вдоль восточной половины пролива, безусловно характеризую путь и направление переноса вод в процессе водообмена между Черным и Азовским морями — перенос черноморских вод вдоль восточной половины пролива, азовских — вдоль западной. Причем наблюдалось полное отсутствие ноктилюки в узкой полосе вдоль западного побережья, а в августе подобное встречается лишь в локальных участках.

#### **Взвешенное органическое вещество (ВОВ).**

Содержание ВОВ во взвеси в целом (в разные сроки вегетационного периода) варьировало от 20 до 90%. В апреле оно составило в среднем для района 45%, в июне — 55%, в августе — 69%. Сравнительно высокое содержание ВОВ во взвеси свидетельствует о его генезисе: наряду с фитопланктоном очевиден «вклад» других, менее зольных, источников — макрофитов, зоопланктона.

Наиболее высокое содержание ВОВ в воде наблюдается в апреле (в среднем  $3,8 \text{ мг} \cdot \text{л}^{-1}$  сух. веса) (рис. 11). Причем его максимумы в основном приурочены к западной части пролива, согласуясь с распределением его вероятного «источника» — макрофитов вдоль керченского побережья (съёмка выполнялась вскоре после затяжной зимы).

В июне (рис. 12) среднее содержание ВОВ в воде снизилось почти вдвое, составив  $2,0 \text{ мг} \cdot \text{л}^{-1}$ , в августе (рис. 13) оно возросло до  $3,0 \text{ мг} \cdot \text{л}^{-1}$ . При этом в обоих случаях его распределение отличалось «предпочтительным» расположением максимумов у побережья.

Выраженные в углероде, все приведенные величины будут вдвое ниже.

Напомню, что общее содержание органического вещества в поверхностном слое Черного моря в 1950-1960 г.г. составляло  $3 - 4 \text{ мг С} \cdot \text{л}^{-1}$  [1, 6]. Таким образом, полученные нами величины в  $1,5 - 3,0$  раза уступают таковым, приводимым для поверхностного слоя вод Черного моря в целом в 1950-1960 г.г.

Как и в случаях с другими компонентами sestона, распределение ВОВ отличалось в районе неравномерностью и изменчивостью. При этом не отмечено четкой связи между распределением ВОВ и другими компонентами. Тем не менее, некоторое

согласование между распределением ВОВ и фито- и мезопланктона (в т.ч. ноктилюки) в отдельных случаях все же имеется, однако оно дает больше оснований для спекулятивных рассуждений, чем для серьезного корреляционного анализа. Совершенно очевидно, что большая изменчивость гидрологического поля не позволяет при принятой дискретности во времени съёмок понять механизм связи между изученными компонентами.

#### **Результаты ориентировочных расчетов потребления и продукции фитопланктона в толще вод Керченского пролива летом 1987 г.**

Вместе с тем, несмотря на скудость исходных данных, попытаемся произвести ориентировочные расчеты с целью оценки кормовых условий фильтраторов, в т.ч. мидий, в толще вод исследованного района. Эти расчеты представляются возможными лишь для июня, поскольку только в этом месяце получены данные по всем изученным компонентам.

