

Н. И. АНДРЕЕВ

**ГИДРОФАУНА АРАЛЬСКОГО МОРЯ
В УСЛОВИЯХ
ЭКОЛОГИЧЕСКОГО КРИЗИСА**



Министерство общего и профессионального образования РФ

Омский государственный педагогический университет

Н. И. АНДРЕЕВ

**ГИДРОФАУНА АРАЛЬСКОГО МОРЯ
В УСЛОВИЯХ
ЭКОЛОГИЧЕСКОГО КРИЗИСА**

ОМСК – 1999

Печатается по решению редакционно-издательского совета ОмГПУ

MINISTRY OF GENERAL AND PROFESSIONAL
EDUCATION OF RUSSIAN FEDERATION
Omsk State Pedagogical University

N. I. Andreev

HYDROFAUNA OF THE ARAL SEA UNDER CONDITIONS
OF THE ECOLOGICAL CRISIS

Андреев Н.И. Гидрофауна Аральского моря в условиях экологического кризиса. Омск: Изд-во Омского государственного педагогического университета, 1999. 454 с.

Рассматриваются многолетние изменения зоопланктона, зообентоса и ихтиофауны Аральского моря, акклиматизация гидробионтов и ее влияние на экосистему моря. Особое внимание уделено влиянию осолонения воды на фауну Аральского моря, показано решающее влияние барьерных соленостей 12–14 и 24–28 ‰ на изменение биоразнообразия. Осолонение моря и акклиматизация гидробионтов вызвали резкую перестройку трофической структуры основных звеньев экосистемы.

Рецензенты

доктор биологических наук, профессор кафедры экологии ОмГПУ И.И. Богданов; академик РАН, главный научный сотрудник ЗИН РАН Я.И. Старобогатов

Отпечатано с оригинал-макета, предоставленного автором

ISBN 5-8268-0296-9

© Н.И. Андреев, 1999 г.

ВВЕДЕНИЕ

В последние десятилетия проблема Аральского моря и окружающих его территорий привлекает пристальное внимание широких общественных масс, научных и народнохозяйственных организаций. Приаралье стало районом экологического бедствия. Само Аральское море с 50-х годов подвергается беспрецедентному антропоическому воздействию. Здесь были проведены широкомасштабные акклиматизационные работы, вселенцы коренным образом изменили трофические связи в водоеме и вызвали необратимые изменения исторически сложившейся экосистемы. В результате зарегулирования стока рек с 1961 г. началось неуклонное падение уровня моря и повышение солености воды; в конце 80-х годов Аральское море как единый географический объект перестало существовать. Произошло разделение водоема на Малое и Большое моря с индивидуальными гидролого-гидрохимическими режимами, появились различия и в составе их фаун. Аральское море, дававшее около 40 тыс. тонн рыбы в год, в начале 80-х годов полностью утратило рыбохозяйственное значение.

Сукцессия экосистемы Аральского моря, вызванная главным образом акклиматизацией гидробионтов и усилением водозабора из рек Амударьи и Сырдарьи, не имеет аналогов в мире. Впервые на глазах одного поколения представилась возможность проследить последствия воздействия осолонения на фауну крупного изолированного водоема.

Об Аральском море я услышал в раннем детстве от отца. Его, потомственного рыбака, в середине 30-х годов с Ладожского озера переселили на Арал, где он прожил несколько лет и на всю жизнь сохранил воспоминания об этом богатом рыбой водоеме.

После окончания Томского университета мне неожиданно предложили работу в Аральском отделении Казахского НИИ рыбного хозяйства, и в августе 1975 г. я впервые увидел Аральское море. Оно покорило меня сразу. В те годы г. Аральск был обычным портовым городом. Приходили и уходили корабли. В воздухе пахло рыбой. Очень дешево можно было купить с рук пару лещей или жерехов. Ресторан был ближайшим зданием к портовой бухте, его отгораживала от моря мощная дамба.

В первый мой рейс экспедиционный корабль «Лев Берг» уходил от пирса Аральского отделения КазНИИРХ, расположенного в 50 м от административного здания. В последующие годы «Лев Берг» оставался на рейде, а в бухту заходила моторная лодка. Позже до моря мы добирались на машине, и с каждым годом этот путь становился все длиннее и длиннее. В последний свой рейс по Большому морю в 1992 г. до корабля мы летели около часа на вертолете.

Мне довелось быть очевидцем гибели моря, трагедии людей, населявших его берега, вымирания специфической фауны.

В 80-е годы на Аральское море правящие структуры смотрели как на умерший водоем. Был период, когда Аральское отделение Казахского НИИ рыбного хозяйства не имело ни одной финансируемой государством темы по изучению влияния последствий осолонения моря на его фауну.

Под давлением общественности проблема Арала в конце 80-х годов стала одной из самых модных. Создавалось много обществ и организаций по спасению моря и улучшению экологической обстановке в его бассейне, принимались Постановления ЦК КПСС и Совета Министров по Аральскому морю и Приаралью. Но падение уровня моря и повышение солености его воды продолжались и продолжают в настоящее время.

В данной работе обобщены натурные и экспериментальные литературные данные по фауне Аральского моря за последние 50 лет, в том числе наблюдения и эксперименты автора в 1975–1994 гг.

Выполнение работы было бы невозможно без постоянной поддержки жены, С.И. Андреевой, относившейся с пониманием к моим многочисленным научным экспедициям и выполнившей много как собственных так и совместных со мной исследований зообентоса Аральского моря.

Большое влияние в рамках постановки проблемы и понимания воздействия процессов осолонения на животный мир Арала имели для меня работы В.В. Хлебовича, а в последующем и его консультации.

Существенную помощь в сборе материала и обсуждении тех или иных положений работы в дружеских дискуссиях оказали В.А. Гошкадера, Р.М. Лим, А.Л. Лобов, Е.Л. Маркова.

Автор считает приятным долгом принести всем перечисленным лицам свою сердечную благодарность.

Завершение работы и издание монографии стало возможным благодаря поддержке фонда John D. and Catherine T. MacArthur.

Глава 1. МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

Поставленные перед автором цели – изучить влияние акклиматизантов на фауну Аральского моря и изучить влияние аральской воды различной солености на фауну моря, потребовали привлечения литературных сведений и большого фактического материала с начала 30-х годов по 1994 г. В этот период основной организацией, ведущей гидробиологические исследования на Аральском море, было Аральское отделение Казахского НИИ рыбного хозяйства, открытое в октябре 1929 г. как Аральская рыбохозяйственная станция ВНИРО. В этой организации в отдельные годы работали А.Л. Бенинг, А.Ф. Карпевич, Н.С. Маркун, Г.В. Никольский, В.М. Рылов, В.Я. Панкратова, М.А. Фортунатов и др. В совместных экспедициях принимали участие сотрудники ВНИРО Е.А. Яблонская, Н.К. Луконина, Н.Б. Маркевич и др.

Материалы исследований на Аральском море широко публиковались. Истории изучения гидрофауны Аральского моря посвящены специальные работы. А.В. Володкин (1961а) рассмотрел развитие рыбохозяйственных исследований на Аральском море, Н.З. Хусаинова (1961) сделала обзор исследований зообентоса, Е.А. Яблонская (1974) осветила историю изучения фауны беспозвоночных, а А.С. Малиновская и Е.Л. Маркова (1981) сделали обзор гидробиологических исследований за период с 1920 по 1976 гг.

Литература по частным вопросам приведена в соответствующих главах, здесь же приводятся только основные работы, имеющие важное значение для решения задач данного исследования.

В работах Н.К. Лукониной (1960а, б) и Т.А. Картуновой (1975, 1978) дана характеристика состояния зоопланктона Арала непосредственно перед вселением планктонофагов и исследованы изменения зоопланктона под влиянием акклиматизированных рыб и беспозвоночных в период до 1969 г.

Е.А. Яблонская (1960а, б) провела подробнейшее исследование зообентоса, питания рыб и составила описание донных биоценозов Аральского моря в конце 50-х годов. По единой методике были пересчитаны все имеющиеся сведения о биомассе зообентоса и проведен анализ влияния акклиматизантов на донную фауну за период до 1969 г. (Яблонская с соавт., 1973).

Сведения о трофической структуре зоопланктона и зообентоса Арала до 1969 г. приведены в работах Т.А. Картуновой (1975) и Е.А. Яблонской (1976).

После выхода "Атласа беспозвоночных Аральского моря" (1974) решился вопрос с точным определением беспозвоночных. Полный состав моллюсков рода *Caspihydrobia* в Аральском море был выявлен в конце 70-х годов (Старобогатов, Андреева, 1981; Андреева, 1987).

С момента выхода классической монографии "Рыбы Аральского моря" Г.В. Никольского (1940) все исследователи используют ее данные как эталон. Много сделали для изучения ихтиофауны Аральского моря Е.Л. Маркова (1961а, б, 1964а, б, 1966а, б, 1967, 1969а, 1970, 1974 и др.), Э.А. Бервальд (1950, 1961, 1964), Н.Е. Быков (1961а, б, 1968а, 1970в и др.) и др. В 5-ти томной сводке "Рыбы Казахстана" (Митрофанов с соавт., 1986, 1987, 1988, 1989, 1992) были обобщены все сведения о составе и биологии рыб Казахстана, в том числе и рыб, преимущественно северной части, Аральского моря.

Под руководством А.Ф. Карпевич (1960д, ж, 1968, 1975) был составлен генеральный план акклиматизационных работ на Аральском море и проведен первый анализ последствий вселения беспозвоночных и рыб на экосистему моря.

Изучение соленостной резистентности беспозвоночных и рыб в аральской воде было начато А.Ф. Карпевич (1953а, б, 1958, 1964а и др.) и продолжено Н.З. Хусаиновой (1958), С.И. Дорошевым (1963, 1964в, 1967 и др.) и Б. Бекмурзаевым (1970).

Для написания данной работы привлечены все фондовые материалы Аральского отделения КазНИИРХ. К сожалению, картотеки первичной обработки зоопланктона и зообентоса сохранились не за все годы (табл. 1.1). Общий объем фактического материала, собранного только по основной сетке станций в период с 1963 по 1994 гг., превысил 5 тыс. проб. Автор принимал непосредственное участие в сборах и обработке материала в 1975–1994 гг., приступив к исследованиям как раз в тот период, когда осолонение воды и снижение уровня Аральского моря едва превысило вековые колебания, а в сборах еще присутствовали практически все исконно присущие морю представители фауны и только началась вспышка численности эвригалинных видов морского происхождения и галофильных видов материковых вод.

Таблица 1.1

Объем проанализированного автором фактического материала, собранного по основной сетке станций на Аральском море, число карточек

| Годы | Зоопланктон | Зообентос | Годы | Зоопланктон | Зообентос |
|------|-------------|-----------|------|-------------|-----------|
| 1963 | – | 316 | 1977 | 172 | 169 |
| 1964 | – | 154 | 1978 | 55 | 63 |
| 1965 | 122 | 310 | 1980 | 48 | 54 |
| 1966 | 120 | 295 | 1981 | 47 | 50 |
| 1967 | 125 | 290 | 1982 | 17 | 17 |
| 1968 | 128 | 87 | 1984 | 5 | – |
| 1969 | 87 | 141 | 1985 | 10 | – |
| 1970 | 257 | 254 | 1989 | 27 | 37 |
| 1971 | 84 | 87 | 1990 | 28 | 39 |
| 1972 | 84 | 85 | 1991 | 47 | 48 |
| 1973 | 64 | 57 | 1992 | 73 | 84 |
| 1974 | 250 | 238 | 1993 | 17 | 17 |
| 1975 | 53 | 66 | 1994 | 17 | 18 |
| 1976 | 66 | 67 | | | |

Одновременно с нашими исследованиями по фауне юга Аральского моря работали сотрудники Комплексного института естественных наук Каракалпакского филиала АН УзССР С. Казакбаев, Б. Бекмурзаев и Р.Т. Тлеуов. С 1984 г. стал изучать фауну прибрежных вод о. Барсакельмес сотрудник Зоологического института РАН Н.В. Аладин, а с 1990 г. им совместно с И.С. Плотниковым и А.А. Филипповым начаты исследования фауны прибрежных вод северной части Аральского моря.

Гидробиологические сборы проводились Аральским отделением КазНИИРХ ежегодно по постоянной сетке станций, принятой в 1959 г. Располагались станции равномерно по акватории моря от глубины 2.5 и до максимальной. Количество станций в связи с падением уровня моря постепенно уменьшилось со 134 до 54 в 1981 г., когда была в последний раз проведена съемка всего моря (рис. 1.1А). В 1982–1985 и 1993–1994 гг. проводились съемки только Малого моря, а с 1989 по 1992 гг. в совместных экспедициях с сотрудниками Государственного океанографического института (ГОИН) удалось провести съемки и Большого моря. При съемках Малого моря использовались частично станции стандартной сетки Аральского отделения КазНИИРХ с переносом координат обсохших станций в глубину, при съемке Большого моря использовалась сетка ГОИН (рис. 1.1Б). Кроме того, в отдельные годы проводились специальные рейсы для изучения фауны мелководных прибрежных районов и осолоненных заливов (култуков). В култуках и прибрежье в 1976–1979 гг. было собрано 84 пробы зоопланктона и 92 пробы зообентоса. В 1991–1993 гг. в ранневесеннее время были собраны на постоянных точках в Малом и Большом морях 57 проб зоопланктона, позволившие уточнить температуру размножения *Nereis diversicolor* и *Syndosmya segmentum*.

Одновременно с отбором гидробиологических проб проводился анализ солености воды аргентометрическим методом. До 1989 г. для вычисления солености воды при хлорности менее

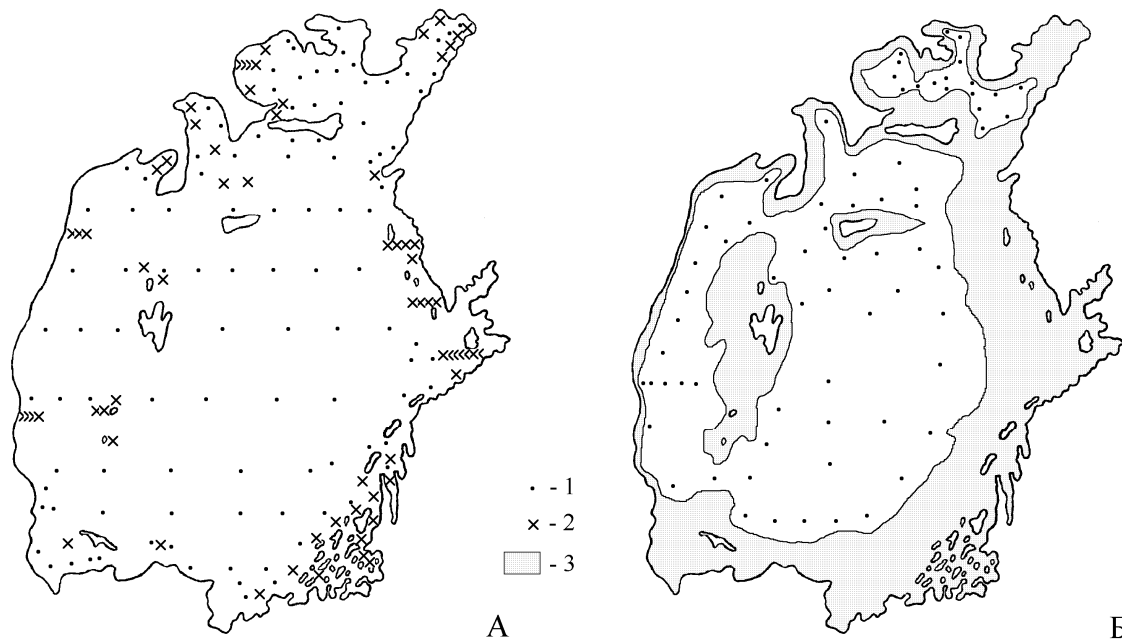


Рис. 1.1. Схема станций Аральского отделения КазНИИРХ в 1960–1981 гг. (А) и станции совместных с Государственным океанографическим институтом экспедиций в 1989–1992 гг. (Б):

1 – станции, 2 – дополнительные станции в 1976–1980 гг., 3 – осушенная территория.

8 ‰ использовалась формула (1), предложенная Л.К. Блиновым (1956), а при хлорности более 8 ‰ – формула (2), предложенная С.К. Ревиной (1971). В 1989–1992 гг. сотрудники ГОИН (Цыцарин, Лобов, 1994) предложили поправочную формулу для приведения «солёности Блинова» ($S_{Бл}$) к истинной солёности ($S_{И}$) в диапазоне солёности от 18.5 до 50 ‰ (3).

$$S \text{ ‰} = 0.264 + 2.791Cl \text{ ‰} \quad (1)$$

$$S \text{ ‰} = 200\sqrt{0.103 + 0.11Cl \text{ ‰}} \quad (2)$$

$$S_{И} = 1.521 + 0.971 S_{Бл} \quad (3)$$

Для анализа размерного состава популяций акклиматизированных беспозвоночных было измерено 530 экз. *Calanipeda aquaedulcis*, 9562 экз. *Nereis diversicolor*, 360 экз. *Palaemon elegans*, 297 экз. *Rhithropanopeus harrisi tridentatus* и 9717 экз. *Syndosmya segmentum*.

Сборы зоопланктона в открытой части моря проводились с борта судна малой сетью Джудая из газа № 61 с диаметром входного отверстия 20 см тралением от дна до поверхности. В прибрежной части моря на глубинах менее 1.5 м использовали сеть Апштейна, и лов проводился путем отфильтровывания 100 л воды. Обработка проб зоопланктона проводилась по стандартной методике (Киселев, 1969; Инструкция ..., 1971). Для перехода от численности к биомассе зоопланктона были использованы стандартные веса организмов так же, как и Т.А. Картуновой (1975, 1978), взятые из работ Ф.Д. Мордухай-Болтовского (1954), Н.К. Лукониной (1960а), А.А. Косовой (1961).

В 1963–1981 гг. пробы зообентоса отбирали дночерпателем Петерсена с площадью захвата 0.1 м². На каждой станции отбиралось по два дночерпателя. В 1982–1994 гг. сборы в море и во всех экспедициях в прибрежные и култушные районы моря проведены дночерпателем Петерсена с площадью захвата 0.025 м², обычно, отбирали по 1 дночерпателю. Промывку проб проводили через сито № 25. Организмы фиксировали в смеси этилового

спирта (20 %) и формалина (4 %). Последующая обработка проводилась по стандартной методике (Инструкция ..., 1930; Яблонская, 1960б). Представители зообентоса взвешивались в зависимости от размеров на торсионных или технических весах.

При количественном учете зоопланктона и зообентоса численность (экз./м³ и экз./м²) и биомассу (г/м³ и г/м²) в среднем по морю по 1981 г. включительно рассчитывали по данным стандартной съемки как средневзвешенную с учетом площадей и объемов зон, расположенных между изобатами 5, 10, 15, 20, и 30 м. Так делали и все исследователи зоопланктона и зообентоса ранее (Луконина, 1960б; Картунова, 1975; Яблонская, 1960б; Яблонская с соавт., 1973; Андреева, 1989; и др.). В связи с падением уровня моря ежегодно площади зон пересчитывались на высоту стояния уровня моря в период сбора материала. Расчеты объемов и площадей зон были любезно выполнены гидрологом Аральского отделения КазНИИРХ И.С. Губой.

С 1982 г. исследовались только отдельные районы моря поэтому, как и для заливов, култуков и мелководий, численность и биомасса зоопланктона и зообентоса высчитывались как среднеарифметические величины из соответствующих показателей в данном районе.

Схемы количественного распределения зоопланктона и зообентоса составлены методом прямолинейной интерполяции.

Экологические ареалы массовых донных беспозвоночных построены по методу Л.А. Зенкевича и В.И. Брочкой (1937).

В описании ихтиофауны в работе использованы в основном литературные данные. Латинские названия рыб даны в соответствии с системой принятой в книге “Жизнь животных” (1983). Сбор и обработка материалов по питанию проводились в соответствии с методическими указаниями (Методическое ..., 1974), всего было обработано на питание: леща – 37, плотвы – 31, усача – 10, сазана – 5, шемаи – 4, чехони – 11, камбалы – 74 экземпляра.

Выделение донных биоценозов, развивавшихся в различных районах моря в 1963–1992 гг., проведено по методу В.П. Воробьева (1949), получившего довольно широкое распространение в отечественной гидробиологии (Шорыгин, 1955; Нейман, 1977, 1988; Кусакин, 1977; Голиков, Скарлато, 1979; Кузнецов, 1980; и др.). К одному биоценозу относили станции с одним и тем же преобладающим видом. Из обилия показателей, применяемых для характеристики биоценозов (Вайнштейн, 1976; Одум, 1975; Орлов, 1973; и др.), помимо средней численности (A) и биомассы (B), использовали встречаемость (встречаемость в пространстве или разброс – P), индекс плотности \sqrt{AB} и показатель сходства Серенсона (S).

По макрофитобентосу приведены данные по сырой массе по дночерпательным пробам.

Изучение всех компонентов биоценоза в силу разнообразия групп организмов, входящих в его состав, как уже указывалось неоднократно (Дажо, 1975; Федоров, Гильманов, 1980; и др.), почти невозможно. Выделение донных биоценозов Аральского моря было проведено на организмах зообентоса. В связи с тем, что для периода до зарегулирования стока рек выделение донных биоценозов проводилось по родам (Яблонская, 1960б) и картотека первичной обработки зообентоса Аральского отделения Казахского НИИ рыбного хозяйства до выхода “Атласа беспозвоночных Аральского моря” (1974) содержит только родовые характеристики, выделение биоценозов нами сделано также по преобладанию какого-либо рода.

При рассмотрении трофической структуры зоопланктона и зообентоса использованы литературные сведения по источникам и способам получения пищи беспозвоночными (Боруцкий, 1952; Яблонская, 1952, 1964, 1969, 1971а, б, 1976; Voguski, 1953а; Шилова, 1955; Бородич, 1956; Монаков, 1959, 1976; Монаков, Сорокин, 1959; Хусаинова, 1958; Константинов, 1958; Маловицкая,

Сорокин, 1961; Романова, 1963; Мордухай-Болтовской, 1968; Ривьер, 1968; Лосовская, 1969, 1973; Кутикова, 1970; Монаков, Пугачева, 1971; Гальперина, 1976; Крылова, 1980; Commito, 1982), следуя предложенной Е.П. Турпаевой (1953, 1954) и критически переработанной школой российских морских экологов системе трофической классификации донных животных (Соколова, 1956, 1960, 1964; Савилов, 1961; Кузнецов, 1980; и др.).

Экспериментальные работы проводились в лаборатории Аральского отделения Казахского НИИ рыбного хозяйства в 1976–1980 гг.

При приготовлении растворов пользовались формулой, рекомендованной А.Ф. Карпевич (1960г):

$$X = \frac{1000(a - c)}{(a - b)}$$

где X – количество воды меньшей концентрации, которое необходимо для получения 1000 мл воды искомой солености, a – соленость исходного концентрата, b – соленость воды меньшей концентрации, c – соленость искомой воды, ‰.

Аральская вода, в отличие от вод с океаническим составом солей, претерпевает метаморфизацию ионного состава по мере ее концентрации (Блинов, 1956; Ревина, 1970). Поэтому воспользоваться природной или искусственно приготовленной водой высокой концентрации с последующим разбавлением для всего исследуемого диапазона солености было нельзя. В заливе Большой Сары-Чаганак, на берегу которого расположен г. Аральск и откуда в основном бралась вода для опытов, соленость в те годы была от 14.2 до 19.1 ‰. Растворы меньшей концентрации готовились из морской воды разбавлением ее водой из реки Сырдарья. Более концентрированные, чем морская вода, растворы получали выпариванием морской воды в широких тазах в тени.

Обычно использовалась вода нужной солености, полученная путем выпаривания, или же взятая в природе. Если же приходи-

лось готовить необходимую соленость путем смешения вод разной концентрации, то брались растворы, отличающиеся не более чем на 5 ‰.

Дистиллированная вода применялась только для приготовления растворов с меньшим содержанием солей, чем в воде р. Сырдарья. Рабочие растворы готовились сразу для всего исследуемого диапазона и хранились в закупоренных сосудах, перед их использованием проводилась аэрация воды.

Анализ солености воды в опытах проводился аргентометрическим методом. Для вычисления солености воды при хлорности менее 8 ‰ использовалась формула (1), предложенная Л.К. Блиновым (1956), а при хлорности более 8 ‰ – формула (2), предложенная С.К. Ревинной (1970).

При опытных работах пользовались методическими приемами, обобщенными А.Ф. Карпевич (1960г), но ступенчатую акклимацию проводили согласно последним рекомендациям (Хлебович, Кондратенков, 1971; Khlebovich, Kondratenkov, 1973; Кондратенков, 1976).

Для исключения попадания особей, травмированных при отлове, в опыт использовали животных, содержащихся в лаборатории более двух суток в воде из мест обитания. Температурные условия всех опытов были близки и не выходили за пределы 22–26°. Продолжительность опытов по выживаемости взрослых особей, как рекомендует В.В. Хлебович (1974, 1981), была не менее 10 дней, обычно 15. Воду в опытах часто меняли, кормление животных проводили ежедневно.

При исследовании выживаемости взрослых особей отмечался процент погибших через определенное время особей. Критерием гибели служило прекращение двигательных реакций в ответ на механическое раздражение.

В опытах по определению продолжительности жизни сперматозоидов, только что извлеченную из зрелой гонады сперму акти-

вировали водой из мест обитания моллюсков и разносили по исследуемым средам. Момент гибели сперматозоидов определяли по полному прекращению их активного поступательного и колебательного движения в поле зрения микроскопа.

При работе с изолированными жаберными препаратами двустворчатых моллюсков в одном случае определялась продолжительность жизнедеятельности мерцательного эпителия, тестируемая по биению последних ресничек; в другом – после выдерживания в течение 4 часов в воде данной солености наблюдали под микроскопом МБС-1 скорость передвижения стандартных кусочков жабр.

Опыты обычно проводились в 8–10 повторностях, результаты подвергались статистической обработке. Вероятность различий (p) оценивали с помощью критерия Стьюдента-Фишера. Различия считались достоверными при $p \leq 0.05$. На графиках нанесены 95-процентные доверительные интервалы.

Нами (Андреев, Андреева, 1990б) были проведены опыты с *Arctodiaptomus salinus*, *Nereis diversicolor*, *Dikerogammarus aralensis*, *Dreissena polymorpha aralensis*, *Dr. caspia pallasii*, *Cerastoderma isthmicum*, *Syndosmya segmentum*, *Theodoxus pallasii*, *Caspiohydrobia* spp.

Глава 2. ГИДРОЛОГО-ГИДРОХИМИЧЕСКИЙ РЕЖИМ АРАЛЬСКОГО МОРЯ

Аральское море – своеобразный водоем. Его главная отличительная черта – отсутствие связи с Мировым океаном, которой не было и в геологическом прошлом моря (Косарев, 1975). Расположено Аральское море на территории двух государств: юго-западная часть лежит в пределах республики Узбекистан, северо-восточная – республики Казахстан.

Согласно О.М. Житомирской (1964), район Аральского моря занимает крайнее северное положение в зоне континентального субтропического климата. Эта территория получает большое количество солнечного тепла. В среднем за год суммарная радиация составляет здесь 5860 МДж/м². Радиационные особенности и положение в глубине обширного азиатского материка вызывают засушливость и континентальность климата.

Атмосферных осадков за год выпадает 100–115 мм. Максимальная температура воздуха летом +43°, минимальная — зимой –36°.

Исходя из целей работы при описании гидролого-гидрохимического режима Аральского моря был дан режим моря до начала интенсивного водопотребления, отражающий условия существования флоры и фауны до зарегулирования стока рек, и показаны его изменения во время выполнения данной работы (по 1994 г. включительно). Период до 1961 г. считается периодом квазистационарного режима Аральского моря.

По данным Р.В. Николаевой (1960), составившей морфометрическое описание Аральского моря при его среднемноголетнем уровне (53.00 м абс.), площадь моря, включая острова, была 68320.5 км²; наибольшая глубина – 69 м, средняя – 16.1 м; площадь водной поверхности – 66085.6 км²; объем водных масс –

1061.6 км³. Длина береговой линии (без островов) превышала 4430 км. Наибольшая длина моря была 424 км, ширина – 292 км. Общее число островов на Арале площадью более 0.01 км² составляло около 1100 с общей площадью 2234.9 км², наиболее крупные острова – Кокарал (311 км²) и Барсакельмес (170 км²).

По строению котловины и некоторым особенностям гидрологического режима Аральское море делят на две части: северо-восточную, отделенную островом Кокарал, называемую Малым морем, и все, что лежит южнее острова Кокарал под названием Большое море. В свою очередь Большое море разделяет подводная гряда от южной оконечности полуострова Куланды через острова Комсомольский, Возрождения, Константин, Лазарева к острову Муйнак. К западу от гряды расположены наиболее глубоководные районы моря, к востоку – большая по площади асимметричная котловина, вытянутая в северном направлении (рис. 2.1).

В юго-восточной части Аральского моря располагался своеобразный Акпеткинский архипелаг, включающий более 500 островов и многочисленные заливы-култуки.

Анализ многолетних колебаний уровня (Львов, 1959, 1964) показал, что в период 1911–1961 гг. средняя многолетняя высота уровня над нулем поста Аральской ГМО была 152.6 см, или 53.06 м над уровнем океана в Балтийской системе отметок. Уровень моря изменялся от года к году с определенной цикличностью, равной 10–11 годам и совпадающей с цикличностью солнечной активности. Амплитуда этих многолетних колебаний уровня не превышала 1 м. При многолетних колебаниях уровня площадь и объем вод Аральского моря изменялись примерно на 5 %, соленость воды практически не изменялась. Помимо многолетних колебаний уровня Аралу были свойственны вековые колебания, периодичность которых равна примерно 60 годам, амплитуда — 3–4 м. При вековых колебаниях (прослежены с 1780 г.) площадь моря изменялась на 16 %, объем воды – на 17 %, а соленость могла изменяться на 3 %.

С 1961 г. в связи с зарегулированием стока рек Амударьи и Сырдарьи средний годовой уровень моря стал снижаться. Не-

большое его повышение произошло лишь после экстремально многоводного 1969 г. (рис. 2.2).

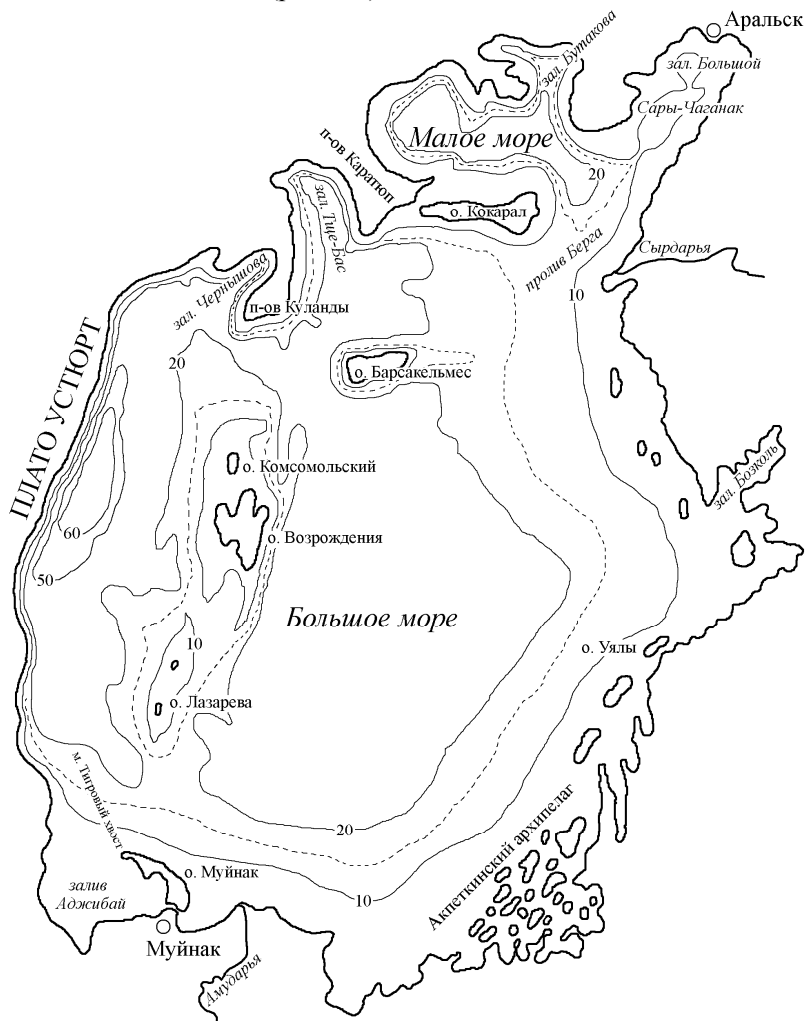


Рис. 2.1. Распределение глубин в Аральском море при отметке уровня 53 м абс.:

Пунктир – примерное положение береговой линии в августе 1992 г.

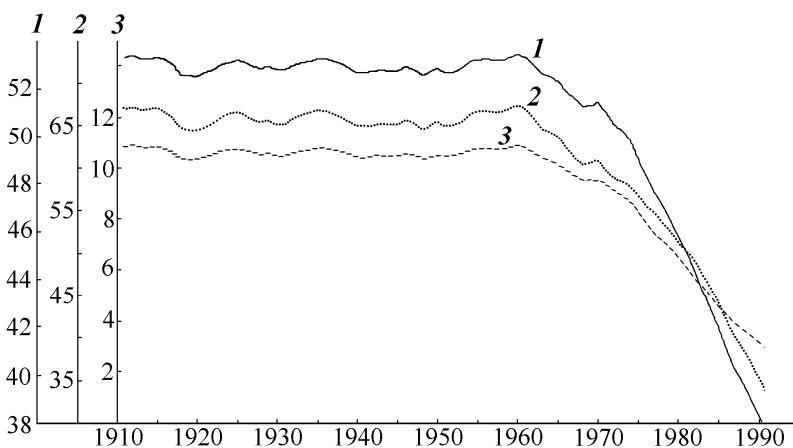


Рис. 2.2. Изменение уровня (1 – м абс.), площади (2 – $\times 10^3$ км²) и объема (3 – $\times 10^2$ км³) Аральского моря (по: Лобов с соавт., 1995).

В среднем за 1961–1985 гг. понижение уровня моря происходило примерно на 46 см в год. Падение уровня моря заметно ускорилось с 1975 г., если за 1961–1974 гг. уровень понижался в среднем на 27 см в год, то за 1975–1985 гг. на 71 см в год (Каталог ..., 1987; Гидрометеорология, 1990). К концу 1989 г. уровень моря снизился до отметки 39.02 м абс., или на 14.4 м по сравнению с его значением за 1960 г. (Перминов с соавт., 1993).

В конце 1987 г. произошло расчленение Аральского моря на две практически обособленные части – Большое и Малое моря. Учитывая, что в связи с большими поступлениями воды по р. Сырдарье в Малое море из него периодически происходил сброс вод и солей в Большое море, по-видимому, произошло некоторое углубление дна в проливе Берга и снижение критической отметки, характеризующей условия разделения Большого и Малого морей до примерно 39.5 м абс. (Цыцарин, 1991; Цыцарин, Бортник, 1991). Если максимальный уровень Малого моря определялся критической отметкой 39.5 м абс., выше которой в нем не могли удерживаться воды, то уровень Большого моря продолжал сни-

жаться и к моменту последней гидробиологической съемки в августе 1992 г. опустился до отметки 37.14 м абс.

В 1989–1992 гг. темпы снижения уровня моря несколько замедлились, что связано с многоводностью последних лет и значительным сокращением испаряющей водной поверхности.

Большое снижение уровня моря определило изменение морфометрии Арала. К 1993 г. осушилось 45 % акватории Аральского моря (см. рис. 2.1.), на 70 % сократился объем моря и на 45 % уменьшилась средняя глубина. Остров Кокарал, разделяющий Малое и Большое моря, соединился с материком. Острова Комсомольский, Возрождения, Константин и обнажившаяся банка Беннинга соединились и образовали единый остров.

Небольшие острова по восточному побережью и Акпеткинский архипелаг оказались на суше и утратили географический смысл. В отдельных местах восточного побережья море отступило более чем на 80 км. Появился ряд новых островов на месте бывших банок. По мере снижения уровня наблюдался быстрый рост песчаных кос от острова Лазарева на юг в направлении бывшего мыса Тигровый хвост и на север к архипелагу Возрождения, а также от острова Барсакельмес в направлении восточного побережья, который привел к обособлению и интенсивному снижению водообмена между центральной частью Большого моря, северной частью и глубоководной впадиной.

Берега Аральского моря в северо-восточном, северном и северо-западном районах характеризовались лопастной изрезанностью, побережья восточного и южного районов, сформировавшиеся в результате затопления пустынь, были сильно изрезаны (Лымарев, 1967). В результате отступления моря береговая линия восточного, юго-восточного и южного побережий Арала значительно выпрямилась, там полностью исчезли крупные мелководные заливы.

Водный баланс Аральского моря складывается из притока вод Амударьи и Сырдарьи, подземного притока, осадков на поверхности моря и испарения с поверхности моря. Приток вод к Аралу, практически, складывался из стока рек Сырдарьи и Амударьи,

дававших 97 % всей воды, получаемой морем. Средний многолетний сток рек до 1961 г. был около 60 км^3 в год (Асарин, 1973; Косарев, 1975). Подземный приток по последним данным определен в размере 0.2 км^3 в год и, обычно, не учитывается в водном балансе Арала (Асарин, 1975). Средняя многолетняя величина осадков на поверхности моря составляет около 130 мм в год, средний многолетний годовой слой испарения с поверхности моря 998 мм (Современный ..., 1972; Бортник, 1990а).

До 1961 г. испарение с поверхности моря уравнивалось поступлением вод Амударьи и Сырдарьи, что обеспечивало относительно стабильный уровень моря. В связи с увеличением объемов безвозвратного изъятия стока рек с 1961 г. наблюдалась хорошо выраженная тенденция к увеличению отрицательных значений водного баланса и неуклонное падение уровня моря (Николаева, 1969; Современный ..., 1972; Крицкий с соавт., 1973; Асарин, 1973, 1975; Косарев, 1975; Бортник, 1977а, б, 1978, 1980б, 1983; Micklin, 1988). К 1993 г. падение уровня моря составило почти 16 м.

При оценке естественного и антропоического воздействия на многолетние изменения уровня моря для периода 1961–1985 гг. было установлено (Бортник, 1990б), что за счет естественных факторов уровень моря снизился на 2.7 м (23 % от фактического его падения). За счет же антропоических факторов уровень моря снизился еще на 9.2 м (77 %). В результате интенсивного развития хозяйственной деятельности интегральный дефицит поступления речных вод в Аральское море достиг примерно 570 км^3 .

Горизонтальную циркуляцию вод (течения) Аральского моря определяют главным образом ветры над морем и рельеф дна. Кроме того определенное значение имеет конфигурация береговой линии, плотность вод и распространение речных вод в море. Установлено, что для Аральского моря характерны два основных типа циркуляций: антициклоническая при ветровых полях северных направлений и циклоническая при ветровых полях южных направлений (Симонов, 1954; Косарев, 1975).

Для вод Аральского моря характерен сильный прогрев летом и образование ледяного покрова зимой. Максимальная температу-

ра воды (более 26°) наблюдалась в июле в юго-восточной и южной частях моря.

Значительный прогрев поверхностных слоев воды в летний период приводит к увеличению вертикальных градиентов температуры и формированию хорошо выраженного термоклина, верхняя граница которого в западной глубоководной котловине находится на глубине 10–15 м, нижняя — 25–30 м. В центральных районах существенные градиенты наблюдаются до дна. Температура воды придонного слоя воды на глубинах 50–60 м не превышает 3–4° (Гидрометеорология ..., 1990).

Температурный режим Аральского моря в современный период стал более контрастным, произошло постепенное увеличение размаха внутригодовых колебаний температуры для всей толщи вод. Это связано, как с постоянным понижением температуры замерзания морских вод по мере повышения ее солености, так и со значительным обмелением моря и уменьшением его теплозапаса. В результате в зимний период практически вся толща вод выхолаживается до температуры замерзания, а летом – интенсивно прогревается (Гидрометеорология ..., 1990).

Ледовый покров толщиной до 1 м на севере образуется ежегодно, центральные и западные районы моря покрываются сплошным льдом только в суровые зимы. Средняя продолжительность ледового покрова 4–5 месяцев, в суровые зимы до 6 месяцев (Косарев, 1975).

Средняя соленость воды в Аральском море до 1961 г. была около 10.2 ‰ (Степанов, 1907; Бадер, 1934; Успенский, 1950; Блинов, 1956; Соловьева, 1959; Елибаев, 1970; Современный ..., 1972; Бортник, 1977а, б; Гидрометеорология ..., 1990). После 1961 г. началось быстрое увеличение солености, продолжающееся в Большом море и в настоящее время, причем рост солености вод моря имел тенденцию к ускорению. Так за первые 10 лет (1961–1970) она увеличилась на 1.5 ‰, за вторые (1971–1980) – на 5.3 ‰, за третьи (1981–1990) – на 15.1 ‰. Возрастание солености обуславливается в основном уменьшением объема вод моря, так как солевая масса моря устойчива во времени.

Значительную роль в пространственном распределении солености в Аральском море для квазистационарного периода имел сток вод рек Амударьи (для южной и юго-западной части) и Сырдарьи (для северной части). Наименьшая соленость наблюдалась в приустьевых районах моря, максимальная – на восточном мелководье (рис. 2.3), где водные массы перемешивались слабо и преобладающее значение в формировании солености имело испарение (Блинов, 1956; Деньгина, 1959а; Ревина с соавт., 1970). В период нестационарного режима моря сокращение и, в отдельные годы, почти полное прекращение стока обусловило уменьшение, а затем и исчезновение относительно распресненных зон на устьевых взморьях рек Амударьи и Сырдарьи. Максимальные значения солености стали отмечаться в Малом море.

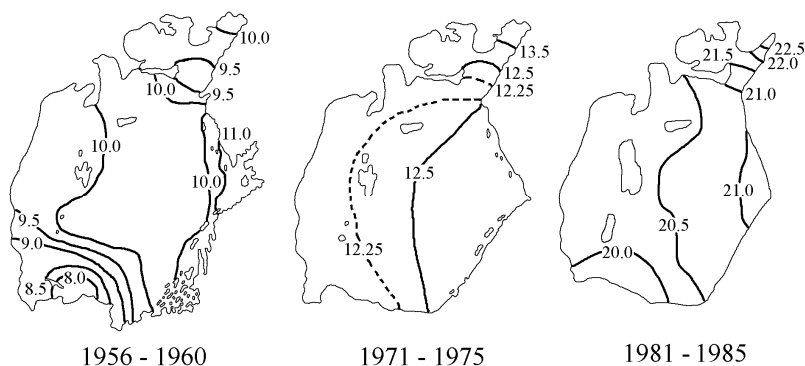


Рис. 2.3. Среднее многолетнее распределение солености на поверхности Аральского моря летом (по: Гидрометеорология ..., 1990), ‰.

В октябре 1989 г. в открытой части Аральского моря впервые была зарегистрирована соленость более 30 ‰, в сентябре 1990 г. соленость воды в Большом море уже на всей акватории превышала 30 ‰ (Цыцарин, 1991; Цыцарин, Бортник, 1991), а в августе 1992 г. в отдельных участках она превысила 40 ‰. Более интенсивное испарение на мелководьях привело к появлению хорошо выраженных зон максимальной солености у восточного побережья

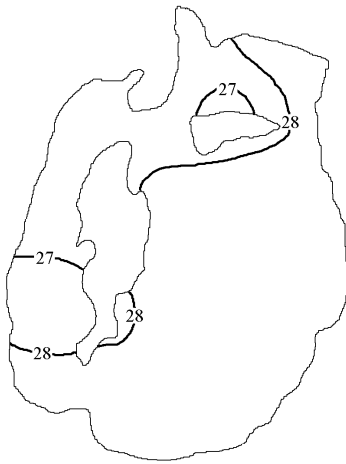
(40.0–40.5 ‰) и его северной части (41.0–41.2 ‰). В последнем районе существенное влияние на рост солёности оказывает так же затруднённый водообмен с другими частями моря. Поверхностная солёность в августе 1992 г. в западной глубоководной котловине была в среднем на 3–4 ‰ меньше солёности восточной части Большого моря из-за большего объёма вод котловины и, следовательно, инерционности их. На юго-западную и южную часть моря оказывали распресняющее влияние воды р. Амударьи (рис. 2.4).

В Большом море в августе 1992 г. изменения солёности по вертикали, даже в самом глубоком его районе – западной котловине, были невелики. Солёность там росла от поверхности до дна всего лишь на 0.2–0.8 ‰.

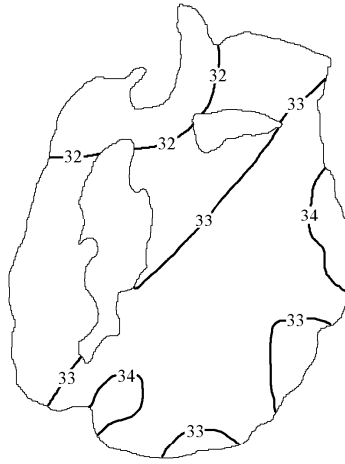
В Малом море в августе 1992 г. зона пониженной солёности была так же приурочена к районам прилегающим к устью реки. Солёность воды, поступающей по р. Сырдарье, измеренная в 200 м выше впадения реки в море, оказалась равна 1.21 ‰. По сравнению с центральной частью Малого моря несколько повышенная солёность в поверхностном слое воды отмечалась в западной части. Наибольшая же солёность воды была в заливе Бутакова — 39–40 ‰ (рис. 2.5). В этом заливе, связанном с морем узким проливом, солёность с мая по август возросла на 3–4 ‰. Придонная вода в центральной части Малого моря была более чем на 2 ‰ солонее вышележащих слоев. Существование слоя скачка солёности, совпадающего по глубине залегания с термоклином, на такой небольшой глубине в конце теплого сезона объясняется пониженной ветровой активностью и значительным распреснением верхних слоев, приводящих к возрастанию плотностной устойчивости всей толщи воды.

Большое море в 90-х годах значительно опережало в процессе осолонения Малое море. Так, средняя солёность вод Большого моря в августе 1992 г. составила 36.48 ‰, Малого моря – 28.65 ‰, разница 7.83 ‰.

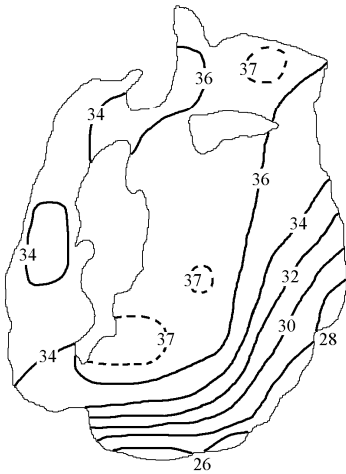
Одновременно с осолонением моря происходило постоянное возрастание условной плотности морских вод, понижение температуры замерзания и снижение температуры наибольшей плотности воды.



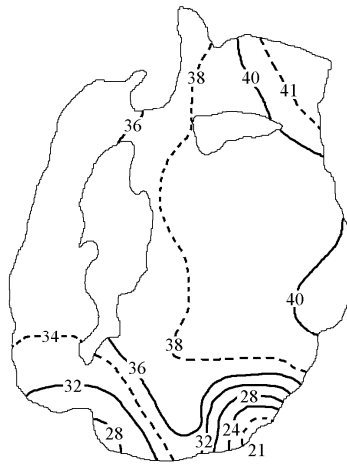
июль 1989 г.



сентябрь 1990 г.



сентябрь 1991 г.



август 1992 г.

Рис. 2.4. Распределение солености на поверхности Большого моря (1989 г. по: Цыцарин, 1991; 1990 г. по: Цыцарин, Бортник, 1991; 1991–1992 гг. по: Цыцарин, Лобов, 1993б), ‰.

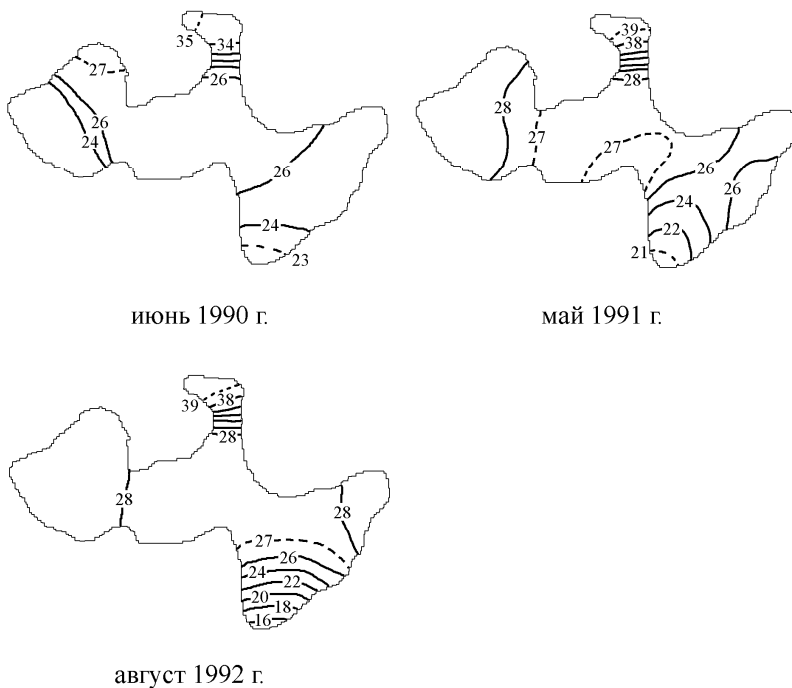


Рис. 2.5. Распределение солености на поверхности Малого моря (по: Лобов, 1994), ‰.

При квазистационарном режиме Аральского моря в нем, как солончатом водоеме, процесс осенне-зимней конвекции протекал в две стадии. Поскольку для солончатых вод температура наибольшей плотности выше температуры замерзания, то с началом осеннего выхолаживания вод начиналась первая стадия конвекции, которая продолжалась до достижения перемешанным слоем воды температуры наибольшей плотности. Затем при дальнейшем охлаждении поверхностного слоя воды до температуры замерзания плотность воды несколько уменьшалась, создавалась устойчивая стратификация и несмотря на продолжавшуюся теплоотдачу глубина конвекции не увеличивалась. При достижении температуры замерзания вод начиналась вторая стадия зимнего конвек-

тивного перемешивания, связанная с повышением плотности поверхностных вод в результате осолонения при льдообразовании (Косарев, 1975; Бортник, 1979).

После достижения солености воды в Аральском море 24.7 ‰ температура наибольшей плотности аральских вод стала равна температуре замерзания. Это привело к значительным изменениям характера протекания процесса осенне-зимнего конвективного перемешивания. Конвекция теперь протекает непрерывно в один этап до замерзания воды и появления льда. При этом вся масса вод выхолаживается до значительных отрицательных температур, равных температуре замерзания аральских вод соответствующей солености (Бортник, 1983; Гидрометеорология ..., 1990).

При квазистационарном режиме Аральское море по солевому (ионному) составу воды занимало промежуточное положение между гидрокарбонатно-кальциевыми водами суши и хлоридно-натриевыми водами океана. Но все же вода Арала по соотношению солеобразующих ионов стояла ближе к типичным материковым водам (Блинов, 1956).

Процесс осолонения моря сопровождался метаморфизацией ионного состава за счет выпадения в осадок сульфата кальция, доломита и магнезильного кальцита (Квасов, Трофимец, 1976; Бортник, 1983). Анализ изменение солевого состава вод Аральского моря в разные периоды проводился неоднократно (Друмева, Цыцарин, 1984; Бортник, Буйневич, 1979, 1980; Бортник, Друмева, 1986, 1990; Гидрометеорология ..., 1990; Цыцарин, Лобов, 1994, 1995, Лобов, 1994; и др.).

Ниже приведены изменения абсолютного (рис. 2.6) и относительного (рис. 2.7) содержания основных ионов, связь %-эквивалентных отношений основных ионов к хлору с суммой солей (рис. 2.8) и расчет концентраций гипотетических солей (рис. 2.9) в диапазоне солености 3–45‰. Для построения графиков был использован специально созданный массив данных о солевом составе вод Аральского моря (Цыцарин, Лобов, 1993а, 1994), обработанный с помощью специализированного пакета компьютерных программ, позволяющего производить расчеты в широком спектре изменений ионного состава (Лобов, Цыцарин, 1993).

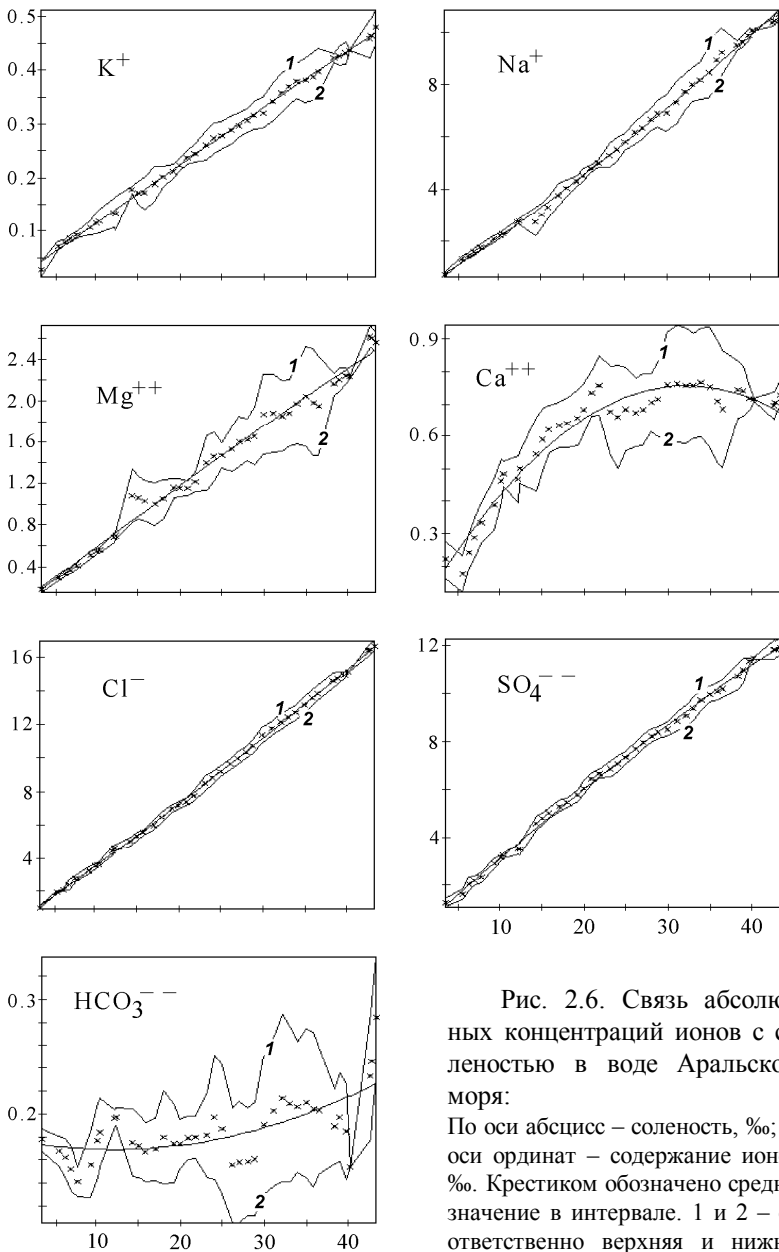


Рис. 2.6. Связь абсолютных концентраций ионов с соленостью в воде Аральского моря:

По оси абсцисс – соленость, ‰; по оси ординат – содержание ионов, ‰. Крестиком обозначено среднее значение в интервале. 1 и 2 – соответственно верхняя и нижняя границы интервалов $\pm\delta$.

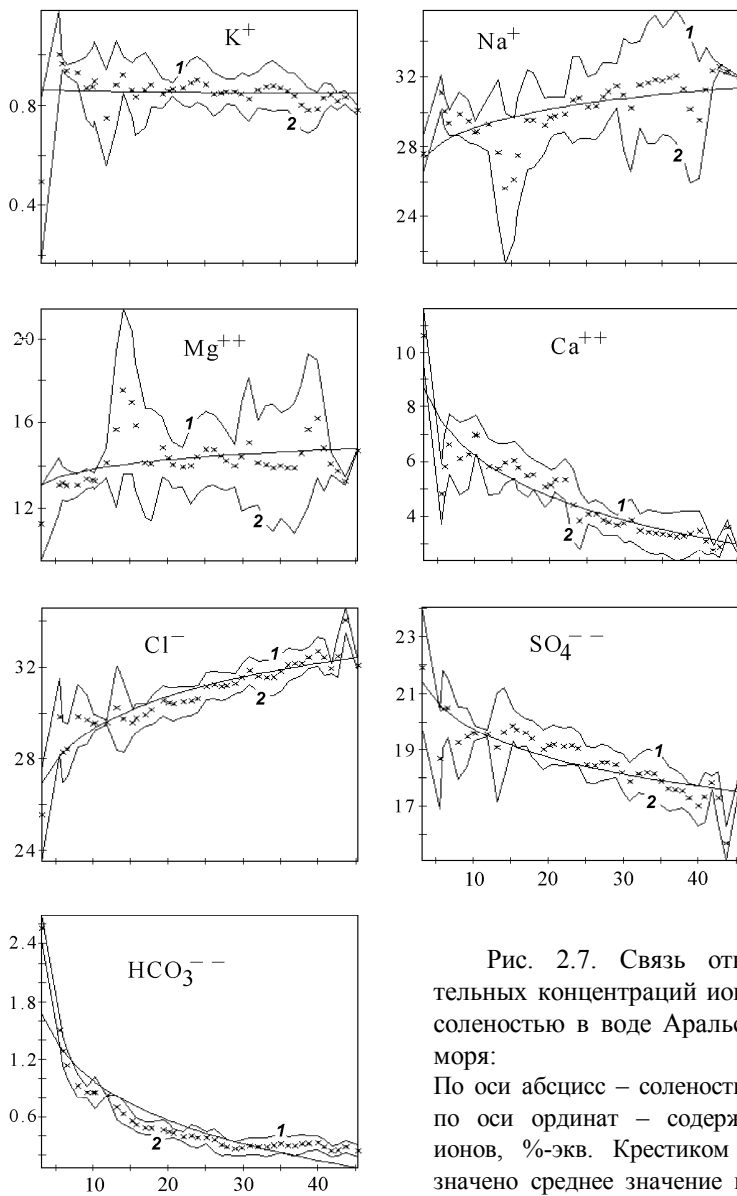


Рис. 2.7. Связь относительных концентраций ионов с соленостью в воде Аральского моря:

По оси абсцисс – соленость, ‰; по оси ординат – содержание ионов, %-экв. Крестиком обозначено среднее значение в интервале. 1 и 2 – соответственно верхняя и нижняя границы интервалов $\pm\delta$

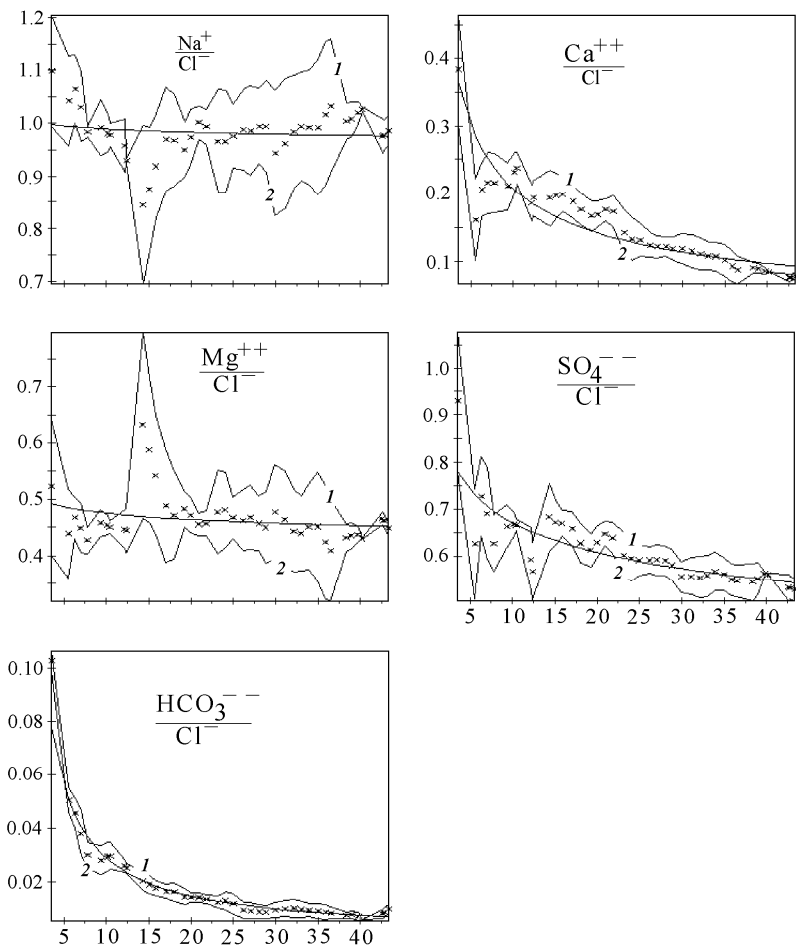


Рис. 2.8. Связь отношений относительных концентраций ионов к хлору (%-экв) с соленостью в воде Аральского моря:

По оси абсцисс – соленость, ‰; по оси ординат – отношение ионов к хлору.

Крестиком обозначено среднее значение в интервале. 1 и 2 – соответственно верхняя и нижняя границы интервалов $\pm\delta$.

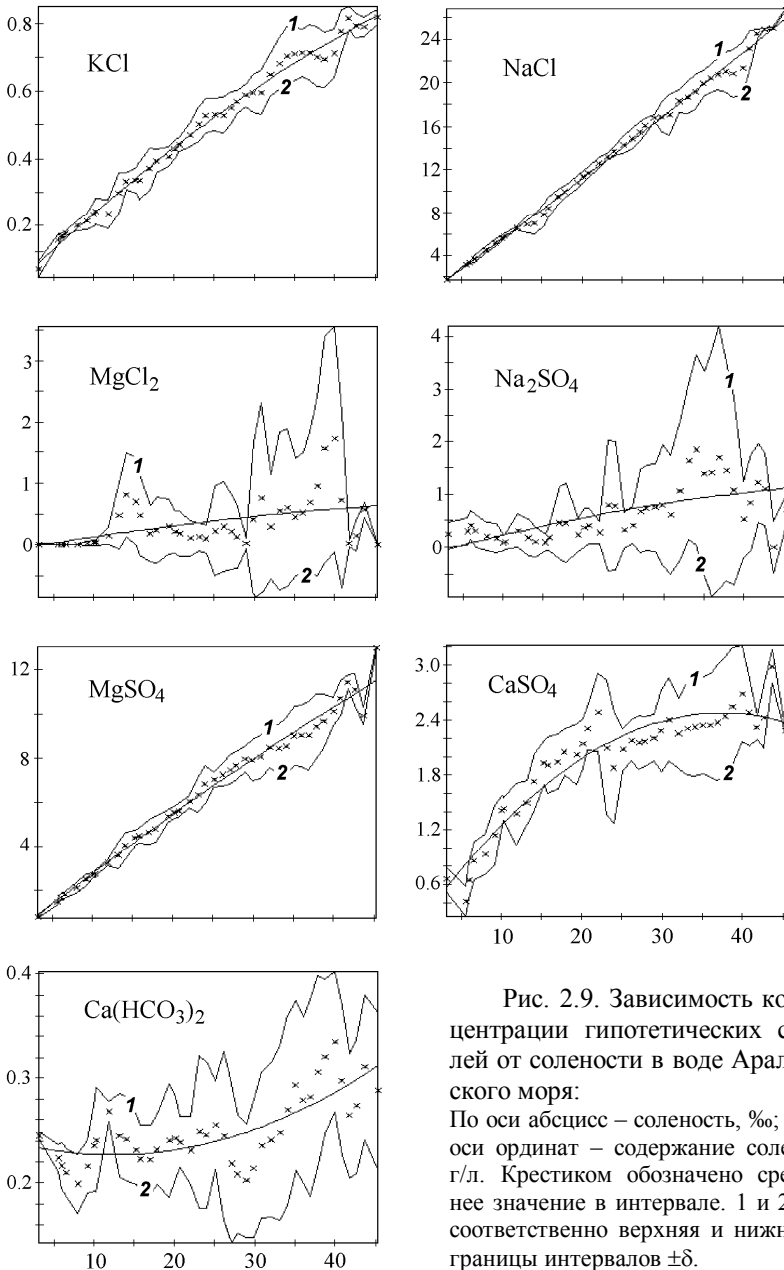
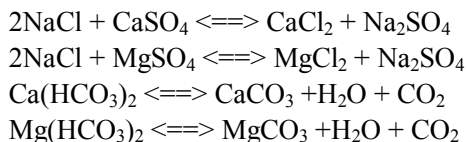


Рис. 2.9. Зависимость концентрации гипотетических солей от солёности в воде Аральского моря:

По оси абсцисс – солёность, ‰; по оси ординат – содержание солей, г/л. Крестиком обозначено среднее значение в интервале. 1 и 2 – соответственно верхняя и нижняя границы интервалов $\pm\delta$.

На графиках (см. рис. 2.6–2.9) прослеживаются области изменения монотонности протекающих процессов, видимо соответствующие пороговым концентрациям, при которых наступает насыщение аральской воды очередной солью. При этом наблюдается резкое изменение равновесий в основных солевых системах, присутствующих в большинстве природных вод (Цыцарин, Лобов, 1994):



Увеличение солености воды Аральского моря привело солевую систему моря в состояние насыщения по отношению к некоторым солям. Солевая система потеряла устойчивость – теперь достаточно даже небольших изменений солености, температуры или pH воды, чтобы вызвать осаждение или растворение некоторого количества солей, при одновременных значительных изменениях в химическом составе воды (Цыцарин, Бортник, 1991).

В Аральском море одновременно с ростом общей солености и абсолютного содержания большинства ионов проходила седиментация карбонатов кальция и магния, гипса, которая определила понижение относительного содержания ионов кальция, магния, сульфатов, карбонатов и повышение содержания ионов хлора, натрия и калия, а также приводила к изменению отношения между хлорностью и соленостью (Лобов с соавт., 1995; см. рис. 2.6–2.9).

Установлены значимые уменьшения солезапаса Большого и Малого морей. Интегральные потери солей Аральского моря с 1978 по 1992 гг. составили за счет потери солей на осушающейся территории – 1.0 млрд. тонн и за счет выпадения в осадок непосредственно в море – 0.6 млрд. тонн (Цыцарин, 1991; Цыцарин, Бортник, 1991; Цыцарин, Лобов, 1994).

Ионный сток рек является основной составляющей приходной части солевого баланса Аральского моря (Гидрометеорология ..., 1990). В 1961–1970 гг., несмотря на сокращение водного

стока, суммарный ионный сток в Аральское море несколько увеличился и достиг 26.9 млн. т в год, главным образом за счет резкого, почти вдвое, возрастания общей минерализации вод р. Сырдарьи (табл. 2.1). В условиях дальнейшего сильного уменьшения водного стока суммарный ионный сток в Аральское море снизился в 1971–1980 гг. до 12.3, а в 1981–1985 гг. в среднем до 2.2 млн. т в год. В отдельные годы водный и ионный сток в море полностью отсутствовали. Минерализация вод Амударьи в 1981–1985 гг. в среднем была 1406, а Сырдарьи – 1844 мг/л, то есть по сравнению с периодом 1911–1960 гг. увеличилась соответственно 3.0 и 3.4 раза.

Рост минерализации речных вод сопровождался резким изменением их ионного состава. Так, относительное содержание карбонатов в водах Амударьи и Сырдарьи снизилось в 4 раза, а их абсолютное содержание изменилось незначительно. Относительное уменьшение карбонатов в речном стоке компенсировалось увеличением абсолютного и относительного содержания хлоридов и значительным возрастанием абсолютного и относительного содержания сульфатов. Из катионов при небольшом росте абсолютного содержания кальция его относительное содержание уменьшилось втрое. При существенном росте абсолютного содержания магния его относительное содержание возросло незначительно. Наблюдался значительный рост абсолютного и относительного содержания щелочных металлов, в основном натрия. Таким образом, из гидрокарбонатно-кальциевых воды Амударьи и Сырдарьи, поступающие в море, трансформировались в сульфатно-натриевые. Возрастание суммарной минерализации речных вод и изменение их количественного состава связано с практически полным зарегулированием и хозяйственным использованием стока рек Амударьи и Сырдарьи, возрастанием в нем доли сильноминерализованных сбросных и дренажных вод (Гидрометеорология ..., 1990).

Вода Аральского моря до зарегулирования стока рек была бедна основными биогенными элементами (Блинов, 1956), содержание фосфатов в среднем было 1–4 мкг/л при колебаниях от ана-

Таблица 2.1

Средняя многолетняя концентрация главных ионов, суммарная минерализация и ионный сток рек Амударья и Сырдарья (по: Гидрометеорология ..., 1990)

| Период | Единица измерения | HCO ₃ ⁻ | SO ₄ ²⁻ | Cl | Ca ²⁺ | Mg ²⁺ | Na ⁺ +K ⁺ | Суммарная минерализация | Ионный сток, млн. т |
|-----------------|-------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------|------------------|------------------|---------------------------------|-------------------------|---------------------|
| Амударья | | | | | | | | | |
| 1911–1960* | мг/л | 153.5 | 104.9 | 74.1 | 83.1 | 11.2 | 43.7 | 470.8 | 17.74 |
| | %** | 18.53 | 16.08 | 15.39 | 35.92 | 7.98 | 6.10 | 100.00 | |
| 1961–1970 | мг/л | 124.8 | 131.0 | 85.0 | 62.0 | 19.0 | 61.0 | 482.8 | 16.93 |
| | % | 14.20 | 19.30 | 16.50 | 21.30 | 10.5 | 18.20 | 100.00 | |
| 1971–1980 | мг/л | 110.7 | 243.8 | 137.9 | 80.8 | 25.8 | 109.2 | 708.2 | 8.87 |
| | % | 8.34 | 23.62 | 18.04 | 18.45 | 9.79 | 21.76 | 100.00 | |
| 1981–1985 | мг/л | 145.3 | 619.3 | 357.4 | 127.8 | 74.2 | 315.2 | 1640.4 | 2.23 |
| | % | 4.69 | 29.43 | 19.88 | 12.58 | 12.03 | 25.39 | 100.00 | |
| Сырдарья | | | | | | | | | |
| 1911–1960* | мг/л | 186.1 | 164.4 | 40.3 | 87.6 | 20.6 | 43.8 | 542.8 | 6.05 |
| | % | 20.04 | 22.49 | 7.47 | 32.27 | 12.52 | 5.21 | 100.00 | |
| 1961–1970 | мг/л | 179.0 | 465.4 | 105.8 | 92.8 | 54.0 | 158.0 | 1055.0 | 9.96 |
| | % | 9.63 | 30.89 | 9.48 | 14.66 | 14.04 | 21.30 | 100.00 | |
| 1971–1980 | мг/л | 190.1 | 579.2 | 168.1 | 112.0 | 76.0 | 187.1 | 1312.5 | 3.59 |
| | % | 7.80 | 30.31 | 11.90 | 14.03 | 15.59 | 20.37 | 100.00 | |
| 1981–1985 | мг/л | 184.5 | 922.7 | 187.1 | 131.1 | 89.5 | 328.7 | 1843.6 | – |
| | % | 5.49 | 34.92 | 9.59 | 11.88 | 13.37 | 24.75 | 100.00 | |

Примечание: * – по: Блинов, 1956.

** – относительная форма молярной концентрации эквивалентов (% - экв).

литического нуля до 23 мкг/л. Содержание нитритов было близко к нулю, средние концентрации нитратов не превышали 5 мкг/л, содержание аммонийного азота в поверхностном слое достигало 80 мкг/л. Среднее содержание кремнекислоты было 250 мкг/л, минимальные и максимальные концентрации – соответственно 120–800 мкг/л.

Данные о режиме фосфатов, нитритов и кремнекислоты Аральского моря за 1961–1985 гг. были обобщены И.В. Свиридовой (1990). Этот обзор и данные о содержании биогенных элементов в воде Аральского моря в августе 1992 г., были использованы при написании данного раздела.

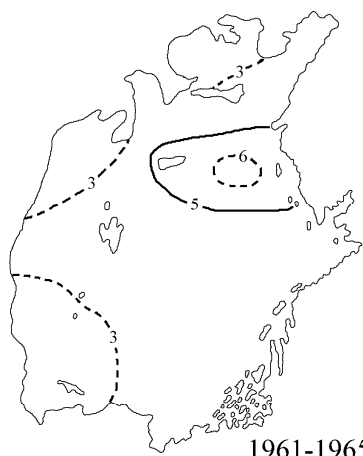
Фосфаты. В летний период 1961–1965 гг. концентрации фосфатов на поверхности моря были близки к естественным – 1–6 мкг/л, максимальные концентрации наблюдались на северо-востоке Большого моря (рис. 2.10). К периоду 1971–1975 гг. произошло заметное увеличение концентраций фосфатов по сравнению с периодом 1961–1965 гг. На поверхности они изменялись уже от 5 до 18 мкг/л, зоны максимальных и повышенных концентраций (10–18 мкг/л) находились в восточной части Большого моря, на устьевых взморьях Амударьи и Сырдарьи. В последующие годы, особенно в 1981–1985 гг., произошло резкое увеличение средних концентраций фосфатов по всей акватории моря до 15–45 мкг/л.

В августе 1992 г. были отмечены наибольшие концентрации фосфатов за весь рассматриваемый период. Максимальные величины фосфатов отмечались в зоне влияния вод Амударьи и заливе Тшебас.

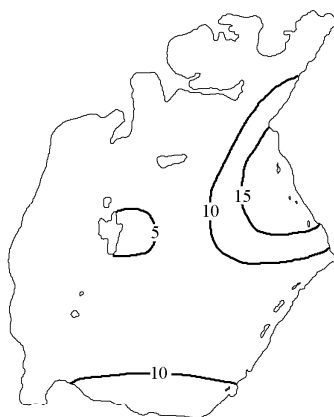
Нитриты. В 1961–1965 гг. в условиях близких к естественным в Аральском море летом средние концентрации нитритов изменялись в пре делах 0.4–2.3 мкг/л (рис. 2.11). Минимальные концентрации нитритов были в центральном районе Большого моря, максимальные – в северо-западной части Большого моря.

В период 1966–1965 гг. отмечалось повсеместное заметное уменьшение содержания нитритов весной и летом.

В летнее время в период 1971–1975 гг. на большей части акватории содержание нитритов было ниже 1.0 мкг/л, опускаясь в



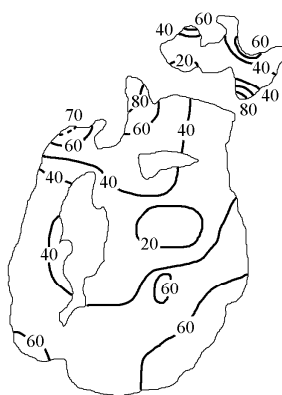
1961-1965



1971-1975

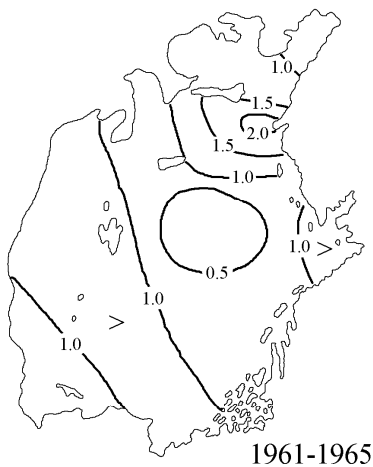


1981-1985

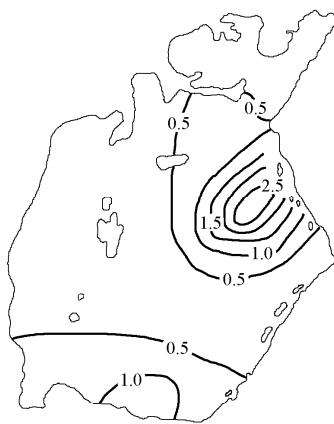


1992

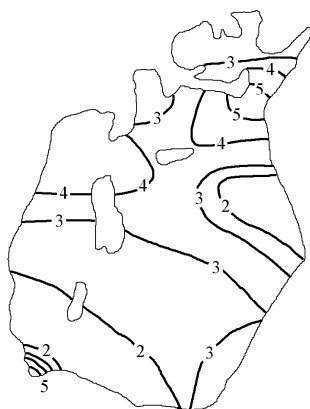
Рис. 2.10. Распределение фосфатов на поверхности Аральского моря (1961–1965, 1971–1975 и 1981–1985 гг. по: Гидрометеорология ..., 1990; 1992 г. по: Лю Хун, 1993), мкг/л.



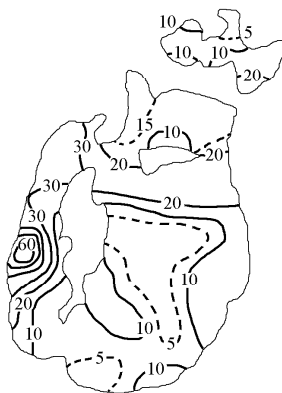
1961-1965



1971-1975



1981-1985



1990
1992

Рис. 2.11. Распределение нитритов на поверхности Аральского моря (1961–1965, 1971–1975 и 1981–1985 гг. по: Гидрометеорология ..., 1990; 1992 г. по: Лю Хун, 1993), мкг/л.

отдельных районах до аналитического нуля. Максимальные концентрации нитритов (до 2.5 мкг/л) отмечались в северо-восточной части Большого моря.

В 1970–1980 гг. содержание нитритов в летний период было выше, чем в 1971–1975 гг., а в весенний и осенний периоды нитриты отсутствовали в большинстве районов моря.

В 1981–1985 гг. концентрации нитритов на поверхности значительно увеличились по сравнению с предшествующими пятилетками. В Малом море концентрации нитритов стали 3–5 мкг/л.

Содержание нитритов на поверхности Аральского моря в августе 1992 г. изменялось от 5 до 64 мкг/л. Максимальные концентрации были приурочены к западной глубоководной впадине. В Малом море и на большей части акватории Большого моря содержание нитритов было в пределах 5–15 мкг/л (см. рис. 2.11).

Содержание нитратов и аммонийного азота на поверхности Аральского моря, по сравнению с квазистационарным периодом, также значительно увеличились. Распределение нитратов в августе 1992 г. было схожим с распределением нитритов, но при несколько больших величинах содержания. Максимум нитратов отмечен в западной глубоководной впадине, в районе южнее острова Барсакельмес их концентрации были 35–40 мкг/л, по восточной части Большого моря и большей части Малого моря – 10–20 мкг/л, на взморье Сырдарьи – 25 мкг/л (рис. 2.12А).

Максимум концентраций аммонийного азота был отмечен в районе мыса Изендыарал (160 мкг/л). Повышенное содержание аммонийного азота было характерно для западной глубоководной котловины (124 мкг/л), для зоны распреснения на юго-востоке Большого моря (60–75 мкг/л) и устьевого взморья Сырдарьи (140 мкг/л). В центральной и западной частях Малого моря содержание аммонийного азота было от 60 до 80 мкг/л (рис. 2.12Б).

Кремнекислота. В летнее время 1961–1965 гг. на поверхности концентрации кремнекислоты повышались до сезонного максимума во всех районах моря (рис. 2.13). Это было следствием влияния речного стока. Зоны повышенных концентраций (> 300 мкг/л) отмечались в восточной части Малого моря, на устьевом взморье

Сырдарьи, в районе восточных мелководий, а также в юго-западной части Большого моря, где сказывалось влияние стока Амударьи.

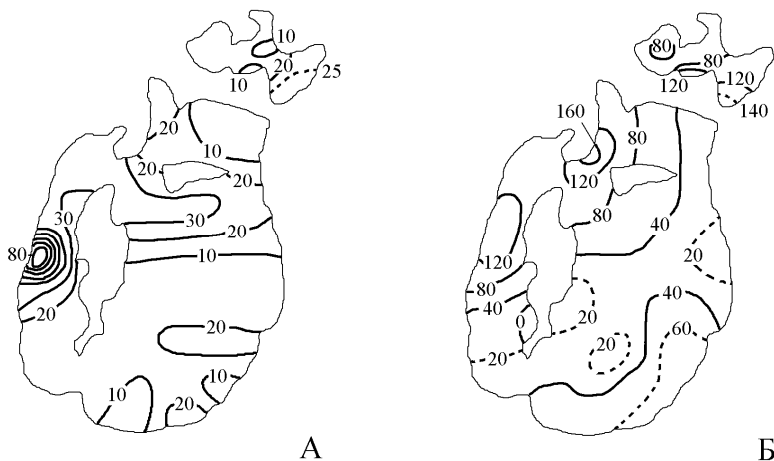


Рис. 2.12. Распределение нитратов (А) и аммонийного азота (Б) в 1992 г. на поверхности Аральского моря (по: Лю Хун, 1993), мг/л.

