

Глава IV БИОЛОГИЯ ПЛАНКТОНА И БЕНТОСА КАСПИЙСКОГО МОРЯ

Фитопланктон

Качественный и количественный состав фитопланктона Северного Каспия весьма разнообразен и в разные годы может иметь ярко выраженные различия. Причиной является непостоянство гидрологического и особенно гидрохимического режима вод этого района (Левшакова, 1970).

Начало биологической весны в Северном Каспии совпадает с периодом освобождения моря ото льда. В апреле при температуре воды 1-4°C, когда еще не наблюдается активного выедания водорослей зоопланктоном, происходит бурное развитие фитопланктона (до 2,5-3,0 г/м³) при явном преобладании диатомовых. Среди последних доминирующее положение по численности принадлежит *Rhizosolenii calcar-avis*.

Благодаря зимнему стоку волжских вод, видовой состав планктона обогащается пресноводными и солоноватоводными водорослями. Массовое развитие получают диатомовые - *Diatoma elongatum*, *Chaetoceros wighamii*.

Второе место по числу видов в составе фитопланктона в апреле занимают зеленые водоросли (до 25% от общего числа видов). В годы повышенного стока речных вод на хорошо прогреваемых мелководных распесчаненных участках при повышенных концентрациях аммиака интенсивно развивается *Spirogyra* sp., удельный вес которой в биомассе фитопланктона в Северном Каспии может достигать 90%. Остальные группы водорослей весной заметной роли в планктоне не играют.

Конец биологической весны приходится на июнь – период активного питания животных. В июне в связи с приносом большого количества биогенов полыми водами и повышением температуры воды до 26-27°C формируется новый состав фитопланктона. Видовое разнообразие увеличивается за счет привнесения с волжской водой пресноводных видов. В составе фитопланктона преобладают формы синезеленых и зеленых водорослей. Суммарная биомassa фитопланктона снижается до 1,2-2 г/м³.

Биологическое лето в Северном Каспии выпадает на июль – август и характеризуется максимальным развитием фитопланкто-

на (до 7 г/м³) при высокой температуре воды (26-27°C) и достаточном запасе биогенов. Значительное развитие получают зеленые, а также пирофитовые. Среди последних доминирует *Exuviaella cordata*, важный в кормовом отношении вид. Однако из-за малых размеров пирофитовые уступают по биомассе диатомовым, а в отдельные годы зеленым водорослям.

Осенью (октябрь) при понижении температуры воды биомасса фитопланктона, как правило, снижается до 1-2 г/м³. Численное преимущество имеют синезеленые и пирофитовые водоросли. Количество зеленых и диатомовых осенью уменьшается, но их вклад в суммарную биомассу фитопланктона составляет до 0,5-1 г/м³.

Таким образом, максимальная биомасса фитопланктона в Северном Каспии отмечается в июле - августе, в период биологического лета.

Межгодовые изменения средней биомассы весеннего фитопланктона зависят от температурного режима зимы, накопления в зимний период и потребления биогенных элементов, а также водообмена со Средним Каспием (Тимофеев, 1971). На продуктивность мелководных и глубоководных районов большое влияние оказывает величина речного стока. При небольшом объеме стока и слабом течении фитопланктон развивается преимущественно в мелководной зоне. В многоводные годы скопления фитопланктона сносятся течениями в глубоководные районы моря. Поскольку основной сток волжских вод, определяющий развитие водорослей, идет вдоль западного побережья, наиболее богата фитопланктоном западная часть Северного Каспия (Яблонская и др., 1974).

Известно, что зоопланктоном выедаются прежде всего мелкие формы фитопланктона. Кроме этого, выявлено (Левич и др., 1996), что скорость размножения фитопланктона находится в обратной зависимости от объема его клеток. Так, при объеме до 10 тыс. мк³ число делений в сутки не менее 2,5. Крупные клетки (от 200 тыс. мк³) делятся менее 2 раз в сутки.

Поэтому для установления зависимости развития фитопланктона от экологических факторов необходимо рассматривать не видовой состав водорослей, а их размерную структуру. В группу «крупных» вошли водоросли с линейными размерами более 40 мкм, в группу «мелких» - с меньшими размерами.

Выяснилось, что мелкие диатомовые развиваются в основном в мелководных распресненных районах Северного Каспия. Весен-

ний пик биомассы (до 2 г/м³) диатомовых обуславливается развитием пресноводных и солоноватоводных водорослей, приносимых волжскими водами. С окончанием паводка и возрастанием солености летом начинают развиваться морские виды, однако их количество невелико, так как летом численность их снижается из-за выедания зоопланктоном. Осенью при снижении прессинга зоопланктона биомасса мелких диатомовых повышается до 0,5-1,0 г/м³. Таким образом, характерной особенностью сезонной динамики биомассы мелких диатомовых является ее уменьшение от весны к лету с небольшим увеличением осенью.

Среди немногочисленных представителей пирофитовых в питании зоопланктона наибольшее значение имеет *Ex. cordata*. В Северном Каспии она начинает развиваться в июне при повышении температуры воды больше 12°C, но из-за малых размеров не достигает доминирования в фитопланктоне по биомассе. Численность *Ex. cordata* определяется количеством фитофагов, которые развиваются в массе летом на мелководье. Поэтому экзувиелла встречается главным образом в западной, глубоководной части Северного Каспия. Ее роль повышается осенью, когда численность фитофагов снижается. В целом биомасса экзувиеллы в Северном Каспии непрерывно растет от долей грамма весной до 0,5-1 г/м³ осенью.

Группу «крупных» водорослей представляют в первую очередь спирогира, перидинеи и *Rh. calcareous*. Крупные перидинеи делятся медленно и никогда не достигают большой численности. Нитчатая зеленая спирогира, удельный вес которой в биомассе фитопланктона Северного Каспия весной может составлять 90%, развивается только в многоводные годы на хорошо прогреваемых мелководьях при повышенных концентрациях аммиачного азота.

Что касается ризосолении, то этот вид развивается преимущественно весной при температуре воды 2-6°C и солености 8-12‰. Продвижение ризосолении в центральную глубоководную часть Северного Каспия способствуют южные ветры, но встречается она в основном на западе, так как распространению ее на восток часто препятствуют восточные ветры и пониженная соленость этой зоны моря.

Таким образом, среди огромного числа видов фитопланктона ведущую роль в поддержании продуктивности Северного Каспия играют «мелкие» формы, вне зависимости от их видовой принадлежности. Следовательно, в дальнейшем при мониторинговых

работах основное внимание следует уделить изучению именно этой экологически определяющей в фитоценозе группе водорослей.

Известно (Левшакова, 1971), что фитопланктон Северного Каспия представляет пять экологических групп (табл. 19).

