

ОПЫТ ОЦЕНКИ ПРОСТРАНСТВЕННОЙ ИЗМЕНЧИВОСТИ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО ОБМЕНА ПЛАКТОННЫХ ЖИВОТНЫХ НА ПРИМЕРЕ ЖЕЛЕТЕЛЫХ ЧЕРНОГО МОРЯ И АНТАРКТИКИ

Н.И. Минкина, Э.З. Самышев

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

*На основе выполненных экспериментов получены векторные поля отклонений уровня энергетического обмена двух видов желетелых планктонных вселенцев от статистической «нормы» (метод «благополучия» пелагиали) в акваториях, подвергшихся инвазии: гребневика *Mnemiopsis leidyi* в Черном море и антарктической сальпы *Salpa thompsoni*, внедрившейся в основу ареала крыля. Выявлены области и причины ингибирования и успешной жизнедеятельности их популяций при разных сценариях развития планктонного сообщества.*

Интенсивный промысел, эвтрофикация, наблюдаемая тенденция к потеплению климата полагают основными причинами процветания желетелых планктонных животных в самых разных районах Мирового океана: в Черном, Азовском, Каспийском, Балтийском, Северном, Средиземном, Гренландском и Беринговом морях, в заливах Святого Лаврентия и Мексиканском, в водах Намибии и в Антарктике [14,17,19,20]. Снижение пресса хищников и конкурентов в результате нерационального промысла приводит к катастрофическим всплескам численности этой группы планктонных организмов. В связи со столь бурной экспансией желетелых определение «узких мест» существования популяций вселенцев в подвергшихся инвазии акваториях является задачей безотлагательной. Т.е. необходимо выявить факторы, ингибирующие физиологический статус желетелых.

В экосистемных исследованиях важно оценить суммарное воздействие гетерогенной среды обитания на физиологическое состояние популяций массовых видов планктонных организмов – желетелых, ракообразных, личинок рыб. Не менее важ-

ным является и решение обратной задачи: на основании интегральной оценки физиологического состояния популяций массовых видов планктона выявить области обследуемой акватории, «неблагополучные» с точки зрения экологии. К таковым относятся водные массы, подверженные загрязнению или неблагоприятным, иногда катастрофическим, изменениям в их сообществах, связанных, в том числе, с массовыми вспышками численности отдельных видов.

Наиболее полно отражает физиологическое состояние пойкилотермных животных величина их энергетического обмена (ЭО), измеряемая в экспериментальных условиях. Изучение ответных реакции популяций гидробионтов предполагает охват протяженных акваторий, но пространственная изменчивость измеряемых величин ЭО гидробионтов оставалась не изученной ввиду высокой вариабельности результатов измерений, их «зашумленности», причины которой были мало понятны.

Нами был разработан метод мониторинга «благополучия» пелагиали на основании оценки пространственной вариабельности уровня ЭО массовых видов зоопланктона [5,8]. Метод предполагает исключение составляющих дисперсии измеряемых величин интенсивности дыхания, связанных с условиями опытов (экспериментальной плотностью популяции животных) и суточным ритмом жизнедеятельности гидробионтов. Влияние гетерогенности среды обитания данного вида описывается оставшейся компонентой изменчивости интенсивности ЭО. Ряды величин и вектор отклонений от статистической «нормы», рассчитываемые в узлах сетки станций, позволяют строить поля пространственной неоднородности уровня энергетического метаболизма массовых видов гидробионтов. Т.о., задача сводится к традиционному в океанографии методу согласованию полей.

В качестве модельных акваторий, подвергшихся неблагоприятным изменениям, мы выбрали: загрязненное внутреннее Черное море, где в 80-х годах прошлого столетия произошла инвазия желетелого организма - гребневика *Mnemiopsis leidyi*, давшего в 90-х годах катастрофическую вспышку численности; и океаническую, сравнительно чистую, зону Атлантической части Антарктики (АЧА), где с 70-х годов и по настоящее время наблюдается инвазия

другого желетелого планктона - сальпы *Salpa thompsoni* - в основу ареала крыля южнее 60° ю.ш., так же сопровождающаяся катастрофическим возрастанием ее численности. Возрастание обилия сальп в антарктической зоне и проникновение их скоплений в ареал крыля вызывает законную тревогу, поскольку пищевая активность туникат высока, а пищевые спектры этих объектов совпадают [10,12-16,21-23].

Следует сказать, что АЧА может считаться чистой только сравнительно, так как в районе Антарктического полуострова обнаружен высокий уровень природного загрязнения вод тяжелыми металлами разной токсичности, вероятно связанный с тектоническими процессами в регионе в прошлом [10].