В 1966–1970 гг. содержание и распределение кремнекислоты было близко к таковым в 1961–1965 гг.

В летнее время 1971–1975 гг. на поверхности Аральского моря, по сравнению с тем же сезоном предшествующей пятилетки, содержание кремнекислоты заметно возросло. Диапазон колебаний по акватории составлял 125–500 мг/л. Максимальные концентрации находились на севере западного района, минимальные в западной части Малого моря.

В 1976–1980 гг. в ряде районов Аральского моря произошли изменения в режиме кремнекислоты, в основном, в сторону резкого увеличения ее концентрации.

В 1981–1985 гг. произошло дальнейшее увеличение концентрации кремнекислоты. Летом на поверхности содержание кремнекислоты в Малом море составляло 1100–1300 мг/л, на усть-

евом взморье Сырдарьи – 800 мкг/л, в Аджибайском заливе – 1200 мкг/л. Минимальное (<600 мкг/л) содержание кремнекислоты было в центральном районе Большого моря.

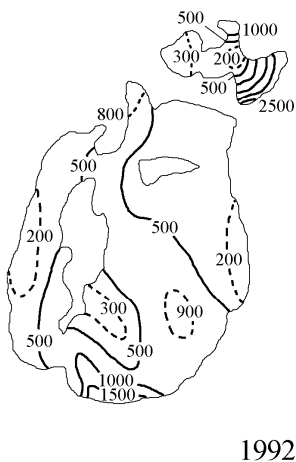
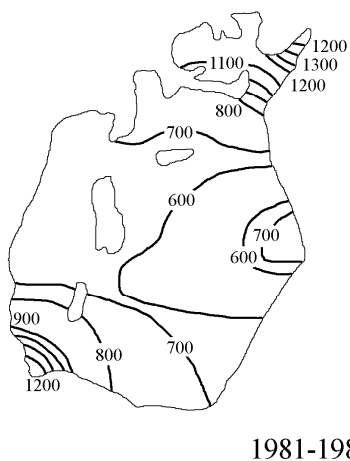
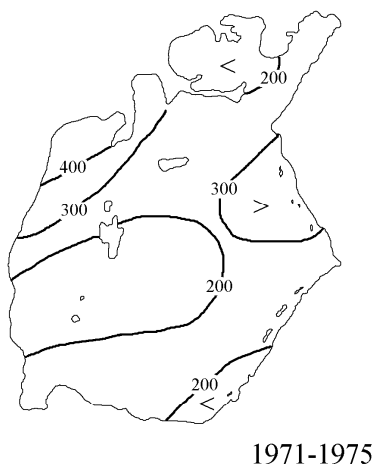
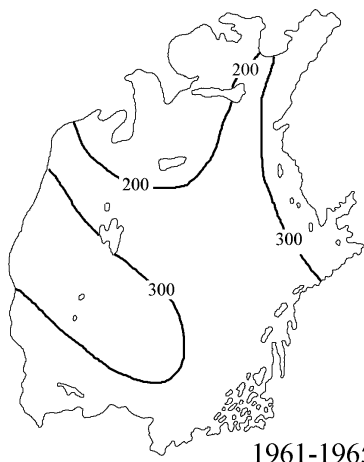


Рис. 2.13. Распределение кремния на поверхности Аральского моря (1961–1965, 1971–1975 и 1981–1985 гг. по: Гидрометеорология ..., 1990; 1992 г. по: Лю Хун, 1993), мкг/л.

В августе 1992 г. на поверхности Большого моря содержание кремнекислоты колебалось от 168 до 1665 мкг/л. Максимальные ее концентрации были приурочены к распресненной зоне у южного побережья (см. рис. 2.13). Повышенные значения кремнекислоты находились также на мелководьях южной части западной глубоководной котловины и на мелководьях южной части Большого моря. В заливе Тщebas повышенное содержание кремнекислоты (870 мкг/л) объясняется поступлением ее из скважины вместе с пресной водой. Пониженное содержание кремнекислоты отмечалось в водах центральной части Большого моря. В Малом море повышенным содержанием кремнекислоты отличались воды залива Бутакова и, особенно, устьевого взморья Сырдарьи. В западной и центральной частях Малого моря содержание кремнекислоты было относительно низкое – 200–400 мкг/л.

Основная составляющая приходной части баланса как растворенных, так и твердых форм биогенных веществ Аральского моря – биогенный сток Амударьи и Сырдарьи (Бруевич, Соловьева, 1957; Максимова с соавт., 1979; Бортник, 1980а; Елибаев, 1981).

В результате расширения удобряемых сельскохозяйственных угодий в бассейне Аральского моря в речных водах повысилось содержание растворенных биогенных веществ (табл. 2.2) и в первые годы (1961–1970) даже в условиях сокращения водного стока отмечалось заметное возрастание поступлений всех форм фосфора и азота, тогда как приток кремнекислоты остался на прежнем уровне (табл. 2.3). В 1971–1980 гг., несмотря на дальнейший рост концентраций большинства форм биогенных веществ в речном стоке, их приток, из-за прогрессирующего уменьшения водного стока, в Аральское море быстро сокращался. В 1981–1985 гг. в условиях незначительного водного стока приток биогенных веществ снизился до минимальных значений, а в отдельные годы водный сток и сток биогенных веществ в море полностью отсутствовал (Гидрометеорология ..., 1990).

Так же как и для растворенных форм биогенных веществ, в 1961–1970 гг. при существенном сокращении водного стока отме-

чалось возрастание стока взвешенных форм биогенных веществ из-за возрастания мутности речных вод, главным образом Амударья, и соответственно поступающего в море твердого стока (табл. 2.4). В 1977–1985 гг. при сохранении примерно тех же концентраций взвешенного вещества в речных водах из-за дальнейшего уменьшения водного стока поступление взвешенных форм биогенных веществ быстро достигло минимальных значений (Гидрометеорология ..., 1990).

Таблица 2.2

Содержание растворенных биогенных веществ в речных водах (по табличным данным из: Гидрометеорология ..., 1990), мг/м³

| Период | Водный сток, км ³ | P | N | Si |
|-----------|------------------------------|-------|-----------|-----------|
| Сырдарья | | | | |
| 1911–1960 | 14.0 | – | 1209–1279 | 4855–5300 |
| 1961–1965 | 9.6 | 200 | 2295 | 5000 |
| 1966–1970 | 10.6 | 99 | 1668 | 5200 |
| 1971–1975 | 5.3 | 128 | 2834 | 4200 |
| 1976–1980 | 0.3 | 86 | 2817 | 4400 |
| Амударья | | | | |
| 1911–1960 | 43.6 | 30–33 | 705–743 | 4756–4949 |
| 1961–1965 | 30.2 | 48 | 890 | 5800 |
| 1966–1970 | 36.6 | 48 | 1132 | 6000 |
| 1971–1975 | 16.2 | 27 | 702 | 4000 |
| 1976–1980 | 11.3 | 56 | 2268 | 4300 |
| 1981–1985 | 2.0 | – | 2038 | – |

Высокое абсолютное и относительное содержание кислорода в воде Аральского моря на всех глубинах в течение всего года отмечалось рядом авторов (Бенинг, 1935; Блинов, 1956; Соловьева, 1959; Косарев, 1975; Бортник, Чудаков, 1978), при этом особенностью Арала являлось пересыщение кислородом придонных слоев, за исключением района глубоководной впадины, где на глубинах более 40 м относительное содержание кислорода было чуть меньше 100 %. По мере повышения солености в придонных слоях воды глубоководной впадины относительное содержание кислорода с обычных 90 % понизилось в 1981–1985 гг. до 60 % (Гидроме-

Таблица 2.3

Среднее годовое поступление растворенных биогенных веществ в Аральское море (по табличным данным из: Гидрометеорология ..., 1990), тыс. т

| Период | Речной сток | | | | | | | | | | Осадки | |
|-----------|-------------------|------------------|------------------|-------------------|-------------------|-------------------|------------------|------------------|------------------|-------|-------------------|-------------------|
| | P-PO ₄ | P _{орг} | P _{вал} | N-NO ₂ | N-NO ₃ | N-NH ₄ | N _{мин} | N _{орг} | N _{вал} | Si | N-NO ₃ | N-NH ₄ |
| 1911–1960 | 0.5 | 1.0 | 1.5 | – | 20.9 | 3.1 | 24.0 | 24.7 | 48.7 | 288.0 | 1.8 | 1.8 |
| 1961–1965 | 1.3 | 1.9 | 3.2 | 0.2 | 12.6 | 3.1 | 15.9 | 31.1 | 47.0 | 231.2 | 1.5 | 5.6 |
| 1966–1970 | 1.2 | 1.4 | 2.6 | 0.3 | 20.0 | 15.8 | 36.1 | 23.3 | 59.4 | 296.2 | 1.6 | 4.0 |
| 1971–1975 | 0.5 | 0.5 | 1.0 | 0.2 | 8.2 | 7.0 | 15.4 | 8.6 | 24.0 | 115.9 | 2.9 | 3.1 |
| 1976–1980 | 0.3 | 0.4 | 0.7 | 0.3 | 17.7 | 3.6 | 21.6 | 6.6 | 28.2 | 48.1 | 1.9 | 4.8 |
| 1981–1985 | – | – | – | <0.1 | 2.2 | 0.2 | 2.4 | 1.6 | 4.0 | – | 2.0 | 3.4 |

Таблица 2.4

**Среднее годовое поступление твердых биогенных веществ
в Аральское море (по табличным данным из:
Гидрометеорология ..., 1990), тыс. т**

| Период | Речной сток | | | Атмосферная пыль | |
|-----------|-------------|-------|-------|------------------|-----|
| | P | N | Si | P | N |
| 1911–1960 | 56.0 | 82.0 | 29244 | 1.7 | 5.0 |
| 1961–1965 | 61.4 | 59.3 | 24287 | 1.6 | 4.7 |
| 1966–1970 | 115.5 | 112.1 | 45585 | 1.5 | 4.4 |
| 1971–1975 | 37.7 | 36.5 | 14914 | 1.4 | 4.2 |
| 1976–1980 | 14.5 | 14.3 | 5750 | 2.2 | 6.5 |
| 1981–1985 | 1.5 | 1.4 | 588 | 2.0 | 5.7 |

теорология ..., 1990). В августе 1992 г., по данным ГОИНа, в придонных слоях глубоководной котловины вновь наблюдалось 90 % относительное содержание кислорода.

Для всей акватории Аральского моря характерна щелочная реакция среды. До 1961 г. среднее значение pH в зависимости от сезона колебалось от 8.2 до 8.4, достигая на мелководных с повышенной соленостью участках восточного побережья 9 (Блинов, 1956; Соловьева, 1959). В августе 1992 г. средняя величина pH была 8.6 (рис. 2.14).

Прозрачность воды в августе 1992 г. в районе западной глубоководной котловины была 9–10 м, в центральной части Большого моря – 5–7 м, в Малом море менее 4 м. По литературным данным (Берг, 1908; Никольский, 1940), максимальная прозрачность зарегистрированная на Аральском море составляла 24 м в Малом море и 27 м в заливе Чернышова Большого моря.

При квазистационарном режиме, в отличие от других внутренних морей, в Аральском море органическое вещество было в основном аллохтонного происхождения (Максимова, 1973), 53.5 % от общего годового прихода поступало со стоком рек, 42.8 % – продуцировали макрофиты и 3.7 % – фитопланктон. Около 90 % приносимого реками органического вещества поступало во взвешенном состоянии, большая часть его выпадала вблизи устьев рек и выключалось из общего круговорота органическо-

го вещества. 62.3 % от общего годового прихода органического вещества оседало в грунт и 36.7 % минерализовалось.

Донные осадки (грунты) Аральского моря формировались за счет взвешенных наносов, выносимых реками, эоловых наносов, а также в результате отмирания и минерализации организмов планктона и бентоса.

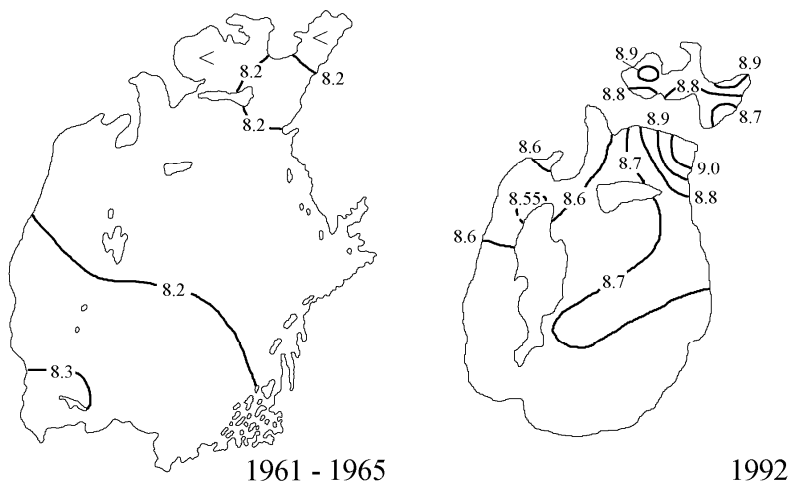


Рис. 2.14. Распределение рН на поверхности моря летом (1961–1965 гг. по: Гидрометеорология ..., 1990; 1992 г. по: Лю Хун, 1993).

До изъятия стока рек в донные отложения моря ежегодно переходило около 130 млн. т осадочных веществ, терригенная часть составляла 85.4 %, хемотропные и биогенные продукты 10.4 и 4.2 % соответственно (Резников, 1976; Хрусталева с соавт., 1977). Причем основу седиментационного материала составляли выносы рек Амударья и Сырдарья (72.3 %), а абразия берегов и эоловые наносы имели меньшее значение.

На основании гранулометрического, минералогического состава и условий образования была составлена схема (рис. 2.15) донных осадков Аральского моря (Хрусталева с соавт., 1977). Пески были приурочены в основном к береговой зоне Аральского мо-

ря, тем областям, где происходило постоянное взмучивание донных осадков. Оолитовые известковые пески протягивались от банки Бенинга на юг до острова Лазарева, их распространение ограничивалось 20-ти метровой изобатой. Алевритовые илы встречались на восточном мелководье, на различных глубинах придельтовых областей, в открытой части моря, северных заливах и Малом море, располагаясь в зонах, где воздействие волнения на дно крайне ослаблено. Глинистые илы были расположены в придельтовых областях, северных заливах, в открытой части водоема и Малом море. В придельтовых районах зоны распространения глинистых илов были крайне не устойчивы и зависели от сезонности и гидродинамической обстановки. Глинисто-известковые илы были приурочены к западной и центральной глубоководным впадинам, представляли собой полужидкую массу темно-серого или черного цветов часто с запахом сероводорода.

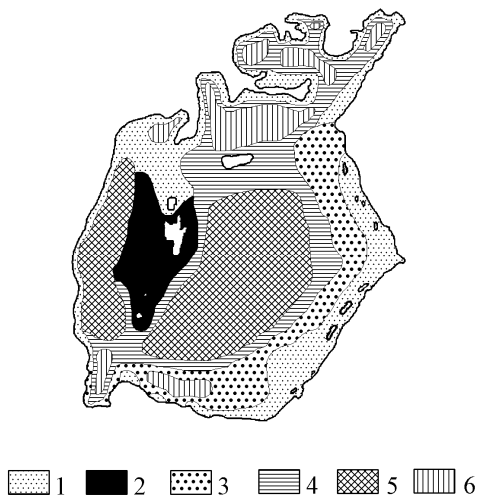


Рис. 2.15. Схема донных осадков Аральского моря (по: Хрусталеv с соавт., 1977):

1 - пески; 2 - оолитовые известковые пески; 3 - крупные алевриты; 4 - мелкоалевритовые илы; 5 - глинисто-известковые илы; 6 - глинистые илы дельт, северных заливов и Малого моря

В практической работе мы оценивали грунты на основании механического состава и по цвету (рис. 2.16). Илистый песок и песчанистый ил соответствовали крупным алевритам и мелко-алевроитовым илам. Цвет илов Аральского моря зависит, в основном, от окислительно-восстановительных процессов протекающих в грунте. При высыхании на воздухе черный или темно-серые илы светлеют и по цвету почти не отличаются от высушенного серого ила. Появление коричнево-серых илов обуславливалось седиментацией осадков, влекомых реками; площади их изменчивы и целиком и полностью зависят от объема стока.

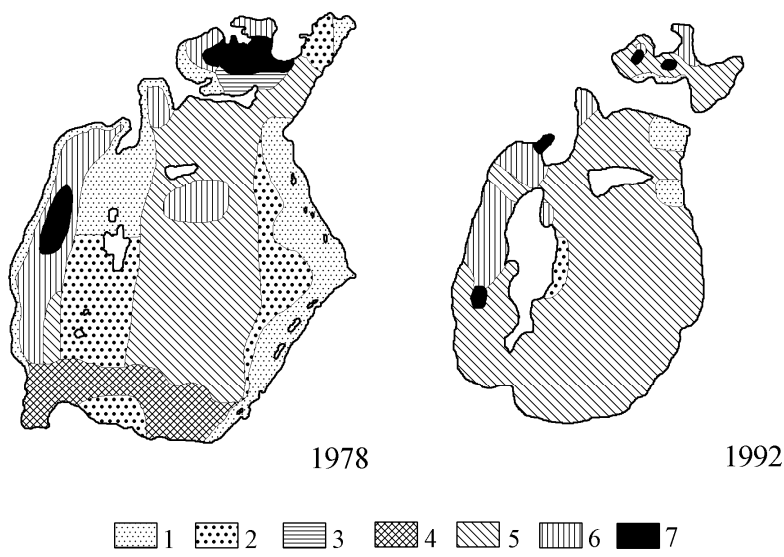


Рис. 2.16. Схема распределения грунтов в Аральском море:
 1 – песок, 2 – илистый песок, 3 – песчанистый ил, 4 – коричнево-серый ил, 5 – серый ил, 6 – темно-серый ил, 7 – черный ил.

По мере обмеления Аральского моря в центральной глубоководной котловине перестали встречаться темно-серые илы, имевшие уже в 1978 г. ограниченное распространение. Мелководные участки по восточному побережью и возле гряды островов, заня-

тые песками и илистыми песками осушились. Преобладающими грунтами стали серые илы, резко сократились площади занятые черными и темно-серыми илами. Следует отметить, что при возобновлении исследований в 1989 г. мы на большей части дна Большого моря обнаружили корку соли (1–3 мм), сцементировавшую поверхность грунтов. В ряде случаев корка соли даже препятствовала работе дночерпателя Петерсена, не давая ему погрузиться в грунт. В последующие годы корочка соли, как бы ослабла, поверх ее произошла седиментация взвешенных частиц и затруднений с взятием грунта не было.

Регулярные наблюдения за состоянием химического загрязнения вод Аральского моря на сети станций Общегосударственной системы наблюдений Госкомгидромета СССР (см. Бортник, Гейдарова, 1991) проводятся с 1970 г., с перерывом в 1987–1988 гг.

Как отмечают В.Н. Бортник и Н.С. Гейдарова (1991), в начале 70-х годов к основным источникам загрязнения вод моря относились речные воды Амударьи и Сырдарьи, рыболовный и транспортный флот, Аральский морской порт, Аральский и Муйнакский рыбокомбинаты. С середины 70-х к началу 80-х годов, одновременно с резким сокращением стока рек (сток Сырдарьи, а в отдельные годы и Амударьи, в 1974–1986 гг. не доходил до моря) были введены очистные сооружения на Муйнакском и Аральском рыбокомбинатах, прекратились транспортные перевозки и рыбный промысел, закрылся Аральский морской порт. В 80-х годах загрязняющие вещества поступали в Аральское море только от небольшого количества оставшихся судов, нерегулярно с речным стоком Сырдарьи и Амударьи, а также с небольшим количеством коллекторно-дренажных вод, доходящих до моря, и при аварийных сбросах в следствии прорыва земляных дамб в нижнем течении Амударьи и Сырдарьи.

Существенное уменьшение поступления в море загрязняющих веществ привело к снижению уровня его загрязнения. Так, по средним показателям загрязняющих веществ (нефтяные углеводо-

роды, фенолы, синтетические поверхностно активные вещества, хлорорганические пестициды, тяжелые металлы) в 1970–1979 гг. воды Аральского моря классифицировались как "чрезвычайно грязные", в 1980–1986 гг. – как "условно чистые" и в 1989 г. – как "загрязненные". Очевидно, увеличение загрязнения Аральского моря в 1989 г. было обусловлено относительно многоводным 1988 г. (Бортник, Гейдарова, 1991). В начале 90-х годов Аральское море отличалось меньшим уровнем пестицидного загрязнения по сравнению с многими крупными рыбохозяйственными водоемами Казахстана (Амиргалиев с соавт., 1993).

Таким образом, Аральское море как среда обитания гидробионтов значительно изменилось по сравнению с периодом его квазистационарного режима. Помимо изменения морфометрических характеристик, резко повысилась соленость воды, уменьшилось поступление биогенных элементов, понизилась температура воды в зимний период. Претерпели изменения и воды впадающих рек, они из гидрокарбонатно-кальциевых трансформировались в сульфатно-натриевые, в них возросло содержание биогенных и загрязняющих веществ. По существу Аральское море в современном его состоянии – совершенно иная среда обитания по сравнению с периодом его квазистационарного режима, а в недалеком будущем возможен переход Большого моря в гипергалинный водоем.

Глава 3. ЗООПЛАНКТОН АРАЛЬСКОГО МОРЯ

3.1. Видовой состав

Зоопланктон Аральского моря представлен коловратками, ветвистоусыми и веслоногими ракообразными, а также личинками донных животных.

При рассмотрении видового состава зоопланктона Аральского моря исследователь неизбежно сталкивается с необходимостью разделения сведений предыдущих авторов на данные, относящиеся к собственно Аральскому морю, и данные, характеризующие опресненные участки моря, дельтовые озера и речные воды. Например, в работе В.И. Мейснера (1908) из 107 видов планктонных животных лишь 24 вида были встречены за пределами полностью распресненных участков.

Поэтому, представляется целесообразным разделить известный по литературным данным видовой состав зоопланктона на три группы. В первую – относятся виды, обитавшие в дельтовых озерах, водах рек Сырдарья и Амударья, опресненных заливах (менее 3–5 ‰) Аральского моря. Во вторую – виды, отмеченные при солености более 3–5 ‰, но не встречавшиеся при солености открытого моря. И, наконец, виды составлявшие зоопланктон собственно Аральского моря, то есть встреченные в открытом море при его нормальной солености для периода до зарегулирования стока рек – 10.2 ‰.

Рассматривать подробно видовой состав зоопланктона, приносимого реками Сырдарья и Амударья, дельтовых озер, и полностью опресненных заливов Арала не входит в наши задачи. Эти сведения приведены В.И. Мейснером (1908), Г.С. Карзинкиным (1924), Н.А. Кейзером (1925, 1929, 1950), С.Д. Муравейским (1925), Vorutzky, (1927), В.М. Рыловым (1933), Н.А. Акатовой (1950), Н.А. Степановой и А.М. Ледяевой (1950), Н.А. Степановой

(1959), М.Я. Ветышевой (1964), А.К. Дарибаевым (1964, 1966), Г.А. Ивановой (1964), У.Е. Ерекеевым и С.К. Казахбаевым (1972), Т.А. Кортуновой (1978) и другими. Отметим только, что в составе зоопланктона опресненных участков и вносимого реками было приведено более 200 видов.

Во вторую группу видов, обитающих преимущественно в пресных водах, но проникавших в Арал до солености 7–9 ‰ по данным ряда авторов (Зернов, 1903; Мейснер, 1908; Бенинг, 1934, 1935; Боруцкий, 1974; Кутикова, 1974; Мордухай-Болтовской, 1974; Кортунова, 1978), относятся 29 видов коловраток: *Cephalodella tenuiseta* (Burn), *C. gibba* (Ehrenb.), *Trichocerca caspica* (Tschug.), *Synchaeta kitina* Rouss., *Lindia torulosa* Dujardin, *Encentrum limicola* Otto, *Asplanchna girodi* Guerne, *Lecane plesia* Myers, *L. luna* (Müller), *L. candida* Haring et Myers, *L. signifera ploenensis* (Voigt), *L. stenroosi* (Meissner), *L. punctata* (Murray), *L. bulla* (Gosse), *L. grandis* (Murray), *L. levistyla* (Olofsson), *Trichotria pocillum* (Müller), *Colurella salina* Althaus, *Lepadella patella* (Müller), *L. rhomboides* (Gosse), *Tripleuchlanis plicata* (Levander), *Euchlanis dilatata* Ehrenb., *Brachionus angularis* Gosse, *B. urceus* (Linnaeus), *Keratella valga* (Ehrenb.), *Kellicottia longispina* (Kell.), *Testudinella patina* (Hermann), *Filinia longiseta* (Ehrenb.), *Hexartia fennica* (Levander); 8 видов ветвистоусых ракообразных: *Diaphanosoma brachiurum* Lievin, *Ceriodaphnia cornuta* G. Sars, *C. pulchella* G. Sars, *Daphnia longispina* (O.F. Müller), *Moina micrura* Kurz, *Chydorus sphaericus* (O.F. Müller), *Bosmina longirostris* (O.F. Müller), *Polyphemus pediculus* (L.); и один вид веслоногих ракообразных – *Phyllodiatomus blanci* (Guerne et Richard). Виды, включенные в эту группу, имеют пресноводное происхождение, большая их часть имеет широкое распространение по Палеарктике, ряд – всеветны. Необходимо отметить, что часть видов включена по единичным находкам и, может быть, ошибочно отнесена к видам, выдерживающим осолонение. В свою очередь, единственная находка представителя этого списка – *Bosmina longirostris* в 1971 г. на 28 станции при нормальной солености открытого моря, но в непосредственной близости от устья р. Сырдарьи, не дает оснований отнести ее к зоопланктону собственно Аральского моря.

В составе зоопланктона собственно Аральского моря было отмечено всего 52 вида коловраток, ветвистоусых и веслоногих ракообразных (табл. 3.1), а также молодь полихеты (*Nereis*) и личинки двустворчатых моллюсков (*Dreissena*, *Hypanis*, *Cerastoderma*, *Syndosmya*), краба (*Rhithropanopeus*), креветки (*Palaemon*).

Ряд представителей зоопланктона собственно моря, такие как: *Synchaeta vorax*, *Ceriodaphnia reticulata*, *Alona rectangula*, *Mesocyclops leuckarti*, *Thermocyclops crassus* с соавт., встречались по всему диапазону солености – от пресных вод до 10.2 ‰, другие (*Evadne anonyx*, *Podonevadne camptonyx*, *Cercopagis pengoi aralensis* и др.) проникали лишь до границы пресных вод 3–5 ‰.

Таким образом, видовой состав зоопланктона при естественном режиме Аральского моря закономерно обеднялся по мере продвижения от опресненных участков к осолоненным, и самыми бедными были центральные районы с нормальной соленостью воды, заселить которые смогли только наиболее солеустойчивые представители пресноводных видов или же специализированные солоноватоводные виды и эвригалинные виды морского происхождения.

В истории фауны Аральского моря, и зоопланктона в частности, можно выделить три периода различных по продолжительности. Первый – период существования моря в условиях естественного режима, он продолжался до 1972 г.; года, когда падение уровня моря стало превышать вековые колебания. По сравнению со среднемноголетними данными падение уровня моря составило –1.7 м, а средняя соленость воды повысилась на 1.4 ‰. Второй – период начального осолонения моря, продолжавшийся с 1972 по 1980 гг., к концу периода уровень моря упал на 6.7 м, средняя соленость воды повысилась на 6.1 ‰. Третий – период прогрессирующего осолонения начался с 1981 г. и к 1993 г. уровень моря упал почти на 16 м, средняя соленость воды в Большом море возросла до 36.5 ‰ и продолжает увеличиваться. В Малом море после достижения в 1992 г. средней солености воды 28.7 ‰ началось небольшое распреснение.

Таблица 3.1

**Многолетние изменения видового состава зоопланктона
открытой части Аральского моря (по: Андреев, 1997)**

| Вид | 1900– 1904 | 1932– 1933 | 1959– 1968 | 1971 | 1976– 1980 | 1989– 1992 |
|---|---------------|---------------|---------------|------|---------------|---------------|
| ROTATORIA | | | | | | |
| <i>Eosphora ehrenbergi</i> Weber | – | – | – | + | + | – |
| <i>Trichocerca marina</i> Daday | – | + | – | – | – | – |
| <i>Synchaeta neapolitana</i> Rouss. | – | + | – | – | – | – |
| <i>S. cecilia</i> Rouss. | – | – | – | – | + | – |
| <i>S. vorax</i> Rouss. | – | + | + | + | + | + |
| <i>S. gyrina</i> Hood | – | – | – | – | + | – |
| <i>S. tremula</i> (Müller) | – | – | – | + | – | – |
| <i>Synchaeta</i> sp. | + | – | o | – | – | – |
| <i>Lecane lamellata</i> (Daday) | o | – | + | + | – | – |
| <i>Colurella adriatica</i> Ehrenb. | – | + | o | + | – | – |
| <i>C. colurus</i> (Ehrenb.) | + | – | – | + | – | – |
| <i>Brachionus quadridentatus</i> Herm. | + | + | o | + | – | – |
| <i>B. plicatilis</i> Müller | + | + | + | + | + | – |
| <i>B. caliciflorus</i> Pallas | + | – | o | + | + | – |
| <i>Keratella cochlearis</i> (Gosse) | – | – | – | + | – | – |
| <i>K. quadrata</i> (Müller) | + | – | + | + | – | – |
| <i>K. tropica</i> (Apstein) | – | – | – | + | – | – |
| <i>Notholca squamula</i> (Müller) | – | – | – | + | + | – |
| <i>N. acuminata</i> (Ehrenb.) | + | + | + | + | + | – |
| <i>Hexarthra oxyuris</i> (Zernov) | + | – | + | + | – | – |
| <i>Collotheca mutabilis</i> (Hudson) | – | + | o | + | – | – |
| CLADOCERA | | | | | | |
| <i>Ceriodaphnia reticulata</i> (Jurine) | o | + | + | + | – | – |
| <i>Moina mongolica</i> Daday | + | + | + | + | – | + |
| <i>Alona rectangula</i> G. Sars | – | + | + | + | – | – |
| <i>Evadne anonyx</i> G. Sars | + | + | + | + | + | – |
| <i>Podonevadne trigona</i> (G. Sars) | – | – | – | – | + | – |
| <i>P. angusta</i> (G. Sars) | – | – | – | + | + | – |
| <i>P. camptonyx</i> (G. Sars) | + | + | + | + | + | + |
| <i>Cercopagis pengoi aralensis</i> M.– Bolt. | + | + | + | + | + | – |
| COPEPODA | | | | | | |

Окончание табл. 3.1

| Вид | 1900– 1904 | 1932– 1933 | 1959– 1968 | 1971 | 1976– 1980 | 1989– 1992 |
|--|---------------|---------------|---------------|------|---------------|---------------|
| <i>Calanipeda aquaedulcis</i> Kritsch. | – | – | – | + | + | + |
| <i>Arctodiaptomus salinus</i> (Daday) | + | + | + | + | – | – |
| <i>Halicyclops rotundipes aralensis</i> Borutzky | + | + | + | + | + | + |
| <i>Cyclops vicinus</i> Uljanin | o | – | o | + | – | – |
| <i>Acanthocyclops viridis</i> (Jurine) | – | + | + | + | + | – |
| <i>A. bisetosus</i> (Rehb.) | – | – | + | – | + | – |
| <i>Mesocyclops leuckarti</i> (Claus) | + | + | + | + | – | – |
| <i>Thermocyclops crassus</i> (Fisher) | o | + | + | o | + | – |
| <i>Halectinosoma abrau</i> (Kritsch.) | + | – | – | o | + | – |
| <i>Schizopera aralensis</i> Bor. | – | – | – | + | + | + |
| <i>S. jugurtha</i> (Blanch. et Rich.) | – | + | – | + | + | – |
| <i>S. reducta</i> Bor. | – | – | – | + | + | – |
| <i>Nitocra hibernica</i> (Brady) | – | o | – | o | + | – |
| <i>N. lacustris</i> (Schmank.) | – | – | – | + | + | + |
| <i>Mesochra aestuarii</i> Gurney | o | + | + | + | + | – |
| <i>Onychocamptus mohammed</i> (Blanch. et Rich.) | + | – | + | + | + | – |
| <i>Cletocamptus retrogressus</i> Schmank. | + | + | + | + | – | – |
| <i>C. confluens</i> (Schmeil) | – | + | – | + | – | – |
| <i>Limnocletodes behningi</i> Bor. | – | – | – | + | + | – |
| <i>Nannopus palustris</i> Brady | + | – | – | + | – | – |
| <i>Enhydrosoma birsteini</i> Bor. | – | – | – | + | – | – |
| <i>Leptocaris brevicornis</i> (Van Douwe) | – | – | – | + | + | – |
| <i>Paraleptastacus spinicauda</i> <i>trisetosus</i> Noodt | – | – | – | + | + | – |

Примечание: 1900–1904 гг. по: Зернов (1903) и Мейснер (1908); 1932–1933 гг. по: Бенинг (1934, 1935); 1959–1968 гг. по: Кортунова (1978); 1971 г. по: "Атлас ..." (1974); o – вид отмечался автором только для несколько опресненных участков моря, + – вид отмечался в открытой части моря.

Для периода существования Арала в условиях естественного режима, при солёности близкой к среднемноголетней до зарегулирования рек, сведения о видовом составе зоопланктона открытого моря, содержатся в работах С.А. Зернова (1903), В.И. Мейснера (1908), М.А. Виркетис (1927), А.Л. Бенинга (1934, 1935), Н.К. Лукониной (1960б) и Т.А. Кортуновой (1978). Наиболее полные данные и последние по времени исследования (по состоянию на 1971 г.) были приведены Л.А. Кутиковой (1974) по коловраткам, Ф.Д. Мордухай-Болтовским (1974) по ветвистоусым ракообразным и Е.Е. Боруцким (1974) по веслоногим ракообразным в “Атласе беспозвоночных Аральского моря”, который явился первой обобщающей работой по видовому составу беспозвоночных Аральского моря. Всего в Аральском море при его нормальной солёности с 1900 по 1971 гг. было отмечено 19 видов коловраток, 7 – ветвистоусых и 23 – веслоногих ракообразных (см. табл. 3.1), причем только один вид *Calanipeda aquaedulcis* был акклиматизирован.

Все виды коловраток, отнесенные в этот список, широко распространены в пресных, солоноватых и морских водоемах, многие имеют всесветное распространение (Кутикова, 1970).

Среди ветвистоусых ракообразных выделяются представители эндемичного понто-арало-каспийского комплекса: *Evadne anonyx*, *Podonevadne camptonyx*, *P. angusta*, *Cercopagis pengoi aralensis*, которые составляли наиболее постоянный элемент аральских ветвистоусых. Остальные три вида (*Ceriodaphnia reticulata*, *Moina mongolica*, *Alona rectangula*) широко распространены по водоемам многих континентов, в том числе и осолоненных озер, встречались в море не так часто, но иногда в очень большом количестве, образуя основную их массу (Мордухай-Болтовской, 1974).

Веслоногие ракообразные были представлены *Arctodiaptomus salinus*, характерной формой соленых водоемов пустынной и степной зоны Палеарктики (Боруцкий с соавт., 1991), эндемичным подвидом *Halicyclops rotundipes aralensis*, всесветными пресноводными, нередко встречающимися в солоноватых водоемах Сулопоеда (*Cyclops vicinus*, *Acanthocyclops viridis*, *A. bisetosus*, *Mesocyclops leuckarti*, *Thermocyclops crassus*) и 15 видами Нагпактикоида. Как отмечает Е.В. Боруцкий (1974), все встреченные в Ара-

ле Harpacticoida морского происхождения: из них *Schizopera aralensis*, *S. reducta* и *Enhydrosoma birsteini* пока считаются аральскими эндемиками, а остальные составляют комплекс солоноватых форм, который присутствует в оз. Иссык-Куль, Арале, Каспии, Азовско-Черноморском бассейне и в Средиземноморье. Наконец, последний представитель этого списка средиземноморский вид – *Calanipeda aquaedulcis* был интродуцирован в Аральское море из Кубанских лиманов в 1965, 1966 и 1970 гг., в море встречается с 1970 г. (Казахбаев, 1972, 1974; КОРТУНОВА с соавт., 1972; Андреев, 1978).

Видовой состав зоопланктона Аральского моря в условиях естественного режима, начиная со сборов Л.С. Берга в 1900 г. [работаны С.А. Зерновым (1903) и И.И. Мейснером (1908)], оставался неизменным до начала 70-х годов, хотя в 60-х годах, в результате вселения рыб-планктонофагов, наблюдались резкие изменения в структуре зоопланктона, связанные с избирательным потреблением крупных форм (КОРТУНОВА, 1972, 1975). Следует отметить, что из видов известных для открытой части Арала массового развития достигали немногие: *Arctodiaptomus salinus*, личинки двустворчатых моллюсков (*Dreissena*, *Hypanis*), *Podonevadne camptonyx*, *Evadne anonyx* и в отдельные годы и на ограниченной акватории *Moina mongolica*, *Ceriodaphnia reticulata*, *Alona rectangula*, *Mesocyclops leuckarti*, *Synchaeta vorax*, *Keratella tropica*, *Brachionus plicatilis* (Зернов, 1903; Мейснер, 1908, Бенинг, 1934, 1935; Луконина, 1960б; Кутикова, 1974; Мордухай-Болтовской, 1974; КОРТУНОВА, 1978).

В период начального осолонения моря (1972–1980 гг.) сложились неблагоприятные условия обитания для наиболее эвригалинных представителей пресноводной фауны и началось их быстрое выпадение из фауны моря (Андреев, Семакина, 1978). Процесс сокращения числа видов в основном завершился к 1976 г. при достижении средней солености воды в море 14 ‰, после чего видовой состав зоопланктона стабилизировался (Андреев, 1989).

Из 19 видов коловраток, известных для собственно Аральского моря, в 1976–1980 гг. сохранилось 6: *Synchaeta vorax*, *Notholca acuminata*, *N. squamula*, *Brachionus plicatilis*, *B. calyciflorus*, *Eos-*

phora ehrenbergi, а также впервые были отмечены *Synchaeta cecilia* и *S. gyrina* (Андреев, 1983). Массового развития по всей акватории моря достигали только представители рода *Synchaeta*. Распространение *Brachionus plicatilis* и *B. caliciflorus* ограничивалось юго-западным районом с несколько повышенной мутностью воды. *Notholca acuminata* и *Eosphora ehrenbergi* отмечались в составе фауны не ежегодно и только единично. *Notholca squamula* была довольно постоянным элементом зоопланктона в глубоководных частях моря, но численность ее была также низка.

Из 7 видов ветвистоусых ракообразных три (*Ceriodaphnia reticulata*, *Alona rectangula*, *Moina mongolica*) выпали из фауны моря в 1970–1974 гг. (табл. 3.2), при этом довольно высокая численность *M. mongolica* сохранялась до 1971 г. включительно. В составе планктона остались *Evadne anonyx*, *Podonevadne camptonux*, *P. angusta*, *Cercopagis pengoi aralensis* и был встречен еще один представитель семейства Podonidae – *Podonevadne trigona*. Обнаружив в 1980 г. *P. trigona* в планктоне Аральского моря, нами (Аладин, Андреев, 1981) было высказано два предположения относительно причин его внезапного появления. Так можно допустить, что этот вид ветвистоусых ракообразных был случайно занесен при проведении акклиматизационных мероприятий, как это произошло с рядом других гидробионтов (Карпевич, 1975). С другой стороны, весьма вероятно, что *P. trigona* всегда был в Арале, но в силу каких – то причин не мог достигнуть заметной для исследователей численности. В условиях же осолонения, когда многие биотопы стали более свободными, так как некоторые планктонные животные были не в состоянии к нему приспособиться, то эвригалинные организмы, такие как *P. trigona*, получили определенное преимущество. В 1976–1980 гг. наиболее распространенным видом в планктоне Арала из ветвистоусых ракообразных был *Podonevadne camptonux*, несколько реже и в меньшем количестве встречался *Evadne anonyx*. Виды *Podonevadne trigona* и *P. angusta* – довольно редки, например, в 1980 г. первый был отмечен на девяти, а второй – на четырех станциях. *Cercopagis pengoi aralensis* уже к началу 70-х годов имел ограниченное распространение по акватории Аральского моря (Балымбетов, 1972), по нашим

же сборам *C. p. aralensis* прослеживался в зоне влияния вод р. Амударья до 1980 г. включительно (Андреев, 1989).

Таблица 3.2

Частота встречаемости ветвистоусых ракообразных Аральского моря, % (по: Андреев, 1997, 1969–1981 гг. из: Аладин, Андреев, 1984)

| Годы | <i>Evadne anonyx</i> | Podonevadne | <i>Cercopagis pengoi aralensis</i> | <i>Moina mongolica</i> | <i>Alona rectangularis</i> | <i>Ceriodaphnia reticulata</i> |
|-------|----------------------|-------------|------------------------------------|------------------------|----------------------------|--------------------------------|
| 1969 | 96.5 | 98.8 | 20.9 | 47.7 | 4.6 | 1.2 |
| 1970 | 89.5 | 96.6 | 4.5 | 51.7 | 3.4 | – |
| 1971 | 71.4 | 95.2 | 55.9 | 15.5 | 2.3 | – |
| 1972 | 98.8 | 95.2 | 27.4 | 9.5 | – | – |
| 1973 | 58.5 | 98.5 | 27.4 | – | 9.2 | – |
| 1974 | 92.6 | 100.0 | 33.3 | 1.2 | – | – |
| 1975 | 73.6 | 98.1 | 26.4 | – | – | – |
| 1976 | 42.4 | 90.9 | 7.6 | – | – | – |
| 1977 | 70.8 | 94.9 | 8.5 | – | – | – |
| 1978 | 82.5 | 98.4 | 23.8 | – | – | – |
| 1980 | 85.7 | 100.0 | 3.5 | – | – | – |
| 1981 | 59.6 | 100.0 | – | – | – | – |
| 1989* | – | –/10.0 | – | – | – | – |
| 1990 | – | +/- | – | – | – | – |
| 1991 | – | +/- | – | –/53.3 | – | – |
| 1992 | – | 83.3/- | – | –/66.7 | – | – |
| 1993 | – | 83.3/- | – | –/н | – | – |
| 1994 | – | 100.0/- | – | –/н | – | – |

Примечание: Podonevadne при количественном учете ближе не определялись; 1973 г. – только для Большого моря; * – с 1989 г. в числителе Малое море, в знаменателе Большое море; + – встречены в качественных пробах, н – нет данных.

Из 23 видов веслоногих ракообразных в 1976–1981 гг. в Арале нами было отмечено 16: *Calanipeda aquaedulcis*, *Halicyclops rotundipes aralensis*, *Acanthocyclops viridis*, *A. bisetosus*, *Thermocyclops crassus*, *Halectinosoma abrau*, *Schizopera aralensis*, *S. reducta*, *Nitocra hibernica*, *N. lacustris*, *Mesochra aestuarii*, *Onychocamptus mohammed*, *Limnocletodes behningi*, *L. brevicornis* и *Paraleptastacus spinicauda trisetosus*. Причем, *Acanthocyclops viridis* и *Thermocyclops crassus* были отмечены единично только в 1977 г. Распро-

странение *Acanthocyclops bisetosus* ограничивалось южной частью глубоководного желоба, где он в небольшом количестве постоянно присутствовал в пробах. *Halicyclops rotundipes aralensis* встречался по всему морю, но численность его была низка. Наиболее распространенным и массовым видом из веслоногих ракообразных был акклиматизант – *Calanipeda aquaedulcis*. Что касается Naupac-ticoida, то в 70-х – 80-х годах не применялось специальных методов сбора, чем может быть и вызвано отсутствие в 1976 – 1981 гг. ряда видов по сравнению с предшествующим периодом. В вертикальных же ловах планктонной сетью наиболее часто присутствовали *Schizopera aralensis*, *Limnocletodes behningi* и *Nithocra lacustris*. Поскольку за 1969–1974 гг. данные о видовом составе Cyclopidae в картотеке Аральского отделения КазНИИРХ отсутствуют, то проследить выпадение отдельных видов этого семейства не представляется возможным. Доминант аральского планктона прошлых лет – *Arctodiaptomus salinus* (Зернов, 1903; Мейснер, 1908; Луконина, 1960а) последний раз был отмечен в открытом море в 1972 г. (Андреев, Семакина, 1978).

Как показал проведенный анализ (Андреев, 1989, 1990), первое сокращение видового состава зоопланктона собственно Аральского моря произошло в основном в 1971–1975 гг., когда средняя соленость воды в море повысилась с 11.6 до 13.7 ‰. Вслед за видами, выносимыми реками и обитавшими на полностью опресненных участках, исчезли виды, обитающие и при некотором осолонении. В последнюю очередь стали выпадать виды, свойственные Аральскому морю при его нормальной солености до зарегулирования стока рек. Необходимо отметить, что сток рек Амударья и Сырдарья во второй половине 70-х годов был не постоянный, а периодический, только во время попусков. Это приводило в отдельные моменты к полному отсутствию опресняемых участков, где могли бы еще сохраняться некоторые наиболее эвригалинные представители пресноводной группы видов. По данным С. Казахбаева (1980, 1983), в конце 70-х – начале 80-х годов в заливах юга Арала стали преобладать те же виды, что и в открытом море.

В 1976–1980 гг. после осолонения воды выше 14 ‰ в зоопланктоне Аральского моря, исключая Harpacticoida, по которым нет уверенности в полном учете, и личинок донных животных, было отмечено 18 видов (см. табл. 3.1), среди которых постоянными и широко распространенными было только 7 видов: *Synchaeta vorax*, *S. cecilia*, *S. gyrina*, *Podonevadne camptonyx*, *Evadne anonyx*, *Calanipeda aquaedulcis*, *Halicyclops rotundipes aralensis*; постоянными, но приуроченными к определенным небольшим районам моря – 4 вида: *Brachionus plicatilis*, *B. calyciflorus*, *Notholca squamula*, *Acanthocyclops bisetosus*; довольно редкими – 2 вида: *Podonevadne trigona*, *P. angusta*. Из оставшихся 5 видов, *Cercopagis pengoi aralensis* отмечался только до 1980 г. включительно, а *Notholca acuminata*, *Eosphora ehrenbergi*, *Acanthocyclops viridis*, *Thermocyclops crassus*, видимо, случайные элементы в зоопланктоне Аральского моря при солености воды более 14 ‰.

Таким образом, в результате начавшегося осолонения воды в Аральском море в 1972–1980 гг. произошло резкое обеднение видового состава зоопланктона, причем выпадение видов проходило в основном в узком соленостном диапазоне 12–14 ‰.

В 1982–1988 гг. на первом этапе периода прогрессирующего осолонения, в силу административных причин, регулярные гидробиологические исследования Аральского моря, за исключением периодических сборов в прибрежье о. Барсакельмес (Аладин, 1989) и отдельных выездов на Малое море, были прерваны. При возобновлении исследований в 1989 г., когда соленость воды в Малом и Большом морях приближалась к 30 ‰, в составе зоопланктона была встречена коловратка *Synchaeta vorax*, ветвистосый ракообразный *Podonevadne camptonyx*, веслоногие ракообразные: *Calanipeda aquaedulcis*, *Acanthocyclops sp.*, *Halicyclops rotundipes aralensis*, Harpacticoida и личинки двустворчатых моллюсков: *Syndosmya* и *Cerastoderma* (Андреев, Плотников, 1990; Андреев, Plotnikov, Aladin, 1992; Амиргалиев, Андреев с соавт., 1994). Следует отметить, что единственный экземпляр *Acanthocyclops sp.*, пойманный в Малом море, скорее всего, был занесен с водами р. Сырдарьи и не свойственен Аральскому морю при такой солено-

сти. В последующие годы (1990–1994) *Acanthocyclops sp.* не отмечался.

В 1989 г. только два экземпляра *Podonevadne camptonux* были пойманы в глубоководной котловине Большого моря при солености 29 ‰. В последующем в Большом море *P. camptonux* не встречался, поскольку соленость воды превысила толерантный диапазон этого вида. В Малом море, наоборот, этот вид в 1990–1991 гг. стал встречаться в качественных пробах, а в августе 1992 г. и последующие годы *P. camptonux* был отмечен и на всех количественных станциях, за исключением залива Бутакова – наиболее осолоненной части Малого моря. Восстановление там численности *P. camptonux* стало возможным в связи с регулярными поступлениями вод по р. Сырдарье, обеспечившими появление обширных распресненных участков и несколько снизившим соленость вод Малого моря в 1993–1994 гг.

В навигации 1991–1992 гг. в Большом море была вновь встречена *Moina mongolica* (Андреев, 1995). В период до зарегулирования стока рек она была широко распространена в Аральском море (Зернов, 1903; Бенинг, 1934; Луконина, 1960б), но в начале 70-х годов (последнее нахождение в 1974 г.) при повышении солености воды до 12–14 ‰ *Moina mongolica* выпала из фауны моря (Андреев, Семакина, 1978), хотя продолжала оставаться обычным видом в солоноватых водоемах по побережью Арала. Учитывая, что *M. mongolica* широкозвригалинный вид, считалось (Андреев, 1980), что главной причиной ее выпадения в 70-х годах было не повышение солености, а усиление конкурентных пищевых отношений с акклиматизированным растительно-детритоядным ракообразным *Calanipeda aquaedulcis*. При приближении к верхнему пределу солености, пригодной для жизнедеятельности *C. aquaedulcis* (средняя соленость воды в Большом море в 1991 г. достигла 35.6 ‰), и, возможно, улучшению пищевой обеспеченности *Moina mongolica* смогла существовать в Большом море совместно с *Calanipeda aquaedulcis*.

Среди Harpacticoida в 1990–1994 гг. были отмечены: *Nitocra lacustris*, *Schizopera aralensis*. В небольшом количестве, но посто-

янно, встречался *Halicyclops rotundipes aralensis*, а наиболее массовым и широко распространенным видом в Аральском море в 1989–1994 гг. была *Calanipeda aquaedulcis*.

Прогрессирующее осолонение моря привело к еще большему обеднению состава зоопланктона. В период с 1982 по 1988 гг. из фауны Арала выпали: *Synchaeta cecilia*, *S. giryna*, *Brachionus pliocatilis*, *B. caliciflorus*, *Notholca squamula*, *Evadne anonyx*, *Podonevadne trigona*, *P. angusta*, *Acanthocyclops bisetosus* и др. Учитывая наблюдения за гидробионтами Малого моря в 1982, 1984–1985 гг. следует подчеркнуть, что очередное сокращение видового состава началось при солености порядка 25 ‰.

Как показал проведенный нами анализ, обеднение видового состава зоопланктона Аральского моря в результате осолонения воды в основном произошло при солености 12–14 и 25–28 ‰. Из всего разнообразия видов остались: среди коловраток – *Synchaeta vorax*; среди ветвистоусых: в более пресном Малом море – *Podonevadne camptonyx*, в более соленом Большом море – *Moina mongolica*; среди веслоногих ракообразных – *Calanipeda aquaedulcis*, *Halicyclops rotundipes aralensis*, *Schizopera aralensis*, *Nitocra lacustris*; а также личинки двустворчатых моллюсков – *Syndosmya* и *Cerastoderma*.

3.2. Количественное развитие

Первые исследователи зоопланктона Аральского моря оценивали его количественное развитие словесно – мало, много, масса (Зернов, 1903; Мейснер, 1908). По материалам 1932 г. А.Л. Бенинг (1934) приводит среднее количество организмов планктона в открытом море – 10.5 тыс. экз./м³, в том числе: личинок моллюсков – 6.3 и веслоногих ракообразных 3.9 тыс. экз./м³. Биомассу зоопланктона Арала и его отдельных компонентов впервые определила в 1954–1957 гг. Н.К. Луконина (1960б). В этот период биомасса была около 150 мг/м³ и от 70 до 98 % ее составлял *Arctodiaptomus salinus*, особенно велико значение его было весной.

Количественная характеристика аральского зоопланктона, полученная Н.К. Лукониной (1960б), совпадает с описаниями предыдущих исследователей и, очевидно, отражает структуру и уровень развития зоопланктона Аральского моря до зарегулирования стока рек и акклиматизации гидробионтов.

Резкие нарушения в количественном развитии и структуре аральского зоопланктона произошли уже в 1959–1961 гг., то есть еще до начала падения уровня моря и повышения солености воды (табл. 3.3). Причиной снижения численности бывшего доминанта *A. salinus* и крупных ветвистоусых ракообразных (*Moina mongolica*, *Ceriodaphnia reticulata*, *Cercopagis pengoi aralensis*) явилась акклиматизация в море рыб-планктонофагов (Кортунова, Луконина, 1970; Кортунова, 1972). Обладающий низкой продукционной способностью *Arctodiaptomus salinus* (Яблонская, Луконина, 1962) и другие крупные ракообразные, потреблявшиеся в первую очередь, не смогли обеспечить пищевые потребности вселенных рыб (салака, атерина, молодь нескольких видов бычков). Летняя биомасса зоопланктона уменьшилась со 150 мг/м³ в 1954–1957 гг. до 13.1–37.6 мг/м³ в 1961–1968 гг. При снижении численности крупных ракообразных в планктоне отмечалось увеличение количества мелких форм – коловратки, личинки моллюсков (Кортунова, 1975).

Несмотря на резкую перестройку в 1959–1968 гг. структуры аральского зоопланктона и снижение его общей биомассы видовой состав зоопланктона оставался неизменным, выпадения отдельных видов Т.А. Кортуновой (1975, 1978) не отмечалось, следовательно, акклиматизация рыб – планктонофагов отразилась только на количественном развитии зоопланктона.

В 1969–1981 гг. средняя биомасса зоопланктона колебалась от 22.2 до 123.4 мг/м³, что несколько выше, чем в 1961–1968 гг., но ниже, чем в 1954–1957 гг.

Повышение биомассы зоопланктона после 1969 г. в значительной мере обусловлено вселением в Аральское море растительно-детритоядной *Calanipeda aquaedulcis*. Впервые в планктоне моря этот веслоногий ракообразный был единично встречен вес-

Таблица 3.3

Средняя численность и биомасса зоопланктона открытой части Аральского моря (летняя стандартная съемка, по: Андреев, 1989)

| Годы | Rotatoria | Cladocera | Arctodiaptomus | Calanipeda | Cyclopoida | Harpacticoida | Veneridalarvae | Прочие | Всего |
|----------------------------------|-----------|-----------|----------------|------------|------------|---------------|----------------|--------|-------|
| Численность, экз./м ³ | | | | | | | | | |
| 1959 | 30 | 877 | 889 | — | 444 | 15 | 4420 | <1 | 6676 |
| 1961 | 61 | 300 | 3 | — | 330 | 65 | 5040 | <1 | 5763 |
| 1963 | 81 | 251 | 13 | — | 386 | 11 | 15583 | — | 16325 |
| 1965 | 1764 | 521 | 27 | — | 941 | 79 | 4298 | — | 7630 |
| 1966 | 2868 | 836 | 11 | — | 1035 | 15 | 3941 | <1 | 8706 |
| 1967 | 4381 | 786 | 3 | — | 2274 | 31 | 2741 | <1 | 10217 |
| 1968 | 323 | 351 | 2 | — | 933 | 232 | 1506 | — | 3367 |
| 1969 | 29 | 672 | 46 | — | 1304 | 22 | 2867 | 1 | 4941 |
| 1970 | 10 | 1104 | 42 | 17 | 2924 | 60 | 3454 | 2 | 7613 |
| 1971 | 228 | 175 | 1 | 8841 | 974 | 12 | 5306 | 1 | 15538 |
| 1972 | 758 | 282 | <1 | 5390 | 960 | 8 | 8454 | 3 | 15855 |
| 1973 | 398 | 238 | — | 2811 | 277 | 49 | 5234 | 3 | 9010 |
| 1974 | 67 | 401 | — | 2115 | 17 | 4 | 8426 | 1 | 11031 |
| 1975 | 1 | 327 | — | 5555 | 3 | 24 | 4799 | 1 | 10710 |
| 1976 | 5151 | 622 | — | 4333 | 12 | 19 | 8026 | 8 | 18211 |
| 1977 | 8402 | 679 | — | 3308 | 6 | 13 | 3169 | 8 | 15585 |
| 1978 | 16284 | 1005 | — | 6904 | 19 | 8 | 13193 | 3 | 37416 |
| 1980 | 1361 | 757 | — | 8516 | 4 | 4 | 12797 | 2 | 23441 |
| 1981 | 15273 | 831 | — | 9084 | 19 | 9 | 20832 | 1 | 46049 |
| Биомасса, мг/м ³ | | | | | | | | | |
| 1954 | + | 17.0 | 103.0 | — | 18.0 | + | 8.0 | — | 146.0 |
| 1956 | + | 7.0 | 119.0 | — | 15.5 | + | 17.5 | — | 159.0 |
| 1957 | + | 5.5 | 99.0 | — | 17.0 | + | 18.0 | — | 139.6 |
| 1959 | <0.1 | 12.1 | 37.1 | — | 4.6 | 0.2 | 10.1 | — | 64.1 |
| 1961 | 0.1 | 1.5 | <0.1 | — | 2.1 | 0.2 | 11.0 | — | 14.9 |
| 1963 | 0.1 | 1.3 | 0.2 | — | 2.5 | <0.1 | 33.5 | — | 37.6 |
| 1965 | 2.7 | 6.0 | 0.3 | — | 4.8 | 0.3 | 9.5 | — | 23.6 |
| 1966 | 3.8 | 4.2 | 0.2 | — | 4.6 | <0.1 | 8.7 | — | 21.5 |
| 1967 | 3.1 | 10.7 | 0.1 | — | 15.5 | 0.1 | 6.0 | — | 35.0 |
| 1968 | 0.5 | 1.9 | <0.1 | — | 6.4 | 1.0 | 3.3 | <0.1 | 13.1 |
| 1969 | 0.1 | 7.8 | 0.8 | — | 7.1 | 0.1 | 6.3 | <0.1 | 22.2 |
| 1970 | <0.1 | 19.4 | 0.8 | 0.2 | 18.6 | 0.3 | 7.6 | 0.3 | 47.2 |
| 1971 | 0.3 | 2.8 | <0.1 | 50.7 | 3.6 | 0.1 | 11.7 | 0.1 | 69.2 |

Окончание табл. 3.3

| Годы | Rotatoria | Cladocera | Arctodiaptomus | Calanipeda | Cyclopoida | Harpacticoida | Veneridalarvae | Прочие | Всего |
|------|-----------|-----------|----------------|------------|------------|---------------|----------------|--------|-------|
| 1972 | 1.2 | 2.4 | <0.1 | 40.8 | 2.2 | <0.1 | 18.6 | 0.1 | 65.3 |
| 1973 | 0.7 | 1.6 | – | 12.9 | 0.8 | 0.2 | 11.5 | 0.2 | 27.9 |
| 1974 | 0.2 | 3.7 | – | 10.9 | 0.1 | <0.1 | 18.5 | 0.1 | 33.5 |
| 1975 | <0.1 | 1.9 | – | 17.4 | <0.1 | <0.1 | 10.6 | <0.1 | 29.9 |
| 1976 | 9.2 | 3.5 | – | 25.1 | 0.1 | 0.1 | 17.5 | 0.4 | 55.9 |
| 1977 | 15.1 | 3.5 | – | 10.9 | 0.1 | <0.1 | 7.0 | 0.3 | 36.9 |
| 1978 | 29.3 | 6.2 | – | 31.9 | 0.1 | <0.1 | 29.0 | 0.3 | 96.8 |
| 1980 | 2.5 | 4.0 | – | 52.2 | <0.1 | <0.1 | 28.2 | 0.6 | 87.5 |
| 1981 | 27.5 | 4.2 | – | 45.3 | 0.3 | <0.1 | 45.8 | 0.3 | 123.4 |

Примечание: 1954–1957 гг. по: Луконина (1960б); 1959–1968 гг. по: Кортунова (1975); 1957 г. – только для южной части моря; 1973 г. – только для Большого моря; + – малочисленны, биомасса не определялась.

ной 1970 г., уже в июле его средняя численность по морю составила 17 экз./м³, а к осени численность акклиматизанта достигла 1.48 тыс. экз./м³ при биомассе 11.7 мг/м³. С 1971 г. *C. aquaedulcis* стала доминирующим видом аральского зоопланктона.

Вспышка численности *C. aquaedulcis* в 1971–1972 гг. на фоне низкой пищевой обеспеченности мирных видов зоопланктона привела к резкому снижению количества мирных ветвистоусых и ряда веслоногих ракообразных по сравнению с 1969–1970 гг. (Андреев, 1980). Необходимо отметить, что аномально большой сток воды в 1969 г. несколько приостановил падение уровня моря и осолонение его воды, способствуя развитию пресноводных по происхождению ветвистоусых и веслоногих ракообразных в 1969–1970 гг.

Если бы не было осолонения моря, то вселение *C. aquaedulcis*, очевидно, также как и вселение рыб-планктонофагов, не повлияло бы на качественный состав зоопланктона, а вызвало бы лишь его структурные перестройки. Ведь первые три года она встречалась в море даже совместно с *Arctodiaptomus salinus*, хотя численность последнего была крайне низкой.

Сокращение видового состава зоопланктона открытого моря началось в 1971–1973 гг., когда средняя соленость воды в море

приблизилась к 12 ‰. Именно на этом рубеже выпали *Moina mongolica*, *Alona rectangula*, *Ceriodaphnia reticulata*, (табл. 3.4), бывший доминант – *Arctodiaptomus salinus*, *Mesocyclops leuckarti* и другие виды, игравшие заметную роль в количественном развитии зоопланктона Аральского моря в период до зарегулирования стока рек. Следует отметить, что в 1973–1975 гг., когда средняя соленость воды в море на момент сборов зоопланктона составляла от 12.2 до 13.6 ‰, общая биомасса зоопланктона была довольно низкой, средняя для этого периода всего 30.4 мг/м³ при колебаниях от 27.9 до 33.5 мг/м³. Это в два раза ниже, чем в предыдущие 2 года. Со второй половины 70-х годов был отмечен рост численности и биомассы зоопланктона. Наиболее высокая биомасса зоопланктона была отмечена в 1981 г. – 123 мг/м³, почти на уровне его развития до вселения рыб-планктонофагов и зарегулирования стока рек.

В 1982, 1984–1985 гг. обследовалось только Малое море, а с 1989 г., когда стали выполняться съемки как Малого, так и Большого морей, связь между ними прекратилась, за исключением сброса вод из Малого моря в период обильных попусков по р. Сырдарье. Развитие экосистем Большого и Малого морей пошло обособленно и, поэтому, количественное развитие зоопланктона в них, в дальнейшем, должно рассматриваться раздельно.

В Малом море в 1982, 1984–1985 гг. средние численность и биомасса зоопланктона были 39.9–76.2 тыс. экз./м³ и 194–250 мг/м³, но еще более высокие численность и биомасса были свойственны зоопланктону Малого моря с августа 1989 до мая 1992 г., когда они достигали 167.2 тыс. экз./м³ и 835 мг/м³ (табл. 3.5). Максимальные численность и биомасса на отдельных станциях были зарегистрированы в июне 1990 г. в заливе Бутакова, наиболее осолоненной части Малого моря, 442.8 тыс. экз./м³ и 5114 мг/м³ (Андреев, 1991).

Увеличению численности и биомассы зоопланктона в Малом море в 80-х годах, несомненно, способствовало снижение численности рыб в целом, а планктонофагов, особенно атерины, в част-

Таблица 3.4

Динамика численности ветвистоусых ракообразных Аральского моря, экз./м³ (по: Андреев, 1997, 1969–1981 гг. из: Аладин, Андреев, 1984)

| Годы | <i>Evdne anonyx</i> | <i>Podonevadne</i> | <i>Cercopagis pengoi aralensis</i> | <i>Moina mongolica</i> | <i>Alona rectangula</i> | <i>Ceriodaphnia reticulata</i> |
|-------|---------------------|--------------------|------------------------------------|------------------------|-------------------------|--------------------------------|
| 1969 | 46 | 358 | 2 | 266 | <1 | <1 |
| 1970 | 87 | 92 | <1 | 925 | <1 | – |
| 1971 | 33 | 99 | 5 | 37 | 1 | – |
| 1972 | 92 | 182 | 7 | 1 | – | – |
| 1973 | 13 | 222 | 2 | – | 1 | – |
| 1974 | 38 | 356 | 7 | <1 | – | – |
| 1975 | 31 | 295 | 1 | – | – | – |
| 1976 | 43 | 618 | 1 | – | – | – |
| 1977 | 85 | 593 | 1 | – | – | – |
| 1978 | 111 | 889 | 5 | – | – | – |
| 1980 | 35 | 721 | 1 | – | – | – |
| 1981 | 9 | 822 | – | – | – | – |
| 1989* | – | –/<1 | – | – | – | – |
| 1990 | – | +/- | – | – | – | – |
| 1991 | – | +/- | – | –/204 | – | – |
| 1992 | – | 166/- | – | –/486 | – | – |
| 1993 | – | 615/- | – | –/н | – | – |
| 1994 | – | 6060/- | – | –/н | – | – |

Примечание: *Podonevadne* при количественном учете ближе не определялись; 1973 г. – только для Большого моря; * – с 1989 г. в числителе Малое море, в знаменателе Большое море; + – встречены в качественных пробах, н – нет данных.

ности. По каким-то причинам, в первые годы после отчленения Малого моря атерина была в нем настолько малочисленна, что не прослеживалась в контрольных уловах. Но к 1992 г. атерина вновь размножилась и дала вспышку численности. Резкое увеличение количества потребителей в летний период 1992 г. привело к подрыву планктонного сообщества Малого моря. Подобно ситуации в 50-х годах, из планктона вновь исчезли наиболее крупные представители, в данном случае, старшие копепоидитные стадии *Calanipeda aquaedulcis*, а общая численность зоопланктона снизилась к августу 1992 г. до 4753 экз./м³ при биомассе всего 11.8 мг/м³. В

зиму 1992–1993 гг., очевидно, произошла массовая гибель атерины из-за невозможности нагулять необходимое количество жира и в 1993–1994 гг. вновь был отмечен рост численности и биомассы зоопланктона.

Таблица 3.5

**Средняя численность и биомасса зоопланктона Малого моря
(по: Андреев, 1997)**

| Годы | Rota- toria | Clado- cera | Calani- peda | Cyclo- poida | Harpacti- coida | Venerida, larvae | Всего |
|----------------------------------|----------------|----------------|-----------------|-----------------|--------------------|---------------------|--------|
| Численность, экз./м ³ | | | | | | | |
| Июль–август 1982 | 31549 | 427 | 20490 | 27 | 7 | 23738 | 76238 |
| Август 1984 | н | 1054 | 23512 | 64 | – | 24807 | 49433 |
| Август 1985 | н | 761 | 23486 | – | – | 15661 | 39908 |
| Август 1989 | 2443 | – | 59537 | 27 | 4 | 8009 | 70020 |
| Июнь 1990 | 1148 | + | 47179 | 146 | – | 23049 | 71522 |
| Май 1991 | 7338 | + | 128222 | – | 10 | 28058 | 163628 |
| Май 1992 | 2036 | – | 55112 | 20 | 1 | 110034 | 167203 |
| Август 1992 | 1949 | 166 | 1079 | 128 | 6 | 1425 | 4753 |
| Июнь 1993 | 3589 | 615 | 65717 | 276 | 2 | 32997 | 103196 |
| Июнь 1994 | – | 6060 | 74336 | 1 | 1 | 44164 | 124562 |
| Биомасса, мг/м ³ | | | | | | | |
| Июль–август 1982 | 56.8 | 2.1 | 103.8 | 0.4 | <0.1 | 52.2 | 218.3 |
| Август 1984 | н | 5.4 | 134.7 | 0.3 | – | 45.5 | 194.9 |
| Август 1985 | н | 3.9 | 212.6 | – | – | 34.4 | 250.9 |
| Август 1989 | 4.4 | – | 510.9 | 0.2 | <0.1 | 17.6 | 533.1 |
| Июнь 1990 | 2.1 | + | 339.2 | 0.7 | – | 50.7 | 392.7 |
| Май 1991 | 13.2 | + | 759.9 | – | <0.1 | 62.7 | 835.8 |
| Май 1992 | 3.7 | – | 314.9 | 0.1 | <0.1 | 242.1 | 560.8 |
| Август 1992 | 3.5 | 0.8 | 3.9 | 0.5 | <0.1 | 3.1 | 11.8 |
| Июнь 1993 | 6.5 | 3.1 | 146.2 | 1.4 | <0.1 | 72.6 | 231.2 |
| Июнь 1994 | – | 30.3 | 272.2 | <0.1 | <0.1 | 97.2 | 399.7 |

Примечание: н – не учитывались, + – встречены в качественных пробах.

В 1992 г. был пересыпан проток из Малого моря в Большое и планировалось приступить к постепенному созданию дамбы в проливе Берга. При сохранении обильных попусков по р. Сырда-

рье возможно дальнейшее распреснение Малого моря. В этом случае следует ожидать появления ряда выпавших видов и резких колебаний численности и биомассы зоопланктона Малого моря, поскольку в условиях ограниченного набора видов, несбалансированности соотношения консументов и продуцентов, внедрение в экосистему какого либо нового вида, как правило, должно сопровождаться структурными перестройками.

В Большом море в 1989–1992 гг., несмотря на повышение солености воды, биомасса зоопланктона была от 26.1 до 132.2 мг/м³, то есть оставалась на уровне 1976–1981 гг., а численность (5.2–16.2 тыс. экз./м³) за счет уменьшения количества коловраток снизилась в 2 раза (табл. 3.6, см. табл. 3.3). Устойчивости планктонного сообщества в Большом море, очевидно, способствовало сохранение в составе ихтиофауны планктонофага атерины.

Таблица 3.6

**Средняя численность и биомасса зоопланктона Большого моря
(по: Андреев, 1997)**

| Годы | Rotatoria | Cladocera | Calanipeda | Cyclopoida | Harpacticoida | Venerida, larvae | Всего |
|----------------------------------|-----------|-----------|------------|------------|---------------|------------------|-------|
| Численность, экз./м ³ | | | | | | | |
| Октябрь 1989 | 86 | <1 | 10916 | 119 | 17 | 310 | 11448 |
| Сентябрь 1990 | – | – | 4087 | 5 | 3 | 1122 | 5217 |
| Сентябрь- октябрь 1991 | 1050 | 204 | 13630 | 5 | 7 | 1133 | 16029 |
| Август 1992 | 7 | 486 | 12792 | 10 | 4 | 2904 | 16203 |
| Биомасса, мг/м ³ | | | | | | | |
| Октябрь 1989 | <0.1 | <0.1 | 76.4 | 0.6 | 0.1 | 0.7 | 77.8 |
| Сентябрь 1990 | – | – | 23.7 | <0.1 | <0.1 | 2.4 | 26.1 |
| Сентябрь- октябрь 1991 | 1.9 | 11.9 | 72.1 | <0.1 | <0.1 | 2.5 | 88.4 |
| Август 1992 | <0.1 | 25.2 | 100.4 | <0.1 | <0.1 | 6.4 | 132.0 |

После разделения Большого и Малого морей количественное развитие зоопланктона в каждом из них проходит в соответствии с индивидуальными особенностями их гидролого-гидрохимических режимов и составом животного населения. В Большом море соле-

ность воды приблизилась к верхнему пределу, при котором возможно существование большинства представителей аральского зоопланктона.

Охарактеризуем роль каждой группы организмов в зоопланктоне Аральского моря.

Rotatoria. В зоопланктоне Аральского моря в 1954–1957 гг., когда доминировал *Arctodiaptomus salinus*, коловратки были крайне малочисленны (Луконина, 1960б). В период с 1959 по 1968 гг. одновременно со снижением численности крупных планктонных организмов наблюдалось увеличение количества мелких и средняя численность коловраток в отдельные годы (1967) в летнем планктоне стала достигать 4.5 тыс. экз./м³ (Кортунова, 1975). Максимальная биомасса коловраток (рис. 3.1) в те годы была в юго-западном углу моря за счет развития там различных представителей рода *Brachionus*. Средняя численность коловраток в 1969–1975 гг. не превышала 800 экз./м³, а с 1976 г. в Аральском море началось массовое развитие представителей рода *Synchaeta*, суммарная численность которых в 1978 г. в среднем по морю составила 16.2 тыс. экз./м³. В конце 70-х — начале 80-х годов коловратки стали одной из самых многочисленных групп в зоопланктоне Арала (Андреев, 1983). В распределении биомассы *Synchaeta* по акватории моря определенной закономерности не проявилось, в отдельные годы они были приурочены к глубоководным районам, в другие — наоборот к мелководным. В 1989–1992 гг. численность коловраток, представленных *Synchaeta vorax*, значительно снизилась, особенно в Большом море, и они перестали играть заметную роль в составе аральского зоопланктона.

Cladocera. По данным Н.К. Лукониной (1960б) ветвистоусые ракообразные летом 1954–1957 гг. имели среднюю биомассу по морю от 5.5 до 17.0 мг/м³, большую часть которой составляли *Ceriodaphnia reticulata* и *Moina mongolica*. В Малом море и центральном районе Большого моря встречались только единичные экземпляры *Evadne anonyx*, *Podonevadne camptonyx* и *Cercopagis pengoi aralensis*. На южном мелководье, где сказывалось влияние р. Амударья, среди ветвистоусых ракообразных преобладала *Ceriodaphnia reticulata*, откуда она в опресненной струе, идущей от

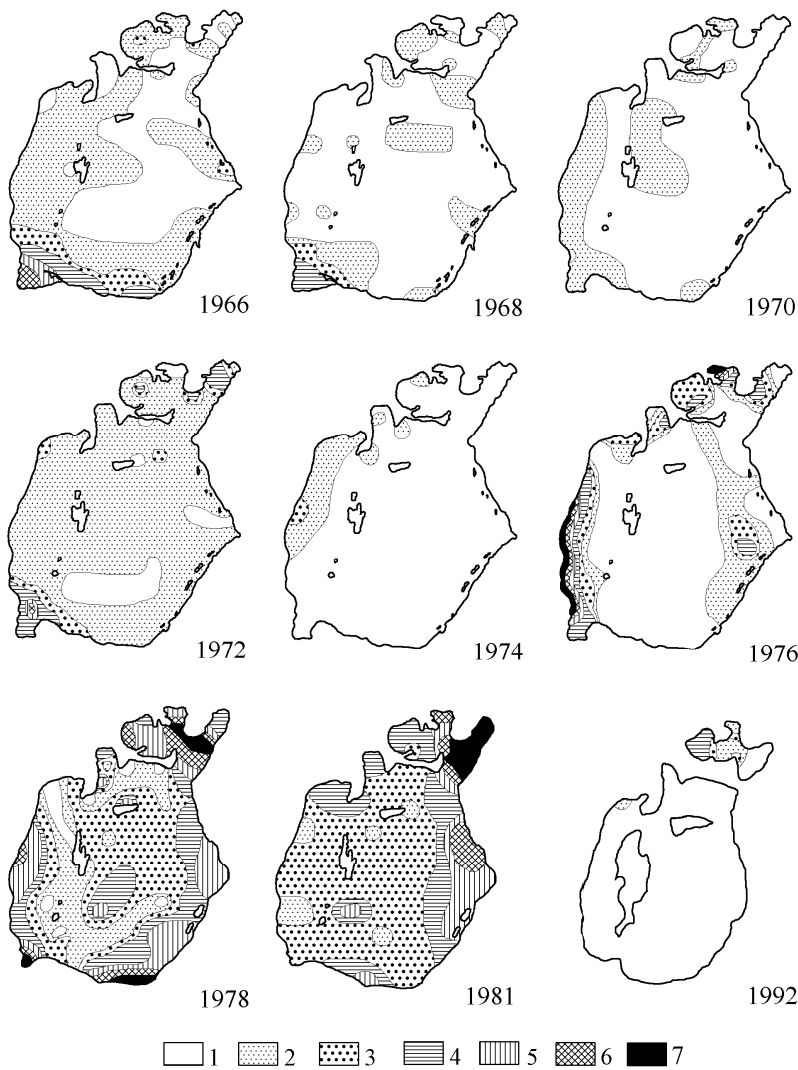


Рис. 3.1. Распределение биомассы *Rotatoria* в Аральском море летом (по: Андреев, 1997):

1 — отсутствует, 2 — 0.1-1, 3 — 1.1-5, 4 — 5.1-20, 5 — 20.1-50, 6 — 50.1-100, 7 — более 100 мг/м³.

устья р. Амударьи к северу вдоль западного побережья, достигала о. Возрождения и других районов с нормальной соленостью открытого моря. В отдельные годы в придельтовых районах биомасса *C. reticulata* была до 1 г/м^3 . Высокая биомасса ветвистоусых ракообразных в заливах восточного побережья обуславливалась массовым развитием там *Moina mongolica*, державшейся в наиболее осолоненных участках моря (12.3 ‰). В районе залива Бугунь развивался в больших количествах *Cercopagis pengoi aralensis*. Распределение общей биомассы Cladocera (рис. 3.2) обуславливалось распределением биомассы основных представителей этого отряда.

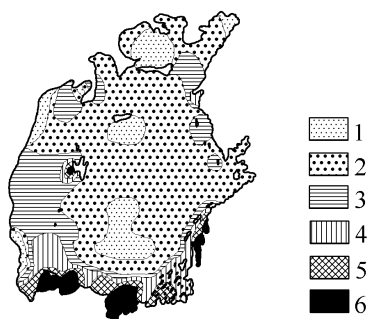


Рис. 3.2. Распределение биомассы Cladocera в Аральском море в 1954–1957 гг. летом (по: Луконина, 1960б):

1 — 0.1–1, 2 — 1.1–5, 3 — 5.1–20, 4 — 20.1–50, 5 — 50.1–100,
6 — более 100 мг/м^3 .

В 1961 и 1963 гг. средняя биомасса ветвистоусых ракообразных снизилась до 1.5 и 1.3 мг/м^3 и создавали ее, практически одни, *Evadne anonyx* и *Podonevadne camptonyx* (Кортунова, 1975, 1978). В 1965–1981 гг. средняя биомасса Cladocera, обычно, не превышала 6 мг/м^3 , и только в 1967, 1969 и 1970 гг., когда в отдельных районах моря наблюдалось массовое развитие *Moina mongolica* (рис. 3.3), она доходила до 7.8 – 19.4 мг/м^3 . Если по абсолютным значениям биомасса ветвистоусых ракообразных в 1961–1981 гг. была или ниже, или вполне сопоставима с периодом до зарегулирования стока рек и акклиматизации рыб-планктонофа-

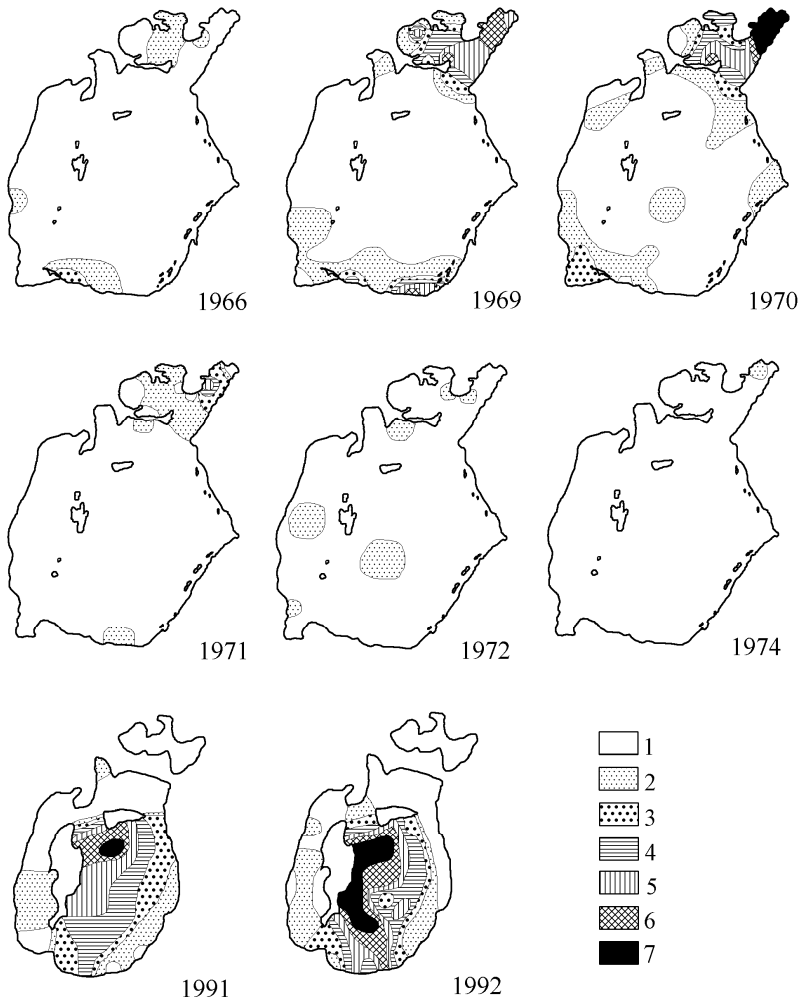


Рис. 3.3. Распределение биомассы *Moina mongolica* в Аральском море летом (Большое море в 1991 г. по съемке в сентябре) (по: Андреев, 1997):

1 — отсутствует, 2 — 0.1–1, 3 — 1.1–5, 4 — 5.1–20, 5 — 20.1–50,
6 — 50.1–100, 7 — более 100 мг/м³.