Таблица 19

Отношение видов фитопланктона к солености
(числитель - число видов, знаменатель - проценты)

Экологические группы	Отделы					Всего
	Синезеленые	диатомовые	вирофитовые	желтые	прочие	
Морские зеригалинны (зеленохромы)		28/7,53	9/2,42			37/9,95
Солоноватоводные (мезогалобы)	17/4,57	33/8,87	12/3,22	1/0,27		63/15,93
Солоноватоводно-пресноводные (гипофизель)	18/4,84	23/6,18	3/0,8	5/1,34		49/13,16
Пресноводные (индоференты)	39/10,48	27/7,26	3/0,8	121/32,5	4/1,07	194/52,11
Галофобы		1/0,27				1/0,27
Унивисты	5/1,34			1/0,27		6/1,61
Отношение к солености неизвестно	10/2,68	9/2,42	1/0,27	2/0,54		22/5,91

Морские водоросли, встречающиеся в планктоне Северного Каспия, сильно зеригалинны. Они представлены главным образом диатомовыми и отчасти пирофитовыми. Из 37 видов, разновидностей и форм данной экологической группы на диатомовые приходится 28 (7,5%), на пирофитовые - 9 (2,4%).

Эрингалинность наиболее распространенных водорослей этой группы отражена в табл. 20, где также приводятся цифровые показатели их развития при разной солености. Четкой зависимости между количеством водорослей и соленостью не обнаруживается, однако можно заметить, что максимум в развитии наблюдается у разных водорослей при определенной солености: у *Rhizosolenia calcar-avis* - при 6,1-7,0‰, у *Chaetoceros wighamii* - при 9,1-10‰.

Солоноватоводных водорослей в Северном Каспии больше, и они имеют еще более широкое распространение, чем морские (табл. 19), представлены 63 видами и разновидностями, составляют 16,9% от общего числа видов. В эту экологическую группу, кроме диатомовых и пирофитовых, входят синезеленые и

один представитель зеленых - *Coenolamellus botryoides*, который, однако, встречается крайне редко (табл. 20). Наиболее многочисленным видом данной группы является *Exuviaella cordata*, произрастающая в воде любой солености, но максимального развития достигающая при $10\text{--}12\text{\%}$.

Солоноватоводно-пресноводные, или галофилы, встречаются реже и представлены 49 формами (13,2%). На первом месте по числу видов среди них находятся диатомовые (23, или 6,2%), субдоминируют синезеленые (18, или 4,8%); роль зеленых и пирофитовых незначительна (табл. 19).

Пресноводные водоросли (индифференты) представлены наиболее разнообразно - 194 вида, разновидности и формы, что составляет более половины всего состава фитопланктона Северного Каспия (52,1%). Большинство пресноводных водорослей - выходцы из рек. В основном это зеленые - 121 вид, разновидность и форма (табл. 19). Распространение пресноводных водорослей в Северном Каспии ограничено прибрежными мелководными районами, а если некоторые из них и регистрируются за пределами этих границ, то их количество там невелико.

Из галофобов в Северном Каспии отмечен единственный вид - *Tabellaria fenestrata*. В воде соленостью $0,12\text{\%}$ он еще попадается, но с повышением солености его численность резко снижается.

Как показывают приведенные материалы, фитопланктон наиболее уязвим в мелководных районах Северного Каспия, т.к. именно здесь обитает более половины его видов, форм и разновидностей. В то же время ареал важной в кормовом отношении экзувиеллы в Среднем и Южном Каспии выходит за пределы зоны с соленостью 7\% , и это необходимо учитывать при выборе мест нефтедобычи.

Зоопланктон

Зоопланктон Каспийского моря изучен достаточно подробно. Исследования его качественного и количественного состава проводились А.Л. Бенингом (1938), В.А. Яшновым (1938), В.Г. Богословым (1939), Е.Н. Куделиной (1952), Я.А. Бирштейном (1953), М.С. Кун (1959, 1965), Ф.Г. Бадаловым (1964, 1965, 1968) и др.

В зоопланктоне Каспийского моря насчитывается 235 видов, из которых 135 приходится на инфузории (рис.5).

Таблица 20

Сретенская чистотность к лягушкам*, трихомов** и ИИ колоний*** некоторых водорослей в фитопланктоне Северного Каспия при разной солености воды в период 1956-1965 гг., млн. экз./м³

(по Левицкой, 1972)

Водоросль	Соленость, ‰											
	0.1-1	1-1.2	2-1.3	3-1.4	4-1.5	5-1.6	6-1.7	7-1.8	8-1.9	9-1.10	10-1.11	11-1.12
Морские зернышки (неколонизированные)												
* <i>Ceratium polyedra</i> var. <i>Polyedra</i>	0.1	0.4	0.04	0.02	0.07	0.02	0.04	0.2	0.07	0.2	0.2	0.1
* <i>Chaetoceros radiatus</i> var. <i>Radiatus</i>	7.9	3.5	5.0	11.1	15.6	5.6	8.1	21.7	13.9	1.6	1.6	1.9
** " <i>volgarense</i> var. <i>Volgarense</i>	0.3	0.1	0.3	0.5	0.2	0.5	0.1	1.01	0.33	0.2	0.2	2.2
** " <i>pubescens</i> var. <i>Pubescens</i>	0.6	0.3	5.4	9.2	6.5	6.1	2.5	3.6	1.2	2.4	1.2	0.6
*** <i>Skeletonema costatum</i> var. <i>costatum</i>	1.4	1.6	2.2	1.07	0.9	1.5	2.03	1.03	1.2	0.3	0.3	0.6
* <i>Asterionella fluctuosa</i> var. <i>fluctuosa</i>	0.9	1.7	1.4	1.6	2.2	1.07	0.9	1.5	2.03	1.03	1.2	0.9
* <i>Rhizosolenia setigera</i> var. <i>setigera</i>	6.5	0.4	11.4	0.7	0.9	0.5	53.4	2.0	15.4	10.0	15.6	13.1
Селективные (неколонизированные)												
* <i>Thalassiosira variabilis</i> var. <i>variabilis</i>	0.6	-	1.4	0.09	1.3	0.3	0.5	0.3	0.05	0.2	0.05	0.05
* " <i>capitata</i> var. <i>Capitata</i>	0.2	0.2	0.5	0.08	1.01	0.2	0.2	0.3	0.3	0.9	0.9	0.02
* <i>Spirulina cordicollis</i>	0.1	1.7	0.3	2.2	6.8	50.9	30.9	39.7	12.9	93.5	133.6	3.5
** <i>Bacillariae laevisiformis</i> var. <i>Laevisiformis</i>	2.1	10.07	10.6	3.6	3.9	2.9	0.7	2.3	2.07	0.6	0.8	0.2
** " <i>Crassa</i>												
Селективные (неколонизированные)												
* <i>Diatoma thalassinum</i> var. <i>thalassinum</i>	76.8	38.7	48.2	65.9	46.5	15.3	4.6	3.5	0.5	2.6	0.1	0.4
* <i>Syringodium heterophyllum</i> var. <i>heterophyllum</i>	13.3	0.33	0.13	0.28	0.01	0.6	0.08	0.04	0.04	0.03	0.005	-
** <i>Algenia elongata</i> var. <i>Elongata</i>	163.6	3.8	1.1	2.05	0.9	0.09	2.8	3.6	1.2	0.6	2.5	0.1
Прецифические (неколонизированные)												
* <i>Microcoleus punctatus</i> var. <i>punctatus</i>	110.2	100.4	197.8	95.1	35.8	45.3	28.5	18.4	16.3	5.6	6.1	0.8
*** <i>Gomphosphaeria leucostoma</i> var. <i>leucostoma</i>	3.9	1.8	0.6	0.7	0.4	0.4	0.3	0.1	0.1	0.2	0.1	0.006
*** <i>Dictyosphaerium divaricatum</i> var. <i>var.</i>	1.6	1.2	3.7	0.6	1.2	4.2	0.3	0.3	0.1	0.2	0.1	0.02
**** <i>Phaeocystis</i>												
* <i>Syringodium</i> sp. **	35.4	6.6	7.7	2.8	1.7	0.3	0.4	-	0.8	-	-	-
* <i>Zygnema alga</i> (?)	30.8	6.6	2.4	0.204	0.008	-	0.002	-	-	-	-	-
* <i>Cladophora</i> sp. <i>lomentaria</i> var. <i>lomentaria</i>	0.1	0.06	0.04	0.02	0.02	0.07	-	-	-	-	-	-

