

ПРОВ 2010

ПРОВ 98

Академия наук СССР
Редколлегия "Гидробиологического журнала"

УДК 591.524.11:593.17/262.5/

2150-В 86

28.03.86

С.Б.Гулин, И.Г.Поликарпов, М.Б.Гулин

Общая характеристика интерстициальной экологической системы верхней сублиторали Карадагского госзаповедника
(Черное море)

Институт биологии
южных морей АН СССР

БИБЛИОТЕКА

№ 71 деп

Киев - 1986

В настоящее время заметно возрос интерес экологов к интерстициальному биотопу, т.е. биотопу капилляров мягких донных осадков, играющему вместе с населяющим его сообществом заметную роль в круговороте вещества и балансе энергии в водоемах / 3, 4, 14, 16, 17 /. Кроме того, выяснено, что интерстициаль также принимает участие в циркуляции веществ антропогенного происхождения / 9 /. Далее, интерстициальные системы, как показали Т.Фенхель / 14 / и И.В.Бурковский / 3 /, являются удобной моделью для решения многих общеэкологических проблем. В частности, толща песка с выраженной окислительно-восстановительной стратификацией адекватна по своей физико-химической и бактериальной структуре пелагиали меромиктического водоема, такого, например, как Черное море / 14 /. Очевидно, что малые масштабы интерстициальных систем, нередкое доминирование в составе их консументов инфузорий, отличающихся относительно простой (для анализа) и интенсивной репродукцией и представляющих все основные трофические группировки гидробионтов, позволяют проводить общеэкологические исследования с наименьшими издержками.

Работы, рассматривающие интерстициаль в экосистемном аспекте, немногочисленны. М.Паматмат / 17 / обсудил вопросы газового метаболизма в песках литоральных пляжей. Т.Фенхель / 14 / показал качественную картину трофической сети и ее связь с основными физико-химическими параметрами биотопа. И.В.Бурковский / 3, 4 / рассмотрел некоторые аспекты пищевой специализации и трофической структуры сообщества морских псаммофильных инфузорий. Однако комплексных исследований, дающих общее представление о ресурсовых и продукционных особенностях данных

экологических систем, практически не проводилось. Известна только работа МакЛашлена с соавторами / 16 /. Однако в ней не приводятся данные по микрофауне песков, играющей, несомненно, ведущую роль в продукции и энергетических потоках / 3 /.

Ранее мы показали некоторые закономерности макромасштабной пространственной конфигурации сообщества псаммофильных инфузорий у мыса Фиолент (г.Севастополь) / 6 /. Данная работа является продолжением этих исследований. В ней сделана попытка анализа основных хронологических и продукционных аспектов интерстициальной экологической системы, расширен диапазон регистрируемых параметров. Кроме того, здесь рассматривается проблема устойчивости интерстициали к волновой активности, которая ранее нами ставилась лишь гипотетически.

Материал и методика исследований

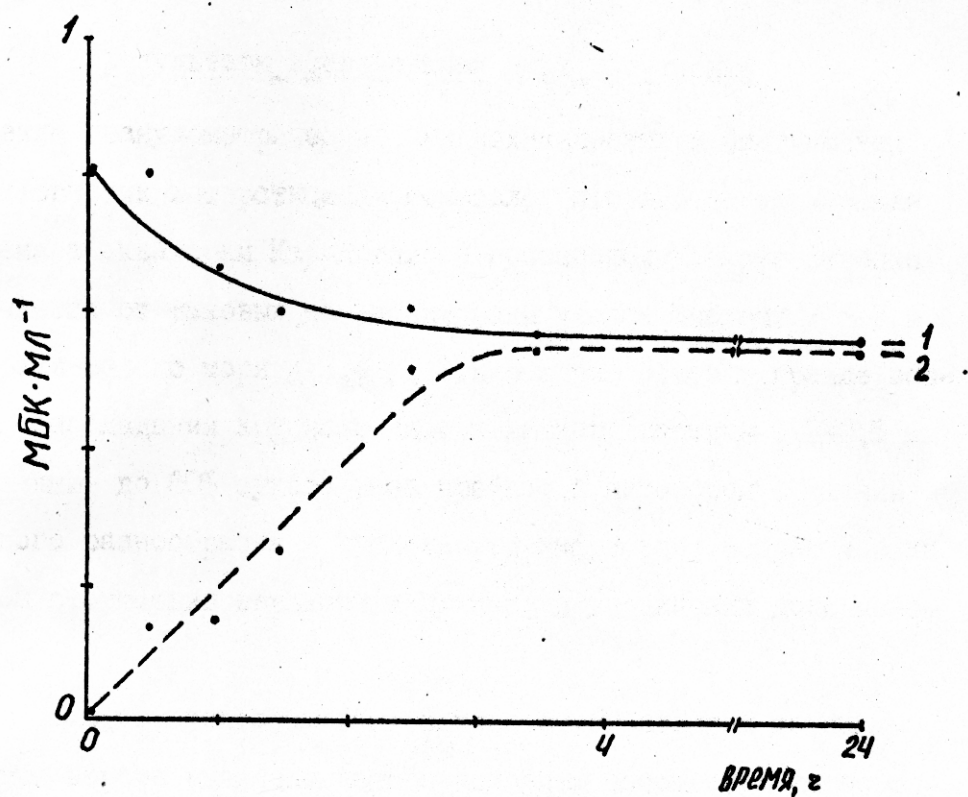
Работа проводилась в 1982-83 гг. в акватории Карадагского госзаповедника АН УССР. На глубинах 7-9 м, средних для верхней сублиторали, были разбиты полигоны, представлявшие собой, в одних случаях, сетку с ячейками 1х1 м, покрывавшую замкнутую скальными породами песчаную поляну (50 м²); а в других - металлическую рамку 0,5х0,5 м с сеткой (ячейки 0,05х0,05 м). На полигонах случайным образом отбирали пробы песка в цилиндрические пробоотборники. Гранулометрический анализ проводился по методике, описанной, например, в / 13 /. Микро- и мейофауну выделяли из песка морским льдом по методу Г.Улига / 18 /. Качество выделения контролировали под биноклем МБС-1. Макрофауну учитывали в фиксированных формалином пробах просеиванием через сита с ячейками 0,4 мм. Детрит отделяли флотацион-

