

ОРДЕНА ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ  
ЗООЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

---

РГБ ОД

14 FEB 1994

На правах рукописи

УДК 574.587 (289)

ФИЛИППОВ Андрей Александрович

МАКРОЗООБЕНТОС ПРИБРЕЖНЫХ ВОД  
СЕВЕРНОЙ ЧАСТИ АРАЛЬСКОГО МОРЯ  
В СОВРЕМЕННЫХ ПОЛИГАЛИННЫХ УСЛОВИЯХ

03.00.18. - гидробиология

Автореферат  
диссертации на соискание ученой степени  
кандидата биологических наук

Санкт-Петербург - 1994

Работа выполнена в Зоологическом институте РАН

Научный руководитель: к. б. н. Н. В. Аладин

Официальные оппоненты: д. б. н., проф. В. В. Хлебович  
д. б. н. Т. Д. Слепухина

Ведущее учреждение: Кафедра ихтиологии и гидробиологии  
Санкт-Петербургского государственного университета.

Защита диссертации состоится "2" марта 1994 г  
в 14 час. на заседании специализированного совета Д 002.63.01  
по защите диссертаций на соискание ученой степени доктора наук  
при Зоологическом институте РАН (199034, Санкт-Петербург, Уни-  
верситетская наб., 1).

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Зоологи-  
ческого института РАН.

Автореферат разослан "1" февраля 1994 г.

Ученый секретарь  
специализированного совета  
кандидат биологических наук



Т. Г. Лукина

## ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы. Аральское море - один из крупнейших внутренних водоемов мира. В последние годы он является объектом пристального внимания, что связано со стремительным высыханием моря и катастрофическими последствиями этого процесса для природных комплексов Арала и Приаралья.

Аральское море было и остается крайне слабо изученным водоемом. Основными направлениями исследований его макрозообентоса с середины прошлого века и до настоящего времени были оценка видового разнообразия донных организмов и учет их количественной представленности в различных районах моря. Кроме того, со второй половины 1940-х гг в связи с имевшимися планами сокращения стока рек, впадающих в море, и ожидавшимся ростом солености морских вод, периодически проводились работы по экспериментальному определению солеустойчивости водных беспозвоночных. Однако во многих случаях эксперименты по определению устойчивости водных беспозвоночных к повышенной солености не могли дать корректных результатов из-за применения несовершенной методики проведения экспериментов. Что касается полевых наблюдений, то ежегодные сборы планктона и бентоса на основной акватории моря проводились лишь до 1980 г, а в последствии были прекращены.

В 1980-х гг исследования зообентоса продолжались лишь в некоторых районах моря, преимущественно - в его прибрежной зоне. Такие наблюдения, конечно, не могли дать полной картины изменений в экосистеме моря в процессе его осолонения, но позволили оценить наиболее общие тенденции и темпы этого процесса. В

конце 80-х годов падение уровня моря привело к тому, что исследование открытых районов моря стало практически невозможно из-за чисто технических проблем, или требовало очень больших усилий. В связи с этим мы продолжили наблюдения в прибрежной зоне.

Цель и задачи исследования. Целью настоящей работы было определение видового состава, численности и биомассы донных беспозвоночных в прибрежной зоне Аральского моря в современных полигалинных условиях и оценка влияния на структурные характеристики макрозообентоса осолонения моря и падения его уровня.

В соответствии с изложенной целью, были сформулированы основные задачи исследования:

1. Определить видовой состав, численность и биомассу макрозообентоса на различных участках прибрежной зоны.

2. Оценить влияние пространственных изменений солености на структурные характеристики макрозообентоса.

3. Изучить закономерности вертикального распределения донных беспозвоночных.

4. Определить экспериментальным путем верхние границы потенциальных соленостных толерантных диапазонов основных групп донных макробеспозвоночных Аральского моря.

Научная новизна. В результате проведения полевых исследований впервые была получена детальная картина пространственного распределения донных макробеспозвоночных в прибрежной зоне и выделены факторы среды, определяющие характер их вертикального распределения. В ходе экспериментальных работ были корректно определены верхние границы потенциальных соленостных толерантных диапазонов донных беспозвоночных. Полученные результаты коренным образом изменили представления о пределах толерантности

исследованных групп донных беспозвоночных и позволили высказать обоснованные предположения об их дальнейшей судьбе в условиях продолжающегося осолонения моря.

Исследования соленостных адаптаций различных групп водных беспозвоночных ограничиваются, как правило, областью низких соленостей. Сведения о верхних границах соленостных толерантных диапазонов в литературе крайне малочисленны и относятся преимущественно к организмам пресноводного происхождения. Таким образом, полученные нами с использованием современных методик данные о верхних границах потенциальных соленостных толерантных диапазонов водных беспозвоночных морского происхождения и выходцев из континентальных осолоненных водоемов аридной зоны имеют определенное теоретическое значение и могут быть использованы для разработки некоторых вопросов теории адаптации.