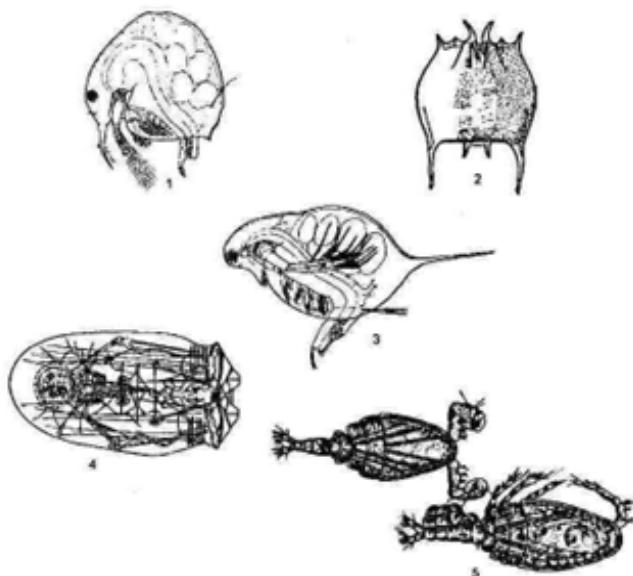


Рис. 5.

1 - *Bosmina longirostris* V. *brevicornis*; 2 - *Brachionus quadridentatus* Hecmann; 3 - *Daphnia longispina*; 4 - *Asplanchna priodonta*; 5 - *Halicyclops sargi* Akadova
(самец и самка)

Уменьшение притока биогенных элементов через первичную продукцию влияет на обеспеченность пищей и продуктивность последующих трофических уровней. Так, например, отмечена прямая зависимость между выносом фосфатов и биомассой зоопланктона в июне и августе и между выносом минерального растворенного азота и биомассой зоопланктона в августе (Курашова, 1971).

Органическое вещество, создаваемое фитопланкtonом, трансформируется по пищевой цепи в объекты промысла через жизнедеятельность популяций относительно небольшого числа видов. Второе и третье звенья трофической цепи представлены зоопланкtonом - растительноядным и хищным.

Зоопланктон Северного Каспия, включающий, согласно Е.К. Курашовой, более 100 видов, представлен в основном следующими группами: Copepoda, Cladocera, Rotatoria и Lamelibranchiata.

Сезонная динамика каждой группы имеет свои характерные особенности.

Сезонные колебания численности отдельных видов зоопланктона определяются главным образом изменением температуры и объема речного стока, а также условиями питания и выеданием их последующими звенями трофической цепи.

Группа Copepoda, состоящая большей частью из эвригалинных и морских видов, имеет максимальные численность и биомассу ранней весной и поздней осенью, в периоды наименьшего объема речного стока. В июне снижение биомассы веслоногих ракообразных происходит вследствие исчезновения среднекаспийских видов - *Euritemora grimmi*, *Limnocalanus grimaldii*. Летом биомасса Copepoda падает, но общая биомасса зоопланктона увеличивается, благодаря бурному развитию ветвистоусых раков и коловраток, представленных преимущественно пресноводными и солоноватоводными формами. Летнее возрастание биомассы кладоцер происходит в основном за счет олигогалинных форм пресноводного происхождения; в группе коловраток по биомассе доминирует хищный вид *Asplanchna priodonta*.

В западной части Северного Каспия зоопланктон в количественном отношении богаче, чем в восточной (биомасса зоопланктона на западе бывает в 2-4 раза выше). Особенно резко уменьшается биомасса зоопланктона в восточной части моря летом, что связывается рядом авторов с выеданием его рыбами (Кушнаренко и др., 1975). На западе такого резкого падения биомассы зоопланктона не наблюдается, что объясняется высоким объемом биостока Волги в эту часть Каспийского моря (Горбунов, 1976).

По способу питания в зоопланктоне Северного Каспия можно выделить следующие группы:

-хищники (*Asplanchna priodonta*, *Halycyclops*, *Macrocyclops*, *Acantocyclops*, *Mezocyclops*);

-фитофаги (большинство Cladocera, мелкие Rotatoria, ряд видов Copepoda);

-эврифаги (*Poliphemidae*, личинки *Balanus*, *Synchaeta* sp., *Eucyclops*, *Microcyclops*, *Macrocyclops distinctus*);
-детритофаги (*Calanipeda aguaedulcis*).

Весной и летом большую часть биомассы хищников составляет коловратка *A.priodonta*, причем на западе биомасса возрастает относительно равномерно, что является, по-видимому, следствием благоприятных температурных и кормовых условий. На востоке рост биомассы хищников летом наблюдается не всегда и может прекращаться в июне, когда биомассы всех других групп зоопланктона очень низкие. Осенью биомасса хищных зоопланктеров по сравнению с летом увеличивается, но уже за счет другого вида - *Halicyclops sarsi*.

Биомасса фитофагов на западе возрастает от апреля к августу.

Осенью количество фитофагов уменьшается из-за выедания их хищниками. На востоке Северного Каспия картина изменения биомассы фитофагов повторяет описанную.

Численность эврифагов, имеющих большие значения биомассы весной и летом, осенью, как правило, резко уменьшается. Последнее связано с особенностями жизненного цикла моллюсков.

Сезонная динамика численности детритофага *Calanipeda aguaedulcis* аналогична таковой фитофагов, так как при наличии фитопланктона ракоч может потреблять и водоросли, хотя в их отсутствие питается только детритом.

В целом состояние зоопланктона определяется комплексом факторов, главные из которых: температура воды, обеспеченность кормом, численность потребителей (Куделина, Журавлева, 1963). При повышении температуры воды увеличивается скорость всех метаболических процессов в организме (рост, развитие, питание), а также ускоряется минерализация органического вещества в море, в результате чего вода обогащается питательными солями, необходимыми для развития кормового фитопланктона. Прямой связи между биомассами фитопланктона и зоопланктона часто не обнаруживается (Карпевич, 1960), поскольку не все водоросли могут быть потреблены фитофагами. Например, как отмечает Е.Н. Куделина (1959), в годы обильного развития фитопланктона зоопланктон развивается слабо, так как основную массу планктона в большинстве случаев со-

ставляет почти не съедобная для зоопланктона *Rizosolenia*.

Наиболее благоприятная пища для фитофагов - мелкие диатомовые и динофлагелляты, особенно *Exuviaella cordata*, служащая основным кормом многим ракообразным и моллюскам Каспийского моря (Бабаев, 1955).

Фитофаги, являясь, с одной стороны, пищей для последующих звеньев трофической цепи, с другой стороны, представляют собой важный компонент биогенных циклов, где они могут играть двойственную роль – продуцируя фекальные массы, обеспечивать бактериальное сообщество органикой, которая последовательно преобразуется в неорганические биогены, а кроме того, экскреция биогенов идет вследствие высокой метаболической активности.