Из  $560 \text{ мг} \cdot \text{м}^{-3}$  мезопланктона  $450 \text{ мг} \cdot \text{м}^{-3}$  приходится на «мирных» животных, и преимущественно потребляющих пищу в виде фитопланктона и детрита (ноктилюка, науплии копепод, каланоида и т.д.),  $110 \text{ мг} \cdot \text{м}^{-3}$  — на потребителей преимущественно животного корма (копеподиты циклопиды, подон из кладоцер и т.д.). Суточный рацион фильтраторов, с учетом их состава и литературных данных, сведенных Ю.И. Сорокиным [7], приблизительно равен 70%. В абсолютном выражении этот рацион будет равен  $450 \cdot 70 / 100 = 315 \text{ мг} \cdot \text{м}^{-3} / \text{сут}$ . В таком случае при биомассе в  $40 \text{ мг} \cdot \text{м}^{-3}$  фитопланктон в июне должен иметь суточный Р/В-коэффициент равным около 8,0, что представляется маловероятным: среднесуточный Р/В-коэффициент черноморского фитопланктона открытой части моря осенью равен 0,9 [9], в северо-восточной части моря в 1978 г. весной (пик) не превышал 0,7, а летом составил около 0,25 [10]. Явно выраженный дефицит корма для фильтраторов, очевидно, покрывается аллохтонным и автотонным органическим веществом (поступающим с суши и прибрежных зон, богатых макрофитами), о чем свидетельствует и характер распределения ВОВ, — приуроченность максимумов во всех случаях к побережью (рис. 11-13). Как и в случае с северо-восточной частью моря в целом [10],

где выявлено подобное несоответствие между величинами первичной продукции и деструкции, взвешенное органическое вещество включается в трофическую сеть через бактериопланктон, и вместе с последним, «обогащающим» детрит, потребляется фильтраторами (эффективность использования детрита зоопланктонами [11] и донными беспозвоночными [4] общеизвестна).

Подобная же ситуация, по всей видимости, наблюдалась и в августе, когда биомасса фитопланктона в районе была вдвое ниже, чем в июне. И лишь в апреле, можно полагать, значительная часть рациона фильтраторов покрывалась за счет продукции водорослей.

Усвояемая часть органики Черного моря летом составляет около 20–30% общей его концентрации [8]. Принимая её равной в среднем 25%, получаем, что в апреле её уровень составлял  $3,8 \cdot 25 / 2 \cdot 100 = 0,48$  мг л<sup>-1</sup>, в июне и августе – по аналогичным расчетам – соответственно – 0,25 и 0,38 мг Сл<sup>-1</sup>. Согласно расчетам Б.А. Скопинцева [6] в поверхностном слое вод Черного моря запас усвояемой органики должен составлять 1,0–1,2 мг Сл<sup>-1</sup>. Сопоставление полученных величин свидетельствует, что весной в Керченском проливе этот запас более чем вдвое ниже, чем в водах Черного моря, а в июне и августе – соответственно – в 4 и 3 раза ниже.

По данным И.Г. Рубинштейна (устное сообщение) средняя биомасса бентоса в биоценозах *Chamelea galina* и *Modiolus adriaticus* в проливе в августе 1986 г. составляла 281 г м<sup>-2</sup> (25 видов), в предпроливье (с черноморской стороны) – 449 г м<sup>-2</sup> (20 видов) (в последнем не учтена биомасса мидии, которой нет в составе биоценоза пролива); биомасса доминирующего вида *M. adriaticus* в проливе составляла 180 г м<sup>-2</sup>, а в предпроливье – 341 г м<sup>-2</sup>.

Всё вышеизложенное свидетельствует о том, что по трофности и эффективности обеспеченности гетеротрофов «собственными» пищевыми ресурсами, Керченский пролив в среднем не менее чем вдвое уступает Черному морю в целом.

Если принять величину суточной деструкции, равной 0,1 мг Сл<sup>-1</sup>, полученной для лета в Геленджикской бухте [8], время оборота усвояемой органики в Керченском проливе в апреле составит  $0,48 / 0,1 = 5$  суток, в июне и августе – соответственно –

около 3 и 4 суток. Это в 3–4 раза выше, чем в Геленджикской бухте и совпадает с величинами для вод зоны Перуанского апвеллинга.

Противоречивость результатов анализа и расчетов – с одной стороны представления о генезисе ВОВ, с другой – высокая интенсивность оборота его усвояемой части – трудно объяснить. Можно лишь предположить очень интенсивную бактериальную деструкцию в Керченском проливе.

Однако для основательного суждения об обеспеченности пищей фильтраторов, в т.ч. мидий, требуются исследования, охватывающие все основные трофические звенья и измерение всех скоростей основных продукционно-деструкционных процессов.