Практическое значение. Полученные в ходе работы данные о структурных характеристиках макрозообентоса Аральского моря и о пределах соленостной адаптации водных беспозвоночных могут быть использованы для прогностической оценки состояния биоты моря в условиях его осолонения или распреснения, а также для выработки обоснованного прогноза изменений кормовой базы промысловых рыб при изменении гидрологического режима моря.

Апробация результатов работы. Основные результаты работы докладывались на 4 -ой международной конференции по статистическим методам в науках об окружающей среде (Хельсинки) в 1992 г, на научном семинаре в Институте биологии внутренних вод (Борок) в 1990 г, на отчетных сессиях ЗИН РАН в 1991 г и в 1992 г, на семинарах лаборатории солоноватоводной биологии Аральского моря ЗИН РАН и отчетных собраниях лаборатории гидробиологии государственного научно - исследовательского института озерного

и речного рыбного хозяйства в 1991 - 1993 гг.

Публикации. По теме диссертации опубликовано 10 работ.

Объем и структура диссертации. Диссертация состоит из введения, 5 глав и выводов. Список литературы включает 194 названия. В работе приведено 29 рисунков и 54 таблицы. Общий объем диссертации - 229 страниц.

#### Глава 1. ИЗУЧЕННОСТЬ МАКРОЗООБЕНТОСА АРАЛЬСКОГО МОРЯ.

Первые сведения о водных беспозвоночных Арала были получены в середине XIX столетия (Helmersen, 1845; Basiner, 1848; Lehmann, 1852). Началом систематических исследований Аральского моря можно считать 1848 г, когда на Арале работала экспедиция под руководством А. И. Бутакова (Бутаков, 1853). Следующим наиболее существенным шагом в изучении фауны Аральского моря стала экспедиция, возглавлявшаяся Л. С. Бергом и проводившая свои работы в 1900-1902 и 1906 гг (Берг, 1908). В результате выполненных работ для макрозообентоса Аральского моря было указано 7 видов моллюсков, 4 вида насекомых и 1 вид бокоплавов.

Дальнейшие исследования В. Н. Беклемишева (1922, 1923) и А. Л. Бенинга (1934, 1935) позволили значительно уточнить и расширить список донных беспозвоночных Аральского моря. Обобщением фаунистических исследований Аральского моря по 1971 г включительно явилось издание "Атласа беспозвоночных Аральского моря" (1974), в котором были описаны 43 вида донных макро-беспозвоночных.

В 1980 -х гг в результате работ ряда авторов по ревизии рода *Caspichydrobia* Starob. (Старобогатов, Иззатуллаев, 1974; Старобогатов, Андреева, 1981; Иззатуллаев, 1987; Андреева,

1987; Андреева, Фролова, 1989), список видов донных беспозвоночных Аральского моря пополнился еще 21 видом брюхоногих моллюсков. Таким образом, к началу 1990 -х гг было известно всего 64 вида донных макробеспозвоночных, обитавших на основной акватории Аральского моря в течение последних 100 лет.

Первые данные о численности и биомассе зообентоса Аральского моря были получены В.Я. Никитинским (1933), который показал, что донное население Аральского моря характеризовалось невысокой биомассой и довольно равномерным распределением. Дальнейшие исследования (Бенинг, 1934; 1935; Куличенко (цит. по Зенкевичу, 1947); Хусаинова, 1951; 1958; Яблонская, 1960 б) позволили уточнить сведения о количественном развитии, характере распределения и сезонной динамике как отдельных представителей донной фауны, так и всего зообентоса в целом. Большое значение в познании жизни Аральского моря в целом имело изучение гидробиологии мелководных осолоненных заливов восточного и юго - восточного берега моря - култуков (Хусаинова, 1958; 1960; Денъгина, 1959 а; Андреев, Андреева, 1990 а).

Ряд работ, выполненных в 1950 -х - 1960 -х гг, был посвящен аутоэкологическим исследованиям аральских донных беспозвоночных (Карпевич, 1947; 1952; 1953 а; 1953 б; Брискина, 1950; Малиновская, 1961; Бекмурзаев, 1983 и др.). Большая серия работ была связана с изучением солеустойчивости водных беспозвоночных (Карпевич, 1947; 1952; 1953 а; 1953 б; Хусаинова, 1954; 1958; Бекмурзаев, 1970; и др.). Отдельные исследования (Карпевич 1952; 1964) касались особенностей роста и размножения двустворчатых моллюсков.