Методы и материалы исследований. Исходными данными для построения полей пространственной неоднородности уровня ЭО *M. leidyii* послужили результаты экспериментов в ходе двух выполненных по единой сетке станций комплексных сезонных съемок на судах Украинского научного центра экологии моря (УкрНЦЭМ, Одесса) в северной половине Черного моря, охвативших экономзоны Украины, России и Грузии (в 58 рейсе НИСП «Г. Ушаков» в мае 1992 г. и 61 рейсе НИСП «Э. Кренкель» в сентябре 1992 г.). Подробное описание экспериментов, уравнения полученных зависимостей интенсивности дыхания гребневиков от параметров массы (массы тела животных и концентрации живой массы в опытах) и времени суток, методика расчетов и результаты сообщаются в наших публикациях [6,8]. Абиотические характеристики среды приводятся по данным УкрНЦЭМ [4,10] и переданы нам в порядке обмена по Договору о научном сотрудничестве ИнБЮМ и УкрНЦЭМ.

В связи с недостаточностью и противоречивостью данных для суждения о функциональной роли *S. thompsoni* в условиях Антарктики по программам 3-ей и 7-ой УАЭ на НИС «Э. Кренкель» (с 26 марта по 7 апреля 1998 г. на станциях полигонов в районах о. Мордвинова, Южных Оркнейских о-вов и возле о. Кинг Джордж) и НИС «Горизонт» (с 11 марта по 18 марта 2002 г. в проливе Брансфилда) нами проведены экспериментальные исследования их энергетического обмена. Методика и результаты

экспериментальных измерений интенсивности ЭО *S. thompsoni* изложены в [7,9,21].

Результаты исследований и их обсуждение. Разработанный метод был применен нами ранее для рассмотрения состояния популяции *M. leidyii* в период вспышки, до появления другого вселенца - хищного гребневика *Beroe ovata*, питающегося преимущественно мнемипсисом.

Совместный анализ полей распределения абиотических характеристик среды северной половины Черного моря весной и осенью 1992 г., структурных параметров планктонного сообщества [1] и отклонений уровня ЭО популяций мнемипсиса от статистической «нормы» позволил выявить основные факторы, определяющие характер и уровень физиологического «отклика» молоди и половозрелых особей этого гребневика на комплекс изменений, происходящие в среде и в ходе сезонной сукцессии планктона. Таковыми являются кормовые условия, орографический фактор, активность процесса размножения популяции и уровень загрязнения среды [8]. В дополнение мы хотим проиллюстрировать связь поля отклонений уровня ЭО, измеренного в экспериментах при постоянной температуре [6], и распределения температуры естественной среды. На рис.1 приведены полученная нами карта поля вектора отклонений измеренного на станциях полигона уровня ЭО взрослых гребневиков от «нормы» [8] в сравнении с полем температуры воды на горизонте 10 м (по данным УкрНЦЭМ) в сентябре 1992 г., когда был отмечен максимум их численности (пик размножения). Известно, что массовое размножение мнемипсиса в Черном море начинается при прогреве поверхностных слоев до 20-22°C в прибрежной части моря, у Керченского пролива и устьев рек [1]. Выявленная область повышенного, несмотря на высокий уровень загрязнения этого района моря различными поллютантами [4,8,11], обмена гребневиков (от «нормы» в восточной части моря до +90% у пролива) действительно ограничивается изотермами 20-22°. В других районах моря, где температура была ниже, нерест уже закончился, популяция была ослабленной (негативная направленность отклонений ЭО от «нормы») вплоть до гибели отнерестившихся особей [1].