ным способом, переносили на мембранные фильтры Millipore 0,85, промывали 10%-ной соляной кислотой для удаления карбонатов и после сушки взвешивали с точностью $5 \cdot 10^{-5}$ г. Содержание органического углерода в детрите и диатомовых водорослях измеряли методом "мокрого сжигания" / 8 /, адаптированным для этих объектов. Биомассу микро-, мейофауны и диатомовых водорослей определяли по номограммам Л.Л.Численко / 12 /. Плотность бактерий оценивали методом прямого счета на мембранных фильтрах Synpore-7. Окислительно-восстановительный потенциал измеряли игольчатым платиновым электродом, используя хлорсеребряный электрод сравнения ЭВЛ-1М3.

Вторичная продукция измерялась как расчетным, так и радиоуглеродным способами / 7,11 /. В последнем случае использовались в качестве корма меченные по ^{14}C диатомовые водоросли *Nitzschia closterium* (Ehr.) W. Sm.

Общая первичная продукция измерялась радиоуглеродным способом по методике / 15 /. Однако были сделаны поправки на 30-45 минутный латентный период, когда микрофитобентос практически не реагировал на метку (в пределах чувствительности метода, при вычете темновой фиксации). Кроме того, было учтено предсказанное Н.Васмундом / 19 / медленное проникновение изотопа в фотический слой песка. Для этого был проведен специальный эксперимент со стерильной системой "вода - песок" (рис. 1).

Для разделения первичной продукции микроводорослей и фотобактерий воспользовались двумя способами. В первом случае, выделенную из песка после инкубации его с бикарбонатом - ^{14}C взвесь разделяли на мембранных фильтрах Millipore 0,85, кото-



Р и с. I

Динамика концентрации бикарбоната - $I^{14}C$ в стерильной системе "вода - песок" (1 - придонный 0,5-сантиметровый слой воды, 2 - капиллярная вода верхнего 0,5-сантиметрового слоя песка).

рые, по предварительным наблюдениям, задерживали всех диатомовых водорослей и в среднем 45% бактерий. Во втором случае комбинировали радиоуглеродные измерения в свежих культурах диатомей с люминисцентной микроскопией и "мокрым сжиганием".

Результаты исследований и их обсуждение

Изучение гранулометрических, гидрохимических и биотических характеристик интерстициали показало, что эта экологическая система в акватории Карадагского госзаповедника существенно отличается от таковых на сублиторали у мыса Фиолент / 6 / и литорали Белого моря / 3,4 /. Эти отличия состоят прежде всего в преобладании крупнозернистых песков (частицы 0,3-0,5 мм составляют до 60% сухого веса пробы); в некотором снижении видового разнообразия и численности инфузорий; в практически полном отсутствии эвритопных цилиат; в увеличении доли мейофауны.

На участке акватории заповедника от биостанции до скалы Золотые ворота выделено четыре основных сообщества интерстициальной фауны. Первое ("А") образовано инфузориями *Coleps tessellatus* Kahl, *Histiobalantium marinum* Kahl, *Pleuronema coronatum* Kahl, гарпактицидой *Harpacticus fuscum* Sars, моллюском *Bittium reticulatum* (Per.) и бескишечными турбелляриями. Второе сообщество ("Б") состоит в основном из двух видов инфузорий - *Tracheloraphis phoenicopterus* Cohn и *Trachelostyla caudata* Kahl. Третье ("В") состоит из таких доминантов: инфузорий *T.phoenicopterus*, *C.tessellatus*, *H.marinum*, *Remanella margaritifera* Kahl и нематоды рода *Oncholaimus*. Наконец, четвертое сообщество ("Г") составляют инфузории *T.phoenicopte-*

rus, *Tracheloraphis incaudatus* Kahl, *Tracheloraphis dogieli* Rajkov, *C.tesselatus*, бескишечные турбеллярии, нематоды *Oncholaimus*, науплии и копеподиты гарпактицид.