Из вышеприведенного следует, что мониторинг состояния зоопланктона в Северном Каспии должен быть нацелен прежде всего на зоопланктеров-фитофагов, поскольку они обеспечивают основной энергетический поток с первого на второй трофический уровень в экосистеме этой части моря.

Особый интерес для нашей работы представляют материалы, касающиеся отношения различных видов зоопланктона к солености воды. Такие исследования были впервые выполнены Л.А. Лесниковым и Р.П. Матвеевой (1959), а их уточнение осуществлено Е.К. Курашовой и В.И. Кузьмичевой (1991). В результате было установлено, что все организмы зоопланктона хотя бы в единичных экземплярах встречаются в интервале солености 0-13‰, характерном для вод Северного Каспия. В то же время максимум численности пресноводных организмов отмечен при солености 0-1‰, слабосолоноватоводных - при 1-2 и 2-3‰, морских - при 9-10 и 12-13‰. У животных этих групп максимумы численности и частоты встречаемости (табл. 21) регистрируются в каком-либо одном интервале солености.

Особенностями эвригалинных организмов являются наличие нескольких пиков численности, наиболее широкий интервал солености, в котором сохраняется значительная численность, и значимые концентрации во всем исследованном диапазоне солености воды (0-13 г/л). Частота встречаемости эвригалинных видов обычно бывает максимальной при солености 10-11‰ и не совпадает, как у других групп организмов, с максимумом численности.

Таблица 21

Распределение организмов планктона в зонах разной солености
в Северном Каспии

Комплексы, организмы	Максимум встречаемости		Пределы встречаемости, %	
	экз./м ³	%	Куранова, 1991	Лесников и др., 1959
Пресноводные				
<i>Brachionus angularis</i>	450	5	0-1	2-8
<i>Chydorus spaeratus</i>	857	17	0-6	1-5
<i>Diaphanosoma brachium</i>	358	10	0-6	1-7
<i>Alona rectangula</i>	998	9	0-8	1-8
<i>Keratella cochlearis</i>	232	6	0-9	1-10
<i>Bosmina longirostris</i>	510	18	0-11	1-5
<i>Brachionus calyciflorus</i>	1864	15	0-12	1-13
<i>Notholca acuminata</i>	669	13	0-13	1-5
Слабосолоноватоводные				
<i>Polarira</i> sp.	1582	32	0-13	1-9
<i>Heterocope caspia</i>	1794	40	0-13	1-12
<i>Euchlanis puriformis</i>	42	3	0-9	-
<i>Moina rectirostris</i>	988	14	0-8	1-6
<i>Cornigerus macoticus</i>	156	10	0-13	1-13
<i>Brachionus quadric.</i>	7482	30	0-13	1-13
<i>Filinia longisetosa</i>	2748	41	0-13	1-9
<i>Harpacticoudae</i>	727	23	0-13	-
<i>Keratella quadrata</i>	11028	55	0-13	1-9
<i>Asplanchna priodonta</i>	9304	60	0-13	1-9
<i>Cyclops</i> sp.	1662	28	0-13	1-16
Зарегалинныe				
<i>Calanipeda a.dulecis</i>	2909	71	0-13	1-19
<i>Synchaeta stylata</i>	6808	72	0-13	1-19
<i>Halicyclops sarsi</i>	14771	88	0-13	0-16
<i>Podoneuadne trigona</i>	1785	62	0-13	1-12
<i>P. camptonyx</i>	252	34	0-13	2-19
Морские				
<i>Synchaeta</i> sp.	10964	66	0-13	1-19
<i>Cercopagis</i> sp.	82	4	2-13	1-10
<i>Evadne anonyx</i> def.	40	14	3-13	13
<i>Polisemus exiguis</i>	603	46	0-13	8-13
<i>Limnocalanus grimaldii</i>	47	4	12-13	11-13

В плане нашей работы чрезвычайно важно оценить значение различных экологических групп зоопланктона в формировании его общей численности и биомассы. Такого рода исследования

проводились Е.К. Курашовой и А.А. Асейновой (1991). При этом авторами было показано, что в западной части Северного Каспия доля организмов пресноводного комплекса как в общей численности, так и в биомассе зоопланктона превышает 90%. Напротив, в восточной части моря пресноводные организмы развиваются слабее, и здесь по указанным выше параметрам доминируют (свыше 60%) представители воднобоговодного и морского комплексов. Следует подчеркнуть, что в Северном Каспии соотношение экологически различных комплексов планктона с каждым годом меняется. Однако тенденция доминирования пресноводных форм в западной части моря и морских в восточной остается практически неизменной (табл. 22).

Таблица 22
Биомасса экологических комплексов Северного Каспия (иконь)

Комплекса и группы	1984						Средняя за 1980-1987 гг.
	1978/1979	1980	1981	1982	1983	1987	
Западный район, %							
Биомасса, г/м ³	0,53	0,38	0,58	1,0	0,7	2,03	0,98
Пресноводный	29,3	77,3	66,6	70,4	66,7	50,5	73,7
Солончаковый	26,9	8,9	4,7	6,9	13,3	3,6	7,9
Морской	32,8	13,3	30,6	21,1	19,7	5,5	18,1
Чистота пляжа	0,5	0,2	0,5	0,1	0,3	0,3	
Восточный район, %							
Биомасса, г/м ³	0,1	0,08	0,1	0,1	0,05	0,21	0,13
Пресноводный	7,6	0,1	5,5	9,7	8,7	22,2	12,1
Солончаковый	42,6	37,2	37,3	22,9	20,7	56,5	50,5
Морской	49,3	50,9	57,2	50,7	51,1	21,2	36,5
Чистота пляжа	0,4	1,1	—	0,7	0,4	1,7	0,9

Таким образом, с целью охраны большей части кормового зоопланктона нефтегазработки в западной части Северного Каспия должны быть сориентированы на районы с соленостью более 8‰. Территория, ограниченная изюгалиной 8‰, должна быть особо охраняемой. В восточной части доминирующие виды зоопланктона относятся в основном к солончаковому и морскому комплексам, поэтому разведка и добыча здесь нефти также негативно отразятся на развитии этой важной группы организмов.

Бентос

Выбор бентоса при биологическом мониторинге в качестве индикатора степени возможного нефтяного загрязнения Каспийского моря основан на его биологических характеристиках - отно-

сительно низкой подвижности и значительной продолжительности жизни (Бурдин, 1985). Бентосные организмы являются основными тест-объектами многих систем бионидикации (Тарасов, 1998; Washington, 1984).

Главная сложность при использовании бентоса в качестве объекта биомониторинга шельфа Каспийского моря заключается в генетической неоднородности бентофауны различных физико-географических районов Северного Каспия.

С зоогеографической точки зрения авандельта Волги относится к Палеарктической области, а Северный Каспий занимает две провинции Понто-Каспийской солоноватой области (Старобогатов, 1970).

Свообразие каспийской донной фауны определяется в первую очередь фауной моллюсков и ракообразных. Эндемизм этих групп составляет 65,4 и 87,2% соответственно. Ниже мы дадим их краткую экологическую характеристику.