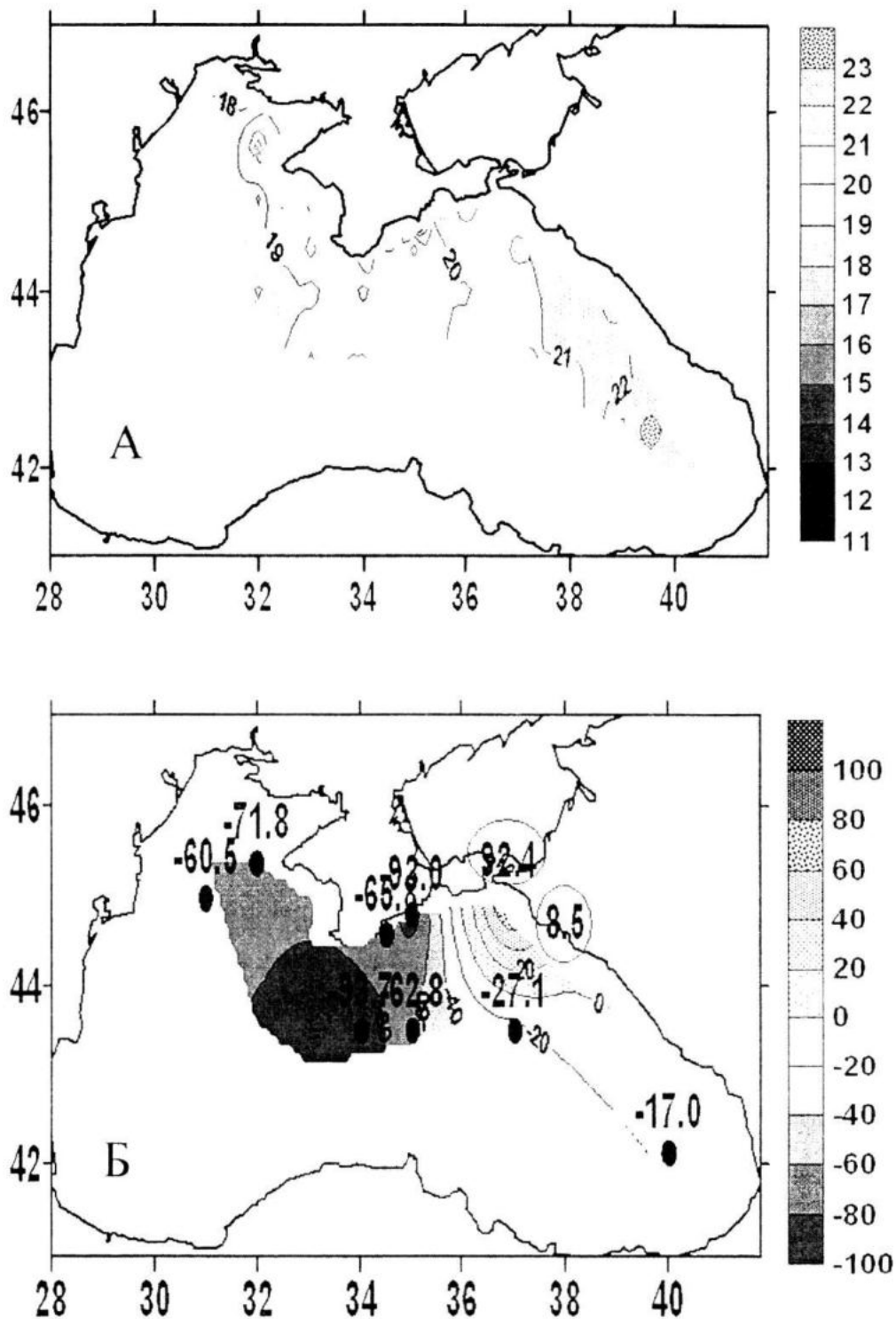


Рисунок 1 – Энергетический обмен (ЭО) отнерестившейся и размножающейся частей популяции *Mnemiopsis leidyii* в Черном море в сентябре 1992 г.

А – распределение температуры (°С) воды на горизонте 10 м по данным УкрНЦЭМ. Б – пространственная изменчивость ЭО взрослых *M. leidyii* (в % отклонения от средней на полигоне и по времени суток «нормы», принятой за 100%) [8].

Зона массового размножения популяции мнемнописиса (позитивная направленность отклонений ЭО) ограничена изотермами 20-22°

Таблица 1 – Суточная изменчивость интенсивности энергетического обмена (R_T/W , мг O_2 * г сыр. веса⁻¹ * ч⁻¹) антарктической сальпы *Salpa thompsoni* Foxton в марте-апреле 1998 и 2002 гг. (в опытах при температуре 3°С и концентрации живой массы $C_0=3$ г сыр. веса⁻¹*ч⁻¹)

Время суток	Одиночная форма				Колониальная форма			
	$R_T/W_{cp.}$	n	σ	t_{α}	$R_T/W_{cp.}$	n	σ	t_{α}
0	132,4	22	158,4	55,5	38,5	6	39,7	26,6
1	58,6	26	52,3	16,9	34,5	6	34,1	22,9
2	64,2	21	110,7	39,7	51,7	7	56,9	35,4
3	75,2	19	89,4	33,7	45,4	7	39,9	24,8
4	37,7	17	35,7	14,2	27,4	7	24,5	13,4
5	33,9	17	32,8	13,1	22,8	7	19,8	12,3
6	55,6	21	64,3	23,1	18,9	7	17,5	10,9
7	50,6	18	57,7	22,4	21,4	7	16,7	10,4
8	62,9	19	52,6	19,8	25,4	7	19,3	12,0
9	43	20	41	15,1	19,8	5	19,7	14,5
10	39	13	24,5	11,2	38,0	3	60,5	57,4
11	87,8	7	137,9	85,7	88,2	7	89,5	55,7
12	52	8	39,3	22,9	29,2	8	27,5	16,0
13	104,7	19	104,2	39,3	58,0	8	42,8	24,9
14	91,1	21	93,9	33,7	43,3	6	31,5	21,2
15	88,5	18	93,6	36,3	39,6	8	38,4	22,3
16	61,6	25	77,4	25,5	32,3	9	24,9	13,7
17	73,4	29	91,9	28,1	33,0	10	36,0	18,7
18	150,5	24	148,2	49,8	52,8	5	32,0	23,5
19	107,1	24	108,6	36,5	26,2	4	18,4	15,1
20	68,8	19	56,1	21,2	96,4	7	78,3	48,7
21	125,5	12	166,9	79,2	65,0	6	110,3	74,1
22	106,6	21	181,7	65,2	65,1	8	73,6	42,8
23	136,5	23	190,4	65,3	23,5	6	18,2	12,2
Средне-суточные величины R_{24}/W	79,5 («норма»)	463	33,6	11,3	41,5 («норма»)	161	20,8	7,0

*) n – объем выборки,
 σ – среднее квадратичное отклонение,
 t_{α} – доверительный интервал при 90%-ном уровне значимости.