Продукция турбеллярий и моллюсков нами не рассчитывалась из-за недостатка литературных данных.

В табл. I для указанных выше сообществ приведены значения плотности, биомассы и продукции. Видно, что в песках верхней сублиторали изученного района доминирует мейофауна. Ее биомасса в сообществе "А" в 123 раза больше таковой у микробентоса (инфузории), в "В" - в 4 раза, в "Г" - в 142. Это связано прежде всего с гранулометрическим составом осадка, т.к. известно, что инфузории предпочитают пески, в которых преобладают частицы размером 0,2-0,4 мм, а мейофауна - 0,3-0,5 мм / 5,14 /. Инфузории, обладая удельной продукцией (С) на порядок выше, чем мейобентос, дают при столь малой плотности и биомассе от 4,3% ("Г") и 5,4% ("А") до 66,7% ("В") общей продукции смешанных сообществ. И.В.Бурковский / 3 / показал, что на песках первого типа (0,2-0,4 мм) доля инфузورий в продукции интерстициали может составлять 15% при их вкладе в биомассу - 0,05%. В нашем случае это отношение ($15,00:0,05 = 300,00$) колеблется от 3,32 ("В") до 6,75 ("А"). Исключение составляет сообщество "Б", представленное только инфузориями.

Наиболее активно вторичная продукция идет в сообществе "Г" - $0,835 \text{ мкг/час/см}^2$. Здесь встречено наибольшее разнообразие видов, их плотность и биомасса. Средние величины продукции консументов (по всем сообществам) составляют $0,320 \text{ мкг/час/см}^2$.

В табл. 2 приведены данные о вторичной продукции экспериментального сообщества инфузورий, полученные расчетным и ра-

Таблица I. Состав и продукция основных сообществ интерстициальной фауны

Сообщество	С о с т а в	Плотность		Биомасса (В)		Число делений в сутки	Удельная продукция (С)	Продукция (P=C/24·В)	
		экз./см ²	%	мкг/см ²	%			мкг/час/см ²	%
"А"	<i>Coleps tessellatus</i>	5	50,0	0,0545	0,3	2,36	1,652	0,004	2,7
	<i>Histiobalanium marinum</i> } <i>ингр.</i>	1	10,0	0,0581	0,4	1,67	1,169	0,003	2,0
	<i>Pleuronema coronatum</i>	2	20,0	0,0177	0,1	2,47	1,725	0,001	0,7
	<i>Harpacticus ruscum</i> ?	2	20,0	16,0270	99,2	-	0,210	0,140	94,6
	Всего:	10	100,0	16,1580	100,0	-	-	0,148	100,0
"Б"	<i>Tracheloraphis phoenicopterus</i>	14	82,4	3,1353	87,6	1,81	1,267	0,116	87,4
	<i>Trachelostyla caudata</i> } <i>ингр.</i>	3	17,6	0,4447	12,4	1,91	1,269	0,020	12,6
	Всего:	17	100,0	3,5800	100,0	-	-	0,136	100,0
"В"	<i>Tracheloraphis phoenicopterus</i>	5	33,3	1,1198	17,8	1,81	1,267	0,059	57,8
	<i>Coleps tessellatus</i>	2	13,3	0,0218	0,3	2,36	1,652	0,002	2,0
	<i>Histiobalanium marinum</i> } <i>ингр.</i>	2	13,3	0,1162	1,8	1,67	1,169	0,006	5,9
	<i>Reinckeella marginifera</i>	1	6,7	0,0125	0,2	2,30	1,610	0,001	1,0
	<i>Oncholaimus</i> sp. - немат.	5	33,3	50,0237	79,8	-	0,165	0,034	33,3
	Всего:	15	100,0	6,2940	100,0	-	-	0,102	100,0
"Г"	<i>Tracheloraphis phoenicopterus</i>	2	7,7	0,4479	0,5	1,81	1,267	0,024	2,9
	<i>Tr. incaudatus</i>	1	3,9	0,0772	0,1	1,61	1,127	0,004	0,5
	<i>Tr. dogieli</i> } <i>ингр.</i>	1	3,9	0,1036	0,1	2,07	1,449	0,006	0,7
	<i>Coleps tessellatus</i>	3	11,5	0,0327	0,0	2,36	1,652	0,002	0,2
	<i>Oncholaimus</i> sp. - нем.	4	15,4	4,0190	4,2	-	0,165	0,028	3,3
	(Copepodita) <i>Harpacticoida</i>	11	42,3	88,1510	92,9	-	0,210	0,771	92,3
	Nauplii	4	15,4	2,0656	2,3	-	-	-	-
Всего:		26	100,0	94,8970	100,0	-	-	0,835	100,0