Класс Малощетниковые черви. В бентосе исследуемого района отмечено 59 видов олигохет (Финогенова, 1976; Кудрявцев, 1978). Малощетниковые черви - одна из основных групп бентоса предустьевого пространства Северного Каспия. Они входят в состав всех донных комплексов, но особенно многочисленны на цистичных грунтах.

Класс Многощетниковые черви. Многощетниковые черви представлены двумя видами: *N. inyalida* обычен, ареал *N. Kowalevsky* более узок, однако данный вид имеет очень широкое распространение в Северном Каспии, как и акклиматизант *N. diversicolor*. Массовое развитие мезобентосной нодихеты *M. caspia* отмечено только в восточной части моря. Вышеназванные нодихеты населяют разнообразные грунты (от ракушечных до черных илов с запахом сероводорода).

Класс Высшие ракообразные. Высшие ракообразные в морской зоне дельты и Северном Каспии представлены 103 видами из отрядов Mysidacea, Cumacea, Amphipoda, Isopoda, Decapoda (рис.6).

Мизиды являются оксифильтральной группой, их скопления обнаруживаются на хорошо проточных и аэрируемых акваториях. Линь *P. lacustris* и *L. benedeni* встречаются на участках, заросших макрофитами, что вполне согласуется с их экологией и биологией (Ослепчиков, 1959, 1962, 1966).

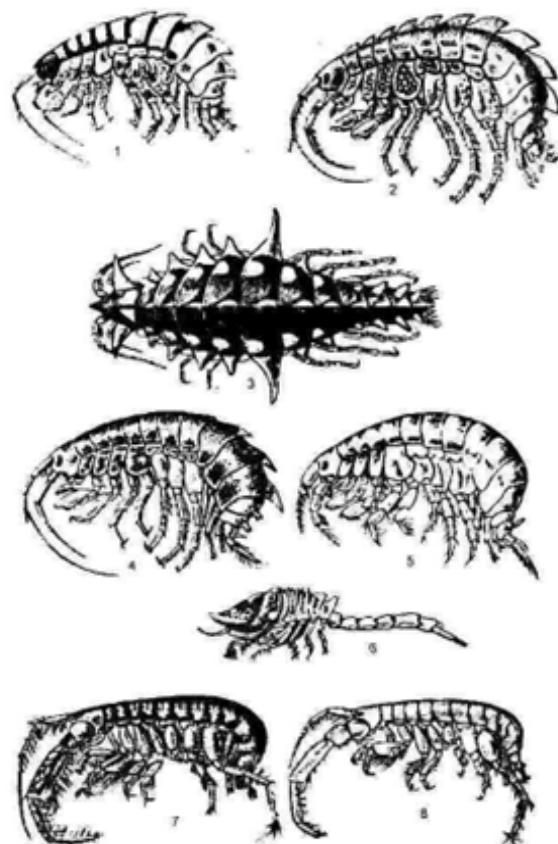


Рис. 6.
1 - *Amathillina affinis*, 2 - *A. spinosa*. 3 - *Axelboeckia spinosa*.
4 - *Dikerogammarus caspius*, 5 - *Niphargoides maeoticus*.
6 - *Pterocuma rostrata*, 7 - *Corophium nobile*.
8 - *C. monodon*.

Кумовые раки представлены 16 видами, широко распространены по всему Северному Каспию и в дельтовых водоемах, только в условиях интенсивного зарастания, слабой проточности и заполнения дна они немногочисленны. Бокоплавы представлены 51 видом, причем примерно треть их составляют *Niphargoides*. Значительное видовое разнообразие этого рода, очевидно, связано с присутствием в донных отложениях большого количества растительного детрита. Еще А.В. Марынов (1925) писал о том, что вся организация инфаризована приспособлена для жизни среди растительных остатков. Многочисленны также представители фитофильного комплекса - *D. caspius*, *G. warpaczowskii*, *Cim. costata*, *Grn. pusilla*.

Корефии в исследуемом районе представляет 8 видов, из которых наиболее массовый - *C. circumscriptum*, а в Северном Каспии - еще и корефий нобилия. Некоторые биологические и экологические особенности корефинид (отношение к солености, грунтам, плодовитость, питание) изучены В.Ф. Осадчих (1963, 1971).

Представитель равногоних, мезобентосная изюнода *J. sarsi caspica* в массовых количествах обнаружена только на границе со Средним Каспием.

Из десятионих ракообразных чаще всего встречается атлантический аукклиматизант - краб *R. harrisii*. Десятионие раки рода *Amaenus*, относящиеся к понто-каспийскому комплексу, широко распространены в Северном Каспии, плотность их скоплений здесь невелика. Атлантические акклиматизанты - креветки *L. adspersus* и *L. elegans* обитают на акваториях, прилегающих к Среднему Каспию.

Класс Насекомые. Насекомые составляют значительную часть донной фауны дельты и авантельты Волги. В энтомофауне отмечено 110 видов, принадлежащих к 7 отрядам (Емелинина, 1970). Наиболее многочисленны представители отрядов двукрылых, поденок, ручейников. На отдельных участках дельты могут доминировать личинки стрекоз, водяные жуки и полужесткокрылые - клопы. Этот класс в Северном Каспии малочислен и существенной роли в донных биоценозах не играет.

Тип Моллюски. В Северном Каспии обитают двусторонние моллюски понто-каспийского комплекса родов *Didinea*, *Pyranis*, *Dreissena* (рис.7).



Рис. 7.

- 1 - *Mytilaster lineatus*, друза; 2 - *M. lineatus*, отдельная особь;
- 3 - *Dreissena polymorpha polymorpha*, отдельная особь;
- 4 - *D. polymorpha polymorpha*, друза;
- 5 - *Hicodoxus pallasi*, вид с завитка; 6 - *Th. pallasi*, вид с устья;
- 7 - *Didacna trigonoides trigonoides*; 8 - *D. barbottemarnyi*;
- 9 - *Cerastoderma lamareki*; 10 - *Hypanis angusticostata polymorpha*;
- 11 - *Hypanis viarea vitrea*; 12 - *Abra ovata*

Из средиземноморских видов наиболее распространены за пределами предельного пространства Води и *C. lamarki* (внешний новокаспийского времени), акклиматизант *A. ovata*, аутоакклиматизант *M. lineatus*. Из брюхоногих моллюсков часто встречается *Th. pallasi*, реже - многочисленные виды семейства *Pirgulidae*.

Влияние факторов среды на распределение бентосных организмов. Для биоценозов Северного Каспия характерны следующие виды: лидакина треугольная (*D. trigonoides*), Барбот-де Марии (*D. barbodemarnyi*), дрейссена, все представители подрода *Adacna*, *H. Angusticostata* из подрода *Monodacna*, сердцевилка (*C. lamarki*), абра (*A. ovata*), митилиастер, из ракообразных - короффий нобия, *C. curvispinum*, *Gm. pusilla*, виды подрода *Stenammarus*, *p. Pterocoma*, реже - баланус (*B. Improvisus*).

До падения уровня моря к 50-м годам XX века более половины биомассы бентоса формировали кардииды (Осадчих, 1965, 1968, 1973).

Соленость, кислородный режим и тип грунта являются основными естественными абиотическими факторами, определяющими состав, распределение и продуктивность бентоса.