Разработанный метод был также применен нами для рассмотрения состояния популяции *S. thompsoni* при разных сценариях развития антарктического планктонного сообщества, наблюдавшихся в указанных районах Атлантической части Антарктики. В табл. 1 приведены выделенный суточный тренд интенсивности ЭО одиночной и колониальной форм антарктических сальп в экспериментальных условиях. Её значения

используются в дальнейших расчетах полей отклонений ЭО, результаты которых представлены в табл. 2 и на рис. 2. Отметим, что одиночная и колониальная формы сальп различаются не только морфологически, но и уровнем ЭО (табл. 1). У колониальной генерации он был в среднем почти вдвое ниже. Выигрыш в энерготратах колониальная генерация сальп, по-видимому, расходует на половое размножение, тогда как одиночные сальпы размножаются партеногенетически.

Таблица 2 – Пространственная изменчивость уровня энергетического обмена *Salpa thompsoni* в марте-апреле 1998 и 2002 гг. (в опытах при температуре 3°C и концентрации живой массы 3 г сыр. веса л⁻¹)

№ опыта	№ станции	Широта, °S	Долгота, °W	Дата	Время суток начала и конца опыта, ч	Кол-во экз. в опыте	Средняя длина тела L, мм	Средняя сырая масса тела W, г	Концентрация сырой массы в опыте Cw, г*л ⁻¹	Средняя скорость дыхания Rcp, мкг O ₂ *экз ⁻¹ *ч ⁻¹	Интенсивность дыхания, мг O ₂ г сыр. веса л ⁻¹ *ч ⁻¹			Отклонение от «нормы» Δ=(R ₀ /W-R _T /W)/R ₂₄ /W, %	Среднее отклонение на станции Δ ср., %
											Rcp/W при переносной величине Cw	R ₀ /W нормированная по параметрам массы (C ₀ =3 г.л ⁻¹)	R _T /W средняя за интервал времени суток в опыте по суточному тренду		
3 УАЭ (1998 г.)															
Полигон у о. Мордвинова															
1	7	61,13	55,82	26.03	7,75-10,25	1	55	5	3,86	524,6	104,9	129,67	48,3	102,31	102,31
2	8	61	55,87	27.03	17-24,25	1	49	4	3,09	836,3	209,1	214,36	112,61	127,98	127,98
3	8	61	55,87	27.03	18,12-19,75	1	62	6	11,24	504,8	84,1	255,07	108,8	183,99	183,99
4	8	61	55,87	27.03	7,5-16,62	1	63	6	4,64	225,01	37,5	54,09	68,6	-18,25	97,91
5	1	61,4	56,47	27.03	23,5-34	1	70	8	15,04	267,55	33,44	129,53	65,8	80,16	80,16
6	12	60,83	56,2	28.03	13,5-18,42	1	72	3,8	2,93	359,95	94,72	92,86	96,7	-4,83	
7	12	60,83	56,2	28-29.03	21,67-35,58	1	71	6,3	11,80	296,84	47,12	148,87	72,6	95,94	
8	12	60,83	56,2	28.03	14-16,42	1	72	3,8	2,93	154,06	40,54	39,74	78,65	-48,94	
9	12	60,83	56,2	28-29.03	22,58-35,58	1	71	6,3	11,80	60,9	9,67	30,55	66,39	-45,08	
10	12	60,83	56,2	29.03	13,63-20,33	1	70	5,5	15,30	149,76	27,23	107,01	95,83	14,06	
11	12	60,83	56,2	29.03	13,5-19,83	1	73	5,7	42,44	44,68	7,84	72,59	93,21	-25,94	
12	12	60,83	56,2	29-30.03	21,58-33,08	1	67	6,8	26,86	34,66	5,1	32,15	75,6	-54,65	
13	12	60,83	56,2	29-30.03	21,58-33,08	1	24	0,8	5,75	5,89	7,36	12,71	75,6	-79,10	-39,51
Полигон у Южно-Оркнейских о-вов															
15	15	59,52	44,95	30.03	10,42-17,92	1	72	7,8	14,66	149,3	19,14	72,56	83,18	-13,36	
16	15	59,52	44,95	30.03	12,5-17,92	1	66	7,6	30,11	27,89	3,67	25,47	88,83	-79,70	
18	15	59,52	44,95	31.03-1.04	24,83-35,5	1	56	6,2	24,43	20,48	3,3	19,21	55,04	-45,07	
19	15	59,52	44,95	31.03	1,33-10,5	1	28	1,2	8,65	14,89	12,41	30,21	55,32	-31,59	
14 к	15	59,52	44,95	30.03	10,25-18,3	2	50,5	2,55	14,17	19,56	7,67	31,50	46,05	-35,05	-40,95