В 1930 -х гг было признано необходимым пополнение бедной в фаунистическом отношении биоты Аральского моря новыми видами, а

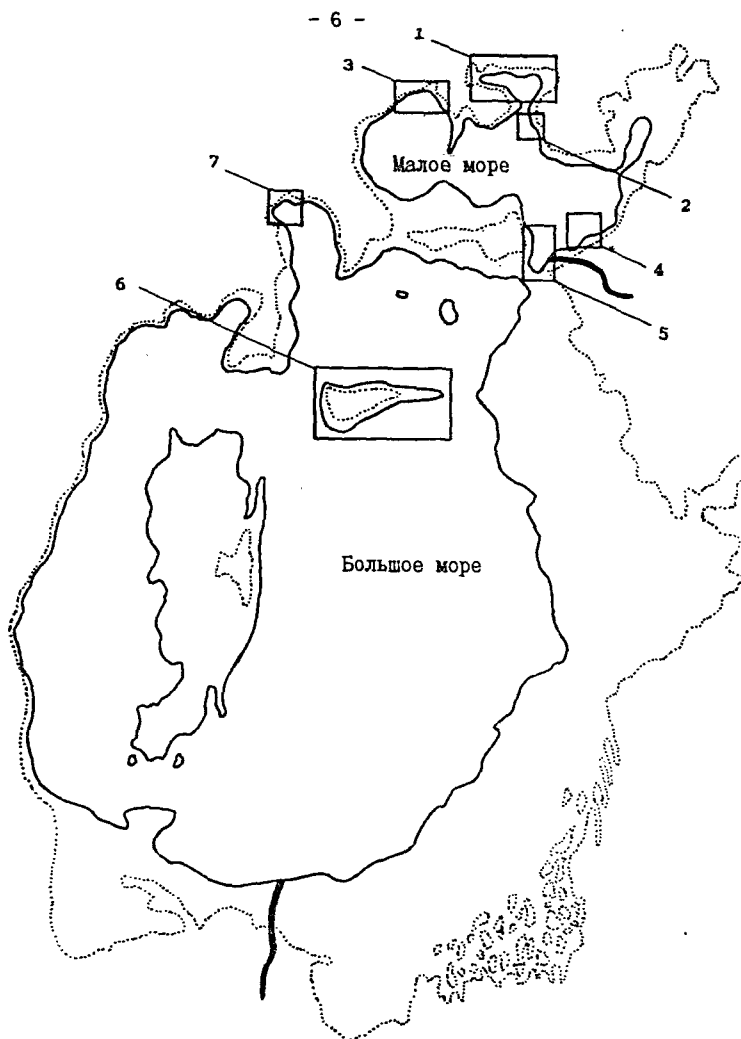


Рис. 1. Районы сбора проб зообентоса: 1 - залив Бутакова; 2 - район полуострова Тастюбек; 3 - залив Шевченко; 4 - район поселка Бугунь; 5 - район пролива Берга; 6 - район острова Барсакельмес; 7 - залив Тше-Бас. Пунктиром обозначено положение береговой линии в 1960 г. Масштаб 1 : 1 500 000.

именно - ценными в промысловом отношении рыбами, а также водными беспозвоночными, которые могли бы служить кормовыми объектами для промысловых рыб. Перед началом плановых перевозок донных беспозвоночных в Арал была выполнена большая работа по разработке биологических обоснований акклиматизации, проведены исследования особенностей экологии животных и разработаны методы их перевозки (Карпевич, 1958 а; б; 1960 а; б; Бокова, 1958; 1960; Киселева, 1960; Чекунова, 1960; и др.).

Изменения в структуре донного населения, связанные с акклиматизацией новых для Арала видов водных организмов, а впоследствии - и с изменением гидрологических условий были прослежены в ходе исследований 1950 -х - 1980 -х гг (Хусаинова, 1958; 1971; Карпевич, 1960 в; Галактионова, Бинтинг, 1964; Кортунова, 1968; 1970; Мордухай - Болтовской, 1972; Проскурина, 1976 а, б; 1979; Андреева, 1978; 1989; Андреев, 1990; и др.).

## Глава 2. МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА.

Полевые работы на Аральском море проводили с 1990 по 1993 гг, в весенне - летний период - в мае - июне и осенью - в сентябре - октябре. Всего за 4 года было проведено 8 экспедиций. Бентос собирали на 7 участках прибрежной зоны северной части моря (рис. 1). Для сбора проб использовали преимущественно дночерпатель Петерсена. Вдоль разрезов, расположенных перпендикулярно береговой линии, выбирали по 3 - 4 станции, на каждой из которых отбирали от 5 до 10 дночерпательных проб. Обработка материала производилась по общепринятым методикам. Всего было собрано и обработано 465 количественных проб макрозообентоса (табл. 1).

Таблица 1. Характеристика районов исследований

Район исследований	Сроки наблюдений  месяц, год	Исследованные  глубины,   м	Соленость   воды,   г/л	Количество   собранных   проб
Залив Бутакова	09. 90	1. 0 - 3. 2	38 - 41	40
Район полуо-ва  Тастюбек	09. 91	1. 0 - 6. 0	26	45
Залив Шевченко	09. 92	1. 5 - 8. 0	23 - 25	90
Район поселка  Бугунь	05. 93	1. 5 - 8. 0	19 - 25	65
Район пролива  Берга	05. 92	0. 8 - 4. 0	13 - 25	40
	05. 93	1. 5 - 4. 0	15 - 25	10
р. Сырдарья	05. 92	1. 0 - 2. 5	1	15
Остров  Барсакельмес	05. 90	0. 5 - 4. 5	30	35
	05. 91	1. 0 - 5. 0	35	60
Залив  Тше-Бас	10. 92	1. 0 - 6. 0	41	20
	06. 93	1. 6 - 6. 0	41	45