На связь северокаспийских донных сообществ с определенными зонами солености указывали многие авторы (Чутупов, 1923; Зенкевич, 1947; Виноградов, 1959 и др.), но распределение отдельных видов и особенно надвидовых таксонов, входящих в различные биоценозы, гораздо шире (табл. 23).

Смена пресноводных бентонозов слабосолоноватоводными, а затем солоноватоводными происходит в зоне распространенных вод и хореогалишной зоне. Резкое уменьшение биомассы и видового разнообразия при солености 2-8‰ обусловлено тем, что редкие пресноводные виды выдерживают осолонение выше 2‰, и немногие каспийские эндемики и реликты (включая ракообразных, полихет и некоторых моллюсков) могут переносить соленость менее 8‰ (Зенкевич, 1947).

Для целей нашей работы чрезвычайно важно установить связь между соленостью воды, типом грунта и состоянием бентоса Северного Каспия.

Проведенный ранее анализ (Осадчих и др., 1984) показал, что общая биомасса бентоса увеличивается с ростом солености воды (табл. 24).

Таблица 23

Отношение различных групп бентоса Северного Каспия к солености

Группа	Соленость, ‰	Примечание
Гидробиота	0-13	При солености менее 2‰, редки
Солончаки	0-13	При солености выше 2‰, отмечается резкое снижение численности и биомассы
Бентосные (переплав)	0-13	В распространенной зоне (0-2‰) личинка откладывает яйца на водоросли способ
Моллюски		В распространенной зоне попадаются единичные представители пресноводных моллюсков
Диатомы	5-13	
Хищники	1-6	
Дрессированные	0-13	
Моногастронии	3-12	Цветная моногастра <i>M. Colorata</i> не встречается при солености более 2‰
Среднеколюморные моллюски	7-13	
Высшие ракообразные		
Мидии	0-13	
Амфибия	0-13	
Крупные раки	0-13	
Раки	0-13	
Креветки	2-13	
Крабы	2-13	
Насекомые		
Норковчики	0-13	При солености более 2‰, редки
Жесткокрылые	0-13	За пределами пресных вод встречаются только единичные экземпляры
Подглубокоречные	0-17	
Ручейники	0-3	
Четырехкрылые	0-2	

Таблица 24

Распределение общей биомассы бентоса Северного Каспия в зависимости от солености воды и типа грунта, г/м²

Тип грунта	Соленость				
	менее 2‰	2-5‰	5-8‰	8-12‰	более 12‰
Песок с ракушкой	32,3	28,69	22,95	78,64	123,51
Ракушка с илом	54,86	31,97	34,59	61,19	119,39
Ил с песком	55,31	45,98	81,92	62,11	164,86
Ил	26,41	19,0	116,86	86,75	197,33

Тип грунта влияет на биомассу по-разному при разных соленостях: при солености более 5‰, биомасса увеличивается с умень-

шением размера частиц (от песка с ракушкой к илам). При малых соленостях влияния не обнаруживается.

Рассмотрим далее связь между типом грунта, соленостью воды и биомассой основных кормовых объектов рыб в Северном Каспии. Если судить по распределению биомассы *Abra ovata*, этот вид предпочитает ил с песком и среднюю соленость 5-8‰, однако довольно широко встречается на других грунтах и при другой солености (табл. 25).

Таблица 25

Распределение биомассы абы в Северном Каспии в зависимости от солености воды и типа грунта, г/м² (числитель – общая биомасса, знаменатель – частота встречаемости)

Тип грунта	Соленость				
	менее 2‰ _{об}	2-5‰ _{об}	5-8‰ _{об}	8-12‰ _{об}	более 12‰ _{об}
Песок с ракушкой	15,29±0,12	11,85±0,24	7,35±0,51	12,92±0,79	10,90±0,71
Ракушка с илом	8,41±0,15	17,97±0,30	22,27±0,68	33,72±0,87	16,26±0,84
Ил с песком	19,10±0,44	38,05±0,38	155,34±0,50	42,45±0,94	46,99±0,86
Ил	2,10±0,18	2,42±0,25	90,56±1,01	2,57±1,0	8,39±1,0

Более определенные тенденции обнаруживает анализ частот встречаемости. Частоты стабильно увеличиваются с ростом солености, причем при солености более 8‰_{об} они близки к 1. Наблюдается некоторое увеличение частот с уменьшением размера частиц грунта (при солености более 5‰_{об}).

Для *Cerastoderma* выявлено значительное увеличение биомассы с ростом солености, предпочтения того или иного грунта не прослеживается (табл. 26).

Таблица 26

Распределение биомассы церастодермы в зависимости от солености воды и типа грунта, г/м²

Тип грунта	Соленость				
	менее 2‰ _{об}	2-5‰ _{об}	5-8‰ _{об}	8-12‰ _{об}	более 12‰ _{об}
Песок с ракушкой	18,97	2,00	3,8	15,44	9,36
Ракушка с илом	0,08	2,15	5,77	7,70	19,03
Ил с песком	4,50	7,20	-	9,49	14,34
Ил	0,01	-	23,40	2,14	85,35

Дисперсионный анализ логарифмов биомасс показал значимую связь типа грунта и величины солености: при высоких соленостях вид предпочитает мелкозернистые (ил, ил-ракушка), а при более низких - крупнозернистые (ракушка) грунты.

Mytilaster, согласно табл. 27, тяготеет к воде с высокой соленостью.

ностью и грунтам с крупными частицами.

Таблица 27

Распределение биомассы митилястера в зависимости от солености воды и типа грунта, г/м² (числитель – биомасса, знаменатель - частота встречаемости)

Тип грунта	Соленость				
	менее 2%	2-5%	5-8%	8-12%	более 12%
Песок с ракушкой	41,89 0,05	3,36 0,09	0,27 0,15	48,51 0,39	30,33 0,94
Ракушка с илом	6,34 0,12	4,0 0,04	9,02 0,18	49,33 0,11	48,01 0,71
Ил с песком	1,22 0,04	-	-	0,03 0,06	67,27 0,71
Ил	-	0,01 0,25	-	9,81 0,50	2,28 1,0

Большой разброс биомассы скрывает указанную выше зависимость, однако анализ частот встречаемости ее полностью подтверждает.

Dreissena polymorpha предпочитает невысокие солености и крупнозернистые грунты. Характерно, что при самых малых соленостях обнаруживается безразличие к смеше грунта, при наиболее крупнозернистых грунтах – безразличие к изменению солености (табл. 28).

Таблица 28

Распределение биомассы дрейссены в зависимости от солености воды и типа грунта, г/м²

Тип грунта	Соленость				
	менее 2%	2-5%	5-8%	8-12%	более 12%
Песок с ракушкой	1,03	8,59	2,13	3,03	1,98
Ракушки с илом	7,79	7,11	1,25	2,81	0,25
Ил с песком	1,32	0,01	0,78	-	-
Ил	6,12	0,22	0,01	0,01	-

Двусторчатый моллюск *Dreissena polymorpha* (Pall), потребляясь почти всеми видами рыб, играет исключительную роль в питании воблы. В 30-е годы в рационе воблы дрейссена составляла 60% по массе (Желтенкова, 1939; Шорыгин, 1952). Преобладание (52,4%) дрейссены в питании воблы было отмечено и в 40-е годы (Бирштейн, 1952). В 1970-1982 гг. ее значение в питании воблы снижалось (3-40%), но она по-прежнему остается одним из излюбленных видов корма для воблы и леща (Белова, Попова, 1985).