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
17	24	59,5	46,02	31.03	8,75-10,7	1	82	12,8	9,94	125,5	9,8	26,81	56,6	-37,48	
20	24	59,5	46,02	31.03	13-18,25	1	24	0,8	5,75	22,68	28,35	48,97	94,97	-57,87	
21	24	59,5	46,02	31.03	13,13-18,17	1	67	7,3	28,89	122,61	16,8	112,60	94,97	22,18	
22	24	59,5	46,02	31.03	13,13-18,17	1	100	17,4	33,30	293,81	16,89	127,56	94,97	40,99	
23	24	59,5	46,02	31.03	20,5-23,5	1	47	3,3	24,14	80,17	24,29	140,01	113,98	32,74	
24	24	59,5	46,02	31.03	19,5-0,12	1	55	3,4	90,43	25,37	7,46	130,39	112,83	22,09	
25	24	59,5	46,02	31.03	19,75-23,5	1	66	6,1	24,03	62,98	10,32	59,38	112,83	-47,37	
26	24	59,5	46,02	31.03-1.04	1,37-11,45	1	50	3,0	21,90	29,21	9,74	51,73	55,04	-4,16	
27	24	59,5	46,02	31.03-1.0	1,2-14,47	1	54	5,1	5,59	65,11	21,7	36,60	62,99	-33,19	
28	24	59,5	46,02	31.03-1.0	1,25-14,42	1	56	5,1	20,01	24,46	4,8	23,63	62,99	-49,51	
29	24	59,5	46,02	01.04	15,42-20,58	1	57	3,8	10,52	77,27	20,33	58,32	97,83	-49,69	
30	24	59,5	46,02	01.04	15,08-18	1	50	3,3	12,86	192,53	58,34	198,13	93,5	131,61	-4,14
31 к	62-1	59	43,02	02.04	0,17-13	4	72,8	7,7	9,69	18,41	2,39	6,95	37,09	-72,63	
32	62-1	59	43,02	02.04	0,17-13	1	74	7,7	12,27	300,54	39,03	127,42	64,11	79,64	
33 к	62-1	59	43,02	02.04	0,25-13	4	75,8	6,9	8,73	143,62	20,81	54,01	64,11	-21,94	
34	62-1	59	43,02	02.04	15-23,17	1	71	8,2	13,86	178,12	21,72	78,55	102,07	-29,58	
36	62-1	59	43,02	02.04	16,72-20,5	1	70	7,5	20,98	77,55	10,34	52,97	105,08	-65,54	
37	62-1	59	43,02	2-3.04	20,33-36	1	68	7,3	12,32	65,99	9,03	29,58	72,38	-53,83	
38	62-1	59	43,02	03.04	0,5-6,75	1	60	4,3	11,92	66,87	15,55	49,55	63,53	-17,59	
39	62-1	59	43,02	03.04	13,25-20,75	1	71	7,7	21,55	122,96	15,97	83,68	96,81	-16,52	-24,75
Район о. Кинг Джордж															
40	66-1	62,67	59,32	6-7.04	22,08-27,67	1	47	3	21,13	35,44	11,81	60,87	87,31	-33,26	
41	66-1	62,67	59,32	6-7.04	21,83-25,42	1	42	1,7	12,29	42,74	25,14	82,19	108,53	-33,13	
42	66-1	62,67	59,32	6-7.04	22-26	1	25	0,4	9,85	7,8	19,5	52,93	99,66	-58,77	-41,72
44	67-1	62	58,98	07.04	11,2-13	1	22	0,8	5,75	52,82	66,02	114,03	81,5	40,92	
43 к	67-1	63	58,98	07.04	10,85-20,58	6	65,5	4,5	8,54	121,66	27,04	70,06	51,27	45,27	43,09