Таблица 2. Вторичная продукция экспериментального сообщества интерстициальных инфузорий

Параметры / Виды	<i>Histiobalantium marinum</i>	<i>Strombidium sulcatum</i>	Всего
Плотность, экз./20 мл	1040	3300	4340
Биомасса, мкг/20 мл	60,57	45,75	106,32
Число делений в сутки	1,54	2,14	-
Продукция, мкг/особь/сут.	0,063	0,021	-
Активность включенного $I^{14}C$, БК/особь	$0,060 \pm 0,002$	$0,097 \pm 0,003$	-
$I^{12}C/I^{14}C$, мкг С/БК	0,0052	0,0052	0,0052
Усвоение, мкг С/особь/сут.	$3,11 \cdot 10^{-4} \pm 0,09 \cdot 10^{-4}$	$5,03 \cdot 10^{-4} \pm 0,15 \cdot 10^{-4}$	-
Активность $I^{14}CO_2$, БК/особь	$0,033 \pm 0,001$	$0,033 \pm 0,001$	$0,033 \pm 0,001$
Траты на дыхание, мкг С/особь/сут.	-	-	$6,78 \cdot 10^{-4} \pm 0,20 \cdot 10^{-4}$
Доля трат на дыха- ние, %	-	-	68,5
Доля усвоенной пищи, %	-	-	31,5

диоуглеродным способом. Результаты по скорости дыхания усреднены. Это не позволяет строго говорить о долях усвоенной и затраченной на респирацию органики для каждого из видов. В данном случае нас больше интересовали значения прироста (числой продукции) для сравнения их с результатами расчетного метода. Эксперимент показал, что *S.sulcatum*, объем особей которого в 4,18 раза меньше, чем у *H.marinum*, продуцирует в 1,60 раза быстрее. Далее, в среднем для обоих видов более двух третей усвоенного вещества идет на дыхание, и лишь 31,5% образуют живую массу. Тут следует отметить, что изученные виды принадлежат к быстро передвигающимся формам. Расчетный метод показал, что удельная продукция (C) *S.sulcatum* в 1,39 раза больше, чем у *H.marinum*, то есть, налицо довольно близкое сходство с соответствующим результатом радиоуглеродных измерений (1,60). Это позволяет судить о достоверности расчетов вторичной продукции, приведенных в табл. I.

Общая скорость аккумуляции CO_2 микрофитобентосом составила 10 мкгС/час/см^2 . Интересно, что контрольные измерения на той же глубине (7-9 м) у мыса Фиолент (150 км по прямой от Карадага) дали такой же результат. На долю микроводорослей, которые, по данным Н.Бодяну / 2 /, в песках верхней сублиторали Черного моря на 98,9% по биомассе представлены диатомовыми водорослями, приходится в среднем 7,2% первичной продукции интерстициали ($150 \text{ мкг "сырой" массы/час/см}^2$). Остальную же часть (92,8%) образуют фототрофные бактерии.

Таким образом, вторичная продукция ($0,320 \text{ мкг/час/см}^2$) в 468 раз меньше скорости первичного синтеза одних только микроводорослей. Если учесть продукцию фотобактерий, взвешенное

и растворенное аллохтонное органическое вещество, то можно считать изученную интерстициальную полночленную экологическую системой.

Для анализа пространственной конфигурации системы исследовался характер размещения организмов, а также их сопряженность в пространстве биотопа.

Первая задача решалась согласно методики Романовского-Смурова / 10 / в приложении к метровому и дециметровому масштабам распределения организмов. На замкнутой поляне (50 м^2) было взято 50 проб с квадратов площадью 1 м^2 , 25 проб — с 2 м^2 , 12 — с 4 м^2 , 6 — с 8 м^2 и 3 — с 16 м^2 . Для каждой выборки рассчитывали дисперсию и средние. Графики зависимости коэффициента дисперсии от средней не строились, а лишь сравнивались тангенсы углов их наклона к оси абсцисс для различных выборок. По общей численности интерстициальных консументов получили соответственно: $\text{tg } a_1=0,42$; $\text{tg } a_2=0,39$; $\text{tg } a_3=0,45$; $\text{tg } a_4=0,40$; $\text{tg } a_5=0,25$. Заметное искривление графика на интервале проб $8-16 \text{ м}^2$ ($\text{tg } a_4 - \text{tg } a_5$) свидетельствует о переходе к более высокому порядку агрегатов организмов, однако их площадь не может быть больше 50 м^2 . В случае полигона $0,25 \text{ м}^2$ (дециметровый масштаб) проводились аналогичные расчеты, показавшие наличие скоплений организмов в интервале $25 - 2500 \text{ см}^2$.