Были исследованы глубины от 0.5 до 8 м. Поскольку в 1990 - 1993 гг подавляющая часть (около 80 %) акватории моря имела глубины менее 10 м, то можно считать, что исследованные нами глубины являлись характерными для данного водоема. Грунты на исследованных участках были представлены преимущественно песчаным илом, лишь на некоторых мелководных станциях в районе острова Барсакельмес встречался песчаный грунт. Температура в период исследования составляла 18 - 25 С°, соленость варьировала на разных участках от 13 до 41 г/л. Вертикальных и горизонтальных градиентов солености и температуры в пределах исследованных участков, как правило, не наблюдалось.

Математическая обработка данных включала расчет средних и дисперсии величин численности и биомассы отдельных групп донных организмов по станциям. Закономерности пространственных изменений биомассы отдельных видов макрозообентоса в пределах изученной акватории исследовали в ходе корреляционного, кластерного, двухфакторного дисперсионного и прямого градиентного анализа.

Исследование солеустойчивости донных беспозвоночных проводили с использованием метода ступенчатой акклимации (Хлебович, Кондратенков, 1971) и "экспресс метода" на основе оценки устойчивости мерцательного эпителия к повышенной солености (Ярославцева и др., 1981).

### Глава 3. ЧИСЛЕННОСТЬ, БИОМАССА И ХАРАКТЕР ПРОСТРАНСТВЕННОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ МАКРОЗООБЕНТОСА.

В составе макрозообентоса исследованных участков Малого моря было отмечено 4 группы донных беспозвоночных: двусторчатые моллюски *Sindosmya segmentum* Recluz и *Cerastoderma*

isthmicum Issel, брехоногие моллюски *Caspihydrobia* spp. и многощетинковые черви *Nereis diversicolor* O.F.Muller. В Большом море кроме перечисленных видов встречались также крабы *Rhithrocapereus harrisii tridentatus* Maitland. По биомассе на большинстве станций доминировали двустворчатые моллюски, по численности - брехоногие моллюски *Caspihydrobia* spp. (таб. 2).

Численность и биомасса макрозообентоса в Малом море были, как правило, выше, чем в Большом, что, возможно, было связано с повышенной продуктивностью Малого моря за счет поступления биогенов и взвешенного органического вещества со стоком Сырдарьи.

Донные сообщества на всех исследованных участках оказались чрезвычайно сходными по составу и количественному соотношению основных групп макрозообентоса. Такое однообразие структуры макрозообентоса в различных районах прибрежной зоны моря объяснялось несколькими причинами: во-первых - небольшим количеством видов, во-вторых - исключительной их эврибионтностью, и в-третьих - чрезвычайно однообразным биотопом (в настоящее время в Аральском море подавляющую часть площади дна занимает илистый грунт, песчаные участки встречаются редко и занимают очень ограниченную площадь).

Сравнение наших данных с данными по открытым районам Аральского моря (Андреев и др., 1990), показало, что видовой состав, обилие, соотношение биомасс отдельных групп донных беспозвоночных, а также общая картина распределения макрозообентоса в прибрежной зоне сопоставимы с аналогичными показателями на остальной акватории моря. Это обстоятельство дает основание рассматривать прибрежную зону в качестве удобного и легкодоступного объекта для мониторинга за состоянием экосистемы моря в целом. Наблюдение за донными сообществами в пределах от-

Таблица 2. Средняя численность (N, экз/м<sup>2</sup>) и биомасса (В, г/м<sup>2</sup>) макрозообентоса на исследованных участках прибрежной зоны

Район исследований	S. segmentum		C. isthmicum		Caspiohydrobia		N. diversicolor		R. harrisi		Всего	
	N	В	N	В	N	В	N	В	N	В	N	В
З-в Бутакова	14310	338.75	304	105.69	8507	30.89	1328	26.11	-	-	24449	501.45
П-ов Тастюбек	7145	268.30	602	270.42	18302	40.12	779	3.56	-	-	26828	582.41
З-в Шевченко	9353	284.27	952	149.59	27803	43.40	1065	6.05	-	-	39173	483.30
Р-он пос. Бугунь	5604	192.15	273	66.72	10774	15.53	785	4.01	-	-	17435	278.41
Пр-в Берга (92)	1383	27.03	19	6.35	1896	6.16	2489	21.46	-	-	5787	61.01
Пр-в Берга (93)	800	55.20	0	0.00	1916	8.24	770	23.40	-	-	3486	86.84
О. Барсакельмес (90)	1798	65.93	28	14.75	389	1.35	452	10.31	0	0.00	2667	92.34
О. Барсакельмес (91)	1079	102.47	24	19.32	286	0.88	258	3.26	0	0.00	1647	125.93
З-в Тше-Бас (92)	4237	99.28	87	102.12	874	1.73	1870	11.93	42	6.86	7111	221.92
З-в Тше-Бас (93)	4420	156.09	79	146.76	729	2.22	1379	19.20	63	1.55	6670	325.82

носительно узкой прибрежной полосы моря с глубинами, характерными для остальной акватории моря может служить удобным методом оценки состояния макрозообентоса всего моря.