Выше уже отмечалось, что этот вид предпочитает малые солености и практически безразличен к типу грунта. Это доказывают и материалы по влиянию на развитие дрейссены солености Каспийского моря (табл. 29).

Таблица 29
Изменение биомассы дрейсены, ее ареала и солености воды в Северном Каспии
(по Осадчих, 1963, 1987)

Периоды	Средняя биомасса, т/км ²	Биомасса в море				Биомасса в озере				Соленость воды			
		Баренцево м.	Ладожское оз.	Балтийское оз.	Белое м.	Балтийское	Балтийское	Балтийское	Балтийское	Балтийское	Балтийское	Балтийское	Балтийское
1935	9,38	4,3	270,3	10,6	8,42	7,6	324,8	—	8,84	4,5	6,1	58,5	146,8
1937-1940	10,48	6,9	48,9	—	10,97	6,7	30,0	—	10,79	6,7	6,7	—	—
1940-1949	8,12	2,2	173,1	—	5,34	6,3	270,3	—	6,62	3,9	5,0	—	—
1950-1959	9,12	2,7	97,7	9,1	7,20	2,6	69,5	13,7	8,26	7,8	6,6	28,5	28,5
1957-1961	8,84	1,1,7	45,2	14,3	5,70	3,6	64,3	12,8	7,61	8,6	4,60	—	—
1962-1974	4,28	1,8	53,3	6,94	1,8	14,8	7,6	8,39	1,9	845,7	1,9	1,9	1,9
1975-1978	10,28	1,3	21,7	5,1	0,62	0,6	8,4	3,3	10,00	1,1	27,8	8,5	—
1979-1985	8,90	4,1	36,7	6,6	6,62	1,1	16,6	4,3	8,43	3,1	4,1	16,4	—

По сравнению с 1935 г. биомасса дрейссены за период 1937-1940 гг. уменьшилась в Северном Каспии в 8 раз, в его восточном районе – в 10 раз. По мнению А.А. Шорыгина (1945), столь значительное сокращение численности дрейссены в эти годы было вызвано резким осолонением морских вод. Соленость воды повысилась местами на 3,5‰, а в восточном районе - на 7‰. В среднем за 1937-1940 гг. она составила более 10‰. В последующие годы соленость заметно понизилась (до 6,65‰), и запасы дрейссены вновь восстановились.

На примере дрейссены можно наглядно продемонстрировать как некоторую положительную, так и отрицательную роль фактора зарегулирования стока Волги сначала у Куйбышева, а затем у Волгограда. Первые годы зарегулирования совпали с периодом большой водности. Такие годы, как 1955, 1957, 1968, характеризовались высоким стоком реки. Уровень моря в этот период стабилизировался, соленость снизилась до 6,7‰. Одновременно заметно возросла интенсивность развития дрейссены. Ее обилию способствовало улучшение трофических условий, так как при заполнении водохранилищ из вновь залитых земель вымывались питательные соли (Зенин, 1965), и на базе этих биогенов развивался фитопланктон, который служит дрейссене пищей. Биомасса фитопланктона весной в 1957-1961 гг. составила 2,3 г/м³ против 1,1 г/м³ в 1936-1941 гг. (Усачев, 1948). Довольно значительным был в указанные годы вынос в море органического вещества, которым дрейссена может питьться. В продолжение весеннего половодья в 1957-1961 гг. его было вынесено более 9 млн.т (табл. 30).

Таблица 30
Биомасса фитопланктона и количество вынесенного Волгой в половодье взвешенного вещества

Годы	Биомасса фитопланктона, г/м ³	Вынос взвешенного вещества, млн. т
1953-1956	-	12,2
1957-1961	2,3	9,1
1962-1974	1,1	6,1
1975-1978	1,3	1,5
1979-1985	-	6,7

Средняя биомасса дрейссены в 1957-1961 гг. была в 2-3 раза выше, чем в 1941-1956 гг., и в 1,5 раза выше, чем в

1935 г. При этом рост биомассы наблюдался только в западном районе Северного Каспия, находящемся под непосредственным воздействием стока Волги.

По сравнению с 1935 г. биомасса дрейссены увеличилась в западном районе более чем в 4 раза. Однако ее запас в целом по Северному Каспию немного не достиг уровня 1935 г., что связано с сокращением площадей поселений, главным образом в восточном районе моря (более чем вдвое).

В 1961 г. биомасса дрейссены уменьшилась и держалась на низкой отметке практически до конца 70-х годов. Вероятно, в 60-е годы стало проявляться влияние зарегулирования стока Волги. Тогда ухудшились почти все параметры гидрологического и гидрохимического режима, начиная с водности Волги. За 17 лет только три года оказались многоводными (1966, 1970 и 1974 гг.), а 1975-1978 гг. были чрезвычайно маловодными, что позволило выделить их в особый период. Уменьшение пресного стока повлекло за собой осолонение вод Северного Каспия – в 1975-1978 гг. соленость достигла более 10‰ (Катунин, 1986). Вдвое по сравнению с 1957-1961 гг. уменьшилась биомасса фитопланктона. Сократилось поступление в море взвешенного органического вещества, особенно резко (в 6 раз) в маловодные 1975-1978 гг.

Ареал дрейссены сделался в 2-3 раза меньше, чем в 1957-1961 гг. В 8 раз снизилась ее биомасса на единицу площади, что привело к уменьшению ее запаса до минимальных за весь период наблюдений величин. Особенное мало дрейссены стало в восточном районе Северного Каспия, который в 1935 г. и в 40-е годы был значительно богаче этим видом, чем западный.

В дальнейшем повышение водности Волги способствовало уменьшению солености Северного Каспия и обогащению его вод взвешенным органическим веществом, что, в свою очередь, сказалось на развитии дрейссены, количество которой по всему Каспию увеличилось почти вдвое.

Вышеизложенное убедительно доказывает, что развитие важнейшего кормового моллюска – дрейссены определяется главным образом соленостью вод Северного Каспия, однако и биосток Волги может оказывать на этот процесс существенное влияние.

Для *N. angusticostata* характерно равномерное распределение биомассы при солености 12 или менее промилле и довольно резкий ее рост при большей (табл. 31).

Таблица 31
Распределение биомассы *H. angusticostata* в зависимости от солености воды и типа грунта, г/м²

Тип грунта	Соленость				
	менее 2‰	2-5‰	5-8‰	8-12‰	более 12‰
Ракушка с песком	6,28	10,96	5,51	12,46	30,11
Ракушка с илом	9,70	5,66	4,54	7,53	11,42
Ил с песком	10,50	13,36	10,93	3,84	15,12
Ил	7,23	1,75	4,15	1,67	45,34

Другой вид - *H. Vitrea*, напротив, предпочитает малые солености и крупнозернистые грунты.

Судя по распределению биомассы *D. trigonoides* в Северном Каспии, этот вид, обитая на крупнозернистых грунтах, отдает предпочтение высоким соленостям, на мелкозернистых – малым соленостям (табл. 32).