В табл. 3,4 показаны значения коэффициента Грей-Смита ($\sigma^2/\bar{m}$ или $S^2/\bar{x}$ для выборочных данных), средней плотности ($\bar{m}$, $\bar{x}$), плотности в скоплениях (m^* , x^*) и на фоне (m^0 , x^0) со стандартными ошибками, коэффициенты агрегированности (K_A) и установленные эмпирически площади отдельных скоплений (S_i) доминирующих интерстициальных организмов на полигонах 50 и

Таблица 3. Горизонтальное распределение интерстициальной фауны (метровый масштаб)

Виды	Параметры		$G^2/\bar{m}$	μ_3	$m^* \pm S.E.[m^*]$ (экз./см ²)	$m^* \pm S.E.[m^*]$ (экз./см ²)	K_A	$\sum_i S_i$ (м ²)	S_i (м ²)
	$\bar{m}$	G^2 (экз./см ²)							
imp. Tracheloraphis incaudatus	0,61	1,53	2,52	4,49	2,36±0,46	0,08±0,05	0,77	11,27	-
imp. Tr.phoenicopterus	2,37	14,32	6,04	142,83	12,33±1,53	1,17±0,16	0,89	5,39	1,8
imp. Tr.dogieli	0,86	2,25	2,62	6,54	2,95±0,50	0,00	0,71	14,21	-
imp. Tracheloraphis sp.	0,31	0,93	2,98	3,97	2,45±0,65	0,11±0,05	0,92	4,17	2,1
imp. Trachelostyla caudata	0,20	0,46	2,29	1,27	1,52±0,49	0,00	0,87	6,37	1,3
imp. Strombidium sulcatum	0,33	2,35	7,12	19,20	6,58±1,80	0,00	0,95	2,45	1,2
12 Frontonia sp.	0,31	0,59	1,91	1,20	0,94±0,22	0,00	0,67	16,17	-
Pleuronema coronatum	0,31	0,76	2,45	1,91	1,32±0,30	0,00	0,77	11,52	-
Remanella margaritifera	0,14	0,39	2,78	1,22	1,51±0,43	0,00	0,89	4,90	1,0
Histiobalantium marinum	0,26	0,57	2,21	1,16	0,76±0,17	0,00	0,66	16,66	-
imp. Coleps tessellatus	2,90	14,39	4,96	71,35	8,08±0,74	0,68±0,14	0,70	14,70	-
imp. Prorodon sp.	0,39	1,53	3,93	7,27	3,76±0,92	0,06±0,04	0,90	4,90	2,4
Typ. Turbellaria	1,49	5,13	3,44	28,38	6,59±1,05	0,00	0,77	11,27	-
imp. Oncholaimus sp.	3,18	20,88	6,57	105,50	9,00±0,73	0,14±0,07	0,66	16,66	-
рапн. Copepodita	10,55	122,68	11,63	2200,00	32,40±1,90	5,41±0,37	0,81	9,31	2,4
рапн. Nauplii	3,76	19,19	5,11	148,04	11,98±1,15	1,88±0,22	0,91	4,41	0,74

Таблица 4. Горизонтальное распределение интерстициальной фауны (дециметровый масштаб)