Расчет коэффициентов парной линейной корреляции между постанционными величинами биомасс донных беспозвоночных показал наличие сильных корреляций в распределении некоторых видов макрозообентоса. Однако на разных участках тесно связанными оказались различные виды. Таким образом, высокие величины коэффициентов корреляции, скорее всего, определялись не наличием сильных биотических взаимодействий между отдельными группами донных беспозвоночных, а сходным реагированием их на изменение характеристик среды.

В ходе двухфакторного дисперсионного анализа было показано, что на количественную представленность донных беспозвоночных оказывали достоверное влияние глубина станции, расположение станции вдоль берега и взаимодействие факторов. При этом из анализируемых факторов большую часть изменчивости показателей обилия донных организмов определяли факторы, связанные с глубиной (табл. 3). Это свидетельствовало о наличии вертикальных градиентов факторов среды, оказывавших существенное влияние на численность и биомассу донных организмов.

Наиболее отчетливо выраженная тенденция изменения биомассы *S. segmentum* в зависимости от глубины отмечалась на заливе Бутаква, в районе полуострова Тастыбек и в районе острова Барсакельмес. В первом случае биомасса *S. segmentum* снижалась с глубиной, в последних двух - наоборот, возрастала (рис. 2). По нашему мнению, характер распределения биомассы *S. segmentum* по глубинам зависел от особенностей гидродинамики исследованных участков, которая определяла характер вертикального распределе-

Таблица 3. Средние доли дисперсии численности (N) и биомассы (B) донных организмов, обусловленные влиянием глубины и месторасположением станции вдоль берега, %.

Виды	Факторы				
		Глубина	Расположение	Взаимодействие	Неучтенные
<i>S. segmentum</i>	{N}	25.8	14.9	24.2	35.1
	{B}	29.3	8.0	19.2	41.0
<i>C. isthmicum</i>	{N}	24.8	13.4	13.6	48.3
	{B}	15.0	11.6	14.0	59.4
<i>Caspiohydrobia</i> spp.	{N}	36.2	11.4	17.5	34.7
	{B}	33.2	15.5	15.5	35.1
<i>N. diversicolor</i>	{N}	28.7	17.6	10.2	44.8
	{B}	30.4	9.0	8.0	51.9
Суммарная	{N}	36.3	14.1	18.2	31.5
	{B}	25.0	9.2	21.1	44.6

ния пищевого материала. Основным источником пищи для *S. segmentum* является детрит и микрофитобентос. Наибольшие количества органического вещества в грунте на прибойных участках, таких, как район полуострова Тастюбек, или район острова Барсакельмес, должны скапливаться на глубине, в то время как на затишных участках, подобных заливу Бутакова скопления детрита и микрофитобентоса должны формироваться на мелководье. Очевидно, особенности распределения органики в грунте и определяли характер пространственных изменений биомассы *S. segmentum*.

Характер вертикального распределения моллюсков рода

*Caspihydrobia*. зависел от времени года (рис. 3). В тех случаях, когда сборы проводились осенью, наблюдалось однозначное снижение биомассы моллюсков с глубиной. Если сборы проводились весной, как правило, отмечался рост биомассы каспиогидробий с глубиной. Ранее отмечалось (Андреев и др., 1990), что наибольшие значения численности и биомассы этих моллюсков были приурочены к районам с обильной донной растительностью. Очевидно, и в данном случае их количественная представленность также была связана с характером пространственного распределения фитобентоса, в частности - зостеры, которая формировала осенью на мелководье обильные заросли, отсутствовавшие весной.

Поскольку суммарная биомасса макрозообентоса формировалась в основном за счет биомассы *S. segmentum*, характер ее вертикального распределения имел те же особенности, что и вертикальное распределение синдосмий.

Исследованные участки прибрежной зоны существенно различались по величине солености. Минимальные ее значения - 13 г/л были отмечены в районе пролива Берга, на участке, прилегающем к устью Сырдарьи. Донное население этого района сильно отличалось от донных сообществ остальной акватории Аральского моря, что выражалось в отсутствии здесь двустворчатых моллюсков, доминировании в бентосе многощетинковых червей, крайне низких величинах численности и биомассы брюхоногих моллюсков рода *Caspihydrobia*, а также - низких величинах суммарных численности и биомассы макрозообентоса. По-видимому именно пониженной соленостью определялись особенности донных сообществ на данном участке, так как на самой глубоководной из исследованных в данном районе станций, где соленость была на 5 г/л выше, чем на близлежащих мелководных станциях, состав и соотношение дон-