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
7 УАЭ (2002 г.), полигон в проливе Брансфилда															
1 к	44	63,57	60,67	12.03	11,67-17,92	1	75	7,8	2,44	230,4	29,54	24,48	41,18	-40,25	
2 к	44	63,57	60,67	12.03	11,67-17,00	2	78	6,1	4,13	350	57,38	76,67	39,25	90,16	
3 к	44	63,57	60,67	12-13.03	19,5-33	1	75	7,8	2,44	234,67	30,09	24,94	38,6	-32,98	
4 к	44	63,57	60,67	12-13.03	19,5-33	2	78	6,1	4,13	210,37	34,49	46,08	38,6	18,03	
5 к	44	63,57	60,67	12-13.03	20-33	6	69	6,24	3,90	131,67	21,12	26,80	39,7	-31,09	0,78
6 к	47	63,32	60,33	13-14.03	13,5-32	7	55,14	6,24	5,28	36,13	14,97	25,04	41,06	-38,59	-38,59
7 к	52	63,32	60	13-14.03	17,5-32	3	40	2,097	1,97	148,47	70,8	48,17	40,49	18,52	
8 к	52	63,32	60	14-15.03	10,5-37	7	85,29	5,929	12,97	85,39	14,4	54,57	43,21	27,37	22,94
9 к	23	63,33	60,58	16.03	8,25-14,37	5	24,2	0,28	2,57	12,12	43,3	37,60	42,7	-12,29	-12,29
10	33	61,35	63,67	17.03	14,37-23	2	82	12,72	3,975	333,6	26,23	33,23	100,97	-67,09	
11	33	61,35	63,67	17.03	14,37-23	2	90,5	16,38	10,23	588,24	35,91	100,66	100,97	-85,21	
12	33	61,35	63,67	17.03	14,33-23	2	85	13,89	8,68	276,91	19,94	48,66	100,97	-0,39	-70,34

*) Номер опыта с индексом «к» означает, что данные относятся к колониальной форме салып.

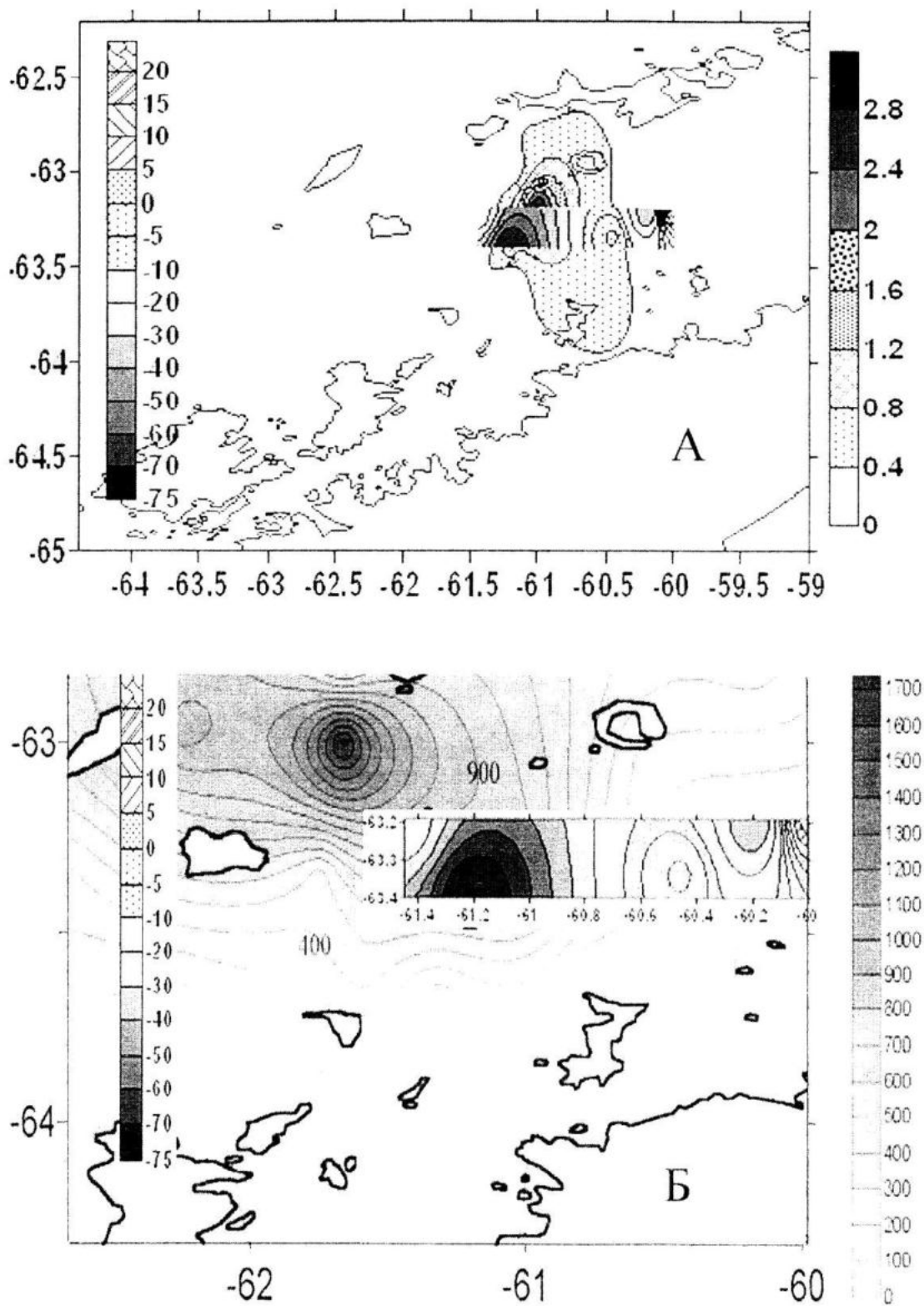


Рисунок 2 – Обмен *Salpa thompsoni* в проливе Брансфида (март-апрель 2002 г.) в связи с обеспеченностью пищей.