гов, то относительное значение, в связи с уменьшением общей биомассы зоопланктона, в 1965–1970 гг. было 14.5–41.1 %, что значительно превышает таковое в 1954–1957 гг. (3.9–11.6 %).

В 1989–1990 гг. биомасса ветвистоусых ракообразных в зоопланктоне Аральского моря практически не имела значения, но в 1991 г. *Moina mongolica* вновь появился в планктоне Большого моря и сразу же дал там 13.5 % общей биомассы зоопланктона, а в 1992 г. его доля составила уже 19.0 %. В Малом море в 1992 г., в связи с его небольшим распреснением, также вновь достиг высокой численности *Podonevadne camptonux*, составивший в 1992–1994 гг. 1.3–7.5 % общей биомассы зоопланктона.

Ceriodaphnia reticulata. После подрыва численности в 1959–1961 гг. в результате вселения рыб-планктонофагов встречался в 60-х годах в море редко и не ежегодно (рис. 3.4).

Cercopagis pengoi aralensis в 1954–1957 гг. встречался по всей акватории, но затем, в период вспышки численности рыб-планктонофагов, стал таким редким видом, что в отдельные годы (1966) даже не присутствовал в сборах. В конце 60-х годов он отмечался преимущественно в Малом море. В 1971–1975 гг. *C. p. aralensis* вновь стал встречаться по всей акватории, а в 1976–1980 гг. – сохранялся только в районах, прилегающих к устьевым участкам р. Амударьи (рис. 3.5), после чего выпал из фауны моря.

Evadne anonyx до начала 80-х годов встречался равномерно по всей акватории моря, нигде не достигая высокой биомассы (рис. 3.6), затем его ареал начал сокращаться и в 1989 г. он уже не был встречен в сборах.

Podonevadne camptonux – один из видов, определявших облик фауны открытого моря, но повышенную биомассу он имел или в Аджибайском заливе, или по восточному мелководью (рис. 3.7). Поскольку *Podonevadne camptonux* – хищник, то создание им высокой биомассы в каком либо районе определяется обилием пищи. Так, в местах скопления *P. camptonux*, обычно, отмечалась высокая биомасса коловраток. В настоящее время *P. camptonux* сохранился только в Малом море.

Podonevadne angusta и *P. trigona* в зоопланктоне Аральского моря стали отмечаться недавно, первый – с 1971 г., второй – с

1980 г. Это были редкие виды и их роль в общей биомассе зоопланктона мала.

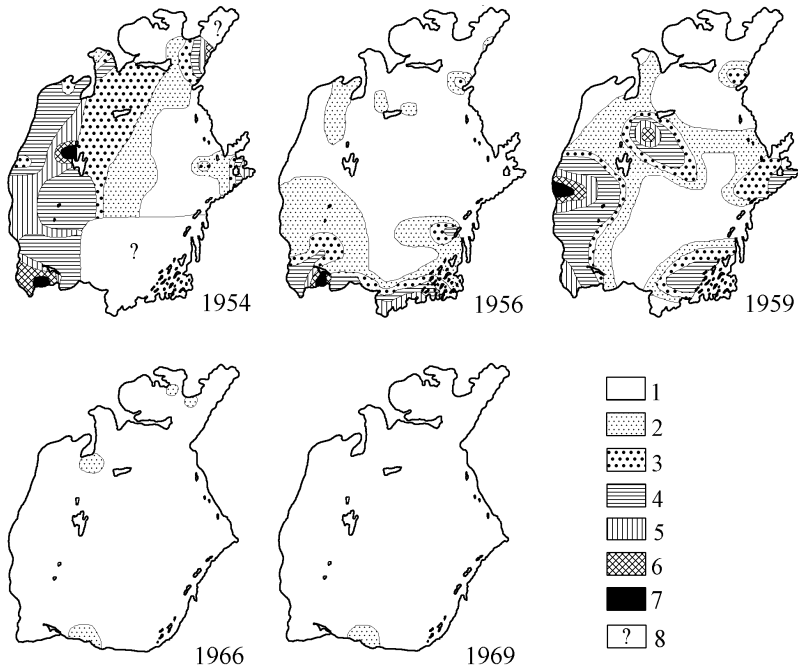


Рис. 3.4. Распределение биомассы *Ceriodaphnia reticulata* в Аральском море летом (по: Андреев, 1997, 1954–1959 гг. из: Кортюнова, 1978):

1 — отсутствует, 2 — 0.1–1, 3 — 1.1–5, 4 — 5.1–20, 5 — 20.1–50, 6 — 50.1–100, 7 — более 100 мг/м³, 8 — не обследовано.

Alona rectangula, по имеющейся в нашем распоряжении картотеке обработки проб зоопланктона, начинающейся с 1966 г., прослеживалась в зоопланктоне Аральского моря в 1966–1973 гг., причем биомасса ее была очень низкая (рис. 3.8).

Все представители Cladocera в Аральском море всегда были второстепенными видами в формировании численности и биомассы зоопланктона, но при продолжающемся осолонении Большого

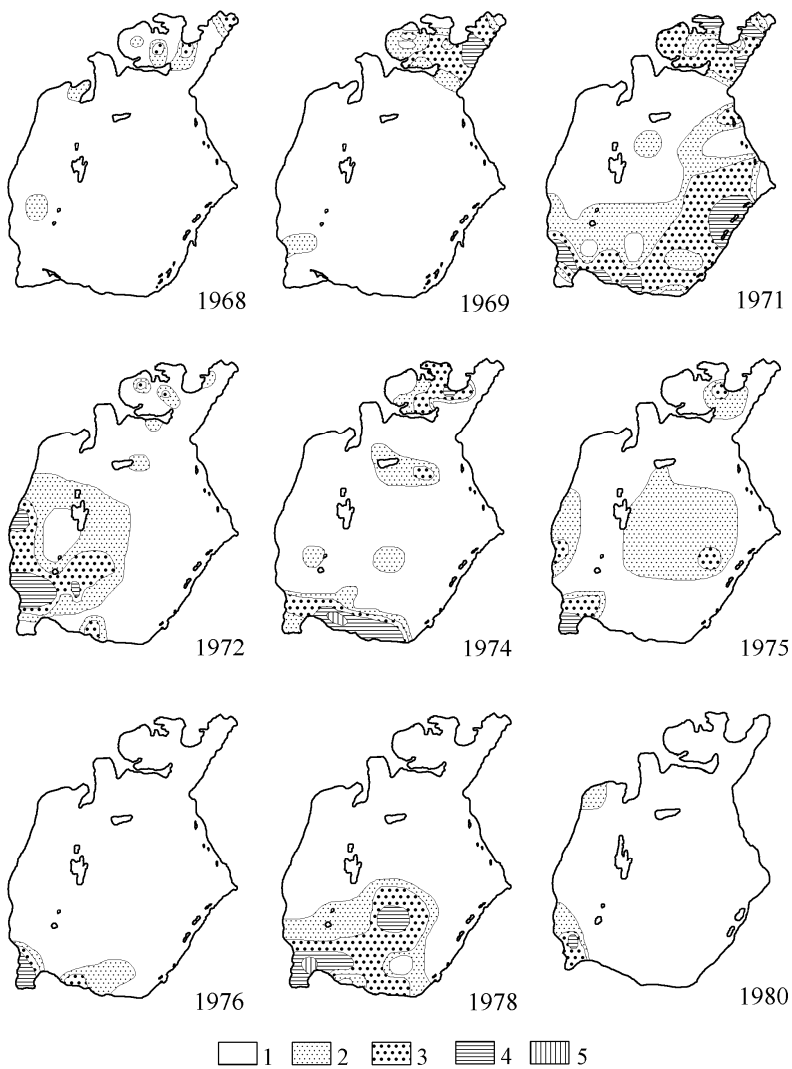


Рис. 3.5. Распределение биомассы *Cercopagis pengoi aralensis* в Аральском море летом (по: Андреев, 1997):
 1 — отсутствует, 2 — 0.1–1, 3 — 1.1–5, 4 — 5.1–20, 5 — 20.1–50 мг/м³.

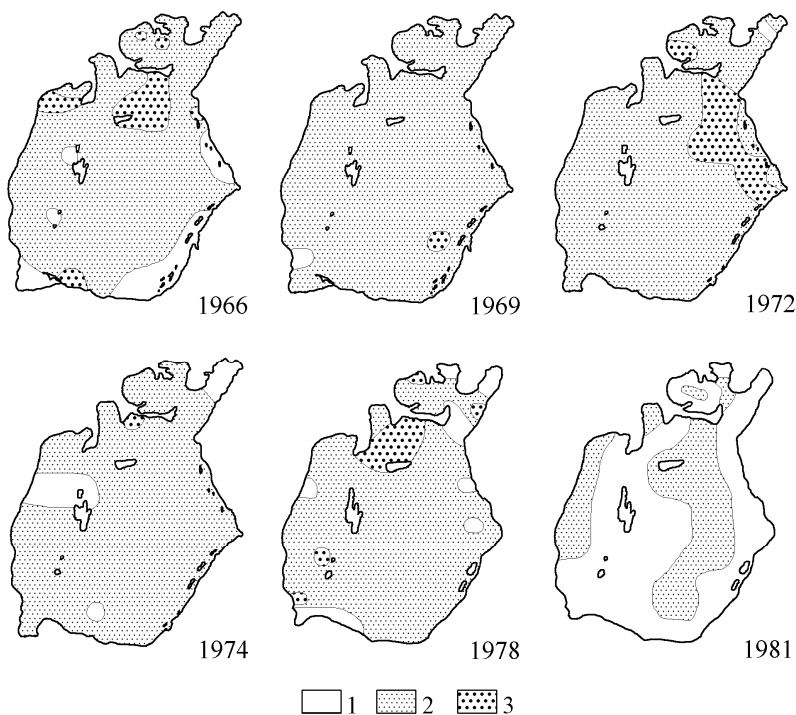


Рис. 3.6. Распределение биомассы *Evadne anonyx* в Аральском море летом (по: Андреев, 1997):

1 — отсутствует, 2 — 0.1–1, 3 — 1.1–5 мг/м³.

моря, возможно, *Moina mongolica* станет доминирующим видом, поскольку для этого вида свойственно достигать массового развития в гипергалинных водоемах.

Arctodiaptomus salinus до зарегулирования стока рек и акклиматизации беспозвоночных и рыб был доминирующим видом аральского зоопланктона (Зернов, 1903; Мейснер, 1908; Бенинг, 1934, 1935), в 1954–1957 гг. его биомасса была от 99 до 103 мг/м³, что составляло от 70.5 до 74.8 % общей биомассы летнего зоопланктона (Луконина, 1960а, б). Наибольшая биомасса *A. salinus* в летнее время отмечалась по восточному побережью, минимальная – в центре моря (рис. 3.9). Вследствие массового развития

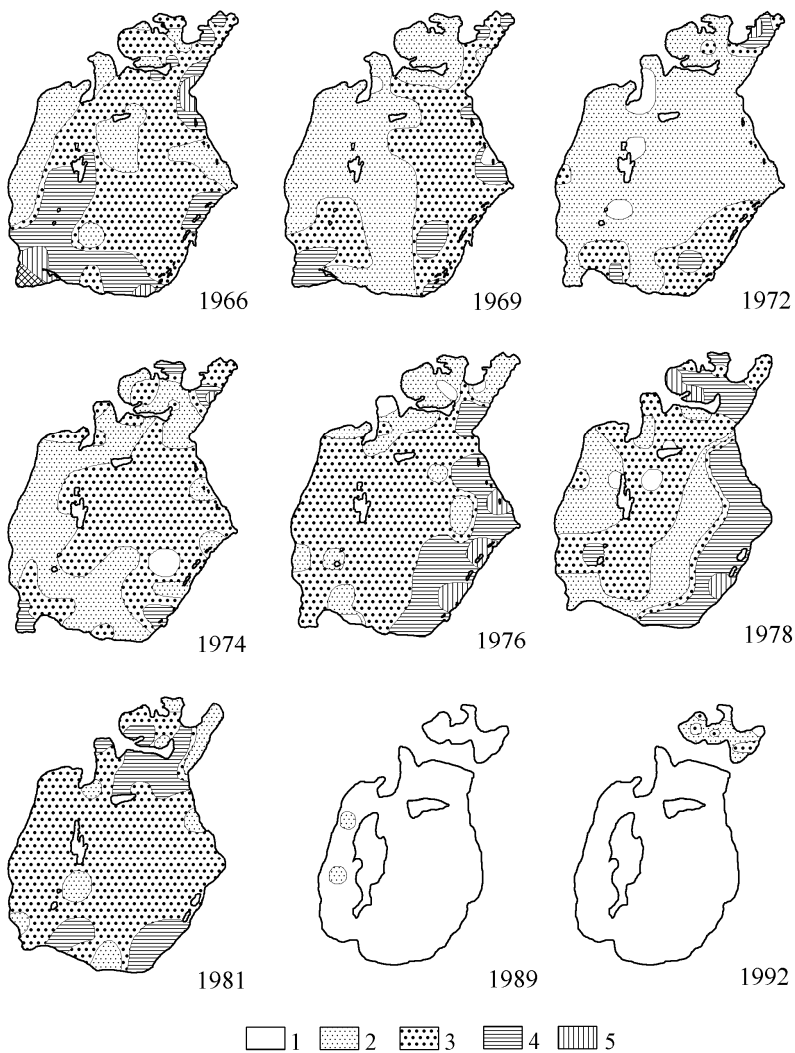


Рис. 3.7. Распределение биомассы *Podonevadne camptonux* в Аральском море летом (Большое море в 1989 г. по съемке в октябре) (по: Андреев, 1997):

1 — отсутствует, 2 — 0.1–1, 3 — 1.1–5, 4 — 5.1–20, 5 — 20.1–50 мг/м³.

рыб-планктонофагов уже в 1959 г. биомасса этого ракообразного снизилась в три раза, а с 1961 г. *A. salinus* перешел в малочисленные виды (Кортунова, 1975). В 1961–1972 гг. биомасса *A. salinus* в среднем по морю не превышала 1 мг/м^3 , ареал его постепенно сокращался и с 1973 г. он собственно в море не встречался (рис. 3.10).

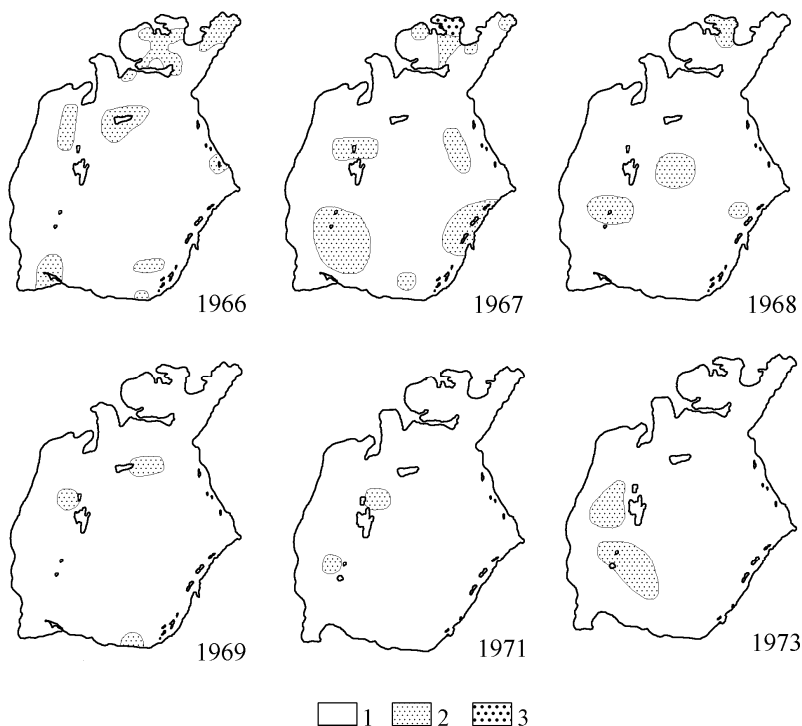


Рис. 3.8. Распределение биомассы *Alona rectangularis* в Аральском море летом (по: Андреев, 1997):

1 — отсутствует, 2 — $0.1\text{--}1$, 3 — $1.1\text{--}5 \text{ мг/м}^3$.

Calanipeda aquaedulcis был впервые отмечен в Аральском море весной 1970 г. и уже в летний период 1971 г. его биомасса достигла 50.7 мг/м^3 в среднем по морю, что составило 73.2 % общей биомассы зоопланктона. В летних сборах 1971–1981 гг. этот

веслоногий ракообразный давал от 29.5 до 73.2 % общей биомассы и от 19.2 до 56.9 общей численности зоопланктона, наиболее высоко значение *C. aquaedulcis* было в 1971–1972 и 1980–1981 гг. В условиях прогрессирующего осолонения, когда большинство видов выпало из фауны моря, *C. aquaedulcis*, практически, один стал определять зоопланктон Аральского моря. Так, в Большом море в осенних сборах 1989–1991 гг. и в августе 1992 г. его численность составляла от 78.3 до 95.4 % общей численности, а биомасса – 76.1–98.2 %. В Малом море в 1989–1991 гг. значение *C. aquaedulcis* в общей численности было 66.0–85.0 %, в общей биомассе – 86.4–95.8 %. После вспышки численности атерины в Малом море значение там *C. aquaedulcis* в 1992 г. снизилось до 22.7 % от общей численности и 33.0 % от общей биомассы зоопланктона. Распределение биомассы *C. aquaedulcis* по акватории Арала было неравномерным; обычно, концентрации этого ракообразного приурочивались к придельтовым районам моря (рис. 3.11), что может быть объяснено лучшей обеспеченностью пищей с одной стороны и повышенной в данных участках мутностью воды, обеспечивающей лучшую защищенность *C. aquaedulcis* от выедания рыбами, с другой.

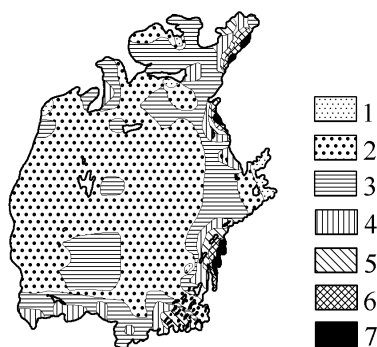


Рис. 3.9. Распределение биомассы *Arctodiaptomus salinus* в Аральском море в 1954–1957 гг. летом (по: Луконина, 1960б):

1 — 0.1–50, 2 — 50.1–100, 3 — 100.1–200, 4 — 200.1–300,
5 — 300.1–400, 6 — 400.1–500, 7 — более 500 мг/м³.

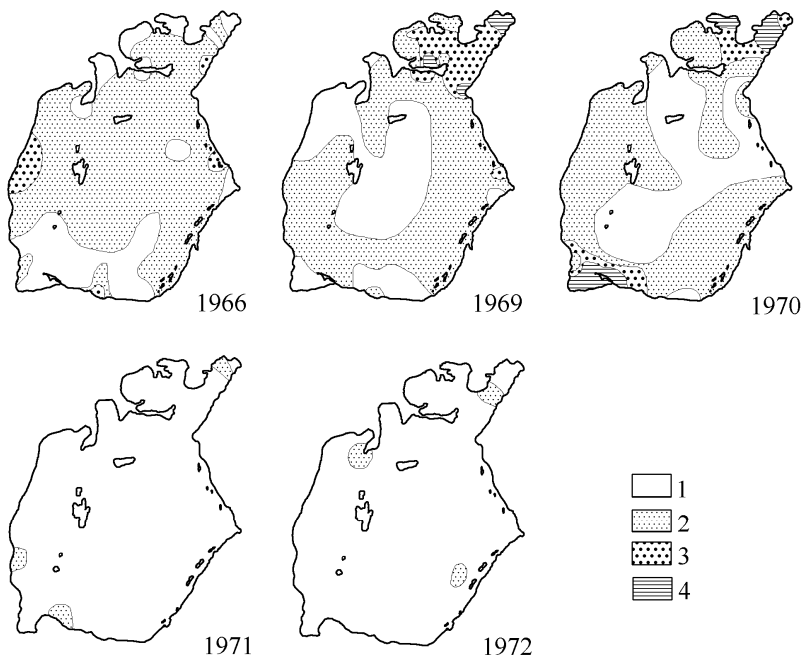


Рис. 3.10. Распределение биомассы *Arctodiaptomus salinus* в Аральском море летом (по: Андреев, 1997):

1 — отсутствует, 2 — 0.1–1, 3 — 1.1–5, 4 — 5.1–20 мг/м³.

Cyclopoida. Количественное развитие Cyclopoida было довольно высоко в годы до зарегулирования стока рек и вселения рыб-планктонофагов, их средняя биомасса по морю достигала 15.5–18.0 мг/м³ (Луконина, 1960б). Наибольшее количество Cyclopoida приурочивалось к опресненным районам моря, вблизи устьев рек, откуда они круговым течением разносились по периферии моря. В центральной части моря вне зоны кругового течения биомасса Cyclopoida была очень низкой (рис. 3.12). В 1959–1968 гг. средняя биомасса Cyclopoida была порядка 4 мг/м³, за исключением 1967 г., когда она составила 15.0 мг/м³. Как и в годы до зарегулирования стока рек среди Cyclopoida преобладал *Mesocyclops leuckarti* (Кортунова, 1975). В 1969–1970 гг. биомасса Cyclopoida прибли-

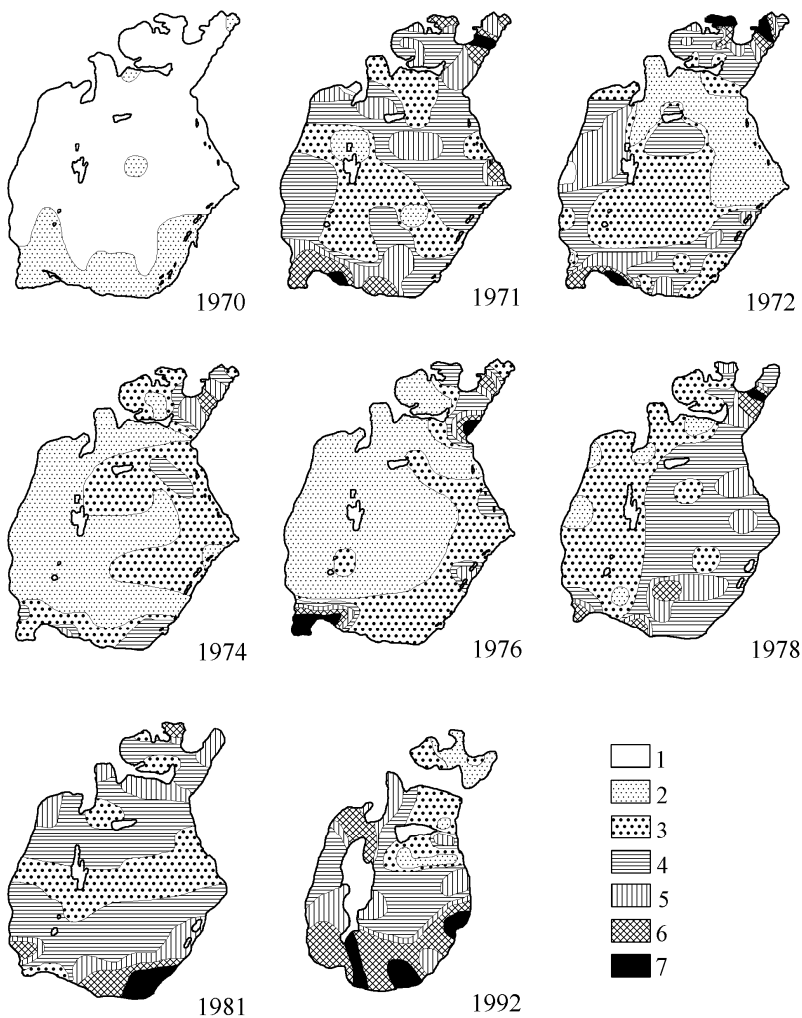


Рис. 3.11. Распределение биомассы *Calanipeda aquaedulcis* в Аральском море летом (по: Андреев, 1997):

1 — отсутствует, 2 — 0.1–5, 3 — 5.1–20, 4 — 20.1–50, 5 — 50.1–100, 6 — 100.1–200, 7 — более 200 мг/м³.

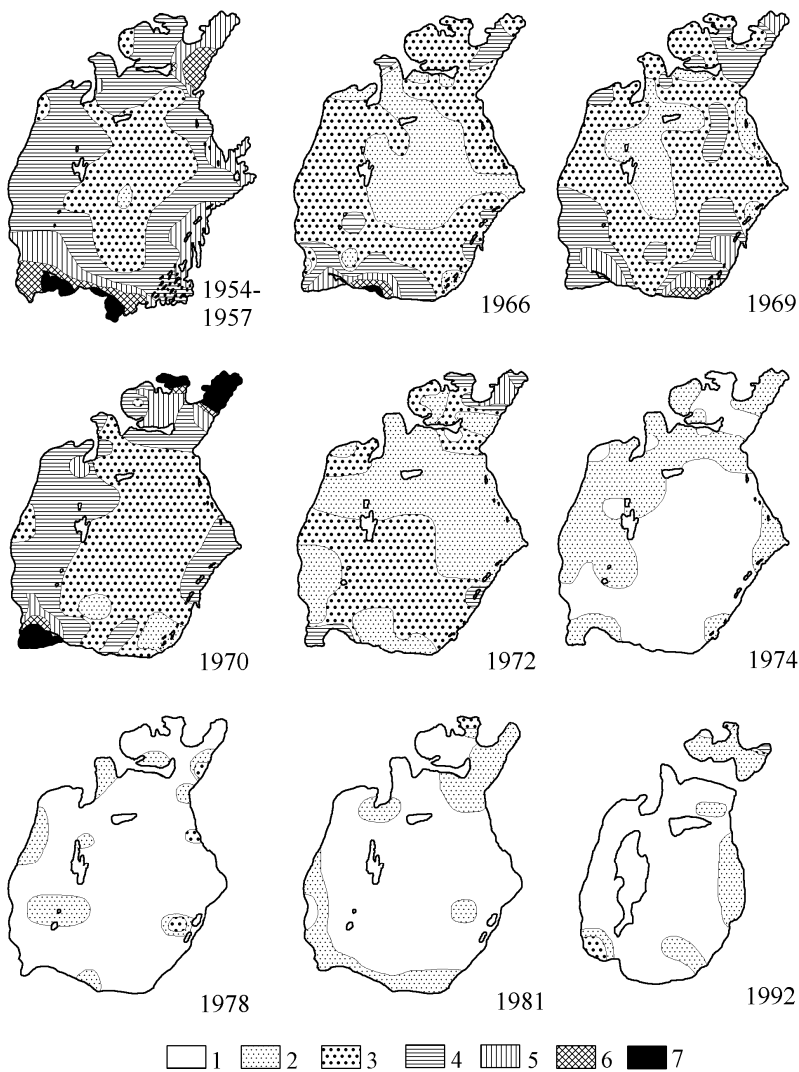


Рис. 3.12. Распределение биомассы *Cyclopoidea* в Аральском море летом (по: Андреев, 1997, 1954–1957 гг. из: Луконина 1960б):

1 — отсутствует, 2 — 0.1–1, 3 — 1.1–5, 4 — 5.1–20, 5 — 20.1–50, 6 — 50.1–100, 7 — более 100 мг/м³.

жалась к таковой в 1954–1957 гг. – 7.1–18.6 мг/м³. Начиная с 1971 г., когда повышение солености воды стало препятствовать развитию пресноводных по происхождению видов (*Cyclops vicinus*, *Mesocyclops leuckarti*, *Thermocyclops crassus*), биомасса Cyclopoidea резко снизилась и с 1973 г. не превышает 1 мг/м³ (Андреев, 1989). Определять количественное развитие Cyclopoidea с середины 70-х годов стал *Halicyclops rotundipes aralensis*, а в конце 80-х он остался единственным представителем Cyclopoidea в Аральском море.

Нарпacticoida в зоопланктоне Аральского моря за все годы наблюдений не имели высокой численности и биомассы – не более 232 экз./м³ и 1 мг/м³.

Личинки моллюсков. Наличие личинок в планктоне тесно связано с временем размножения моллюсков. При проведении стандартной гидробиологической съемки в июле – августе, когда уже прогревались центральные участки моря, личинки моллюсков встречались по всей акватории моря. В 1954–1957 гг. скопления личинок моллюсков отмечались по восточному побережью и южных заливах (рис. 3.13). До зарегулирования стока рек и вспышки численности акклиматизированных рыб-планктонофагов доля личинок моллюсков составляла в общей биомассе бентоса 5.5–12.5 % или 8.0–18.0 мг/м³ (Луконина, 1960б).

Из-за мелких размеров личинки моллюсков непосредственному выеданию подвергались слабо и в начале 60-х годов, они, в отличии от *Arctodiaptomus salinus*, сохранили численность и биомассу на том же уровне, но значение личинок моллюсков в общей биомассе зоопланктона возросло до 40.3–89.0 %. В 1965–1968 гг. наблюдалось постоянное снижение численности и биомассы личинок моллюсков (см. табл. 3.3) при сохранении их высокого значения в общей биомассе зоопланктона — 17.1–40.5 %. Уменьшение количества личинок моллюсков в планктоне в эти годы по сравнению с 1954–1957 гг. хорошо согласуется со снижением биомассы двустворок в бентосе моря за этот же период более чем в 3 раза (см. глава 4).

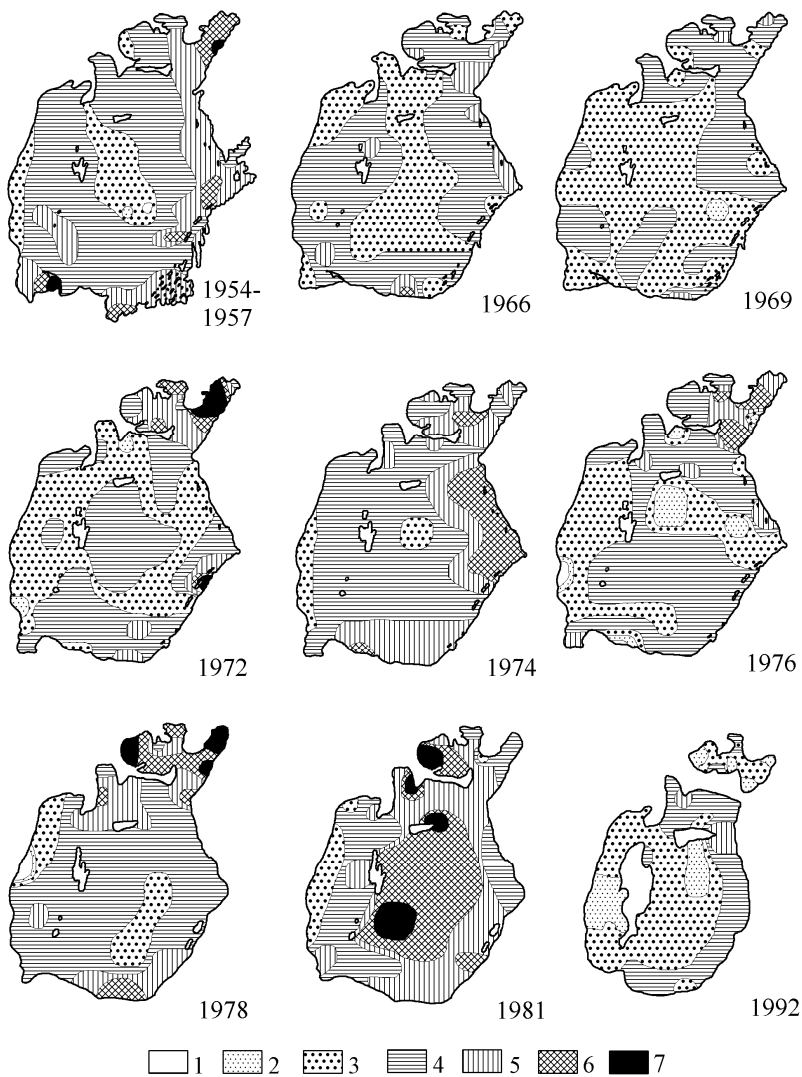


Рис. 3.13. Распределение биомассы личинок моллюсков в Аральском море летом (по: Андреев, 1997, 1954–1957 гг. из: Луконина 19606):

1 — отсутствует, 2 — 0.1–1, 3 — 1.1–5, 4 — 5.1–20, 5 — 20.1–50, 6 — 50.1–100, 7 — более 100 мг/м³.

Начавшееся с 1968 г. увеличение количества моллюсков в бентосе моря положительно сказалось на росте численности личинок моллюсков в планктоне, при этом произошла практически полная смена видового состава. Если до зарегулирования стока рек в планктоне преобладали личинки моллюсков из родов *Dreissena* и *Hypanis*, то с 70-х годов – личинки *Syndosmya segmentum* и *Cerastoderma isthmicum*. Следует отметить, что в бентосе суммарная биомасса акклиматизированного моллюска – *Syndosmya segmentum* и, ранее малочисленного, аборигена – *Cerastoderma isthmicum* к началу 70-х годов достигла суммарной биомассы представителей родов *Dreissena* и *Hypanis* времен естественного режима Аральского моря, а к концу 70-х годов превысила почти в 10 раз. Многочисленность моллюсков в бентосе моря, несомненно, способствовало росту средней численности и биомассы личинок в планктоне Арала, достигших в 1981 г. 20832 экз./м³ и 45.8 мг/м³.

В Малом море, по съемкам в мае – августе, в 1982–1992 гг. отмечалась высокая биомасса личинок моллюсков – 17.6–242.1 мг/м³, за исключением августа 1992 г., когда съемка проводилась во второй половине месяца и была отмечена низкая биомасса личинок моллюсков – всего 3.1 мг/м³. Еще раз подчеркнем, что обилие личинок моллюсков в планктоне сильно зависит от времени сбора материала. Например, высокая биомасса личинок в мае 1992 г. (см. табл. 3.5), видимо, обусловлена сборами в пик размножения моллюсков.

По Большому морю в 1989–1991 гг. имеются только осенние съемки и, естественно, отмечается очень низкая численность (310–1133 экз./м³) и биомасса (0.7–2.5 мг/м³) личинок моллюсков, поскольку к этому времени размножение моллюсков заканчивается. Для августа 1992 г. была зарегистрирована средняя численность личинок моллюсков в Большом море 2904 экз./м³ при биомассе 6.3 мг/м³.

Обычная высокая концентрация личинок моллюсков по мелководьям восточного побережья и заливам (см. рис. 3.13), объясняется меньшим там объемом воды над единицей площади дна по сравнению с центральными районами. Поэтому, при примерно

равной численности взрослых моллюсков на единицу площади, личинки распределяются в разных объемах воды. Если же привести биомассу личинок моллюсков не к единице объема, а учесть ее над единицей площади дна, то различия между центральными участками и прибрежьем в большинстве случаев сгладятся.

Прочие. В группу прочих относились молодь мизид и nereиса, личинки креветки и крабика, которые в небольшом количестве присутствовали в пробах и составляли доли процента от общей численности и биомассы зоопланктона Аральского моря.

Как показал проведенный нами анализ, количественное развитие аральского зоопланктона, как в период до вселения рыб-планктонофагов, так и после вселения, обеспечивалось *Arctodiaptomus salinus* или пресноводными по происхождению ветвистосусыми и веслоногими ракообразными, личинками моллюсков солоноватоводных “каспийских” родов *Dreissena* и *Hypanis*. В начале 70-х годов на рубеже солености 12 ‰ ведущая роль перешла к акклиматизанту – *Calanipeda aquaedulcis*, морским по происхождению видам коловраток и личинкам эвригалинных средиземно-морско-атлантических моллюсков *Syndosmya segmentum* и *Cerastoderma isthmicum*, доминирующим в зоопланктоне Аральского моря и в настоящее время.

Глава 4. ЗООБЕНТОС АРАЛЬСКОГО МОРЯ

В данной работе рассматриваются только те представители зообентоса, которые хорошо заметны невооруженным глазом и легко выбираются пинцетом при разборке проб на месте. При таком ограничении материала в зообентос нами отнесены представители Polychaeta, Oligochaeta (частью), Trichoptera, Diptera, Mollusca. Здесь же рассмотрены Malacostraca, большинство из которых является нектобентическими формами, но, обычно, приводятся в работах по зообентосу Арала.

4.1. Видовой состав

Фаунистические сведения по интересующим нас группам зообентоса Аральского моря, при солености близкой к среднеголетней в период до зарегулирования стока рек, получены со второй половины 19 века (Аленицин, 1874, 1875; Ульянин, 1875; Bateson, 1889, 1890; Андрусов, 1897; Остроумов, 1907; Берг, 1908; Lindholm, 1914; Беклемишев, 1922, 1923; Сидоров, 1929; Бенинг, 1934, 1935; Грабье, 1936; Зенкевич, 1947, 1963; Гаврилов 1967а, 1972в; и др.). Несмотря на довольно большое количество работ по донной фауне Арала, к моменту резкого падения уровня моря сведения о ней были далеко не полными, как из-за недостаточной изученности, так и в связи с изменениями систематики многих групп, что требовало ревизии известных данных. По большинству групп такая работа была проведена при составлении "Атласа беспозвоночных Аральского моря" (1974), а по роду *Caspiohydrobia* несколько позднее (Старобогатов, Андреева, 1981; Андреева, 1984, 1987).

Видовой состав зообентоса, так же как и видовой состав зоопланктона (см. глава 3), разбивается нами на три группы: виды, населявшие воды рек, озер низовьев рек и заливы моря при солености менее 3–5 ‰; виды, встреченные при солености более 3–

5 ‰, но избегавшие солености открытого моря; и виды, составлявшие зообентос собственно Аральского моря, то есть встречающиеся в открытом море при его нормальной солености.

Р.С. Деньгиной (1954, 1957, 1959б), изучавшей бентос в опресняемых заливах юга Аральского моря, было показано, что распространение пресноводной группы видов в заливах зависит от величины опресняемой зоны. В отдельные годы из-за отсутствия распреснения в некоторых заливах пресноводные виды не развивались. Сведения о видовом составе зообентоса полностью опресненных участков моря, озер низовьев впадающих рек и самих рек приведены в работах А.С. Сидорова (1929), В.Я. Панкратовой (1933, 1950), А.С. Константинова (1944), А.И. Шиловой (1955), Р.С. Деньгиной (1954) и др.. Нами фауна этих районов не рассматривается, отметим только, что полностью опресненные участки моря были значительно богаче в видовом отношении, чем фауна собственно Арала.

Видов, не встречающихся при нормальной солености открытого моря, но отмеченных за пределами полностью опресняемых участков немного, – *Nais communis* Pignet, *Corynoneura* sp. Tschern., *Limnochironomus nervosus* Staeg., *Glyptotendipes glaucus* Mg., *G. gripekoveni* Kieff., *Dreissena polymorpha aralensis* (Andr.), *Corbicula fluminalis* Müll. (Деньгина, 1959б; Белянина, Константинов, 1974; Гаврилов, Семерной, 1974; Старобогатов, 1974). За исключением *Nais communis*, отмечаемого Н.П. Финогеновой (1972) для мезогалинных вод Понто-Каспия, все виды свойственны в первую очередь пресным водам.

Как уже отмечалось выше (см. глава 3) по данным до 1971 г. включительно можно получить характеристику видового состава фауны Арала для периода существования его в условиях естественного режима.

При нормальной солености воды открытого моря в составе зообентоса Арала с 1874 по 1971 гг. было отмечено 7 видов кольчатых червей, 5 – высших ракообразных, 17 – насекомых и 12 видов и подвидов моллюсков (табл. 4.1).

Единственный представитель многощетинковых червей – средиземноморско-атлантический вид *Nereis diversicolor* акклима-

Таблица 4.1

Многолетние изменения видового состава зообентоса открытой части Аральского моря (по: Андреев, Андреева, 1997а)

| Вид | 1971 | 1976–1977 | 1980 | 1989–1992 |
|---|------|-----------|------|-----------|
| <i>Nereis diversicolor</i> O.F. Müller | + | + | + | + |
| <i>Nais elinguis</i> Müller | + | – | – | – |
| <i>Paranais simplex</i> Hrabec | + | – | – | – |
| <i>Limnodrilus helveticus</i> Piguet | + | – | – | – |
| <i>Potamothenis bavaricus</i> (Oeschm.) | + | – | – | – |
| <i>Psammoryctides albicola</i> (Mich.) | + | – | – | – |
| <i>Lumbriculus lineatus</i> (Müller) | + | – | – | – |
| <i>Paramysis intermedia</i> (Czern.) | + | + | – | – |
| <i>P. lacustris</i> (Czern.) | + | + | – | – |
| <i>Dikerogammarus aralensis</i> (Uljan.) | + | – | – | – |
| <i>Palaemon elegans</i> Rathke | + | + | + | + |
| <i>Rhithropanopeus harrisi tridentatus</i> (Maitl.) | + | + | + | + |
| <i>Agrypnetes crassicornis</i> McL. | + | – | – | – |
| <i>Oecetis intima</i> McL. | + | + | – | – |
| <i>Pelopia villipennis</i> Kieff. | + | – | – | – |
| <i>Procladius ferrugineus</i> Kieff. | + | – | – | – |
| <i>Cricotopus gr. silvestris</i> F. | + | – | – | – |
| <i>Tanytarsus gr. lobatifrons</i> Kieff. | + | – | – | – |
| <i>T. gr. gregarius</i> Kieff. | + | – | – | – |
| <i>T. gr. lauterborni</i> Kieff. | + | – | – | – |
| <i>T. gr. exiguus</i> Joh. | + | – | – | – |
| <i>Polypedilum gr. scalaenum</i> Schr. | + | – | – | – |
| <i>Cryptochironomus supplicans</i> Meig. | + | – | – | – |
| <i>Cr. gr. defectus</i> Kieff. | + | – | – | – |
| <i>Cr. gr. viridulus</i> F. | + | – | – | – |
| <i>Cr. gr. conjugens</i> Kieff. | + | – | – | – |
| <i>Chironomus behningi</i> Goetgh. | + | – | – | – |
| <i>Ch. halophilus</i> Kieff. | + | + | + | – |
| <i>Ch. salinarius</i> Kieff. | + | + | + | – |
| <i>Dreissena polymorpha obtusecarinata</i> (Andr.) | + | + | – | – |
| <i>Dr. caspia pallasii</i> (Andr.) | + | + | + | – |

Окончание табл. 4.1

| Вид | 1971 | 1976–1977 | 1980 | 1989–1992 |
|--|------|-----------|------|-----------|
| <i>Cerastoderma rhomboides rhomboides</i> (Lam.) | + | + | – | – |
| <i>C. isthmicum</i> Issel | + | + | + | + |
| <i>Hypanis vitrea bergi</i> Star. | + | + | – | – |
| <i>H. minima sidorovi</i> Star. | + | + | – | – |
| <i>H. m. minima</i> (Ostr.) | + | + | – | – |
| <i>Syndosmya segmentum</i> Reclus | + | + | + | + |
| <i>Theodoxus pallasi</i> Ldh. | + | + | + | – |
| <i>Caspiohydrobia husainovae</i> Star. | + | + | + | + |
| <i>C. conica</i> (Logv. et Star.) | + | + | + | + |
| <i>C. obrutchevi</i> Star. et Andreeva | + | + | + | + |
| <i>C. convexa</i> (Logv. et Star.) | ? | + | + | + |
| <i>C. kazakhstanica</i> Star. et Andreeva | ? | + | + | + |
| <i>C. aralensis</i> Star. et Andreeva | ? | + | + | + |
| <i>C. nikitinskii</i> Star. et Andreeva | ? | + | + | + |
| <i>C. parva</i> (Logv. et Star.) | ? | + | + | + |
| <i>C. dubia</i> (Logv. et Star.) | ? | + | + | + |
| <i>C. curta</i> (Logv. et Star.) | ? | + | + | + |
| <i>C. gemmata</i> (Kol.) | ? | + | + | + |
| <i>C. nikolskii</i> Star. et Andreeva | ? | + | + | – |
| <i>C. bergi</i> Star. et Andreeva | ? | + | + | + |
| <i>C. oviformis</i> (Logv. et Star.) | ? | + | + | + |
| <i>C. subconvexa</i> (Logv. et Star.) | ? | + | + | + |
| <i>C. grimmi</i> (Cless. et W. Dyb.) | ? | + | + | + |
| <i>C. chrysopsis</i> (Kol.) | ? | + | + | + |
| <i>C. cylindrica</i> (Logv. et Star.) | ? | + | + | + |
| <i>C. behningi</i> Star. et Andreeva | ? | + | + | + |
| <i>C. sidorovi</i> Star. et Andreeva | ? | + | + | + |
| <i>C. pavlovskii</i> Star. et Izzat. | ? | + | + | + |
| <i>C. tadzikistanica</i> Star. et Izzat. | ? | + | + | + |
| <i>C. sogdiana</i> Star. et Izzat. | ? | + | + | + |

Примечание: список видов 1971 г. составлен по: "Атлас ..." (1974); *Ch. salinarius* приведен Р.С. Деньгиной (1959а); *C. obrutchevi* описан по сборам 1956 г. (Старобогатов, Андреева, 1981); 1976–1977 и 1980 гг. по: Андреева (1989).

тизирован в Аральском море в 1960–1961 гг., отмечается в море с 1963 г. (Кортунова, 1968, 1970).

Все малощетинковые черви, встреченные в Аральском море, согласно О.В. Чекановской (1962), широко распространенные виды, свойственные прежде всего пресным водам разного типа, но выдерживающим ту или иную концентрацию солей, некоторые вплоть до океанической солености.

Из высших ракообразных только *Dikerogammarus aralensis* был аборигенным видом. Он, помимо Арала и озер низовьев впадающих в него рек, встречается в Каспии (Романова, 1974а). Остальные виды были акклиматизированы: каспийские мизиды *Paramysis intermedia* и *P. lacustris* в 1958–1960 гг., отмечаются с 1961 г. (Галактионова, Бинтинг, 1964); европейско-африканская креветка *Palaemon elegans* завезена при интродукции кефали, впервые обнаружена в 1957 г. (Коновалов, 1959); североатлантический краб *Rhithropanopeus harrisi tridentatus* завезен при акклиматизации *Calanipeda aquaedulcis* (Мордухай-Болтовской, 1972), встречен нами в навигацию 1976 г. (Андреев, Андреева, 1988).

Ручейники в Аральском море были представлены видами, широко распространенными в солоноватых водоемах Европейской части России, Казахстана, Средней Азии, Монголии (Сибирцева, 1974).

Личинки хирономид были представлены в Арале видами пресноводных родов, но некоторые виды из родов *Cricotopus* и *Chironotus* могут встречаться при большом осолонении (Панкратова, 1970).

Среди аральских моллюсков выделяют (Мордухай-Болтовской, 1960, 1978б; Яблонская, 1974) группу "каспийских" видов (все дрейссены, гипанисы и теодоксус) и группу средиземноморско-атлантических видов (сердцевидки и синдосмия). Последний вид был вселен в Арал в 1960–1961 и 1963 гг., отмечается с 1967 г. (Кортунова, 1970). Моллюсков рода *Caspiohydrobia*, относившихся ранее к автохтонам Каспия (Мордухай-Болтовской, 1960), теперь считают сформировавшимися в осолоненных водоемах

внутренних частей Азии, откуда шло их расселение в Арал и Каспий (Старобогатов, Андреева, 1981; Андреева, 1987).

Таким образом, к моменту резкого падения уровня моря и повышению солености воды, зообентос Аральского моря был представлен небольшим числом наиболее эвригаллиных видов пресноводного происхождения, "каспийскими" и средиземноморско-атлантическими видами и видами, сформировавшимися во внутренних частях Азии. Следует подчеркнуть, что массового развития в бентосе достигали пресноводные виды (Chironomidae) и "каспийские" моллюски родов *Dreissena* и *Hypanis* (Никитинский, 1933; Хусаинова, 1954; Яблонская, 1960б).

В период начального осолонения Аральского моря (1972–1981 гг.) сокращение стока рек и повышение солености воды неблагоприятно сказалось на пресноводных и солоноватоводных "каспийских" видах, началось их быстрое выпадение из фауны (Андреев с соавт., 1978; Андреева, 1978, 1983; Андреев, Андреева, 1979; Губа, Андреев с соавт., 1981), при этом процесс выпадения донных организмов шел параллельно выпадению планктонных. Большинство видов выпало также к 1976 г. Так, если по списку видов по состоянию на 1971 г. (см. табл. 4.1) в зообентосе открытого моря при его нормальной солености отмечался 41 вид и подвид, то к 1976–1977 гг., по данным С.И. Андреевой (1984), из этого списка сохранилось 20, а после завершения выпадения видов к 1980 г. осталось 12 видов. Кроме того, по сборам 1976–1980 гг. для фауны Арала было отмечено еще 20 видов моллюсков рода *Caspihydrobia* (Старобогатов, Андреева, 1981; Андреева, 1987). Нахождение большого числа видов в казалось бы хорошо изученном водоеме связано с расселением моллюсков из удаленных осолоненных заливов, остававшихся слабо исследованными в фаунистическом отношении, в связи с возникновением благоприятных условий обитания при повышении солености воды в море (Андреева, 1984).

Из анализа картотеки Аральского отделения КазНИИРХ за 1969–1975 гг. и данных С.И. Андреевой (1984, 1989) за 1976–1980 гг., следует, что обеднение видового состава аральского зообенто-

са наблюдалось в основном при солёности 11.6–13.7 ‰, последние находки некоторых видов датируются 1978 г. при солёности в местах находок 15.0 ‰.

К концу периода начального осолонения Аральского моря видовой состав зообентоса насчитывал 32 вида, в том числе: 1 вид многощетинковых червей, 2 – высших ракообразных, 2 – хирономид и 27 видов моллюсков.

В начальный период прогрессирующего осолонения (1982–1988 гг.) из фауны Аральского моря выпали *Dreissena caspia pallasii*, *Theodoxus pallasii*, *Chironomus halophilus*, *Ch. salinarius*, *Caspiohydrobia nikolskii*. По сборам зообентоса в Малом море в 1982, 1984–1985 гг. первым исчез *Dreissena caspia pallasii*, затем остальные виды; впрочем, 2 экземпляра длиной около 5 мм ближе не определенных Chironomidae были отловлены в августе 1989 г. в Малом море (Андреев с соавт., 1990), после чего они перестали встречаться как в Малом, так и в Большом море.

В 1989–1994 гг. в Малом море, помимо упоминавшихся Chironomidae, были встречены только *Nereis diversicolor*, *Syndosmya segmentum*, *Cerastoderma isthmicum*, *Palaemon elegans* и 18 видов *Caspiohydrobia*: *C. behningi*, *C. oviformis*, *C. kazakhstanica*, *C. husainovae*, *C. tadzikistanica*, *C. aralensis*, *C. obrutchevi*, *C. dubia*, *C. nikitinskii*, *C. convexa*, *C. cylindrica*, *C. chrysopsis*, *C. sidorovi*, *C. pavlovskii*, *C. sogdiana*, *C. gemmata*, *C. parva*, *C. grimmi*; в Большом море в 1989–1992 гг. к ним добавились *Rhithropanopeus harrisi tridentatus*, *Caspiohydrobia bergi*, *C. subconvexa*, *C. curta*, *C. conica*. (Андреев с соавт., 1990; Андреев, Андреева, 1996, 1997а).

Как показал проведенный нами анализ, обеднение видового состава зообентоса Аральского моря в результате осолонения воды (для *Dikerogammarus aralensis*, возможно, и вследствие конкуренции с *Palaemon elegans*) в основном произошло при солёности 12–14 и 25–28 ‰. В составе зообентоса остались только эвригалинные виды морского происхождения: *Nereis diversicolor*, *Syndosmya segmentum*, *Cerastoderma isthmicum*, *Palaemon elegans*, *Rhithropanopeus harrisi tridentatus* и галофильные виды материковых вод – представители рода *Caspiohydrobia*.

4.2. Количественное развитие

Количественная характеристика зообентоса открытой части Аральского моря впервые была получена в 1930 г. В.Я. Никитинским (1933). Впоследствии, в отдельные годы, изучением распределения численности и биомассы зообентоса по акватории моря занимались А.Л. Бенинг (1934, 1935), И.И. Куличенко, материалы которой частично опубликованы Л.А. Зенкевичем (1947, 1963), Н.З. Хусаинова (1958) и Е.А. Яблонская (1960б). С 1959 по 1981 и 1989–1992 гг. Аральским отделением КазНИИРХ проводилась ежегодная съемка зообентоса по постоянной сетке станций, материалы съемок приведены в работах Г.Б. Гаврилова (1967б, 1968, 1970б, 1972а), Е.А. Яблонской и др. (1972, 1973), С.И. Андреевой (1984, 1989), Н.И. Андреева и др. (1990), N.I. Andreev et al. (1992), Н.И. Андреева и С.И. Андреевой (1997а).

Рассматривая все имеющиеся сведения о биомассе зообентоса Арала (табл. 4.2), нетрудно убедиться, что до середины 60-х годов наблюдалось относительное постоянство как общей биомассы зообентоса, так и биомассы отдельных групп организмов. Небольшие флюктуационные колебания биомассы зообентоса имели достоверную коррелятивную связь с речным стоком, причем при увеличении выноса взвешенных веществ в море происходило увеличение биомассы пелофильных личинок хирономид и уменьшение биомассы видов (*Dreissena*, *Dikerogammarus aralensis*), предпочитающих более плотные грунты (Никольский, Фортунатов, 1950; Яблонская, 1960б).

Первой причиной снижения биомассы аральского зообентоса так же как и зоопланктона, явились вселенные рыбы. Салака, атерина и 6 видов бычков стали встречаться в море в 1957–1959 гг., а максимальной численности они достигли к 1960–1962 гг. (Карпевич, 1975).

Именно, появление огромного количества новых потребителей бентоса привело к тому, что уже в 1961 г. (с этого же года началось резкое сокращение стока рек) наблюдалось значительное снижение биомассы донных организмов на глубинах до 10 м. В

Таблица 4.2

**Средняя биомасса зообентоса открытой части Аральского моря летом
(по: Андреев, Андреева, 1997а), г/м²**

| Годы | <i>Nereis</i> | <i>Dikergammarus</i> | Chironomidae | <i>Dreissena</i> | <i>Hypanis</i> | <i>Cerastoderma</i> | <i>Syndosmya</i> | <i>Theodoxus</i> | <i>Caspihydrobia</i> | Прочие | Всего |
|------|---------------|----------------------|--------------|------------------|----------------|---------------------|------------------|------------------|----------------------|--------|-------|
| 1930 | – | 0.5 | 4.2 | 12.1 | 5.5 | 0.3 | – | – | – | 0.3 | 22.9 |
| 1932 | – | 0.1 | 2.6 | 7.8 | 4.6 | 0.5 | – | 0.1 | 0.4 | 0.8 | 16.9 |
| 1933 | – | 0.6 | 3.8 | 7.2 | 6.6 | 0.4 | – | 0.2 | <0.1 | 0.4 | 19.6 |
| 1936 | – | 0.4 | 5.3 | 8.3 | 7.0 | – | – | 0.2 | 1.2 | 0.6 | 23.0 |
| 1937 | – | 0.1 | 5.7 | 7.4 | 6.3 | – | – | 0.2 | 1.2 | 1.0 | 21.0 |
| 1938 | – | 0.2 | 5.4 | 6.3 | 6.3 | – | – | 0.1 | 1.4 | 0.3 | 20.0 |
| 1939 | – | 0.2 | 4.6 | 5.4 | 5.4 | – | – | 0.1 | 1.2 | 0.1 | 17.0 |
| 1940 | – | 0.1 | 3.3 | 3.8 | 3.8 | – | – | 0.1 | 0.9 | <0.1 | 12.0 |
| 1946 | – | x | x | x | x | x | – | x | x | x | 24.4 |
| 1948 | – | x | x | x | x | x | – | x | x | x | 19.4 |
| 1954 | – | 0.2 | 8.6 | 8.4 | 8.2 | <0.1 | – | 0.1 | <0.1 | 0.3 | 25.8 |
| 1956 | – | 0.1 | 10,5 | 12.0 | 5.3 | 0.5 | – | 1.4 | 0.1 | <0.1 | 29.9 |
| 1957 | – | <0.1 | 6.3 | 3.6 | 3.9 | 1.6 | – | <0.1 | 0.1 | <0.1 | 15.6 |
| 1959 | – | x | x | x | x | x | – | x | x | x | 23.1 |
| 1960 | – | 0.1 | 9.7 | x | x | x | – | x | x | x | 27.9 |
| 1961 | – | 0.1 | 8.1 | 8.0 | 7.6 | 1.0 | – | 1.0 | 0.8 | 0.1 | 26.7 |
| 1962 | – | 0.2 | 12.2 | 14.9 | 7.1 | 3.2 | – | 0.4 | 2.4 | 0.2 | 40.6 |
| 1963 | – | 0.3 | 5.4 | 12.6 | 5.1 | 3.0 | – | 0.2 | 2.5 | 0.2 | 29.3 |

Окончание табл. 4.2

| Годы | <i>Nereis</i> | <i>Dikero- gammarus</i> | Chirono- midae | <i>Dreis- sena</i> | <i>Hypanis</i> | <i>Cerasto- derma</i> | <i>Syndosmya</i> | <i>Theodoxus</i> | <i>Caspiohyd- robia</i> | Прочие | Всего |
|------|---------------|-----------------------------|-------------------|------------------------|----------------|---------------------------|------------------|------------------|-----------------------------|--------|-------|
| 1964 | <0.1 | 0.1 | 4.7 | 6.9 | 1.5 | 2.4 | – | 0.2 | 2.0 | 0.1 | 17.9 |
| 1965 | 0.2 | 0.1 | 3.4 | 6.1 | 1.4 | 2.2 | – | 0.5 | 1.9 | 0.2 | 16.0 |
| 1966 | 0.6 | <0.1 | 1.4 | 3.1 | 1.5 | 0.8 | – | 0.2 | 1.7 | <0.1 | 9.3 |
| 1967 | 1.1 | <0.1 | 0.9 | 2.3 | 0.2 | 2.1 | 0.1 | 0.1 | 3.1 | <0.1 | 9.9 |
| 1968 | 2.8 | <0.1 | 0.6 | 2.8 | 0.9 | 3.9 | 1.1 | 0.1 | 2.2 | <0.1 | 14.4 |
| 1969 | 2.3 | <0.1 | 0.5 | 1.0 | 0.8 | 4.3 | 2.1 | <0.1 | 0.7 | <0.1 | 11.7 |
| 1970 | 5.9 | <0.1 | 0.4 | 1.0 | 0.4 | 3.4 | 12.1 | 0.1 | 1.0 | <0.1 | 24.3 |
| 1971 | 6.5 | <0.1 | 0.3 | 0.9 | 1.3 | 3.1 | 11.9 | 0.1 | 1.6 | <0.1 | 25.7 |
| 1972 | 9.7 | <0.1 | 0.1 | 1.4 | 2.0 | 7.1 | 11.3 | 0.1 | 1.4 | <0.1 | 33.1 |
| 1973 | 7.4 | – | <0.1 | 0.1 | 0.6 | 7.2 | 15.2 | <0.1 | 0.1 | – | 30.6 |
| 1974 | 10.3 | – | – | 0.9 | 0.5 | 10.4 | 30.4 | <0.1 | 0.5 | – | 53.0 |
| 1975 | 17.3 | – | – | 3.5 | 1.0 | 21.5 | 62.0 | 0.1 | 0.4 | – | 105.8 |
| 1976 | 15.5 | – | <0.1 | 3.5 | 0.3 | 23.1 | 74.4 | 0.4 | 2.3 | <0.1 | 119.5 |
| 1977 | 17.8 | – | – | 4.8 | 0.2 | 27.5 | 95.8 | 0.5 | 3.9 | <0.1 | 150.5 |
| 1978 | 17.7 | – | <0.1 | 3.6 | 0.1 | 51.6 | 118.2 | 0.4 | 4.4 | – | 196.0 |
| 1980 | 11.6 | – | <0.1 | 0.8 | – | 42.3 | 122.0 | 1.0 | 6.4 | 0.3 | 184.4 |
| 1981 | 6.0 | – | <0.1 | 0.1 | – | 43.5 | 93.7 | 1.1 | 3.0 | <0.1 | 147.4 |

Примечание: 1930–1968 гг. по: Яблонская с соавт. (1973), 1969–1980 гг. по: Андреева (1989), 1933 г. – только для Малого моря, 1957 г. – только для южной половины, 1973 г. – только для Большого моря, х – биомасса отдельных групп не определялась.

последующие годы заметно уменьшилась биомасса солоноватоводных "каспийских" моллюсков и личинок Chironomidae и в более глубоких районах, а с 1964 г. началось неуклонное снижение общей биомассы зообентоса в целом по морю (Яблонская с соавт., 1973).

В 1967–1968 гг. была отмечена самая низкая биомасса зообентоса за весь период наблюдений за зообентосом Арала. При общем снижении биомассы зообентоса, биомасса эвригалинных *Cerastoderma* и галофильных *Caspiohydrobia* не только не снизилась, а наоборот увеличилась, и с 1967 г. динамика биомассы солоноватоводных и пресноводных видов перестала определять динамику общей биомассы зообентоса Аральского моря, руководящая роль перешла к эвригалинным видам.

Увеличение общей биомассы зообентоса в 1968–1974 гг. связано с успешной акклиматизацией эвригалинных видов морского происхождения *Nereis diversicolor* и *Syndosmya segmentum*, которые на освоенных участках моря сразу становились преобладающими видами и быстро расселялись по акватории. Уже в 1970 г. биомасса зообентоса была на уровне, предшествующем ее снижению; определять ее стали акклиматизанты (в основном *S. segmentum*). Суммарная биомасса аборигенных видов в эти годы изменилась мало, но процесс выпадения пресноводных и солоноватоводных видов почти завершился.

Дальнейший рост биомассы зообентоса (1975–1981 гг.) вызван увеличением биомассы всех эвригалинных видов, обитавших к тому времени на Арале. В конце 70-х годов была зарегистрирована средняя биомасса 196 г/м², что в 8.5 раз превышает среднюю многолетнюю до зарегулирования стока рек. Несомненно, что увеличению биомассы зообентоса способствовало одновременное резкое сокращение численности рыб-бентофагов, отмечаемое Р.М. Лим и Е.Л. Марковой (1981). Тем более, что резкое возрастание численности и биомассы мирных видов в ответ на исключение хищников наблюдалось неоднократно (Holland et al., 1980; Persson, 1981; и др.).

В Малом море в 1982, 1985 и 1989–1994 гг. общая численность зообентоса изменялась от 1458 до 13490 экз./м², биомасса – 197.3–321.1 г/м² (табл. 4.3). Обращает на себя внимание устойчиво высокая биомасса зообентоса в Малом море в последние годы. Учитывая неодновременность взятия проб разница в отдельные годы вряд ли выходит за пределы флюктуационных изменений. Наиболее продуктивной частью Малого моря был залив Бутакова, имевший соленость близкую к 40 ‰. При проведении расширенной съемки залива в июне 1990 г. там была зарегистрирована средняя биомасса 646.0 г/м², при колебаниях от 255.5 до 917.2 г/м (Андреев, Андреева, 1991а). Еще более высокая биомасса была в заливе Бутакова в августе 1992 г. На станции 18 стандартной сетки она составила 1037 г/м², в том числе: *Cerastoderma isthmicum* – 652, *Syndosmya segmentum* – 336, *Nereis diversicolor* – 40 и *Caspihydrobia* spp. – 9 г/м².

Осенью 1989–1991 гг. и в августе 1992 г. численность и биомасса зообентоса в Большом море колебалась от 1898 до 4748 экз./м² и от 108.8 до 323.7 г/м² (табл. 4.4). Следует отметить, что биомасса *Caspihydrobia* в Большом море была значительно ниже, чем в Малом.

В Большом море соленость воды приблизилась к верхнему пределу, при котором еще возможно существование большинства его представителей. В августе 1992 г. по восточному побережью наблюдалось резкое увеличение в сборах доли уродливых раковин у *Syndosmya segmentum*.

Охарактеризуем роль каждой группы организмов в зообентосе Аральского моря.

До выхода в свет "Атласа беспозвоночных Аральского моря" (1974) в Аральском отделении КазНИИРХ при количественном учете определение донной фауны проводилось до рода, как впрочем и во всех работах того времени (Никитинский, 1933; Бенинг, 1934, 1935; Хусаинова, 1958; Яблонская, 1960б; Яблонская с соавт., 1973). Восстановить истинное положение вещей по имеющимся разрозненным коллекциям невозможно. Поэтому количественное распределение зообентоса в основном приводится по родам.

Таблица 4.3

Средняя численность и биомасса зообентоса Малого моря (по: Андреев, Андреева, 1997а)

| Годы | <i>Nereis</i> | Chironomidae | <i>Dreissena</i> | <i>Cerastoderma</i> | <i>Syndosmya</i> | <i>Theodoxus</i> | <i>Caspihydrobia</i> | Прочие | Всего |
|----------------------------------|---------------|--------------|------------------|---------------------|------------------|------------------|----------------------|--------|-------|
| Численность, экз./м ² | | | | | | | | | |
| Июль-август 1982 | 1025 | 1 | 7 | 166 | 2074 | 205 | 3125 | 2 | 6605 |
| Август 1985 | 160 | – | – | 97 | 1091 | 22 | 60 | 28 | 1458 |
| Август 1989 | 1183 | 1 | – | 127 | 4120 | – | 4620 | – | 10051 |
| Июнь 1990 | 1033 | – | – | 196 | 4605 | – | 4192 | – | 10026 |
| Май 1991 | 435 | – | – | 125 | 3423 | – | 1489 | – | 5472 |
| Май 1992 | 356 | – | – | 138 | 2840 | – | 1531 | – | 4865 |
| Август 1992 | 798 | – | – | 380 | 2278 | – | 2162 | – | 5618 |
| Июнь 1993 | 479 | – | – | 198 | 6262 | – | 6560 | – | 13490 |
| Июнь 1994 | 400 | – | – | 66 | 3979 | – | 6978 | – | 11423 |
| Биомасса, г/м ² | | | | | | | | | |
| Июль-август 1982 | 7.9 | <0.1 | 0.7 | 135.1 | 167.6 | 2.6 | 7.2 | <0.1 | 321.1 |
| Август 1985 | 3.4 | – | – | 89.8 | 103.4 | 0.5 | 0.2 | 0.2 | 197.5 |
| Август 1989 | 10.5 | <0.1 | – | 83.2 | 169.1 | – | 11.6 | – | 274.4 |
| Июнь 1990 | 7.6 | – | – | 134.3 | 218.9 | – | 11.7 | – | 372.5 |
| Май 1991 | 5.9 | – | – | 124.5 | 169.9 | – | 6.7 | – | 307.0 |
| Май 1992 | 3.2 | – | – | 75.8 | 159.9 | – | 3.2 | – | 242,1 |
| Август 1992 | 9.5 | – | – | 95.2 | 124.4 | – | 6.0 | – | 235.1 |
| Июнь 1993 | 5.3 | – | – | 46.7 | 177.3 | – | 16.7 | – | 246.0 |
| Июнь 1994 | 3.2 | – | – | 15.8 | 194.4 | – | 14.0 | – | 227.4 |

Таблица 4.4

Средняя численность и биомасса зообентоса Большого моря (по: Андреев, Андреева, 1997а)

| Годы | <i>Nereis</i> | <i>Cerastoderma</i> | <i>Syndosmya</i> | <i>Caspiohydrobia</i> | Прочие | Всего |
|----------------------------------|---------------|---------------------|------------------|-----------------------|--------|-------|
| Численность, экз./м ² | | | | | | |
| Октябрь 1989 | 218 | 73 | 936 | 637 | 34 | 1898 |
| Сентябрь 1990 | 414 | 58 | 1625 | 832 | 2 | 2931 |
| Сентябрь-октябрь 1991 | 599 | 75 | 2790 | 1279 | 5 | 4748 |
| Август 1992 | 929 | 42 | 2347 | 896 | 6 | 4220 |
| Биомасса, г/м ² | | | | | | |
| Октябрь 1989 | 2.1 | 43.4 | 60.9 | 1.2 | 1.2 | 108.8 |
| Сентябрь 1990 | 2.7 | 33.8 | 109.0 | 1.4 | 0.3 | 147.2 |
| Сентябрь-октябрь 1991 | 6.6 | 79.1 | 235.2 | 2.6 | 0.2 | 323.7 |
| Август 1992 | 10.8 | 21.9 | 165.8 | 2.3 | 0.2 | 201.0 |

Nereis diversicolor вселен в Аральское море в начале 60-х годов. В 1965 г. акклиматизант уже освоил не только районы, прилежащие к месту выпуска, но и довольно отдаленные в Малом и Большом морях (рис. 4.1). По мере расселения полихета формировала устойчивую популяцию, причем в прибрежных районах на песчаных грунтах ее биомасса, как правило, не превышала 10 г/м², на илах же биомасса *N. diversicolor* достигала 30 г/м² и более. После освоения в 1974 г. последних пригодных для обитания биотопов в 1975–1976 гг. происходило увеличение численности и биомассы *N. diversicolor* на освоенной акватории, в связи с чем наблюдалось повышение его количественного развития и в среднем по морю (табл. 4.5, см. табл. 4.2).

С середины 70-х годов это один из массовых видов зообентоса (частота встречаемости доходит до 98.4 %) заселяет практически все грунты на всех глубинах водоема (рис. 4.2). Лишь в самой глубоководной части (более 45 м) вид встречался периодически. В 1975–1980 гг. *N. diversicolor* давал от 13.7 до 31.3 % общей численности и от 6.2 до 16.4 % общей биомассы зообентоса, но наибольшее значение его в биомассе зообентоса было в 1969–1974 гг.

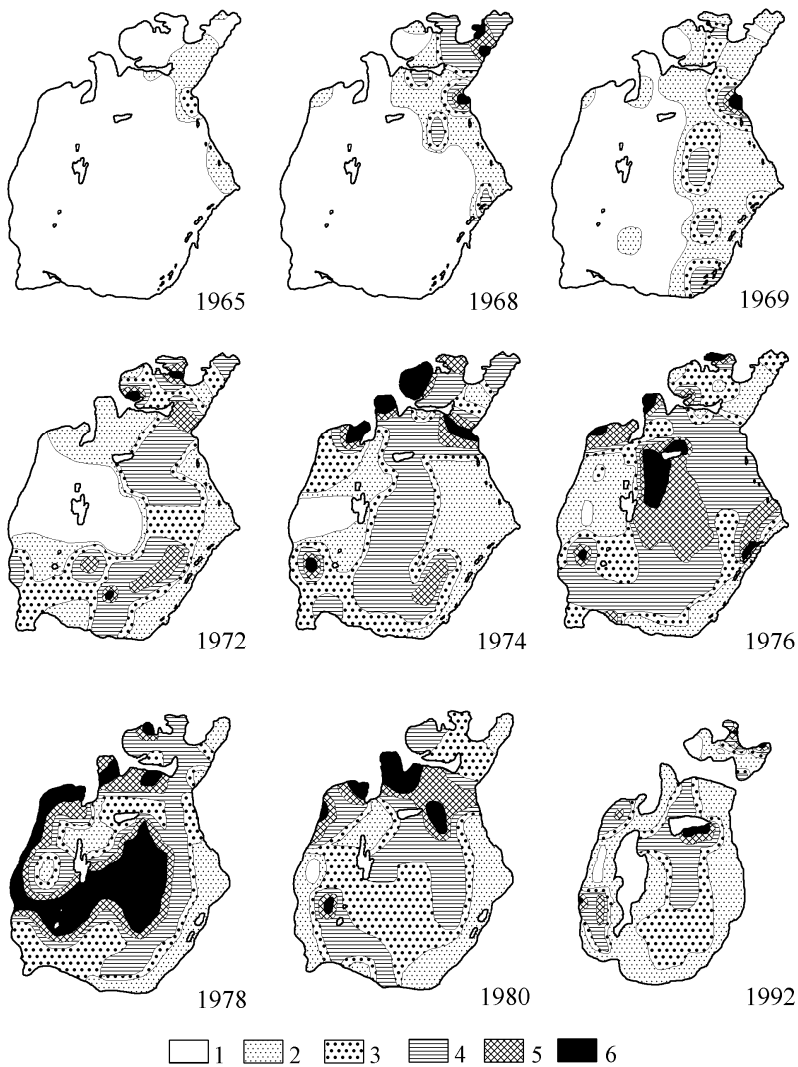


Рис. 4.1. Распределение биомассы *Nereis diversicolor* в Аральском море летом (по: Андреев, Андреева, 1997а):
 1 — отсутствует, 2 — 0.1–5, 3 — 5.1–10, 4 — 10.1–20, 5 — 20.1–30,
 6 — более 30 г/м².

Таблица 4.5

Средняя численность зообентоса Аральского моря (по: Андреев, Андреева, 1997а)

| Компоненты | 1954–1957 | 1975 | 1976 | 1977 | 1978 | 1980 | 1981 |
|-----------------------|-----------|------|------|------|------|------|------|
| <i>Nereis</i> | – | 323 | 381 | 686 | 575 | 859 | 672 |
| <i>Dikerogammarus</i> | 31 | – | – | – | – | – | – |
| Chironomidae | 381 | – | <1 | <1 | <1 | <1 | <1 |
| <i>Dreissena</i> | 456 | 43 | 53 | 41 | 26 | 3 | 2 |
| <i>Hypanis</i> | 138 | 12 | 1 | 1 | 1 | – | – |
| <i>Cerastoderma</i> | 6 | 57 | 81 | 144 | 170 | 136 | 59 |
| <i>Syndosmya</i> | – | 383 | 627 | 977 | 952 | 1436 | 723 |
| <i>Theodoxus</i> | 41 | 5 | 29 | 67 | 41 | 139 | 164 |
| <i>Caspiohydrobia</i> | 17 | 208 | 766 | 2191 | 2303 | 3682 | 1887 |
| Прочие | 3 | – | – | <1 | – | 1 | 1 |
| Всего | 1073 | 1031 | 1938 | 4107 | 4068 | 6256 | 3508 |

Примечание: 1954–1957 гг. из: Яблонская (1960б).

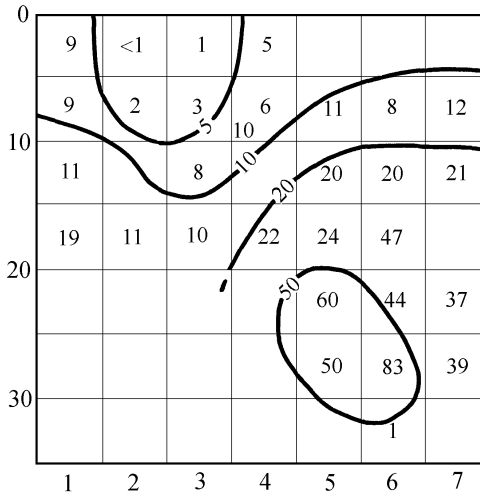


Рис. 4.2. Биомасса (г/м^2) *Nereis diversicolor* в зависимости от глубин и грунтов в 1976–1981 гг. (по: Андреев, Андреева, 1992):

По горизонтали — грунты: 1 - коричневый и коричнево-серый илы, 2 - песок, 3 - илистый песок, 4 - песчанистый ил, 5 - серый ил, 6 - темно-серый ил, 7 - черный ил. По вертикали — глубина, м.

— 19.4–29.3 %. После 1980 г. доля *N. diversicolor* в общей биомассе не превышала 5.3 %, обычно она была около 2 %.

Dikerogammarus aralensis. Аральский бокоплав встречался ранее на всех типах грунтов (Бенинг, 1934, 1935; Яблонская, 1960а, б), но по наблюдениям Е.А. Яблонской (1960б) численность его была выше на плотном грунте и в районах моря, где имелись водные растения, служившие убежищем и пищей для бокоплавов. Наиболее высокая биомасса рачка (рис. 4.3) отмечалась в заливах Чернышева, Тщebas, Малом море и в зарослях по восточному побережью. Его биомасса в среднем по морю за все годы наблюдений не превышала 1 г/м².

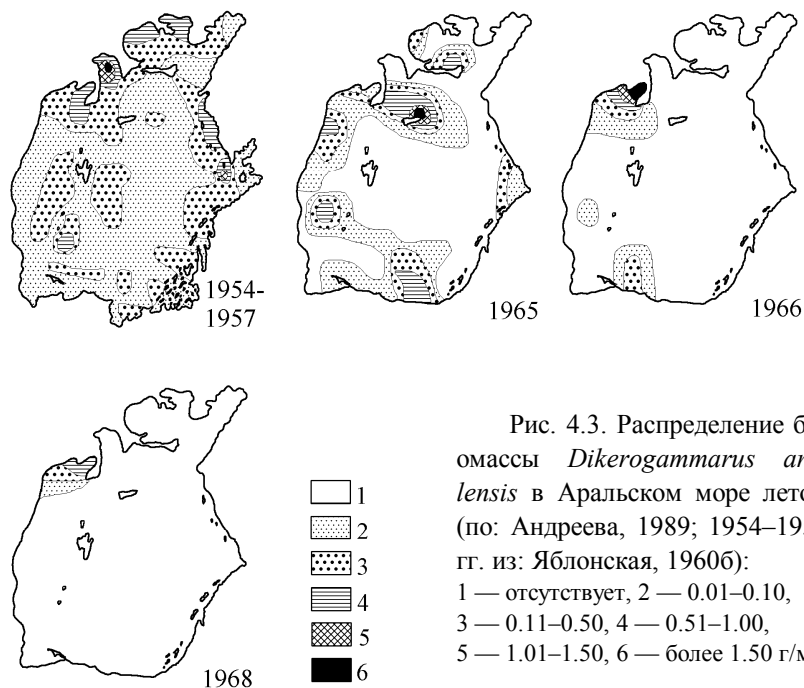


Рис. 4.3. Распределение биомассы *Dikerogammarus aralensis* в Аральском море летом (по: Андреева, 1989; 1954–1957 гг. из: Яблонская, 1960б):
 1 — отсутствует, 2 — 0.01–0.10,
 3 — 0.11–0.50, 4 — 0.51–1.00,
 5 — 1.01–1.50, 6 — более 1.50 г/м².

К 1964–1965 гг., когда происходило сокращение ареалов других видов донной фауны, зарегистрировано значительное уменьшение площадей, где обитал бокоплав при небольшом снижении

средней биомассы. В 1966 г. этот вид был встречен лишь на некоторых станциях, а в 1968 г. – только в заливе Чернышева, где ранее образовывал довольно большие скопления. По картотеке первичной обработки бентоса фондов Аральского отделения бокоплав единично прослеживался в этом же районе по 1972 г. С лета 1973 г. бокоплав в фауне моря не отмечался.

Chironomidae. Личинки хирономид – в прошлом одна из доминирующих групп зообентоса. Л.А. Бенингом (1935) для Малого моря указана встречаемость этих видов – 86 %. По Е.А. Яблонской (1960а, б) личинки хирономид встречались почти по всей акватории моря, наибольшая биомасса отмечена на илистых грунтах; численность в среднем по морю была 381 экз./м², биомасса – 7.16 г/м², или соответственно 36.5 и 32.3 % от общей численности и биомассы зообентоса. Наиболее широко распространенным видом был *Chironomus behningi*.

Процесс снижения биомассы этих беспозвоночных отмечен с 1963 г. В период летней съемки 1964 г. личинки хирономид заселяли уже не всю акваторию моря, да и их биомасса во многих районах была ниже, чем биомасса одного рода *Chironomus* в 1954–1957 гг. В последующие годы наблюдалось дальнейшее сокращение зон обитания этой группы видов и повсеместное снижение биомассы (рис. 4.4).

С 1974 г. личинки хирономид в бентосе моря в период стандартной съемки отмечались не ежегодно. Лишь в осолоненных заливах – култуках они еще образовывали довольно большие скопления, состоящие из *Chironomus salinarius* и *Ch. halophilus*. Так в августе 1976 г. в заливе Тайлякджеген на сером иле в зарослях харовых при солености 18.3 ‰ были собраны личинки хирономид в количестве 5280 экз./м² при биомассе 9.76 г/м². С 1978 г. в заливе Сары-Чаганак Малого моря в зоне зарослей водных растений при солености 17–20 ‰ довольно регулярно в сборах стали появляться личинки хирономид. В 1980 г. *Chironomus salinarius* был найден и за пределами залива Сары-Чаганак (численность до 40 экз./м² при биомассе до 0.13 г/м²). Последний раз две личинки Chironomidae были встречены в августе 1989 г. в Малом море.