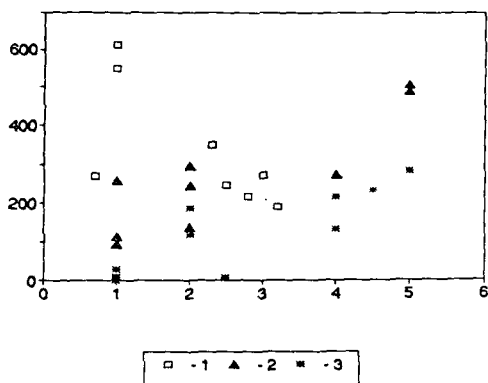


Рис. 2. Зависимость биомассы *S. segmentum* от глубины на заливе Бутакова (1), в районе полуострова Гастюбек (2) и в районе острова Барсакельмес (3). По горизонтальной оси - глубина, м; по вертикальной оси - биомасса, г/м³.

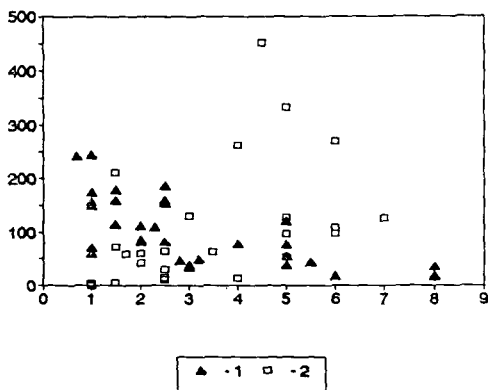


Рис. 3. Зависимость биомассы *Caspionhydrobia* spp. от глубины: 1 - осенние сборы; 2 - весенние сборы. По горизонтальной оси - глубина, м; по вертикальной оси - биомасса, % от средней биомассы моллюсков на участке.

ных беспозвоночных не отличались от таковых на остальной акватории моря.

На остальных исследованных участках прибрежной зоны, несмотря на сильные различия между ними по величине солености, которая варьировала от 20 до 41 г/л, видовой состав макрозообентоса не различался, а обилие и количественное соотношение основных групп донных беспозвоночных варьировали незначительно. Это свидетельствовало об отсутствии выраженного влияния пространственных изменений солености в пределах от 20 до 41 г/л на структуру макрозообентоса.

#### Глава 4. ВЛИЯНИЕ СОЛЕННОСТИ НА ДОННЫЕ ОРГАНИЗМЫ АРАЛЬСКОГО МОРЯ.

Согласно данным разных авторов (табл. 4) аральские беспозвоночные морского происхождения не способны переносить осолонение выше 40 - 45 г/л. Однако некоторые литературные данные, а также результаты проведенных нами полевых исследований заставили усомниться в достоверности указанных величин. Мы решили повторить эксперименты по определению потенциальных соленостных толерантных диапазонов донных беспозвоночных Аральского моря с применением современных методик проведения экспериментов.

Одним из методических приемов, использованных нами, был т. н. "экспресс-метод", разработанный Л. М. Ярославцевой (Ярославцева и др., 1981) и основанный на оценке солеустойчивости изолированной ткани.

Результаты экспериментов (рис. 4, 5) показали, что диапазон соленостей, не повреждающий клетки изолированного мерцательного эпителия во-первых - сильно зависит от условий обита-

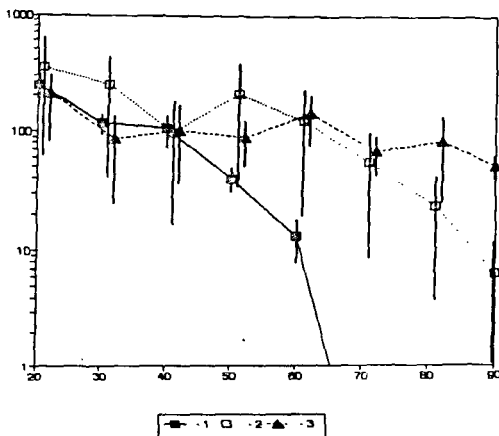


Рис. 4. Продолжительность функционирования изолированного мерцательного эпителия *S. segmentum* в аральской воде различной солёности: 1 - моллюски, акклиматизированные к солёности 20 г/л; 2 - к 35 г/л; 3 - к 60 г/л. Вертикальные линии - 95 %-ные доверительные интервалы. По вертикальной оси - время прекращения биения ресничек, ч; по горизонтальной оси - солёность, г/л;

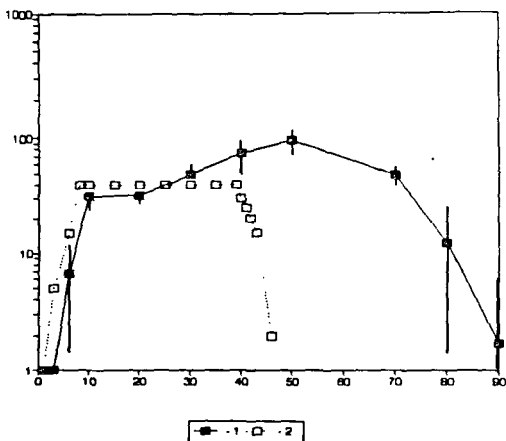


Рис. 5. Продолжительность функционирования изолированного мерцательного эпителия *S. isthmicum*: 1 - результаты наших исследований на моллюсках, собранных в 1992 г при солёности 35 г/л; 2 - результаты экспериментов Андреева и Андреевой (1990) на моллюсках, собранных в конце 1970 -х гг при солёности 20 г/л; Остальные обозначения - как и на рис. 4.