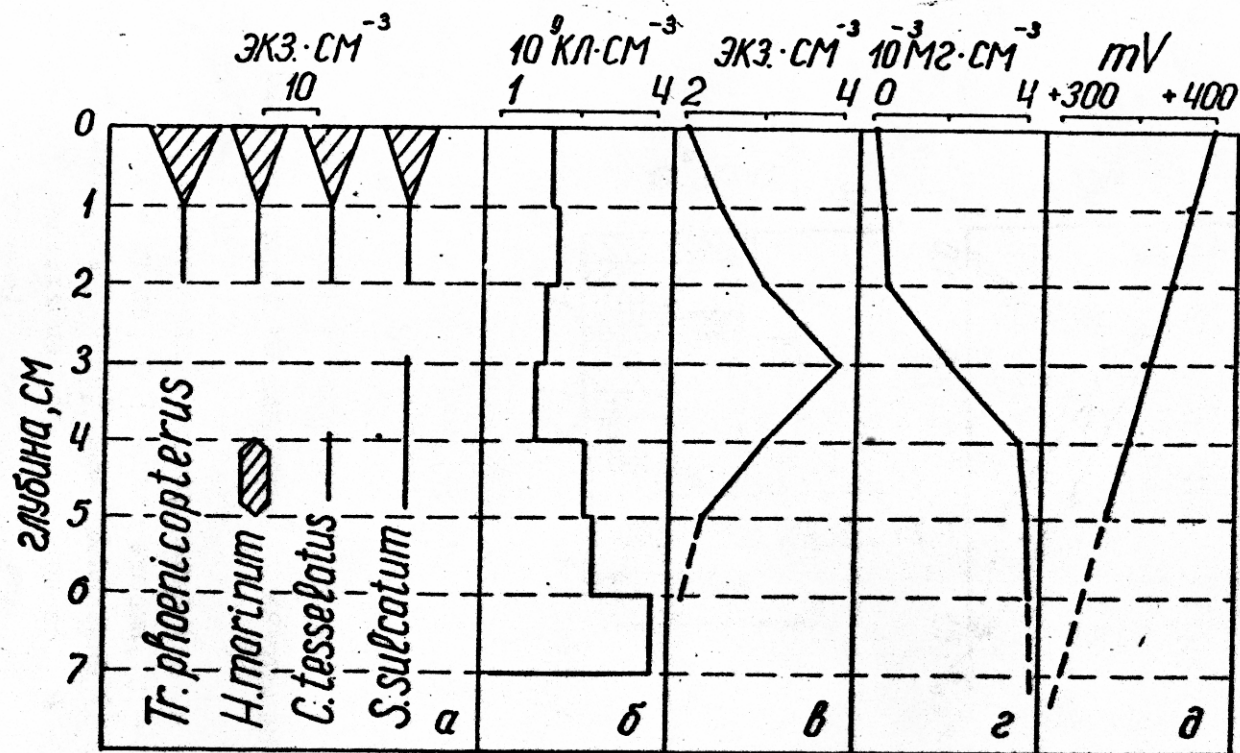
Параметры Виды	$\bar{X}$	S^2	$\sqrt{\bar{X}/S^2}$	$\hat{\mu}_3$	$\bar{X} \pm S.E. [\bar{X}]$	$\bar{X}^0 \pm S.E. [\bar{X}^0]$	K_A	$\sum_i S_i$	S_i
	(экз./см ²)	(экз./см ²)	(экз./см ²)	(экз./см ²)	(экз./см ²)	(экз./см ²)		(см ²)	(см ²)
<i>Tracheloraphis phoenicopterus</i>	5,3	154,01	29,06	4088,12	34,8±4,9	0,26±0,17	0,85	375,0	375,0
<i>Remanella margaritifera</i>	1,3	6,01	4,62	29,00	4,9±1,3	0,00	0,73	675,0	675,0
<i>Coleps tessellatus</i>	2,2	18,40	8,40	124,06	9,1±0,6	0,00	0,76	600,0	600,0
<i>Histiobalanium marinum</i>	2,2	15,30	6,95	93,94	8,3±0,6	0,07±0,37	0,74	650,0	650,0
<i>Prorodon</i> sp.	0,4	0,17	0,43	-	-	-	-	-	-
<i>Tracheloraphis incaudatus</i>	0,1	0,01	0,10	-	-	-	-	-	-
<i>Tr. dogieli</i>	0,1	0,01	0,10	-	-	-	-	-	-
<i>Tracheloraphis</i> sp.	0,1	0,01	0,10	-	-	-	-	-	-
<i>Remanella rugosa</i>	0,3	0,14	0,45	-	-	-	-	-	-
<i>Trachelostyla caudata</i>	0,2	0,04	0,18	-	-	-	-	-	-
<i>Pleuronema coronatum</i>	0,3	0,27	0,90	-	-	-	-	-	-
<i>Frontonia</i> sp.	0,1	0,01	0,10	-	-	-	-	-	-
<i>Oncholaimus</i> sp.	4,9	35,21	7,19	311,81	15,0±2,6	1,90±0,36	0,77	575,0	575,0
<i>Turbellaria</i>	0,3	0,07	0,23	-	-	-	-	-	-
<i>Copepodita</i>	0,4	0,37	0,93	-	-	-	-	-	-
Общая численность:	17,0	958,89	56,41	61791,20	92,2±8,0	4,46±0,78	0,86	357,5	357,5

0,25 м², соответственно. Видно, что большинство видов, как в метровом, так и дециметровом масштабах, распределены агрегированно ($\sigma^2/\bar{x}$ или $s^2/\bar{x}$ больше I). Только на участке 0,25 м² (табл.4) организмы с очень малой плотностью размещены регулярно ($s^2/\bar{x}$ меньше I). Это мы связываем с наличием регулярно расположенной ряби песка. На этом полигоне было зафиксировано только одно скопление организмов. Причем интересно, что частные размеры агрегатов отдельных видов, входящих в это скопление, больше площади, рассчитанной по их общей численности (357,5 см²). По-видимому, это площадь зоны наиболее активного перекрывания пространственных ниш этих организмов.

Аналогичный анализ распределения макрозообентоса (моллюски), детрита и отдельных размерных фракций песка в верхнем сантиметровом слое установил их случайное распределение. Таким образом, пространственные характеристики этих параметров не коррелируют с таковыми для микро- и мейофауны - основного биотического компонента изученной системы.