Таблица 32
Распределение биомассы *D. trigonoides* в зависимости от солености воды и типа грунта, г/м²

Тип грунта	Соленость				
	менее 2‰	2-5‰	5-8‰	8-12‰	более 12‰
Ракушка с песком	10,28	2,39	9,89	33,97	32,57
Ракушка с илом	-	1,71	9,85	9,38	17,66
Ил с песком	17,76	-	-	15,11	14,89
Ил	4,90	3,29	-	6,16	-

Представители класса Oligochaeta встречаются повсеместно, но лучше развиваются в воде низкой солености и на иле с песком (табл. 33).

Таблица 33
Распределение биомассы олигохет в зависимости от солености воды и типа грунта, г/м²

Тип грунта	Соленость				
	менее 2‰	2-5‰	5-8‰	8-12‰	более 12‰
Ракушка с песком	10,28	2,39	9,89	33,97	32,57
Ракушка с илом	-	1,71	9,85	9,38	17,66
Ил с песком	17,76	-	-	15,11	14,89
Ил	4,90	3,29	-	6,16	-

Семейство Corophiidae не обитает на илистом грунте, остальные же три типа осваивает примерно одинаково (табл. 34).

Таблица 34
Распределение биомассы корофинид в зависимости от солености
воды и типа грунта, г/м²

Тип грунта	Соленость				
	менее 2‰	2-5‰	5-8‰	8-12‰	более 12‰
Ракушка с песком	0,78	3,20	3,07	2,36	3,97
Ракушка с илом	3,86	8,69	3,85	2,74	2,74
Ил с песком	1,00	0,16	0,86	4,82	4,44
Ил	2,91	1,64	-	2,59	-

Организмы класса **Gammaridae** в Северном Каспии селятся в основном на крупнозернистых грунтах и на участках моря с малой соленостью. На мелкозернистых грунтах с изменением солености их биомасса остается прежней (табл. 35).

Таблица 35
Распределение биомассы гаммарид в зависимости от солености
воды и типа грунта, г/м²

Тип грунта	Соленость				
	менее 2‰	2-5‰	5-8‰	8-12‰	более 12‰
Ракушка с песком	4,47	2,10	1,27	1,58	1,18
Ракушка с илом	6,43	1,35	0,58	0,86	1,36
Ил с песком	1,51	2,50	0,39	0,13	0,90
Ил	0,61	3,40	1,04	2,05	0,13

Что касается балануса, то этот вид многочислен в районах с высокой соленостью, а от типа грунта его биомасса не зависит. Высокие солености предпочитает и нерис, однако для него более приемлем мелкозернистый грунт. Краб явно предпочитает высокие солености и крупнозернистые илы (табл. 36).

Таблица 36
Распределение биомассы краба в зависимости от солености воды
и типа грунта, г/м²

Тип грунта	Соленость				
	менее 2‰	2-5‰	5-8‰	8-12‰	более 12‰
Ракушка с песком	-	-	7,5	2,64	5,25
Ракушка с илом	0,76	-	0,07	3,92	0,22
Ил с песком	-	-	-	0,1	-
Ил	-	-	-	-	-

Как выяснилось, для большинства бентосных организмов добыва углеводородного сырья будет иметь самые неблагоприятные последствия, вне зависимости от мест бурения.

Уточнение недопустимых районов расположения вышек в Северном Каспии потребовало изучения распространения бентосных организмов по глубинам (табл. 37).

Таблица 37

Распределение основных групп донных организмов по глубинам, г/м²

Виды	Западный район			Восточный район		
	Глубины, м					
	до 2	3-6	6-10	3	3-6	6
Черви	3,3	15,3	14,7	2,2	6,4	13,1
Моллюски	5,5	58,7	352,0	8,1	23,0	22,7
Ракообразные	9,4	11,0	1,2	5,8	4,4	6,1
Итого:	18,6	86,1	91,5	11,4	22,3	14,7

Полученные данные свидетельствуют о том, что с увеличением глубин биомасса бентосных организмов возрастает. Конкретные цифры в разные годы могут колебаться, но тенденция постоянна.

Перед подведением итогов данной главы следует еще раз отметить основные особенности распределения кормового бентоса (табл. 38).

Большинство наиболее ценных моллюсков обитает в водах с соленостью до 10‰ и глубиной до 10 м. Многие моллюски чрезвычайно чувствительны к содержанию в воде кислорода. Поэтому при расширении в Северном Каспии зон гипоксии возможна их гибель.

Ракообразных Каспийского моря можно разделить на 3 большие группы. Первую составляют виды, для которых характерно распространение вдоль изобат 4-8 м, как западного, так и восточного побережья Северного Каспия (*Gmelina pusilla*, *Stenogammarus compressus*, *Stenogammarus macrurus*, *Pandorites platycheir*, *Niphargoides compactus*, *N. corpulentus*, *Coryphium crvispinum*, *C. nobile*, *Pterocuma pectinata*, *Schizorhynchus bilamellatus*), вторую – виды зоны заплеска (роды *Pontogammarus*: *P. robustoides* и др.), третью – сублиторальные *Amathillina spinosa*, *Gammarus pauxillum*, *Derz. macrochelata* и глубинные *Pseudalbrotus caspius*, *P. platiceros*, *Pontoporeia microptalma affinis* и др.

Как установила Н.Н. Романова (1956), представители первой группы высокозвигалинины и обитают в воде соленостью 0-13‰.

Ракообразные второй группы, не встречающиеся в реках и на

опресненных участках Северного Каспия, почти все ограничены в своем распространении восточной половиной Северного Каспия (соленость 2‰). Таковы: *Pandorites podoceoides*, *Niphargoidos quadrifomatus*, *N. aguimanus*, *Corophium mucronatum*, *C. robustum*, *Pterocuma rostrata*.

Виды третьей группы могут существовать при солености более 8‰ .

Таким образом, нефтедобыча опасна практически для всех видов, составляющих донные ценозы Северного Каспия. При этом ввиду специфики своей биологии эта группа организмов может оказаться наиболее уязвимой при разработке шельфа Северного Каспия. Акватория, ограниченная изогалиной $8\text{-}10\text{‰}$ и изобатой 10 м, при проведении разведки и возможной добыче нефти должна быть особо охраняемой. В дальнейших исследованиях надо изучать изменения не только солености воды, но и типа грунта в зоне нефтяных платформ, т.к. эти факторы определяют видовой состав и биомассу бентоса.

Таблица 38
Распределение основных видов кормовых ложных организмов Каспийского моря в зависимости от ведущих абиотических факторов

Виды	Относительная составь %,	Глубина распространения м	Состав содержания жидкости мл/л	Преимущественное примени	Период размножения	Продел
Абаксия Аструса	3-8	30-8	Более 5	песчано- разупаков	Люль - август	
Морская арава	20-6	20-5		песок	Апрель - октябрь	
Макреля	3-9	3-10	Более 2	ПП - песок - ракушка	Март - апрель август - сентябрь	
Пресервания желтая	7-9	2-8	Более 7	слепыш-тай	Люль - июль	Может существовать до созревости 13°/00
Минтесум	11-13	5-28	1-3	ракушка	Апрель - сентябрь	Макреля и ракушка НВ - В июне - август
Карпум	9-13	30-50	1-3	слепыш-тай	Апрель - октябрь	
Онкорем	8-13	3-30	20-1	слепыш-тай	Апрель - октябрь	Макреля ракушка - в апреле - июле, встречаемости - на глубинах 6-7 м