ния моллюсков или условий предварительной акклимации, а во-вторых - превышает диапазон соленостей, к которому возможна адаптация целого организма. Полученные нами данные совпадают с данными других авторов (Жирмунский, Виноградова, 1965; Шляхт 1968; Бергер, 1986; Theede, Lassig, 1967; и др.) о прямой зависимости тканевой устойчивости различных организмов от условий предварительной акклимации. Таким образом эксперименты выполненные с применением "экспресс-метода" не могут быть использованы для надежной оценки потенциальных соленостных толерантных диапазонов водных беспозвоночных.

Результаты экспериментов проведенных с применением методики ступенчатой акклимации показали, что верхние границы потенциальных соленостных толерантных диапазонов для беспозвоночного морского происхождения лежат в пределах 70 - 90 г/л. Выходцы континентальных водоемов - брюхоногие моллюски

Таблица 4. Верхние границы потенциальных соленостных толерантных диапазонов донных макробеспозвоночных Аральского моря, по данным разных авторов.

Виды	Бекмурзаев, 1971, 1991	Андреев, Андреева, 1990	Наши данные
<i>S. segmentum</i>	30	40 - 45	80 - 85
<i>C. isthmicum</i>	45	40 - 45	80 - 90
<i>Caspihydrobia</i> spp.	30	42	100 - 110
<i>N. diversicolor</i>	40	40	70 - 80

richydrobia оказались способными переносить еще большее осоление - до 110 г/л (см. табл. 4).

Определенные нами верхние границы потенциальных соленостных диапазонов для беспозвоночных морского происхождения - *S. segmentum*, *S. isthmicum* и *N. diversicolor* оказались сопоставимы границами распространения морских организмов в гипергалинных оемах, оцениваемые разными авторами (Hedgpeth, 1959; 1967; Бович, 1962) в 70 - 80 г/л.

#### Глава 5. ВОЗМОЖНЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ В МАКРОЗООБЕНТОСЕ АРАЛЬСКОГО МОРЯ В УСЛОВИЯХ ДАЛЬНЕЙШЕГО ИЗМЕНЕНИЯ ЕГО ГИДРОЛОГИЧЕСКОГО РЕЖИМА.

На основе приведенных результатов исследований, а также некоторых литературных данных можно предположить, какие изменения произойдут в структуре макрозообентоса в условиях дальнейшего изменения гидрологических параметров Аральского моря.

Падение уровня моря может вызвать некоторые изменения в характере вертикального распределения биомассы *S. segmentum*. В результате сокращения площади моря и, соответственно, снижения уровня ветрового волнения и степени его воздействия на донную фауну прибрежной зоны, прямая зависимость биомассы моллюсков от глубины (наблюдавшаяся в 1990 - 1993 гг на прибойных участках) может смениться на обратную (которая в период наших исследований была отмечена на заливе Бутакова).

При сохранении доминирующего положения данного моллюска в макрозообентосе такие же изменения произойдут и с суммарной биомассой макрозообентоса.

При оценке возможных изменений в составе макрозообентоса в

условиях повышения солености необходимо учитывать, что процессы размножения и ранние стадии развития водных беспозвоночных, как правило, более чувствительны к изменению факторов среды, чем взрослые организмы. Представляется наиболее вероятным, что морские эвригалинные организмы сохранят доминирующее положение в зообентосе пока соленость моря не достигнет 60 - 70 г/л. При дальнейшем осолонении моря донные организмы морского происхождения будут постепенно замещаться галофильными организмами пресноводного происхождения. К тому времени, когда соленость достигнет 80 - 90 г/л, в макрозообентосе останутся только галофильные виды пресноводного происхождения, преимущественно - личинки двукрылых. Возможно, пока соленость не достигнет 100 - 110 г/л, в фауне Арала сохранятся также брюхоногие моллюски рода *Caspihydrobia*.

#### ВЫВОДЫ

1. Макрозообентос прибрежной зоны северной части Аральского моря представлен двустворчатыми моллюсками *Syndosmya segmentum* Recluz и *Cerastoderma isthmicum* Issel, брюхоногими моллюсками рода *Caspihydrobia* Starob., многощетинковыми червями *Nereis diversicolor* O.F. Muller и крабами *Ehithronoporeus harrisii tridentata* (Maitland). На разных участках прибрежной зоны, за исключением районов, прилегающих к устью Сырдарьи, видовой состав и количественное соотношение основных групп макрозообентоса практически не различаются.