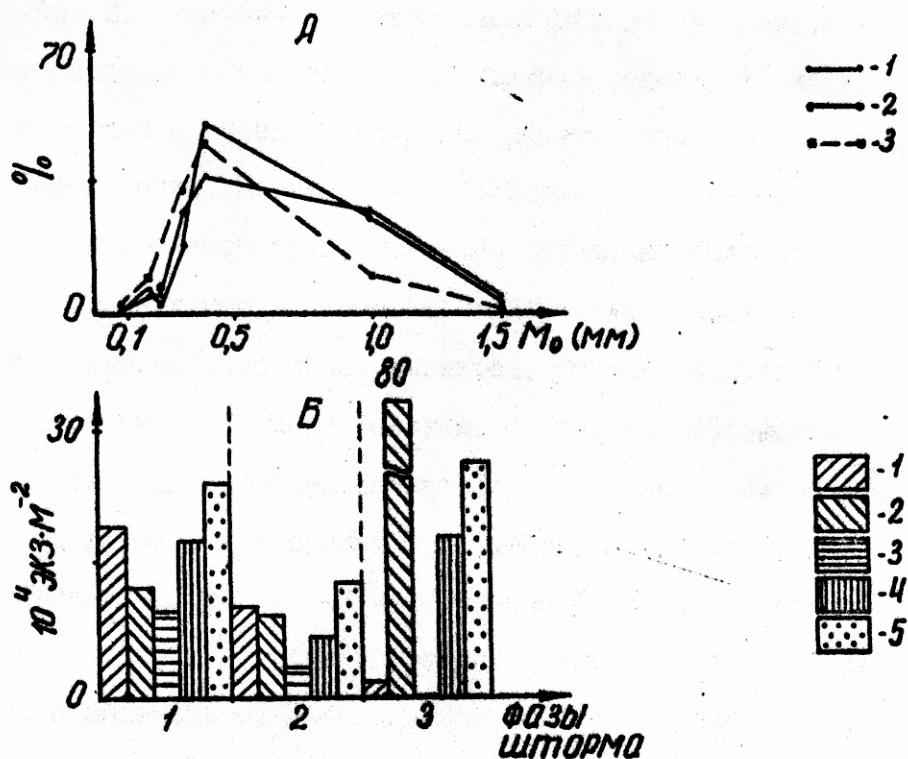
На рис.2 показано вертикальное распределение основных параметров. Видно, что доминирующие инфузории сосредоточены у поверхности песка, тогда как моллюски и бактерии - по всей толще. Характер окислительно-восстановительного профиля свидетельствует о достаточной аэрированности всего слоя песка / 14 /. Это связано с его крупнозернистостью и высокой динамикой воды в данном районе. Обращает на себя внимание также положительная корреляция содержания детрита и плотности бактерий.

На рис.3 показана динамика гранулометрического состава песка и доминирующих компонентов зообиоты при трех последователь-



Р и с. 2

Вертикальное распределение инфузорий (А), бактерий (Б), моллюска *B. reticulatum* (В), детрита (Г) и окислительно-восстановительного потенциала (Д).



Р и с. 3

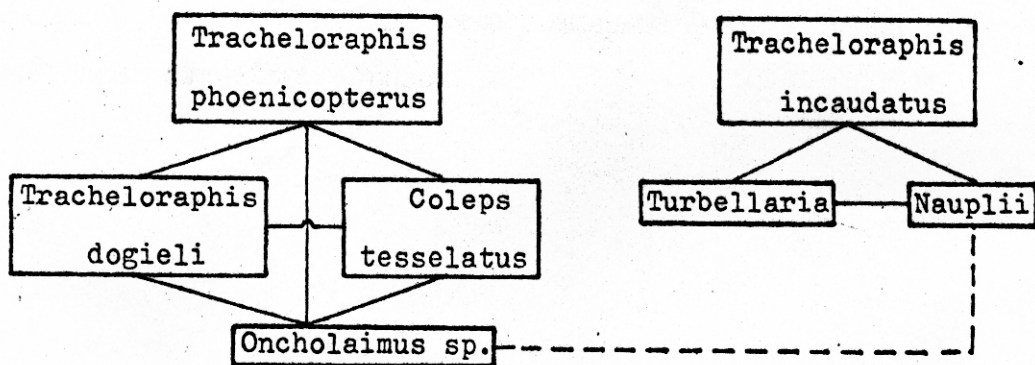
Влияние шторма на некоторые параметры интерстициали (слой 0 - 1 см):
 А - гранулометрический состав песка (здесь и по оси абсцисс в "Б": 1 - штиль, 2 - начало шторма, 3 - шторм 3-5 баллов);
 Б - численность доминирующих организмов (1 - *T. phaenicopterus*, 2 - *C. tessellatus*, 3 - *Prorodon* sp., 4 - *Oncholaimus* sp., 5 - *N. fuscum*).

льных состояниях волновой активности. В начале шторма, когда из песка начинает вымываться детрит, но сам субстрат неподвижен (состояние 2), численность организмов заметно убывает, однако без существенного изменения соотношения отдельных видов. С усилением шторма и образованием ряби заметно изменяется именно их соотношение. По-видимому, появление ряби высотой 7-8 см и является причиной этого явления. Визуально было отмечено, что на гребнях песок становится значительно более крупнозернистым и интенсивнее перемешивается. Во впадинах же были отмечены достаточно спокойные условия. Очевидно, что быстро передвигающиеся виды способны смещаться во впадины ряби, образуя там скопления очень высокой плотности. Наоборот, малоподвижные организмы, также как и sessile формы (некоторые нематоды) не способны к таким миграциям и вымываются из песка гораздо более интенсивно. По окончании шторма система возвращалась в исходное состояние через 2-3 суток. Это позволяет говорить о динамической устойчивости интерстициали к такому экстремальному внешнему фактору, как штормовая динамика воды.