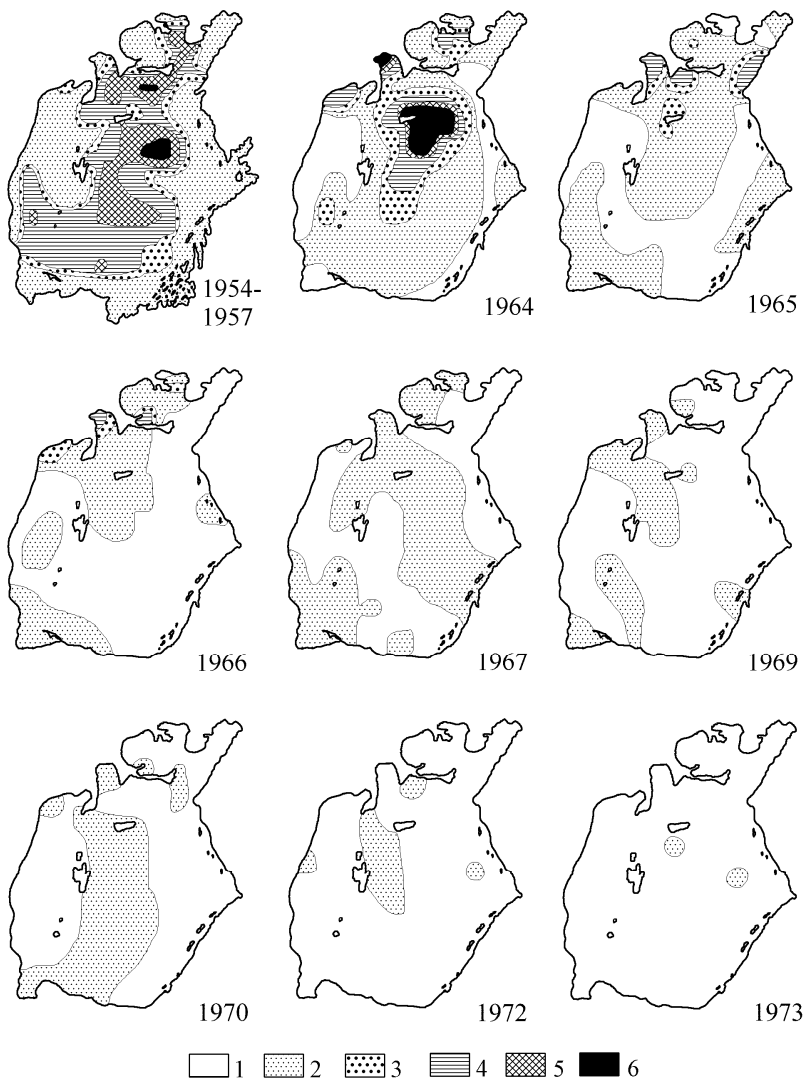


Рис. 4.4. Распределение биомассы Chironomidae в Аральском море летом (по: Андреева, 1989; для 1954–1957 гг. распределение *Chironomus* из: Яблонская, 1960б):

1 — отсутствуют, 2 — 0.1–5, 3 — 5.1–10, 4 — 10.1–20, 5 — 20.1–40, 6 — более 40 г/м².

Dreissena. Дрейссены – доминанты прошлых лет – в 1954–1957 гг. были распространены почти по всей акватории моря на всех грунтах и глубинах (Яблонская, 1960а, б). В середине 50-х годов дрейссены давали около 35 % общей биомассы зообентоса. Летом 1964 г. их средняя биомасса была лишь немного ниже чем в 1954, 1956 гг. (см. табл. 4.2), площади их обитания уменьшились. Свободным от дрейссен оказался западный глубоководный район и некоторые прибрежные участки в Большом и Малом морях (рис. 4.5). В 1966 г. происходило дальнейшее уменьшение акватории, заселенной дрейссенами, а также почти повсеместное снижение их биомассы. В 1969 г. наблюдались поселения дрейссен в виде полос по ходу круговых течений от устьев рек. В 1970–1971 гг. произошло расширение ареала, вероятно, связанное с распресняющим влиянием высокого паводка 1969 г.

В 1975–1978 гг. наблюдалась некоторая стабилизация ареала, численности и биомассы дрейссен на уровне соответственно 40 экз./м² и 3.5 г/м² (см. табл. 4.2). В общей биомассе зообентоса доля дрейссен в эти годы не превышала 3.3 %. Преобладать среди дрейссен стал наиболее солевыносливый вид *Dreissena caspia pallasii*, тогда как до падения уровня моря преобладал *D. polymorpha obtusecarinata*.

Однако дальнейшее осолонение моря отрицательно влияет и на *D. caspia pallasii*. Так уже осенью 1979 г. в заливе Сары-Чаганак, где в предыдущие годы существовал биоценоз *Syndosmya segmentum*+*Dreissena caspia pallasii*, при солености 20–21 ‰, были найдены лишь единичные особи *D. c. pallasii*.

С 1980 г. дрейссены существенной роли в зообентосе Аральского моря не имели. Точная дата их выпадения из фауны моря не известна. При обследовании Малого моря в 1982 г. дрейссены еще присутствовали в составе донной фауны, а в 1985 г. они там уже не отмечались.

Hypanis. Для моллюсков рода гипанис в Аральском море, по наблюдениям Е.А. Яблонской (1960а, б), были благоприятны грунты на всех глубинах открытой части моря за исключением биотопов с возможным дефицитом кислорода. В середине 50-х

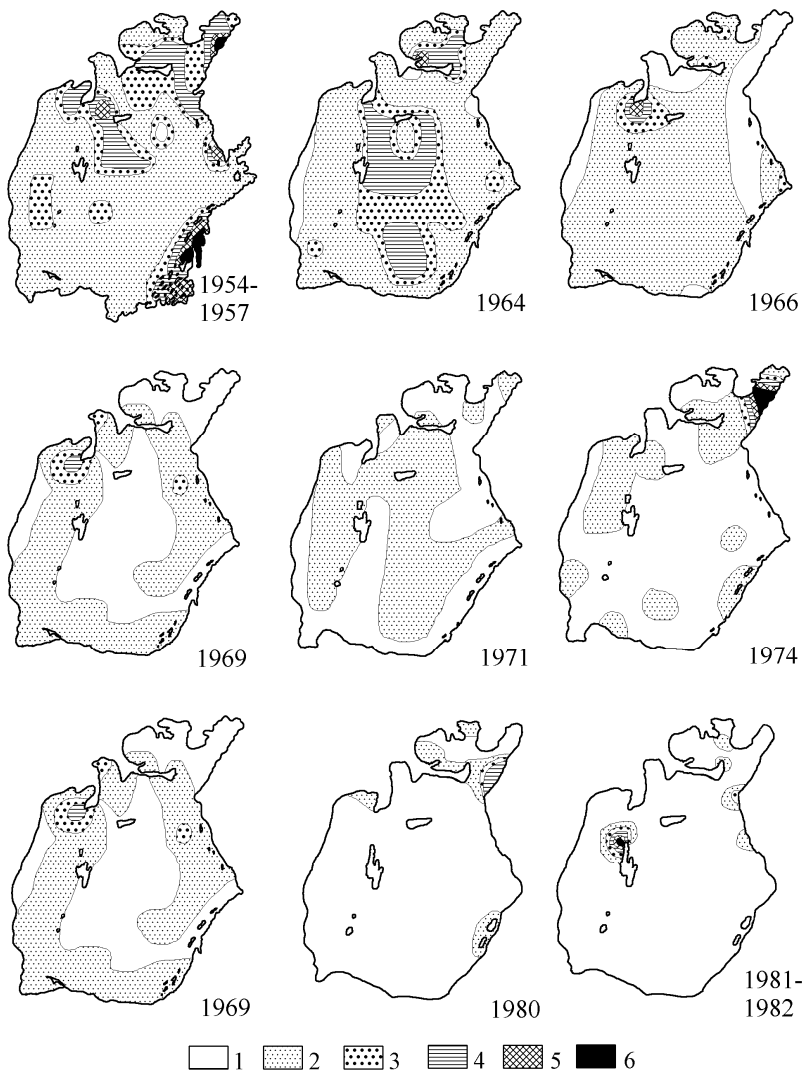


Рис. 4.5. Распределение биомассы *Dreissena* в Аральском море летом (по: Андреев, Андреева, 1997а; 1954–1957 гг. из: Яблонская, 1960б):

1 — отсутствует, 2 — 0.1–10, 3 — 10.1–20, 4 — 20.1–40, 5 — 40.1–80, 6 — более 80 г/м².

годов их доля в общей биомассе зообентоса составляла 17.7–31.7 %. Гипанисы были распространены довольно равномерно по всей акватории моря, лишь в северной части наблюдались скопления с биомассой 20 г/м² и более. Однако уже в 1964–1965 гг. (рис. 4.6) наряду с понижением биомассы этих моллюсков в среднем по водоему наблюдалось сокращение и их ареала, особенно резкое в восточной и западной частях моря. В 1966–1967 гг. распространение гипанисов было в виде отдельных пятен, биомасса снизилась с 8.2 г/м² в 1954 г. до 0.2 г/м² в 1967 г. (см. табл. 4.2). В 1968–1975 гг. наблюдалось небольшое расширение ареала и увеличение средней биомассы гипанисов. В последующие годы, когда средняя соленость воды в море стала приближаться к сублентальной для этой группы видов, численность и биомасса аральских гипанисов быстро снизилась и в 1980 г. в период стандартной съемки не было найдено ни одного экземпляра.

Cerastoderma. Моллюски рода *Cerastoderma* – характеризовались исследователями донного населения Арала как малочисленная и сравнительно редко встречающаяся форма (Бенинг, 1934, 1935; Хусаинова, 1958; Яблонская, 1960а, б; и др.). Наиболее плотные поселения имелись в мелководной зоне восточного побережья, прилегающей непосредственно к осолоненным районам – култукам и в прибрежье заливов Малого моря. В целом же моллюски были единично распространены по всей акватории Арала (рис. 4.7).

В 1964 г. в ряде районов моря зарегистрировано сокращение площадей, заселенных сердцевидками, не смотря на увеличение их средней биомассы по сравнению с 1954–1957 гг. В 1966 г. большая часть северного и западного районов и ряд южных участков моря были свободны от поселений сердцевидок, в 1967 г. продолжалось опустошение моря в западном и центральных районах. В 1968 г. как и у других видов наблюдалось восстановление ареала и повышение средней биомассы. В многоводный 1969 г. и в последующий год наблюдалось вновь опустошение большей части акватории Большого моря, сердцевидки сохранились лишь на

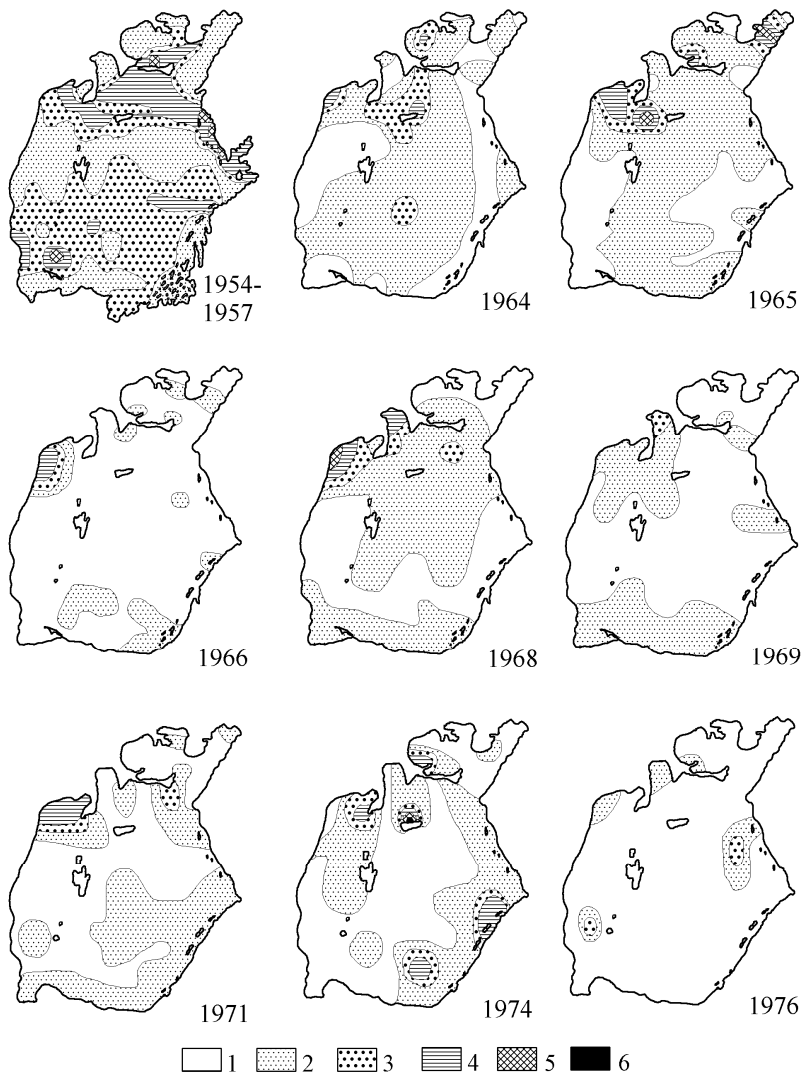


Рис. 4.6. Распределение биомассы *Hyranis* в Аральском море летом (по: Андреева, 1989; 1954–1957 гг. из: Яблонская, 1960б):

1 — отсутствует, 2 — 0.1–5, 3 — 5.1–10, 4 — 10.1–20, 5 — 20.1–40, 6 — более 40 г/м².

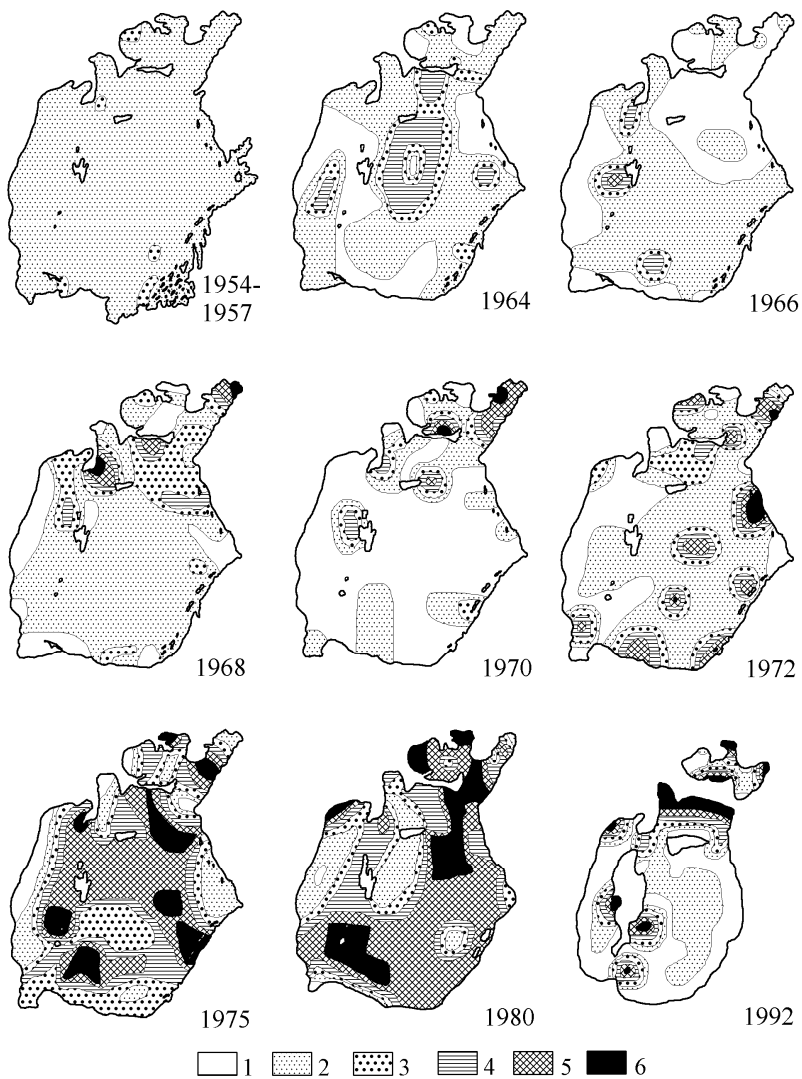


Рис. 4.7. Распределение биомассы *Cerastoderma* в Аральском море летом (по: Андреев, Андреева, 1997а; 1954–1957 гг. из: Яблонская, 1960б):

1 — отсутствует, 2 — 0.1–5, 3 — 5.1–10, 4 — 10.1–20,
5 — 20.1–40, 6 — более 40 г/м².

некоторых прибрежных станциях и только в Малом море наблюдалось повышение биомассы этих моллюсков до 40 г/м² и более.

Для того, чтобы разобраться в количественном распределении рода необходимо вернуться к его видовому составу. Обитающих в Аральском море *Cerastoderma rhomboides rhomboides* и *C. isthmicum* обычно определяли как *Cardium edule* L. и относили к эвригалинному средиземноморско-атлантическому комплексу (Зенкевич, 1963; Яблонская, 1974; и др.). По Я.И. Старобогатову (1974) *Cerastoderma rhomboides rhomboides* обитал в прибрежных районах Арала до глубины 10–12 м, а *C. isthmicum* был распространен в осолоненных районах – култуках. Еще Е.А. Яблонская (1960б) высказала предположение, что церастодерма находит наиболее благоприятные условия для размножения в соленых култуках восточного и юго-восточного побережий. Налицо явное разделение видов по одному из абиотических факторов – солености. Вполне реально предположить, что такое положение было и в 1954–1957 гг.: в море был распространен *C. r. rhomboides* – сравнительно редкая форма, а в осолоненных заливах и прилегающих к ним районам обитал *C. isthmicum*. В начальный период осолонения моря снижались численность, биомасса и сокращался ареал *C. r. rhomboides*, в то время как *C. isthmicum* все еще обитал в прилегающих к осолоненным заливам районам. Где-то в 1969–1971 гг. произошло перераспределение "ролей" между видами: первый сохранился лишь в более опресненных районах, а второй, в связи с дальнейшим повышением солености, постепенно расселился по всей акватории моря.

В пользу данного предположения свидетельствуют сохранившиеся пробы 1965 г., в которых еще в массе присутствовал *C. r. rhomboides*, но уже было довольно много и *C. isthmicum*. Далее, в период летней съемки 1976 г. в зоне свала глубоководной впадины, куда течениями сносится часть ракуши, были встречены в дночерпательных пробах в массе уродливые, хорошей сохранности, с еще заметным лигаментом створки *C. r. rhomboides*. В 1977–1980 гг. не было встречено ни одной живой особи этого вида. Скорее всего *C. r. rhomboides*, как и *Dreissena polymorpha ob-*

tusecarinata, и моллюски рода *Hypanis*, не приспособлен к обитанию в аральской воде повышенной солености.

На *C. isthmicum* – обитателя осолоненных районов – повышение солености воды моря сказалось весьма благоприятно. В 1971–1972 гг. началось активное заселение им Аральского моря, постоянное повышение его численности и биомассы (см. табл. 4.2). По мере обмеления моря и уплотнения грунта в результате накопления ракуши и хемогенных осадков проходило освоение глубоководных районов моря. Уже в 1967–1968 гг. при биомассе 2.1 и 3.9 г/м² церастодерма стала давать более 20 % общей биомассы зообентоса. К концу 70-х годов средняя биомасса церастодермы возросла до 42.3–51.6 г/м² при максимальном значении в общей биомассе 43.6 %. Наиболее благоприятны для поселений были песчаные грунты, а также илы с большой примесью ракуши на глубинах до 20 м (рис. 4.8А).

В конце 80-х начале 90-х годов средняя биомасса церастодермы в Малом море была на уровне 100 г/м², что составляло порядка 30–40 % от общей биомассы зообентоса. В Большом море биомасса сердцевидки была примерно в два раза ниже и составляла около 25 % общей биомассы зообентоса. На отдельных станциях *C. isthmicum* достигал численности 800 экз./м² при биомассе 1482 г/м².

***Syndosmya segmentum*.** Недавний акклиматизант – синдосмия – уже в 1968 г. занял значительную часть Малого моря. По мере расселения моллюска происходило нарастание биомассы на освоенной акватории, а также в среднем по морю (рис. 4.9, см. табл. 4.2). Повышение солености совпало по времени с расселением синдосмии и благоприятствовало ему. В 70-х годах зафиксировано быстрое заселение моллюском дна Арала и постоянное нарастание его численности и биомассы. Количественное распределение *S. segmentum* в эти годы во многом сходно с распределением *Cerastoderma isthmicum*, с той лишь разницей, что *C. isthmicum* в первую очередь заселял твердые грунты, а *Syndosmya segmentum*, благодаря наличию различных форм (см. Андреева, 1980) – практически все типы грунтов (см. рис. 4.8Б).

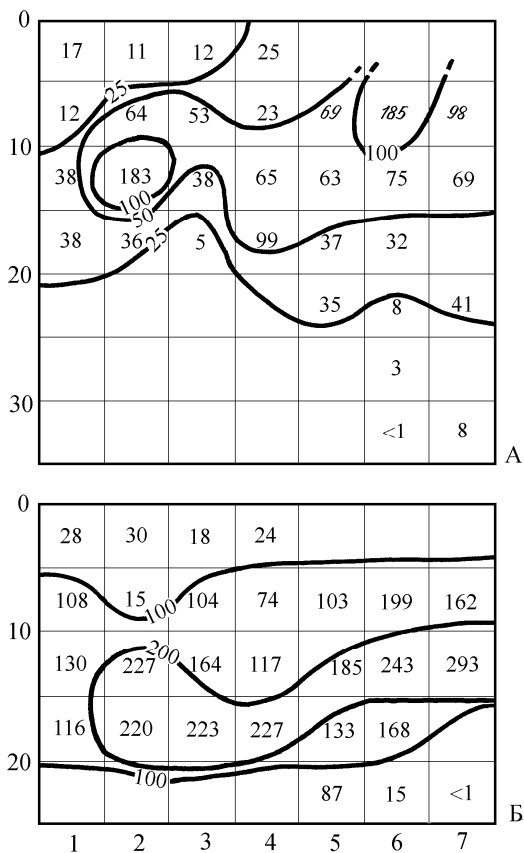


Рис. 4.8. Биомасса (г/м²) *Cerastoderma isthmicum* (А) и *Syndosmua segmentum* (Б) в зависимости от глубин и грунтов в 1976–1981 гг. (по: Андреев, Андреева, 1997а):

Обозначения как на рис. 4.2.

Доля *S. segmentum* в общей биомассе зообентоса нарастала стремительно: 1968 г. – 7.6, 1969 г. – 17.9, 1970 г. – 49.8, 1974 г. – 57.3, 1976 г. – 62.3 %. С 1974 г. значение биомассы этого моллюска в общей биомассе зообентоса не опускалось ниже 50 %, достигнув максимума в Большом море в 1992 г. – 82.4 %. Максимальная средняя биомасса синдосмии была зарегистрирована также в Большом море в сентябре 1991 г. – 235.2 г/м. Высоко было

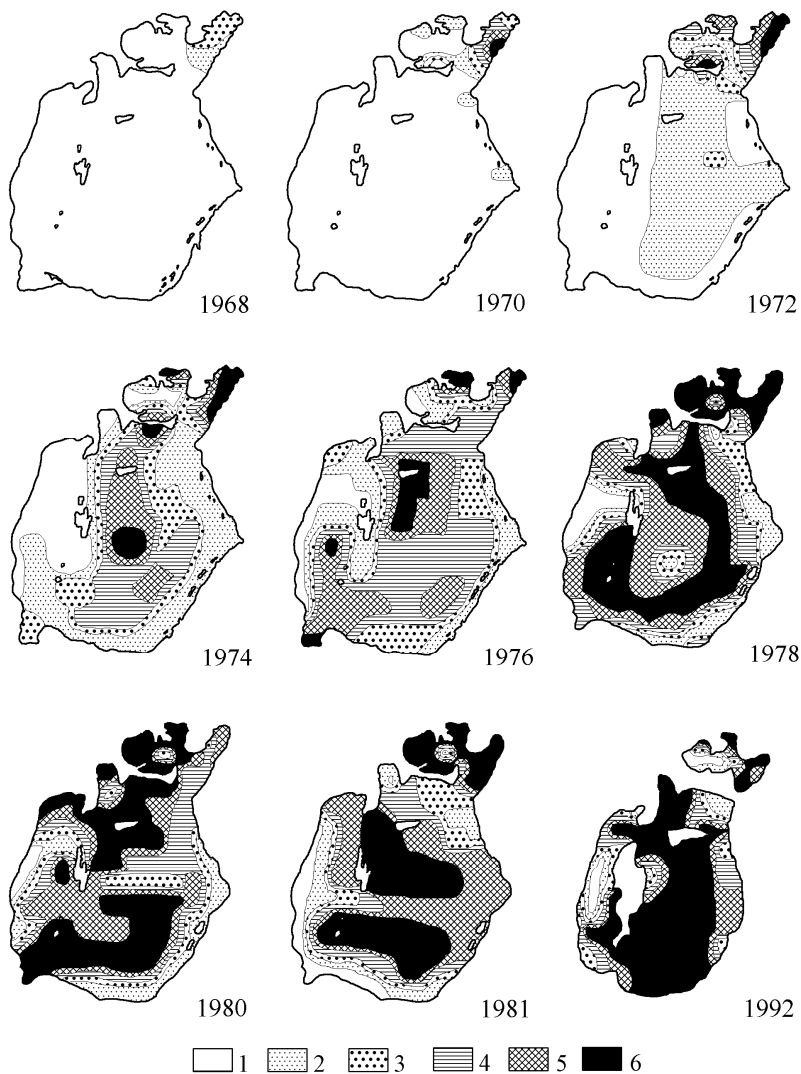


Рис. 4.9. Распределение биомассы *Syndosmya segmentum* в Аральском море летом (по: Андреев, Андреева, 1997а):
 1 — отсутствует, 2 — 0.1–20, 3 — 20.1–40, 4 — 40.1–80, 5 — 80.1–120,
 6 — более 120 г/м².

значение моллюска и в общей численности, в 70-х – начале 80-х годов – 20.6–37.4 %, с середины 80-х годов – 41.0–74.8 %.

Theodoxus pallasi. Теодоксус ранее был довольно широко распространенным в Аральском море видом. Л.А. Бенингом (1935) моллюск был встречен на 40 % станций Малого моря. В 1954–1957 гг. его средняя численность равнялась 41 экз./м², а биомасса – 0.5 г/м² (Яблонская, 1960б). В 1964 г. теодоксус найден на большей части акватории моря (рис. 4.10), при этом его средняя биомасса равнялась 0.2 г/м². В 1965–1966 гг. несколько изменились районы обитания вида, средняя же биомасса в 1965 г. была на уровне 1954–1957 гг. В последующие два года его зона обитания сокращалась, снижалась биомасса, наблюдалось явное тяготение к районам восточного побережья – зоне зарослей водных растений. После 1969 г. произошло резкое сокращение ареала моллюска и снижение его биомассы (см. табл. 4.2), в 1972 г. он был найден лишь на некоторых станциях Малого моря.

T. pallasi – обитатель твердых грунтов и водных растений. Сокращение его ареала в 1967–1968 гг., вероятно, связано с уменьшением зарослей макрофитов, а в 1969 г. еще и с сильным заилением, вызванным высоким паводком. И только с 1976 г., когда уже наблюдалось уплотнение грунтов в некоторых районах моря в связи с массовым развитием моллюсков и накоплением ракуши, начинается расширение ареала и нарастание биомассы этого вида. В 1980 г. частота встречаемости теодоксуса равнялась 20 %, а средняя численность достигла 139 экз./м² при биомассе 1.0 г/м². В 1981 г. был отмечен максимум средней численности – 164 экз./м² и биомассы – 1.1 г/м² этого моллюска в Аральском море. В 1982 г. биомасса теодоксуса в Малом море была 2.6 г/м², в 1985 г. – 0.5 г/м². При обследовании в 1989 г. моллюск уже не был встречен ни в Малом, ни в Большом море.

Доля *T. pallasi* в общей численности и биомассе зообентоса обычно была менее 1 %.

Caspihydrobia. Каспиогидробии по данным Л.А. Бенинга (1935) довольно редко встречающаяся форма, найдены лишь на 12 % станций в Малом море, максимальная численность – 770

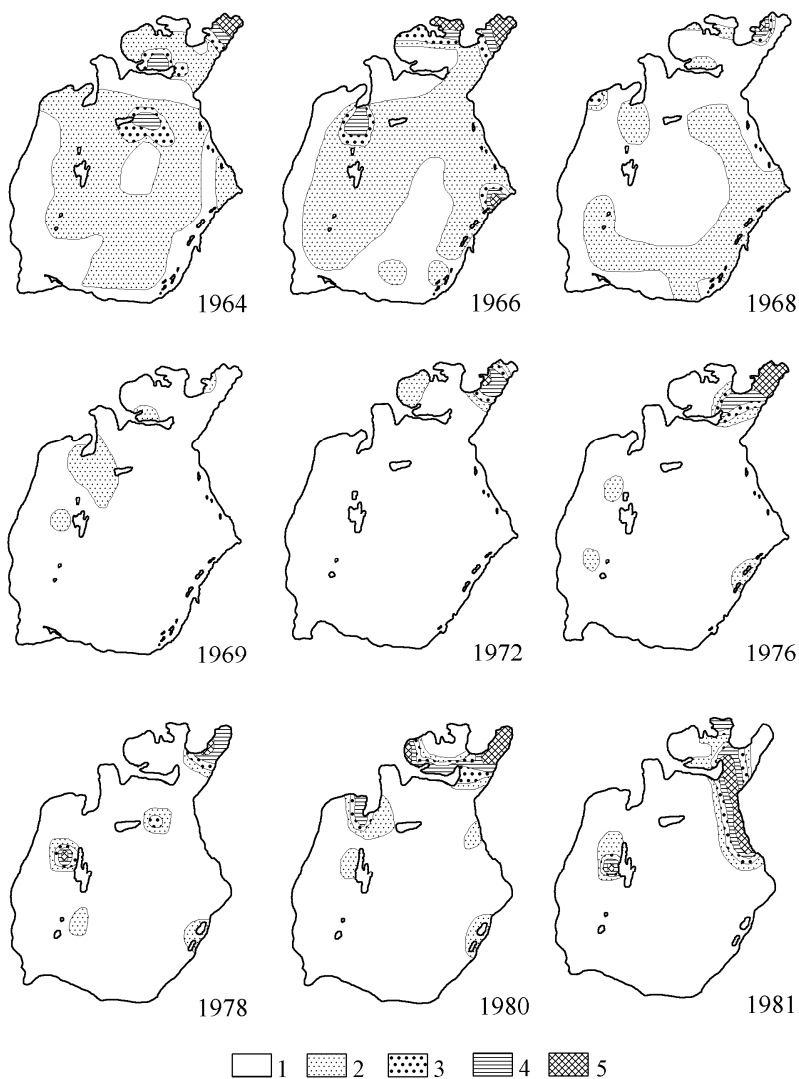


Рис. 4.10. Распределение биомассы *Theodoxus pallasii* в Аральском море летом (по: Андреев, Андреева, 1997а):

1 — отсутствует, 2 — 0.1–0.5, 3 — 0.6–1, 4 — 1.1–2, 5 — более 2 г/м².

экз./м². По данным Е.А. Яблонской (1960б) средняя численность для 1954–1957 гг. равнялась 17 экз./м², биомасса – 0.04 г/м².

В начале 60-х годов моллюски рода *Caspihydrobia* обитали на большей части акватории Аральского моря, их средняя биомасса была довольно высока (0.8–2.5 г/м²). В 1967 г. моллюски расселились почти по всей акватории моря (рис. 4.11), образуя в основном скопления биомассой более 4 г/м². Но в 1968 г. произошло снижение биомассы моллюсков и сокращение ареала, достигшее в 1969 г. значительных размеров. Почти по всему морю биомасса была исключительно низкой – не более 1 г/м², в среднем – 0.7 г/м², причем на большей части акватории эти виды не были найдены. В целом каспиогидробии – галофильная группа эпифауны, положительно реагирующая на повышение солености воды; скорее всего аномальный паводок 1969 г., вызвавший, хотя и слабое, но распреснение воды и в то же время значительное заиливание, неблагоприятно сказался на этой группе видов.

Сокращение стока в последующие годы постепенно позволило моллюскам распространиться вновь на большей части акватории водоема, наблюдалось постоянное повышение численности и биомассы этой группы видов. В 1980 г. почти все Малое море и северный район Большого моря были заняты скоплениями моллюсков с биомассой превышающей 6 г/м², достигая в отдельных районах (залив Сары-Чаганак) численности 31.8 тыс. экз./м² при биомассе 93.6 г/м². Лишь в районе глубоководной впадины и на коричневых илах – в зоне влияния вод Амударьи – каспиогидробии не были обнаружены.

В конце 80-х – начале 90-х годов каспиогидробии в Малом море имели среднюю биомассу до 11.7 г/м², в Большом же море только до 2.6 г/м². Такие резкие отличия в средней биомассе каспиогидробий Большого и Малого морей, очевидно, объясняются особенностями морфометрии водоемов. В Большом море идет быстрое осушение обширных мелководий и утрачиваются заросли растительности и твердые грунты, на которых каспиогидробии могли достигать высокой численности. В Малом же море, где больше изрезанность береговой линии и где с 1987 г. уровень ис-

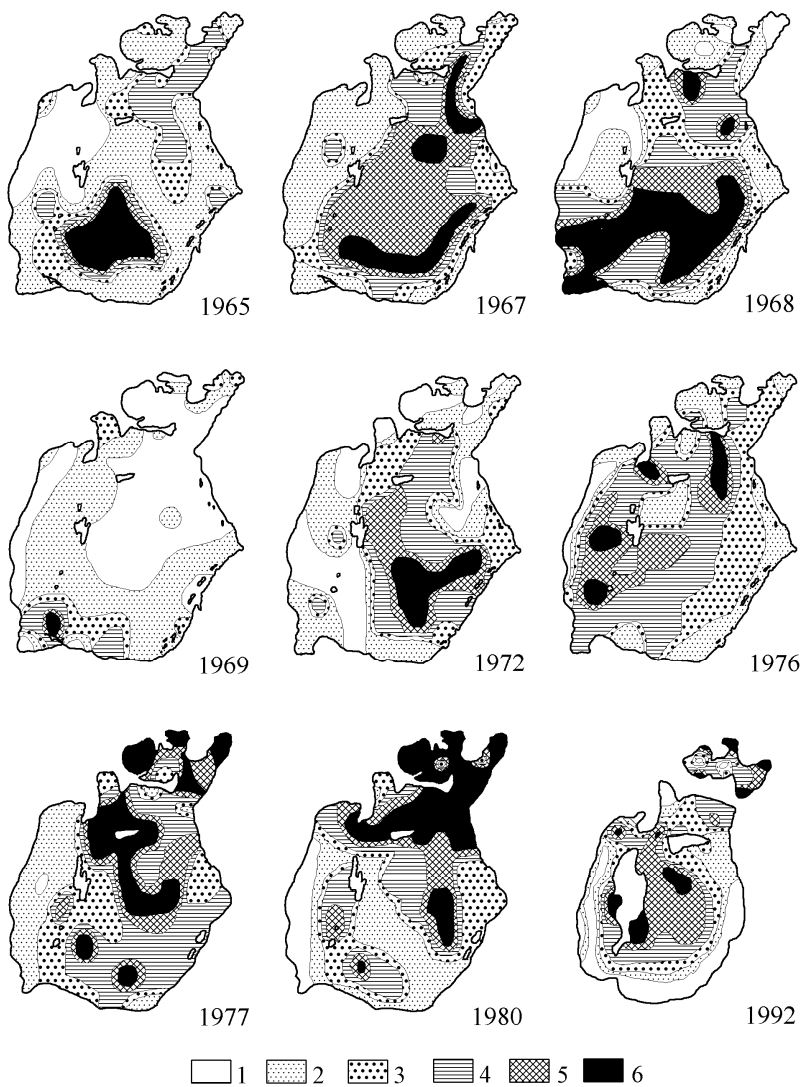


Рис. 4.11. Распределение биомассы *Caspiohydrobia* в Аральском море летом (по: Андреев, Андреева, 1997а):

1 — отсутствует, 2 — 0.1–1, 3 — 1.1–2, 4 — 2.1–4, 5 — 4.1–6,
6 — более 6 г/м².

пытывал лишь небольшие колебания, каспиогидробии были лучше обеспечены необходимыми субстратами и, как следствие, там их биомасса была много выше.

Среди *Caspiohydrobia* в 1989–1992 гг. в Малом море преобладали: *C. aralensis*, *C. sidorovi*; в Большом море – *C. oviformis*, *C. kazakhstanica*. В Малом море были многочисленны: *C. behningi*, *C. convexa*, *C. oviformis*, *C. kazakhstanica*; в Большом море – *C. bergi*, *C. sidorovi* и *C. nikitinskii*.

Каспиогидробии мелкие моллюски и, хотя они в 1977–1981 гг. давали больше половины всей численности зообентоса, в общей биомассе зообентоса их доля в эти годы и в конце 80-х начале 90-х годов не превышала 4.2 %.

Прочие. В группу прочих отнесены Oligochaeta, Trichoptera, *Rhithropanopeus harrisii tridentatus* и изредка попадавшие в дночерпатель *Palaemon elegans* и мизиды рода *Paramysis*. По дночерпательным пробам все они имели очень низкую численность и биомассу и, практически, не оказывали никакого влияния на общую численность и биомассу зообентоса.

Как показал проведенный нами анализ (Андреев, Андреева, 1981, 1987, 1990а, б и др.), снижение количественного развития Chironomidae и солоноватоводных "каспийских" моллюсков (*Dreissena polymorpha obtusecarinata*, *Hypanis vitrea bergi*, *H. minima minima*, *H. m. sidorovi*) началось уже при незначительном повышении солености воды. В период депрессии солоноватоводной фауны, приходящейся на среднюю соленость воды в море 10.8–11.4 ‰, эвригалинные виды морского происхождения также не имели тенденции к быстрому наращиванию численности и биомассы. Сохранившиеся к тому времени в фауне Арала двустворчатые моллюски: *Syndosmya segmentum*, *Cerastoderma isthmicum*, *Dreissena caspia pallasi* обладают значительной физиологической пластичностью и в эксперименте длительное время выдерживали опреснение воды до 5–7 ‰, однако при солености 5–12 ‰ эти виды в Аральском море были малочисленны и дали вспышку коли-

чественного развития только после повышения солености воды более 12–14 ‰.

Таким образом, количественное развитие зообентоса Аральского моря в период до зарегулирования стока рек обеспечивалось за счет пресноводных Chironomidae и солоноватоводных "каспийских" моллюсков (*Dreissena polymorpha obtusecarinata* и все представители рода *Hypanis*). При средней солености воды в море чуть более 11 ‰ динамика биомассы солоноватоводных и пресноводных видов перестала определять динамику общей биомассы зообентоса Арала, руководящая роль перешла к эвригалинным видам, но общая биомасса зообентоса при этом была очень низкой. Вспышка количественного развития эвригалинных видов морского прохождения (*Nereis diversicolor*, *Syndosmya segmentum*, *Cerastoderma isthmicum*) и галофильных видов материковых вод (Caspiohydrobia) произошла после повышения солености воды более 12–14 ‰.

Глава 5. ИХТИОФАУНА АРАЛЬСКОГО МОРЯ

Первые сведения о рыбах Аральского моря были получены экспедицией Г. Меендорфа в 1820 г., он доставил экземпляр шипа, послужившего типом для описания нового вида (Никольский, 1940).

Более полные сведения о рыбах Арала были получены экспедицией А.И. Бутакова (1853), который впервые провел обследование акватории моря и указал в своем отчете ряд видов рыб.

Сводки К.Ф. Кесслера (1872, 1877), куда включены обработанные им сборы Н.А. Северцева, А.П. Федченко, материалы Аралокаспийской экспедиции 1874 г., дали первые более или менее подробные сведения о рыбах моря и впадающих в него рек.

Развитие рыболовства на Арале потребовало специальных исследований рыб и промысла на море. Такие исследования были выполнены Л.С. Бергом [1900 (цит. по: Никольский, 1940), 1905, 1908, 1926] и А.С. Покровским (1916).

В 1940 г. была издана монография Г.В. Никольского (1940) “Рыбы Аральского моря”, содержащая много оригинальных данных и обобщившая все имеющиеся материалы.. Это была первая монография, посвященная только ихтиофауне моря, она на долгие годы стала справочным пособием для исследователей фауны Арала.

По материалам, собранным на юге Аральского моря, было издано две монографии “Рыбы Каракалпакии” (Тлеуов, Тлеубергенов, 1974) и “Новый режим Арала и его влияние на ихтиофауну” (Тлеуов, 1981).

Перечисленными выше работами исчерпываются все крупные обобщающие сводки по ихтиофауне Аральского моря. Многочисленные публикации по биологии отдельных видов, в основном, приводятся в видовых очерках.

5.1. Видовой состав

Следуя за Г.В. Никольским (1940), составившим полную сводку ихтиофауны Аральского моря, в список видов включены только те виды, которые были встречены в солоноватой воде, за пределами полностью опресненных участков моря; из акклиматизантов – натурализовавшиеся в море или реках, впадающих в море, и выходившие в море на нагул. За все годы наблюдений, с учетом высказанных ограничений, в Аральском море было встречено 33 вида рыб, в том числе 13 акклиматизантов (табл. 5.1). Возможно, в список видов следовало включить и большого амударьинского лжелопатоноса *Pseudoscaphirhynchus kaufmanni* (Bogd.), о находке которого при солености 8.5 ‰ в мае 1952 г. сообщила М.Н. Гостеева (1953), и белого амурского леща *Parabramis pekinensis* (Bas.), встреченного в 1979 г. в низовьях Амударьи (Шаметеев, Бекмурзаев, 1983), но исходя из предположений, что случайный занос лжелопатоноса водами Амударьи изредка возможен, а амурский лещ появился в низовьях реки в то время как уже почти все пресноводные виды выпали из фауны Арала, они не были включены.

5.1.1. *Acipenser nudiventris* Lovetzky – шип

Единственный представитель осетровых в Аральском море, помимо Арала распространен в бассейнах Черного, Азовского и Каспийского морей. Акклиматизирован в оз. Балхаш. В Аральском море шип встречался повсеместно, за исключением осолоненных заливов восточного побережья (Никольский, 1940; Митрофанов с соавт., 1986).

Аральское стадо шипа в основном состояло из одной формы – озимой.

Заход шипа в реки Амударью и Сырдарью начинался в апреле и продолжался до сентября, массовый ход с середины мая до начала июля. До зарегулирования Сырдарьи шип в основном зимовал на участке между Туркестаном и селением Беговат. По Амударье поднимался до Бауманабада (Цикуленко, 1935; Жарков-

Таблица 5.1

Изменения ихтиофауны Аральского моря (по: Андреев, 1996)

| Вид | 1938 | 1958–1980 | 1994 |
|---|------|-----------|------|
| <i>Acipenser nudiventris</i> Lovetzky | | + | – |
| * <i>Clupea harengus membras</i> Linné | + | + | + |
| <i>Salmo trutta aralensis</i> Berg | + | ? | – |
| <i>Esox lucius</i> Linné | + | + | – |
| <i>Rutilus rutilus aralensis</i> Berg | + | + | – |
| * <i>Mylopharyngodon piceus</i> (Rich.) | – | + | – |
| <i>Leuciscus idus oxianus</i> (Kessler) | + | + | – |
| <i>Scardinius erythrophthalmus</i> (Linné) | + | + | – |
| * <i>Ctenopharyngodon idella</i> (Valenc.) | – | + | – |
| <i>Aspius aspius iblioides</i> (Kessler) | + | + | – |
| <i>Barbus brachycephalus brachycephalus</i> Kessler | + | + | – |
| <i>Barbus capito conocephalus</i> Kessler | + | + | – |
| <i>Chalcalburnus chalcoides aralensis</i> (Berg) | + | + | – |
| <i>Abramis brama orientalis</i> Berg | + | + | – |
| <i>Abramis sapa aralensis</i> Tiapkin | + | + | – |
| <i>Pelecus cultratus</i> (Linné) | + | + | – |
| <i>Carassius auratus gibelio</i> Bloch. | + | + | – |
| <i>Cyprinus carpio aralensis</i> Spitshakov | + | + | – |
| * <i>Hypophthalmichthys molitrix</i> (Valenc.) | – | + | – |
| * <i>Aristichthys nobilis</i> (Rich.) | – | + | – |
| <i>Silurus glanis</i> Linné | + | + | – |
| * <i>Atherina boyeri caspia</i> (Eichw.) | – | + | + |
| <i>Pungitius platygaster aralensis</i> (Kessler) | + | + | + |
| <i>Perca fluviatilis</i> Linné | + | + | – |
| <i>Gymnocephalus cernua</i> (Linné) | + | + | – |
| <i>Stizostedion lucioperca</i> (Linné) | + | + | – |
| * <i>Pomatoschistus caucasicus</i> (Kawrajsky) | – | + | + |
| * <i>Neogobius melanostomus affinis</i> (Eichw.) | – | + | + |
| * <i>Neogobius kessleri gorlap</i> Iljin | – | + | ? |
| * <i>Neogobius fluviatilis pallasi</i> (Berg) | – | + | + |
| * <i>Proterorhinus marmoratus</i> (Pallas) | – | + | ? |
| * <i>Channa argus warpachowskii</i> Berg | – | + | – |
| * <i>Platichthys flesus luscus</i> (Pallas) | – | + | + |

Примечание: 1938 г. по: Никольский (1940), * – акклиматизированные виды.

ский, 1950; Тлеуов, Тлеубергенов, 1974; Митрофанов с соавт., 1986).

Нерест шипа в Амударье начинался в марте при температуре воды около 10°, а заканчивался во второй половине мая при температуре воды 20–23° (Тлеуов, Сагитов, 1973).

Г.В. Никольский (1940) указывал, что основная масса молоди шипа скатывалась вниз по течению и выходила в море, где до трехлетнего возраста придерживалась опресненных районов. Более подробно скат молоди шипа по Амударье и его распространение в первый год жизни в морской период были изучены в начале 60-х годов (Иванов, Печникова, 1967; Печникова, 1972). По их данным скат молоди шипа продолжался более 3 месяцев. Скотившаяся молодь концентрировалась в опресненных заливах Аббас и Сарбас и прибрежных придельтовых участках с глубинами 0.4–1.5 м и небольшой прозрачностью воды. Соленость воды в местах обитания молоди шипа колебалась от 2 до 9 ‰ в зависимости от близости речного стока, силы и направления ветра. В сентябре сеголетки встречались до изобаты 4 м, а в декабре молодь шипа концентрировалась на зимовку у речных свалов, у входов в опресненные заливы. С мая годовики шипа расселялись более широко, чем сеголетки, но еще не переходили к типично морскому образу жизни.

Плодовитость шипа длиной 126–150 см составляла от 216.2 до 342.3 тыс. икринок (Никольский, 1940), у более крупных особей длиной 143–173 см плодовитость была больше – от 280.7 до 508.8 тыс. икринок (Тлеуов, 1981).

В 20-х годах в Арале встречались шипы в возрасте до 25 лет и длиной до 155 см, в 60-х годах отмечены рыбы более старших возрастов (табл. 5.2), что вероятно было связано с прекращением промысла шипа.

Питание молоди шипа сильно зависело от преобладания тех или иных кормовых организмов в отдельных участках моря. Так в 1960–1963 гг. севернее о. Муйнак молодь шипа питалась только бычком бубырем, а в заливе Аббас личинками и куколками хирономид (табл. 5.3).

Таблица 5.2

**Средняя длина и масса тела *Acipenser nudiventris*
разного возраста**

| Возраст, лет | 1926–1928 гг. (по: Пробатов, 1929б) | | 1964–1969 гг. (по: Тлеуов, Сагитов, 1973) | |
|-----------------|-------------------------------------|------|---|------|
| | см | кг | см | кг |
| 7 | 93.5 | 4.6 | 93 | 3.6 |
| 8 | 97.5 | 3.6 | 108 | 5.1 |
| 9 | 103.5 | 3.5 | 112 | 7.8 |
| 10 | 110.8 | 7.5 | 108 | 7.1 |
| 11 | 111.9 | 7.5 | 122 | 9.7 |
| 12 | 118.0 | 8.7 | 138 | 12.1 |
| 13 | 121.4 | 9.2 | 121 | 11.2 |
| 14 | 123.1 | – | 132 | 14.2 |
| 15 | 127.8 | 12.7 | 138 | 15.2 |
| 16 | 132.5 | 11.3 | 146 | 17.2 |
| 17 | 137.5 | 14.5 | 147 | 15.9 |
| 18 | 142.0 | 15.3 | 148 | 18.8 |
| 19 | 143.5 | 17.7 | 157 | 22.3 |
| 20 | 148.4 | 17.2 | 150 | 23.7 |
| 21 | 151.3 | 17.0 | 161 | 27.4 |
| 22 | 152.0 | – | 164 | 25.0 |
| 23 | 152.5 | 16.0 | 171 | 30.5 |
| 24 | 154.5 | 19.2 | – | 31.0 |
| 25 | 157.5 | 21.0 | 155 | 33.2 |
| 30 | 182.5 | – | 170 | 31.0 |

В 30-х годах в питании взрослого шипа преобладали двустворчатые моллюски гипанис и дрейссена, составлявшие, в зависимости от района обитания, от 88 до 98 % от массы пищевого комка (Никольский, 1940). В середине 50-х годов у шипа, пойманного в прибрежье, в питании преобладали: ручейники – 63.0, личинки хирономид – 21.0 и бокоплав – 11.6 % (от массы пищевого комка), в открытом море — гипанис – 51.2 и личинки хирономид – 39.6 % (Яблонская, 1960а).

После акклиматизации в Аральском море бычков шип стал питаться ими. Значение бычков в питании шипа достигало 98.5 % от массы пищевого комка при частоте встречаемости 100 %. В желудке шипа находили до 250 экземпляров бычка песочника (Тлеуов, Сагитов, 1973; Тлеуов, Тлеубергенов, 1974). С появлени-

ем обильной и легкодоступной пищи (бычков) усилился темп роста шипа, особенно у старшевозрастных рыб (Маркова, 1969б; Печникова, 1970; Тлеуов, 1971, 1981).

Таблица 5.3

**Состав пищи годовиков и позднеосенних сеголеток *Acipenser nudiventris* в южной части Аральского моря в 1960–1963 гг.
(по: Печникова, 1972), % по массе**

| Компоненты | Северная сторона о. Муйнак | Залив Сарбас | Морская сторона дельты | Залив Аббас |
|----------------------------------|----------------------------|--------------|------------------------|-------------|
| Личинки насекомых: | | | | |
| Odonata | – | – | 3.0 | – |
| <i>Chironomus sp.</i> | – | 23 | 40.0 | 50.3 |
| Прочие хирономиды | – | – | – | 40.0 |
| Куколки хирономид | – | 8 | – | 9.7 |
| Рыба (бычки) | 100 | 68 | 29.5 | – |
| Икра рыб | – | – | 14.3 | – |
| Детрит и растительность | – | 1 | 13.2 | – |
| Количество обработанных желудков | 7 | 8 | 30 | 41 |

Упитанность аральского шипа во время нерестовой миграции была в пределах 0.70–0.75 по Фультону (Митрофанов с соавт., 1986).

Об интенсивности промысла шипа перед первой мировой войной можно судить по данным о вывозе готовой продукции: так, только со станции Аральское море в 1912 г. было отправлено 149 т шипа (Жарковский, 1950).

Начиная с 1928 г. имеются статистические данные по уловам шипа на Аральском море (табл. 5.4). До 1936 г. уловы шипа были довольно стабильные на уровне 300–400 т. Хотя значение шипа в общей добыче было невелико, чуть более 1 %, он, из-за высокой товарной ценности, подвергался интенсивному специализированному промыслу.

Эпизоотия, вызванная *Nitzschia sturionis* Abild., в 1936–1937 гг. привела к массовому вымиранию шипа и его промысел был в 1940 г. запрещен, но не прекращен, так как разрешался “прилов”.

Наиболее высокий прилов был в 1963–1969 гг. (Никольский, 1940; Маркова, 1969б; Тлеуов, Сагитов, 1973).

Таблица 5.4

Уловы *Acipenser nudiiventris* в бассейне Аральского моря (1928–1937 гг. по: Никольский, 1940; 1938–1943 гг. по: Фортунатов с соавт., 1950; 1951–1969 гг. по: Тлеуов, Сагитов, 1973), т

| Год | Улов | Год | Улов | Год | Улов | Год | Улов |
|------|-------|------|-------|------|------|------|------|
| 1928 | 300.0 | 1936 | 620.8 | 1953 | 4.3 | 1962 | 1.6 |
| 1929 | 350.0 | 1937 | 41.7 | 1954 | 2.2 | 1963 | 6.5 |
| 1930 | 308.0 | 1938 | 27.4 | 1955 | 2.5 | 1964 | 5.9 |
| 1931 | 338.0 | 1939 | 53.8 | 1956 | 2.5 | 1965 | 9.3 |
| 1932 | 399.3 | 1940 | 13.8 | 1957 | 0.3 | 1966 | 8.7 |
| 1933 | 349.7 | 1943 | 0.1 | 1959 | 0.2 | 1967 | 9.7 |
| 1934 | 298.2 | 1951 | 0.2 | 1960 | 0.9 | 1968 | 6.5 |
| 1935 | 324.1 | 1952 | 6.0 | 1961 | 0.9 | 1969 | 7.2 |

После зарегулирования стока рек большинство нерестилищ стало недоступно шипу и в конце 70-х годов он уже только изредка встречался в уловах.

5.1.2. * *Clupea harengus membras* Linné – балтийская сельдь (салака)

Обитает в Балтийском море к востоку от Датского пролива (Жизнь ..., 1983). В 1954–1956 гг. икру салаки перевозили из Балтийского моря в Аральское, где была проведена доинкубация икры и выпуск личинок в море (Коновалов с соавт., 1958; Быков 1961а).

Условия обитания в Аральском море для салаки оказались благоприятными и уже в 1957 г. был отмечен первый нерест (Коновалов с соавт., 1958). По данным Н.Е. Быкова (1961б, 1964а, 1968а) темп роста салаки в первые годы после вселения был очень высоким (табл. 5.5), с появлением местных поколений и увеличением численности салаки и одновременно других акклиматизиру-

* - помеченные звездочкой виды акклиматизированы в Аральском море, более подробно они рассмотрены в главе 6.

ванных планктоноядных рыб (атерина и молодь бычков) темп роста салаки быстро замедлился.

Таблица 5.5

**Линейный рост *Clupea harengus membras* в Аральском море
[обратное расчисление (по: Быков, 1961б)], см**

| Поко- ления | l_1 | l_2 | l_3 | l_4 | l_5 | Число проанализированных рыб |
|----------------|-------|-------|-------|-------|-------|------------------------------|
| 1956 | 12.45 | 17.0 | 21.6 | – | – | 16 |
| 1955 | 12.18 | 16.77 | 20.92 | 23.8 | – | 86 |
| 1954 | 11.0 | 15.35 | 19.05 | 22.0 | 24.77 | 52 |

Примечание: здесь и далее l_1, l_2, l_3 и т. д. – длина тела рыбы без хвостового плавника в возрасте 1 год, 2 года, 3 года и т. д.

Максимальной численности салака достигла в 1960 г. Зоопланктон Аральского моря к этому времени был практически уничтожен многочисленными вселенцами. Салака стала испытывать недостаток корма, ее упитанность понизилась, а большая часть популяции осенью 1960 г. была истощена и не смогла пережить зиму 1960–1961 гг. (Османов, 1961; Быков, 1968а).

В последующие годы салака ежегодно размножалась, но промысловых концентраций так и не достигла. В небольшом количестве она до сих пор сохраняется в фауне Аральского моря.

5.1.3. *Salmo trutta aralensis* Berg – аральский лосось

Известен только из Аральского моря и низовьев Амударьи. Достигал длины 1 м, массы 13.5 кг. Малочисленный вид, в конце 30-х годов регистрировалось в год до 10 поимок лосося по всему морю (Никольский, 1940; Фортунатов с соавт., 1950). С 60-х годов случаи поимок этого вида не известны.

5.1.4. *Esox lucius* Linné – обыкновенная щука

Щука распространена циркумполярно, в северных водах Европы, Азии и Америки (Жизнь ..., 1983).

По данным Г.В. Никольского (1940), щука была распространена в Аральском море весьма широко. Она в большом количестве

встречалась в западной и восточной частях дельты Амударьи, держась здесь как в протоках с прозрачной водой, так и в озерах. Много щуки было вдоль восточного побережья, где она держалась главным образом в глубоко вдающихся в берег осолоненных заливах. Встречалась щука по северному побережью и реже вдоль западного берега. Не редка она была и в прибрежной зоне о. Возрождения. В открытом море вдали от берегов щука не держалась.

Нерест щуки в Арале проходил в конце марта – первой половине апреля (Покровский, 1916; Филатов, Дуллаков, 1926, 1927). Нерестящихся щук и развивающуюся икру в начале апреля находили в заливах Карачалан, Куйлюс, в районе рыбозавода Узун-Каир, то есть нерест проходил и в соленой воде (Бервальд, 1964).

На юге моря в 1943 г. плодовитость щуки размером от 26 до 60 см колебалась от 1.3 до 43.0 тыс. икринок, в среднем 17.8 икринок (Летичевский, 1946).

Средний возраст щуки в промысловых уловах был около 3–4 лет (Никольский, 1940).

Щука в Аральском море (Муйнак) на 6 году достигала длины 51 см (Никольский, 1940; обратное расчисление):

| | | | | | |
|---------------------|------|------|------|------|------|
| Возраст, полных лет | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Длина тела, см | 13.8 | 26.2 | 35.6 | 45.5 | 51.0 |

В питании щуки отмечены плотва, чехонь, сазан, лещ, красноперка, окунь и атерина (Никольский, 1940; Баймов, 1963в; Бервальд, 1964). Отсутствие бычков в питании щуки в начале 60-х годов (табл. 5.6) У.А. Баймов (1963в) объяснял несовпадением мест обитания.

Таблица 5.6

Состав пищи *Esox lucius* в южной части Аральского моря в 1961 г. (по: Баймов, 1963в), % по массе

| Компонент | Октябрь | Декабрь | Компонент | Октябрь | Декабрь |
|-------------|---------|---------|-----------|---------|---------|
| Плотва | 77.3 | 46.5 | Окунь | 6.0 | – |
| Красноперка | 16.7 | 9.1 | Атерина | – | 44.4 |

Щука в Аральском море имела довольно серьезное значение как объект промысла. Добыча щуки в период с 1933 по 1947 гг.

давала в среднем 3.1 % улова всех видов рыб. На севере ее доля в улове составляла всего 1.3 %, на юге – 4.3 % (Фортунов с соавт., 1950).

При осолонении моря щука была одним из первых видов, выпавших из уловов.

5.1.5. *Rutilus rutilus aralensis* Berg – аральская плотва (вобла)

Населяла Аральское море повсеместно. Помимо Арала известна по Амударье до Питняка, исключительно в озерах. По Сырдарье от устья до Карадарьи. Обычна в бассейне р. Сарысу (в том числе в Теликольских озерах) и в казахстанской части бассейна р. Чу (Никольский, 1940; Митрофанов с соавт., 1987).

В Аральском море плотва была представлена двумя формами: морской, или полупроходной, подходившей в береговую зону только весной, и камышовой, державшейся все время у берега в зарослях водных растений. Камышовая форма – *R. rutilus aralensis morpha pragmiteti* Berg – в целом по пропорциям тела была близка к морской, но отличалась от нее меньшими, в среднем, размерами, более темной окраской, приостренным рылом, полунижним ртом, более плоским лбом. Камышовая форма характеризовалась замедленным ростом и низкой упитанностью (Гладков, 1935; Никольский, 1940; Митрофанов с соавт., 1987).

Самцы аральской плотвы достигали половой зрелости в возрасте трех, самки – четырех лет (Никольский, 1940; Тлеуов, 1981).

В море плотва размножалась в широком диапазоне солености воды, так Г.В. Никольский (1940) находил нерестящуюся аральскую плотву как в совершенно пресной воде, так и при солености 11 ‰. Как было показано опытными работами и наблюдениями в природе нормальное эмбриональное и постэмбриональное развитие аральской плотвы протекало в аральской воде с соленостью открытого моря (Бервальд, 1950, 1964; Коновалов, 1950; Коновалов, Коновалова, 1952; Гостеева, 1956). Максимальная соленость аральской воды, при которой еще возможно воспроизводство плотвы, – 14.2 ‰ (Лим, 1970).

На юге моря нерест плотвы начинался в конце марта – начале апреля, на севере – в первой половине мая (Бервальд, 1964). Нача-

ло нереста отмечалось при утренней температуре воды 5.2° и дневной – 12°. Массовый нерест проходил при утренней температуре воды 8–9° и дневной — 13–14°. Нерест у плотвы кратковременный 7–10 дней (Маркова, 1966а).

Икра откладывалась на растительный сор, на корневища плавающих островков тростника, на заросли урути и рдестов на глубине 0.5–6 м (Бервальд, 1964).

Плодовитость морской плотвы находилась в прямой зависимости от ее размеров, коэффициент корреляции между длиной тела и количеством икры + 0.96 (Никольский, 1940). Плодовитость морской плотвы была выше в 30-х, чем в 60-х годах (табл. 5.7).

Инкубационный период в зависимости от температуры длился 4–11 суток. Выклюнувшиеся из икры личинки плотвы имели длину 4.8–5 мм; через месяц после выклева они достигали длины 14–15 мм (Лим, 1970).

В Аральском море молодь плотвы держалась в первое время в зарослях водной растительности, где она находила пищу и укрытие от врагов. По мере подрастания и перехода на питание донными организмами молодь плотвы мигрировала в глубинные районы моря и начинала держаться на слабо заросших мягких грунтах с богатой донной фауной (Маркова, 1967).

Рост морской формы плотвы был хорошим, равномерным и маломеняющимся по годам исследований. В 70-х годах наблюдалось лишь снижение темпа роста плотвы на первом году (табл. 5.8).

Максимальная длина тела плотвы в Аральском море достигала 36.5 см, масса 800 г (Берг, 1949). В начале 20-х годов средняя масса плотвы, добываемой на юге моря, была 400 г (Филатов, 1925). В 1971–1980 гг. в уловах по северу моря средняя длина тела плотвы колебалась от 16.7 до 21.8 см, а масса – 115–259 г. На юге моря плотва была крупнее – соответственно 18–22.4 см и 163–245 г. (Митрофанов с соавт., 1987).

Максимальный возраст плотвы в Аральском море достигал 10 полных лет. Основную массу промысловых и экспериментальных уловов составляли 3–6 годовалые рыбы (табл. 5.9).

Таблица 5.7

**Абсолютная индивидуальная плодовитость (АИП) *Rutilus rutilus aralensis* в Аральском море,
тыс. икринок**

| Год и район моря | Средняя длина тела, см | Средняя масса, г | | АИП | | Число проанализированных рыб | Автор, год |
|------------------|------------------------|------------------|-------|------------|---------|------------------------------|---------------------------|
| | | тела | гонад | от – до | средняя | | |
| 1933 юг | 21–34 | – | 83 | 54.2–151.8 | 85.1 | 50 | Гладков, 1935 |
| 1963 север | 21.0 | 371 | 70 | 76.0–99.4 | 33.58 | 15 | Митрофанов с соавт., 1987 |
| 1965 север | 19.5 | 216 | 37 | 6.0–97.4 | 42.83 | 71 | "то же" |
| юг | 20.0 | 248 | 35 | 16.8–100.7 | 42.03 | 20 | "то же" |
| 1967 север | 18.5 | 153 | 23 | 11.3–65.3 | 26.63 | 25 | "то же" |
| юг | 23.0 | 269 | 35 | 10.4–92.5 | 40.79 | 27 | "то же" |
| 1969 север | 18.0 | 135 | 16 | 4.6–43.0 | 17.94 | 30 | "то же" |
| юг | 22.0 | 283 | 43 | 12.9–138.3 | 43.34 | 29 | "то же" |
| 1970 север | 18.0 | 150 | 27 | 14.8–44.3 | 32.98 | 10 | "то же" |

Таблица 5.8

**Линейный рост *Rutilus rutilus aralensis* в северной части
Аральского моря (обратное расчисление), см**

| Год | l ₁ | l ₂ | l ₃ | l ₄ | l ₅ | l ₆ | l ₇ | n | Автор, год |
|------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|-----|---------------------------|
| 1933 | 7.6 | 11.8 | 15.9 | 18.7 | 22.1 | 23.9 | – | – | Гладков, 1935 |
| 1958 | 7.5 | 12.0 | 15.8 | 18.4 | 20.6 | 23.4 | 26.8 | 130 | Митрофанов с соавт., 1987 |
| 1975 | 5.4 | 10.7 | 14.9 | 18.1 | 19.6 | 21.6 | 24.6 | 20 | "то же" |
| 1976 | 5.5 | 9.7 | 15.8 | 18.3 | 20.5 | 22.5 | 23.7 | 41 | "то же" |
| 1977 | 6.2 | 10.3 | 14.7 | 19.1 | 22.5 | 23.7 | 24.8 | 37 | "то же" |
| 1978 | 4.7 | 9.9 | 14.2 | 17.0 | 20.8 | 23.0 | – | 19 | "то же" |
| 1980 | 5.5 | 11.9 | 15.0 | 17.9 | 20.5 | 24.7 | – | 95 | "то же" |

Примечание: n – количество проанализированных рыб, экз.

Таблица 5.9

**Возрастной состав *Rutilus rutilus aralensis* в промысловых и
экспериментальных уловах в северной части Аральского моря
(по: Митрофанов с соавт., 1987), %**

| Год | Возраст, полных лет | | | | | | | | | |
|------|---------------------|------|------|------|------|------|------|-----|-----|--|
| | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | |
| 1954 | – | 15.3 | 46.8 | 30.4 | 5.5 | 1.8 | 0.2 | – | – | |
| 1956 | – | 4.0 | 35.0 | 39.3 | 18.2 | 3.5 | – | – | – | |
| 1958 | – | 11.7 | 40.6 | 30.6 | 9.9 | 3.6 | 1.8 | 0.9 | 0.9 | |
| 1960 | – | 0.3 | 22.2 | 45.1 | 18.9 | 9.3 | 3.1 | 0.9 | 0.2 | |
| 1966 | 8.8 | 20.2 | 38.7 | 22.8 | 7.0 | 1.3 | 0.4 | 0.8 | – | |
| 1967 | – | 10.4 | 26.5 | 28.9 | 17.8 | 9.6 | 4.0 | 1.6 | 0.3 | |
| 1969 | 0.7 | 11.8 | 17.3 | 17.3 | 18.1 | 23.6 | 10.5 | 0.7 | – | |
| 1970 | – | 6.8 | 28.7 | 32.2 | 4.1 | 6.8 | 1.4 | – | – | |
| 1972 | 0.4 | 19.3 | 51.0 | 24.8 | 3.9 | 0.6 | – | – | – | |
| 1974 | – | 2.0 | 5.5 | 53.9 | 30.5 | 6.1 | 1.0 | 0.5 | 0.3 | |
| 1975 | – | 6.5 | 29.4 | 32.7 | 24.0 | 6.5 | 0.9 | – | – | |
| 1976 | – | 8.8 | 42.0 | 33.4 | 15.8 | – | – | – | – | |
| 1980 | 6.7 | 22.8 | 34.3 | 20.0 | 10.5 | 5.7 | – | – | – | |

По данным М.Я. Ветышевой (1966б) на северных нерестилищах личинки аральской плотвы начинали питаться коловратками, науплиусами веслоногих ракообразных и личинками дрейссены с преобладанием последних в мае. По мере роста личинок плотвы в

их питания возрастало значение ветвистоусых и веслоногих ракообразных и личинок хирономид. Резкая смена в питании происходила с наступлением малькового периода, когда молодь отходила из зарослей в открытую часть нерестилищ и питалась крупными ветвистоусыми ракообразными (*Diaphanosoma*), значение которых в пище достигало до 73.7 %. С переходом на этап G молодь достигала покатного возраста и частично скатывалась в море. Оставшиеся на нерестилищах мальки питались смешанно: планктоном (45 %) и растительно-детритной пищей (55 %).

Мальки плотвы в море, начиная с размера 1.3 см, уже поедали отдельных представителей бентоса, а в возрасте 2–3 месяца переходили на питание бентосом (Панкратова, 1935; Никольский, 1940).

По данным ряда авторов (Панкратова, 1935; Никольский, 1940; Яблонская, 1960а), основными объектами питания аральской плотвы были моллюски дрейссена и гипанис, бокоплавы и в прибрежье – водоросли. В середине 50-х годов, непосредственно перед перестройкой экосистемы моря, в питании плотвы открытого моря доля моллюска дрейссены достигала 76.6–85.8 % (Яблонская, 1960а). После проведения акклиматизационных работ, снижения численности, а затем и выпадения аборигенных пресноводных представителей донной фауны и флоры, и, наоборот, роста численности морских эвригалинных и галофильных видов состав пищи плотвы кардинально изменился. В питании молоди стали преобладать акклиматизанты *Nereis* и *Mysidacea* (Проскура, 1978), в питании половозрелых особей – ранее малочисленные представители рода *Caspihydrobia* и акклиматизированный моллюск *Syndosmya* (табл. 5.10).

Упитанность аральской плотвы была наиболее высока осенью, наименее – в мае, после нереста (по: Никольский, 1940):

| Месяц | V | VI | VII | VIII | IX | X | XI |
|-------------------------|------|------|------|------|------|------|------|
| Упитанность: по Фультоу | 2.22 | 2.24 | 2.28 | 2.26 | 2.35 | 2.37 | 2.40 |
| по Кларк | 2.06 | 2.05 | 1.97 | 1.98 | 2.11 | 2.29 | – |

Запасы морской плотвы стали осваиваться промыслом после проведения в 1905 г. железной дороги (Гладков, 1935). Постепенно

но добыча плотвы и ее значение в общем промысле увеличились и она стала занимать третье место в уловах промысловых рыб Арала (Фортунатов с соавт., 1950). Максимальный вылов плотвы в Аральском море был в 1937 г. – 7.5 тыс. т.

Таблица 5.10

Состав пищи *Rutilus rutilus aralensis* в Аральском море в мае, % по массе (30-е годы по: Никольский, 1940; 1976 г. по: Андреев, Андреева, 1995а)

| Компонент | 30-е годы | | 1976 |
|-----------------------------------|-----------|---------------|------|
| | у берега | открытое море | |
| <i>Nereis diversicolor</i> | – | – | <0.1 |
| <i>Hypanis</i> и <i>Dreissena</i> | 54.0 | 41.8 | 1.7 |
| <i>Syndosmya segmentum</i> | – | – | 44.4 |
| <i>Cerastoderma isthmicum</i> | – | – | 0.4 |
| <i>Caspihydrobia</i> | 0.3 | 0.2 | 48.2 |
| <i>Theodoxus pallasi</i> | 0.2 | – | – |
| <i>Dikerogammarus aralensis</i> | 11.6 | 25.0 | – |
| Ostracoda | <0.1 | – | <0.1 |
| Воздушные насекомые | – | 33.0 | <0.1 |
| Икра | – | – | 3.5 |
| Водоросли | 33.9 | – | 1.8 |

Вселенные сорные рыбы (бычки, атерина) оказали меньшее влияние на уловы плотвы, чем на уловы других промысловых рыб. В 1960–1971 гг. ее добыча составляла от 2.3 до 7.2 тыс. т, при средней 4.5 тыс. т. И только с 1972 г. уловы пловы снизились на уровень менее 2 тыс. т, а с 1977 г. – и менее 1 тыс. т. Лов плотвы на Аральском море был прекращен в начале 80-х годов.

5.1.6.* *Mylopharyngodon piceus* (Rich.) – черный амур

Этот вид распространен от Амура до Южного Китая (Жизнь ..., 1983). В бассейн Амударьи попал попутно с растительноядными рыбами (Алиев с соавт., 1963), где натурализовался (Веригин, 1975; Карпевич, 1975).

В первой половине 60-х годов были единичные поимки черного амура на юге Арала (Иванов, 1964; Маркова, 1964в).

5.1.7. *Leuciscus idus oxianus* (Kessler) – туркестанский язь

Туркестанский язь встречается в низовье впадающих в Аральское море рек. По Амударье поднимается вверх (по озерам) до Таш-Сака. По Сырдарье известен до Яны-Кургана. Встречается в р. Чу в нижнем и среднем течении (Никольский, 1940). В бассейнах Сарысу и Иргиз-Тургая представлен переходной формой – от обыкновенного – *Leuciscus idus idus* (L.) к туркестанскому (Митрофанов с соавт., 1987).

В Аральское море туркестанский язь проникал из озер низовьев рек и при солености открытого моря почти не встречался. Из-за своей малочисленности язь, как объект промысла, собственно в море не играл никакой роли, но в водоемах (озерах) дельты Амударьи и Сырдарьи служит постоянным приловом (Никольский, 1940; Фортунатов с соавт., 1950; Тлеуов, Тлеубергенов, 1974).

5.1.8. *Scardinius erythrophthalmus* (Linné) – красноперка

В пределах Казахстана водится в реках Урал, Эмба, Уил, Сагиз и в бассейне Аральского моря, включая реки Сарысу и Чу (Митрофанов с соавт., 1987).

До зарегулирования стока рек красноперка обитала по всем берегам Аральского моря, придерживаясь береговых зарослей, где и размножалась. В промысловых уловах встречались рыбы от 2-х до 6-ти летнего возраста. Размеры промышляемой красноперки варьировали от 19 до 30 см, упитанность по Фультону в зимнее время была от 2.1 до 2.8 (Никольский, 1940).

Красноперка как объект промысла не играла в Аральском море почти никакой роли. Ловилась она в более или менее значительном количестве лишь в районе рыбозаводов Урга и Муйнак, по остальным рыбозаводам красноперка попадалась единичными экземплярами (Никольский, 1940).

5.1.9. *Stenopharyngodon idella* (Valenc.) – белый амур

Вид широко распространен в восточной Азии от Амура до Южного Китая (Жизнь ..., 1983). Завезен в бассейн Аральского

моря, в Сырдарье и Амударье сформировались самовоспроизводящиеся популяции (Митрофанов с соавт., 1992).

В середине 60-х годов белый амур стал попадаться в промысловых уловах в опресненных участках Аральского моря (Быков, 1968в, 1970в; Маркова, 1968). Дальнейшему распространению белого амура в Арале помешало начавшееся осолонение моря.

5.1.10. *Aspius aspius iblioides* (Kessler) – аральский жерех

Аральский жерех обитает в реках Аральского бассейна: р. Сырдарья до Карадарьи, р. Амударья – до Кафирнигана, р. Сырысу (низовья и среднее течение), р. Чу – до Токмака (Турдаков, 1963; Митрофанов с соавт., 1987).

В окраске аральского жереха зарегистрировано 2 формы: красногубая и обыкновенная (Никольский, 1940; Берг, 1949).

В Аральском море жерех нагуливался, а на нерест уходил в реки. Нерестовый ход начинался в октябре-ноябре при температуре воды 8–5°, а массовый ход был при понижении температуры воды в реке до 2.0–0.4°. На севере заход производителей продолжался и после становления льда (Барханскова, 1964; 1966а, б; Ермаханов, 1976).

На юге моря абсолютная индивидуальная плодовитость жереха колебалась от 71.7 до 384.3 тыс. икринок (Барханскова, 1972), на севере моря амплитуда колебаний была больше – 21.0–525.6 тыс. икринок (Маркова, Тлеуов, 1974).

Нерестилища жереха располагаются на участках рек с твердым грунтом и быстрым течением. Предпочтительный субстрат для откладки икры – галечниковые грунты. но может откладывать на подмытые корни растений. Нерест начинается при температуре воды 5–7° и заканчивается при температуре 10–11°. Развитие икры проходит быстро и при температуре 13–15° появляются покатные эмбрионы и личинки жереха (Барханскова, 1964, 1966а; Ермаханов, 1976).

В Амударье массовый скат личинок жереха отмечался во второй декаде апреля, продолжительность ската зависела от уровня

воды и колебалась от 20 до 25 суток. В мае в русле Амударьи сеголеток жереха не отмечалось, они, при длине 14–17 мм и массе 17–25 мг, образовывали самостоятельные стайки и держались в затонах устья реки у кромки тростника на слабом течении на глубине 1–1.5 м. В конце мая сеголетки жереха рассредоточивались среди молоди других видов рыб в зарослях урути, рдестов на глубинах 1–2 м. Там они жили до августа, затем уходили на более глубокие места. По сравнению с другими видами рыб численность молоди жереха была низка, в среднем на 1 замет 10 м волокуши при облове 10–15 м² с конца мая по июль приходилось от 1 до 5 экземпляров (Барханскова, 1972).

Рост сеголеток жереха зависел от обеспеченности пищей, наибольшие приросты отмечались при потреблении ими личинок и куколок хирономид и рыбы. К октябрю длина тела сеголеток достигала 9.3 см, массы 11.72 г (по: Барханскова, 1972):

| Месяц | Май | Июнь | Июль | Август | Октябрь |
|----------------|------|------|------|--------|---------|
| Длина тела, см | 1.5 | 2.5 | 5.2 | 8.9 | 9.3 |
| Масса, г | 0.04 | 0.20 | 2.16 | 9.79 | 11.72 |

Жерех в Аральском море достигал возраста 9 полных лет и рос хорошо (табл. 5.11).

В промысловых уловах в октябре и декабре 1961 г. на юге Аральского моря встречались особи длиной от 25 до 72 см и массой от 0.25 до 6.20 кг (табл. 5.12).

Таблица 5.11

**Линейный рост *Aspius aspius iblioides* на Аральском море
(обратное расчисление), см**

| l ₁ | l ₂ | l ₃ | l ₄ | l ₅ | l ₆ | l ₇ | l ₈ | l ₉ | Автор, год |
|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|-----------------------|
| 10.3 | 19.6 | 28.1 | 36.1 | 42.3 | 47.8 | 52.0 | 57.9 | 58.8 | Никольский, 1940 |
| 10.5 | 19.3 | 28.5 | 36.9 | 44.7 | 51.6 | – | – | – | Маркова, Тлеуов, 1974 |

Как отмечает Г.М. Барханскова (1966б), молодь аральского жереха отличается весьма быстрым ростом. По ее данным основным компонентом пищи личинок жереха в русле Амударьи были личинки хирономид, находящиеся в планктоне. Скатившиеся в

заливы личинки начинали питаться ветвистоусыми и веслоногими ракообразными. По мере роста молоди жереха наблюдается переход ее на все более крупный корм. Так при длине 1.6–2.0 см в пищевом комке преобладали веслоногие ракообразные, реже встречались ветвистоусые ракообразные, личинки и куколки хирономид; а при длине 3.5–6.5 см жерех питался насекомыми. Хищничать жерех начинал в первый год жизни. По данным Н.Е. Быкова (1963) и Е.Л. Марковой (1969а), основной пищей сеголеток и годовиков жереха в начале 60-х годов стали бубырь, атерина, креветки и мизиды.

Таблица 5.12

Длина и масса *Aspius aspius iblioides* в промысловых уловах на юге Аральского моря (по: Барханскова, 1964)

| Пол | Длина тела, см | | Масса, кг | |
|----------------|----------------|---------|-----------|---------|
| | от – до | средняя | от – до | средняя |
| Самки | 45–72 | 61.5 | 1.35–6.20 | 3.93 |
| Самцы | 48–69 | 58.2 | 1.10–4.70 | 2.41 |
| Неполовозрелые | 25–49 | 40.0 | 0.25–1.80 | 0.63 |

До вселения бычков и атерины взрослый жерех питался в основном молодью промысловых рыб: аральская плотва, сазан, лещ, окунь (Панкратова, 1935), после – стал потреблять главным образом сорных рыб. На юге моря в 1962–1963 гг. 95 % в рационе жереха занимала атерина (Барханскова, 1966б), на севере — салака – 70 % и атерина – 30 % (Быков, 1963).

По данным Г.В. Никольского (1940), в 30-х годах наиболее упитан жерех был зимой; в декабре–январе коэффициент упитанности по Фультону был в среднем 1.6, в мае–июне он снижался до 1.45. В конце 60-х – начале 70-х годов, очевидно, в связи с улучшением кормовой базы упитанность жереха была выше (табл. 5.13).

До вселения сорных видов рыб жерех в Аральском море был немногочисленным промысловым видом, его уловы до 1960 г. колебались от 0.27 до 0.82 тыс. т, что составляло от 0.8 до 2.1 % от улова всех промысловых рыб (Каженбаев, Ньюжиров, 1968). После вспышки численности сорных рыб уловы жереха стали расти

как в абсолютном, так и относительном значении. Максимальный улов жереха был в 1968 г. – 2.76 тыс. т, что составило 20.1 % всего вылова.