А – распределение биомассы сальп (г м^{-3} , шкала справа), Б – распределение биомассы фитопланктона (мг м^{-3} , шкала справа)[2]. Шкала слева относится к полю пространственной изменчивости обмена антарктических сальп (в % отклонения от «нормы»)

На рисунке 2 видно, что вектор и величина отклонения ЭО сальп в океанической, сравнительно чистой, зоне при прочих благоприятных физико-химических условиях зависят от обеспеченности желетелых кормом – фитопланктоном. Яркая выраженность этой связи у сальп обусловлена чрезвычайно высокой интенсивностью их питания, на порядок превосходящей рационы других массовых гетеротрофов в планктоне [11,19,21,23]. Позитивные значения отклонений ЭО сальп (табл. 2) наблюдаются в динамически активных зонах (район о. Мордвинова) [3]. Напротив, их ингибирование (отрицательные значения) – в зонах стационарированных круговоротов, приводящих к длительной аккумуляции скоплений желетелых и тем самым создающих дефицит корма (полигон в проливе Брансфилда).

Заключение. На основе выполненных экспериментов получены векторные поля отклонений уровня энергетического обмена двух видов желетелых планктонных вселенцев от статистической «нормы» (метод «благополучия» пелагиали) в акваториях, подвергшихся инвазии: гребневика *M. leidy* в Черном море и антарктической сальпы *S. thompsoni*, внедрившейся в основу ареала криля. Выявлены области и причины ингибирования и успешной жизнедеятельности их популяций при разных сценариях развития планктонного сообщества.

Основным фактором, ингибирующим жизнедеятельность желетелых планктонных животных, является дефицит пищи, имеющий место во время зимней и ранне-весенней фазы сезонной сукцессии планктонного сообщества или в результате механического сгущения желетелых в стационарированных вихрях, образующихся в узостях проливов или на мелководьях вследствие изрезанности береговой линии (орографический фактор). Ингибирование жизнедеятельности ослабленной голодающей или отнерестившейся части популяции усиливается действием комплексного загрязнения, выступающего как дополнительный лимитирующий фактор. Действие поллютантов на обследованных акваториях мало сказывалось на уровне энергетического обмена желетелых вселенцев в условиях изоляции пищи и в период массового размножения.

Предложенный метод мониторинга «благополучия» пелагиали [5, 8, 9] позволил выявить связи, важные как для понимания механизма саморегуляции сообществ в черноморском и антарктическом планктоне, в том числе – проникновения сальп в высокие широты, так и для коррекции балансовых расчетов потоков вещества и энергии в рассматриваемых регионах.

Исследования в данном направлении представляют интерес для объективной оценки состояния окружающей среды, влияния её на популяции массовых видов планктона (а также и бентоса) и принятия обоснованных решений по оптимальному использованию акваторий.

ЛИТЕРАТУРА

1. Грузов Л.Н., Люмкис П.В., Нападовский Г.В. Исследования пространственно-временной структуры планктонных полей северной половины Черного моря в 1992-93 гг. // Исследование экосистемы Черного моря: Сб. науч. тр. (Министерство охраны окружающей природной среды Украины, Укр. науч. Центр экологии моря). – Вып.1. – Одесса, 1994. – С. 94-127.
2. Кузьменко Л.В. Фитопланктон западной части пролива Брансфилда // Укр. антарктический журнал. – 2004. – №2. – С. 125-137.
3. Ломакин П.Д., Самышев Э.З. Океанографические условия в районе Южных Шетландских островов в марте-апреле 1997, 1998 г.г. и их влияние на распределение криля и сальп // Океанология. – 2004. – Т. 44, №6. – С. 882-891.
4. Мединец В.И., Колосов А.А., Колосов В.А. Токсичные металлы в морской среде // Исследование экосистемы Черного моря: Сб. науч. тр. (Министерство охраны окружающей природной среды Украины, Укр. науч. Центр экологии моря). – Вып.1. – Одесса, 1994. – С. 47-53.
5. Минкина Н.И. Пространственная вариабельность уровня энергетического обмена зоопланктона (методика оценки) // Системы контроля окружающей среды. Средства, модели и мониторинг: Сб. науч. трудов МГИ НАНУ. – Севастополь, 2007 – С. 318-324.
6. Минкина Н.И., Павлова Е.В. Суточные изменения интенсивности дыхания гребневика *Mnemiopsis leidy* в Чёрном море

// Океанология. – 1995. – Т.35, № 2. – С. 241-245.