2. Видовой состав, количественное соотношение а также численность и биомасса исследованных групп макрозообентоса в прибрежной зоне сопоставимы с аналогичными показателями в отк-

рых районах моря. Таким образом, прибрежную зону, рассматриваемую как прибрежный участок моря с глубинами, характерными для остальной акватории моря, можно использовать в качестве удобного и легкодоступного объекта для мониторинга за состоянием макрозообентоса всего моря в целом.

3. Зависимость биомассы отдельных групп донных беспозвоночных от глубины определялась различными факторами среды. Вертикальное распределение *S. segmentum* менялось на участках с различным гидродинамическим режимом и было обусловлено распределением пищевого материала. Характер вертикального распределения *Caspiohydrobia* spp. зависел от времени года и определялся распределением макрофитов. Изменения биомассы *C. isthmicum* с глубиной имели незакономерный характер. Характер вертикального распределения суммарной биомассы макрозообентоса совпадал с изменением биомассы доминировавшего вида *S. segmentum*.

4. Падение уровня моря может вызвать изменение характера вертикального распределения *S. segmentum* и суммарной биомассы бентоса. Наблюдаемая в большинстве случаев прямая зависимость биомассы *S. segmentum* и суммарной биомассы макрозообентоса с глубиной в результате сокращения площади моря и, следовательно, изменения характера гидродинамики может смениться на обратную.

5. Пониженная соленость воды определяла особенности донных сообществ на участке, прилегающем к устью Сырдарьи (бывший пролив Берга). Пространственные изменения солености (от 20 до 41 г/л) на других участках прибрежной зоны не оказывали заметного влияния на видовой состав, обилие и количественное соотношение донных организмов.

6. Верхние границы потенциальных соленостных толерантных диапазонов донных макробеспозвоночных морского происхождения

находятся в пределах 70 - 90 г/л. Выходцы из осолоненных континентальных водоемов брюхоногие моллюски *Caspihydrobia* spp. способны переносить повышение солености до 100 г/л и более.

7. Разделение акватории Аральского моря, связанное с падением уровня привело к возникновению двух самостоятельных водоемов. Усиливающееся различие между Большим и Малым морями по гидролого - гидрохимическим параметрам неизбежно приведет в дальнейшем к существенным различиям между ними как по составу так и по структуре водного населения.

8. В условиях дальнейшего осолонения Большого моря морские организмы начнут испытывать угнетающее влияние повышенной солености когда она превысит 60 - 70 г/л. Полное исчезновение организмов морского происхождения произойдет при солености 70 - 90 г/л, после чего макробентофауна моря будет представлена галофильными беспозвоночными пресноводного происхождения, преимущественно - личинками двукрылых. Брюхоногие моллюски рода *Caspihydrobia*, возможно, будут встречаться в море пока соленость не превысит 90 - 110 г/л.

Список работ, опубликованных по теме диссертации:

1. Андреев Н. И., Андреева С. И., Филиппов А. А. Зообентос Аральского моря в условиях прогрессирующего осолонения. Тр. ЗИН, 1990. Т. 223. С. 24 - 30.
2. Филиппов А. А. Зообентос залива Бутакова Аральского моря в сентябре 1990 г. Тр. ЗИН, 1991. Т. 237. С. 44 - 48.
3. Аладин Н. В., Плотников И. С., Филиппов А. А. Прошлое и настоящее фауны Аральского моря. Зоол. журн., 1991. Т. 70, вып. 4. С. 5 - 15.
4. Аладин Н. В., Плотников И. С., Филиппов А. А. Изменение экосистемы Аральского моря в результате антропогенного воздействия. Гидробиол. журн., 1992. Т. 28, N 2. С. 3 - 11.
5. Филиппов А. А. Зообентос прибрежных вод острова Барсакельмес (Аральское море) в 1991 г. Тр. ЗИН, 1993. Т. 250. С. 64 - 71.
6. Филиппов А. А. Некоторые структурные особенности макрозообентоса прибрежной зоны севера Аральского моря. Тр. ЗИН, 1993. Т. 250. С. 56 - 63.
7. Филиппов А. А., Петухов В. А., Комендантов А. Ю. Зообентос пролива Берга (Аральское море) в мае 1992 г. Тр. ЗИН, 1993. Т. 250. С. 72 - 80.
8. Aladin N. V., Plotnikov I. S., Filippov A. A. The Past and Present of Aral Sea fauna. Scripta Technica, Inc. 1991, pp. 33 - 44.

9. Aladin N.V., Plotnikov I.S., Filippov A.A.  
Hydrobiological environmetrics on the Aral Sea in XXth century  
The 4th International Conference on Statistical Methods for the  
Environmental Sciences, book of abstracts. Helsinki 1992, p.  
113.

10. Andreev N.I., Andreeva S.I., Filippov A.A., Aladin N.V.  
The fauna of the Aral Sea in 1989. 1. The Benthos. Int.J.Salt  
Lake Res. 1 (1992); 103 - 110.