Таблица 5.13

Коэффициенты упитанности *Aspius aspius iblioides* на севере Аральского моря (по: Маркова, Глеуов, 1974)

| Год | Сезон | По Фультону | | | По Кларк | | |
|------|-------|-------------|-------|----------|----------|-------|----------|
| | | самцы | самки | оба пола | самцы | самки | оба пола |
| 1967 | весна | 1.65 | 1.60 | 1.62 | 1.42 | 1.38 | 1.40 |
| | осень | 1.94 | 1.83 | 1.87 | 1.65 | 1.66 | 1.66 |
| 1969 | весна | 1.69 | 1.62 | 1.66 | 1.53 | 1.47 | 1.50 |
| | осень | 1.84 | 1.74 | 1.79 | 1.56 | 1.60 | 1.58 |
| 1970 | весна | 1.56 | 1.47 | 1.51 | 1.37 | 1.27 | 1.31 |
| | осень | 1.78 | 1.66 | 1.72 | 1.48 | 1.51 | 1.49 |
| 1971 | осень | 1.98 | 1.73 | 1.84 | 1.67 | 1.56 | 1.67 |

Н.С. Бабаев (1976) пришел к выводу, что до 1960 г. численность и величина промысловых уловов жереха в северной части моря не зависела от стока р. Сырдарьи, а определялась колебаниями обеспеченности его молоди пищей при переходе к хищничеству. После распространения в Арале бычков и атерины облегчился переход жереха на хищное питание, величина его промысловых уловов в 1969–1974 гг. имела высокую положительную связь с численностью акклиматизантов ($r = +0.83$).

В начале 70-х годов перекрытие рек плотинами начало сказываться на условиях воспроизводства жереха (Нусенбаум, Лим, 1976). Так в 1970 г. на одно притонение мальковой волокуши в прибрежной зоне моря (по стандартной сетке станций) ловилось в среднем 2.4 экз. молоди жереха, в 1971 г. – 0.7 и в 1972 г. – 0.3, против 10.4 экз. в 1958–1968 гг., то есть до ввода в эксплуатацию Казалинского гидроузла (1969 г.) на реке Сырдарье и почти полного перекрытия Амударьи в весеннее время в 1970–1972 гг. (Бабаев, 1973, 1976).

Во второй половине 70-х годов уловы жереха резко снизились и в начале 80-х годов он перестал встречаться в Аральском море.

5.1.11. *Barbus brachycephalus brachycephalus* Kessler –
аральский усач

Подвид распространен только в бассейне Арала, акклиматизирован в бассейне Балхаша (Никольский, 1940; Митрофанов с соавт., 1988).

Изучению биологии аральского усача посвящено много работ (Маркун, 1933; Никольский, 1940; Романычева, 1948; Макеева, 1953; Потехина, 1955; Галактионова, 1961; 1966; Маркова, 1961а, 1975б; Павловская, 1976; Митрофанов с соавт., 1988; и др.).

В Аральском море усач был распространен и в открытом море, и в прибрежье.

Аральский усач – крупная рыба, его длина превышает 110 см, масса 22 кг (Тлеуов, Тлеубергенов, 1974; Митрофанов с соавт., 1988). В промысловых уловах во второй половине 60-х – начале 70-х годов присутствовали рыбы от 46 до 106 см, но основная масса рыб имела размеры от 54 до 65 см в северном районе и от 58 до 80 см – в южном, где усач издавна был более крупных размеров; масса тела усачей колебалась от 2 до 12 кг, преобладали рыбы от 2.5 до 7 кг (Маркова, 1975б).

Большую часть жизни аральский усач проводил в море, но с наступлением половой зрелости производители заходили в реки для размножения.

Аральский усач созревает поздно, в 5–8 лет. Массовое созревание самцов происходит в возрасте 6–7 лет, самок – в 7–8 лет.

В связи с большой удаленностью нерестилищ от устьев рек усачу приходилось преодолевать расстояние от 200 до 1000 км. Нерестовый ход усача в реки начинался в конце апреля – начале мая и продолжался до октября-ноября, массовый ход — в июне-августе. В реку большинство производителей заходило имея половые продукты на II–III стадии зрелости. Эти рыбы проводили зимовку в реке. Но в то же время в апреле-мае в реки входили и производители с вполне развитыми половыми продуктами, перезимовавшие в море недалеко от устья или в низовьях рек, которые шли на нерест и дозревали во время миграции.

Основная масса самок после достижения половой зрелости нерестилась через сезон. Однако, был возможен как ежегодный нерест, так и пропуск 2-х и 3-х нерестовых сезонов. Нерестился усач в русле рек на участках за песчаными косами или островами с твердым промытым дном.

В промысловых уловах на Аральском море усач был представлен 8–12 возрастными группами (табл. 5.14). Промысел базировался на возрастных группах от 5+ до 9+. Максимальный возраст аральского усача был зарегистрирован в реке Сырдарье у г. Кзыл-Орды в 1959 г.: у самки – 22, самца – 15 лет (Галактионова, 1961). В море самки усача старше 18+, а самцы – 10+ не отмечались (Маркова, 1961а).

Абсолютная индивидуальная плодовитость усача колеблется в больших пределах в зависимости от размеров тела (табл. 5.15).

Усач имеет порционный нерест (Макеева, 1953; Галактионова, 1961, 1963; Павловская, 1976). Нерест происходит ночью. Икринки после оплодотворения опускаются на дно и первые минуты покоятся на дне или медленно перекатываются, так как не приклеиваются. После набухания, через 20–30 минут, образуется большое перивителлиновое пространство икринки всплывают и в дальнейшем развиваются в полупелагическом состоянии, т. е. скатываясь в толще воды по течению (Павловская, 1976; Митрофанов с соавт., 1988).

Подрастая, личинки начинали сопротивляться течению, а молодь отходила от основного русла в прибрежную зону, где питалась и постепенно скатывалась по течению. Молодь могла оставаться в реке на зиму, иной раз на 2–3 года или даже никогда не покидать реку, образуя туводную форму. Скатившаяся в море молодь длительное время держалась в опресненной зоне (Никольский, 1940; Павловская, 1976; Митрофанов с соавт., 1988).

Рост проходного аральского усача зависел от времени попадания молоди в море. Как было показано Е.В. Потехиной (1959), максимальный рост отмечался у рыб в первый же год жизни. У таких рыб на шлифах спиля спинного плавника приросты широ-

Таблица 5.14

Возрастной состав *Barbus brachycephalus brachycephalus* в Аральском море (по: Маркова, 1975б), %

| Год | Район | Возраст, лет | | | | | | | | | | | | Число проанализированных рыб |
|------|-------|--------------|------|------|------|------|------|------|------|------|-----|-----|-----|------------------------------|
| | | 4+ | 5+ | 6+ | 7+ | 8+ | 9+ | 10+ | 11+ | 12+ | 13+ | 14+ | 15+ | |
| 1958 | север | 0.6 | 7.2 | 32.4 | 43.3 | 13.5 | 3.0 | – | – | – | – | – | – | 371 |
| | юг | – | 3.9 | 19.0 | 45.5 | 23.6 | 6.6 | 0.7 | 0.7 | – | – | – | – | 255 |
| 1968 | север | 3.3 | 9.9 | 19.9 | 15.8 | 18.2 | 14.2 | 7.2 | 3.3 | 3.8 | 0.5 | 0.5 | 2.2 | 183 |
| | юг | – | – | – | 4.1 | 8.2 | 18.7 | 27.4 | 14.6 | 18.7 | 4.1 | 2.1 | 2.1 | – |
| 1969 | север | – | 1.8 | 7.3 | 31.6 | 21.6 | 21.6 | 1.8 | – | – | – | – | – | 166 |
| | юг | 0.6 | 5.4 | 21.7 | 18.8 | 21.7 | 13.2 | 16.8 | 1.2 | 0.6 | – | – | – | – |
| 1971 | север | 7.2 | 15.4 | 13.5 | 21.2 | 19.2 | 14.1 | 4.2 | 4.2 | 1.0 | – | – | – | 98 |
| | юг | 4.4 | 8.4 | 14.5 | 21.0 | 21.0 | 22.3 | 8.4 | – | – | – | – | – | 48 |
| 1972 | север | 5.8 | 20.5 | 29.7 | 17.9 | 17.3 | 5.7 | 1.7 | 0.7 | 0.7 | – | – | – | 140 |
| | юг | 2.6 | 15.8 | 28.8 | 28.8 | 15.8 | 0.1 | 4.3 | 3.8 | – | – | – | – | 76 |

Таблица 5.15

Абсолютная индивидуальная плодовитость (АИП) и размеры *Barbus brachycephalus brachycephalus* на юге Аральского моря (по: Павловская, 1976)

| Длина тела, см | АИП, тыс. икринок | | Число икринок на 1 см длины | Число проанализированных рыб |
|----------------|-------------------|---------|-----------------------------|------------------------------|
| | от – до | средняя | | |
| 65.1–70 | 218.8–231.1 | 229.9 | 51031 | 2 |
| 70.1–75 | 179.6–469.1 | 271.6 | 54109 | 32 |
| 75.1–80 | 224.2–535.9 | 373.7 | 59088 | 29 |
| 80.1–85 | 336.7–489.3 | 421.4 | 53548 | 4 |
| 90.1–95 | 755.3–906.4 | 830.8 | 70628 | 2 |

кие, кольца расположены довольно равномерно, что свидетельствует о хорошем темпе роста в течение всей жизни рыб. Рыбы, достигавшие моря в первый год, представляли собой типичную форму аральского проходного усача. Они отличались лучшим темпом роста, высокой упитанностью и более ранним созреванием. Во время нерестового хода в Сырдарье особи этой группы составляли 70–75 % от общего числа производителей.

У рыб, проводивших несколько лет жизни в реке, первые 2–5 колец располагались близко друг к другу. Такое расположение годовых колец указывает на замедленный темп роста в первые годы жизни и, следующее за тем, резкое ускорение его. Чем дольше рыба задерживалась в реке, тем хуже был темп ее роста и упитанности, тем позже они созревали. Особи усача, задерживавшиеся в реке на разное количество лет, составляли 20–25 % от общего числа производителей в Сырдарье.

У туводных усачей всю жизнь проводящих в реке на шлифе все годовые кольца расположены тесно, что свидетельствует о плохом темпе роста рыбы в течение всей жизни.

В Аральском море, где популяция была представлена в основном типичной проходной формой, рост усача был хорошим (табл. 5.16).

По данным Л.П. Павловской (1976), масса аральского усача через год после рождения достигала в среднем 30 г., в возрасте 2+

Таблица 5.16

Линейный рост *Barbus brachycephalus brachycephalus* в Аральском море (обратное расчисление), см

| Район | l ₁ | l ₂ | l ₃ | l ₄ | l ₅ | l ₆ | l ₇ | l ₈ | l ₉ | l ₁₀ | l ₁₁ | l ₁₂ | Автор, год |
|-------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|-----------------|-----------------|-----------------|------------------|
| Юг | – | 22.8 | 34.5 | 45.2 | 53.9 | 60.5 | 65.8 | 70.5 | – | – | – | – | Никольский, 1940 |
| Север | 14.7 | 27.4 | 39.3 | 51.1 | 57.7 | 63.8 | 67.9 | 74.2 | 80.6 | – | – | – | Маркова, 1961а |
| Юг | 13.0 | 23.9 | 36.1 | 46.5 | 55.6 | 62.2 | 68.7 | 73.2 | 77.6 | 79.8 | – | – | "то же" |
| Юг | 13.1 | 27.5 | 36.9 | 46.9 | 55.4 | 61.8 | 66.2 | 69.5 | 73.2 | 75.5 | 79.4 | 86.0 | Павловская, 1976 |

средняя масса его была около 250 г., 3+ – около 370 г. С 5-ти летнего возраста ежегодное нарастание массы тела усача составляло 1 кг и более (табл. 5.17).

Таблица 5.17

Рост массы тела *Barbus brachycephalus brachycephalus* усача на юге Аральского моря (по: Павловская, 1976), г

| Возраст | 1960 | 1962 | 1963 | Средняя |
|---------|------|------|------|---------|
| 4+ | 806 | 2066 | – | 1434 |
| 5+ | 2158 | 3183 | 3300 | 2880 |
| 6+ | 3460 | 4026 | 4103 | 3863 |
| 7+ | 4923 | 5035 | 5181 | 5046 |
| 8+ | 5565 | 6234 | 5806 | 5868 |

Все исследователи (Панкратова, 1935; Никольский, 1940; Яблонская, 1960а; Андреев, Андреева, 1995а) отмечали преимущественное питание аральского усача в море моллюсками, доля которых обычно превышала 80 % от массы пищевого комка. В 30–50-х годах основу питания составляли *Hypanis* и *Dreissena*, в 1976 г. – *Caspiohydrobia sp.*, *Cerastoderma isthmicum* и *Syndosmya segmentum*.

Упитанность молодых особей усача ниже чем взрослых, коэффициент корреляции упитанности с длиной рыбы +0.54 (Никольский 1940). Степень упитанности усача возрастает от весны к осени (табл. 5.18). По данным Е.Л. Марковой (1975б), упитанность ходового усача в 60–70-х годах больших изменений не испытывала, тогда как Л.П. Павловская (1976), отметила тенденцию к снижению коэффициента упитанности к 1970 г. (табл. 5.19).

Благодаря высоким вкусовым качествам усач в Аральском море был одним из наиболее ценных объектов промысла, хотя в общей добыче с 1926 по 1970 гг. его доля была всего на уровне 2–5 %. Добывался усач в Арале круглый год по всему морю, но основной вылов его был в приустьевых пространствах в период подхода к берегу для нерестовой миграции, при этом на юге моря ловилось около 70 % от общей добычи усача (Фортунатов с соавт., 1950; Жарковский, 1950; Маркова, 1961а; и др.).

Таблица 5.18

**Упитанность (по Фультону) *Barbus brachycephalus brachycephalus*
на юге Аральского моря в зависимости от времени лова**

| Месяц | По: Маркун, 1933 | | По: Павловская, 1976 | | | |
|--------|------------------|-----------|----------------------|-------------|---------|--|
| | 1931 | 1960 | | 1962 | | |
| | | от – до | средняя | от – до | средняя | |
| Апрель | – | – | – | 1.10 – 1.48 | 1.22 | |
| Май | 1.33 | – | – | 1.10 – 2.78 | 1.39 | |
| Июнь | 1.45 | 0.88–2.52 | 1.51 | 1.11 – 1.71 | 1.40 | |
| Июль | 1.48 | 1.23–3.28 | 1.66 | 1.07 – 2.05 | 1.56 | |
| Август | 1.54 | 0.94–1.96 | 1.60 | – | – | |

Как отмечают ряд авторов (Романычева, 1948; Никольский, Фортунатов, 1950; Макеева, 1953; Потехина, 1960; Даирбаев, 1964; Галактионова, 1966, 1976; Коновалов, 1966; Нусенбаум, Лим, 1974; Павловская, Жолдасова, 1976; Лим, Нусенбаум, 1981; Митрофанов с соавт., 1988), причиной снижения уловов усача явилось гидромелиоративное строительство на реках бассейна. Вначале, из-за изменения режима рек (уменьшения объема стока, снижения скорости течения, увеличения прозрачности воды и т.п.) возросла частота случаев резорбции и атрофии половых продуктов. Большое количество молоди стало погибать в ирригационных системах, поскольку скат ее совпал по времени с забором вод на орошение полей.

Для сырдарьинской популяции, по данным Е.Л. Галактионовой (1969), изменение условий обитания в море вызвало характерные изменения биологических показателей аральского проходного усача в худшую сторону – омоложение стада, измельчание особей, медленный темп роста, уменьшение плодовитости, упитанности. Увеличилась численность самцов. Нерестовое стадо состояло почти целиком из пополнения. И, хотя усач освоил новые нерестилища ниже Кзыл-Ординского гидроузла (введен в эксплуатацию в 1957 г., численность покатной молоди сократилась в сотни раз.

После перекрытия Сырдарьи (Казалинская плотина 1969 г.) и Амударьи (Тахиаташский гидроузел 1974 г.) естественное размно-

Таблица 5.19

Упитанность ходового *Barbus brachycephalus brachycephalus* на Аральском море

| Район | 1958 | 1960 | 1961 | 1962 | 1963 | 1965 | 1967 | 1968 | 1969 | 1970 | 1971 | 1972 | 1973 | 1974 | Автор, год |
|-------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|---------------------|
| По Фультону | | | | | | | | | | | | | | | |
| Север | 1.50 | – | 1.32 | – | – | – | 1.35 | 1.58 | 1.53 | 1.46 | 1.20 | 1.40 | – | – | Маркова, 1975б |
| Юг | 1.50 | – | 1.70 | – | – | – | 1.37 | 1.51 | 1.43 | 1.55 | 1.56 | 1.42 | – | – | "то же" |
| Юг | – | 1.59 | – | 1.45 | 1.39 | 1.24 | – | – | – | – | 1.24 | 1.27 | 1.17 | 1.18 | Павловская, 1976 |
| По Кларк | | | | | | | | | | | | | | | |
| Север | – | – | 1.19 | – | – | – | 1.18 | 1.39 | 1.33 | 1.23 | 1.69 | 1.28 | – | – | Маркова, 1975б |
| Юг | – | – | 1.33 | – | – | – | 1.19 | 1.32 | 1.26 | 1.45 | 1.51 | 1.27 | – | – | "то же" |

жение проходного аральского усача было окончательно подорвано.

Снижение уловов усача в конце 60-х – начале 70-х годов и прекращение его промысла в 1978 г. произошло в годы, когда соленость воды еще не препятствовала обитанию взрослых особей в море.

5.1.12. *Barbus capito conocephalus* Kessler – туркестанский усач

Туркестанский усач обитает в водоемах бассейна Арала, в основном в равнинных участках рек Амударья, Сырдарья, Зеравшан и др. В Аральском море он ловился по северному, северо-восточному и западным побережьям, где всюду был редок (Никольский, 1940; Митрофанов с соавт., 1988).

В бассейне Арала туркестанский усач представлен жилыми и проходными формами. Последняя была довольно редка, в присутственных участках Амударьи отлавливалось ежегодно всего лишь несколько десятков туркестанских усачей (Тлеуов, Тлеубергенов, 1974).

Промыслового значения туркестанский усач в Аральском море из-за малочисленности не имел.

5.1.13. *Chalcalburnus chalcoides aralensis* (Berg) – аральская шемая

Аральская шемая обитает в низовьях рек Сырдарья и Амударья и бассейне реки Зеравшан. В Аральском море до 80-х годов обитала повсеместно (Маркун, 1935; Никольский, 1940; Иванова, 1966).

Длина тела шемаи в Аральском море достигала 33 см, масса – 430 г (Маркун, 1935).

Самцы шемаи в Аральском море достигали зрелости в двухлетнем, в массе в трехлетнем возрасте, самки соответственно на год позже (Маркун, 1935). По достижении половой зрелости шемая нерестилась ежегодно, на нерестилищах преобладали особи

нерестующие два и три раза, встречались особи с пятью нерестовыми отметками (по данным из: Ерекеев, 1966):

| | | | | | |
|-------------------------------|------|------|------|-----|-----|
| Количество нерестовых отметок | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Количество рыб, % | 17.7 | 45.0 | 30.6 | 5.2 | 1.5 |
| Число рыб | 81 | 204 | 140 | 24 | 5 |

Аральская шемая нерестилась в море, образуя нерестовые скопления. Нерестилища шемаи были разбросаны почти по всем побережьям. Основными нерестилищами являлись острова Возрождения, Лазарева, Толмачева, Меньшикова, южная часть полуострова Куланды (Маркун, 1935; Никольский, 1940; Ерекеев, 1965).

Преднерестовые скопления шемаи начинали формироваться сразу после вскрытия моря. Первые стайки шемаи появлялись на нерестилищах в середине – конце апреля, а массовый ход был на месяц позднее при температуре воды 18–19°. Нерест начинался при температуре воды 15° и продолжался до начала августа. Массовый нерест длился 2–3 недели. Икра откладывалась на каменисто-галечные, реже песчаные грунты, иногда – на подводные растения или плавающие куртины тростника. Развитие икры происходило в приклеенном к субстрату состоянии (Маркун, 1935; Иванова, 1966; Митрофанов с соавт., 1988).

В 30-е годы в Аральском море абсолютная индивидуальная плодовитость шемаи длиной 22–33 см была от 21.0 до 43.5 при средней – 34.7 тыс. икринок (Маркун, 1935); в конце 50-х годов она значительно увеличилась (табл. 5.20).

Интенсивный рост у аральской шемаи наблюдался в первые 3 года, а затем ослабевал. Линейный рост шемаи в Арале отличался стабильностью как в пространственном, так и во временном аспекте (табл. 5.21).

В Аральском море шемая достигала возраста 9 полных лет. В промысловых уловах она была представлена семью возрастными группами от 3+ до 9+, но преобладали 4-, 5- и 6-ти годовалые рыбы (табл. 5.22).

Питание аральской шемаи сильно зависело от района обитания и от конкретной пищевой обстановки. В отдельных пробах желудка могли быть заполнены или бокоплавами, или куколками

и имаго хирономид, или воздушными насекомыми (Панкратова, 1935; Никольский, 1940; Яблонская, 1960а; Андреев, Андреева, 1995а).

Таблица 5.20

Абсолютная индивидуальная плодовитость (АИП) *Chalcalburnus chalcoides aralensis* в Аральском море (по: Иванова, 1966), тыс. икринок

| Длина тела, см | АИП | | Число проанализированных рыб |
|-------------------|-----------|---------|------------------------------|
| | от – до | средняя | |
| 22–23 | 18.2–39.9 | 24.3 | 3 |
| 24 | 25.8–46.3 | 27.4 | 5 |
| 25 | 33.1–38.9 | 37.7 | 3 |
| 26 | 48.6–52.7 | 50.6 | 2 |
| 27 | 37.5–42.8 | 40.2 | 2 |
| 28–29 | 40.9–73.9 | 46.0 | 7 |

Таблица 5.21

Линейный рост *Chalcalburnus chalcoides aralensis* в Аральском море (обратное расчисление, числитель – самки, знаменатель – самцы, остальное – оба пола), см

| Год | l ₁ | l ₂ | l ₃ | l ₄ | l ₅ | l ₆ | l ₇ | l ₈ | l ₉ | Автор, год | |
|----------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|---------------|---------|
| Все море | | | | | | | | | | | |
| 1930– | <u>7.1</u> | <u>15.2</u> | <u>19.9</u> | <u>22.7</u> | <u>24.3</u> | <u>25.7</u> | <u>26.7</u> | <u>27.3</u> | <u>27.8</u> | Маркун, 1935 | |
| 1933 | 7.0 | 15.1 | 19.4 | 21.5 | 22.7 | 23.9 | – | – | – | | |
| Север | | | | | | | | | | | |
| 1953 | 6.8 | 12.5 | 17.0 | 20.1 | 23.0 | 24.0 | – | – | – | Иванова, 1966 | |
| 1954 | 6.5 | 11.5 | 15.6 | 19.5 | 22.5 | 24.5 | 26.5 | 27.5 | – | | "то же" |
| 1955 | 7.0 | 13.5 | 18.0 | 20.6 | 22.8 | 24.5 | 25.7 | 27.5 | – | | "то же" |
| 1956 | 7.8 | 14.9 | 19.0 | 21.4 | 22.9 | 24.7 | 25.9 | – | – | | "то же" |
| 1957 | 7.3 | 14.6 | 19.0 | 21.9 | 23.3 | 24.7 | 26.2 | 27.5 | – | | "то же" |
| 1958 | 8.0 | 15.3 | 19.3 | 21.7 | 23.5 | 24.9 | 26.0 | – | – | | "то же" |
| Юг | | | | | | | | | | | |
| 1953 | 7.1 | 13.3 | 17.5 | 20.6 | 23.7 | 25.0 | 27.0 | 29.0 | – | "то же" | |
| 1954 | 6.4 | 12.0 | 16.3 | 19.3 | 22.3 | 24.0 | 26.6 | 28.3 | – | "то же" | |
| 1955 | 7.9 | 15.0 | 18.9 | 21.1 | 22.7 | 24.6 | 25.8 | – | – | "то же" | |
| 1956 | 7.9 | 14.7 | 18.8 | 21.2 | 23.8 | 25.2 | 26.6 | – | – | "то же" | |
| 1957 | 7.9 | 14.6 | 18.9 | 21.1 | 22.2 | 22.8 | 26.0 | – | – | "то же" | |
| 1958 | 8.1 | 14.5 | 19.0 | 21.1 | 23.2 | 24.5 | 25.8 | – | – | "то же" | |

Таблица 5.22

**Возрастной состав *Chalcalburnus chalcoides aralensis* в
промысловых уловах на Аральском море (по: Ерекеев, 1966), %**

| Год | Возраст, лет | | | | | | |
|-------------------------------|--------------|-------------|-------------|-------------|------------|------------|-------|
| | 3+ | 4+ | 5+ | 6+ | 7+ | 8+ | 9+ |
| Север моря (м. Изенды) | | | | | | | |
| 1954 | <u>8.6</u> | 31.5 | 35.8 | 19.4 | 3.6 | 1.1 | – |
| 1955 | (9.5) | <u>36.4</u> | 33.0 | 15.3 | 4.8 | 0.6 | 0.4 |
| 1956 | 2.3 | (37.1) | <u>50.0</u> | 8.4 | 2.0 | 2.0 | – |
| 1957 | 3.2 | 10.9 | (48.7) | <u>33.8</u> | 2.0 | 1.0 | 0.2 |
| 1958 | [6.5] | 17.3 | 30.5 | (41.6) | <u>3.6</u> | 0.5 | – |
| 1959 | 4.5 | [41.5] | 32.0 | 10.5 | (8.5) | <u>2.0</u> | 1.0 |
| 1960 | 5.0 | 30.0 | [33.5] | 25.5 | 5.5 | (0.5) | – |
| 1961 | {10.5} | 24.0 | 29.0 | [31.0] | 5.0 | – | (0.5) |
| 1962 | 3.2 | {45.2} | 35.3 | 10.0 | [4.6] | 1.3 | 0.4 |
| 1963 | 0.3 | 8.3 | {61.0} | 26.0 | 3.4 | [0.9] | – |
| Юг моря (о. Лазарева) | | | | | | | |
| 1954 | <u>9.1</u> | 33.9 | 28.8 | 15.9 | 8.3 | 3.9 | 0.1 |
| 1955 | (9.6) | <u>33.2</u> | 29.4 | 17.7 | 7.8 | 2.3 | – |
| 1956 | 3.3 | (39.3) | <u>44.8</u> | 10.2 | 1.7 | 0.7 | 0.1 |
| 1957 | 2.0 | 19.3 | (55.6) | <u>22.0</u> | 1.1 | – | – |
| 1958 | [6.3] | 10.0 | 33.7 | (40.6) | <u>9.5</u> | 0.1 | – |
| 1959 | 5.0 | [57.5] | 32.0 | 3.5 | (2.0) | – | – |
| 1960 | 5.5 | 30.0 | [32.5] | 22.0 | 8.0 | (2.0) | – |
| 1961 | {6.0} | 19.0 | 37.5 | [29.5] | 6.0 | 1.5 | (0.5) |
| 1962 | 2.5 | {54.9} | 28.2 | 4.6 | [9.8] | – | – |
| 1963 | 0.4 | 1.2 | {61.2} | 21.2 | 3.6 | [2.4] | – |

Примечание: урожайные поколения выделены: 1951 г. – подчеркнуты; 1952 г. – круглые, 1955 г. – квадратные, 1958 г. – фигурные скобки.

Наиболее упитана шемая была осенью (Никольский, 1940):

| Месяц | V | VI | VII | VIII | IX | X |
|--------------------------|------|------|------|------|------|------|
| Упитанность: по Фультону | 1.37 | 1.38 | 1.36 | – | 1.43 | 1.48 |
| по Кларк | 1.17 | 1.23 | 1.18 | – | 1.30 | 1.32 |

Промысловый лов шемаи в Аральском море начался позднее других видов рыб в 1927 г. (Никольский, 1940). Анализируя динамику вылова шемаи за 1928–1947 гг., М.А. Фортунатов с соавторами (1950) показали, что шемая занимала в промысле четвер-

тое место после леща, сазана и плотвы. Ее лов был сосредоточен на нерестилищах островов открытой части моря и северного побережья, при этом многие участки по западному и восточному побережью не облавливались совсем.

Если не считать 1937–1938 гг., когда запрещался лов рыбы вокруг о. Возрождения, то уловы шемаи до 60-х годов, обычно, превышали 1.4 тыс. т, максимальный вылов 2.6 тыс. т был в 1941 г. (Каженбаев, Ньюжгиров, 1968).

Падение численности шемаи началось одновременно со снижением уровня моря и повышением солености воды, но повинны в этом были вселенные рыбы планктонофаги. Жизненный цикл шемаи проходил полностью в море и развитие ее молоди определялось наличием зоопланктона, поэтому появление новых потребителей планктона оказалось катастрофой.

Последнее урожайное поколение шемаи было перед вспышкой численности вселенцев в 1958 г. и после его вылова в 1961–1964 гг. (см. табл. 5.22, табл. 5.23), шемая стала второстепенным промысловым видом, а затем, когда соленость воды достигла 14–16 ‰, и выпала из фауны моря.

Таблица 5.23

Уловы *Chalcalburnus chalcoides aralensis* по Аральскому морю (1957–1965 гг. по: Каженбаев, Ньюжгиров, 1968; 1966–1972 гг. по: Улов ..., 1973), т

| Год | Улов | Год | Улов | Год | Улов | Год | Улов |
|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 1957 | 2080 | 1961 | 420 | 1965 | 230 | 1969 | 90 |
| 1958 | 1390 | 1962 | 730 | 1966 | 390 | 1970 | 30 |
| 1959 | 1330 | 1963 | 610 | 1967 | 140 | 1971 | 10 |
| 1960 | 1000 | 1964 | 380 | 1968 | 120 | 1972 | 10 |

5.1.14. *Abramis brama orientalis* Berg – лещ восточный

Подвид, до начала акклиматизационных работ, обитал только в водоемах бассейнов Каспийского и Аральского морей. С конца 50-х годов был широко расселен по Казахстану и ныне встречается во всех основных рыбопромысловых водоемах республики (Берг, 1949; Митрофанов с соавт., 1988). В Аральском море лещ

встречался повсюду, за исключением западной глубоководной впадины (Никольский, 1940).

Поскольку лещ был основной рыбопромысловой рыбой на Аральском море, то изучению различных аспектов его биологии посвящено много работ (Кагановский, 1927; Маркун, 1929; Никольский, 1940; Бервальд, 1950, 1956, 1961, 1964; Морозова, 1952; Гостеева, 1957; Маркова, 1961б, 1964б, 1970; Туремуратов, 1966; Кунин, Дорошев, 1968; Борисов, Дорошев, 1970; и др.).

Максимальный возраст леща на Аральском море доходил до 16 лет (Бервальд, 1964; Тлеуов, Тлеубергенов, 1974). Половозрелым лещ становился на 3–5 году (Никольский, 1940; Маркова, 1970). В нерестовых стадах преобладали особи от 4+ до 6+ (табл. 5.24). С середины 60-х годов началось резкое омоложение стада леща на юге моря, там перестали встречаться особи старше 8 лет (Баймов, 1968а; Аденбаев, Тлеуов, 1972).

В начале 60-х годов в нерестовом стаде на севере Аральского моря резко уменьшилось число впервые нерестующих рыб (табл. 5.25). Снижение числа впервые нерестующих рыб совпало по времени с достижением половозрелости поколениями, появившимися в период вспышки численности сорных рыб: атерины и нескольких видов бычков. Очевидно, внедрение в экосистему моря большого количества новых потребителей резко ухудшило обеспеченность кормом личинок и молоди леща и привело к большой смертности леща на ранних стадиях развития. Другими причинами объяснить такие разительные перемены, при еще стабильном режиме моря, в соотношении пополнения и остатка (табл. 5.26) не представляется возможным.

В Аральском море лещ нерестился в широком диапазоне солёности. Основные нерестилища леща располагались в более или менее опресненных участках моря, частично лещ заходил для нереста в низовья рек, но существовали и отдельные стада леща постоянно размножавшиеся при солёности открытого моря (10.2 ‰) у полуострова Куланды, о. Возрождения и др.

Вопрос об эффективности и относительном значении нереста аральского леща при различной солёности широко дебатировался

Таблица 5.24

Возрастной состав нерестового *Abramis brama orientalis* Аральского моря, %

| Район | Год | Возраст, полных лет | | | | | | | | | | | | | Автор, год |
|-------|------|---------------------|------|------|------|------|------|-----|-----|-----|-----|------|-----|-----|------------------------------|
| | | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | |
| Юг | 1925 | – | – | 13.2 | 30.8 | 30.4 | 15.2 | 5.7 | 2.6 | 1.1 | 0.4 | 0.5 | – | 0.4 | Кагановский, 1927 |
| Юг | 1927 | – | 2.7 | 31.5 | 41.9 | 11.0 | 4.8 | 3.6 | 2.9 | 1.3 | – | – | – | – | Маркун, 1929 |
| – | 30-е | 1.6 | 15.1 | 24.1 | 28.6 | 18.2 | 10.2 | 1.1 | 0.5 | – | 0.6 | – | – | – | Никольский, 1940 |
| Юг | 1939 | – | 5.5 | 52.9 | 36.7 | 4.5 | 0.3 | 0.1 | – | – | – | – | – | – | Фортунатов с соавт., 1950 |
| Юг | 1944 | – | 7.5 | 37.0 | 43.0 | 9.0 | 2.0 | 1.5 | 1.0 | – | – | – | – | – | "то же" |
| Юг | 1947 | – | – | 2.0 | 56.3 | 31.7 | 7.9 | 1.5 | 0.3 | 0.3 | – | – | – | – | "то же" |
| Север | 1939 | – | 2.4 | 20.9 | 57.2 | 18.0 | 1.1 | 0.1 | – | – | – | – | – | – | Маркова, 1970 |
| Север | 1958 | – | 13.5 | 48.7 | 29.2 | 7.2 | 0.7 | – | – | – | – | – | – | – | "то же" |
| Север | 1960 | 0.8 | 9.0 | 39.2 | 33.6 | 12.5 | 1.7 | 1.2 | 1.2 | 0.5 | 0.1 | – | 0.1 | 0.1 | "то же" |
| Север | 1962 | – | 1.3 | 16.8 | 44.3 | 23.6 | 7.9 | 4.8 | 1.3 | – | – | <0.1 | – | – | "то же" |
| Север | 1965 | 1.2 | 7.0 | 8.3 | 27.6 | 45.3 | 8.3 | 1.4 | 0.7 | 0.1 | 0.1 | – | – | – | "то же" |

Таблица 5.25

Соотношение производителей *Abramis brama orientalis* в нерестовом стаде по числу нерестовых отметок на севере Аральского моря (по: Маркова, 1970), %

| Число нерестовых отметок (НМ) | 1958 | 1959 | 1960 | 1961 | 1962 | 1963 | 1964 | 1965 |
|-------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Без НМ | 39.2 | 18.5 | 29.2 | 12.8 | 6.2 | 1.8 | 2.5 | 1.2 |
| Одна | 43.5 | 52.5 | 31.6 | 50.0 | 40.0 | 23.8 | 14.7 | 5.1 |
| Две | 16.5 | 29.0 | 25.8 | 27.8 | 44.0 | 45.5 | 57.4 | 39.0 |
| Три | – | – | 4.1 | 8.8 | 8.4 | 21.6 | 21.3 | 49.3 |
| Четыре | – | – | 4.1 | – | 1.1 | 7.3 | 4.1 | 5.1 |
| Более четырех | – | – | – | – | 0.3 | – | – | 0.3 |

Таблица 5.26

Соотношение пополнения и остатка стада *Abramis brama orientalis* северной части Аральского моря, % (по: Маркова, 1970)

| Год | Пополнение | Остаток | Год | Пополнение | Остаток |
|------|------------|---------|------|------------|---------|
| 1958 | 39.5 | 60.5 | 1962 | 6.2 | 93.8 |
| 1959 | 19.0 | 81.0 | 1963 | 8.0 | 92.0 |
| 1960 | 29.0 | 71.0 | 1964 | 2.0 | 98.0 |
| 1961 | 22.8 | 77.2 | 1965 | 3.0 | 97.0 |

в 40–50-х годах (Никольский, 1944; Никольский, Морозова, 1946; Никольский, Фортунатов, 1950; Бервальд, 1950; Коновалов, 1950; Коновалов, Коновалова, 1952; Гостеева, 1957; и др.). Было признано, что нерест в опресненной воде значительно эффективнее, чем в воде, имеющей соленость открытого моря. Причины этого, скорее всего, лежали не в прямом отрицательном воздействии солености на развитие икры и личинок [об этом свидетельствуют хорошо поставленные опыты М.Н. Гостеевой (1957) и С.И. Дорошева (1964в)], а в низкой кормовой обеспеченности молоди леща в море, не позволявшей постоянно размножавшимся при солености открытого моря стадам леща достигать высокой численности.

Абсолютная индивидуальная плодовитость аральского леща в 30-е годы была от 92.0 до 338.5 тыс. икринок, в среднем 288.0 тыс. икринок (Никольский, 1940). В конце 50-х начале 60-х годов состояние нерестового стада леща на севере моря было подробно исследовано Е.Л. Марковой (1970). По ее данным средняя плодот-

вительность была ниже, чем в 30-е годы (табл. 5.27). Наибольшая средняя плодовитость была в 1960 г. – 235.7 тыс. икринок. Минимальные средние показатели плодовитости были в 1964 и 1965 гг. – 134.3 тыс. икринок. Еще более низкие данные по плодовитости леща приводятся для юга Арала в 1978 г. При длине производителей от 22 до 41.5 см, массе 340–700 г плодовитость колебалась от 29.1 до 219.4, в среднем всего 97.9 тыс. икринок (Шаметеев, 1981). Снижение средней плодовитости леща Е.Л. Маркова (1970) связывала с ухудшением условий его существования.

Таблица 5.27

Абсолютная индивидуальная плодовитость (АИП) и средние длина и масса самок *Abramis brama orientalis* на севере Аральского моря (по: Маркова, 1970)

| Год | Средние | | АИП, икринок | |
|------|-----------|----------|--------------|---------|
| | длина, см | масса, г | от — до | средняя |
| 1957 | — | — | 66720–371100 | 227420 |
| 1958 | 30.2 | 698.8 | 47710–452016 | 186405 |
| 1959 | 30.9 | 581.0 | 61914–702839 | 188289 |
| 1960 | 29.6 | 700.3 | 42196–702839 | 235771 |
| 1961 | 30.3 | 650.0 | 68310–443486 | 220809 |
| 1962 | 31.5 | 774.2 | 45480–288405 | 195957 |
| 1963 | 29.8 | 600.0 | 76095–670500 | 193904 |
| 1964 | 29.3 | 580.0 | 47125–222846 | 134329 |
| 1965 | 29.1 | 605.0 | 42084–320565 | 134417 |

Нерест леща на Аральском море был растянутый. На юге моря массовый нерест леща проходил с конца апреля до конца июля (Глеуов, Тлеубергенов, 1974). На севере моря в конце 40-х годов первый недружный нерест начинался в конце апреля, а массовый — 8–12 мая при температуре воды 16–17°. Второй массовый нерест проходил 20–25 мая при температуре воды 20–22°. Третий — 30 мая — 5 июня и последний, значительный нерест, начался 11 июня (Бервальд, 1950). Отдельные косяки подходили для нереста до середины августа (Никольский, 1940). Нерестился лещ на наплава (оторванная от корней водная растительность, собранная в полосы средней шириной 2–5 м и толщиной 0.05–0.25 м) или на мягкую водную растительность, в основном, уруть. На 1 м² откладывалось 1000–2000 икринок (Бервальд, 1950; Гостеева, 1957).

В Аральском море встречались особи леща как с единовременным, так и с порционным нерестом (Маркова, 1961б; Пирниязов, 1976). При этом весной 1958 г. на одном из пресноводных нерестилищ в дельте р. Сырдарьи было отмечено, что порционное икрометание имели в основном лещи первого подхода (Маркова, 1961б).

Развитие икры проходило в течение 3 суток (Никольский, 1940; Гостеева, 1957). Первые 10–15 дней молодь леща держалась под наплавами крупными стайками, где находила себе достаточно пищи и защиту. В возрасте 20 дней молодь леща достигала длины 15–20 мм и начинала держаться небольшими стайками по 10–20 экземпляров среди прогалин тростника и зарослей урути на небольших защищенных от ветра плесах (Бервальд, 1950).

В конце августа молодь, достигшая размеров не менее 35 мм, активно скатывалась в море, в уловах преобладали особи длиной 4.0–6.0 см (по: Бервальд, 1950):

| | | | | | | | | | | | | |
|-----------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Длина, см | 3.5 | 4.0 | 4.5 | 5.0 | 5.5 | 6.0 | 6.5 | 7.0 | 7.5 | 8.0 | 8.5 | 9.0 |
| Число рыб | 6 | 24 | 26 | 11 | 10 | 4 | 4 | 2 | 3 | 1 | 2 | |

Молодь не достигшая к осени длины 4–6 см оставалась зимовать на нерестилищах и только на другой год скатывалась в море (Бервальд, 1950).

В море наибольшие скопления молоди леща отмечались в районах, прилегающих к дельтам рек. В период вспышки численности аутоакклиматизантов отмечено резкое снижение численности молоди леща. Так, если в 1959 г. на одну волокушу приходилось в среднем 153, то в 1960 г. – 39.5, а в 1961 г. – 11.6 сеголеток леща (Маркова, 1964а).

Аральский лещ отличался хорошим ростом. Наиболее интенсивный линейный рост был в течение первых 3–4 лет, с наибольшим приростом первого года до 12.3–15.0 см, второго – 7.3, третьего – 6.4, четвертого 4.2 см (табл. 5.28). В последующие годы прирост леща редко превышал 2 см.

Половых отличий в темпе роста не наблюдалось в течение двух лет, с третьего года жизни самцы начинали заметно отставать (Маркун, 1929; Никольский, 1940).

Таблица 5.28

Линейный рост *Abramis brama orientalis* на Аральском море (обратное расчисление), см

| Район, год | l ₁ | l ₂ | l ₃ | l ₄ | l ₅ | l ₆ | l ₇ | l ₈ | l ₉ | Автор, год | |
|---------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|------------|-----------------------------------|
| Морская форма | | | | | | | | | | | |
| Юг | 1925 | 11.0 | 18.8 | 25.7 | 30.4 | 33.2 | 35.1 | 36.7 | 37.0 | 38.5 | Кагановский, 1927 Маркун, 1929 |
| Юг | 1927: | | | | | | | | | | |
| | самки | 12.3 | 19.4 | 26.0 | 30.2 | 33.2 | 35.4 | 36.9 | 38.2 | – | |
| | самцы | 12.3 | 19.5 | 25.2 | 28.9 | 31.8 | – | – | – | – | |
| – | 1940 | 9.1 | 15.9 | 22.2 | 27.2 | 30.2 | 31.5 | – | – | – | Морозова, 1952 |
| – | 1948 | 9.1 | 15.4 | 21.2 | 26.5 | 30.5 | 32.4 | 34.8 | – | – | Бервальд, 1961 |
| Юг | 50–е | 9.3 | 16.6 | 22.0 | 26.0 | 29.7 | 32.4 | 34.7 | 36.8 | 39.5 | Маркова, 1961б |
| Юг | 1962 | 8.3 | 15.1 | 21.1 | 25.0 | 27.2 | 29.2 | 32.5 | – | – | Кунин, Дорошев, 1968 |
| Юг | 1964: | | | | | | | | | | Туремуратов, 1966 |
| | мыс Аккала | 9.0 | 13.4 | 19.6 | 24.2 | 26.0 | 29.2 | – | – | – | |
| | мыс Узункаир | 15.0 | 20.3 | 24.5 | 27.3 | – | – | – | – | – | |
| – | 1968 | 7.0 | 12.2 | 17.1 | 21.2 | 23.6 | 25.9 | – | – | – | Борисов, Дорошев, 1970 |
| Север | 50–е | 9.3 | 16.1 | 23.2 | 27.2 | 29.8 | 31.8 | 35.5 | 37.4 | 39.3 | Маркова, 1961б |
| Север | 1958 | 11.0 | 17.9 | 23.4 | 27.3 | 30.0 | 32.3 | 34.5 | 36.4 | – | Маркова, 1970 |
| Север | 1959 | 9.7 | 16.4 | 22.6 | 26.8 | 29.8 | 31.9 | 34.0 | 36.7 | 36.8 | "то же" |

Продолжение табл. 5.28

| Район, год | | l ₁ | l ₂ | l ₃ | l ₄ | l ₅ | l ₆ | l ₇ | l ₈ | l ₉ | Автор, год |
|-----------------|------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|-----------------------|
| Север | 1960 | 8.9 | 14.8 | 20.7 | 26.0 | 28.3 | 30.6 | 32.5 | – | – | "то же" |
| Север | 1961 | 9.0 | 15.1 | 20.5 | 25.3 | 27.8 | 29.8 | 32.0 | 35.4 | – | "то же" |
| Север | 1962 | 9.3 | 15.5 | 20.5 | 24.9 | 27.8 | 30.5 | 32.7 | 32.8 | – | "то же" |
| Север | 1963 | 9.0 | 14.3 | 19.2 | 23.5 | 27.2 | 30.2 | 32.7 | 34.6 | – | "то же" |
| Север | 1964 | 9.1 | 14.0 | 19.2 | 23.2 | 26.5 | 27.2 | 31.5 | 34.6 | – | "то же" |
| Север | 1965 | 7.6 | 12.4 | 17.8 | 21.6 | 25.6 | 28.3 | 29.7 | 30.1 | – | "то же" |
| Камышовая форма | | | | | | | | | | | |
| | 1940 | 5.6 | 10.9 | 15.9 | 19.9 | 22.7 | 25.9 | – | – | – | Морозова, 1952 |
| Юг | 1962 | 6.6 | 11.0 | 14.9 | 17.0 | 18.0 | – | – | – | – | Кунин, Дорoshев, 1968 |

В результате вселения в конце 50-х годов салаки и аутоакклиматизантов и вызванного ими, а затем, и в результате осолонения моря резкого снижения биомассы зоопланктона и зообентоса ухудшился темп роста леща. Если до 60-х годов лещ к 6–7 годам достигал длины 31.4–36.9 см и массы 1 кг, то в 60-х годах даже рыбы более старших возрастов не достигали длины 35 см.

Еще Г.В. Никольский (1940) заметил, что прирост первого года аральского леща не отличался от такового леща из других водоемов. Объяснялось это схожим количественным развитием зоопланктона – основной пищи молоди леща – в дельтовых участках и озерах низовьев впадающих в море рек и в сравниваемых водоемах. Только с третьего года на богатой кормовой базе открытого моря аральский лещ обгонял в росте лещей из других водоемов.

В 60-е годы прирост первого года, по сравнению с предшествующими годами изменился слабо. Это связано с тем, что по мере внедрения на морские нерестилища сорных рыб и осолонения воды все большее значение в пополнении стада леща Аральского моря приобретали рыбы нерестившиеся в низовьях рек, где кормовая база не изменилась. Попадая в море, где кормовая база претерпела резкие изменения в сторону ухудшения, лещ старших возрастов стал значительно недобирать в длине и массе (см. табл. 5.28, табл. 5.29). По темпу роста морской лещ в конце 60-х годов приблизился к камышовой форме.

До начала резких изменений в фауне и режиме Аральского моря в уловах встречались лещи с длиной тела до 50 см и массой до 3.5 кг (Маркова, 1961б; Бервальд, 1964). По мере развития промысла и ухудшения условий обитания средние размеры и масса леща снижались. Так, Э.А. Бервальд (1961), анализируя промысел леща, считал, что в первый период развития промысла средняя масса добываемых лещей превышала 1 кг, в 30–40-х годах средняя масса снизилась до 650 г. В 1963 г. средняя длина и масса производителей были уже 29.3 см и 579 г., а в начале 70-х годов – всего лишь 25.5 см и 392 г (Маркова, 1972а). На юге моря средняя масса добываемого в 1971 г. леща составила только 379 г (Аденбаев, 1978).

Таблица 5.29

Рост массы тела *Abramis brama orientalis* в Аральском море, г

| Год | Возраст, лет | | | | | | | | Автор, год |
|------|--------------|-----|-----|-----|-----|-----|------|------|------------------------|
| | 1+ | 2+ | 3+ | 4+ | 5+ | 6+ | 7+ | 8+ | |
| 30-е | 85 | 150 | 275 | 432 | 629 | 714 | 1094 | – | Никольский, 1940 |
| 40-е | – | 175 | 390 | 575 | 720 | 910 | 1080 | 1300 | Бервальд, 1956 |
| 1970 | – | 86 | 127 | 221 | 305 | 395 | 510 | – | Борисов, Дорошев, 1970 |

В Аральском море молодь леща начинала питаться планктоном, а после достижения длины 2 см переходила на питание бентосом (Панкратова, 1935; Никольский, 1940). Уже в августе-октябре доля донных организмов (личинки насекомых, остракоды) в пищевом комке молоди леща превышала 80–90 % (Яблонская, 1960а). В середине 70-х годов молодь леща перешла на питание акклиматизированным червем nereisом и гарпактицидами (табл. 5.30).

Таблица 5.30

Питание молоди *Abramis brama orientalis* из приустьевого района Амударьи в августе 1978 г. (по: Андреев, Андреева, 1995а)

| Абсолютная длина, мм | Общий индекс наполнения, ‰ | Состав пищевого комка, % по массе | | | | | n |
|----------------------|----------------------------|-----------------------------------|--------|------------|------------|--------------|---|
| | | Harpacticoida | Nereis | Calanipeda | Cyclopoida | Chironomidae | |
| 45 | 33.1 | – | 100.0 | – | – | – | 1 |
| 52 | 26.5 | 44.5 | 55.5 | – | – | – | 2 |
| 55 | 30.8 | 42.5 | 57.5 | – | – | – | 3 |
| 60 | 36.0 | 55.5 | – | 1.3 | 1.3 | 41.9 | 1 |
| 62 | 23.8 | 21.1 | 78.9 | – | – | – | 1 |
| 95 | 104.8 | – | 99.4 | 0.4 | 0.2 | – | 1 |

Примечание: n – число проанализированных желудков.

До зарегулирования стока рек и акклиматизационных работ в питании взрослого леща, в зависимости от времени года и района сборов, преобладали личинки хирономид, бокоплавов, моллюски дрейссена и гипанис (Панкратова, 1935; Никольский, 1940; Яблонская, 1960а, б). В мае 1976 г. основу питания леща составляли акклиматизанты синдосмия (61.5 % от массы пищевого комка) и nereis (32.1 %) (Андреев, Андреева, 1995а).

Э.А. Бервальд (1956, 1961, 1964) считал, что только крупный лещ мог осваивать кормовую базу центральной котловины моря с глубинами более 20 м.

Коэффициент упитанности по Фультону сеголеток леща в 1958–1960 гг. в прибрежной зоне был на севере моря равен 1.42, а на юге 1.82, в то время как в более глубоких участках он практически не отличался, соответственно 1.52 и 1.54 (Маркова, 1964а).

По данным Г.В. Никольского (1940), лещ в Аральском море был наиболее упитан с августа по ноябрь:

| Месяц | V | VI | VII | VIII | IX | X | XI |
|--------------------------|------|------|------|------|------|------|------|
| Упитанность: по Фультону | 2.24 | 2.25 | 2.28 | 2.25 | 2.30 | 2.35 | 2.42 |
| по Кларк | 1.94 | 1.99 | 2.00 | 2.09 | 2.15 | 2.04 | 2.04 |

В 1968 г. коэффициент упитанности леща по Кларк был несколько ниже, чем в 30-е годы. Так в июне он составил 1.81, в сентябре – 1.93 (Борисов, Дорошев, 1970). В середине 70-х годов упитанность леща на юге Арала в мае – июне была еще ниже, средний коэффициент упитанности у самок был по Фультону 2.13, по Кларк 1.69, у самцов соответственно 1.83 и 1.63 (Барханскова, 1976).

Лещ в Аральском море был основной промысловой рыбой. В период с 1929 по 1960 гг. уловы леща колебались от 7.0 до 18.1 тыс. т, что составляло от 29.3 до 48.9 % от общей добычи рыбы на Арале, средняя за этот период была 36.8 %. Падение численности леща происходило быстрыми темпами, так с 1960 по 1967 гг. его уловы снизились в 12 раз, после чего стабилизировались на уровне 1 тыс. т (табл. 5.31). В конце 70-х годов соленость воды достигла пределов, при которых возможно существование этого вида, и лещ перестал встречаться в Арале.

Резкое снижение уловов леща в 1965 и 1966 гг., в годы, когда промысел должен был базироваться на поколениях 1959–1962 гг., наталкивает на мысль об ухудшении условий воспроизводства леща в эти годы. При этом главенствующую роль следует, очевидно, отнести не абиотическим, а биотическим факторам. Именно в эти годы была вспышка численности салаки и аутоакклиматизантов: бычков и атерины. Вероятно, появление огромного ко-

личества новых потребителей привело к ухудшению обеспеченности пищей леща на ранних стадиях развития и резко снизило эффективность воспроизводства на его основных нерестилищах.

Таблица 5.31

Уловы *Abramis brama orientalis* по Аральскому морю, тыс. т (1960–1965 гг. по: Каженбаев, Ньюжиров, 1968; 1966–1969 гг. по: Уловы ..., 1973; 1970–1980 гг. по: Митрофанов с соавт., 1992)

| Год | Улов | Год | Улов | Год | Улов | Год | Улов | Год | Улов |
|------|-------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 1960 | 13.00 | 1964 | 7.06 | 1969 | 1.09 | 1973 | 0.99 | 1977 | 1.35 |
| 1961 | 9.68 | 1965 | 3.23 | 1970 | 1.10 | 1974 | 1.18 | 1978 | 0.52 |
| 1962 | 9.09 | 1966 | 1.41 | 1971 | 0.89 | 1975 | 1.06 | 1979 | 0.07 |
| 1963 | 9.12 | 1967 | 1.25 | 1972 | 0.82 | 1976 | 2.00 | 1980 | – |

5.1.15. *Abramis sapa aralensis* Тиаркин – аральская белоглазка

Подвид населяет только бассейн Аральского моря. По Амударье поднималась до Питняка, по Сырдарье до Карадарьи. В море встречалась повсеместно (Никольский, 1940). Образует полупроходную и жилую формы.

Аральская белоглазка в море не нерестилась. По достижении половой зрелости, обычно на 4-м году жизни (Никольский, 1940; Летичевский, 1946; Тлеуов, 1963), белоглазка поднималась в реки на нерест. Биологию белоглазки в речной период жизни изучал Р. Тлеуов (1963, 1966). По его данным, на юге моря нерестовый ход начинался в ноябре при температуре воды около +5° и заканчивался в марте. Нерест проходил в конце марта – апреле. Оптимальная температура для нереста 11.8–15.8°. В размножении участвовали, в основном, пятилетние самцы и шестилетние самки. Нерест единовременный, икра откладывалась на течении на отмытые корни тростника и других водных растений, на каменистые и на песчано-глинистые грунты; икра клейкая. Продолжительность инкубационного периода была 6–8 суток. Желточный мешок рассасывался на 7–8 сутки. Личинки белоглазки после выклева сейчас же скатывались вниз по течению рек. Дружный скат личинок в нижней части дельты Амударьи в 1961 г. наблюдался в середине апреля.

В устье Амударьи личинки белоглазки отмечались в конце апреля – начале мая. Личинки держались по всем опресненным заливам среди водной растительности в мутной воде дельтовых протоков и главном русле Амударьи. Во второй декаде мая в начале 60-х годов белоглазка составляла около 85 % от всей выловленной молоди (Тлеуов, 1963). В зоне влияния пресных вод белоглазка держалась до достижения половозрелости, в открытом море особой моложе 3-х летнего возраста ловилось очень мало (Никольский, 1940).

Абсолютная индивидуальная плодовитость белоглазки в 40-х и начале 60-х годов у одноразмерных рыб была практически одинакова, минимальная плодовитость – 5.7, максимальная – 41.7 тыс. икринок. По мере увеличения размера рыб наблюдалось увеличение плодовитости (табл. 5.32).

Таблица 5.32

Абсолютная индивидуальная плодовитость (АИП) *Abramis sapa aralensis* на юге Аральского моря, тыс. икринок

| По: Летичевский, 1946 | | | По: Тлеуов, 1964 | | |
|-----------------------|-----------|---------|------------------|-----------|---------|
| Длина тела, см | АИП | | Длина тела, см | АИП | |
| | от – до | средняя | | от – до | средняя |
| 21–23 | 11.2–12.7 | 12.1 | 17–20 | 5.7–7.9 | 6.8 |
| 24–26 | 12.5–28.9 | 19.1 | 21–25 | 10.0–25.3 | 20.0 |
| 27–29 | 14.7–39.6 | 27.1 | 26–31 | 16.7–37.3 | 25.9 |
| 30–32 | 31.4–41.7 | 37.6 | | | |

В нерестовых косяках преобладали рыбы в возрасте от 4 до 6 лет, существенной разницы в возрастном составе нерестовых скоплений на севере и юге Арала не отмечалось (табл. 5.33).

Предельный возраст для аральской белоглазки – 8+ (Тлеуов, 1966).

В летнее время в траловых уловах вдали от берега средний размер белоглазки был около 24 см, а масса около 270 г (Никольский, 1940). Предельные размеры аральской белоглазки 31 см, масса 600 г (Тлеуов, Тлеубергенов, 1974).

Рост белоглазки в Аральском море был хорошим. Сеголетки белоглазки отловленные в устье Сырдарьи в 1935 г. имели 12 ию-

ля длину 35.8 мм, 8 августа – 52.5 мм (Никольский, 1940). Самцы старших возрастов росли несколько хуже самок (табл. 5.34).

Таблица 5.33

Возрастной состав нерестовой *Abramis sapa aralensis* в Аральском море, %

| Район | Пол | Возраст, полных лет | | | | | Средний возраст | Автор, год |
|-----------|-------|---------------------|-------|-------|-------|-------|-----------------|------------------|
| | | 2-3 | 4 | 5 | 6 | 7 | | |
| Север | самки | – | 31.67 | 38.33 | 16.33 | 11.67 | 4.9 | Никольский, 1940 |
| | самцы | – | 21.74 | 45.65 | 21.74 | 10.87 | 5.1 | |
| | оба | 7.02 | 25.43 | 38.60 | 18.42 | 10.52 | 5.0 | |
| Юг | самки | 3.07 | 14.72 | 48.47 | 33.13 | 0.61 | 5.1 | "то же" |
| | самцы | 4.48 | 24.36 | 54.49 | 16.67 | – | 4.8 | |
| | оба | 3.76 | 19.43 | 51.44 | 25.08 | 0.31 | 5.0 | |
| Аму-дарья | самки | 2.4 | 4.9 | 47.5 | 36.7 | 8.5 | – | Тлеуов, 1966 |
| | самцы | 20.0 | 47.7 | 27.7 | 4.6 | – | – | |
| | оба | 8.4 | 19.6 | 40.6 | 26.0 | 5.4 | – | |
| | пола | | | | | | | |

Таблица 5.34

Линейный рост *Abramis sapa aralensis* в Аральском море (обратное расчисление; по: Никольский, 1940), см

| Пол | l ₁ | l ₂ | l ₃ | l ₄ | l ₅ | l ₆ | l ₇ |
|-------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| Самки | 8.0 | 12.4 | 16.2 | 19.5 | 23.5 | 26.4 | 29.2 |
| Самцы | 8.4 | 12.0 | 16.3 | 19.3 | 22.8 | 25.9 | 28.3 |
| Оба | 8.2 | 12.2 | 16.3 | 19.4 | 23.2 | 26.1 | 28.7 |
| пола | | | | | | | |

По данным В.Я. Панкратовой (1935) и Г.В. Никольского (1940), аральская белоглазка питалась в море в основном животной пищей, среди которой преобладали *Dikerogammarus*, *Ostgacoda*, *Hypanis*, *Dreissena*, личинки хирономид. В приустьевых районах и после штормов белоглазка потребляла в незначительном количестве и водоросли. По данным Е.А. Яблонской (1960а), как в прибрежных, так и в открытом море более 97 % питания белоглазки составляли личинки хирономид.

Упитанность белоглазки в Аральском море была подвержена сезонным колебаниям: наименее упитанна она была в мае, наиболее – в ноябре. Коэффициент упитанности изменялся в мае–ноябре: по Фультону 1.74–2.00, по Кларк 1.59–1.86 (Никольский, 1940).

Белоглазка, как объект промысла, на Аральском море была второстепенным видом и, в основном, отдельно не учитывалась, а проходила по рубрике “мелочь”.

За период 1938–1946 гг. белоглазка от общего улова составляла на севере 0.2 %, на юге – 1.6, в целом по морю – 1.1 %. Ее уловы с 658 т в 1938 г. снизились к 1946 г. до 126 т (Фортунатов с соавт., 1950). По Муйнакскому рыбокомбинату, где осуществлялся основной промысел белоглазки, в 1947–1961 гг. ее уловы колебались от 60 до 345 т. (Глеуов, 1966). В дальнейшем статистические сведения по уловам отсутствуют.

Для белоглазки, как и других видов рыб, чье размножение было связано с реками, последствия зарегулирования стока оказались катастрофическими. Численность ее стала быстро снижаться и в конце 70-х годов автору доводилось наблюдать лишь единичные поимки белоглазки на юге Аральского моря.

5.1.16. *Pelecus cultratus* (Linné) – чехонь

Обитает в бассейнах Балтийского, Черного, Азовского, Каспийского и Аральского морей (Жизнь ..., 1983). В Аральском море чехонь была широко распространена (Гладков, Яковлева, 1935; Никольский, 1940; Маркова, 1974).

В Аральском море наибольшая длина чехони достигала 43 см, масса 800 г; в среднем по разным выборкам из промысловых уловов длина тела была 25.9–37.0 см, масса тела 223–355 г (Митрофанов с соавт., 1988).

Половозрелой основная масса чехони в Аральском море становилась в 3 года, часть рыб созревала на 1–2 года позже (Никольский, 1940; Митрофанов с соавт., 1988). Большая часть стада чехони нерестилась вдоль всех морских берегов на глубинах 2–6 м и только 10–15 % стада заходило для икрометания в реки (Бервальд,

1964). Нерест растянутый, начинается при температуре воды более 12°. Выметанная икра ложилась на густой ковер подводных растений: уруть, морская наяда, вошерия, хара. После оплодотворения икринки сильно разбухают (2.7–4.4 мм), оболочка отстает от желтка и пространство под ней заполняется водой. В дальнейшем полупелагическая икра чехони развивалась в толще воды. По восточному побережью она в большом количестве ловилась во второй половине мая – начале июня (Бервальд, 1964; Гостеева, Маркова, 1966; Митрофанов с соавт., 1988).

Абсолютная плодовитость чехони в Аральском море достигала 107.8 тыс. икринок, в среднем в различные годы она колебалась от 21.6 до 38.0 тыс. икринок (табл. 5.35).

Развитие икры, зародышей и личинок чехони наблюдалось в широком диапазоне солености аральской воды от 0.85 до 10.62 ‰, при этом верхняя граница солености воды пригодной для размножения не была установлена. Инкубационный период развития чехони в Аральском море при температуре 11.8–15.8° длился до 4 суток, а при 22–24° — 2.5 суток (Гостеева, Маркова, 1966).

Молодь чехони от нереста в Амударье сразу же после выклева скатывалась в море (Павловская, Юсупов, 1972).

Темп роста чехони в Аральском море высокий (обратное расчисление, см):

| Возраст, полных лет | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|---------------------|----------|------|------|------|------|------|------|
| Никольский, 1940 | Самцы | 11.3 | 16.8 | 21.0 | 23.6 | – | – |
| | Самки | 11.9 | 17.4 | 21.4 | 23.8 | – | – |
| Бервальд, 1964 | Оба пола | 11.5 | 17.8 | 22.1 | 25.5 | 28.0 | 29.6 |

В уловах встречались рыбы от 2 до 10 полных лет, преобладали 4-х – 7-и летки (табл. 5.36).

Личинки аральской чехони начинали питаться в возрасте 10–11 суток, излюбленной первой пищей были мелкие ракушковые рачки и коловратки (Гостеева, Маркова, 1966). В питании взрослых рыб в 30-х годах преобладали бокоплавы, воздушные насекомые и молодь рыб, при этом в прибрежных участках чехонь в большом количестве по требляла рыбу, на глубинах возрастало

Таблица 5.35

Абсолютная индивидуальная плодовитость (АИП) *Pelecus cultratus* Аральского моря, тыс. икринок

| Район | Год | Длина тела, см | Масса, г | АИП | | Число проанализированных рыб | Автор, год |
|----------|-----------|----------------|----------|-----------|---------|------------------------------|---------------------------|
| | | | | от – до | средняя | | |
| Юг моря | 1943 | 21–35 | 50–450 | 10.6–59.7 | 29.0 | 100 | Летичевский, 1946 |
| "то же" | 1967–1970 | 27–35.8 | 172–477 | 7.1–107.8 | 38.0 | – | Юсупов, 1978 |
| Все море | 1963 | 28.0 | 206–249 | 27.1–50.0 | 35.6 | 5 | Маркова, 1974 |
| "то же" | 1965 | 28.0 | 173–216 | 4.4–59.7 | 26.7 | 31 | "то же" |
| "то же" | 1968 | 25.5 | 143–174 | 5.1–88.0 | 23.5 | 54 | "то же" |
| "то же" | 1969 | 26.7 | 190–215 | 7.4–71.1 | 24.6 | 28 | "то же" |
| "то же" | 1973 | 27.9 | 95–360 | 9.2–53.0 | 21.6 | 24 | Митрофанов с соавт., 1988 |

значение бокоплавов (Никольский, 1940). В 50-х годах основной пищей чехони были личинки хирономид и бокоплавы (Яблонская, 1960а, б), в 70-х годах – воздушные насекомые и нереис (Андреев, Андреева, 1995а).

Таблица 5.36

Возрастной состав *Pelecus cultratus* в промысловых и экспериментальных уловах на Аральском море (по: Маркова, 1974), %

| Год | Возраст, полных лет | | | | | | | | | Число проанализированных рыб |
|------|---------------------|-----|------|------|------|------|------|-----|-----|------------------------------|
| | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | |
| 1933 | 0.3 | 5.0 | 23.0 | 33.0 | 20.0 | 12.5 | 6.0 | 0.2 | – | 1725 |
| 1967 | – | – | 5.7 | 23.7 | 27.5 | 19.6 | 11.5 | 6.4 | 5.6 | 249 |
| 1968 | 1.1 | 4.6 | 11.6 | 38.4 | 20.9 | 6.4 | 4.6 | 8.4 | 3.5 | 86 |
| 1969 | – | 4.3 | 20.2 | 29.9 | 26.5 | 11.8 | 4.3 | 1.6 | 1.4 | 161 |

В Аральском море чехонь была наименее упитана в июне, наиболее упитана – в сентябре; максимальные значения коэффициента упитанности (по Фультону) в ноябре были связаны с возрастанием удельного веса гонад (Никольский, 1940):

| Месяц | V | VI | VII | VIII | IX | X | XI |
|--------------------------|------|------|------|------|------|------|------|
| Упитанность: по Фультону | 0.88 | 0.80 | 0.85 | 0.89 | 0.95 | 0.96 | 1.21 |
| по Кларк | 0.76 | 0.73 | 0.76 | 0.77 | 0.83 | 0.83 | – |

По данным Е.Л. Марковой (1974) упитанность чехони (по Фультону) в 1963–1969 гг. колебалась в выборках от 0.76 до 1.28.

Чехонь в статистике уловов редко выделялась отдельной графой (Гладков, Яковлева, 1935; Бервальд, 1964; Каженбаев, Ньюжиров, 1968), а когда и выделялась, то большая часть улова могла регистрироваться в рубрике “мелкий частичек” (Фортунов с соавт., 1950). В 50-е годы чехонь стала самостоятельным объектом промысла, добывалась она специальными сетями и неводами круглый год, но главным образом в период нерестовых скоплений и миграций. Так Э.А. Бервальд (1964) указывал, что на севере моря ежегодно ранней весной, перед вскрытием льда, в районе Мергенская и Сары-Чаганак вылавливалось неводами до 0.2 тыс. т чехони, а в конце апреля 1956 г. только за пятидневку в районе Мергенская было выловлено 0.5 тыс. т чехони, сконцентрировавшейся для нереста.

Статистику уловов чехони (табл. 5.37), с оговорками на неполноту учета, привела Е.Л. Маркова (1974). По ее данным, уже в начале 70-х годов значение чехони, как объекта промысла, было утеряно. В море, в основном в непосредственной близости от устья Амударьи, чехонь встречалась до начала 80-х годов.

Таблица 5.37

**Уловы *Pelecus cultratus* в Аральском море
(по: Маркова, 1974), тыс. т**

| Год | Районы моря | | | Год | Районы моря | | |
|------|-------------|------|----------|------|-------------|------|----------|
| | север | юг | все море | | север | юг | все море |
| 1939 | 0.25 | 0.11 | 0.36 | 1965 | 0.32 | 0.15 | 0.47 |
| 1958 | 0.48 | 0.75 | 1.23 | 1966 | 0.70 | 0.13 | 0.83 |
| 1959 | 0.32 | 0.36 | 0.68 | 1967 | 0.43 | 0.03 | 0.46 |
| 1960 | 0.38 | 0.73 | 1.11 | 1968 | 0.27 | 0.01 | 0.28 |
| 1961 | 0.81 | 0.68 | 1.48 | 1969 | 0.10 | 0.02 | 0.12 |
| 1962 | 0.21 | 1.14 | 1.35 | 1970 | 0.09 | 0.02 | 0.11 |
| 1963 | 0.61 | 1.16 | 1.74 | 1971 | 0.08 | 0.02 | 0.10 |
| 1964 | 0.61 | 0.13 | 0.74 | 1972 | 0.04 | 0.01 | 0.05 |

5.1.17. *Carassius auratus gibelio* Bloch. – обыкновенный серебряный карась

Подвид обитает в бассейне Амура, по всей Сибири, в низовьях рек, впадающих в Аральское море, в Европе, кроме Швеции и Финляндии (Никольский, 1971).

В Аральском море серебряный карась изредка встречался в опресненных заливах, больше его было в озерах дельты Амударьи и Сырдарьи (Никольский, 1940; Бервальд, 1964). Размеры добываемых в нижней дельте Амударьи карасей колебались от 10 до 25 см (Никольский, 1940). Промыслового значения в собственно Аральском море серебряный карась не имел.

5.1.18. *Cyprinus carpio aralensis* Spitshakov – аральский сазан

Естественный ареал этого подвида ограничен бассейном Аральского моря, включая море и системы рек Амударья, Зеравшан, Сырдарья, Сарысу и Чу, а также оз. Иссык-Куль. В Казах-

стане аральский сазан с конца прошлого века широко расселялся человеком и ныне встречается повсеместно, за исключением бассейнов Урало-Каспия и Эмбы, населенных европейским сазаном. В Арале сазан встречался повсеместно (Никольский, 1940; Жизнь ..., 1983; Митрофанов с соавт., 1988).

Как отмечает Г.В. Никольский (1934, 1940), подход взрослого сазана к берегам начинался в марте. В море в апреле и мае сазан отсутствовал, он весь подходил к береговым зарослям, за исключением неполовозрелых особей. Вот как это описывал А.С. Покровский (1916), "... подход сазана к устью Амударьи начинается в конце апреля, когда идет мелкий сазан от 3 до 4 фунтов, так называемый Егорьевский косяк; 9–10 мая подходит Никольский косяк более крупного сазана – от 4 до 10 фунтов – и в начале июня последний косяк крупной рыбы – выше 10 фунтов" (стр. 7).

В Аральском море сазан становился половозрелым по достижении 3–4 полных лет, как исключение на 3 году жизни (Никольский, 1940; Иванова, 1961). Начинался нерест сазана в южной части Аральского моря в конце апреля начале мая, на севере на 10–15 дней позже. Единичные особи с текучими половыми продуктами появлялись при температуре воды 10–12°, массовый нерест проходил при температуре 18–24°. Основная масса сазана по югу Арала заканчивала нерест и отходила на места нагула в половине июня (Никольский, 1940). Г.М. Барханскова (1976) сообщила об отсутствии массового нереста сазана и его растянутости на юге моря в середине 70-х годов. Например в 1974 г. единичные особи с текучими продуктами встречались до конца сентября. По ее мнению, затяжной характер нереста был связан с отсутствием в достаточном количестве нерестовой площади и субстрата.

В начале 60-х годов в популяции сазана Аральского моря значительно уменьшилось число особей в возрасте до 3-х лет. В нерестовом стаде стало наблюдаться преобладание остатка над пополнением, при этом в составе остатка преобладали рыбы идущие на нерест в третий раз и более (Маркова, 1969в).

У аральского сазана, как и у других рыб, наибольшей плодовитостью обладали самые крупные рыбы (табл. 5.38).

Таблица 5.38

**Абсолютная индивидуальная плодовитость (АИП)
Cyprinus carpio aralensis в Аральском море, тыс. икринок**

| Год сбора | Длина тела, см | АИП | | Автор, год |
|-----------|-------------------|--------------|-------------|------------------|
| | | от – до | средняя | |
| 30-е | 30–40 | 69.9–252.6 | 181.0 | Никольский, 1934 |
| | 40–50 | 140.0–533.6 | 302.0 | "то же" |
| | 50–60 | 281.2–852.8 | 489.2 | "то же" |
| | 60–70 | 514.7–1193.4 | 520.0 | "то же" |
| 1958–1959 | 31–39 | 62.2–224.8 | 145.2* | Иванова, 1961 |
| | 42–45 | 135.3–492.2 | 325.6* | "то же" |
| | 57 | – | 636.0 | "то же" |
| 1962–1964 | 33–55 | 43.0–715.0 | 173.9–275.8 | Маркова, 1966 |

Примечание: * – средние значения вычислены Н.И. Андреевым.

По Г.В. Никольскому (1940), нерестилища сазана в Аральском море были двух основных типов: с одной стороны, это заросли жесткой растительности, главным образом тростника; с другой – мягкой растительности, главным образом рдестов. Первый тип нерестилищ был характерен для северного побережья Арала, побережий о. Возрождения и для верхних участков дельты Амударьи. Второй тип нерестилищ имел большее распространение. Заросли подводной растительности располагались обычно после зарослей тростника на глубине 1.5–4 м. Они тянулись в виде бордюра по всем тростниковым берегам, а также располагались в чистых плёсах внутри зарослей тростника. Места пригодные для нереста занимали почти все берега Арала, за исключением каменистого западного берега, открытых участков северного побережья и островов, а также песчаных кос у островов восточного побережья.

Размножение сазана в Аральском море происходило в широких пределах солёности от полностью опресненных заливов до солёности открытого моря (Спичаков, 1923; Никольский, 1934, 1940). В дальнейшем были проведены исследования эффективности нереста в осолоненных заливах (Бервальд, 1950, 1964) и экспериментальные работы по определению верхних границ солёности, пригодных для размножения сазана (Кирпичников, 1954;

Гостеева, 1959; Коновалов, 1950; Коновалов, Коновалова, 1952; Дорошев, 1964). Было установлено, что успешный нерест и нормальное развитие оплодотворенной икры, личинок и мальков возможно до 12 %. Правда, П.М. Коновалов (1950), считал роль морских нерестилищ (о. Возрождения и др.) в воспроизводстве сазана незначительной.

Нерест сазана проходил, как правило, в утренние часы. В тихую погоду нерест был более интенсивен, чем в штормовую. Для нереста сазан группировался в косяки от 2 до 10 голов. Время пребывания отдельных особей на нерестилищах колебалось от 1 суток до месяца (Филатов, Дуплаков, 1927; Никольский, 1934, 1940).

Оплодотворенная икра затем развивалась, приклеившись к растениям, на 1 м² водной растительности откладывалось до 1.2–10.0 тыс. икринок (Бервальд, 1949). Инкубационный период при температуре воды 21–25° был трое суток (Гостеева, 1959).

Только что выклюнувшиеся личинки сазана 2–3 суток проводили под наплавами (собранные в кучи оторванные от корней водные растения с вплетенными корнями тростника, рогоза и др.; широко использовались для кладки икры сазаном), подвешиваясь к растениям. До десятидневного возраста личинки стайками по 5–10 экз. держались под наплавами, затем молодь разбивалась на стайки по 3–5 экз. и разбредалась по всем тростниковым зарослям. Держались они обычно над дном, в местах, где глубина не более 1 м, чаще всего 50–60 см (Бервальд, 1950). Скат личинок из дельтовых нерестилищ наблюдался в июне и продолжался до октября. В море молодь длиной 15–70 мм распределялась в мелководной зоне (Маркова, 1966б).

Молодь сазана до достижения половозрелости обычно держалась недалеко от берега, главным образом в открытых участках, в большом количестве молодь встречалась на взморье Сырдарьи и Амударьи и вдоль всего восточного побережья. В июле – сентябре сазан нагуливался в открытом море на глубинах до 12 м. Зимой сазан не терял подвижности, правда, он становился менее активным (Никольский, 1940).

О росте сазана на первом году жизни в Аральском море есть только отрывочные данные. Только что выклюнувшиеся личинки имели размеры от 4 до 7 мм (Никольский, 1940). Через месяц после выклева сеголетки сазана достигали длины 20 мм (Гостеева, 1959). В первой половине июня 1935 г. средний размер мальков был 14.5 мм, во второй половине июня – 27, в июле – 36, но при этом в отдельных пробах средний размер молоди был от 9 до 47 мм (Никольский, 1940). В начале 60-х годов средний размер сеголеток сазана в июле был 22.7–43 мм, а средняя масса 629–2810 мг, Двухлетки в этом же месяце имели длину тела 70–112.5 мм, массу 17.5–22 г (Маркова, 1966б).

В Арале обитали две формы сазана: быстрорастущая морская, распространенная по всему морю, и плохо растущая камышовая форма, встречающаяся в незначительном количестве в прибрежных зарослях по восточному побережью (Никольский, 1940).

Линейный рост сазана в Аральском море был хорошим, при этом стадо у о. Возрождения было наиболее быстрорастущим (табл. 5.39). В конце 60-х годов наблюдалось снижение темпа роста сазана (Маркова, 1972а). Прирост массы тела сазана в 30-е годы был много выше, чем в 50-е годы (табл. 5.40).

Возрастной состав нерестовых косяков сазана чрезвычайно варьировал в отдельных районах, наибольшее количество особей старших возрастов наблюдалось у о. Возрождения, младших возрастов у Авани (табл. 5.41). Предельный возраст сазана в Аральском море достигал 17 лет (Никольский, 1940).

На опресненных нерестилищах на севере Аральского моря личинки сазана начинали питаться личинками моллюсков, хидоридами, затем зарослевыми формами хирономид, которых на этапе E сменяли крупные ветвистоусые ракообразные. В мальковый период (этап F) в питании возрастало значение хирономид и совершался переход к питанию донными организмами (Ветыхшева, 1966б).

В море мальки сазана до длины 1.5 см питались зоопланктоном, преимущественно ветвистоусыми ракообразными, а затем

Таблица 5.39

Линейный рост *Cyprinus carpio aralensis* в Аральском море (обратное расчисление), см

| Год | Район | l ₁ | l ₂ | l ₃ | l ₄ | l ₅ | l ₆ | l ₇ | l ₈ | l ₉ | Автор, год |
|------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|------------------|
| 30-е | о. Возрождения | 12.6 | 21.5 | 29.3 | 36.0 | 41.6 | 46.5 | – | – | – | Никольский, 1940 |
| 30-е | Каратерень | 12.8 | 21.5 | 28.7 | 34.3 | 38.4 | – | – | – | – | "то же" |
| 1953 | Север | 10.8 | 19.0 | 25.5 | 32.1 | 36.6 | 37.5 | – | – | – | Иванова, 1961 |
| | Юг | 10.8 | 19.0 | 25.5 | 32.0 | 36.6 | 37.5 | 45.3 | – | – | |
| 1955 | Север | 12.5 | 21.7 | 28.7 | 33.4 | 37.0 | 45.3 | – | – | – | "то же" |
| | Юг | 12.2 | 21.3 | 28.4 | 33.5 | 37.8 | 40.7 | 44.8 | – | – | |
| 1957 | Север | 13.0 | 20.7 | 27.5 | 32.3 | 35.9 | 38.9 | 41.0 | 44.6 | 50.0 | "то же" |
| | Юг | 11.8 | 18.9 | 24.7 | 29.1 | 33.5 | 36.9 | 40.0 | 45.0 | – | |

переходили к питанию донными организмами в первую очередь личинками хирономид (Панкратова, 1935; Никольский, 1940).

Таблица 5.40

Рост массы тела *Cyprinus carpio aralensis* в Аральском море, г

| Возраст, лет | | | | | | | Автор, год |
|--------------|-----|------|------|------|------|------|------------------|
| 2+ | 3+ | 4+ | 5+ | 6+ | 7+ | 8+ | |
| 372 | 769 | 1112 | 1507 | 2060 | – | – | Никольский, 1940 |
| – | 695 | 846 | 1038 | 1352 | 1567 | 1875 | Иванова, 1961 |

В 30–50-е годы в питании взрослого сазана преобладали в зависимости от района обитания моллюски дрейссена и гипанис, бокоплав, ракушковые рачки и хирономиды (Никольский, 1940; Яблонская, 1960а), в середине 70-х годов – акклиматизанты моллюск синдосмия и червь nereis (Андреев, Андреева, 1995а).