**Выводы** 1. Структура и функционирование экосистемы в Керченском проливе обуславливается интенсивным водообменом между Азовским и Черным морями и изрезанностью береговой линии Керченского полуострова и Тамани.

2. Трофность вод в стрежнях течений уступает таковой в Черном и Азовском морях по разным показателям, что объясняется подвижностью вод и изменчивостью океанографического поля в проливе.

3. По ориентировочным расчетам в пищевой цепи пелагической и донной составляющих экосистемы значительную роль играет взвешенное органическое вещество, вероятным источником которого главным образом служат местные прибрежные заросли макрофитов, а также Азовское море.

4. Биологические сезоны по масштабу и срокам проявления связаны с климатическими и сезонными изменениями, повторяя таковые в Черном и Азовском морях на более низком уровне.

5. В функциональном отношении пролив является лишь своеобразным коридором, через который осуществляется водообмен между Азовом и Черным морем, обмен флорой и фауной этих морей, в т.ч. миграция различных видов рыб.

6. Строительство дамбы на Тузлинской промоине приведёт к образованию затишной зоны аккумуляции биоты по восточному берегу пролива, перекрытию здесь пути для черноморских вод, идущих в Азов, и направлению их по западной части пролива. Соответственно этому следует ожидать перестройку в биологической системе пролива.

7. С целью оценки направленности и масштабов экологических изменений в проливе и Азове в связи с возведением дамбы потребуются комплексный мониторинг района (в виде сезонных комплексных океанологических съёмки).

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Дацко В.Г. Органическое вещество в водах южных морей СССР. – М.: изд-во АН СССР, 1959. – 271 С.
2. Еремеев В.Н., Иванов В.А., Ильин Ю.П. Океанографические условия и экологические проблемы Керченского пролива // Морск. экологич. журн. – Севастополь, 2002. – Т.2, №3. – С. 27-40.
3. Киселев И.А. Определитель по фауне СССР. Панцирные жгутиконосцы (Dinoflagellata) морей и пресных вод СССР. – М.-Л., изд-во АН СССР, 1950. – Т. 33. – 280 С.
4. Кузнецов А.П. Экология донных сообществ Мирового океана. Трофическая структура. – М.: Наука, 1980. – 245 С.
5. Самышев Э.З. Взвешенное органическое вещество (ВОВ) в антарктических водах Индийского океана // Тез. Всесоюз. науч. конф. «Сырьевые ресурсы антарктической зоны океана и проблемы их рационального использования». – Керчь, 1983. – С. 133-135.
6. Скопинцев Б.А. Формирование современного химического состава вод Черного моря. – Л.: Гидрометеоздат, 1975. – 327 С.
7. Сорокин Ю.И. Черное море. – М.: Наука, 1982. – 217 С.
8. Чеботарев Ю.С., Сорокин Ю.И. К оценке запаса усвояемого органического вещества и скорости его деструкции в воде Геленджикской бухты Черного моря / Сезонные изменения черноморского планктона. – М.: Наука, 1983. – С. 123-127.
9. Шушкина Э.А., Виноградов М.Е., Глебов В.С., Лебедева Л.П. Использование 100-литровых батометров для сбора микро- и мезопланктона // Океанология. – 1980. – Т.20, вып. 3. – С.552-557.
10. Шушкина Э.А., Сорокин Ю.И., Лебедева Л.П., Пастернак А.Ф., Кашевская Е.Э. Продукционно-деструкционные характеристики планктонного сообщества в северо-восточной части Черного моря в течение сезона 1987 г. / Сезонные изменения черноморского планктона. – М.: Наука, 1983. – С.178-202.
10. Sorokin Yu.I. Decomposition of organic matter and nutrient regeneration / Marine Ecology (Ed.: O. Kinne). – Chichester: Wiley Interscience, 1978. – V.4.- P.501-616.