Пространственная структура изучалась в метровом масштабе по тотальному сбору материала на "поляне" 50 м². Использовался метод анализа главных компонент, позволяющий выделить группировки параметров, максимально скоррелированные между собой и минимально - с параметрами других группировок / I /. Основные сообщества организмов схематично показаны на рис.4.

В_Ы_В_О_Д_ы

I. Изученная интерстициаль является в продукционном отношении полночленной экологической системой, обладающей динами-



Р и с. 4

Пространственная структура интерстициальной фауны (метровый масштаб).

ческой устойчивостью к воздействию шторма.

2. В составе фауны изученной интерстициальной экологической системы как в плотностном, так и в продукционном отношениях доминируют мейобентосные организмы, что связано с крупнозернистостью песков.

3. Пространственная конфигурация данной экосистемы имеет преимущественно локальный характер, хотя фоновые виды размещаются в соответствии с рябью песка регулярно (дециметровый масштаб), а детрит и отдельные размерные фракции песка распределены случайным образом.

Литература

1. Афифи А., Эйзен С. Статистический анализ. Подход с использованием ЭВМ. — М.: Мир, 1982. — 488 с.
2. Бодяну Н. Микрофитобентос. — В кн.: Основы биологической продуктивности Черного моря. Киев: Наукова думка, 1979. — 392с.
3. Бурковский И.В. Структура, динамика и продукция сообщества морских псаммофильных инфузорий. — Зоол. журн., 1978, т. 57, вып.3, с. 325-337.
4. Бурковский И.В., Эпштейн В.С., Молибога Н.Н. Пищевая специализация и трофическая структура сообщества морских псаммофильных инфузорий. — Зоол. журн., 1980, т.59, вып.3, с.325-334.
5. Воробьева Л.В. Об интерстициальной фауне песчаных пляжей. — Гидробиол. журн., 1977, 13, № 2, с.65-67.
6. Гулин М.Б., Поликарпов И.Г., Гулин С.Б. Количественное распределение доминирующих псаммофильных инфузорий в песчаной сублиторали Черного моря. — Гидробиол. журн., 1983, 19, № 1, с. 31-36.
7. Заика В.Е. Сравнительная продуктивность гидробионтов. — Киев: Наукова думка, 1983. — 208 с.
8. Заславский Е.М. Методическое руководство по анализу органического вещества донных отложений. — М.: ДНРО, 1980. — 62с.
9. Поликарпов Г.Г. Экологические основы охраны гидросферы от антропогенного воздействия. — Гидробиол. журн., 1980, 17, вып. 66, с.3-10.
10. Смуров А.В. Статистические методы в исследовании пространственного размещения организмов. — В кн.: Методы почвен-

но-зоол. исследований. М.: Наука, 1975, с.217-240.

II. Сорокин Ю.И. О применении радиоактивного углерода для изучения питания и пищевых связей водных животных.- В кн.: Планктон и бентос внутренних водоемов. М.-Л.: Наука, 1966, с. 75-119.

12. Численко Л.Л. Номограммы для определения веса водных организмов по размерам и форме тела.- Л.: Наука, 1968.- 106 с.

13. Fauré-Fremiet E. Ecologie des cillies psammophiles littoraux.- Bull. biol. France et Belg., 1950, 84, N 1, p.35-75.

14. Fenchel T. The ecology of marine microbenthos, IV. - Ophelia, 1964, 6, p. 1-182.

15. Lacase J.-C., Villedone de Naide O. Measure de la production primaire du microphytobenthos par la methode du carbone-14, application aux recherches écotoxicologiques.-J. Rech. Oceanogr., 1977, 2, p.21-27.

16. McLachlan A., Erasmus T., Dye A.H. et al. Sand beach energetics: an ecosystem approach towards a high energy interface.- Estuar., Coast., Shelf Sci., 1981, 13, p.11-25.

17. Pamatmat M.M. Ecology and metabolism of a benthic community on a intertidal sand flat.- Int. Revue des Hydrobiol., 1968, 53, N 3, p. 211-258.

18. Uhlig G. Eine einfache Methode zur Extractum der Vagilen mesopsammalen Microfauna.- Helgol. Wissensch. Meeresunters, 11, 1964, p. 178-185.

19. Wasmund N. Probleme der ¹⁴C - Methode.- Meeresbiologische Beiträge aus der Sektion Biologie, 1982, 10, N 6, p. 37-42.

Печатается в соответствии с решением Редколлегии
"Гидробиологического журнала" от II ноября 1985 г.

В печать 13.V. 86

Тир. /

Цена

2-20

Зак. 32792

Производственно-издательский комбинат ВИНТИ

Люберцы, Октябрьский пр., 403