Таблица 5.41

Возрастной состав нерестового *Cyprinus carpio aralensis* в Аральском море (по: Никольский, 1934), %

| Пол | Возраст, лет | | | | | | | | | | Средний возраст, лет |
|----------------|--------------|------|------|------|------|------|-----|-----|-----|-----|----------------------|
| | 2+ | 3+ | 4+ | 5+ | 6+ | 7+ | 8+ | 9+ | 10+ | 11+ | |
| о. Возрождения | | | | | | | | | | | |
| Самцы | – | 9.8 | 25.8 | 31.0 | 24.0 | 8.4 | 0.5 | 0.5 | – | – | 5.0 |
| Самки | – | 1.2 | 9.2 | 29.2 | 28.8 | 18.6 | 8.4 | 2.6 | 1.6 | 0.4 | 6.0 |
| Авань | | | | | | | | | | | |
| Самцы | 12.2 | 59.5 | 26.5 | 1.8 | – | – | – | – | – | – | 3.2 |
| Самки | 6.1 | 65.5 | 25.4 | 1.4 | 2.1 | – | – | – | – | – | 3.3 |

Упитанность аральского сазана увеличивалась с мая по июль, а затем до октября оставалась неизменной (по: Никольский, 1940):

| Месяцы | V | VI | VII | VIII | IX | X |
|--------------------------|------|------|------|------|------|------|
| Упитанность: по Фультону | 2.21 | 2.36 | 2.42 | 2.50 | 2.36 | 2.40 |
| по Кларк | 1.84 | 2.06 | 2.09 | – | 2.09 | 2.09 |

По Г.В. Никольскому (1940), сазан из отдельных районов моря почти не различался по упитанности, однако на севере Арала она была немного ниже, чем на юге. Наиболее упитан был южный сазан и сазан, державшийся в районе о. Возрождения.

Сазан в Аральском море являлся одним из основных промысловых видов. Так, по данным Г.В. Никольского (1940), доля са-

зана в общей добыче рыбы достигала до 45 %, а наибольшие уловы были в период с 1909 по 1913 гг. Максимальный вылов сазана – 14119 т был в 1910 г.

В 1928–1947 гг. сазан являлся второй по значению промысловой рыбой. Его уловы в эти годы колебались на севере от 14.2 до 32.8 % улова всех пород, на юге от 19.9 до 31.4 %, а по всему морю от 18.3 до 29.5 % общего улова (Фортунатов с соавт., 1950).

Уловы сазана в Аральском море были подвержены значительным колебаниям. Анализ данных статистических сборников (Каженбаев, Ньюжиров, 1968; Улов ..., 1973; Статистические ..., 1977) показывает, что высокие уловы превышающие 10 тыс. т приходились на 1937–1940, 1957 и 1961–1964 гг. В годы между пиками добычи уловы сазана снижались до 5–7 тыс. т с минимумом в 1947 г. – 4.36 тыс. т.

Во второй половине 60-х годов началось резкое снижение уловов сазана и в начале 70-х годов его уловы уже были всего лишь на уровне 1 тыс. т. В конце 70-х – начале 80-х годов лов сазана в Аральском море, сначала на севере, а затем и на юге, был прекращен.

5.1.19. * *Hypophthalmichthys molitrix* (Valenc.) – обыкновенный (белый) толстолоб

Этот вид населяет реки Восточной Азии от Амура на севере до Южного Китая на юге (Жизнь ..., 1983). В бассейне Аральского моря обыкновенный толстолоб натурализовался в реках Сырдарья и Амударья (Алиев, 1965; Митрофанов с соавт., 1992).

В Аральском море обыкновенный толстолоб встречался с первой половины 60-х (Иванов, 1964; Маркова, 1968; Быков, 1970) до середины 70-х годов, затем из-за осолонения перестал заходить в морские воды.

5.1.20. * *Aristichthys nobilis* (Rich.) – пестрый толстолоб

Пестрый толстолоб обитает в реках Китая к югу от бассейна Амура (Жизнь ..., 1983). В Средней Азии и Казахстане он натура-

лизовался в реках Сырдарье и Амударье (Митрофанов с соавт., 1992).

В Аральском море пестрый толстолоб встречался во второй половине 60-х годов (Быков, 1968в, 1970в). С повышением солености воды в море случаи поимки пестрого толстолоба прекратились.

5.1.21. *Silurus glanis* Linné – обыкновенный, или европейский, сом

Сом населяет реки и озера Европы от Рейна к востоку. На север сом доходит до юга Финляндии, на юг – до Малой Азии, Каспийского и Аральского морей и впадающих в них рек (Медников, 1983). В пределах бассейна Арала сом распространен широко. В Казахстане акклиматизирован в озера Бийликколь и Акколь бассейна реки Талас и Балхаш-Илийском бассейне (Никольский, 1940; Горюнова с соавт., 1956; Пивнев, 1963; Серов, 1972; Митрофанов с соавт., 1989).

В Арале сом встречался по всем берегам моря, обычно на глубинах менее 10 м, нерест сома протекал как в пресной, так и в морской воде (Никольский, 1940). В начале 70-х годов сом стал нереститься в русле Амударьи (Жолдасова, Гусева, 1976).

В Аральском море сом рос довольно быстро (табл. 5.42).

По данным А.И. Пробатова (1929а) в уловах встречались рыбы в возрасте от 2 до 30 лет, преобладали рыбы от 5 до 10 лет. Максимальная известная масса сома в Арале 200 кг.

Таблица 5.42

Линейный рост *Silurus glanis* в Аральском море (обратное расчисление), см

| Район моря | l_1 | l_2 | l_3 | l_4 | l_5 | l_6 | l_7 | l_8 | l_9 | Автор, год |
|------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-----------------|
| Север | 19.7 | 30.4 | 41.3 | 52.0 | 61.8 | 72.2 | 86.1 | 91.1 | 98.8 | Михин, 1931 |
| Юг | 18.7 | 24.8 | 36.8 | 47.8 | 58.9 | 69.5 | 80.8 | 91.0 | 100.2 | Пробатов, 1929а |

В питании сома в море отмечены сазан, лещ, плотва, усач и др. (Панкратова, 1935; Никольский, 1940), в предустьевом пространстве и нижнем течении рек он в массе поедал покатную молдь усача, жереха, белоглазки, леща, шипа (Бервальд, 1964).

После вселения сорные рыбы стали занимать заметное место в питании сома в отдельных районах моря (табл. 5.43), но в ряде районов сом продолжал питаться аборигенными представителями ихтиофауны. Так, по данным Н.Е. Быкова (1963), в Малом море сом потреблял бычков (37.5 % по массе), атерину (25.0), плотву (25.0), сазана (12.0); в районе о. Барсакельмес – бычков и креветок; в водах восточного побережья – плотву (42.8), окуня (28.6), жереха (14.5), щуку и сазана.

Таблица 5.43

**Состав пищи *Silurus glanis* в Аральском море в 1961 г.
(по: Баймов, 1963), % по массе**

| Компонент | Юг | Компонент | Север |
|-----------------|-------|----------------|-------|
| Креветка | 0.26 | Креветка | 0.56 |
| Личинки стрекоз | 0.26 | Песочник | 87.23 |
| Плотва | 60.41 | Растительность | 8.33 |
| Сазан | 17.93 | Прочие | 5.88 |
| Жерех | 12.81 | | |
| Атерина | 5.12 | | |
| Растительность | 3.21 | | |

Средний коэффициент упитанности сома колебался от 0.74 до 0.88 по Фультону и от 0.65 до 0.78 по Кларк (Гусева, 1974).

В 30-х годах сом в Аральском море занимал довольно важное место в промысле, его уловы в целом по морю колебались в 1930–1939 гг. от 1.11 до 1.86 тыс. т, что составляло от 2.8 до 7.8 % всего вылова (Каженбаев, Ньюжиров, 1968). В последующие годы уловы сома только один раз (1946 г.) превышали 1 тыс. т, обычно, они были на уровне 0.85 тыс. т или 2.3 % от общего вылова.

В начале 70-х годов численность сома начала падать и уже в конце 70-х годов отдельные экземпляры встречались только лишь на юге моря в зоне влияния пресных вод Амударьи.

5.1.22.* *Atherina boyeri caspia* (Eichw.) – каспийская атерина

Обитает в Каспийском море, есть в двух обособленных озерах Узбоя (Казанчеев, 1981; Жизнь ..., 1983). В Аральское море была случайно завезена при акклиматизации кефалей в 1954–1956 гг. (Быков, 1961а; Маркова, 1962).

Атерина в Аральском море была впервые обнаружена в 1958 г. Уже в 1959–1960 гг. она в массовом количестве встречалась по всему морю (Маркова, 1962). Размеры атерины в Арале не превышали 10 см, при средней длине 5.67 см и средней массе тела 1.59 г (Маркевич, 1970).

В Аральском море атерина промыслового значения не имела, осолонение моря отрицательного влияния на ее численность не оказывает, поэтому она в числе немногих видов сохранилась в современной фауне Арала.

5.1.23. *Pungitius platygaster aralensis* (Kessler) – аральская колюшка

В Аральском море колюшка встречается повсеместно до глубины 20 м. В низовье рек Амударьи и Сырдарьи – в основном в озерах. В р. Чу отмечается в среднем течении, в бассейне р. Сарысу – повсеместно от верховьев до Теликольских озер, включая и Джезказганское водохранилище на р. Кенгир. Вне бассейна Арала известна из бассейна р. Нуры от Карагандинского водохранилища до низовьев, включая озера Шалкар-Быртабанские, Кургальджин и Тенгиз (Никольский, 1931, 1940; Бенинг, Никольский, 1933; Дрягин, 1936; Берг, 1949; Серов, 1950; Горюнова, 1956; Ерещенко, 1956; Турдаков, 1963; Дукравец, Бирюков, 1976; Дукравец, 1978; Митрофанов с соавт., 1989). Встречена в 1982 г. в р. Ишим, куда, очевидно проникла в результате соединения в 1983 г. каналом ранее изолированных бассейнов рек Нура и Ишим (Зюганов, 1984).

Размножается колюшка в Аральском море, очевидно, в конце апреля – начале мая, так как 30 мая 1968 г. в Малом море в заливе Малый Каратюб было поймано 26 личинок длиной 5.5–8.5 мм; 14 мая 1973 г. на станциях Бугунь и Сапуан на глубине 1.5–2.0 м при

температуре воды 15–16° было отловлено 179 личинок длиной 5.5–6.1 мм (Митрофанов с соавт., 1989). Для размножения самец строит гнездо, в 1951 г. с глубины 18 м дночерпателем было поднято гнездо колюшки с икрой (Бервальд, 1964).

Средние размеры колюшки в Аральском море в 80-х годах были от 26.1 до 32.3 мм (табл. 5.44).

Таблица 5.44

**Размерный состав *Pungitius platygaster aralensis*
в Аральском море (по: Митрофанов с соавт., 1989)**

| Месяц, год | Длина тела, мм | | | | | | | | п |
|-------------|----------------|------|------|------|------|------|------|---------|-----|
| | до 20 | — 25 | — 30 | — 35 | — 40 | — 45 | — 50 | средняя | |
| Август 1980 | 8 | 65 | 96 | 16 | 3 | 3 | 3 | 26.1 | 191 |
| Ноябрь 1981 | — | — | 1 | 25 | 21 | 3 | 1 | 38.0 | 50 |
| Май 1984 | — | — | 1 | 2 | 1 | 5 | 1 | 39.0 | 10 |
| Август 1984 | — | — | 5 | 13 | — | — | — | 31.0 | 18 |
| Август 1985 | — | — | 2 | 5 | 4 | 2 | — | 32.3 | 14 |

Примечание: п - число проанализированных рыб.

Питается колюшка в Арале преимущественно зоопланктоном, на нерестилищах поедает икру и личинок карповых рыб (Панкратова, 1935; Романычева, 1952; Гостеева, 1959).

Высокой численности колюшка в Аральском море не имела. В прибрежье на глубинах 0.5–1.5 м в 1957–1963 гг. в уловах мальковой волокуши ее численность колебалась от 0.77 до 2.0 экз. на станцию, а на глубинах от 3 до 10 м в 1956–1962, 1975–1976 гг. мальковым тралом залавливалось от 0.21 до 2.6 экз. на станцию; колюшка ловилась ежегодно, но в связи с малой значимостью часто не выделялась и относилась к прочим промысловым рыбам (Митрофанов с соавт., 1989). При изучении фауны мелководий восточного побережья в 1976 г. (Андреев с соавт., 1981) колюшка была поймана только в районе Чушкабас (1 экз.) и Тригорки (9 экз.).

Промыслового значения из-за малых размеров колюшка в Арале не имела. Конкурирует в питании с молодью промысловых рыб. В море поедалась следующими рыбами: шемая, окунь, жерех, судак, сом (Панкратова, 1935).

Аральская колюшка – единственный представитель аборигенной ихтиофауны сохранившийся при современном режиме Арала.

5.1.24. *Perca fluviatilis* Linné – обыкновенный, или речной, окунь

Окунь распространен в Европе (кроме Испании, Италии, Северной Скандинавии), в Северной Азии, вплоть до бассейна Колымы, но его нет в бассейне Амура, озерах Балхаш и Иссык-Куль (Жизнь ..., 1983). В Казахстане обитает повсеместно, за исключением юга и юго-востока (Митрофанов с соавт., 1989).

В Аральском море окунь встречался по всем побережьям, включая побережье о. Возрождения. Держался окунь обычно в придонном слое (Никольский, 1940). Икру окуня на севере моря находили (Бервальд, 1964) в конце апреля на глубине 3–6 м. Ленты икры окуня крепились на зарослях рдеста гребенчатого. Развитие икры при солености аральской воды 10.2 ‰ шло совершенно нормально.

На юге Арала окунь созревал на 3-ем году. У рыб с длиной тела от 13 до 24 см средняя плодовитость составила 22.0 тыс. икринок при колебаниях от 7.6 до 46.9 тыс. икринок (Легичевский, 1946)

Линейный рост окуня в Аральском море был хорошим (по: Никольский, 1940, обратное расчисление):

| | | | | |
|---------------------|-----|------|------|------|
| Возраст, полных лет | 1 | 2 | 3 | 4 |
| Длина тела, см | 7.3 | 12.5 | 16.5 | 18.3 |

В 1961 г. в летних уловах средняя длина окуня была 20 см (колебания от 15 до 27 см), средняя масса 190 г (70–490), средний коэффициент упитанности по Фультону – 2.4 (Баймов, 1968б).

В питании окуня в 30-е годы преобладали бокоплавы (60–80 % по массе) и личинки ручейников (около 20 %), в небольшом количестве встречались личинки и куколки хирономид, моллюски, воздушные насекомые, личинки стрекоз и водные растения. Из рыб окунь потреблял преимущественно колюшку и молодь чехони (Панкратова, 1935; Никольский, 1940). После акклиматиза-

ции в море сорных рыб и креветки окунь стал интенсивно потреблять их (табл. 5.45).

Таблица 5.45

Состав пищи *Perca fluviatilis* в Аральском море в 1961 г.

(по: Баймов, 1968б), % по массе

| Компоненты | Север | Юг | Компоненты | Север | Юг |
|------------|-------|------|---------------------|-------|-----|
| Плотва | 0.2 | 2.3 | Личинки стрекоз | 0.2 | 2.5 |
| Песочник | 98.6 | 68.2 | Воздушные насекомые | – | 0.5 |
| Бубырь | 0.3 | 23.2 | Прочие | – | 0.2 |
| Креветка | 0.7 | 3.1 | | | |

Как объект промысла окунь в Аральском море не играл никакой роли из-за мелких размеров и малочисленности. Весь его улов учитывался как “мелкий частичек” или “прочие породы” (Фортуна-тов с соавт., 1950).

При повышении солености воды в Арале окунь в числе первых видов выпал из фауны моря.

5.1.25. *Gymnocephalus cernua* (Linné) – обыкновенный ерш

Ерш распространен в Европе, на запад до Франции, и в Северной Азии, вплоть до Колымы. Нет его в Испании, Италии, Греции, в Закавказье и в бассейне Амура (Жизнь ..., 1983). В Казахстане ерш обитает почти повсеместно, за исключением юга республики В собственно Аральском море ерш был редким видом, он встречался как в пресной воде, так и при солености открытого моря. Длина тела рыб 4.5–10.5 см, в среднем 6.8 см (Никольский, 1940; Бервальд, 1964).

Как редкий вид ерш в Арале промыслового значения не имел. После незначительного повышения солености воды он перестал встречаться в море.

5.1.26. *Stizostedion lucioperca* (Linné) – обыкновенный судак

Судак распространен в бассейне Балтийского, Черного, Азовского, Каспийского и Аральского морей и в реке Марице впадаю-

шей в Эгейское море (Жизнь ..., 1983). В связи с акклиматизацией ареал судака в Казахстане значительно расширился. Судак натурализовался и вошел в промысел в бассейнах озер Балхаш и Акколь, рек Талас, Иртыш и Нура (Митрофанов с соавт., 1989).

Г.В. Никольский (1940) наблюдал в Аральском море нерест судака при солености 6–8 ‰ и допускал возможность нереста при солености открытого моря. Э.А. Бервальд (1950, 1964) указывал на отсутствие захода судака для размножения в реки и его нерест в широком диапазоне солености – от пресной воды придельтовых водоемов до вод морских заливов, лишенных подтока пресных вод. В 60-х годах в связи с сокращением нерестилищ, главным образом опресненных приустьевых пространств, судак в массовом количестве стал входить в реки для размножения (Глеуов, Глеубергенов, 1974).

Интересно отметить, что Ю.Д. Новокшенов, изучавший судака Аральского моря с 1963 по 1972 гг., в первых работах (Новокшенов, 1966) считал возможным нерест судака и на морских нерестилищах, но позже изменил свое мнение, указав на отсутствие типично морских нерестилищ (Новокшенов, 1969; 1973); по его мнению аральская вода соленостью более 10 ‰ была не пригодна для размножения. Приводимая Ю.Д. Новокшеновым (1969; 1973) аргументация не противоречит существованию морских нерестилищ судака в 30–50 годах. Если посмотреть на распределение солености в 1940–1970 гг. (см. Гидрометеорология..., 1990), то нетрудно убедиться, что до 1961 г. существовали обширные участки моря, где соленость воды была ниже 10 ‰, особенно в весеннее время, то есть в период нереста судака. С 1961 г. началось осолонение и уже в 1962 г. была превышена средняя соленость воды (10.2 ‰) для квазистационарного периода, а в 1968 г. средняя соленость воды была уже более 11 ‰. Поэтому, еще в начале 60-х годов судак вполне мог нереститься на большей части акватории Аральского моря, но уже с середины 60-х годов его нерест стал возможным только в приустьевых пространствах рек, а в конце 60-х – начале 70-х годов он начал совершать нерестовые миграции в реки. По Сырдарье судак стал нереститься даже выше Казалинского гидроузла (Нусенбаум, Лим, 1974).

На севере Аральского моря осенний подход судака к берегам и заход его в р. Сырдарью отмечался с конца сентября до середины ноября, а весенняя нерестовая миграция в марте – апреле (Ермаханов, 1978; Ермаханов, Расулов, 1984). На юге Арала заход судака в Амударью наблюдался во второй половине ноября, вместе с полупроходным лещом, чехонью, белоглазкой и другими рыбами (Тлеуов, Тлеубергенов, 1974).

В 1970–1971 гг. в популяции судака на юге моря стали резко преобладать рыбы старших возрастов и почти не было пополнения. Причиной этого было отсутствие стока Амударьи с марта по май в конце 60-х – начале 70-х годов (Маркова, Тлеуов, 1974).

По данным Г.В. Никольского (1940) половозрелым судак в Аральском море становился на 3–4 году, средняя плодовитость в 1938 г. была 444.2 тыс. икринок, минимальная – 69.0, максимальная 801.0 тыс. икринок. В 60-х годах абсолютная индивидуальная плодовитость судака колебалась от 166.7 до 1208.2 тыс. икринок (Маркова, Тлеуов, 1974), а средняя плодовитость была, обычно, ниже, чем в 1938 году (табл. 5.46).

Таблица 5.46

**Средняя абсолютная индивидуальная плодовитость (АИП)
Stizostedion lucioperca на севере Аральского моря
(по: Маркова, Тлеуов, 1974), тыс. икринок**

| Год | АИП | Число проанализированных рыб | Год | АИП | Число проанализированных рыб |
|------|-------|------------------------------|------|-------|------------------------------|
| 1963 | 246.0 | 10 | 1967 | 371.0 | 99 |
| 1964 | 310.0 | 105 | 1968 | 498.0 | 38 |
| 1965 | 334.0 | 66 | 1970 | 392.1 | 30 |
| 1966 | 461.0 | 16 | 1971 | 374.6 | 12 |

Начало нереста судака приурочено к температуре воды 7–8°, нерест единовременный (Новокшенов, 1973; Барханскова, 1978; Ермаханов, 1978).

Растет судак быстро (табл. 5.47), его сеголетки в северной части Арала в сентябре имели длину 12.7 см, массу 31.1 г (Новокшенов, 1974).

Максимальный возраст судака отмечен на взморье Сырдарьи – 16 лет (Новокшенов, 1974). В 30-х годах в промысловых

уловах размеры судака обычно колебались от 24 до 79 см и массой от 0.15 до 7 кг; изредка попадались особи массой до 16 кг (Никольский, 1940).

Таблица 5.47

**Линейный рост *Stizostedion lucioperca* в Аральском море
(у Никольского обратное расчисление, у Новокшенова
эмпирические данные), см**

| Район | Возраст, лет | | | | | | | | | Автор, год |
|------------|--------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------------------|
| | 1+ | 2+ | 3+ | 4+ | 5+ | 6+ | 7+ | 8+ | 9+ | |
| Все море | 15.2 | 26.6 | 37.1 | 44.6 | 52.1 | 56.2 | – | – | – | Никольский, 1940 |
| Север моря | 16.8 | 26.9 | 32.2 | 42.0 | 47.8 | 52.6 | 56.9 | 60.3 | 64.8 | Новокшенов, 1974 |

Питание молоди аральского судака зависело от района обитания (Новокшенов, 1968а, б). Так, в протоках Сырдарьи в рацион скатывающихся судачков входили: жерех (31.6 % от массы пищевого комка), плотва (24.9), сазан (23.8), белоглазка (8.8), усач (3.8), шемая (3.5), судак (2.0), бычки (1.4 %) и мизиды. На мелко-водьях предустьевой зоны Сырдарьи, где биомасса мизид была максимальна, а концентрация молоди промысловых рыб ниже, чем в протоках, основной пищей скатившейся молоди были мизиды 82.2 %. В районах прилегающих к опресненной зоне Сырдарьи на глубинах 3–5 м в питании сеголеток судака были встречены бычки и мизиды. На юге моря на глубинах 2–4 м основной пищей молоди судака являлись бычки 68.9 и атерина 23.9 %, доля молоди промысловых рыб была менее 7 %.

Взрослые судаки в Арале до акклиматизации салаки и бычков поедали в основном молодь промысловых рыб. В прибрежной полосе судак главным образом питался плотвой, в открытом море на первое место выходила чехонь (до 97 %), изредка в питании судака отмечались сазан, лещ, сом, ерш, колюшка, судак, личинки стрекоз, ручейников, хирономид (Панкратова, 1935; Никольский, 1940).

После акклиматизации салаки, атерины и бычков судак в значительной степени перешел на питание этими рыбами. Судак

оказался очень пластичным видом, чутко реагирующим на конкретную пищевую обстановку в море и в конкретном районе. Для иллюстрации этого положения приведем данные по питанию судака в конце 50-х – начале 60-х годов разных исследователей (табл. 5.48, 5.49, 5.50). В период вспышки численности в 1959–1961 гг. в открытом море салака была основной пищей судака, но уже с 1964 г. она почти не встречалась в его питании. В прибрежных районах в начале 60-х годов в питании судака преобладали бычки, но к 1967 г. наблюдалось уменьшение численности бычков в море и их доля в пищевом комке резко снизилась.

Таблица 5.48

**Состав пищи *Stizostedion lucioperca* в Аральском море
в 1961 г. (по: Баймов, 1963в), % по массе**

| Компоненты | Север моря | | | Юг моря | | |
|----------------------------|------------------|-------------------|---------|-----------------------|--------|--------|
| | Сары- Чаганак | Устье Сырдарьи | Кугарал | Муйнакс- кая бухта | Туютау | Сарбас |
| Креветка | 1.15 | 0.26 | 0.21 | 0.57 | – | 0.05 |
| Атерина | – | – | – | 64.84 | – | 75.86 |
| Салака | – | 54.62 | 86.80 | 17.29 | – | – |
| Бычки: | | | | | | |
| Бубырь | – | 0.16 | – | – | 0.15 | – |
| Песочник | 98.15 | 30.58 | 3.47 | – | 12.12 | – |
| Всего акклима- тизантов | 99.30 | 85.62 | 90.48 | 82.70 | 12.27 | 75.91 |
| Бокоплав | – | 0.16 | 2.95 | – | – | – |
| Личинки стрекоз | 1.32 | – | 0.49 | – | – | – |
| Плотва | – | – | 6.08 | 17.30 | 19.08 | 22.37 |
| Красноперка | – | – | – | – | 12.88 | – |
| Лещ | – | 13.68 | – | – | – | 1.40 |
| Сазан | – | – | – | – | 36.67 | – |
| Судак | – | – | – | – | 19.67 | – |
| Растительность | 0.38 | 0.54 | – | – | – | 0.32 |

По данным Ю.Д. Новокшенова (1973), у аральского судака была отчетливо выражена размерная изменчивость питания. Рацион рыб длиной до 45 см состоял из бычков. Более крупные особи, наряду с бычками, потребляли половозрелую плотву, чехонь и

шемаю, а также молодь белоглазки, жереха и судака. Причем роль этих рыб с увеличением размеров хищника возрастала. Если у судака длиной до 46–55 см в зависимости от мест нагула промысловые рыбы составляли 16.3–35.6 % массы пищевого комка, то в рационе особей длиной 61–65 см их доля достигала 37.5–100 %.

Таблица 5.49

Состав пищи *Stizostedion lucioperca* в Аральском море в районе о. Барсакельмес и залива Чернышова в осенний период (по: Быков, 1968а), % по массе

| Год | Салака | Бычки | Атерина | Плотва | Чехонь | Окунь | Сом | Лещ |
|------|--------|-------|---------|--------|--------|-------|-----|-----|
| 1959 | 78.7 | – | 3.2 | 4.5 | 3.3 | 3.6 | 6.5 | – |
| 1960 | 94.1 | – | 0.3 | 4.2 | – | 1.4 | – | – |
| 1961 | 54.5 | 4.2 | 30.2 | 5.3 | – | 2.9 | – | 2.9 |

Как считает Ю.Д. Новокшенов (1973), появление в море мелких сорных рыб положительно сказалось на темпе роста судака в возрасте до 5 лет включительно, ранее слабо обеспеченного пищей (табл. 5.51). Темп роста особей старше пяти лет остался неизменным, так как их условия питания были вполне благоприятны и в прошлом. Они широко использовали в пищу взрослую плотву, шемаю и чехонь, то есть рыб не доступных для потребления судаку до пятилетнего возраста.

В 30-х годах коэффициент упитанности в течение летнего периода изменялся от 1.20 до 1.33 по Фультону и от 1.16 до 1.19 по Кларк (Никольский, 1940). В 60-е и начале 70-х годов производители судака были более упитаны (табл. 5.52).

До 60-х годов судак в Аральском море был малозаметным в промысле видом, его доля в общей добыче колебалась от 1.7 до 2.8 %. В 60-е годы, после натурализации в море бычков, атерины, салаки, мизид и креветки, улучшилось обеспечение пищей молоди судака при переходе на хищное питание и он дал вспышку численности. В промысле судак стал основным видом, а его доля в общей добыче рыбы в 1972–1973 гг. превышала 60 %. В период осолонения Аральского моря судак оказался наиболее солеустойчивым представителем аборигенных промысловых рыб. В 1982–1983 гг. он был последним промышлявшимся в Арале видом, после чего морской лов рыбы был прекращен.

Таблица 5.50

Состав пищи *Stizostedion lucioperca* в Аральском море в мае 1964, 1965 и 1967 гг. (по: Новокшенов, 1973), % по массе

| Компонент | Малое море | | | Восточное побережье Большого моря | | | Предустьевая зона Сырдарьи | | |
|------------------------------|------------|------|------|--------------------------------------|------|------|-------------------------------|------|------|
| | 1964 | 1965 | 1967 | 1964 | 1965 | 1967 | 1964 | 1965 | 1967 |
| Акклиматизанты: | | | | | | | | | |
| Песочник | 83.9 | 80.7 | 38.2 | 91.4 | 78.2 | 43.2 | 44.8 | 57.0 | 23.0 |
| Кругляк | 8.8 | 7.5 | 31.4 | 1.5 | 3.3 | <0.1 | 1.1 | – | 3.7 |
| Бубырь | – | – | – | <0.1 | 0.4 | – | – | – | – |
| Цуцик | 7.3 | 1.2 | – | – | – | – | – | – | – |
| Атерина | – | 1.4 | – | 0.9 | 1.9 | – | – | – | – |
| Салака | – | – | – | – | – | – | 2.9 | – | – |
| Креветка | – | 1.0 | – | 0.5 | 1.1 | – | – | – | – |
| Всего | 100 | 91.8 | 69.6 | 94.3 | 83.9 | 43.2 | 47.8 | 57.0 | 26.7 |
| Промысловые рыбы: | | | | | | | | | |
| Шемая | – | – | 8.2 | – | – | 7.6 | – | – | – |
| Чехонь | – | – | 7.0 | 3.9 | – | 37.2 | 7.9 | – | 19.0 |
| Плотва | – | 4.3 | 8.2 | 1.8 | 16.1 | 12.0 | 38.2 | 25.8 | 54.3 |
| Лещ | – | 3.9 | – | – | – | – | 6.0 | – | – |
| Белоглазка | – | – | – | – | – | – | 0.1 | – | – |
| Жерех | – | – | – | – | – | – | – | 17.2 | – |
| Сазан | – | – | 7.0 | – | – | – | – | – | – |
| Всего | – | 8.2 | 30.4 | 5.7 | 16.1 | 56.8 | 52.2 | 43.0 | 73.3 |

Таблица 5.51

**Рост массы *Stizostedion lucioperca* в Аральском море
(по: Новокшенов, 1973), г**

| Возраст | Амударьинский | | Сырдарьинский | Возраст | Амударьинский | Сырдарьинский |
|---------|---------------|-----------|---------------|---------|---------------|---------------|
| | 1938 | 1963–1967 | 1963–1968 | | 1938 | 1963–1968 |
| 1 | – | 63 | 65 | 7 | 3078 | 2888 |
| 2 | 183 | 252 | 266 | 8 | 3708 | 3607 |
| 3 | 425 | 703 | 629 | 9 | 4394 | 4401 |
| 4 | 850 | 1096 | 1108 | 10 | 5154 | 5046 |
| 5 | 1416 | 1599 | 1620 | 11 | 5790 | 5641 |
| 6 | 2128 | 2172 | 2309 | | | |

Таблица 5.52

Коэффициенты упитанности производителей *Stizostedion lucioперca* Аральского моря (по: Маркова, Тлеуов, 1974)

| Год | По Фультону | | | По Кларк | | |
|------------|-------------|-------|----------|----------|-------|----------|
| | самки | самцы | оба пола | самки | самцы | оба пола |
| 1964 | 1.57 | 1.48 | 1.52 | 1.34 | 1.33 | 1.33 |
| 1965 | 1.60 | 1.55 | 1.57 | 1.36 | 1.42 | 1.39 |
| 1966 | 1.44 | 1.40 | 1.42 | 1.25 | 1.18 | 1.22 |
| 1967 | 1.49 | 1.42 | 1.46 | 1.28 | 1.30 | 1.29 |
| 1968 | 1.70 | 1.67 | 1.68 | 1.44 | 1.51 | 1.47 |
| 1969 Север | 1.53 | 1.51 | 1.54 | 1.37 | 1.44 | 1.39 |
| Юг | 1.45 | 1.50 | 1.46 | 1.28 | 1.32 | 1.30 |
| 1970 Север | 1.47 | 1.40 | 1.44 | 1.26 | 1.25 | 1.25 |
| Юг | 1.65 | 1.55 | 1.60 | 1.35 | 1.38 | 1.36 |
| 1971 Север | 1.22 | 1.17 | 1.19 | 1.14 | 1.12 | 1.13 |
| Юг | 1.53 | 1.44 | 1.49 | 1.16 | 1.28 | 1.22 |

5.1.27.* *Pomatoschistus caucasicus* (Kawrajsky) – бубырь

Вид распространен в прибрежной полосе Черного, Азовского и Каспийского морей, заходит вверх по впадающим рекам (Митрофанов с соавт., 1989). В Аральское море он завезен при акклиматизации кефалей в 1954–1957 гг. (Коновалов, 1959; Быков, 1961а). Бубырь, встреченный в Арале в навигацию 1957 г., быстро достиг высокой численности. Это мелкая непромысловая рыба. В Аральском море минимальный размер производителей 20 мм, максимальный – 36 мм (Коновалов, 1959; Баймов, 1964а).

Осолонение воды не оказало отрицательного влияния на бубыря и он по-прежнему заметный элемент фауны Аральского моря.

5.1.28.* *Neogobius melanostomus affinis* (Eichw.) – каспийский бычок-кругляк

Вид обитает по всему побережью Каспийского моря и во впадающих реках, по которым поднимается высоко вверх по течению.

нию, водится в оз. Челкар (Митрофанов с соавт., 1989). В Аральское море он завезен при акклиматизации кефалей в 1954–1956 гг., впервые пойман весной 1959 г. (Маркова, 1962).

В 60–70 гг. бычок-кругляк был одним из наиболее массовых видов бычков в Аральском море. В уловах встречались рыбы до пятилетнего возраста, преобладали двух- и трехлетки. Размеры бычка-кругляка колебались от 3.5 до 12 см, масса 0.5–52 г. (Быков, 1966; Бычкова, 1976; Иващенко, 1981).

Промыслового значения в Аральском море бычок-кругляк не имел, потреблялся хищными рыбами. С середины 80-х годов из-за обсыхания нерестилищ его численность резко снизилась.

5.1.29.* *Neogobius kessleri gorlap* (Pjin) – каспийский бычок-головач или горлап

В Каспийском море горлап обычно встречается в прибрежных участках, в дельтовых районах и самих реках высоко по течению (Митрофанов с соавт., 1989). В Аральское море его завезли при акклиматизации кефалей, обнаружен в 1961 г. (Быков, 1964а).

В Аральском море горлап был малораспространенным видом и встречался только единично, последние поимки датируются 1984 г. (Андреев с соавт., 1995).

5.1.30.* *Neogobius fluviatilis pallasii* (Berg) – каспийский бычок-песочник

Каспийский бычок-песочник населяет Каспийское море и дельты впадающих рек (Митрофанов с соавт., 1989), завезен в Аральское море в 1954–1956 гг. при акклиматизации кефалей, отмечается с 1957 г. (Коновалов, 1959; Баймов, 1964а).

В начале 60-х годов бычок песочник стал наиболее массовым видом бычков в открытом море. В уловах встречались рыбы в возрасте от двух до четырех лет; отдельные самцы достигали пятилетнего возраста, преобладали двухлетки. Размеры бычка-песочника колебались от 4 до 12 см, масса 0.5–28 г (Быков, 1966; Баймов, 1964а; Бычкова, 1976; Иващенко, 1981).

Бычок-песочник в Аральском море промыслового значения не имел, был основной пищей хищных рыб: судака, окуня (Баймов, 1964б, 1968б; Быков, 1964б; Быков с соавт., 1968). Осолонение Аральского моря пока не отразилось на его численности.

5.1.31.* *Proterorhinus marmoratus* (Pallas) – бычок-цуцик

Этот вид обитает в прибрежных водах Черного, Азовского и Каспийского морей, входит во все впадающие реки и поднимается по ним высоко вверх по течению, населяет ряд озер (Митрофанов с соавт., 1989). В Аральское море он попал при акклиматизации кефалей, обнаружен впервые летом 1959 г. (Баймов, 1964а).

В новом месте обитания бычок-цуцик стал постоянным, но малочисленным видом фауны.

5.1.32.* *Channa argus warpachowskii* Berg – амурский змееголов

Вид населяет бассейны рек Уссури, Сунгари, среднее и нижнее течение Амура, оз. Ханка (Жизнь ..., 1983). В начале 60-х годов вместе с растительноядными рыбами змееголов завезен в бассейн Арала в прудовые хозяйства, откуда проник в реки Сырдарья и Амударья, где натурализовался (Тлеуов, Тлеубергенов, 1974; Митрофанов с соавт., 1992).

В середине 60-х годов змееголов встречался в море и опресненных заливах (Маркова, 1968; Быков, 1968б), но после повышения солености выпал из фауны Арала.

5.1.33.* *Platichthys flesus luscus* (Pallas) – черноморская камбала или глосса

Подвид обитает в Черном и Азовском морях (Никольский, 1971; Жизнь ..., 1983). В Аральское море глосса завозилась в 1979–1987 гг. К 1989 г. она широко расселилась по акватории моря. В 1991–1992 гг. начался опытно-промышленный лов глоссы. Камбала – единственный пример успешной целенаправленной акклиматизации рыб в Аральское море (Лим, Маркова, 1981; Лим, 1986; Карпевич, Топченко, 1989; Андреев с соавт., 1995).

Итак, за период с 1938 по 1994 гг. ихтиофауна Аральского моря претерпела существенные изменения. За счет целенаправленной интродукции или случайного завоза видовой состав рыб Арала увеличился с 20 видов в 1938 г. до 33 видов в 1954–1980 гг., а в результате осолонения моря к 1994 г. осталось только 9, в том числе 8 видов акклиматизанты (см. табл. 5.1). Из всех аборигенных рыб сохранился лишь 1 широкоэвригалинный вид – аральская колюшка.

В результате вселения кормовых беспозвоночных и сорных рыб, на фоне процесса выпадения пресноводных представителей зоопланктона и зообентоса изменились спектры питания всех аборигенных рыб. Так, шип стал потреблять преимущественно бычков; лещ, плотва, сазан и усач перешли на питание акклиматизантами: моллюском *Syndosmya segmentum* и червем *Nereis diversicolor* и ранее малочисленными галофильными моллюсками рода *Caspihydrobia*.

Оказалось, что акклиматизация мизид, креветки и бычков имеет далеко идущие последствия. Например, ранее численность жереха и судака в Аральском море ограничивались на этапе перехода к хищному питанию отсутствием подходящих по размеру объектов питания. Вселенцы заполнили этот пробел и вызвали резкий рост численности судака и жереха, чем изменили традиционное соотношение хищных и мирных рыб для Арала в сторону увеличения доли хищных рыб.

Поскольку промысловые рыбы в последние годы своего обитания в море проникали в него только на нагул, а нерестились в пресной воде рек, то в Аральском море сложилась несколько парадоксальная ситуация. Зоопланктон и зообентос моря в середине 70-х годов приобрели морской облик, в то время как ихтиофауна осталась пресноводной. Произошло как бы смешение разных фаун, обусловленное ограниченным набором видов в фауне моря, вследствие его изоляции от других южных морей.

Попытка нахождения границ солености при которой началось выпадение рыб из фауны моря наталкивается на ряд трудностей. Дело в том, что рыбы, в отличие от представителей зоопланктона

и зообентоса, обладают большей подвижностью и могут преодолевать большие расстояния. Это позволяло ряду видов рыб, обладающих жесткими требованиями к условиям размножения, нереститься далеко в реках в пресной воде (табл. 5.53) и использовать море только как нагульный водоем. С другой стороны, у пресноводных по происхождению рыб, а все аборигенные представители Аральского моря относились к пресноводным фаунистическим комплексам (Никольский, 1980), обычно наблюдается следующий по мере возрастания солеустойчивости ряд:

икра → личинки → мальки → годовики → двухгодовики.

Таблица 5.53

Значение отдельных типов нерестилищ в воспроизводстве аральских рыб (по: Бервальд, 1964), %

| Вид | Русловые нерестилища | Внутренние водоемы дельт | Опресненные заливы | Морские нерестилища |
|-----------------------|----------------------|--------------------------|--------------------|---------------------|
| Лосось | 100 | – | – | – |
| Шип | 100 | – | – | – |
| Аральский усач | 100 | – | – | – |
| Туркестанский усач | 100 | – | – | – |
| Жерех | 90 | 10 | – | – |
| Белоглазка | 100 | – | – | – |
| Щука | – | 75 | 25 | – |
| Сом | – | 50 | 50 | – |
| Судак | – | 10 | 20 | 70 |
| Шемая | – | 0.5 | 4.5 | 95 |
| Чехонь | 10 | 5 | 5 | 80 |
| Лещ | – | 14.8 | 74 | 11.2 |
| Сазан | – | 34.4 | 21 | 44.6 |
| Плотва | – | 6 | 9.5 | 84.5 |
| Красноперка | – | 50 | 25 | 25 |
| Окунь | – | 50 | 25 | 25 |
| Карась | – | 100 | – | – |
| Ерш | – | 50 | 25 | 25 |
| Язь | – | 85 | 15 | – |
| Колюшка | – | 1 | 9 | 90 |
| Всего воспроизводится | 6.4 | 20.8 | 35.0 | 36.8 |

Рыбы могли нереститься в низовьях рек, в более или менее опресненных водах заливов, а на более старших стадиях развития переходить к обитанию в море, то есть вести себя как физиологически пресноводные виды. Поэтому данную проблему следует рассмотреть с двух позиций: во-первых – возможности нереста пресноводных рыб в Аральском море, во-вторых – возможности использования моря как нагульного водоема.

Как рассматривалось выше, проблема эффективности нереста основных промысловых рыб поднималась неоднократно. Было установлено, что нерест леща малоэффективен при солености открытого моря, но тем не менее существовали стада леща, постоянно размножающиеся при солености открытого моря, а сазан, плотва, шемай и др. успешно могли нереститься при солености воды открытого моря в условиях его квазистационарного режима.

Уже при небольшом осолонении моря резко ухудшились условия размножения всех, за исключением аральской колюшки, аборигенных представителей ихтиофауны. Судя по экспериментальным данным и наблюдениям в природе, предельной соленостью, при которой еще был возможен нерест и нормальное развитие личинок, для леща, сазана, шемаи, чехони явилась соленость около 12 ‰ и только плотва могла размножаться при солености до 14 ‰ (Дорошев, 1964в; Лим, 1970; и др.). Очевидно, в условиях замкнутого водоема воспроизводство промысловых рыб Аральского моря прекратилось бы в 1972 г. при достижении средней солености воды в море 12 ‰. Можно предполагать, что водоем с водой аральского состава соленостью 12 ‰ и выше, лишенный опресненных зон, где проходил бы нерест пресноводных рыб, был бы непригодным для их обитания. То есть аборигенная пресноводная ихтиофауна не преодолела бы барьера критической солености 12–14 ‰, разделяющего пресноводную и морскую фауны в Аральском море. В действительности же выпадение рыб произошло позже и это объясняется большей солеустойчивостью взрослых рыб (Андреев, 1996).

Следует помнить о том, что помимо зарегулирования стока рек в результате проведения в 50-х годах акклиматизационных

работ и случайного завоза ряда короткоциклических сорных рыб в Аральском море резко изменились условия существования для всех рыб, и это не дает возможности пронаблюдать воздействие фактора солености на ихтиофауну Арала в чистом виде.

Процесс выпадения рыб являлся интегральным показателем ряда одновременно действующих факторов, главные из которых – это соленостная толерантность взрослых рыб, возможность размножения полупроходных рыб (в середине 70-х — начале 80-х годов Сырдарья в отдельные годы не доходила до моря, а по Амударье были только кратковременные попуски), пресс хищных рыб и пищевая конкуренция личинок и молоди промысловых рыб с сорными вселенцами.

5.2. Промысел рыб на Аральском море

Как отмечает А.А. Жарковский (1950), до 1875 г. рыболовство собственно на Аральском море почти не производилось, а на реках Сырдарье и Амударье местное население добывало незначительное количество рыбы для личного потребления примитивными орудиями лова. Толчком к развитию промышленного рыболовства послужило переселение в 1877 г. на берега рек Сырдарья и Амударья уральских казаков, обладавших опытом рыболовства. Они начали промысел в реках и постепенно распространили его до предустьевой морской полосы. В 1889 г. промысел из рек начал выходить в море. В это время промышлялись наиболее ценные виды: шип, усач, жерех, сом и лещ, совершенно не использовались промыслом плотва, белоглазка, шема и др.

Дальнейшее развитие рыбной промышленности произошло после открытия в 1905 г. железной дороги Оренбург – Ташкент. С этого времени на Аральском море появились крупные предприниматели, построившие хорошо оборудованные промыслы астраханского типа на Бугуни, Муйнаке, Урге и в других местах, был создан паровой и получил развитие парусный флот (Покровский, 1916; Берг, 1926).

Статистические данные за этот период отсутствуют, но об увеличении добычи рыбы в Аральском бассейне можно судить по

возрастанию перевозки рыбы железной дорогой (табл. 5.54). Как видим, цифры по перевозке рыбы вполне сопоставимы с добычей рыбы в 30–40-х годах. По оценке А.С. Покровского (1916), общий вылов свежей рыбы в Аральском бассейне, включая реки и озера, в 1912 г. составил 43.2 тыс. т, при этом следует отметить, что в 1912–1913 гг. рынки были переполнены дешевой каспийской сельдью и это привело к сокращению промысла, а осенний мало-сол 1912 г. остался не проданным до поздней осени 1913 г. из-за отсутствия покупателей.

С 1915 г., вследствие первой империалистической войны, революции и гражданской войны, началось постепенное снижение уловов. А.А. Жарковский (1950) приводит такие цифры добычи по Аральскому промыслу: 1917 г. – 24450 т, 1919 г. – 6520 т, 1920 г. – 2771 т.

Восстановление рыбной промышленности началось во второй половине 20-х годов и с 1928 г. имеется статистика по вылову рыбы на Аральском море (Каженбаев, Ньюжиров, 1968; Улов ..., 1973; Статистические ..., 1977; и др.).

Таблица 5.54

**Данные о вывозе рыбы железной дорогой
(по: Покровский, 1916), т**

| Годы | Частиковая | | Красная | | Всего |
|------|------------|---------|---------|---------|-------|
| | свежая | соленая | свежая | соленая | |
| 1905 | 1444 | 1352 | 51 | 25 | 2872 |
| 1906 | 6579 | 6544 | 44 | 341 | 13508 |
| 1907 | 10300 | 3488 | 25 | 99 | 13912 |
| 1908 | 11553 | 4296 | 323 | 476 | 16648 |
| 1909 | 20888 | 8762 | 131 | 70 | 29851 |
| 1910 | 20824 | 10035 | 122 | 240 | 31221 |
| 1911 | 13286 | 10296 | 195 | 42 | 23819 |
| 1912 | 11960 | 16091 | 200 | 99 | 28350 |

Примечание: в оригинале в пудах, пересчитано Н.И. Андреевым.

Анализ вылова рыбы в Аральском море следует проводить по двум периодам. Первый период – с начала промысла до конца 50-х годов – отражает добычу рыбы в условиях квазистационарного состояния экосистемы моря. Второй период начался с конца 50-х

годов. Добыча рыбы во второй период проходила в условиях регрессии моря и мощного влияния вселенцев на состав и численность коренной ихтиофауны.

В общих уловах рыбы (рис. 5.1) в 1928–1960 гг. наблюдалось две депрессии: в 1933–1935 гг. и в 1942–1948 гг. Причиной падения добычи в обоих случаях считают истощение рыбных запасов леща, сазана и, частично, плотвы (Никольский, 1944; Фортунатов с соавт., 1950; Бервальд, 1964). Уход мужчин на войну и недостаток орудий лова повлекли за собой дальнейшее снижение добычи в середине 40-х годов.

С 1947 г. началось восстановление промысла рыбы на Аральском море и уловы к 1957–1958 гг. достигли максимума – 43.09 тыс. т.

Для квазистационарного состояния экосистемы Аральского моря, Г.В. Никольским (1944) была установлена связь колебаний уловов рыбы с высотой уровня моря. Через промежуток от 4 до 5 (а иногда до 6) лет после высокого горизонта моря в Арале обычно резко повышалась численность промыслового стада некоторых видов рыб. В годы высокого стояния уровня моря складывались более благоприятные условия для нереста основных промысловых рыб – леща, сазана и плотвы.

Г.В. Никольским и П.Н. Морозовой (1946) была установлена зависимость колебаний численности некоторых промысловых рыб от успешности воспроизводства. Ими было показано, что понижение уловов в Аральском море в середине 40-х годов явилось следствием сочетания ряда неблагоприятных в те годы условий для размножения рыб.

М.А. Фортунатов с соавторами (1950), признавая предложенные объяснения (Никольский, 1944; Никольский, Морозова, 1946) причин колебаний численности аральских леща и сазана в основе правильными, раскрыли еще ряд необходимых условий для успешного нереста. Это в первую очередь строение дельт обеих рек впадающих в Аральское море. Например, дельта Амударьи в течение последнего столетия несколько раз изменяла свое строение, когда река в пределах дельты переходила от стадии стабилизации

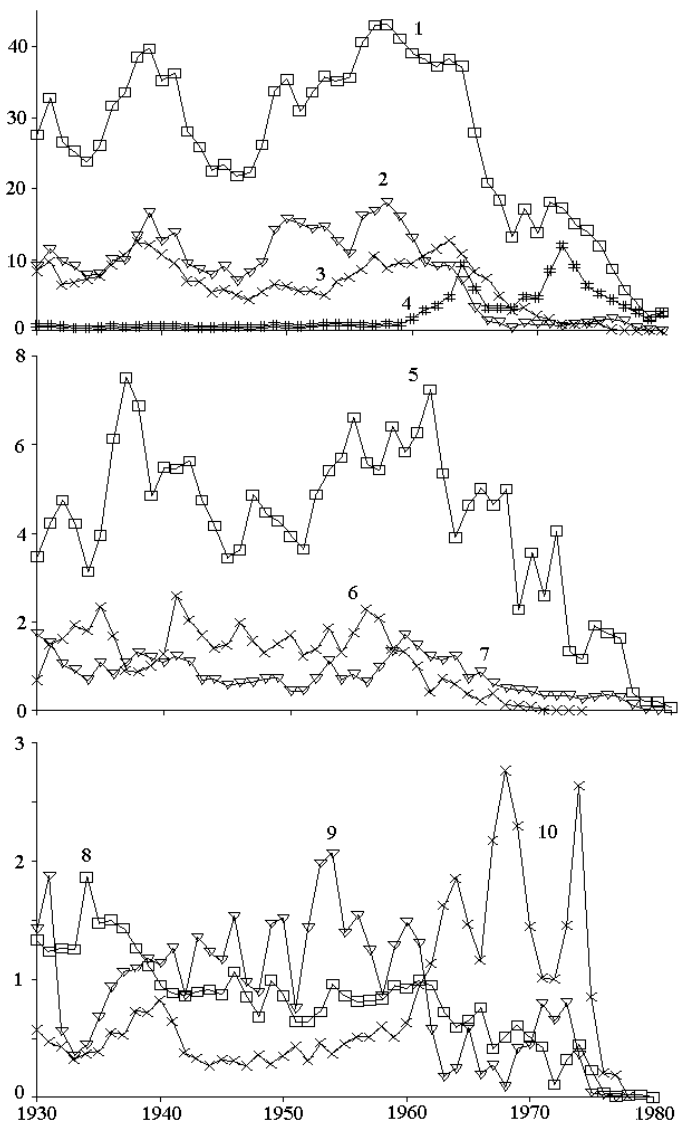


Рис. 5.1. Общий вылов рыбы (1) и уловы леща (2), сазана (3), судака (4), плотвы (5), шемаи (6), усача (7), щуки (8), сома (9) и жереха (10) в Аральском море:

По оси абсцисс – годы, по оси ординат – уловы, тыс. т.

главного русла к стадиям преобладания разливов. На стадии стабилизации главного русла, в результате увеличения мощности береговых валов, Амударья выносила в море воду, в основном, одним потоком. Напротив, в периоды развития разливов значительная часть амударьинских вод поступала в море широким фронтом в осветленном виде после отстаивания и фильтрации через тростниковые заросли.

Промыслово-биологическое значение этих циклов было чрезвычайно велико. В периоды развития разливов на Аральском море складывались прекрасные условия для размножения, нагула и вылова ряда рыб с озерно-полойным икрометанием (в первую очередь сазана), тогда как в периоды стабилизации русла численность этих видов, в особенности сазана, резко сокращалась не только во внутренних водоемах дельты, но и в самом море (Фортунатов с соавт., 1950).

Анализируя промысел на Аральском море, В.П. Митрофанов с соавторами (1992) высказали предположение о роли конкурентных взаимоотношений между бентосоядными видами: лещом, сазаном и плотвой. Они считают, что после запуска промысла в середине 40-х годов запасы всех промысловых видов должны были восстановиться хотя бы до уровня предвоенных лет. Однако восстановились и даже увеличились лишь запасы леща, а уловы сазана и плотвы продолжали падать до 1951–1953 гг. Увеличение запасов леща послужило ограничивающим фактором для сазана и плотвы. Только после интенсивного отлова леща начала расти добыча сазана (с 1954 г.), одновременно увеличилась и добыча плотвы.

Все исследователи (Никольский, 1940; Никольский, Морозова, 1946; Бервальд, 1956, 1961, 1964; Яблонская, 1960а; Володкин, 1961б) считали, что кормовая база рыб бентофагов недоиспользуется и не лимитирует численности основных промысловых рыб Аральского моря, сдерживаемой условиями размножения и обеспеченностью пищей на ранних стадиях развития.

Начало второго периода – вспышки численности сорных рыб и регрессии моря – совпало с годами максимальной добычи рыбы

на Аральском море. Именно в эти годы (1957–1958) в фауне моря были отмечены короткоциклические случайные вселенцы атерина и бычки. В 1959–1960 гг. они, наряду с плановым вселенцем салакой достигли высокой численности и оказали мощное влияние на коренную ихтиофауну.

Анализ влияния вселенцев на ихтиофауну Аральского моря проводился неоднократно (Дорошев, 1968; Маркевич, 1972, 1978; Картунова, 1972, 1975; Яблонская с соавт., 1973; Карпевич, 1975; Митрофанов с соавт., 1992). Все авторы сходятся во мнении, что вселенные рыбы в конце 50-х годов оказали отрицательное влияние на местную ихтиофауну. Как уже рассматривалось нами в очерках по отдельным видам рыб, особенно пострадали от вселенцев те виды, размножение которых проходило в море или опресненных заливах. Огромное количество новых потребителей практически уничтожило зоопланктон в море, тем самым лишив личинок корма, резко снизило эффективность или даже полностью вывело из строя морские нерестилища. Действительно, уловы леща, и в какой то мере шемаи, держались на приемлемом уровне, а сазана и плотвы даже увеличивались в начале 60-х годов. Но когда промысел должен был базироваться на поколениях рожденных в 1959–1960 гг. началось резкое, даже катастрофическое снижение общей добычи рыбы. Для поколений леща, сазана и ряда других рыб, рожденных в 1959–1960 гг. еще при высоком уровне моря и хорошей обеспеченности водой нерестилищ, единственным ограничивающим фактором явились именно вселенные короткоциклические рыбы.

С 1961 г. к отрицательному воздействию вселенцев добавился новый мощный фактор ограничивающий численность рыб – началось падение уровня моря и, как следствие, разрушение основных нерестилищ сазана и леща – наиболее важных промысловых рыб Аральского моря. С каждым годом поколения леща и сазана были все менее и менее урожайные и их добыча с 1964 г. неуклонно снижалась.

Для плотвы – третьего по значению в общей добыче вида – последствия вселения сорных видов рыб и начальный этап сни-

жения уровня моря оказались не столь катастрофичны. Ее добыча в 1966–1977 гг. поднималась почти до уровня максимальных уловов, да и в 1969–1971 гг. отмечалось небольшое увеличение добычи плотвы. Такая устойчивость плотвы к неблагоприятным факторам, по сравнению с лещом и сазаном, связана с меньшей требовательностью плотвы к нерестовому субстрату, большей толерантностью ее икры к фактору солености, более раннему и дружному нересту. К тому же, очевидно, молодь плотвы успевала использовать небольшое количество ранневесеннего зоопланктона.

Только два вида – судак и жерех – смогли увеличить свою численность в условиях падения уровня моря. Численность этих видов до вселения мизид, креветки, бычков и атерины сдерживалась из-за недостатка подходящего корма при переходе к хищному питанию. Появление многочисленных и оптимальных по размеру пищевых организмов резко повысило выживаемость молоди судака и жереха. И, несмотря на то, что основные нерестилища жереха, как уже отмечалось выше, были отрезаны плотинами, а судак, утратив морские нерестилища, стал совершать нерестовые миграции в реки, их численность, а соответственно и добыча, резко увеличились. Судак с середины 60-х годов по 1982 г. даже был основной промысловой рыбой Аральского моря.

Следует отметить, что добыча судака и жереха в 60–70-х годах претерпела несколько подъемов и падений. Очевидно, условия размножения в реках, вследствие зарегулированного стока рек, не всегда обеспечивали оптимальное сочетание всех факторов для нереста и достижения молодью моря. Так, Ю.Д. Новокшенов (1969) считал, что рост уловов судака в 1960–1964 гг. обеспечивался высокоурожайными поколениями 1958 и 1959 гг. Максимальный улов 1964 г. – массовым вступлением их в промысел, а падение уловов в 1965–1967 гг. промысловым изъятием. Очевидно и благоприятное влияние на рост добычи судака многоводного 1969 г.

Судак и жерех только в 1964 г. одновременно достигали максимального вылова, затем в годы депрессии судака увеличивался вылов жереха и наоборот (см. рис. 5.1).

В.П. Митрофанов с соавторами (1992) считают, что увеличение численности пары хищников: судака и жереха привело к угнетению другой пары – щуки и сома, хотя казалось бы, их кормовые ресурсы не пострадали, а в какой то мере пополнились.

Как бы там ни было, а в результате вселения мизид, креветки, салаки, бычков и атерины в уловах резко изменилось соотношение между мирными и хищными рыбами в пользу последних, что не выгодно с точки зрения выхода продукции, так как это удлиняет пищевую цепь на одно звено и сокращает выход продукции в 8–12 раз.

В 1967–1974 гг. уловы рыбы в Аральском море стабилизировались на уровне 1.3–1.8 тыс. т. Очевидно, такие уловы отражали условия размножения основных рыб моря, теперь уже судака, плотвы и жереха. Но в середине 70-х годов Сырдарья в отдельные годы вообще перестала доходить до моря, а по Амударье осуществлялись только периодические попуски. Воспроизводство рыб было окончательно подорвано и уловы резко упали. С 1978 г. только на юге моря добывался практически один судак; он, как наиболее солеустойчивый из промысловых рыб вид, промышлялся до 1983 г. включительно, после чего морской промысел был прекращен.

Всего лишь за 20 лет Аральское море, дававшее до 43 тыс. т рыбы, что составляло около 7 % добычи рыбы во внутренних водоемах СССР, полностью потеряло рыбохозяйственное значение. За исключением малочисленной салаки, все выдержавшие осолонение моря рыбы: бычки, атерина и колюшка, из-за малых размеров никогда для рыбной промышленности Арала не представляли интереса.

Почти десять лет промысел рыбы не велся, однако, к началу 90-х годов в Аральском море достигла высокой численности акклиматизированная камбала глосса. После проведения в 1991–1992 гг. опытно-промышленного лова, было рекомендовано с 1993 г. начать промышленное освоение запасов камбалы (Андреев с соавт., 1995), но из-за утраты промысловой базы на море развертывание промысла задерживается.

Глава 6. АККЛИМАТИЗАЦИЯ ГИДРОБИОНТОВ И ЕЕ ЗНАЧЕНИЕ ДЛЯ ФАУНЫ АРАЛЬСКОГО МОРЯ

Особенности гидролого-гидрохимического режима Аральского моря и его изоляция от других южных морей способствовали формированию своеобразной экосистемы с преобладанием генеративно пресноводных видов и качественно обедненным составом. В этом водоеме отсутствовали многие животные (калянипеда, мизиды, полихеты, кумовые и прочие), образующие высокую численность в южных морях. Ихтиофауна была представлена 20 видами и в море не было типичных пелагических планктонофагов и илоедов. По сравнению с другими морями Арал всегда отличался низкими продукционными возможностями и для первой половине XX века стремление пополнить его новыми видами промысловых или кормовых организмов было естественным.

Предложение о повышении продукционных свойств Аральского моря путем акклиматизации водных животных было впервые высказано еще в начале 30-х годов (Зенкевич, Бирштейн, 1934). Позже вопросы акклиматизации кормовых беспозвоночных и рыб довольно широко обсуждались в печати и было предложено ввести в фауну Арала ряд ценных кормовых организмов и рыб (Аверинцев, 1936; Зенкевич, Бирштейн, 1937а, б; Кичагов, 1937; Зенкевич, 1938, 1947; Ильин, 1947; Карпевич, 1947а, 1948, 1960б, д, ж; Коновалов, 1954; Деньгина, 1957; Хусаинова, 1958, 1968; и др.).

В конце 50-х – начале 60-х годов были проведены широкие экологические исследования предполагаемых акклиматизантов в Арал и другие моря Советского Союза (Карпевич, 1958, 1960а, б, 1964б; Бокова, 1960; Киселева, 1960; и др.) и составлена схема направленного формирования звеньев всех трофических уровней экосистемы Аральского моря (Карпевич, 1960д).

Несмотря на большое число предложенных для интродукции в Арал видов беспозвоночных, первые (креветки) – попали в море

случайно при переселении кефали в 1954–1957 гг. Плановая интродукция беспозвоночных была начата в 1958 г. и с перерывами продолжалась до 1986 г., вселялись полихеты, ракообразные, моллюски.

Вселение рыб в Аральское море было начато до детальной разработки биологического обоснования необходимости интродукции и изучения продукционных свойств зоопланктона моря. К моменту определения продукции зоопланктона Аральского моря, выяснения его ограниченных возможностей, как кормовой базы для планктоноядных рыб, составления схемы акклиматизации водных организмов в Аральском море (Луконина, 1960а; Яблонская, 1960а; Карпевич, 1960д; Яблонская, Луконина, 1962) в море были интродуцированы каспийский пузанок, кефали, салака и другие. К сожалению, при этом были внесены и нежелательные вселенцы: атерина и бычки.

Необходимо отметить, что в последние годы неуправляемое антропоическое расселение фауны и флоры резко возросло и стало во многих случаях вызывать весьма неблагоприятные экономические последствия (Николаев, 1979).

В период быстрого сокращения запасов пресноводных видов рыб возникла острая необходимость вселения в Аральское море эвригалинных рыб морского происхождения. После тщательного исследования отношения камбалы-глоссы на ранних этапах развития к аральской воде повышенной солености (Лим с соавт., 1978; 1981) она была вселена в Аральское море (Лим, Маркова, 1981; Лим, 1986).

6.1. Беспозвоночные

6.1.1. *Nereis diversicolor* O.F. Мьллер

N. diversicolor попал в список наиболее подходящих форм для акклиматизации во внутренних морях после проведения эколого-физиологического изучения фауны Черного и Азовского морей (Зенкевич, 1940). В Аральское море nereisa завезли в 1960–1961 гг. [по Е.Л. Марковой (1975а) в ? 1959–1960 гг.]. Уже первое все-

ление в залив Джида оказалось успешным, и в 1963 г. нереис был обнаружен севернее и южнее места выпуска (Кортунова, 1968, 1970; Атлас ..., 1974).

Акклиматизация *N. diversicolor* в Аральском море проходила без латентного периода; отмеченный в сборах через два года после вселения он ежегодно встречался на все большей и большей акватории (рис. 6.1). В 1964 г. через пролив Берга нереис проник в Малое море, где первоначально освоил грунты прибрежной зоны полуострова Кокарал. В 1965 г. он продвинулся далее на север вдоль восточного побережья Малого моря в залив Сары-Чаганак и заселил несколько районов Большого моря, в частности, и довольно отдаленный залив Кюнейбас. В 1966–1967 гг. были освоены почти все Малое море и песчаные грунты у восточного побережья Большого моря. Решающим этапом в заселении нереисом Аральского моря был 1970 г., когда в течение одного вегетационного периода им была занята почти половина акватории моря.

Скорость расселения акклиматизанта по акватории по годам была различна и во многом зависела от гидрологических условий. Интересен факт распространения пятнами, и, как бы против кругового течения, что связано с наличием циклонических течений вследствие преобладания юго-западных ветров (Косарев, 1975) в период пребывания молодежи в планктоне. В первую очередь нереис заселял мелководную прибрежную зону песков и песчано-илистых грунтов, и лишь с 1970 г. в Большом море занимает центральную илистую часть. В 1974 г. были освоены последние пригодные для обитания районы. Нереис проник вглубь моря дальше других донных животных, но в самой глубоководной части Арала – западной котловине создать постоянных поселений не смог. Там, на глубинах более 40–50 м встречались периодически исключительно крупноразмерные особи.

Одновременно с освоением акватории моря шло нарастание биомассы нереиса, максимальная биомасса образовалась ко времени заселения последних пригодных биотопов. Наиболее высокая биомасса была на серых и темно-серых илах на глубине 20–30 м (см. рис. 4.2).

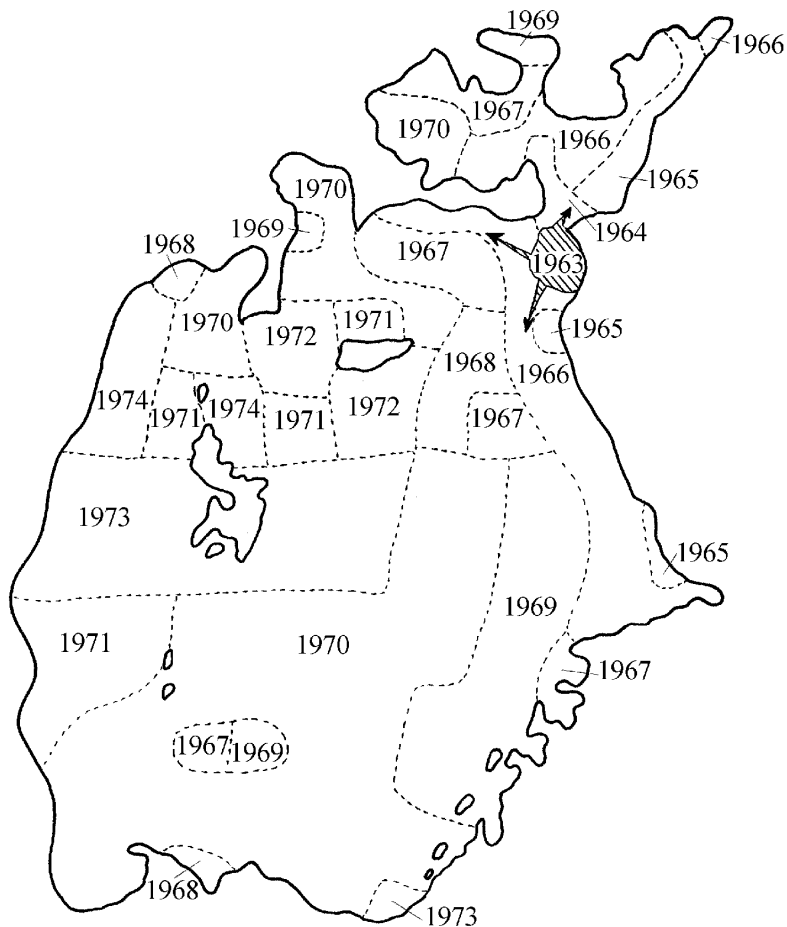


Рис. 6.1. Карта-схема расселения *Nereis diversicolor* в Аральском море (по: Андреев, Андреева, 1992):

Цифры – годы первого обнаружения вида в данном районе.

В летний период в прибрежных районах и в открытом море на песчаном грунте преобладали мелкие особи массой от 0.1 до 10 мг, с увеличением содержания в грунте илистой фракции увеличивались и размеры червей. На сером иле количество особей массой 50.1–100 мг составляло 17.7 %, массой >100 мг – 7.9 % от об-

шего числа отловленных червей. На глубинах более 15 м серые илы часто приобретают более темную окраску за счет разложения большого количества отмерших водорослей и постепенно переходят в черные илы с запахом сероводорода. На таких грунтах преобладают особи с массой более 100 мг (табл. 6.1, 6.2).

Таблица 6.1

Распределение *Nereis diversicolor* в Аральском море по грунтам (по материалам летней стандартной съемки 1977 г. по: Андреев: Андреева, 1992), % от общего числа отловленных червей

| Весовая группа, мг | Песок | Илистый песок | Ил | | | | Все море |
|-------------------------------------|-------|---------------|-------------|-------|-------------|--------|----------|
| | | | песчанистый | серый | темно-серый | черный | |
| 0.1–1 | 60.3 | 40.5 | 36.2 | 21.7 | 23.0 | 3.1 | 26.7 |
| 1.1–10 | 28.1 | 32.4 | 38.6 | 30.5 | 27.6 | 21.7 | 33.0 |
| 10.1–50 | 8.6 | 20.3 | 18.6 | 22.2 | 16.0 | 25.8 | 19.9 |
| 50.1–100 | 3.0 | 4.4 | 6.6 | 17.7 | 12.4 | 12.4 | 12.9 |
| >100 | – | 2.4 | – | 7.9 | 21.0 | 37.0 | 7.5 |
| Количество отловленных червей, экз. | 302 | 296 | 290 | 1931 | 395 | 97 | 3311 |

На участках дна, где Н.Г. Бродской (1952) обнаружено максимальное содержание органического углерода, то есть в районах сноса и накопления в грунте продуктов разложения организмов планктона и бентоса, nereиды достигали наиболее крупных размеров. Поскольку, в основном, nereис питается поверхностным слоем грунта, содержащим большое количество фитобентоса и планктоногенного детрита (Яблонская, 1952, 1969, 1976), хотя в состав пищи может входить фитопланктон и зообентос (Крылова, 1980), то наблюдаем прямую зависимость размеров nereиса от количества пищи, другими словами – от содержания на дне свежесосажденного органического вещества.

Крупные полихеты (массой более 100 мг) встречались и в мелководной прибрежной зоне, там где имелись условия для осадения взвеси, например, в углублениях, образовавшихся в результате работ по расчистке дна бухты Аральского порта. Обыч-

ное преобладание мелкоразмерных червей в прибрежье на песчаных грунтах является следствием массового размножения и оседания молоди, а также незначительных запасов пищи.

Таблица 6.2

**Сезонное распределение *Nereis diversicolor* по глубинам
(по данным стандартных съемок 1977 г.; по: Андреев,
Андреева, 1995а),%**

| Весовая группа, мг | Глубина, м | | | | | |
|--------------------|------------|--------|---------|---------|---------|---------|
| | 0.1–5 | 5.1–10 | 10.1–15 | 15.1–20 | 20.1–25 | 25.1–30 |
| Весна | | | | | | |
| 0.1–1 | 17.9 | 13.2 | 17.7 | 10.4 | 8.2 | 3.0 |
| 1.1–10 | 57.1 | 47.0 | 42.5 | 39.8 | 31.4 | 37.3 |
| 10.1–50 | 25.0 | 25.7 | 27.6 | 28.3 | 20.6 | 17.5 |
| 50.1–100 | – | 9.2 | 8.8 | 13.1 | 19.5 | 19.8 |
| >100 | – | 4.9 | 3.4 | 8.4 | 20.3 | 22.4 |
| n | 14 | 668 | 1400 | 1139 | 407 | 53 |
| Лето | | | | | | |
| 0.1–1 | 53.6 | 40.4 | 24.7 | 16.3 | 4.5 | – |
| 1.1–10 | 32.0 | 33.8 | 32.6 | 39.0 | 21.2 | 10.7 |
| 10.1–50 | 14.4 | 15.4 | 21.6 | 23.2 | 21.5 | 17.9 |
| 50.1–100 | – | 6.7 | 16.5 | 14.1 | 13.7 | 14.3 |
| >100 | – | 3.7 | 4.6 | 7.4 | 39.1 | 57.1 |
| n | 46 | 790 | 1461 | 680 | 292 | 42 |
| Осень | | | | | | |
| 0.1–1 | 52.0 | 13.8 | 23.0 | 9.6 | – | – |
| 1.1–10 | 16.0 | 49.7 | 33.5 | 35.4 | 15.8 | – |
| 10.1–50 | 20.0 | 23.4 | 23.1 | 26.0 | 28.1 | 18.4 |
| 50.1–100 | – | 9.8 | 11.7 | 25.5 | 25.0 | 21.1 |
| >100 | 12.0 | 3.3 | 8.7 | 3.5 | 31.1 | 60.5 |
| n | 50 | 470 | 1426 | 358 | 228 | 38 |

Примечание: n – количество отловленных червей, экз.

На илистых грунтах, где обитают крупные nereиды, обычны скопления моллюсков, которые после гибели являются для nereиса дополнительным источником пищи. При содержании полихет в аквариуме наблюдалось поедание nereисом погибших моллюсков и червей, полихеты съедали также мягкие части предлагаемых им

Итак, через 11 лет с момента первого обнаружения nereis освоил всю акваторию Аральского моря, найдя здесь благоприятные условия для существования, и стал в конце 70-х годов одним из массовых видов аральского зообентоса. По мере нарастания численности червь входил в рацион промысловых и непромысловых рыб (Кортунова, 1967; Быков с соавт., 1968; Гаврилов, 1967б, 1970а, 1972а, б; Проскура, 1978). По нашим данным nereis был преобладающим компонентом в питании молоди леща; у отдельных экземпляров его значение достигало 100 % (см. табл. 5.30). Среди взрослых рыб велико было значение nereisa в питании леща, чехони и сазана (табл. 6.3).

Таблица 6.3

Состав пищи аральских рыб в мае 1976 г. (по: Андреев, Андреева, 1995а), % по массе

| Компонент | Лещ | Плотва | Усач | Сазан | Шемая | Чехонь |
|-------------------------------|-------|--------|-------|-------|-------|--------|
| <i>Nereis diversicolor</i> | 32.1 | <0.1 | 5.7 | 10.8 | 1.3 | 28.9 |
| <i>Palaemon elegans</i> | – | – | – | – | – | 0.8 |
| Ostracoda | 0.6 | <0.1 | 0.3 | <0.1 | – | – |
| <i>Dreissena</i> | <0.1 | 1.4 | 0.3 | – | – | – |
| <i>Hypanis</i> | – | 0.3 | 3.8 | – | – | – |
| <i>Cerastoderma isthmicum</i> | 0.5 | 0.4 | 21.2 | 0.2 | – | – |
| <i>Syndosmya segmentum</i> | 61.5 | 44.4 | 16.0 | 85.3 | – | – |
| <i>Caspihydrobia</i> | 2.9 | 48.2 | 46.1 | 0.6 | – | – |
| Воздушные насекомые | – | <0.1 | – | – | 98.7 | 43.9 |
| Рыба | – | – | 1.8 | – | – | 26.4 |
| Водные растения | 1.1 | 1.8 | 1.1 | – | – | – |
| Икра | – | 3.5 | – | – | – | – |
| Детрит | 1.3 | – | 3.7 | 3.1 | – | – |
| Число проанализированных рыб | 28 | 31 | 10 | 5 | 4 | 11 |
| Длина тела рыб, см | 17–35 | 17–27 | 56–86 | 28–62 | 21–32 | 28–40 |

Вселение nereisa в Аральское море проходило при солености воды около 10 ‰. К 1993 г. соленость воды в Большом море увеличилась почти в 4 раза, а в Малом море в 2.7 раза. Тем не менее, *Nereis diversicolor*, обладая совершенной осморегуляторной системой, остается одним из массовых видов Аральского зообентоса.

По-видимому, соленость воды в Большом море приближается к верхнему пределу толерантного диапазона *N. diversicolor*. В наших экспериментах черви длительное время могли существовать только до солености 40 ‰. Очевидно, рубеж солености 40–45 ‰ нереис преодолеть не сможет и следует ожидать его скорого выпадения из фауны Большого моря.

6.1.2. *Heterocope caspia* Sars.

Этот вид вселялся в Аральское море в приустьевую зону р. Сырдарьи в августе 1971 г. в количестве 900 тыс. экз. В июле 1972 г. были зарегистрированы единичные находки *H. caspia* в северной части Малого моря. В последующие годы в составе зооплankтона рачок не отмечался. Низкая солеустойчивость *H. caspia* явилась причиной отрицательного результата от его интродукции в Арал (Андреев, Андреева, 1995а).

6.1.3. *Acartia clausi* Giestrecht

Завозился в Аральское море в 1985 (2.0) и 1986 гг. (4.0 млн. экз.). Выпускали *A. clausi* в районе острова Барсакельмес при солености 23 ‰. Наблюдений в первые годы после выпуска не проводилось, а в сборах 1989 г. и последующих лет *A. clausi* не отмечалась. Очевидно, резкое увеличение солености воды со специфическим составом солей в конце 80-х годов не позволило прижиться этому виду в Аральском море (Андреев, Андреева, 1995а).

6.1.4. *Calanipeda aquaedulcis* Kritsch.

Вид вселен в Аральское море из азовских лиманов в 1965–1966 и 1970–1971 гг. по предложению А.Ф. Карпевич (1964б), встречен в море весной 1970 г. (Дарибаев, 1967; Казахбаев, 1972, 1974; Кортунова с соавт., 1972). Для *C. aquaedulcis* было характерно быстрое распространение по акватории моря (рис. 6.3). Обнаруженный впервые единично весной этот вид к июлю уже имел среднюю численность по морю 17 экз./м³, а к осени достиг чис-

Таблица 6.4

**Возрастной состав *Calanipeda aquaedulcis* Аральского моря,
в процентах от численности (по: Андреев, 1989)**

| Год | Сезон | Науп- лии | Копеподитные стадии | | | | | | | Числен- ность, экз./м ³ | Био- масса, мг/м ³ |
|------|-------|--------------|---------------------|-----|-----|-----|-----|------------|------------|--|-------------------------------------|
| | | | I | II | III | IV | V | сам- цы | сам- ки | | |
| 1974 | весна | 57.1 | 12.7 | 6.4 | 4.5 | 1.6 | 2.5 | 8.5 | 6.7 | 1212 | 11.7 |
| | лето | 74.5 | 9.4 | 5.7 | 3.6 | 1.0 | 1.8 | 1.4 | 2.6 | 2115 | 10.9 |
| | осень | 85.7 | 6.3 | 4.1 | 1.9 | 0.5 | 0.6 | 0.3 | 0.6 | 3449 | 10.9 |
| 1977 | весна | 69.4 | 8.6 | 6.8 | 5.2 | 3.4 | 2.0 | 1.5 | 3.1 | 1066 | 6.5 |
| | лето | 86.6 | 6.6 | 2.4 | 1.4 | 0.7 | 0.8 | 0.6 | 0.9 | 3308 | 10.9 |
| | осень | 77.1 | 6.1 | 5.5 | 3.2 | 2.5 | 1.3 | 1.2 | 3.1 | 8608 | 46.9 |

Таблица 6.5

**Средняя численность и биомасса *Calanipeda aquaedulcis*
в Аральском море летом (по: Андреев, Андреева, 1995а)**

| Год | Численность, экз./м ³ | | | | | | | | | Био- масса, мг/м ³ |
|------|----------------------------------|---------------------|-----|-----|-----|-----|-------|-------|-------|-------------------------------------|
| | Науп- лии | Копеподитные стадии | | | | | | | Всего | |
| | | I | II | III | IV | V | самцы | самки | | |
| 1971 | 7115 | 367 | 329 | 241 | 98 | 68 | 308 | 315 | 8841 | 50.7 |
| 1972 | 3967 | 247 | 183 | 148 | 158 | 189 | 258 | 240 | 5390 | 40.8 |
| 1973 | 2018 | 378 | 189 | 82 | 20 | 31 | 47 | 46 | 2811 | 12.9 |
| 1974 | 1577 | 198 | 120 | 77 | 21 | 38 | 30 | 54 | 2115 | 10.9 |
| 1975 | 5077 | 217 | 45 | 40 | 54 | 19 | 58 | 45 | 5555 | 17.4 |
| 1976 | 3420 | 225 | 157 | 116 | 79 | 59 | 129 | 148 | 4333 | 25.1 |
| 1977 | 2866 | 220 | 80 | 47 | 22 | 25 | 21 | 27 | 3308 | 10.9 |
| 1978 | 5841 | 344 | 136 | 137 | 67 | 61 | 151 | 167 | 6904 | 31.9 |
| 1980 | 5894 | 1006 | 418 | 260 | 216 | 184 | 304 | 234 | 8516 | 52.2 |
| 1981 | 6939 | 563 | 456 | 355 | 310 | 199 | 147 | 115 | 9084 | 45.3 |

зи с выпадением большинства представителей ихтиофауны Арала, особенно, атерины в Малом море в первые годы после его отчленения от Большого моря. Следует подчеркнуть, что в Аральском море было небольшое количество хищных беспозвоночных сем. *Podonidae*, но и они к концу 80-х годов практически перестали встречаться в планктоне моря. При вспышке численности атерины в Малом море количество калянпеды в августе 1992 г. резко снизилось, затем, после гибели большей части популяции ате-

Таблица 6.6

**Средняя численность и биомасса *Calanipeda aquaedulcis* в Малом и Большом морях
(по: Андреев, Андреева, 1995а)**

| Дата | Численность, экз./м ³ | | | | | | | | Биомасса, мг/м ³ | |
|-----------------------|----------------------------------|---------------------|------|------|------|------|-------|-------|--------------------------------|-------|
| | Науплии | Копепоditные стадии | | | | | | Всего | | |
| | | I | II | III | IV | V | самцы | | | самки |
| Малое море | | | | | | | | | | |
| Июль-август 1982 | 15773 | 899 | 1115 | 787 | 676 | 576 | 262 | 402 | 20490 | 106.8 |
| Август 1984 | 17873 | 869 | 1066 | 985 | 1169 | 894 | 307 | 349 | 23512 | 134.7 |
| Август 1985 | 12187 | 2149 | 2682 | 2179 | 1472 | 1026 | 870 | 921 | 23486 | 212.6 |
| Август 1989 | 41500 | 2386 | 2826 | 2621 | 1536 | 1337 | 3843 | 3488 | 59537 | 511.1 |
| Июнь 1990 | 33907 | 1684 | 2450 | 2579 | 1850 | 1465 | 1777 | 1467 | 47179 | 328.8 |
| Май 1991 | 100586 | 6396 | 4329 | 3037 | 2503 | 1956 | 5216 | 4199 | 128222 | 781.4 |
| Май 1992 | 42944 | 2914 | 2478 | 1499 | 1275 | 935 | 1450 | 1617 | 55112 | 314.9 |
| Август 1992 | 924 | 38 | 35 | 31 | 24 | 21 | 2 | 4 | 1079 | 3.9 |
| Июнь 1993 | 62340 | 2446 | 486 | 182 | 129 | 68 | 36 | 30 | 65717 | 146.2 |
| Июнь 1994 | 68112 | 1644 | 779 | 643 | 451 | 587 | 936 | 1184 | 74336 | 272,2 |
| Большое море | | | | | | | | | | |
| Октябрь 1989 | 8402 | 274 | 261 | 358 | 289 | 373 | 553 | 406 | 10916 | 76.4 |
| Сентябрь 1990 | 2883 | 385 | 184 | 179 | 119 | 194 | 94 | 49 | 4087 | 23.7 |
| Сентябрь-октябрь 1991 | 10239 | 943 | 608 | 507 | 465 | 323 | 304 | 241 | 13630 | 72.1 |
| Август 1992 | 8575 | 906 | 634 | 580 | 549 | 628 | 373 | 547 | 12792 | 100.4 |

рины, наблюдалось постепенное увеличение численности этого ракообразного.