7. Минкина Н.И., Самышев Э.З. Интенсивность энергетического обмена у антарктических сальп // Системы контроля окружающей среды. Средства и мониторинг: Сб. науч. тр. МГИ НАНУ.– Севастополь, 2004. – С. 238-245.

8. Минкина Н.И., Самышев Э.З. Пространственная вариабельность уровня энергетического обмена гребневика *Mnemiopsis leidyi* в Черном море // Системы контроля окружающей среды. Средства, информационные технологии и мониторинг: Сб. науч. тр. / НАН Украины. МГИ: – Севастополь, 2008. – С. 384-388.

9. Минкина Н.И., Самышев Э.З. Пространственная вариабельность уровня энергетического обмена антарктической сальпы *Salpa thompsoni* Foxton (Spatial Variability of Energetic Exchange of Antarctic Salp *Salpa thompsoni* Foxton) // III Міжнародний Полярний рік 2007 – 2008: Результати та перспективи: тез докл. IV Міжнар. Антаркт. Конф. (12 – 14 травня 2009 р., м. Київ). – 2009. – С. 117-118. (Русск., Англ.).

10. Океанографічні та біоресурсні дослідження / Сайт НАНЦ МОН України (Самышев Е.З. –авт.) – <http://www.uac.gov.ua/ua/ua/ocean/>. – Київ, 2008.

11. Орлова И.Г. Хлорированные углеводороды в экосистеме Черного моря // Исследование экосистемы Черного моря: Сб. науч. тр. (Министерство охраны окружающей природной среды Украины, Укр. науч. Центр экологии моря). – Вып.1. – Одесса, 1994. – С. 36-46.

12. Самышев Э.З. Заключение о состоянии популяции криля и пелагической экосистемы в западном регионе Атлантической части Антарктики в предзимний период 1998 г. // Бюлл. Укр. Антарктич. центра. – 2000. - Вып. 3. – С. 231-236.

13. Самышев Э.З. Сальпы в АЧА: состав, обилие и распределение в 1998 г. // Там же. – С. 237-240.

14. Самышев Э.З. Особенности структуры и функционирования экосистемы в районе УАС «Академик Вернадский» //Украинский Антарктический журнал. – 2010. (В печати).

15. Самышев Э.З., Ломакин П.Д., Минкина Н.И. О факторах трансформации антарктической экосистемы / VII Всерос. конф. по промысловым беспозвоночным: Тез. докл. (Мурманск, 9-13 окт. 2006 г.). – М.: ВНИРО, 2006.– С. 38.

16. Atkinson A., Siegel V., Pakhomov E., Rothery P. Long-term decline in krill stock and increase in salps within the Southern Ocean //Nature. – 2004. – V. 432, №4. – P. 100-103.

17. Chudnow R. Are Jellyfish Populations Increasing Worldwide (and Why?) / Thesis of Degree of Honours Bachelor of Sc. in Mar. Biol. - Dalhousie Univ. Halifax, Nova Scotia: 2008. – 76 p.

18. Huntley M.E., Sykes P.F., Marin V. Biometry and trophodynamics of *Salpa thompsoni* foxton (Tunicata: Thaliacea) near the Antarctic Peninsula in austral summer, 1983-1984 //Polar. Biology. – 1989. – V.10. – P. 59-70.

19. Locke A., Carman M. What we learned. An overview of the 2nd Intern. Invasive Sea Squirt Conference // Aquatic invasions. – 2009. – V.4, is.1.– P. 1-4. (<http://www.reabic.net>).

20. Mills C. 2001. Jellyfish blooms: Are populations increasing globally in response to changing ocean conditions? // Hydrobiologia. – 2001. – V. 451. – P. 55-68.

21. Minkina N.I., Samyshev E.Z. Levels of energetic exchange and food requirements of Antarctic *Salpa thompsoni* Foxton /Web portal hosted by Flanders Marine Institute (VLIZ) http://www.scarmarin.be/photo_gallery.php? =915&pic=16805_jpg.file -2311 KB ad. on 2008-08-07.

22. Pakhomov E.V., Dubishar C.D., Strass V., Brichta M., Bathmann U.V. The tunicate *Salpa thompsoni* ecology in the Southern Ocean. I. Distribution, biomass, demography and feeding ecophysiology //Mar. Biology. – 2006. – V. 149. – P. 609-623.

23. Samyshev E.Z. Functional role of basic components of Antarctic plankton under its present-day transformation // Web portal hosted by Flanders Marine Institute (VLIZ) http://www.scarmarbin.be/photo_gallery.php? album=915&pic=16870_jpg.file - 2325 KB added on 2008-08-10.