Калянипеда была акклиматизирована в Аральское море при еще практически не нарушенном гидролого-гидрохимическом режиме. К 1992 г. соленость воды в отдельных участках моря (залив Бутакова, северо-восточная часть Большого моря) повысилась в 4 раза и достигла 40 ‰. Тем не менее, калянипеда, с осени 1970 г. и до настоящего времени является доминирующим видом аральского зоопланктона и основой питания молоди рыб Аральского моря.

6.1.5. *Paramysis intermedia* Czern.

Интродукция мизид была проведена в 1958–1960 гг. Посадочный материал заготавливался в дельте Дона. Одни авторы указывают, что завозились три вида: *P. lacustris*, *P. intermedia* и *P. baeri* (Кортунова, 1970; Романова, 1974б); другие – добавляют к ним *P. ullskyi* (Карпевич, 1975). Впервые *P. intermedia* и *P. lacustris* обнаружили в 1961 г. в месте выпуска последней партии в опресненном заливе Каратерень на севере моря (Галактионова, Бинтинг, 1964). В 1964 г. мизиды из залива Каратерень были перевезены на юг моря, где прижились в опресненных заливах (Бекмурзаев, 1965; Дарибаев, 1967).

В 60-е годы *P. intermedia* был наиболее широко распространенным и массовым видом среди мизид, создавая около 90 % общей численности.

Половозрелости *P. intermedia* в Аральском море достигал при длине 4–5 мм. Средний размер был 4–8 мм, максимальный до 14 мм. Среднее количество яиц было от 7 у самок длиной 6–7 мм до 23 у самок – 10–11 мм (Кортунова, 1970; Бекмурзаев, 1970).

6.1.6. *Paramysis lacustris* Czern.

Этот вид был завезен в 1958–1960 гг., расселился по мелководьям всего моря. В Арале *P. lacustris* был несколько крупнее чем *P. intermedia*. Размер основной массы особей 6–11 мм, максимальный – 16 мм. Половозрелыми самки становились при дости-

жении длины 6–8 мм. Плодовитость самок не превышала 18 яиц на одну особь (Кортунова, 1970).

6.1.7. *Paramysis ullskyi* Czern.

По данным Т.А. Кортуновой (1970) *P. ullskyi* появился в пробах на устьевом взморье Сырдарьи в 1965 г. и ею предполагается, что этот вид проник в Аральское море не непосредственно из Азовского моря, а из водохранилищ в верховьях Сырдарьи [хотя А.Ф. Карпевич (1975) включает его в список непосредственно перезезенных в Арал видов], куда мизиды, в том числе и *P. ullskyi*, были завезены в 1963 г. (Ахроров, 1967, 1968). *P. ullskyi* был в Аральском море самым крупным (максимальный размер 19 мм) и самым малочисленным видом, причем он встречался лишь на устьевом взморье Сырдарьи (Кортунова, 1970).

6.1.8. *Paramysis baeri* Czern.

Завозился в Арал совместно с *P. lacustris* и *P. intermedia* в 1958–1960 гг., в море не обнаружен (Кортунова, 1970).

6.1.9. *Limnomysis benedeni* Czern.

В 1975–1976 гг. в Аджибайском заливе пойманы единичные особи *L. benedeni* (Бекмурзаев, 1980а), но о путях проникновения этого вида в Аральское море нет достоверных данных. В 1983 г. *L. benedeni* еще изредка встречался в заливах юга моря при солености 9–11 ‰ на глубине 1–2 м (Бекмурзаев, 1985).

Все мизиды рода *Paramysis*, прижившиеся в Арале, обитают в материнских водоемах в опресняемой зоне и устьях рек. В первые годы после вселения в Аральское море ими также были освоены в первую очередь придельтовые районы рек и лишь после 1965 г. эти ракообразные стали встречаться в более осолоненных участках мелководий. К 1968 г. мизиды распространились почти по всей прибрежной части моря до глубины 6 м, но все равно наибо-

лее многочисленными они были в приустьевых районах (Кортунова, 1967, 1970).

Мизиды сразу же вошли в рацион многих видов рыб: сома, жереха, судака и других (Новокшенов, 1968б; Кортунова, 1970).

Основным лимитирующим фактором для мизид в Аральском море оказалась соленость. На юге моря при солености до 5 ‰ на 1 лов драги приходилось 800–2000 экз. мизид, а при солености 5–10 ‰ всего 50–60 экз. (Бекмурзаев, 1974). И если в 1971 г. Е.А. Тимофеевой (1972) при средней солености воды 11.6 ‰ мизиды были обнаружены во всех обследованных районах Аральского моря, за исключением прибрежных вод острова Лазарева и юго-восточного берега, то в 1976 г. при средней солености воды в море 14.2 ‰ нами они в небольшом количестве (8 экз.) были отловлены только непосредственно в зоне влияния вод реки Амударьи. В последующие годы мизиды отмечались лишь для опресняемых заливов юга Арала и водоемов дельты рек (Ембергенов, Сагитов, 1980; Бекмурзаев, Казахбаев, 1978; Бекмурзаев, 1980а, б, 1981; Гошкадеря, Колосова, 1981; и др.).

Таким образом, вследствие осолонения Аральского моря были сведены на нет результаты успешной акклиматизации этих ценных кормовых беспозвоночных, охотно поедаемых молодью промысловых рыб.

6.1.10. *Palaemon elegans* Rathke

Как указывает Н.Е. Быков (1961а), креветка *P. elegans* была случайно завезена в живорыбном вагоне вместе с молодью кефали из Каспийского моря в 1954–1956 гг. Впервые обнаружена в Аральском море в 1957 г. (Коновалов, 1959).

Биологию *P. elegans* в Аральском море изучала А.С. Малиновская (1961), по ее данным креветка в 1958–1960 гг. заняла не только прибрежную зону, но и начала расселяться на глубины до 20 м; были зарегистрированы случаи попадания креветок в дночерпатель и с глубин 26 и 40 м с серых илов, покрытых вошерией. Популяция была представлена в основном особями размером от 16 до 48 мм. Максимальный размер креветки – 60 мм.

В настоящее время это обычный вид в прибрежных участках Аральского моря, где он образует довольно большие скопления. При лове мальковой волокушей бычков и атерины в 1977–1979 гг. залавливалось по 100–300 экз. креветки. При ловах мальковым тралом в сентябре 1977 г. креветка попадалась до глубины 15 м. Длина особей, отловленных в сентябре колебалась от 15 до 41 мм, масса – от 10 до 1060 мг. В мае-июне встречались особи длиной до 54 мм, индивидуальная плодовитость колебалась от 438 до 1030 икринок. Сходные размеры креветок 25–47 мм были приведены и для прибрежной зоны юга моря (Бекмурзаев, 1983).

В связи с падением уровня моря, происходит обсыхание прибрежной мелководной зоны – каменистой литорали и песчаных грунтов, а также зарослей макрофитов, где ранее чаще всего встречалась *P. elegans*. В результате сокращения площадей, пригодных для обитания креветки, наблюдается снижение ее запасов в целом по водоему. Повышение солености воды на этот эвригалинный вид отрицательного влияния пока не оказывает.

6.1.11. *Palaemon adspersus* Rathke

По данным Н.Е. Быкова (1961а) этот вид, так же как и *P. elegans*, был завезен вместе с кефалью в 1954–1956 гг. В море не отмечался.

6.1.12. *Rhithropanopeus harrisi tridentatus* (Maitl.)

В специальном обзоре О.Г. Резниченко (1967), посвященном аутоакклиматизации краба, указывается, что в европейских водах (Нидерланды, Зюдерзее) он появился в конце XIX века, а в конце 40-х годов XX века началось его интенсивное расселение по морям атлантического побережья Европы. В пределах территории бывшего Советского Союза краб впервые отмечен в 1936 г. в Черном море, затем в Азовском (1948), в Балтийском (1951) и Каспийском (1958) морях. Расселение краба происходило в первую очередь посредством судов – в обрастаниях и балластных водах.

В 1971 г. при интродукции в южные заливы Аральского моря (Муйнакский, Сарбасский) планктонного ракообразного *Calanipeda aquaedulcis* были случайно завезены личинки краба (Мордухай-Болтовской, 1972). С учетом высокой пластичности и способности легко приживаться в новых водоемах вид был включен как возможный обитатель в “Атлас беспозвоночных Аральского моря” (Виноградов, 1974). И, действительно, в мае 1976 г. краб был обнаружен в Аджибайском заливе (Андреев, Андреева, 1988). В 1976 г. в период комплексных исследований моря Аральским отделением КазНИИРХ было отловлено 20 особей, а в 1977 г. – уже 241. В последующие годы краб стал обычным видом в юго-западной части Арала.

В 1976–1981 гг. распространение, как взрослых особей, так и личинок в Аральском море было приурочено, в основном, к юго-западному району. За пределами указанного района в те годы отмечено лишь единственное нахождение взрослых особей у входа в залив Чернышова.

Рассматривая причины ограниченного распространения краба в конце 70-х годов, мы (Андреев, Андреева, 1988), ссылаясь на уже упомянутый обзор (Резниченко, 1967), указывали, что для размножения и развития личинок краба требуется пониженная соленость. Появление и обитание краба в полносоленых морях приурочено к распресняемым районам, лишь в Азовском и Каспийском морях, где соленость не превышает 14 ‰, краб расселился шире. В связи с зарегулированием стока рек средняя соленость воды Аральского моря к моменту обнаружения краба была 14.1 ‰, а в 1981 г. достигла 17.6 ‰. И, именно, наличие постоянно распресняемой зоны позволило виду закрепиться на юге Аральского моря, где границы его ареала определялись, скорее всего, возможностью перемещения личиночных стадий, а также миграциями взрослых крабов.

В 1989–1992 гг. мы находили крабов, а в августе 1992 г. и его личинок по всей акватории Большого моря, при этом соленость воды в местах находок личинок и взрослых особей была от 32 до 39 ‰. Но в Малое море, отчленившееся от Большого в конце

1987 г., краб так и не проник (Андреев с соавт., 1990; Andreev et al., 1992).

Объяснение столь широкому распространению краба по акватории Большого моря может быть двояко. Либо, в связи с резким уменьшением объема и площади моря, личинки краба за время своего нахождения в планктоне успевают достичь всех участков Большого моря; либо – размножение краба не столь тесно связано с опресняемыми зонами?

Длина панциря самок аральской популяции краба варьировала от 4.1 до 19.0 мм (средняя 13.6 ± 0.2), самцов – от 6.0 до 22.0 (средняя 12.8 ± 0.4). Масса самок – 250–2600 мг, самцов – 220–4260 мг. Одна из самок (длина панциря 16.8 мм), отловленная в мае 1976 г., была с икрой, ее плодовитость – 5200 икринок, диаметр которых равен 0.32 мм, масса икры 300 мг. Размножение краба заканчивается к июлю, поскольку в этот месяц и в августе в планктоне еще в массе присутствуют личинки краба, а самки встречаются уже без икры (Андреев, Андреева, 1988).

В Арале взрослые особи краба отмечались на глубинах до 15 м на разнообразных грунтах (песок, песчанистый, коричневый и серый илы, часто с примесью ракуши) при солености воды 8.9–39.3 ‰. Необходимо отметить, что более пресные воды нами не обследовались.

Внедрение краба в экосистему Аральского моря на личиночной стадии развития еще раз подтверждает его высокую адаптивную способность, позволившую ему расселиться по всем южным морям бывшего Советского Союза. Вселение краба, как плотоядной формы (Yablonskaya, 1979), питающейся донными беспозвоночными (в Аральском море в питании отмечены *Nereis diversicolor*, *Syndosmya segmentum*, *Caspiohydrobia sp.*), следует рассматривать как негативное явление.

6.1.13. *Hypanis colorata* (Eichw.)

О вселении *H. colorata* в Аральское море в середине 60-х годов сообщают многие авторы (Володкин, 1965; КОРТУНОВА, 1968; Карпевич, Луконина, 1970; Маркова, 1975а), но в сводках А.Ф.

Карпевич (1968, 1975) по акклиматизации рыб и беспозвоночных в Арале этот вид почему-то не приводится.

Биологию *H. colorata* изучали А.Ф. Карпевич (1960а) и Л.П. Максимова (1964). В Таганрогском заливе Азовского моря, откуда проводилось переселение, этот моллюск обитает в опресняемой зоне при солености до 7.5 ‰. Предполагалось, что в Арале он так же заселит приустьевые участки рек. Положительный результат от интродукции *H. colorata* не был получен.

Как указывает Л.П. Максимова (1964), сперматозоиды *H. colorata* способны к оплодотворению в азовской и каспийской воде соленостью до 7–8 ‰, а нормальное развитие зародышей и личинок происходит в азовской воде соленостью от 1 до 5 ‰. Вероятно, что и в аральской воде (в момент вселения соленость была около 10.5 ‰) оплодотворение и развитие личинок *H. colorata* было уже затруднено или даже невозможно.

Следовательно, низкая солеустойчивость *H. colorata* на ранних стадиях развития (взрослые особи в кратковременных опытах хорошо переносили соленость воды до 25–30 ‰ (Карпевич, 1960а) и неустойчивый соленостный режим моря не позволили этому виду прижиться в Арале.

6.1.14. *Mytilus galloprovincialis* Lamark

Моллюск завозился в Аральское море в 1984–1986 гг., соответственно, 6600, 45080, 52758 особей. Специальных наблюдений за вселенцем не проводилось, в сборах 1989 г. и последующих лет этот моллюск не встречен. Очевидно, *M. galloprovincialis* не прижился в Аральском море (Андреев, Андреева, 1995а).

6.1.15. *Syndosmya segmentum* Recluz

Моллюск вселялся в Аральское море в 1960, 1961 и 1963 гг. [по Е.Л. Марковой (1975а) в ? 1959, 1960 и 1962, 1963 гг.]. Выпуск 1960 г. в опресненный залив Джида считается неуспешным, в 1961 и 1963 гг. вселение проводилось в заливе Сары-Чаганак, где моллюск и был обнаружен в 1967 г. (Кортунова, 1970; Атлас ...,

1974; и др.). Латентный период при акклиматизации синдосмии продолжался не более 6 лет и был немного короче, чем при акклиматизации этого моллюска в Северном Каспии [вселен в 1947–1948 гг., обнаружен в 1955 г. (Осадчих, 1965)]. Уже в 1967 г. моллюск начинает активно осваивать Малое море (рис. 6.4). Наличие пелагической личинки позволило синдосмии довольно быстро расселиться по дну Аральского моря. Так в 1968 г. было занято дно залива Сары-Чаганак, в 1971 г. – почти все Малое море и северо-восточная часть Большого моря. В 1972 г. моллюск встречен на большей части акватории, к 1977 г. расселение его в Аральском море завершилось.

Как и в Азовском море, в Арале синдосмия встречалась почти на всех грунтах, наибольшая плотность отмечена так же для илистых грунтов. В Азовском море этот вид заселяет все участки дна до глубины 13 м (Воробьев, 1949), в Каспии он встречается до глубины 50 м (Алиев, Пятакова, 1968), в Аральском море нахождение синдосмии ограничивается изобатой 25 м. Наиболее благоприятные условия для обитания имеются в районах моря с глубинами 10–20 м, где отмечалась высокая численность и биомасса этого вида (рис. 6.5) Заселению моллюском районов Арала с глубинами более 25 м, вероятно, препятствует накопление в грунте глубоководной зоны сероводорода, не смотря на отмечаемую способность синдосмии выживать в анаэробных условиях (5–8 дней) и в присутствии сероводорода и аммиака (Воробьев, 1949).

Успешному освоению акватории Арала способствовали такие свойства моллюска, как эвригалинность и эврибионтность. Популяция синдосмии из литоральной зоны южной Бретани обитает при температуре воды 3.5–20° и солености 25–36 ‰ (Denis, 1981). В Аральском море моллюск был встречен в осолоненных районах по всему исследованному диапазону солености от 10 до 40 ‰, температура в местах обитания в летний период времени колебалась от 5.7 до 28.0°. Как и при расселении нерейса, здесь определенное влияние на скорость распространения оказывали гидрологические условия (особенно сила и направление течений), славившиеся в период нереста и пребывания в планктоне пелагиче-

ской личинки, однако большое значение имело и наличие подходящего субстрата для оседания личинок.

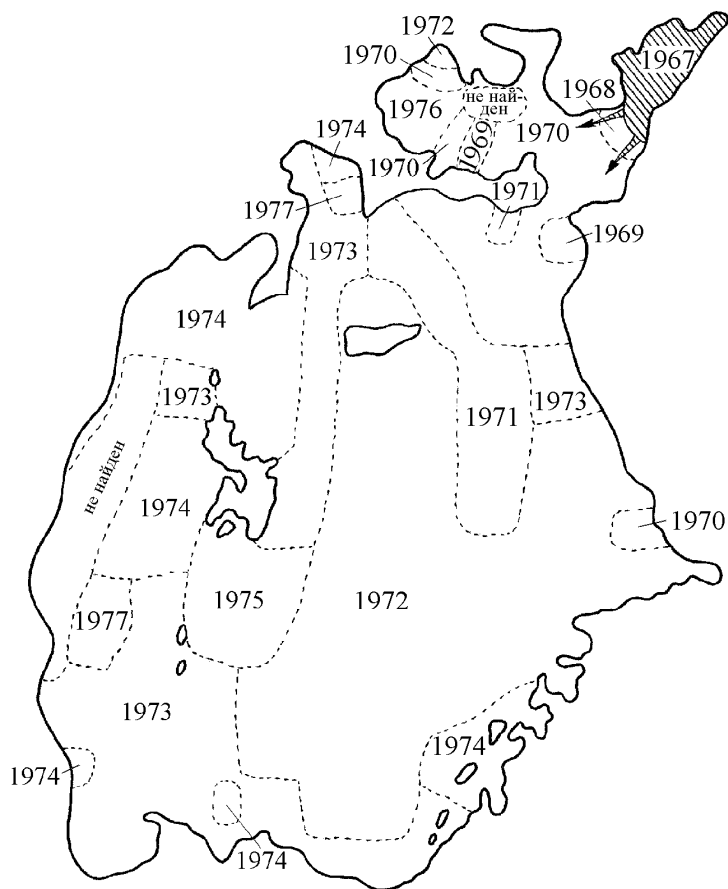


Рис. 6.4. Карта-схема расселения *Syndosmya segmentum* в Аральском море (по: Андреев, Андреева, 1995а):

Цифры – годы первого обнаружения вида в данном районе.

Если расселение нереиса первое время шло вдоль берегов, то синдосмия занимала и создавала высокую численность в тех районах моря, где имелись мягкие грунты (ил, песчанистый ил). Так,

как совместные находения удлиненно-овальной и овально-треугольной форм крайне редки (Андреева, 1980).

Наличие в водоеме различных форм синдосмии следует рассматривать как приспособление вида к обитанию на разных грунтах. Очевидно, разновременность заселения расположенных рядом станций с различными грунтами связана именно с расселением этих форм, потому, что молодь с тонкой уплощенной раковинной, оседающая на твердые грунты, не выдерживает их механического воздействия, а молодь с толстостенной тяжелой укороченной раковинной, попадая на жидкие илы, тонет в них.

Размножение синдосмии в Черном море в районе Новороссийска отмечалось с 20 апреля по 20 сентября (Воробьев, 1949), в Азовском море размножение начинается в мае, наиболее интенсивно – в июне при температуре воды 20–22° (Карпевич, 1964а). Размножение синдосмии в Аральском море продолжается со второй половины апреля до второй половины октября. Молодь менее 1 мм встречается в пробах из различных участков моря с начала мая по конец октября.

В лаборатории были проведены наблюдения за нерестом и питанием моллюсков.

Во время нереста яйца порциями выбрасываются на расстояние до 5 см от нерестующей особи. Только что выметанные яйца синдосмии нежно-розового цвета склеены в студенистые тяжи неправильной формы длиной до 2 см. При нересте обычно беловатые полупрозрачные сифоны моллюска деформируются и приобретают желтоватый оттенок. На другой день после окончания нереста наблюдались автотомированные сифоны, если автотомии сифона не происходило, то через некоторое время моллюск погибал (такие автотомированные сифоны синдосмии неоднократно отмечались нами в дночерпательных пробах). Не нерестующие моллюски в момент нереста продолжали кормиться, собирая при помощи сифонов перетертые водоросли, детрит.

Нами была сделана попытка учесть количество яиц, выметываемое одной особью синдосмии. После окончания нереста кладку аккуратно переносили в сосуд определенного объема, тщательно

перемешивали и при помощи штемпель-пипетки проводился учет яиц. Отмечено увеличение количества яиц в кладке с увеличением размеров особи (табл. 6.7). Оседание личинок синдосмии при температуре воды 22–26° начинается через 9 суток после окончания нереста. Половозрелой синдосмия в Аральском море, как и в других точках ареала (Denis, 1981), становится при достижении размера более 5 мм.

Таблица 6.7

**Плодовитость *Syndosmya segmentum* из Аральского моря
в мае 1977 г. (по: Андреев, Андреева, 1995а)**

| Длина, мм | Среднее число яиц в кладке | Длина, мм | Среднее число яиц в кладке |
|-----------|-------------------------------|-----------|-------------------------------|
| 5.1–6 | 1600 | 9.1–10 | 7920 |
| 6.1–7 | 2760 | 11.1–12 | 6990 |
| 7.1–8 | 4200 | 12.1–13 | 12000 |
| 8.1–9 | 7190 | | |

По способу питания синдосмия относится к группе собирателей. При лабораторном содержании моллюсков подкармливали растертыми нитчатými водорослями. Если в аквариум помещали кусочки мягких частей или раздавленных моллюсков голодные особи сифонами отрывали кусочки тканей и поедали их. Способность поесть полуразложившиеся ткани животного происхождения для этого вида в Арале является прогрессивной чертой, так как в районах скопления моллюсков ткани погибших особей сразу же утилизируются, за счет чего происходит увеличение кормовой базы этих моллюсков.

Популяцию синдосмии в июле 1977 г. составляли особи размером от 0.1 до 21 мм (табл. 6.8). В целом по морю соотношение особей размером от 1.1 до 12 мм примерно одинаково (5.1–11.3 % всей популяции), доля особей размером более 12 мм намного ниже, что вероятно связано с гибелью части моллюсков после нереста. На всех грунтах преобладали мелкоразмерные неполовозрелые особи (до 6 мм), отродившиеся весной и в начале лета этого года. И лишь на илистом песке, темно-сером и черном илах, в основном находящихся на глубине более 10–15 м, больше крупных моллю-

сков, что связано с более поздним прогреванием придонных слоев воды, вызывающим запаздывание нереста и появления молоди. В весеннее время концентрация молоди наблюдалась только в мелководных хорошо прогреваемых районах (см. рис. 6.5).

Таблица 6.8

**Распределение *Syndosmya segmentum* в Аральском море
(по материалам летней стандартной съемки 1977 г.) по грунтам
(по: Андреев, Андреева, 1995а), % от общего числа отловленных
МОЛЛЮСКОВ**

| Размерная группа, мм | Песок | Илистый песок | Ил | | | | Все море |
|----------------------|-------|---------------|-------------|-------|-------------|--------|----------|
| | | | песчанистый | серый | темно-серый | черный | |
| 0.1–1 | – | 0.3 | – | 2.0 | – | – | 1.3 |
| 1.1–2 | 8.1 | 4.0 | 3.3 | 13.0 | 4.0 | – | 9.4 |
| 2.1–3 | 32.2 | 5.6 | 15.7 | 10.3 | 9.3 | 2.1 | 11.3 |
| 3.1–4 | 20.3 | 6.6 | 7.7 | 7.6 | 4.7 | 1.6 | 8.0 |
| 4.1–5 | 5.4 | 6.3 | 3.3 | 6.7 | 5.3 | 2.1 | 7.1 |
| 5.1–6 | 5.4 | 8.3 | 4.4 | 4.5 | 1.0 | 1.6 | 5.1 |
| 6.1–7 | 2.7 | 9.2 | 4.9 | 5.6 | 8.3 | 10.2 | 6.8 |
| 7.1–8 | 4.1 | 16.0 | 7.1 | 6.4 | 12.0 | 16.0 | 7.8 |
| 8.1–9 | 6.8 | 9.6 | 14.8 | 7.4 | 0.3 | 18.2 | 7.3 |
| 9.1–10 | 6.8 | 11.9 | 14.2 | 8.9 | 12.6 | 18.8 | 9.1 |
| 10.1–11 | 2.7 | 8.6 | 13.7 | 8.3 | 21.3 | 15.5 | 8.9 |
| 11.1–12 | 4.1 | 6.9 | 6.0 | 7.7 | 8.3 | 8.0 | 7.1 |
| 12.1–13 | 1.4 | 2.4 | 4.9 | 5.2 | 7.0 | 4.3 | 4.9 |
| 13.1–14 | – | 0.3 | – | 3.5 | 3.3 | 1.6 | 3.0 |
| 14.1–15 | – | 3.0 | – | 1.3 | 0.3 | – | 1.4 |
| 15.1–16 | – | 0.3 | – | 0.8 | 2.3 | – | 0.9 |
| 16.1–17 | – | 0.7 | – | 0.5 | – | – | 0.4 |
| 17.1–18 | – | – | – | 0.1 | – | – | 0.1 |
| 18.1–19 | – | – | – | 0.1 | – | – | 0.1 |
| 20.1–21 | – | – | – | 0.1 | – | – | <0.1 |
| n | 74 | 303 | 183 | 2758 | 301 | 187 | 3806 |

Примечание: n – количество отловленных моллюсков, экз.

По данным Е.С. Проскуриной (1976), синдосмия в начале 70-х годов в питании усаца составляла 58 % от массы пищевого комка, леща – 41, сазана – 44 %. В последующие годы синдосмия продолжала оставаться одним из основных объектов питания бен-

тосоядных рыб (см. табл. 6.3). Например, в питании камбалы в Малом море в мае 1993 г. ее доля составляла 50.8 % (Андреев с соавт., 1995).

Итак, через 10 лет после первого обнаружения *S. segmentum* освоила всю пригодную для поселений поверхность дна Аральского моря. С начала 70-х годов и по настоящее время она является одним из доминирующих видов зообентоса Аральского моря.

6.1.16. *Mya arenaria* Linné

В небольшом количестве (786 в 1984 г., 335 в 1985 г. и 643 экз. в 1986 г.) этот моллюск завозился совместно с *Mytilus galo-provincialis*, до сих пор в сборах не встречен (Андреев, Андреева, 1995а).

6.2. Рыбы

6.2.1. *Acipenser güldenstädti* Brandt – русский осетр

В 1978–1980 гг. на юге Аральского моря в устье Амударьи было выпущено 945.8 тыс. сеголеток. Предполагалось, что в период до повышения солености воды в Арале до непригодной для обитания этого вида они успеют нагуляться в море и при подходе на нерест будут отловлены (Лим, Маркова, 1981). Но, почти полное отсутствие стока Амударьи в те годы не позволило большинству осетров даже достигнуть моря. Тем не менее, в период паводков по Амударье были случаи поимки осетров на взморье, так в 1981 г. пойманные экземпляры достигали массы 4 кг, в 1982 г. – 5 кг, весной 1983 г. — 5–7 кг (Андреев и др. 1995).

6.2.2. *Acipenser stellatus* Pall. – северяга

Завозилась в Арал неоднократно (Бурмакин, 1963; Коновалов, 1953; Романычева, Маркова, 1956; Быков, 1961а, 1970а; Кичагов, 1964; Карпевич, 1975; Маркова, 1975а). В 1933–1934 гг. икра и 90 производителей были завезены из низовьев Волги. Результат от-

рицательный, так как случаев поимки не зарегистрировано. В 1948 г. работы по вселению были возобновлены и за 1948–1957, 1960–1963 гг. завезли из дельты Урала несколько миллионов икры (сведения об объеме вселения в этот период сильно расходятся у разных авторов), которую инкубировали в низовье Сырдарьи. Условия жизни для севрюги в Аральском море оказались благоприятны и с начала 50-х до начала 60-х годов в море и реке стали попадаться единичные экземпляры севрюги длиной более 1 м и массой 6–8 кг (Коновалов, 1953; Володкин, 1963), но затем поимки прекратились. Нерест севрюги в бассейне Аральского моря достоверно не был установлен. Очевидно, для севрюги, из-за резких изменений в гидрологических условиях рек к концу 60-х годов нерест стал невозможен (Быков, 1970а).

6.2.3. *Acipenser nudiventris* Lovetzky – шип

В 1958 г. в Аральское море было выпущено 565 тыс. подрощенных личинок уральского шипа яровой расы. Результат отрицательный (Быков, 1961а; Карпевич, 1975).

6.2.4. *Clupea harengus membras* Linné – балтийская сельдь (салака)

Вселялась в Аральское море в 1954–1956 гг. на стадии икры из Балтийского моря с целью пополнения ихтиофауны планктонофагами, ранее в море отсутствовавшими.

Уже через 3 месяца после первого вселения молодь салаки встречалась на юге моря, а в апреле 1957 г. во многих районах Малого и Большого морей в шемайные (28 мм) и плотвичные (32 мм) сети отмечалось попадание крупных экземпляров салаки (Коновалов с соавт., 1958). С этого же года салака начала нереститься в различных районах Аральского моря.

Биология салаки в первые годы после вселения в Аральское море была изучена Н.Е. Быковым (1961б, 1962, 1964а, 1968а), после чего публиковались лишь отдельные отрывочные сведения (Маркова, 1975а; Иващенко, 1978).

Нерестилища салаки располагались как на участках опресненных водами рек Сырдарьи и Амударьи, так и вдоль западных побережий моря. Нерест салаки в Арале обычно происходит в апреле-мае на отмелях прибрежной зоны на глубинах 3.5–6.0 м на твердых песчаных или каменистых грунтах с редкой подводной растительностью. Икра салаки донная и прилипает к подводному субстрату – растениям, камням, песчинкам и раковинам отмерших моллюсков. Икротетание единовременное, нерест начинается при температуре 6–7°, массовый нерест происходит при 8–14° и заканчивается при 18°.

В Аральском море плодовитость салаки была максимальной в первые годы, а затем при увеличении численности аральской популяции и ухудшении условий питания снизилась (табл. 6.9).

Таблица 6.9

Абсолютная индивидуальная плодовитость (АИП) *Clupea harengus membras* в Аральском море (по: Быков, 1968а), тыс. икринок

| Годы | АИП | | | Количество проанализированных рыб, экз. |
|------|------------|------------|---------|---|
| | наименьшая | наибольшая | средняя | |
| 1959 | 10.4 | 106.6 | 60.3 | 105 |
| 1960 | 8.5 | 136.7 | 45.9 | 157 |
| 1961 | 5.3 | 75.5 | 24.3 | 170 |
| 1962 | 5.9 | 57.6 | 20.6 | 51 |

Первые поколения салаки в Аральском море имели высокий темп роста. Трехгодовики салаки в 1957 г. (Коновалов с соавт., 1958) достигали длины 23.9 см и массы 220 г, что было обусловлено хорошей обеспеченностью пищей ее немногочисленных особей от перевезенной икры. После накопления нескольких поколений местного происхождения и резкого увеличения численности салаки и ее пищевых конкурентов (главным образом атерины) она начала испытывать недостаток в корме и у нее произошло снижение упитанности и замедление линейного роста (табл. 6.10).

В первые годы после акклиматизации балтийской салаки в Аральском море она имела исключительно высокую упитанность. В 1957 г. коэффициент упитанности по Фультону был 1.3 (Коно-

валов с соавт., 1958). По мере увеличения численности салаки и выедания зоопланктона ее упитанность быстро снизилась и достигла минимума в 1961 г. (табл. 6.11). Осенью 1960 г. наблюдалось резкое ухудшение упитанности салаки, часть популяции была крайне истощена. Коэффициент упитанности по Фультону истощенных рыб составлял всего лишь 0.50–0.60. В зимний период в начале 1961 г. была отмечена массовая гибель не нагулявшейся салаки, что привело к резкому сокращению ее численности в Арале. Поколение 1961 г. оказалось слабоурожайным и обеспеченность пищей салаки улучшилась. Поэтому, упитанность салаки в 1962 и 1963 гг. увеличилась. Средний коэффициент упитанности по Фультону у нерестующих особей в эти годы составил 1.01 и 1.02.

Таблица 6.10

Линейный рост *Clupea harengus membras* в Аральском море (эмпирические данные), см (по: Быков, 1968а)

| Годы | Количество проанализированных рыб, экз. | Возраст, полных лет | | | |
|------|---|---------------------|------|------|------|
| | | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 1959 | 224 | – | 21.2 | 23.9 | 24.7 |
| 1960 | 295 | 16.7 | 17.8 | 23.7 | 25.4 |
| 1961 | 488 | – | 16.8 | 19.7 | 23.3 |
| 1962 | 318 | 14.0 | 15.2 | 18.3 | 19.9 |

Таблица 6.11

Средние коэффициенты упитанности нерестовой *Clupea harengus membras* в Аральском море (по: Быков, 1968а)

| Годы | По Фультону | | По Кларк | |
|------|-------------|-------|----------|-------|
| | самцы | самки | самцы | самки |
| 1959 | 1.12 | 1.13 | 0.88 | 0.88 |
| 1960 | 0.96 | 0.96 | 0.79 | 0.78 |
| 1961 | 0.86 | 0.85 | 0.73 | 0.72 |
| 1962 | 1.01 | 1.01 | 0.83 | 0.82 |
| 1963 | 1.02 | 1.02 | 0.81 | 0.80 |

После вспышки численности в 1959–1960 гг. салака уже никогда не достигала высокой численности в Аральском море, но ежегодно присутствовала в экспериментальных уловах (Маркова,

1975а; Иващенко, 1978). В 1989 г., когда соленость воды в море достигла 28 ‰, салака продолжала встречаться в уловах (табл. 6.12).

Таблица 6.12

Средние длина тела, масса и упитанность *Clupea harengus membras* в Малом море в 1989 г (по: Андреев с соавт., 1995)

| Пол | Масса, г, | | Длина тела, см | | Упитанность по | | Количество проанализированных рыб, экз. |
|------------|-----------|---------|----------------|---------|----------------|-------|---|
| | от – до | средняя | от – до | средняя | Фуль-тону | Кларк | |
| Апрель-май | | | | | | | |
| Самки | 23–100 | 48.0 | 14.0–22.0 | 16.5 | 0.97 | 0.79 | 78 |
| Самцы | 23–80 | 42.2 | 13.0–20.0 | 16.4 | 0.98 | 0.86 | 44 |
| Октябрь | | | | | | | |
| Самки | 20–75 | 48.0 | 13.0–20.0 | 16.2 | 1.10 | 0.92 | 117 |
| Самцы | 35–56 | 47.0 | 15.0–17.0 | 16.8 | 1.07 | 0.90 | 44 |

По данным Н.К. Лукониной и Н.Е. Быкова (1962) в пищевом комке личинок салаки размером от 7.1 до 11.0 мм, пойманных весной 1960 г. в районе мыса Узункаир, были обнаружены только личинки двустворчатых моллюсков. У сеголеток салаки пойманных в 1958 г. в пищевом комке преобладали *Arctodiaptomus salinus*, в 1960 г. – *Podonevadne camptonyx* (табл. 6.13). В питании взрослой салаки в 1959–1960 гг. преобладали *Arctodiaptomus salinus* и гаммарус (Малиновская, 1963). С 1959 по 1964 гг. наблюдалось постепенное уменьшение доли *A. salinus*, вплоть до его полного выпадения, и переход на второстепенные пищевые организмы (табл. 6.14). В условиях резкого снижения биомассы зоопланктона и зообентоса в середине 60-х годов единственной доступной пищей для салаки оказалась рыба. В 1967 и 1968 гг. она составляла 100 % по частоте встречаемости и 99.9 % от массы пищевого комка (Быков, 1972).

Анализ питания салаки показывает, что в первые годы после вселения в 1958–1960 гг. она питалась в основном *A. salinus*, наиболее массовым видом в составе зоопланктона Аральского моря в те годы (Луконина, 1960б; Картунова, 1975), и крупными ветвис-

Таблица 6.13

**Состав пищи сеголеток *Clupea harengus tembras* в Аральском море, % по массе
(по: Луконина, Быков, 1962)**

| Число и длина рыб, мм | <i>Arctodia- ptomus salinus</i> | <i>Cyclops sp.</i> | <i>Moina sp.</i> | <i>Evadne anonyx</i> | <i>Podonevadne camptonyx</i> | <i>Cercopagis pengoi</i> | <i>Ceriodaph- nia sp.</i> | Личинки | |
|-------------------------------------|---|------------------------|----------------------|--------------------------|----------------------------------|------------------------------|-------------------------------|----------|--------------|
| | | | | | | | | Bivalvia | Chironomidae |
| У залива Аббас, 2.09.1958 г. | | | | | | | | | |
| 1 (I = 80) | 92.5 | 0.3 | – | – | – | 7.2 | <0.1 | – | – |
| У залива Сарбас, 2.09.1958 г. | | | | | | | | | |
| 1 (76) | 81.8 | 0.8 | 7.8 | – | 0.1 | – | 9.5 | – | – |
| Перед устьем Амударьи, 2.09.1958 г. | | | | | | | | | |
| 1 (55) | 0.8 | – | 99.2 | – | – | – | – | – | – |
| 1 (46) | – | 0.2 | 99.8 | – | – | – | – | – | – |
| У мыса Аккала, 2.09.1958 г. | | | | | | | | | |
| 1 (62) | 97.2 | 1.0 | 1.0 | – | – | 0.8 | – | – | – |
| 1 (60) | 96.3 | – | 0.9 | – | – | 2.8 | – | – | – |
| 1 (77) | 99.5 | – | – | – | – | 0.5 | – | – | – |
| 1 (69) | 99.0 | 0.1 | 0.1 | – | – | 0.8 | – | – | – |
| В районе Баяна, 7.09.1960 г. | | | | | | | | | |
| 1 (51) | 4.2 | 14.5 | – | 1.0 | 78.4 | – | – | 1.9 | – |
| 1 (44) | 0.8 | 38.4 | – | 6.6 | 54.2 | – | – | – | – |
| 2 (46) | 5.1 | 4.7 | – | 3.5 | 57.6 | – | – | 1.2 | 27.9 |
| 7 (40) | 1.7 | 24.4 | – | 3.1 | 70.6 | – | – | 0.6 | – |
| 5 (35–38) | – | 36.4 | – | – | 47.8 | – | – | 15.8 | – |
| 3 (42) | – | 6.4 | – | 6.4 | 86.6 | – | – | 0.6 | – |
| 2 (40) | – | – | – | – | 100.0 | – | – | – | – |

тоусыми ракообразными (*Moina sp.*) в местах их скоплений. По мере истребления *Arctodiaptomus salinus* салакой, атеринной и моллюды бычков, в питании сеголеток салаки стали преобладать *Podonevadne camptonux* и *Cyclops sp.* малочисленные виды в планктоне моря. Взрослые особи салаки вынужденно стали потреблять моллюсков рода *Caspiohydrobia*, рыбу и креветок. В середине 60-х годов на фоне резкого снижения биомассы зоопланктона и зообентоса у взрослой салаки рыба стала основной пищей.

Таблица 6.14

**Состав пищи *Clupea harengus membras* в Аральском море
(по: Быков, 1968а), % по массе**

| Компонент | 1959 | 1960 | 1961 | 1962 |
|--|------|------|------|------|
| <i>Arctodiaptomus salinus</i> | 65.0 | 17.0 | 2.0 | – |
| <i>Dikerogammarus aralensis</i> | 29.0 | 28.0 | 13.6 | 11.0 |
| <i>Palaemon elegans</i> | 5.0 | 18.0 | 22.0 | 13.0 |
| Chironomidae | 1.0 | 5.0 | 11.0 | 17.0 |
| Corixa | – | 2.0 | 1.0 | – |
| <i>Caspiohydrobia</i> | – | 14.0 | 12.1 | 16.0 |
| Рыба | – | 14.0 | 38.0 | 43.0 |
| Детрит | – | 2.0 | 0.3 | – |
| Общий индекс наполнения желудков, ‰ | 18.6 | 1.6 | 2.1 | 8.5 |

В последующие годы питание салаки в Аральском море не изучалось, но, судя по размерам салаки в 1989 г., вселение *Calanipeda aquaedulcis* не привело к значительному улучшению ее кормовой базы.

По-видимому, в 1959–1960 гг. салака достигала промысловой численности в Аральском море, но промышленность не была готова к ее лову. После массовой гибели в 1961 г. салака уже не создавала промысловой численности. Тем более, что по мере обмеления Арала для нее с каждым годом сокращается глубоководная слабо прогреваемая зона, где салака переживает период высоких летних температур.

6.2.5. *Caspialosa caspia* (Eichw.) – каспийский пузанок

Вселялся в Аральское море в 1929–1932 гг. Всего за эти годы было выпущено 8.08 млн. личинок, в том числе 8.0 у полуострова Муйнак и 0.08 млн. в заливе Сары-Чаганак (Кичагов, 1930, 1964). Пузанок не выжил в Арале, причем, по мнению А.Ф. Карпевич (1975), причины неудачи не полностью выяснены. Главнейшие из них три: 1 – неотработанная биотехника переселения, 2 – необеспеченность пищей личинок и 3 – суровый зимний режим.

6.2.6. *Mylopharyngodon piceus* (Rich.) – черный амур

В начале 60-х годов были зарегистрированы единичные случаи поимки этого вида на юге Аральского моря (Иванов, 1964; Маркова, 1964в). Черный амур в небольшом количестве был завезен с белым амуром и толстолобами из Китая на рыбоводные хозяйства в бассейне Аральского моря (Алиев и др. 1963), откуда он проник в реки и достиг моря. В результате осолонения Аральского моря черный амур перестал попадаться в уловах.

6.2.7. *Ctenopharyngodon idella* (Valenc.) – белый амур

В середине 60-х годов стал попадаться в промысловых уловах в опресненных участках Аральского моря (Быков, 1968в, 1970в; Маркова, 1968, 1972б). Проникновение белого амура в Аральское море связано с завозом его из Китая на рыбоводные базы и рыбхозы, расположенные на Сырдарье и Амударье, откуда он вселялся в реки (Самуха, 1961; Быков, 1968в; Карпевич, 1975). По данным 1967 г. в опресненном заливе Абасс основную часть составляли двухлетки и трехлетки длиной от 43 до 53 см (табл. 6.15). В сентябре 1968 г. Муйнакский рыбозавод принял от рыбаков в заливе Абасс и Аккала 2.6 т белого амура (Быков, 1970в). Распространению белого амура в Арале помешало начавшееся резкое осолонение, но еще в 1978 г. автором на юге моря наблюдались его поимки непосредственно в зоне влияния вод Амударьи.

Таблица 6.15

**Размеры *Stenopharyngodon idella* в южной части Аральского моря
в уловах ставных сетей (по: Быков, 1970в)**

| Длина тела, см | Численность | | Длина тела, см | Численность | |
|-------------------|-------------|------|-------------------|-------------|-----|
| | экз. | % | | экз. | % |
| 43 | 2 | 5.5 | 57 | 3 | 8.1 |
| 47 | 5 | 13.5 | 59 | 2 | 5.4 |
| 49 | 6 | 16.2 | 61 | 1 | 2.7 |
| 51 | 6 | 16.2 | 63 | 1 | 2.7 |
| 53 | 5 | 13.5 | 65 | 2 | 5.4 |
| 55 | 3 | 8.1 | 67 | 1 | 2.7 |

**6.2.8. *Hypophthalmichthys molitrix* (Valenc.) – обыкновенный
(белый) толстолоб**

Был завезен из Китая в прудовые хозяйства в бассейне Аральского моря. Из хозяйств обыкновенный толстолоб или вселялся, или саморасселился в реки Сырдарья и Амударья, а по ним достиг моря. С первой половины 60-х годов белый толстолоб стал встречаться в уловах на юге моря (Иванов, 1964; Маркова, 1968; Быков, 1970в; Карпевич, 1975). Белый толстолоб был зарегистрирован в уловах при солености воды открытого моря 10.5 ‰, в уловах присутствовали двух-четырёхлетки (табл. 6.16). Однако, резкое осолонение Аральского моря с начала 70-х годов сделало невозможным обитание этого вида в море.

6.2.9. *Aristichthys nobilis* (Rich.) – пестрый толстолоб

Этот вид в середине 60-х годов в небольшом количестве стал встречаться в южных заливах Аральского моря (Быков, 1968в, 1970в). Завоз и расселение пестрого толстолоба в бассейне Аральского моря проходили так же, как и обыкновенного толстолоба. С повышением солености воды в море случаи поимки пестрого толстолоба прекратились.

Таблица 6.16

Биологические показатели *Hypophthalmichthys molitrix* из южной части Аральского моря (по: Маркова, 1968)

| Место лова | Соленость воды, ‰ | Длина, см | | Масса, г | Возраст, годы | Упитанность по Фультону |
|--------------------|-------------------|-----------|------|----------|---------------|-------------------------|
| | | L | l | | | |
| Сарбас | 1.49 | 30.5 | 26.5 | 270 | 1+ | 1.44 |
| | 4.44 | 28.5 | 25 | 230 | 1+ | 1.47 |
| | 7.74 | 42 | 37 | 855 | 2+ | 1.68 |
| | | 49.5 | 44 | 1780 | 3+ | 2.06 |
| Муйнакская бухта | 9.06 | 29 | 26 | 277 | 1+ | 1.57 |
| | 10.09 | 26 | 23 | 170 | 1+ | 1.41 |
| Каракултук Дунайск | 8.53 | 31 | 28 | 390 | 1+ | 1.78 |
| О. Меньшиков | 10.59 | 45 | 39 | 925 | 2+ | 1.56 |
| Аккала | 0.82 | 51 | 47.5 | 1670 | 4+ | 1.55 |

Примечание: L – длина тела рыбы с хвостовым плавником, l – длина тела рыбы без хвостового плавника.

6.2.10. *Atherina boyeri caspia* (Eichw.) – каспийская атерина

В Аральское море атерина попала при акклиматизации кефалей в 1954–1956 гг. Впервые обнаружена в навигацию 1958 г., когда в Малом море было выловлено 24 экз. В 1959–1960 гг. атерина стала наиболее массовым из вселившихся видов сорных рыб (Маркова, 1962). Вспышка численности атерины совпала по времени с ростом численности другого планктонофага – салаки; это привело к практически полному выеданию в начале 60-х лет доминанта аральского зоопланктона *Arctodiaptomus salinus* и других крупных ракообразных (Кортунова, 1975). Подрыв кормовой базы привел к ухудшению условий нагула и массовой гибели истощенной части популяции атерины в начале 60-х годов (Османов, 1961). Несмотря на гибель части популяции атерина осталась массовым видом в пелагиали Аральского моря чутко реагирующим на конкретную пищевую обстановку.

Считается, что в первые годы после вселения продолжительность жизни и размеры атерины в Аральском море были максимальными. Возраст достигал 2+ и 3+, а размеры более 11 см (Ху-

саинова, Фаломеева, 1964; Маркевич, 1970; Митрофанов с соавт., 1989). В конце 60-х годов лишь отдельные особи атерины достигали возраста 2+, а преобладающей по численности возрастной группой стала 1+ (Маркевич, 1970).

Средние размеры атерины в Аральском море изменялись от 4.1 до 8.8 см, масса – 0.83–3.15 г (табл. 6.17).

Таблица 6.17

Средние длина и масса *Atherina boyeri caspia* в Аральском море (1967 г. по: Маркевич, 1970; 1983–1993 гг. по: Андреев с соавт., 1995)

| Показатели | 1967 | 1983 | 1984 | 1985 | 1993 |
|----------------|------|------|------|------|------|
| Длина тела, см | 5.7 | 8.4 | 5.9 | 4.1 | 5.4 |
| Масса тела, г | 1.59 | 3.15 | 1.21 | 0.83 | 1.73 |

По данным Н.Б. Маркевича (1974) для аральской популяции атерины характерны высокий темп созревания половых продуктов и сокращение сроков нереста по сравнению с популяциями из других точек природного ареала. Плодовитость “средней” особи аральской атерины длиной 7–8 см составляет 1500 икринок.

Как было показано (Хусаинова, Фаломеева, 1964; Ветгышева, 1966а; Гараев, 1970), молодь атерины в Аральском море питалась в основном зоопланктоном (личинки моллюсков, ветвистоусые и веслоногие ракообразные). По мере ее роста в питании возрастало значение нектобентических и бентических организмов (табл. 6.18). Старшие возрастные группы питались преимущественно представителями нектобентоса и зообентоса, причем состав пищи зависел от конкретных пищевых условий в местах обитания.

В Аральском море атерина находится на краю ее потенциально возможного ареала, наиболее трудный период – зимовка. В аральской популяции зимой гибнут все рыбы длиной менее 4 см, а из более крупных, особи имевшие осенью жирность менее 4 % (Маркевич, 1974).

После акклиматизации в Арале планктонного ракообразного *Calanipeda aquaedulcis* он стал основной пищей атерины (табл. 6.19).

Таблица 6.18

**Состав пищи *Atherina boyeri caspia* в Аральском море
(по: Ветышева, 1966а), % по массе**

| Компонент | Размерные группы, мм | | | | | | |
|---------------------------------|----------------------|---------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | 4.4–6.8 | 8.0–9.7 | 10–12 | 12–14 | 15–16 | 20–29 | 30–45 |
| Коловратки | 2.2 | 4.4 | 3.91 | 3.3 | 2.9 | 0.66 | 1.22 |
| Ветвистоусые | 12.2 | 40.8 | 41.9 | 42.6 | 46.4 | 14.21 | 10.61 |
| Веслоногие | 23.4 | 13.5 | 9.3 | 8.8 | 4.95 | 5.40 | 10.52 |
| Молодь бокоплавов | – | – | – | – | 0.55 | 0.15 | 0.60 |
| Личинки хирономид | – | 8.5 | 26.39 | 25.3 | 13.7 | 9.34 | 6.05 |
| Имаго хирономид | – | – | – | 3.4 | 21.5 | 70.20 | 71.00 |
| Личинки моллюсков | 62.2 | 32.8 | 18.5 | 16.6 | 10.0 | 0.04 | – |
| Личинки рыб | – | – | – | – | – | + | – |
| Водоросли | – | – | + | + | + | + | + |
| Общий индекс на- полнения, ‰ | 134.3 | 152.7 | 302.6 | 323.6 | 277.4 | 321.0 | 278.9 |

Таблица 6.19

**Состав пищи *Atherina boyeri caspia* по размерным группам в
Аральском море в 1974–1975 гг. (по: Казахбаев, Ерекеев, 1981),
% по массе**

| Компонент | Размерные группы, см | | | |
|-------------------------------|----------------------|---------|---------|---------|
| | 0.7–1.1 | 1.4–1.9 | 2.1–2.3 | 5.6–5.8 |
| <i>Calanipeda aquaedulcis</i> | 82.2 | 8.0 | 90.4 | 82.2 |
| <i>Podonevadne camptonyx</i> | – | 0.6 | 4.9 | 17.4 |
| <i>Harpacticoida</i> | 17.8 | 91.0 | 3.1 | – |
| Личинки моллюсков | – | 0.4 | 1.6 | – |
| <i>Nereis diversicolor</i> | – | – | – | 0.2 |
| Ostracoda | – | – | – | 0.2 |

Промыслового значения атерина в Арале не имела. Являясь короткоциклическим видом, она быстро наращивает численность при улучшении условий обитания и оказывает мощное давление на сообщество зоопланктона. Атерина входила в рацион хищных рыб: судака, жереха и других, когда они обитали в море, и способствовала росту их уловов в 60-х годах.

В настоящее время атерина распространена в Малом и Большом морях.

6.2.11. *Syngnathus abaster caspius* Eichw. – каспийская игла-рыба

Без указания даты, места обнаружения и сведений о размерах и возрасте игла-рыба была включена в списки видов акклиматизированных в Аральском море С.И. Дорошевым (1964б), А.В. Володкиным (1965) и Е.Л. Марковой (1968). В дальнейшем, одни авторы включали иглу-рыбу в список акклиматизированных видов (Карпевич, 1968, 1975; Тлеуов, Тлеубергенов, 1974; Тлеуов, 1981), другие – не включали (Володкин, 1968; Маркова, 1972б, 1975а).

Для разъяснения данного вопроса мы (Андреев с соавт., 1995) обратились к Е.Л. Марковой, изучавшей в конце 50-х – 60-х годах распределение молоди рыб в Аральском море (Маркова, 1964а, 1967). Е.Л. Маркова сообщила нам, что в начале 60-х годов мальковой волокушей на одной из станций по восточному побережью единственный раз было поймано 3 или 5 экз. иглы-рыбы. Поскольку игла-рыба в уловах больше не отмечалась, то факт ее обнаружения в Аральском море не получил должного освещения в печати.

В свете вышесказанного и, учитывая, что единственным учреждением, занимавшимся углубленным изучением ихтиофауны Аральского моря в 50–60-е годы и обладавшим специализированными мелкочейными орудиями лова было Аральское отделение КазНИИРХ, сведения об игле-рыбе, приводимые А.Ф. Карпевич (1975, стр. 342), вызывают, по крайней мере, удивление: “Специальных наблюдений за ходом ее приживания не велось, но косвенные данные позволяют судить о важнейших этапах становления ее популяции в Арале. Как и все вышерассмотренные рыбы, морская игла прошла те же фазы акклиматизации. В 60-х годах ее численность достигала максимума и она попадалась в орудия лова в огромных количествах ...”? Эти данные были повторены в “Рыбах Казахстана” (Митрофанов с соавт., 1989).

Таким образом, время обнаружения иглы-рыбы в Аральском море позволяет предполагать, что она, как и атерина, и бычки, попала в море при акклиматизации кефалей в 1954–1956 гг. Условия обитания для иглы-рыбы в Арале оказались не подходящими и она не смогла натурализоваться в фауне моря.

6.2.12. *Mugil auratus* Risso – сингиль

Кефали сингиль и остронос в 1954–1956 гг. сеголетками и, частично, годовиками в количестве около 1 млн. экземпляров перевезли из Каспийского моря и выпустили в Малое море. Летом 1956 г. в районе Бугуни была поймана кефаль с длиной тела 21 см. Кефали не прижились в Арале, как полагают (Коновалов, 1959; Быков, 1961а; Карпевич, 1975), основной причиной этого явился суровый зимний режим водоема.

6.2.13. *Mugil saliens* Risso – остронос (см. *Mugil auratus*)

6.2.14. *Pomatoschistus caucasicus* (Kawrajsky) – бубырь

Этот вид попал в Аральское море в 1954–1957 гг. при акклиматизации кефалей (Коновалов, 1959; Быков, 1961а, 1964а; Маркова, 1962). Бубырь и песочник были первыми бычками встреченными в Аральском море (1957 г.), затем стали попадаться цуцик и кругляк (1959), а в последнюю очередь – головач, ширман и *Neogobius bathybius* (1961). В начале 60-х годов бубырь был наиболее многочисленным видом среди бычков и наиболее быстро осваивал акваторию Арала (Баймов, 1961а, б; Маркова, 1962). О быстроте нарастания численности бычков можно судить по их количеству, в уловах при проведении плановых работ по оценке урожайности молоди (табл. 6.20).

По мере расселения других видов бычков бубырь стал, собственно в море, малозаметным видом, а на первое место вышли песочник и кругляк (Баймов, 1966б; Быков, 1966; Бычкова, 1976, 1978; Иващенко, 1981). Однако, при обследовании мелководий восточного побережья, несколько более осолоненных, чем море, бубырь был там преобладающим видом среди бычков (табл. 6.21).

Таблица 6.20

Численность бычков в прибрежных уловах мальковой волокуши по стандартным станциям (по: Быков, 1968а), экз.

| Годы | Бубырь | Песочник | Кругляк | Цуцик | Ширман | Головач |
|------|--------|----------|---------|-------|--------|---------|
| 1957 | 259 | – | – | – | – | – |
| 1958 | 36948 | – | – | – | – | – |
| 1959 | 33137 | 196 | 4 | 1 | – | – |
| 1960 | 65457 | 95 | 13 | 12 | – | – |
| 1961 | 24337 | 280 | 18 | – | 2 | 1 |
| 1962 | 44880 | 2194 | 24 | 78 | 6 | 2 |

Таблица 6.21

Ихтиофауна мелководий Аральского моря по уловам мальковой волокуши в августе 1976 г. (по: Андреев с соавт., 1981), экз.

| Район | Соленость, ‰ | Колошк | Атерина | Бубырь | Кругляк | Песочник | Цуцик | Головач | Итого |
|------------|--------------|--------|---------|--------|---------|----------|-------|---------|-------|
| Агиспе | 16.03 | – | 1 | 1 | – | – | – | 1 | 3 |
| Биюргунды | 15.69 | – | 1 | 17 | – | – | 1 | – | 19 |
| Тригорки | 15.64 | 9 | 6 | 29 | 1 | 1 | 1 | 2 | 49 |
| Б. Каратюб | 16.51 | – | 17 | – | – | – | – | – | 17 |
| Сапуан | 15.89 | – | 99 | 6 | – | – | 1 | – | 106 |
| Баян | 14.83 | – | 17 | 1 | – | – | – | – | 18 |
| Таур | 14.83 | – | 12 | – | 2 | – | – | 2 | 16 |
| Каскакулан | 16.68 | – | 10 | 39 | – | – | – | – | 49 |
| Кужетпес | 16.42 | – | 46 | – | – | – | – | – | 46 |
| Чушкабас | 17.51 | 1 | – | 17 | 1 | – | – | – | 19 |
| Уялы | 17.36 | – | 30 | – | – | – | – | – | 30 |
| Толмачева | 15.37 | – | 11 | – | – | – | – | – | 11 |
| Узункаир | 16.37 | – | 23 | 2 | – | – | – | – | 30 |
| Обливной | 15.06 | – | – | 134 | – | – | – | – | 134 |

В 80-е годы бубырь вновь стал доминирующим видом среди бычков.

Следует отметить, что с падением уровня моря ухудшалось состояние нерестилищ песочника и кругляка и это стало определять их численность в середине 80-х годов. В 1990–1993 гг. в уловах мальковой волокуши в Малом море регистрировались только бубырь и песочник (Андреев с соавт., 1995).

Половозрелым бубырь становится в возрасте одного года, нерестится с середины мая по июль. После нереста производители постепенно погибают. Минимальный размер производителей в Арале был 2.0 см, максимальный – 3.6 см. Плодовитость от 97 до 343 икринок, в среднем – 186 икринок. Икра охраняется самцом (Баймов, 1962, 1963а, б, 1964а).

В августе 1990 г. в Малом море средний размер бубыря был равен 1.76 см при колебаниях от 1.1 до 2.5 см, средняя масса – 113.1 мг при колебаниях от 59 до 302 мг.

По данным У.А. Баймова (1963а), только что выклюнувшиеся постэмбрионы бубыря в уловах волокуши и личиночного трала отмечались со второй декады мая и до конца июля. Наиболее массовый выклев происходил в мае. Длина постэмбрионов около 3.5 мм. Личинки бубыря держались в придонных слоях воды.

При достижении длины 7.0 мм личинки бубыря начинали интенсивно питаться, они потребляли мелких ветвистоусых и веслоногих ракообразных. По мере увеличения размеров бубыря в его питании все большее значение имели личинки хирономид (Баймов, 1963а, 1964а; Маркова, 1962). Питание бубыря из разных районов моря заметно различалось. Так на севере моря в питании бубыря от 0.5 до 2.5 см преобладали Harpacticoida – 69.1–97.5 % (Маркова, 1962), а на юге моря в те же годы основу питания бубыря составляли личинки хирономид (табл. 6.22).

Из-за мелких размеров бубырь хозяйственного значения не имеет, но является хорошим кормом для молоди хищных рыб: жереха, сома, окуня, судака (Маркова, 1962; Быков, 1964а, б; Баймов, 1964б, 1968б).

6.2.15. *Neogobius melanostomus affinis* (Eichw.) – каспийский бычок-кругляк

Этот вид стал встречаться в Аральском море с 1959 г. Постепенно он стал одним из наиболее многочисленных видов бычков в Арале (Быков, 1966; Бычкова, 1976; Иващенко, 1981).

Таблица 6.22

**Состав пищи сеголеток и годовиков *Pomatoschistus causicus*
на юге Аральского моря (по: Баймов, 1963а), % по массе**

| Компонент | Сеголетки | Годовики |
|----------------------------|-----------|----------|
| <i>Alona rectangula</i> | 2.73 | – |
| <i>Chydorus sphaericus</i> | 0.75 | – |
| Нарпacticoida | 15.9 | 0.4 |
| <i>Cyclops sp.</i> | 2.54 | – |
| Личинки ручейников | 2.24 | – |
| Личики хирономид: | | |
| <i>Cryptochironomus</i> | 2.26 | 1.1 |
| <i>Procladius</i> | 2.09 | 0.8 |
| <i>Cricotopus</i> | 6.57 | 8.8 |
| <i>Polypedilum</i> | 4.1 | 4.9 |
| <i>Tanytarsus</i> | 20.68 | 11.5 |
| <i>Chironomus</i> | 16.16 | 62.3 |
| <i>Glyptotendipes</i> | 20.09 | 5.6 |
| <i>Psectrocladius</i> | 0.09 | – |
| Culicoides | 2.24 | – |
| Прочие двукрылые | – | 0.3 |
| <i>Dikerogammarus</i> | – | 3.7 |
| Hydracarina | 0.15 | 0.4 |
| Pisces | 1.50 | – |
| Общий индекс наполнения, ‰ | 68.46 | 52.3 |

Примечание: годовики собраны в мае, сеголетки – в июне 1961 г.

В начале 60-х годов за один замет бычковой промысловой драги азовского типа вылавливалось от 55 до 749 экз. бычка кругляка общей массой 0.9–3.7 кг (Быков, 1966).

В 1974–1975 гг. в уловах механизированной драги каспийский бычок-кругляк составлял 36 % от общего количества бычков. Наибольшие его скопления наблюдались в восточной части Малого моря и в прибрежье островов Большого моря: Кугарал, Барсакельмес, Кусжетпес, Толмачева. С ухудшением условий размножения по мере обсыхания каменистых и песчаных грунтов численность бычка кругляка стала снижаться и в уловах мальковой волокуши в Малом море в 1989–1993 гг. он отсутствовал.

Соотношение возрастных групп каспийского бычка-кругляка в экспериментальных уловах в середине 70-х годов характеризовалось преобладанием 2 и 3-х леток. Только единично были представлены пятилетки.

Каспийский бычок-кругляк в Аральском море растет медленно. Если в Азовском море бычок-кругляк в возрасте 1+ имеет длину 9.4 см (Костюченко, 1969), то в Арале он достигает такого размера только на четвертом году жизни (табл. 6.23). Самый крупный экземпляр каспийского бычка-кругляка в Аральском море был отловлен в июне 1974 г. Он имел длину 14.6 см и массу 52 г.

Таблица 6.23

Линейный рост *Neogobius melanostomus affinis* в Аральском море (эмпирические данные; по: Андреев с соавт., 1995), см

| Годы | Пол | Возраст, годы | | | | | Количество проанализированных рыб, экз. |
|------|-------|---------------|-----|-----|------|------|---|
| | | 0+ | 1+ | 2+ | 3+ | 4+ | |
| 1970 | самки | – | 4.2 | 6.8 | 8.9 | 10.2 | – |
| | самцы | – | 4.8 | 7.8 | 10.7 | 12.8 | – |
| 1974 | самки | – | 4.7 | 5.7 | 7.6 | 10.8 | 182 |
| | самцы | – | 4.4 | 5.9 | 8.2 | 10.9 | 372 |
| 1975 | самки | – | 4.7 | 5.6 | 6.5 | – | 106 |
| | самцы | – | 3.8 | 6.1 | 8.1 | – | 254 |
| 1976 | самки | – | 5.5 | 6.7 | 8.2 | – | 164 |
| | самцы | – | 5.8 | 7.4 | 9.0 | – | 136 |
| 1977 | самки | – | 4.8 | 5.9 | 8.0 | – | 33 |
| | самцы | – | 4.9 | 6.1 | 7.4 | – | 72 |
| 1978 | самки | – | 4.8 | 6.3 | 8.5 | – | 67 |
| | самцы | – | 5.1 | 7.6 | 9.0 | – | 58 |
| 1980 | самки | 3.5 | 4.3 | 5.5 | – | – | 9 |
| | самцы | 2.5 | 3.8 | 6.0 | – | – | 10 |

О характере роста каспийского бычка-кругляка в процессе натурализации в Аральском море можно судить по изменениям его средней длины и массы тела и упитанности в экспериментальных уловах (табл. 6.24).

Уменьшение средних размеров тела бычка-кругляка продолжалось до 1974 г., после чего они не претерпевали значительных

изменений. Очевидно, снижение средних размеров этого вида было обусловлено не пищевыми причинами. Так как в период максимальных средних показателей каспийского бычка-кругляка биомасса зообентоса была минимальной и, наоборот, в период роста биомассы зообентоса происходило его мельчание. Представляется, что в условиях повышающейся солености воды на фоне высоких температур воды в летний период возрастают энергетические траты на поддержание осмотического гомеостаза в организме. К тому же, в начале 70-х годов бычкам нужно было перейти от гиперосмотической регуляции внутренней среды к гипосмотической, и как раз в переходный период были наиболее низкие показатели упитанности каспийского бычка-кругляка.

Таблица 6.24

Средние размеры, масса и упитанность *Neogobius melanostomus affinis* в Аральском море (по: Андреев с соавт., 1995)

| Показатели | 1964 | 1965 | 1966 | 1967 | 1968 | 1969 | 1970 | 1971 |
|-------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Длина тела, см | 8.9 | 9.1 | 8.5 | 7.4 | 8.6 | 8.3 | 8.5 | 7.7 |
| Масса, г | 8.3 | 13.0 | 11.0 | 7.9 | 10.8 | 9.2 | 10.0 | 7.7 |
| Упитанность по Фультону | 1.9 | 2.3 | 2.1 | 2.0 | 2.1 | 2.2 | 2.1 | 1.6 |

| Показатели | 1972 | 1974 | 1975 | 1976 | 1977 | 1978 | 1980 | 1983 |
|-------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Длина тела, см | 6.6 | 5.3 | 5.9 | 5.9 | 5.5 | 5.8 | 5.3 | 5.7 |
| Масса, г | 4.7 | 4.3 | 4.5 | 4.5 | 5.0 | 4.3 | 2.2 | 4.4 |
| Упитанность по Фультону | 1.2 | 1.8 | 1.7 | 1.8 | 2.3 | 1.8 | 2.0 | 2.1 |

Половозрелости каспийский бычок-кругляк достигает на втором году жизни, его плодовитость в Аральском море невысокая (табл. 6.25). Отмечаются колебания средней плодовитости по годам и резкое увеличение плодовитости в 1969 г., когда был аномально большой паводок и наблюдалось небольшое распреснение воды в море.

В питании каспийского бычка-кругляка в 1964 г. преобладали моллюски, среди которых наибольшее значение имели *Dreissena* и *Cerastoderma* (табл. 6.26). В связи с большими изменениями в составе донной фауны Арала в конце 60-х начале 70-х годов изменился и пищевой спектр бычка-кругляка, в его питании стали

встречаться акклиматизированные моллюск *Syndosmya* и червь *Nereis*. В 1974 г. в составе пищевого комка бычка-кругляка были зарегистрированы: *Syndosmya* (27.9 % от массы пищевого комка), *Dreissena* (20.2), *Caspihydrobia* (17.3), *Cerastoderma* (14.8), *Nereis* (14.2), а также Ostracoda, Nematoda и водная растительность (Андреев с соавт., 1995).

Таблица 6.25

Абсолютная индивидуальная плодовитость (АИП) *Neogobius melanostomus affinis* в Аральском море (по: Андреев с соавт., 1995), икринок

| Годы | АИП | | | Количество проанализированных рыб, экз. |
|------|------------|------------|---------|---|
| | наименьшая | наибольшая | средняя | |
| 1965 | 110 | 1540 | 405.2 | 23 |
| 1966 | 80 | 700 | 349.2 | 18 |
| 1967 | 82 | 389 | 208.8 | 21 |
| 1968 | 80 | 470 | 201.4 | 44 |
| 1969 | 151 | 1022 | 510.0 | 13 |
| 1970 | 106 | 409 | 204.5 | 24 |
| 1974 | 123 | 1114 | 227.5 | 61 |
| 1975 | 205 | 787 | 431.4 | 34 |
| 1976 | 251 | 589 | 415.9 | 15 |
| 1978 | 350 | 1716 | 779.1 | 10 |
| 1980 | 113 | 472 | 278.6 | 3 |

Хозяйственного значения каспийский бычок-кругляк в Аральском море не имел. Широко использовался в питании судака, жереха, шипа и других хищных рыб.

6.2.16. *Neogobius syrman eurystomus* (Kessler) – каспийский ширман

Вид стал встречаться в фауне Аральского моря с 1961 г. За исключением сведений о питании ширмана бубырем и креветкой (Быков, 1963, 1964а, б) и факта его обнаружения (Маркова, 1963; Галактионова, Маркова, 1964; Быков, 1964а, 1968а) других данных опубликовано не было. Очень редкий вид, со второй половины 60-х годов в фауне моря ширман не отмечался, по-видимому, он не смог натурализоваться в Аральском море.

Таблица 6.26

Состав пищи *Neogobius melanostomus affinis* в Аральском море в 1964 г. в зависимости от размеров
(по: Быков, 1970б), % по массе

| Компонент | Длина тела рыбы, см | | | | | | | | | | Всего |
|---|---------------------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|---------|---------|------|-------|
| | 3 — 4 | 4 — 5 | 5 — 6 | 6 — 7 | 7 — 8 | 8 — 9 | 9 — 10 | 10 — 11 | 11 — 12 | | |
| Chironomidae | 14.6 | 10.9 | 10.1 | 7.5 | 7.2 | 6.6 | 3.2 | 7.1 | — | 5.0 | |
| <i>Dikerogammarus</i> | — | — | 0.9 | — | 0.7 | — | — | — | — | 0.1 | |
| <i>Hypanis</i> | — | — | — | — | — | 9.6 | 6.1 | — | — | 2.6 | |
| <i>Cerastoderma</i> | — | — | — | — | 33.2 | — | 43.5 | 63.3 | 30.5 | 33.5 | |
| <i>Dreissena</i> | 82.9 | 86.3 | 87.7 | 90.9 | 37.6 | 58.3 | 12.6 | 10.3 | 42.7 | 35.6 | |
| <i>Caspihydrobia</i> | — | — | — | — | 3.6 | 4.1 | 15.6 | — | 26.8 | 12.1 | |
| <i>Theodoxus</i> | — | — | — | — | — | — | 2.0 | — | — | 0.5 | |
| Рыба | — | — | — | — | 1.8 | 1.8 | 0.8 | 1.0 | — | 0.8 | |
| Водоросли | — | — | — | — | 14.4 | 19.0 | 15.6 | 18.0 | — | 9.3 | |
| Детрит, песок | 2.5 | 2.8 | 1.8 | 1.6 | 1.5 | 0.6 | 0.6 | 0.3 | — | 0.5 | |
| Индекс наполнения, ‰ | 422 | 308 | 230 | 331 | 176 | 156 | 340 | 135 | 142 | 248 | |
| Количество проанализированных рыб, экз. | 6 | 15 | 32 | 40 | 26 | 21 | 13 | 7 | 5 | 165 | |

6.2.17. *Neogobius kessleri gorlap* (Илjin) – каспийский-бычок
головач или горлап

Головач встречен в Арале в 1961 г. Малочисленный вид в фауне моря. В 1977 г. был пойман экземпляр с длиной тела 14.0 см и массой 71.7 г.; в 1980 г. – 7.2 см и 3.7 г., упитанность по Фультону 1.72. В апреле-мае 1984 г. в районе Тригорки было поймано 5 экземпляров головача. Одна самка IV–V, самец IV и три самца II–III стадии зрелости, длина бычков колебалась от 17.8 до 19.1 см, масса – 79.0–93.0 г. В самке было 3936 икринок. В последующие годы головач в фауне моря не отмечался (Андреев с соавт., 1995).

6.1.18. *Neogobius fluviatilis pallasii* (Berg) – каспийский
бычок-песочник

Песочник расселялся по акватории Арала через два года после бубыря и стал наиболее массовым видом (Быков, 1966; Баймов, 1966б; Бычкова, 1976; Иващенко, 1981). В начале 60-х годов за один замет бычковой промысловой драгой азовского типа вылавливалось от 21 до 1273 экз. бычка-песочника общей массой 0.08–6.00 кг (Быков, 1966), а в 1974–1975 гг. он составлял 64 % общего вылова рыбы экспериментальной механизированной драги.

В аральской популяции каспийского бычка-песочника преобладают 2 и 3-х летки, темп роста невысокий (табл. 6.27). В отличие от каспийского бычка-кругляка (см. табл. 6.24), средние размеры и масса каспийского бычка-песочника в процессе его натуризации в Аральском море изменялись незначительно (табл. 6.28).

Интересно отметить следующий факт – резкое увеличение биомассы зообентоса с начала 70-х годов при одновременном снижении количества хищных рыб не привело к увеличению размеров каспийского бычка-песочника. Очевидно, размеры этого бычка в Аральском море связаны не с пищевой обеспеченностью.

В Аральском море каспийский бычок-песочник в массе созревает в возрасте одного года при длине тела 3.0 см и массе 1.0–

Таблица 6.27

**Линейный рост *Neogobius fluviatilis pallasii* в Аральском море
(эмпирические данные; по: Андреев с соавт., 1995), см**

| Годы | Пол | Возраст, годы | | | | | Количество проанализированных рыб, экз. |
|------|-------|---------------|-----|-----|------|------|---|
| | | 0+ | 1+ | 2+ | 3+ | 4+ | |
| 1965 | самки | – | 6.6 | 7.1 | 8.2 | – | 93 |
| | самцы | – | 7.7 | 9.7 | 10.3 | 12.8 | 126 |
| 1970 | самки | – | 4.3 | 7.0 | 8.9 | 10.4 | – |
| | самцы | – | 4.6 | 7.2 | 9.7 | 11.3 | – |
| 1975 | самки | – | 5.2 | 6.0 | 7.1 | 10.2 | 96 |
| | самцы | – | 4.1 | 6.2 | 9.1 | 10.5 | 231 |
| 1976 | самки | 4.2 | 5.6 | 6.8 | 8.0 | 9.7 | 156 |
| | самцы | – | 5.7 | 6.9 | 8.6 | 10.0 | 106 |
| 1977 | самки | 3.5 | 4.9 | 6.0 | 7.2 | 8.5 | 57 |
| | самцы | 4.5 | 5.6 | 7.0 | 8.2 | 8.2 | 79 |
| 1978 | самки | – | 5.3 | 6.4 | 8.0 | 8.5 | 72 |
| | самцы | – | 4.8 | 6.7 | 9.1 | 10.5 | 53 |
| 1980 | самки | 3.5 | – | 6.2 | – | – | 13 |
| | самцы | 3.0 | 5.4 | 6.0 | 8.0 | – | 29 |

Таблица 6.28

**Средние размеры, масса и упитанность *Neogobius fluviatilis pallasii*
в Аральском море (по: Андреев с соавт., 1995)**

| Показатели | 1964 | 1966 | 1968 | 1970 | 1971 | 1974 |
|-----------------|------|------|------|------|------|------|
| Длина тела, см | 7.3 | 6.9 | 7.1 | 7.0 | 8.3 | 6.0 |
| Масса, г | 6.6 | 4.7 | 4.8 | 4.0 | 7.8 | 4.3 |
| Упитанность по: | | | | | | |
| Фультону | 1.47 | 1.27 | 1.36 | 1.25 | 1.35 | 1.32 |
| Кларк | 1.13 | 1.12 | 1.22 | 1.11 | 1.15 | 1.17 |

| Показатели | 1975 | 1976 | 1977 | 1978 | 1980 |
|-----------------|------|------|------|------|------|
| Длина тела, см | 7.5 | 5.7 | 6.7 | 6.8 | 5.9 |
| Масса, г | 6.3 | 3.1 | 5.6 | 4.9 | 2.9 |
| Упитанность по: | | | | | |
| Фультону | 1.26 | 1.16 | 1.36 | 1.19 | 1.23 |
| Кларк | 1.05 | 0.76 | 1.18 | 1.01 | 1.06 |

2.0 г. Самцы созревают на год позже самок, следовательно при больших размерах и массе. Лишь незначительное количество самцов становятся половозрелыми в возрасте немногим более одного года (1+). В период нереста самцы, как и в материнском водоеме, принимают темную, почти черную окраску. Цвет тела самок не изменяется. Нерест начинается при температуре воды 9–10° и продолжается до конца сентября. Такая растянутость нерестового периода объясняется порционностью икрометания.

Основным нерестовым субстратом для каспийских бычков-песочников является каменисто-галечный грунт. Однако, для икрометания ими могут быть использованы любые твердые предметы: затонувшие консервные банки, бутылки, куски дерева и другие отходы хозяйственной деятельности человека. Самцы устраивают гнезда, поочередно привлекают самок для кладки икры, охраняют ее от икроедов и заиления, производя постоянными движениями плавников аэрацию.

Коэффициент зрелости у самок колеблется в период нереста от 1.04 до 9.46 (по материалам 1974 г.). Такой широкий диапазон объясняется с одной стороны порционностью икрометания, поскольку после вымета первой порции икры он резко снижается; с другой – он также зависит и от неравномерности созревания в первые нерестующих самок. В нерестовой популяции каспийского бычка-песочника в Аральском море соотношение самок и самцов близко 1:1, но в размерно-половом соотношении имеется существенная разница. При длине рыб менее 7 см в популяции преобладают самки, а у рыб 7 см и более – самцы, причем размера 11 см и более достигают только самцы (табл. 6.29). Плодовитость песочника в Арале оказалась невысокой: максимальная не достигала 1.5 тыс. икринок, а в среднем 292–708 икринок (табл. 6.30).

В первые годы после вселения в питание каспийского бычка песочника отмечались, в основном, моллюски (*Cerastoderma* и *Hupanis*) и личинки хирономид (Быков, 1964а, 1967; Баймов, 1966а). Младшие возрастные группы бычка-песочника из моллюсков потребляли главным образом *Caspihydrobia* и мелких особей *Dreissena* и *Cerastoderma*. По мере увеличения размеров рыб

Таблица 6.29

**Соотношение полов *Neogobius fluviatilis pallasi* в Аральском море
(по: Андреев с соавт., 1995), %**

| Дата | Пол, объем выборки (n) | Длина тела, см | | | | | | | |
|-------------|---------------------------|----------------|-----|----|----|-----|-----|-----|-----|
| | | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| Июнь 1974 | самки | 63 | 53 | 38 | 13 | 9 | – | – | – |
| | самцы | 37 | 47 | 62 | 87 | 91 | 100 | 100 | – |
| | n | 106 | 132 | 65 | 60 | 57 | 40 | 6 | – |
| Август 1974 | самки | 26 | 13 | 8 | 2 | 2 | 9 | – | – |
| | самцы | 74 | 87 | 92 | 98 | 98 | 91 | 100 | – |
| | n | 125 | 132 | 90 | 59 | 47 | 11 | 7 | – |
| Май 1975 | самки | 52 | 57 | 34 | 4 | – | 7 | – | – |
| | самцы | 48 | 43 | 66 | 96 | 100 | 93 | 100 | 100 |
| | n | 60 | 72 | 50 | 28 | 29 | 14 | 3 | 1 |

Примечание: n – количество проанализированных рыб, экз.

Таблица 6.30

**Абсолютная индивидуальная плодовитость (АИП) *Neogobius
fluviatilis pallasi* в Аральском море (по: Андреев с соавт., 1995),
икринок**

| Годы | АИП | | | Количество проанализированных рыб, экз. |
|------|------------|------------|---------|---|
| | наименьшая | наибольшая | средняя | |
| 1965 | 250 | 1450 | 678.2 | 49 |
| 1967 | 143 | 561 | 292.3 | 102 |
| 1969 | 206 | 469 | 325.0 | 23 |
| 1970 | 225 | 450 | 337.5 | 23 |
| 1974 | 89 | 746 | 316.7 | 80 |
| 1975 | 272 | 1151 | 538.7 | 35 |
| 1976 | 381 | 729 | 522.1 | 46 |
| 1978 | 268 | 1400 | 708.7 | 23 |
| 1980 | 309 | 895 | 602.4 | 10 |

значение *Caspihydrobia* в питании песочника уменьшалось, а *Cerastoderma* – увеличивалось. *Dreissena* потреблялась с одинаковой интенсивностью всеми размерными группами этого бычка (табл. 6.31). У особей с длиной тела 7–8 см в пищевом комке начинала встречаться рыба (бубырь и молодь песочника и кругляка). В питании самых крупных особей бычка-песочника доля рыбы

Таблица 6.31

Состав пищи *Neogobius fluviatilis pallasi* в Аральском море в 1964 г. в зависимости от размеров
(по: Быков, 1970б), % по массе

| Компонент | Длина тела рыбы, см | | | | | | | | Всего |
|---|---------------------|-------|-------|-------|-------|---------|---------|---------|-------|
| | 4 — 5 | 6 — 6 | 7 — 7 | 8 — 8 | 9 — 9 | 10 — 10 | 11 — 11 | 12 — 12 | |
| Cironomidae | 6.0 | 33.6 | 16.1 | 12.6 | 10.1 | 6.4 | 6.0 | 2.8 | 10.0 |
| <i>Dikerogammarus</i> | — | — | — | — | 0.5 | — | 0.5 | — | 0.2 |
| Ostracoda | — | — | — | — | — | 3.1 | — | — | 0.5 |
| Odonata, larvae | — | — | 15.7 | — | — | — | — | — | 2.2 |
| <i>Hypanis</i> | — | — | — | 1.0 | 0.6 | — | — | — | 0.2 |
| <i>Cerastoderma</i> | — | 4.6 | 8.2 | 14.4 | 19.5 | 24.0 | 36.5 | 19.4 | 21.2 |
| <i>Dreissena</i> | — | 35.4 | 25.4 | 39.0 | 38.0 | 37.4 | 28.0 | 58.2 | 35.2 |
| <i>Caspiohydrobia</i> | 91.0 | 23.5 | 18.0 | 17.8 | 15.2 | 10.1 | 5.0 | 5.8 | 13.2 |
| <i>Theodoxus</i> | — | — | — | — | — | 6.4 | — | — | 1.2 |
| Рыба | — | — | — | 2.0 | 4.9 | 6.4 | 10.0 | 12.2 | 5.6 |
| Водоросли | — | 1.0 | 15.4 | 10.7 | 9.5 | 5.1 | 11.3 | — | 8.4 |
| Детрит, песок | 3.0 | 1.9 | 1.2 | 2.5 | 1.6 | 1.1 | 3.7 | 1.6 | 2.1 |
| Общий индекс наполнения, ‰ | 122 | 157 | 156 | 155 | 169 | 138 | 142 | 111 | 153 |
| Количество проанализированных рыб, экз. | 15 | 38 | 63 | 85 | 59 | 42 | 18 | 8 | 328 |

достигала 12 %. По данным Г.Б. Гаврилова (1972б), пищевой спектр каспийского бычка-песочника в октябре 1969 г. состоял из 27 компонентов. Наиболее часто в кишечниках встречались: *Dreissena* (51.9 % от просмотренных кишечников), *Cerastoderma* (34.9), *Ostracoda* (34.9), *Caspiohydrobia* (27.8), *Cyclopioda* (22.4) и *Nereis* (20.7). В 1974 г. в составе пищевого комка песочника были отмечены: *Syndosmya* (34.5 % от массы пищевого комка), рыба (29.9), *Nereis* (28.4), *Cerastoderma* (5.8), а также *Ostracoda*, *Nematoda* и *Caspiohydrobia* (Андреев с соавт., 1995).

Хозяйственного значения каспийский бычок-песочник в Аральском море не имел. Как одна из наиболее многочисленных сорных рыб песочник интенсивно потреблялся судаком, жерехом, щукой, окунем и другими хищными рыбами (Быков, 1964а, 1967; Баймов, 1964б, 1968б; Быков с соавт., 1968; Новокшенов, 1968а, б, 1973).

6.2.19. *Neogobius bathybius* (Kessler)

О поимки этого вида на пляже г. Аральска в августе 1961 г. сообщили Е.Л. Галактионова и Е.Л. Маркова (1964). Больше *N. bathybius* в уловах не встречался (Андреев с соавт., 1995).

6.2.20. *Proterorhinus marmoratus* (Pallas) – бычок-цуцик

В 1959 г. цуцик был впервые встречен в Аральском море. В 1962 г. в заливе Малый Сары-Чаганак было поймано 240 экземпляров цуцика. Большинство бычков имело размеры от 14 до 40 мм, массу до 150 мг (Маркова, 1963). До 90-х годов бычок-цуцик постоянно встречался в море, но численность его была низкой (Андреев с соавт., 1995).

6.2.21. *Channa argus warpachowskii* Berg – амурский змееголов

В бассейн Арала змееголов попал вместе с растительноядными рыбами в начале 60-х годов, в реки он проник из прудхозов и по ним достиг моря. Уже в мае 1965 г. в Аральском море в районе

полуострова Куланды при солености 10.5 ‰ был пойман змееголов, длина тела 33 см, возраст 1+ (Маркова, 1968). В 1967 г. в опресненных заливах на севере моря змееголов начал в довольно больших количествах попадать в промысловые орудия (Быков, 1968б). Змееголов стал обычным видом в водоемах низовьев рек Амударья и Сырдарья, но в море, из-за резкого повышения солености, перестал встречаться (Андреев с соавт., 1995).

6.2.22. *Platichthys flesus luscus* (Pallas) – черноморская камбала или глосса

Подвид обитает в Черном и Азовском морях (Никольский, 1971; Жизнь ..., 1983). В Аральское море завозилась в 1979–1987 гг. после проверки развития икры глоссы в аральской воде различной солености (Лим с соавт., 1978, 1981; Лим, Маркова, 1981). В первый год было завезено всего около 400 экз. разновозрастной камбалы, а в последующем ежегодно ввозилось около 2 тыс. экз. земпляров камбалы. В 1982 г. выпуск разновозрастной глоссы осуществлялся в северной части моря в районе Тригорки, в 1986–1987 гг. – в районе острова Барсакельмес, в остальные годы – на юге Арала.

Время вселения камбалы совпало с прекращением промысла на Аральском море и свертыванием научно-исследовательских работ. Поэтому, тщательных наблюдений за процессом внедрения глоссы в экосистему моря не проводилось, но отдельные случаи поимки этой рыбы регистрировались с первых лет после ее выпуска, что позволило получить первые сведения о зимовке камбалы и созревании половых продуктов (Лим, 1986; Карпевич, Топченко, 1989). В 1989 г. возобновились ихтиологические работы на Аральском море. К этому времени камбала широко расселилась по акватории моря.

По данным З. Ермаханова (Андреев с соавт., 1995) глосса в Аральском море достигает половой зрелости в возрасте 2–3 года, при этом самцы в массе созревают на втором году, самки – на третьем. Минимальный размер впервые созревающих самок был 14.5 см при массе 54.0 г, самцов – 13.2 см и 41.0 г. В Арале нерест

камбалы начинается до вскрытия льда во второй половине марта при температуре воды около 0°, разгар нереста приходится на первую декаду апреля при температуре воды 2–6°, окончание нереста – конец второй декады апреля, температура воды 11–12°. Общая продолжительность нереста около 1 месяца. По сравнению с Азовским морем, где нерест растянут с декабря по апрель с максимумом в феврале и марте, в Аральском море размножение глоссы проходит в более короткие сроки. Это обусловлено более суровым зимним режимом Аральского моря, его быстрым прогреванием весной до оптимальных для нереста глоссы температур и непродолжительным периодом этих температур. Следует отметить, что нерест глоссы совпадает с распалением льда.

Темп роста камбалы в Аральском море хороший. Самки глоссы растут быстрее самцов и достигают большей длины тела и массы (табл. 6.32, 6.33).

Таблица 6.32

**Линейный рост *Platichthys flesus luscus* в Малом море
(эмпирические данные; по: Андреев с соавт., 1995), см**

| Дата | Пол | Возраст, полных лет | | | | | Количество проанализированных рыб, экз. |
|--------------------|----------|---------------------|------|------|------|------|---|
| | | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | |
| Апрель–май 1989 | самки | 17.4 | 22.4 | 28.3 | 31.9 | – | 415 |
| | самцы | 15.5 | 20.2 | – | – | – | 193 |
| | оба пола | 16.3 | 21.9 | 28.3 | 31.9 | – | 608 |
| Апрель–май 1990 | самки | 18.6 | 23.4 | 28.3 | 32.8 | 33.0 | 626 |
| | самцы | 18.6 | 21.5 | 23.0 | – | – | 84 |
| | оба пола | 18.6 | 23.2 | 28.2 | 32.8 | 33.0 | 710 |
| Апрель–май 1991 | самки | 19.0 | 23.0 | 27.2 | – | – | 926 |
| | самцы | 18.6 | 21.3 | – | – | – | 71 |
| | оба пола | 18.9 | 22.9 | 27.2 | – | – | 997 |
| апрель–май 1993 | самки | 18.1 | 23.7 | 24.5 | 29.8 | – | 344 |
| | самцы | 20.3 | 21.9 | 27.0 | – | – | 59 |
| | оба пола | 19.7 | 23.3 | 24.5 | 29.8 | – | 403 |

Максимальный зарегистрированный возраст глоссы в Аральском море 6 полных лет. Основу уловов составляли 3–4-х годовалые рыбы (табл. 6.34).

Таблица 6.33

**Рост массы тела *Platichthys flesus luscus* в Малом море
(по: Андреев с соавт., 1995), г**

| Дата | Пол | Возраст, полных лет | | | | | Количество проанализированных рыб, экз. |
|--------------------|----------|---------------------|-------|-------|-------|-------|---|
| | | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | |
| Апрель–май 1989 | самки | 100.4 | 202.8 | 367.9 | 502.2 | – | 415 |
| | самцы | 76.1 | 138.9 | – | – | – | 193 |
| | оба пола | 98.3 | 189.8 | 367.9 | 502.2 | – | 608 |
| Апрель–май 1990 | самки | 175.0 | 307.4 | 407.6 | 620.0 | 670.0 | 626 |
| | самцы | 121.0 | 179.7 | 250.0 | – | – | 84 |
| | оба пола | 149.3 | 292.6 | 403.4 | 620.0 | 670.0 | 710 |
| Апрель–май 1991 | самки | 121.9 | 202.1 | 310.2 | – | – | 926 |
| | самцы | 107.9 | 192.7 | – | – | – | 71 |
| | оба пола | 117.4 | 201.6 | 310.2 | – | – | 997 |
| Апрель–май 1993 | самки | 97.5 | 254.1 | 220.6 | 383.6 | – | 344 |
| | самцы | 132.5 | 160.9 | 265.0 | – | – | 59 |
| | оба пола | 110.4 | 235.7 | 221.6 | 383.6 | – | 403 |

Коэффициент упитанности камбалы колебался по Фультону от 1.63 до 2.50, по Кларк — 1.38–1.98, наиболее упитанные особи ловились поздней осенью.

Материал по питанию камбалы был собран из сетных уловов, поэтому выяснен лишь состав пищи камбалы в весеннее время (табл. 6.35). В питании камбалы преобладали наиболее крупные моллюски из аральского зообентоса – церастодерма и синдосмия. При этом, если синдосмия потреблялась от 5 до максимального размера 14 мм, то церастодерма потреблялась только до размера 10 мм, а более крупные особи этого вида недоступны камбале из-за особенностей строения ее ротового аппарата и составляют в море некормовой бентос.

В начале 90-х годов глосса достигла промысловой численности и в 1991–1992 гг. был проведен опытно-промышленный лов камбалы. В 1991 г. было поймано 50 т, 1992 г. – 110 т. С 1993 г. рекомендовано начать промышленное освоение запасов глоссы в Аральском море. Но, в связи с прекращением промысла в конце

Таблица 6.34

**Возрастной состав *Platichthys flesus luscus* в Малом море
(по: Андреев с соавт., 1995), %**

| Дата | Пол | Возраст, полных лет | | | | | Количество проанализированных рыб, экз. |
|--------------------|----------|---------------------|------|------|-----|-----|---|
| | | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | |
| Апрель–май 1989 | самки | 25.9 | 67.6 | 4.3 | 2.2 | – | 415 |
| | самцы | 69.8 | 29.7 | 0.5 | – | – | 193 |
| | оба пола | 39.7 | 55.7 | 3.1 | 1.5 | – | 608 |
| Апрель–май 1990 | самки | 1.8 | 91.5 | 5.8 | 0.8 | 0.1 | 626 |
| | самцы | 11.6 | 87.2 | 1.2 | – | – | 84 |
| | оба пола | 3.0 | 91.0 | 5.2 | 0.7 | 0.1 | 710 |
| Апрель–май 1991 | самки | 9.7 | 71.5 | 18.8 | – | – | 926 |
| | самцы | 47.8 | 52.2 | – | – | – | 71 |
| | оба пола | 12.4 | 70.1 | 17.5 | – | – | 997 |
| Апрель–май 1993 | самки | 6.2 | 51.1 | 35.4 | 7.3 | – | 344 |
| | самцы | 23.7 | 74.6 | 1.7 | – | – | 59 |
| | оба пола | 8.7 | 54.6 | 30.5 | 6.2 | – | 403 |

Таблица 6.35

**Состав пищи *Platichthys flesus luscus* Малого моря в апреле
(по: Андреев с соавт., 1995), % по массе**

| Компонент | 1993 | 1994 |
|-----------------------------------|------|------|
| <i>Nereis diversicolor</i> | 2.4 | 3.0 |
| <i>Syndosmya segmentum</i> | 50.8 | 21.3 |
| <i>Cerastoderma isthmicum</i> | 46.8 | 73.6 |
| <i>Palaemon elegans</i> | <0.1 | – |
| <i>Caspihydrobia sp.</i> | – | <0.1 |
| Pisces | – | 2.1 |
| Число проанализированных желудков | 27 | 47 |

70-х годов, рыбодобывающие организации потеряли на море промысловую базу и это сдерживает развертывание промысла.

6.3 Значение акклиматизации гидробионтов для фауны Аральского моря

Конечной целью акклиматизации беспозвоночных в Аральское море, за исключением вселения мии и мидии, было повыше-

ние кормовой базы рыб, в связи с чем были выбраны кормовые беспозвоночные, высокопродуктивные в условиях других водоемов. Кроме того, в связи с предполагаемым осолонением моря подбирались виды способные жить в широком диапазоне солености. Нужно отметить, что большинство поставленных задач было выполнено. Акклиматизированные беспозвоночные резко увеличили численность и биомассу зоопланктона и зообентоса и стали доминирующими видами в фауне моря после его осолонения (см. главы 3 и 4). Вселенные беспозвоночные стали основной пищей аральских рыб.

До 70-х годов, при относительно стабильном режиме моря, все попытки вселения беспозвоночных в Аральское море оказались успешными. Неудачей закончились попытки акклиматизировать лишь те виды (*Hypanis colorata*, *Paramysis baeri* и *Heterosope caspia*), для которых к моменту вселения условия обитания в Аральском море были близки к предельным, при которых эти виды существуют в материнских водоемах. Напротив, в 80-х годах, когда падение уровня моря и осолонение воды шло быстрыми темпами, неоднократные попытки вселения трех видов беспозвоночных были неудачны. Всего же из 16 видов беспозвоночных целенаправленно или случайно завезенных в Аральское море натурализовалось 9 видов: *Nereis diversicolor*, *Calanipeda aquaedulcis*, *Paramysis lacustris*, *P. intermedia*, *P. ullskyi*, *Limnomysis benedeni*, *Palaemon elegans*, *Rhithropanopeus harrisi tridentatus* и *Syndosmya segmentum*.

До вселения мизид каспийского комплекса нектобентические организмы в Арале были представлены только *Dikerogammarus aralensis*. Поэтому они быстро заселили всю прибрежную зону и вошли в рацион многих промысловых и непромысловых рыб. Более 10 лет, пока условия обитания не лимитировали их развития, мизиды были существенным компонентом фауны и кормовой базы рыб.

При вселении беспозвоночных пока зарегистрирован только один случайный вселенец – *Rhithropanopeus harrisi tridentatus*,

который, как плотоядная форма, удлинил пищевую цепь на одно звено и тем самым снизил выход рыбной продукции.

Помимо расширения видового состава макрозообентоса вселение донных беспозвоночных способствовало увеличению биомассы зообентоса. Если до начала акклиматизационных работ в 1954–1957 гг. биомасса зообентоса была 22.2 г/м^2 (Яблонская, 1960а), то после завершения расселения акклиматизантов в 1976–1980 гг. – $119.5\text{--}196.0 \text{ г/м}^2$ (см. табл. 4.2). Без учета биомассы акклиматизантов биомасса зообентоса в этот период была $29.5\text{--}60.1 \text{ г/м}^2$. Акклиматизанты формировали от 60 до 76 % общей биомассы зообентоса, которая увеличилась к этому времени почти в 8 раз. Увеличение общей биомассы зообентоса вызвано несколькими причинами.

Во-первых, изменилась трофическая структура зообентоса. Если до начала работ по интродукции донных беспозвоночных преобладали фильтраторы инфауны и эпифауны, а биомасса собирателей составляла 19–40 % от общей (Yablonskaya, 1979), то после завершения расселения синдосмии и нереиса биомасса собирателей стала составлять 71–79 % от общей (Андреев, Андреева, 1979). Изменение трофической структуры зообентоса сопровождалось включением в круговорот недоиспользуемых ранее кормовых ресурсов в виде захораниваемого детрита (Володкин, 1968), запасы которого постоянно восполнялись в результате отмирания макрофитов. И хотя основные массы макрофитов концентрировались в заливах и култуках, илы на глубинах более 10 м, благодаря сносу течениями, были покрыты толстым слоем отмершей вошерии и руппии. А ведь только запас нитчатой водоросли вошерии, которой были заполнены желудки нереид из Аральского моря, оценивался для 50-х годов в 177.3 тыс. т (Яблонская, 1964, 1976).

Во-вторых, произошло внедрение в водоем беспозвоночных-собираателей, питающихся несколько иным образом, чем обитавшие там ранее представители этой трофической группы, основную массу которых составляли личинки *Chironomus behningi*. Питание личинок рода *Chironomus* происходит только в поверхност-

ном слое осадка (Константинов, 1958), причем преимущественное значение в их питании имеют водоросли, развивающиеся у дна и на поверхности осадка (Яблонская, 1964; Бородич, 1956). Нереис же всеядная форма, использующая в пищу поверхностный слой осадка вместе с детритом, живыми растениями и мелкими животными. В пище другого вселенца-собирателя синдосмии наибольшее значение имеют, образующиеся в поверхностном слое грунта в результате оседания детрита и минеральных частиц, органические скопления (Яблонская, 1971а, б, 1976).

Одним из важных факторов, способствующих повышению продуктивности зообентоса, является так же, упоминаемая выше, способность акклиматизированных беспозвоночных поедать почти неразложившиеся ткани животного происхождения. В местах скопления донных животных, особенно двустворчатых моллюсков, численность которых может достигать колоссальных величин (более 10 тыс. экз./м²), ткани погибших особей утилизируются с минимальными потерями энергии, которые неизбежны при переходе с одного трофического уровня на другой.

Таким образом, работы по направленному формированию фауны беспозвоночных, хотя и не все вселенцы прижились, увенчались успехом. Акклиматизанты заняли ведущие места в зоопланктоне и зообентосе, они преобладают и в питании рыб. То есть, облик фауны беспозвоночных Аральского моря с начала 70-х годов стали определять акклиматизированные беспозвоночные, а именно, *Calanipeda aquaedulcis*, *Nereis diversicolor* и *Syndosmya segmentum*, причем, по мере осолонения моря, их доля в общей биомассе зоопланктона и зообентоса постоянно увеличивалась. При интродукции беспозвоночных в Аральское море был вселен только один нежелательный вселенец – *Rhithropanopeus harrisi tridentatus*.

В результате акклиматизационных работ ихтиофауна Аральского моря пополнилась салакой, черным и белыми амурами, обыкновенным и пестрым толстолобами, атериной, бычками (бубырь, кругляк, головач, песочник, цуцик), змееголовом и камбалой. Неудачей закончились попытки вселить каспийского пузан-

ка, кефалей и яровую расу шипа, а также не прижились случайные вселенцы *Neogobius bathybius*, игла-рыба и, очевидно, бычок ширман. В отношении севрюги и вселения на нагул осетра однозначно ответить отрицательно нельзя, поскольку препятствием для вселения осетровых явилось резкое ухудшение условий обитания в речной период жизни препятствующих нересту севрюги и возможности попадания осетра в море из-за отсутствия стока по Амударье.

Дальневосточные рыбы – амуры, толстолобы и змееголов вселялись в реки, а в море должны были входить на нагул (Карпевич, 1960д), но они не успели достигнуть высокой численности в опресненных участках Аральского моря, поскольку проникновение их в море совпало по времени с его резким осолонением, в связи с чем, эти виды перестали попадаться в уловах. Дальневосточные рыбы сохраняются в реках Сырдарье и Амударье и при возникновении опресненных зон могут вновь появиться в фауне моря.

Из плановых вселенцев (все осетровые, пузанок, кефали, салака, камбала) в фауне собственно моря натурализовалось всего два вида – салака и камбала, промысловой численности достигла только последняя. Причиной неудачи с вселением кефалей и пузанка явилась непродуманность в подборе гидробионтов, поскольку были вселены виды, которые не смогли пережить суровых зимних условий.

При вселении плановых акклиматизантов фауна Аральского моря пополнилась рядом нежелательных вселенцев.

Во-первых, при акклиматизации севрюги в водоем попал ранее не отмечавшийся в аральском бассейне паразит *Nitzschia sturionis*. У аральского шипа отсутствовал иммунитет к этому паразиту, в результате эпизоотии произошла массовая гибель шипа (Догель, Лутта, 1934).

Во-вторых, при акклиматизации кефалей в водоем попали атерина, игла-рыба, 7 видов бычков [в последние годы высказано предположение, что ряд бычков мог попасть в Арал не при акклиматизации кефалей, а при перевозке личинок ярового шипа из

дельты Урала в 1958 г. или севрюги в 1948–1963 гг. (Митрофанов с соавт., 1989)] и креветка. Если креветка относительно желательный вселенец, то внедрение в экосистему короткоциклических, непромысловых рыб – нежелательный факт.

Последствия вселения атерины и бычков для экосистемы Аральского моря рассматривались неоднократно (Дорошев, 1964а, 1965а, 1968; Быков с соавт., 1968; Маркевич, 1972, 1978; Карпевич, 1975; Картунова, 1975; Митрофанов с соавт., 1992; Андреев с соавт., 1995). В основном они сводятся к следующему:

1. В результате вспышки численности рыб-вселенцев в начале 60-х годов резко снизились биомасса зоопланктона и зообентоса Аральского моря, ухудшились условия нагула молоди и взрослых бентосоядных промысловых рыб.
2. Когда промысловое стадо аральских рыб стало пополняться поколениями, появление которых совпало с максимальной численностью акклиматизированных рыб (1960–1962 гг.) началось падение промысловых уловов.
3. Произошла существенная перестройка в пищевых связях экосистемы. Если, до внедрения акклиматизантов основным потребителем зоопланктона была молодь карповых рыб, имеющих наибольший удельный вес в промысле, то после – непромысловые атерина, бычок бубыр и молодь остальных видов бычков.
4. Бычки и атерина стали основным кормом судака и жереха. В условиях хорошей обеспеченности пищей судак и жерех чрезвычайно размножились, после чего они оказали угнетающее воздействие не только на новые кормовые объекты, но и на традиционные объекты питания (в основном аральская плотва), что привело к снижению их численности и общему падению уловов. Следует подчеркнуть, что, помимо сорных рыб, большое значение в увеличении численности судака и жереха имели так же и акклиматизированные в Аральском море мизиды и креветка. Появление многочисленных мелкоразмерных и доступных объектов питания облегчило судаку и жереху переход на хищное питание.

5. В результате вселения сорных рыб общая рыбопродуктивность моря увеличилась, но промысловые уловы снизились. Это объясняется тем, что до 60-х годов в Аральском море практически отсутствовали непромысловые рыбы, промысел базировался на бентосоядных рыбах, а хищные рыбы в уловах составляли менее 10 %. В начале 60-х годов началось резкое увеличение доли хищных рыб в промысле при одновременном снижении уловов мирных рыб, а ведь удлинение пищевой цепи на одно звено сокращает выход продукции в 8–12 раз. Основную часть ихтиомассы стали давать непромысловые короткоциклические рыбы.

С вселением сорных рыб началось “самопоедание” ихтиофауны Аральского моря. Сейчас трудно ответить на сколько снизились бы общие уловы рыбы, и каково было бы соотношение в уловах мирных и хищных рыб, поскольку на перестройку ихтиофауны, вызванную вселением сорных рыб, с середины 60-х годов стало оказывать влияние сокращение стока рек, быстро ставшее решающим в судьбе всех аборигенных видов рыб и приведшее в начале 80-х годов к потере Аралом рыбохозяйственного значения. Несомненно одно – в результате акклиматизационных работ в 1929–1963 гг. и работ по вселению осетра на нагул в 1978–1980 гг. поставленные задачи достигнуты не были. Ни один из плановых вселенцев не достиг промысловой численности, а допущенный брак в работе привел к появлению в море сорных рыб, оказавших большое отрицательное влияние на состояние промысловых стад мирных рыб и обусловивших снижение уловов в целом.

Более удачно прошло вселение камбалы в конце 70-х годов. В то время уже было ясно, что аборигенная ихтиофауна вскоре перестанет существовать. Условия обитания для камбалы в Аральском море оказались благоприятны и через 15 лет после вселения она достигла промысловой численности. Пока не известно о завозе с камбалой каких-либо вселенцев.

К сожалению, организация промысла камбалы наталкивается на большие трудности, так как в период регрессии Арала был утрачен весь рыболовецкий флот, море далеко отошло от населенных пунктов.

Таким образом, в результате акклиматизационных работ в Аральское море вселялись или проникли из впадающих рек 22 вида рыб, из которых собственно в море натурализовалось 8 (са-лака; атерина; бычки: бубырь, кругляк, головач, песочник, цуцик; камбала), промыслом используется только камбала. По существу получен водоем, где ихтиофауна полностью сформирована акклиматизированными видами, так как в результате осолонения в ихтиофауне Аральского моря, помимо выше названных акклиматизантов, сохранился всего лишь один эвригалинный аборигенный представитель – аральская колюшка.

Глава 7. СУКЦЕССИИ ДОННЫХ БИОЦЕНОЗОВ АРАЛЬСКОГО МОРЯ

Для морского бентоса биотопом является и соответствующий участок дна и придонная вода, причем придонная вода имеет не меньшее значение, чем само дно (Беклемишев, 1973; Беклемишев, Семенова, 1978). Решающее значение фактора солености для развития водных биоценозов отмечалось неоднократно (Зенкевич, 1933, 1959; Турпаева, 1954; Старк, 1955; Мордухай-Болтовской, 1960; Некрасова, 1976; и др.). Определенные интервалы солености являются барьерами в распределении пресноводной, солоноватоводной и морской фаун (Хлебович, 1974; Старобогатов, Хлебович, 1978; Андреев, 1981, 1990; Андреев, Андреева, 1981, 1991б; Аладин, 1983б, 1986, 1988), элементы которых формируют донные биоценозы соответствующего типа. Границы распределения вод различной солености в Арале зачастую являются границами биоценоза.

Еще в 1877 г. Мебиус (цитируется по Иоганзену, 1959) указывал, что “всякое изменение в каком-либо из факторов биоценоза вызывает изменения в других факторах последнего. Если бы в некоторый момент внешние условия жизни на продолжительное время уклонились бы от их обычной средней, то весь биоценоз, или сообщество, изменился бы. Он изменился бы и в том случае, если бы число особей отдельных видов увеличивалось или уменьшалось благодаря вмешательству человека, или если бы один вид нацело исчез, или новый вид вошел бы в сообщество” (с. 230). Биоценозы Аральского моря неоднократно подвергались воздействию как изменившихся факторов среды, так и внедрению, и выпадению гидробионтов.

Структура биоценоза определяется степенью соответствия условий биотопа экологическим требованиям вида, от которой зависит численное соотношение между особями разных видов (Гиля-

ров, 1980). Изменения биотопов в результате происходящей регрессии Аральского моря сопровождаются сменой биоценозов в силу различной реакции на эти изменения видов, входящих в состав биоценоза, населяющего данный биотоп. Смена же сообществ во времени в данном районе получила название сукцессии (Кашкаров, 1933; Наумов, 1963; Сукачев, 1966; Одум, 1975; Пономарева, 1975; Иоганзен с соавт., 1981; и др.).

Сукцессионные изменения донных биоценозов Аральского моря начались уже в начале 60-х годов (Андреева, 1981; Андреева, Андреев, 1987, 1990б).

Впервые о донных биоценозах Аральского моря сообщил В.Н. Беклемишев (1923). Изучая литоральную зону до глубины 8 м в районе г. Аральска, он отметил, что в Арале лучше всего развиты биоценозы озерного типа, тогда как типично морские биоценозы отсутствуют.

Подробные биоценотические исследования всей акватории Арала перед массовым вселением новых видов и началом его регрессии провела в 1954–1957 гг. Е.А. Яблонская (1958, 1960б), ею было выделено 4 основных биоценоза.

Однако, Л.А. Зенкевич (1963) на основании анализа неопубликованных данных И.И. Куличенко за 40-е годы и данных Е.А. Яблонской (1960б) пришел к выводу, что Аральское море было заселено в тот период единым биоценозом *Dreissena polymorpha* с различными вариациями на разных типах грунтов.

Впоследствии Е.С. Проскурина (1979) по материалам 1973–1974 гг. сообщила о наличии в море единого биоценоза синдосмия(=абра)+нереис, который на различных типах грунтов дополнялся церастодермой или каспиогидробией, но каких либо расчетов подтверждающих этот вывод не было приведено.

До зарегулирования стока рек в условиях гидролого-гидрохимического режима, близкого к среднеголетнему (соленость 10.2 ‰), в Аральском море развивалось небольшое число биоценозов (рис. 7.1), сформированных в основном солонатоводными каспийскими видами и характеризовавшихся небольшим числом входящих в них видов, а также низкой численностью и биомассой

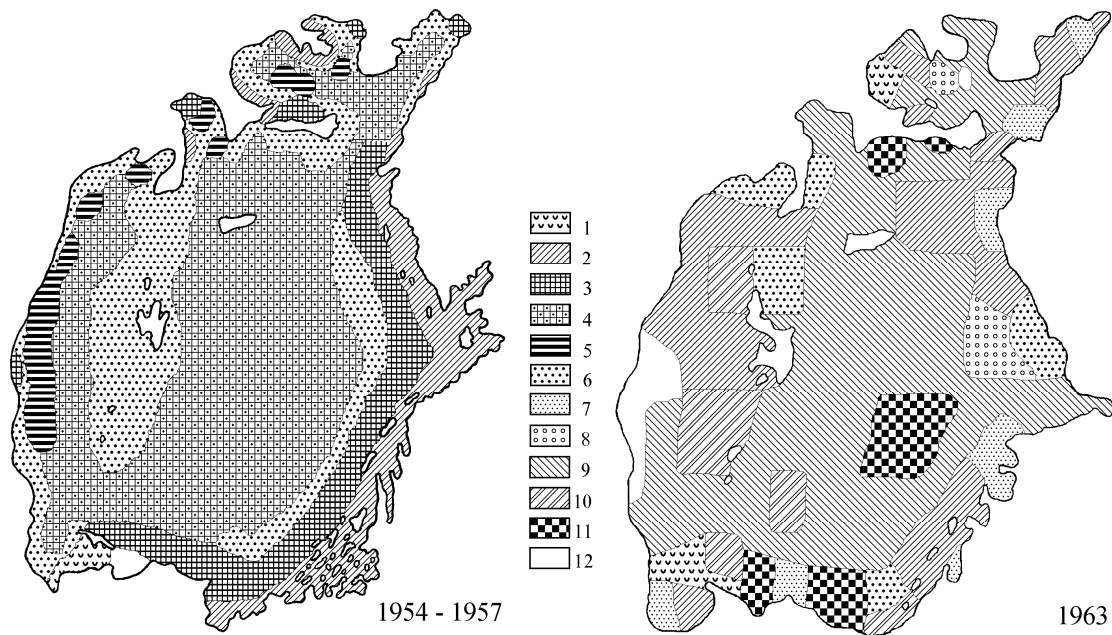


Рис. 7.1. Донные биоценозы Аральского моря в 1954–1957 гг. (по: Яблонская, 1960б) и в 1963 г. (по: Андреева, Андреев, 1990б):

1 – хирономуса, 2 – дрейссены, 3 – гипаниса, 4 – хирономуса+дрейссены+гипаниса, 5 – хирономуса+дрейссены+гипаниса на черном иле с вошерией, 6 – дрейссены+гипаниса, 7 – каспиогидробий, 8 – хирономуса+гипаниса, 9 – каспиогидробий+дрейссены+хирономуса, 10 – дрейссены+каспиогидробий+церастодермы, 11 – дрейссены+каспиогидробий, 12 – макрозообентос не обнаружен.

эвригалинных видов морского происхождения и галофильных видов материковых вод (Яблонская, 1960б).

Едва заметное повышение солености воды уже в 1962–1963 гг. вызвало небольшое увеличение численности и биомассы эвригалинного вида морского происхождения *Cerastoderma isthmicum* и галофильных видов материковых вод моллюсков рода *Caspiohydrobia*.

Одновременно с повышением солености на донную фауну Арала (в прибрежных районах с 1961 г., а в последующие годы – и в глубоководных) оказало влияние вспышки численности вселенцев-бентофагов: бычков и частично атерины (Яблонская с соавт., 1973). Уже в 1963 г. сформировались ранее не отмечавшиеся для Арала биоценозы (дрейссены+каспиогидробий+церастодермы, каспиогидробий, каспиогидробий+дрейссены+хириномуса и др.), руководящими в которых были эвригалинные и галофильные виды; основными (по площади) были биоценозы каспиогидробий+дрейссены+хириномуса, занимавший центральную часть моря, и дрейссены – в северо-восточном и северо-западном районах (см. рис. 7.1, табл. 7.1).

В последующие годы происходило дальнейшее сокращение площадей, занимаемых биоценозами, процветавшими в 1954–1957 гг., увеличение числа биоценозов и их чрезвычайная раздробленность (пятнистость). Наблюдалось отсутствие доминирующего (по площади) биоценоза. Такое положение сохранялось до июля 1966 г., когда в связи с дальнейшим ухудшением режима водоема и наличием большого числа потребителей бентоса на фоне снижения количественного развития всех элементов зообентоса развивается обширный по площади биоценоз галофильных каспиогидробий с невысокой биомассой (3.1 г/м^2). В то же время большее распространение получили биоценозы, в которых руководящими стали эвригалинные виды морского происхождения и галофильные виды материковых вод, не имевшие ранее широкого распространения. Основные биоценозы 1954–1957 гг. занимали маленькие участки в западном и приустьевом амударьинском районах и в Малом море. Границы биоценоза акклиматизирован-

Таблица 7.1

Донные биоценозы Аральского моря в 1963 г. (по: Андреева, Андреев, 1990б)

| Компоненты | Хирономуса+гипаниса | | | | Каспиогидробий+дрейссены+хирономуса | | | | Дрейссены+каспиогидробий | | | | Дрейссены+каспиогидробий+церастодермы | | | |
|----------------------|---------------------|------|-----|-------------|-------------------------------------|------|-----|-------------|--------------------------|------|-----|-------------|---------------------------------------|------|-----|-------------|
| | А | В | Р | \sqrt{AB} | А | В | Р | \sqrt{AB} | А | В | Р | \sqrt{AB} | А | В | Р | \sqrt{AB} |
| <i>Chironomus</i> | 295 | 12.5 | 100 | 60.7 | 278 | 8.6 | 100 | 48.9 | 17 | 0.4 | 60 | 2.6 | 69 | 1.8 | 71 | 11.1 |
| <i>Dreissena</i> | – | – | – | – | 591 | 16.2 | 100 | 97.8 | 367 | 6.6 | 100 | 49.2 | 401 | 11.2 | 100 | 67.0 |
| <i>Cerastoderma</i> | – | – | – | – | 31 | 2.2 | 83 | 8.3 | 11 | 4.2 | 80 | 6.8 | 82 | 17.8 | 100 | 38.2 |
| <i>Hypanis</i> | 112 | 6.2 | 100 | 26.4 | 199 | 7.1 | 93 | 37.6 | 65 | 2.2 | 100 | 12.0 | 28 | 1.1 | 71 | 5.5 |
| <i>Theodoxus</i> | – | – | – | – | 16 | 1.5 | 61 | 4.9 | 3 | <0.1 | 40 | <0.1 | 35 | 0.4 | 86 | 3.7 |
| <i>Caspihydrobia</i> | 19 | <0.1 | 33 | <0.1 | 2723 | 4.3 | 100 | 108.2 | 1026 | 2.1 | 100 | 46.4 | 1675 | 2.3 | 100 | 62.1 |
| Прочие | 1 | <0.1 | 33 | – | 38 | 0.2 | 66 | – | 37 | 0.1 | 60 | – | 42 | 0.1 | 86 | – |
| Весь зообентос | 427 | 18.7 | – | – | 3876 | 40.1 | – | – | 1526 | 15.6 | – | – | 2332 | 34.7 | – | – |

| Компоненты | Хирономуса | | | | Дрейссены | | | | Каспиогидробий | | | | Дрейссены+гипаниса | | | |
|----------------------|------------|------|-----|-------------|-----------|------|-----|-------------|----------------|------|-----|-------------|--------------------|------|-----|-------------|
| | А | В | Р | \sqrt{AB} | А | В | Р | \sqrt{AB} | А | В | Р | \sqrt{AB} | А | В | Р | \sqrt{AB} |
| <i>Chironomus</i> | 1147 | 8.3 | 100 | 97.6 | 29 | 0.7 | 60 | 4.5 | 14 | <0.1 | 57 | <0.1 | 11 | 0.1 | 50 | 1.0 |
| <i>Dreissena</i> | 75 | 0.4 | 67 | 5.5 | 3831 | 16.8 | 100 | 253.7 | 4 | 0.1 | 43 | 0.6 | 320 | 12.9 | 100 | 64.2 |
| <i>Cerastoderma</i> | 12 | 0.3 | 67 | 1.9 | 8 | 0.8 | 30 | 2.5 | 13 | <0.1 | 43 | <0.1 | 161 | 3.0 | 67 | 21.9 |
| <i>Hypanis</i> | 28 | 0.3 | 67 | 2.9 | 25 | 1.0 | 60 | 5.0 | 8 | <0.1 | 27 | <0.1 | 287 | 7.9 | 100 | 47.6 |
| <i>Theodoxus</i> | – | – | – | – | 28 | 0.2 | 80 | 2.4 | 2 | <0.1 | 29 | <0.1 | 2 | 0.1 | 33 | 0.4 |
| <i>Caspihydrobia</i> | 117 | 0.2 | 100 | 4.8 | 741 | 1.3 | 75 | 31.0 | 322 | 0.5 | 100 | 12.7 | 367 | 0.7 | 83 | 16.0 |
| Прочие | 97 | 1.6 | 67 | – | 7 | <0.1 | 25 | – | – | – | – | – | 83 | 0.8 | 67 | – |
| Весь зообентос | 1476 | 11.1 | – | – | 4669 | 20.8 | – | – | 363 | 0.6 | – | – | 1231 | 25.5 | – | – |

ного нереиса *Nereis diversicolor*, возникшего еще в 1964 г., постепенно расширялись (рис. 7.2; табл. 7.2, 7.3).

Летом 1967 г. 2/3 дна моря заселяли биоценозы каспиогидробий и каспиогидробий+дрейссены (рис. 7.3, табл. 7.4). акклиматизант нереис активно внедрялся в экосистему водоема; расширялись границы биоценозов, где он был одним из доминирующих видов. Общая биомасса организмов во всех биоценозах была велика, не более 27 г/м².

В 1968–1969 гг. (см. рис. 7.3; табл. 7.5) происходило уменьшение площади, занятой биоценозом каспиогидробий. Значительного развития на твердых грунтах в приостровных и прибрежных районах достигал биоценоз церастодермы. В связи с небольшим распреснением, вызванным высоким паводком 1969 г., а также с увеличением объема твердого стока и, как следствие, доли илистых грунтов на 1/5 части площади Большого моря в его центральной и северной частях развивался биоценоз хирономуса. Расширились границы биоценозов, в которых нереис был руководящим видом. В 1970–1971 гг. основную часть моря занимали биоценозы нереиса+каспиогидробий, каспиогидробий+хирономуса и нереиса (рис. 7.4, табл. 7.6). В Малом море возник небольшой по площади биоценоз нового вселенца моллюска *Syndosmya segmentum*. В 1971 г. акклиматизанты были руководящими видами в 5 из 12 донных биоценозов.

В 1972 г. происходит новая перестройка биоценозов дна в связи с расселением по водоему синдосмии, вновь наблюдается их чрезвычайная раздробленность и распространение пятнами, однако число биоценозов сократилось. В 1973 г. около половины Большого моря занято биоценозом синдосмии (биомасса зообентоса 51 г/м²). Сформировавшийся еще в 1970 г. биоценоз нереиса+синдосмии занимал юго-западную часть моря с илистыми грунтами. Расширились площади биоценозов, в которых эвригалинный моллюск церастодерма стал одним из руководящих видов (см. рис. 7.4, табл. 7.7).

В 1974–1976 гг. завершился процесс смены биоценозов с доминированием эвригалинных видов морского происхождения и

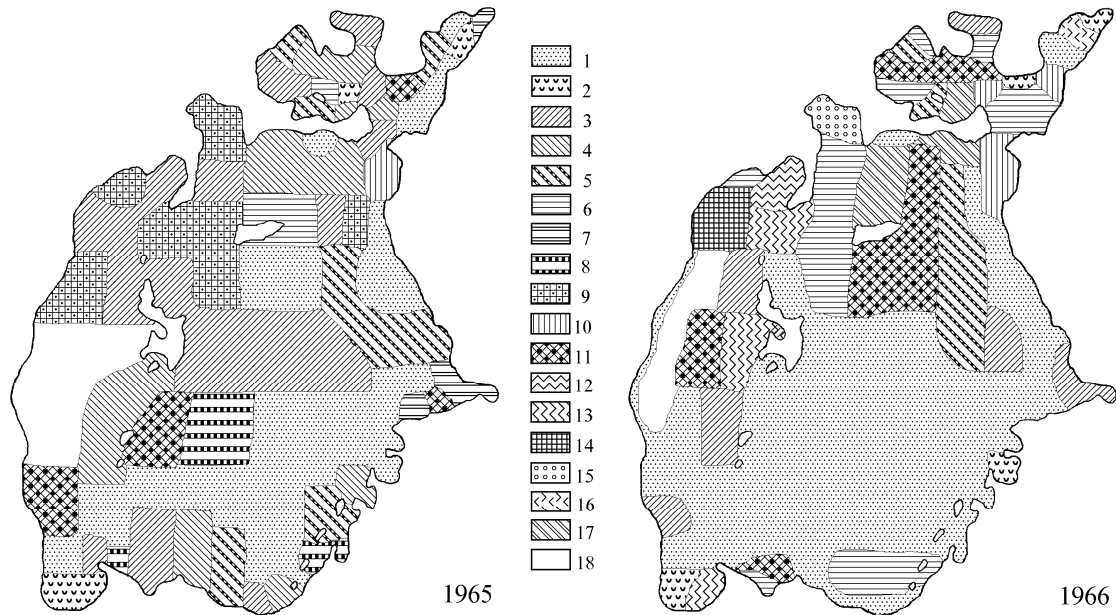


Рис. 7.2. Донные биоценозы Аральского моря в 1965 и 1966 гг. (по: Андреева, Андреев, 1990б):
 1 – каспиогидробий, 2 – хирономуса, 3 – дрейссены, 4 – каспиогидробий+дрейссены+хирономуса, 5 – каспиогидробий+дрейссены, 6 – хирономуса+дрейссены, 7 – церастодермы, 8 – каспиогидробий+церастодермы, 9 – хирономуса+дрейссены+гипаниса, 10 – нереиса, 11 – каспиогидробий+хирономуса, 12 – гипаниса+дрейссены, 13 – дрейссены+церастодермы, 14 – гипаниса, 15 – хирономуса+гипаниса, 16 – хирономуса+теодоксуса, 17 – каспиогидробий+хирономуса+дрейссены, 18 – макрозообентос не обнаружен.

Таблица 7.2

Донные биоценозы Аральского моря в 1965 г. (по: Андреева, Андреев, 1990)

| Компоненты | Нерейса | | | | Хирономуса+дрейссены | | | | Хирономуса | | | | Церастодермы | | | |
|----------------------|---------|-----|-----|-------------|----------------------|------|-----|-------------|------------|------|-----|-------------|--------------|------|-----|-------------|
| | А | В | Р | \sqrt{AB} | А | В | Р | \sqrt{AB} | А | В | Р | \sqrt{AB} | А | В | Р | \sqrt{AB} |
| <i>Nereis</i> | 168 | 3.9 | 100 | 25.6 | – | – | – | – | – | – | – | – | 10 | 0.7 | 67 | 2.6 |
| <i>Chironomus</i> | – | – | – | – | 432 | 15.3 | 100 | 81.3 | 33 | 0.7 | 100 | 4.8 | 8 | <0.1 | 67 | <0.1 |
| <i>Dreissena</i> | – | – | – | – | 398 | 13.0 | 100 | 71.9 | – | – | – | – | 23 | 0.1 | 100 | 1.5 |
| <i>Cerastoderma</i> | – | – | – | – | 1 | 0.1 | 25 | 0.3 | – | – | – | – | 77 | 10.5 | 100 | 28.4 |
| <i>Hypanis</i> | – | – | – | – | 26 | 0.5 | 100 | 3.6 | 1 | <0.1 | 20 | <0.1 | 32 | <0.1 | 67 | <0.1 |
| <i>Theodoxus</i> | – | – | – | – | 63 | 0.5 | 100 | 5.6 | – | – | – | – | 8 | 0.1 | 67 | 0.9 |
| <i>Caspihydrobia</i> | – | – | – | – | 525 | 1.0 | 100 | 22.9 | – | – | – | – | 48 | 0.1 | 100 | 2.2 |
| Прочие | – | – | – | – | 39 | 0.1 | 50 | – | – | – | – | – | 21 | 0.1 | 33 | – |
| Весь зообентос | 168 | 3.9 | – | – | 1484 | 30.5 | – | – | 34 | 0.7 | – | – | 227 | 11.6 | – | – |

| Компоненты | Каспиогидробий+хирономуса | | | | Каспиогидробий | | | | Дрейссены | | | |
|----------------------|---------------------------|------|-----|-------------|----------------|------|-----|-------------|-----------|------|-----|-------------|
| | А | В | Р | \sqrt{AB} | А | В | Р | \sqrt{AB} | А | В | Р | \sqrt{AB} |
| <i>Nereis</i> | – | – | – | – | 13 | <0.1 | 17 | <0.1 | 33 | 0.7 | 19 | 4.8 |
| <i>Chironomus</i> | 49 | 2.0 | 100 | 10.0 | 52 | 1.1 | 46 | 2.4 | 31 | 0.7 | 69 | 4.7 |
| <i>Dreissena</i> | 12 | 0.1 | 50 | 1.1 | 21 | 0.1 | 54 | 1.4 | 634 | 18.1 | 100 | 107.1 |
| <i>Cerastoderma</i> | 4 | <0.1 | 25 | <0.1 | 6 | 1.4 | 33 | 2.9 | 10 | 5.4 | 44 | 7.3 |
| <i>Hypanis</i> | 1 | <0.1 | 25 | <0.1 | 18 | 0.6 | 41 | 3.3 | 43 | 0.8 | 56 | 5.9 |
| <i>Theodoxus</i> | 1 | <0.1 | 25 | <0.1 | 12 | 0.2 | 54 | 1.5 | 32 | 0.4 | 63 | 3.6 |
| <i>Caspihydrobia</i> | 579 | 1.4 | 100 | 28.5 | 2368 | 4.2 | 100 | 99.7 | 285 | 0.5 | 88 | 11.9 |
| Прочие | – | – | – | – | 1 | <0.1 | 17 | – | 23 | 0.3 | 63 | – |
| Весь зообентос | 646 | 3.5 | – | – | 2491 | 7.6 | – | – | 1091 | 26.9 | – | – |

Окончание табл. 7.2

| Компоненты | Хиرونмуса+дрейссены+гипаниса | | | | Каспиогидробий+дрейссены+хиرونмуса | | | | Каспиогидробий+церастодермы | | | | Каспиогидробий+дрейссены | | | |
|----------------------|------------------------------|------|-----|-------------|------------------------------------|------|-----|-------------|-----------------------------|------|-----|-------------|--------------------------|------|-----|-------------|
| | A | B | P | \sqrt{AB} | A | B | P | \sqrt{AB} | A | B | P | \sqrt{AB} | A | B | P | \sqrt{AB} |
| <i>Nereis</i> | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | 2 | 0.1 | 18 | 0.4 |
| <i>Chironomus</i> | 525 | 17.8 | 100 | 96.8 | 241 | 3.4 | 100 | 28.6 | 15 | 0.1 | 50 | 1.2 | 31 | 0.2 | 82 | 2.5 |
| <i>Dreissena</i> | 231 | 12.9 | 100 | 54.5 | 306 | 5.0 | 100 | 39.1 | 78 | 0.3 | 100 | 4.8 | 397 | 4.4 | 100 | 41.8 |
| <i>Cerastoderma</i> | 19 | 4.5 | 64 | 9.2 | 6 | 0.6 | 77 | 1.9 | 94 | 4.1 | 100 | 19.6 | 10 | 1.6 | 73 | 4.0 |
| <i>Hypanis</i> | 334 | 8.8 | 100 | 54.2 | 38 | 0.3 | 62 | 3.4 | 10 | 0.1 | 75 | 1.0 | 3 | <0.1 | 27 | <0.1 |
| <i>Theodoxus</i> | 2 | <0.1 | 45 | <0.1 | 20 | 0.3 | 69 | 2.4 | 10 | 0.1 | 50 | 1.0 | 36 | 0.4 | 82 | 3.8 |
| <i>Caspihydrobia</i> | 670 | 1.6 | 100 | 32.4 | 1455 | 3.2 | 100 | 68.2 | 829 | 1.3 | 100 | 32.8 | 1131 | 2.3 | 100 | 51.0 |
| Прочие | 11 | 0.1 | 36 | – | 9 | 0.1 | 21 | – | 6 | <0.1 | 50 | – | 15 | 0.1 | 82 | – |
| Весь зообентос | 1792 | 45.7 | – | – | 2075 | 12.9 | – | – | 1042 | 6.0 | – | – | 1625 | 9.1 | – | – |

Таблица 7.3

Донные биоценозы Аральского моря в 1966 г. (по: Андреева, Андреев, 1990б)

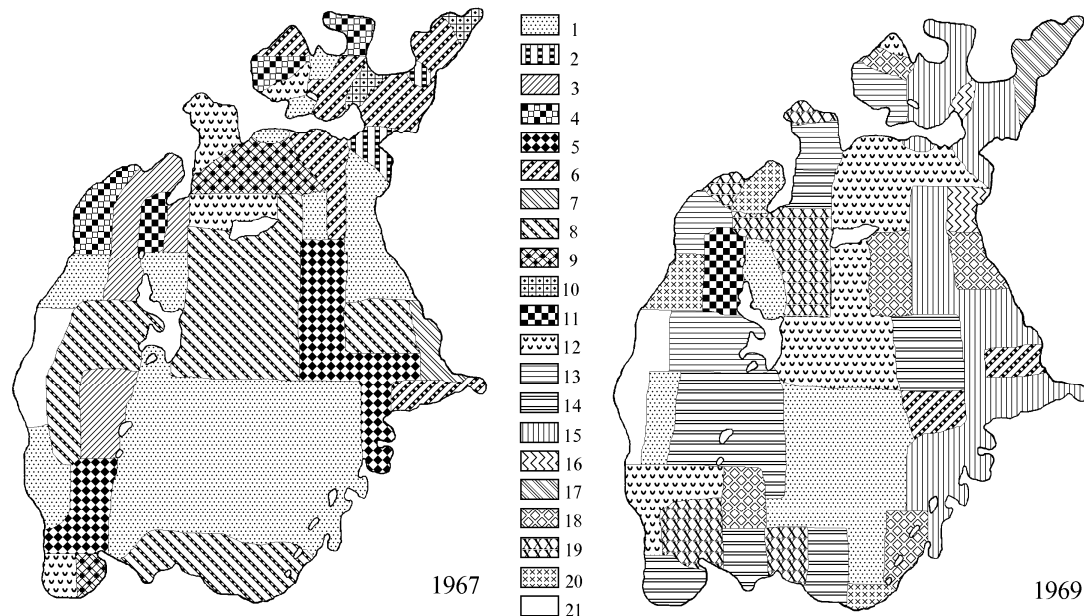
| Компоненты | Нереиса | | | | Хирономуса | | | | Дрейссены | | | | Гипаниса | | | |
|-----------------------|---------|------|-----|-------------|------------|------|-----|-------------|-----------|------|-----|-------------|----------|------|-----|-------------|
| | A | B | P | \sqrt{AB} | A | B | P | \sqrt{AB} | A | B | P | \sqrt{AB} | A | B | P | \sqrt{AB} |
| <i>Nereis</i> | 163 | 6.5 | 100 | 32.5 | 2 | <0.1 | 33 | <0.1 | 25 | 0.8 | 22 | 4.5 | – | – | – | – |
| <i>Chironomus</i> | 7 | <0.1 | 14 | <0.1 | 78 | 1.4 | 100 | 10.4 | 1 | <0.1 | 11 | <0.1 | 37 | 0.1 | 50 | 1.9 |
| <i>Dreissena</i> | 21 | <0.1 | 57 | 1.4 | – | – | – | – | 386 | 4.6 | 100 | 42.1 | 10 | <0.1 | 50 | <0.1 |
| <i>Cerastoderma</i> | 15 | 0.1 | 43 | 1.2 | 1 | <0.1 | 17 | <0.1 | 9 | 0.1 | 30 | 0.9 | – | – | – | – |
| <i>Hypanis</i> | 7 | 0.1 | 43 | 0.8 | – | – | – | – | – | – | – | – | 23 | 6.7 | 100 | 12.4 |
| <i>Theodoxus</i> | 10 | 0.2 | 57 | 1.4 | 2 | 0.1 | 17 | 0.4 | 83 | 0.8 | 100 | 8.1 | – | – | – | – |
| <i>Caspiohydrobia</i> | 222 | 0.4 | 57 | 9.4 | 53 | 0.2 | 33 | 3.3 | 188 | 0.3 | 100 | 7.5 | 12 | <0.1 | 50 | <0.1 |
| Прочие | 1 | 0.1 | 14 | – | 2 | <0.1 | 33 | – | 2 | <0.1 | 11 | – | – | – | – | – |
| Весь зообентос | 446 | 7.5 | – | – | 138 | 1.7 | – | – | 694 | 6.6 | – | – | 82 | 6.8 | – | – |

| Компоненты | Хирономуса+гипаниса | | | | Дрейссены+церастодермы | | | | Хирономуса+теодокуса | | | |
|-----------------------|---------------------|------|-----|-------------|------------------------|------|-----|-------------|----------------------|-----|-----|-------------|
| | A | B | P | \sqrt{AB} | A | B | P | \sqrt{AB} | A | B | P | \sqrt{AB} |
| <i>Nereis</i> | – | – | – | – | – | – | – | – | 10 | 1.1 | 100 | 3.3 |
| <i>Chironomus</i> | 210 | 7.2 | 100 | 38.9 | 37 | 1.7 | 50 | 7.9 | 300 | 1.2 | 100 | 19.0 |
| <i>Dreissena</i> | – | – | – | – | 319 | 20.2 | 100 | 80.3 | – | – | – | – |
| <i>Cerastoderma</i> | – | – | – | – | 26 | 10.5 | 100 | 16.5 | – | – | – | – |
| <i>Hypanis</i> | 50 | 3.4 | 100 | 13.0 | 11 | 0.6 | 50 | 2.6 | – | – | – | – |
| <i>Theodoxus</i> | – | – | – | – | 53 | 0.6 | 75 | 5.6 | 70 | 4.9 | 100 | 18.5 |
| <i>Caspiohydrobia</i> | 5 | <0.1 | 100 | <0.1 | 56 | 0.1 | 100 | 2.4 | – | – | – | – |
| Прочие | – | – | – | – | 4 | <0.1 | 25 | – | – | – | – | – |
| Весь зообентос | 265 | 10.6 | – | – | 506 | 33.7 | – | – | 380 | 7.2 | – | – |

Окончание табл. 7.3

| Компоненты | Каспиогидробий | | | | Каспиогидробий+хириномуса | | | | Хириномуса+дрейссены | | | |
|----------------------|----------------|------|-----|-------------|---------------------------|-----|-----|-------------|----------------------|------|-----|-------------|
| | A | B | P | \sqrt{AB} | A | B | P | \sqrt{AB} | A | B | P | \sqrt{AB} |
| <i>Nereis</i> | 1 | <0.1 | 19 | <0.1 | 3 | 0.2 | 9 | 0.8 | 9 | 0.8 | 9 | 2.7 |
| <i>Chironomus</i> | 9 | 0.1 | 27 | 0.9 | 227 | 4.3 | 100 | 31.2 | 377 | 5.2 | 100 | 44.3 |
| <i>Dreissena</i> | 42 | 0.1 | 68 | 2.0 | 53 | 0.1 | 55 | 2.3 | 178 | 4.9 | 100 | 29.5 |
| <i>Cerastoderma</i> | 15 | 0.1 | 54 | 1.2 | 3 | 0.8 | 36 | 1.5 | 3 | 0.2 | 56 | 0.8 |
| <i>Hypanis</i> | 4 | 0.1 | 40 | 0.6 | – | – | – | – | 8 | 0.4 | 54 | 1.8 |
| <i>Theodoxus</i> | 2 | <0.1 | 22 | <0.1 | 4 | 0.1 | 27 | 0.6 | 10 | 0.3 | 63 | 1.7 |
| <i>Caspihydrobia</i> | 1947 | 2.7 | 100 | 72.5 | 1480 | 2.6 | 100 | 62.0 | 196 | 0.3 | 63 | 7.7 |
| Прочие | 2 | <0.1 | 4 | – | – | – | – | – | 1 | <0.1 | 9 | – |
| Весь зообентос | 2022 | 3.1 | – | – | 1770 | 8.1 | – | – | 782 | 12.1 | – | – |

| Компоненты | Каспиогидробий+дрейссены | | | | Каспиогидробий+хириномуса+дрейссены | | | | Гипаниса+дрейссены | | | |
|----------------------|--------------------------|------|-----|-------------|-------------------------------------|------|-----|-------------|--------------------|------|-----|-------------|
| | A | B | P | \sqrt{AB} | A | B | P | \sqrt{AB} | A | B | P | \sqrt{AB} |
| <i>Nereis</i> | – | – | – | – | 1 | 0.1 | 20 | 0.3 | – | – | – | – |
| <i>Chironomus</i> | 40 | 0.3 | 67 | 3.5 | 540 | 12.7 | 100 | 82.8 | 20 | 0.6 | 100 | 3.5 |
| <i>Dreissena</i> | 50 | 1.6 | 100 | 8.9 | 513 | 9.2 | 100 | 68.7 | 120 | 8.5 | 100 | 31.9 |
| <i>Cerastoderma</i> | 3 | 0.1 | 50 | 0.5 | – | – | – | – | 5 | 0.4 | 100 | 1.4 |
| <i>Hypanis</i> | 1 | <0.1 | 33 | <0.1 | 6 | 0.3 | 80 | 1.3 | 630 | 56.3 | 100 | 188.3 |
| <i>Theodoxus</i> | 19 | 0.2 | 17 | 1.9 | 35 | 0.4 | 60 | 3.7 | – | – | – | – |
| <i>Caspihydrobia</i> | 743 | 1.2 | 100 | 29.9 | 2251 | 3.2 | 100 | 84.9 | – | – | – | – |
| Прочие | – | – | – | – | 1 | <0.1 | 20 | – | 105 | 1.8 | 100 | – |
| Весь зообентос | 856 | 3.4 | – | – | 3347 | 25.9 | – | – | 880 | 67.5 | – | – |



- 1
- 2
- 3
- 4
- 5
- 6
- 7
- 8
- 9
- 10
- 11
- 12
- 13
- 14
- 15
- 16
- 17
- 18
- 19
- 20
- 21

Рис. 7.3. Донные биоценозы Аральского моря в 1967 и 1969 гг. (по: Андреева, Андреев, 1990б):

1 – каспиогидробий, 2 – нереиса+каспиогидробий, 3 – дрейссены, 4 – дрейссены+хириномуса, 5 – каспиогидробий+дрейссены+церастодермы, 6 – каспиогидробий+нереиса, 7 – каспиогидробий+хириномуса+дрейссены, 9 – каспиогидробий+хириномуса, 10 – каспиогидробий+синдосмии, 11 – дрейссены+каспиогидробий, 12 – хириномуса, 13 – хириномуса+дрейссены, 14 – церастодермы, 15 – нереиса, 16 – дрейссены+церастодермы, 17 – синдосмии, 18 – нереиса+церастодермы, 19 – дрейссены+каспиогидробий+гипаниса, 20 – гипаниса+каспиогидробий, 21 – макрозообентос не обнаружен.

Таблица 7.4

Донные биоценозы Аральского моря в 1967 г. (по: Андреева, Андреев, 1990б)

| Компоненты | Каспиогидробий+дрейсены | | | | Дрейсены+каспиогидробий | | | | Каспиогидробий+нерейса | | | | Каспиогидробий+дрейсены+церастодермы | | | |
|----------------------|-------------------------|------|-----|-------------|-------------------------|-----|-----|-------------|------------------------|------|-----|-------------|--------------------------------------|------|-----|-------------|
| | A | B | P | \sqrt{AB} | A | B | P | \sqrt{AB} | A | B | P | \sqrt{AB} | A | B | P | \sqrt{AB} |
| <i>Nereis</i> | 21 | 0.2 | 9 | 2.0 | – | – | – | – | 242 | 6.8 | 100 | 40.6 | 15 | 0.1 | 33 | 1.2 |
| <i>Chironomus</i> | 24 | 0.3 | 42 | 2.7 | 35 | 0.1 | 100 | 1.9 | 11 | 0.1 | 38 | 1.0 | 23 | 0.1 | 16 | 1.5 |
| <i>Dreissena</i> | 331 | 1.8 | 100 | 24.4 | 310 | 7.0 | 100 | 46.6 | 94 | 0.4 | 61 | 6.1 | 899 | 5.5 | 100 | 70.3 |
| <i>Cerastoderma</i> | 5 | 0.1 | 38 | 0.7 | 10 | 0.1 | 100 | 1.0 | 10 | <0.1 | 53 | <0.1 | 40 | 17.3 | 100 | 26.3 |
| <i>Hypanis</i> | 18 | 0.3 | 47 | 2.3 | 45 | 1.1 | 100 | 7.0 | 7 | 0.1 | 30 | 0.8 | 94 | 0.3 | 50 | 5.3 |
| <i>Syndosmya</i> | – | – | – | – | – | – | – | – | 2 | <0.1 | 7 | <0.1 | – | – | – | – |
| <i>Theodoxus</i> | 16 | 0.2 | 57 | 1.8 | 20 | 0.1 | 100 | 1.4 | 8 | 0.1 | 46 | 0.9 | 5 | <0.1 | 33 | <0.1 |
| <i>Caspihydrobia</i> | 1405 | 2.3 | 100 | 56.8 | 260 | 0.7 | 100 | 13.5 | 1989 | 3.2 | 100 | 79.8 | 2208 | 3.2 | 100 | 84.1 |
| Прочие | 17 | <0.1 | 33 | – | 75 | 0.1 | 100 | – | 8 | <0.1 | 30 | – | – | – | – | – |
| Весь зообентос | 1837 | 5.2 | – | – | 755 | 9.2 | – | – | 2371 | 10.7 | – | – | 3284 | 26.5 | – | – |

Окончание табл. 7.4

| Компоненты | Дрейссены+хирономуса | | | | Дрейссены | | | | Хирономуса | | | | Каспиогидробий | | | |
|-----------------------|----------------------|------|-----|-------------|-----------|------|-----|-------------|------------|------|-----|-------------|----------------|------|-----|-------------|
| | A | B | P | \sqrt{AB} | A | B | P | \sqrt{AB} | A | B | P | \sqrt{AB} | A | B | P | \sqrt{AB} |
| <i>Nereis</i> | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | 2 | <0.1 | 10 | <0.1 |
| <i>Chironomus</i> | 165 | 3.0 | 100 | 22.2 | 33 | 0.6 | 75 | 4.4 | 229 | 5.0 | 100 | 33.8 | 2 | <0.1 | 15 | <0.1 |
| <i>Dreissena</i> | 584 | 6.9 | 100 | 63.5 | 198 | 16.5 | 100 | 57.2 | 43 | 0.2 | 87 | 2.9 | 103 | 0.3 | 75 | 5.6 |
| <i>Cerastoderma</i> | 6 | <0.1 | 66 | <0.1 | 11 | 1.9 | 100 | 4.6 | 4 | 0.1 | 62 | 0.6 | 38 | 1.8 | 55 | 8.3 |
| <i>Hypanis</i> | 3 | <0.1 | 33 | <0.1 | 14 | 1.1 | 75 | 3.9 | 3 | <0.1 | 12 | <0.1 | 6 | 0.1 | 35 | 0.8 |
| <i>Syndosmya</i> | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – |
| <i>Theodoxus</i> | 24 | 0.5 | 50 | 3.5 | 14 | 0.2 | 75 | 1.7 | 1 | <0.1 | 12 | <0.1 | 8 | 0.1 | 50 | 0.9 |
| <i>Caspiohydrobia</i> | 153 | 0.3 | 100 | 6.8 | 46 | 0.1 | 100 | 2.1 | 54 | 0.1 | 75 | 2.3 | 5441 | 9.0 | 100 | 221.3 |
| Прочие | 2 | 0.1 | 33 | – | 5 | <0.1 | 25 | – | 3 | <0.1 | 24 | – | 4 | <0.1 | 15 | – |
| Весь зообентос | 937 | 10.8 | – | – | 321 | 20.4 | – | – | 337 | 5.4 | – | – | 5604 | 11.3 | – | – |

| Компоненты | Каспиогидробий+хи- рономуса+дрейссены | | | | Нереиса+каспиогид- робий | | | | Каспиогидробий+син- досмии | | | | Каспиогидробий+хи- рономуса | | | |
|-----------------------|--|------|-----|-------------|-----------------------------|------|-----|-------------|-------------------------------|------|-----|-------------|--------------------------------|------|-----|-------------|
| | A | B | P | \sqrt{AB} | A | B | P | \sqrt{AB} | A | B | P | \sqrt{AB} | A | B | P | \sqrt{AB} |
| <i>Nereis</i> | 3 | <0.1 | 50 | <0.1 | 595 | 15.8 | 100 | 97.0 | 95 | 0.2 | 100 | 4.4 | 16 | 0.1 | 28 | 1.3 |
| <i>Chironomus</i> | 90 | 1.0 | 100 | 9.5 | – | – | – | – | – | – | – | – | 86 | 1.1 | 100 | 9.7 |
| <i>Dreissena</i> | 73 | 0.8 | 100 | 7.6 | – | – | – | – | – | – | – | – | 39 | 0.1 | 42 | 2.0 |
| <i>Cerastoderma</i> | 10 | 0.2 | 50 | 1.4 | 55 | 5.5 | 100 | 17.4 | – | – | – | – | 4 | <0.1 | 28 | <0.1 |
| <i>Hypanis</i> | 10 | 0.1 | 100 | 1.0 | 13 | <0.1 | 67 | <0.1 | – | – | – | – | 1 | <0.1 | 14 | <0.1 |
| <i>Syndosmya</i> | – | – | – | – | – | – | – | – | 345 | 14.2 | 100 | 70.0 | – | – | – | – |
| <i>Theodoxus</i> | 20 | 0.3 | 50 | 2.4 | – | – | – | – | 10 | <0.1 | 100 | <0.1 | 2 | 0.1 | 14 | 0.4 |
| <i>Caspiohydrobia</i> | 263 | 0.4 | 100 | 10.3 | 1135 | 1.8 | 100 | 45.2 | 1725 | 4.0 | 100 | 83.1 | 494 | 1.2 | 100 | 24.4 |
| Прочие | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | 5 | <0.1 | 14 | – |
| Весь зообентос | 469 | 2.8 | – | – | 1798 | 23.1 | – | – | 2175 | 18.4 | – | – | 647 | 2.6 | – | – |

Таблица 7.5

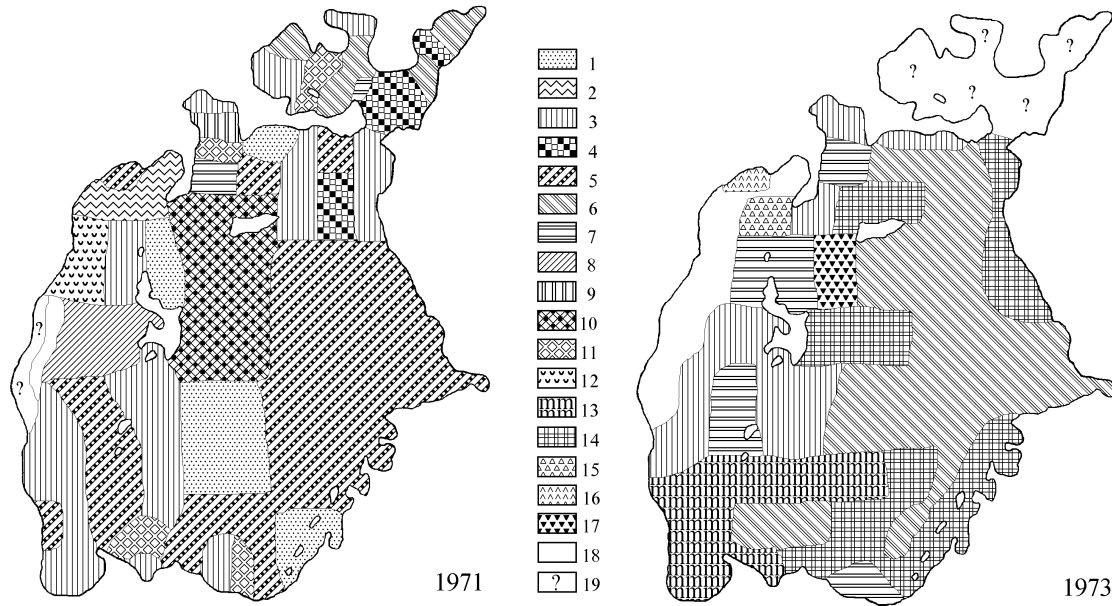
Донные биоценозы Аральского моря в 1969 г. (по: Андреева, Андреев, 1990б)

| Компоненты | Дрейссены+церастодермы | | | | Дрейссены+каспиогид-робий | | | | Дрейссены+каспиогид-робий+гипаниса | | | | Гипаниса+каспиогид-робий | | | |
|-----------------------|------------------------|------|-----|-------------|---------------------------|------|-----|-------------|------------------------------------|------|-----|-------------|--------------------------|-----|-----|-------------|
| | A | B | P | \sqrt{AB} | A | B | P | \sqrt{AB} | A | B | P | \sqrt{AB} | A | B | P | \sqrt{AB} |
| <i>Nereis</i> | 60 | 1.5 | 75 | 9.5 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| <i>Chironomus</i> | — | — | — | — | 8 | <0.1 | 50 | <0.1 | 149 | 1.7 | 100 | 15.9 | 12 | 0.1 | 80 | 1.0 |
| <i>Dreissena</i> | 38 | 8.7 | 100 | 18.2 | 2112 | 3.1 | 100 | 80.9 | 979 | 7.0 | 100 | 82.6 | 139 | 0.4 | 80 | 7.5 |
| <i>Cerastoderma</i> | 15 | 12.8 | 100 | 13.9 | 5 | 2.0 | 50 | 3.1 | 44 | 2.7 | 100 | 10.9 | 54 | 0.1 | 40 | 2.3 |
| <i>Hypanis</i> | 2 | 0.1 | 50 | 0.4 | — | — | — | — | 572 | 6.2 | 100 | 59.6 | 319 | 1.1 | 100 | 18.7 |
| <i>Syndosmya</i> | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| <i>Theodoxus</i> | — | — | — | — | 7 | 0.1 | 50 | 0.8 | 2 | <0.1 | 38 | <0.1 | — | — | — | — |
| <i>Caspiohydrobia</i> | — | — | — | — | 2048 | 2.6 | 100 | 73.0 | 1677 | 2.9 | 100 | 69.7 | 351 | 0.3 | 100 | 10.3 |
| Прочие | — | — | — | — | — | — | — | — | 84 | 0.2 | 62 | — | 13 | 0.1 | 40 | — |
| Весь зообентос | 115 | 23.1 | — | — | 4180 | 7.8 | — | — | 3503 | 20.7 | — | — | 891 | 2.1 | — | — |

Окончание табл. 7.5

| Компоненты | Нереиса | | | | Хирономуса | | | | Каспиогидробий | | | | Хирономуса+дрейссены | | | |
|-----------------------|---------|------|-----|-------------|------------|-----|-----|-------------|----------------|------|-----|-------------|----------------------|------|-----|-------------|
| | A | B | P | \sqrt{AB} | A | B | P | \sqrt{AB} | A | B | P | \sqrt{AB} | A | B | P | \sqrt{AB} |
| <i>Nereis</i> | 162 | 6.4 | 100 | 32.2 | 33 | 0.6 | 27 | 4.4 | – | – | – | – | – | – | – | – |
| <i>Chironomus</i> | 6 | <0.1 | 24 | <0.1 | 117 | 2.1 | 100 | 15.7 | 3 | <0.1 | 25 | <0.1 | 52 | 0.9 | 100 | 6.8 |
| <i>Dreissena</i> | 2 | <0.1 | 9 | <0.1 | 41 | 0.1 | 36 | 2.0 | 588 | 0.3 | 37 | 13.3 | 89 | 0.5 | 100 | 6.7 |
| <i>Cerastoderma</i> | 4 | 1.6 | 28 | 2.5 | 8 | 3.3 | 45 | 5.1 | 255 | 1.2 | 75 | 17.5 | – | – | – | – |
| <i>Hypanis</i> | 2 | <0.1 | 9 | <0.1 | 1 | 0.1 | 27 | 0.3 | 596 | 0.5 | 25 | 17.2 | – | – | – | – |
| <i>Syndosmya</i> | 2 | 0.1 | 9 | 0.4 | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – |
| <i>Theodoxus</i> | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | 3 | <0.1 | 20 | <0.1 |
| <i>Caspiohydrobia</i> | 9 | <0.1 | 24 | <0.1 | 86 | 0.2 | 27 | 4.1 | 1223 | 1.5 | 100 | 42.8 | 41 | 0.1 | 60 | 2.0 |
| Прочие | – | – | – | – | – | – | – | – | 42 | <0.1 | 50 | – | 14 | 0.2 | 40 | – |
| Весь зообентос | 187 | 8.1 | – | – | 286 | 6.4 | – | – | 2707 | 3.5 | – | – | 199 | 1.7 | – | – |

| Компоненты | Нереиса+церастодермы | | | | Синдосмии | | | | Церастодермы | | | | Каспиогидробий+нереиса | | | |
|-----------------------|----------------------|------|-----|-------------|-----------|------|-----|-------------|--------------|------|-----|-------------|------------------------|------|-----|-------------|
| | A | B | P | \sqrt{AB} | A | B | P | \sqrt{AB} | A | B | P | \sqrt{AB} | A | B | P | \sqrt{AB} |
| <i>Nereis</i> | 389 | 5.2 | 100 | 45.0 | 86 | 2.3 | 80 | 14.1 | – | – | – | – | 585 | 6.6 | 100 | 62.1 |
| <i>Chironomus</i> | 4 | 0.7 | 33 | 1.7 | 1 | <0.1 | 20 | <0.1 | 11 | 0.5 | 25 | 2.3 | 2 | <0.1 | 50 | <0.1 |
| <i>Dreissena</i> | 11 | 6.4 | 66 | 8.4 | – | – | – | – | 1 | <0.1 | 12 | <0.1 | 26 | 0.1 | 100 | 1.6 |
| <i>Cerastoderma</i> | 18 | 11.8 | 100 | 14.6 | 6 | 9.0 | 60 | 7.3 | 24 | 12.2 | 100 | 17.1 | 70 | 9.3 | 50 | 25.5 |
| <i>Hypanis</i> | 1 | 0.2 | 17 | 0.4 | – | – | – | – | 2 | <0.1 | 37 | <0.1 | 167 | 0.2 | 50 | 5.8 |
| <i>Syndosmya</i> | – | – | – | – | 232 | 31.0 | 100 | 84.8 | – | – | – | – | – | – | – | – |
| <i>Theodoxus</i> | – | – | – | – | 1 | <0.1 | 20 | <0.1 | – | – | – | – | – | – | – | – |
| <i>Caspiohydrobia</i> | 162 | 0.3 | 33 | 7.0 | 107 | 0.4 | 40 | 6.5 | 108 | 0.2 | 75 | 4.6 | 1740 | 2.7 | 100 | 68.5 |
| Прочие | – | – | – | – | 2 | <0.1 | 20 | – | – | – | – | – | 53 | 0.1 | 50 | – |
| Весь зообентос | 585 | 24.6 | – | – | 435 | 42.7 | – | – | 146 | 12.9 | – | – | 2643 | 19.0 | – | – |



- 1
- 2
- 3
- 4
- 5
- 6
- 7
- 8
- 9
- 10
- 11
- 12
- 13
- 14
- 15
- 16
- 17
- 18
- 19

Рис. 7.4. Донные биоценозы Аральского моря в 1971 и 1973 гг. (по: Андреева, Андреев, 1990б):

1 – каспиогидробий, 2 – гипаниса+дрейссены, 3 – нереиса, 4 – синдосмии+нереиса, 5 – каспиогидробий+нереиса, 6 – синдосмии, 7 – церастодермы, 8 – дрейссены, 9 – хириномуса+каспиогидробий+дрейссены, 10 – каспиогидробий+хириномуса, 11 – нереиса+церастодермы, 12 – хириномуса, 13 – нереиса+синдосмии, 14 – синдосмии+нереиса+церастодермы, 15 – гипаниса+дрейссены+церастодермы, 16 – нереиса+дрейссены, 17 – хириномуса+синдосмии, 18 – макрозообентос не обнаружен, 19 – не обследовано.

Таблица 7.6

Донные биоценозы Аральского моря в 1971 г. (по: Андреева, Андреев, 1990б)

| Компоненты | Каспиогидробий+нереиса | | | | Каспиогидробий+хиროномуса | | | | Синдосмии | | | |
|-----------------------|------------------------|------|-----|-------------|---------------------------|------|-----|-------------|-----------|-------|-----|-------------|
| | A | B | P | \sqrt{AB} | A | B | P | \sqrt{AB} | A | B | P | \sqrt{AB} |
| <i>Nereis</i> | 300 | 7.7 | 100 | 48.0 | 3 | 0.7 | 33 | 1.4 | 101 | 9.4 | 88 | 30.8 |
| <i>Chironomus</i> | – | – | – | – | 164 | 2.8 | 100 | 21.4 | – | – | – | – |
| <i>Dreissena</i> | 6 | 0.1 | 17 | 0.8 | 12 | <0.1 | 83 | <0.1 | 66 | 1.6 | 38 | 10.3 |
| <i>Cerastoderma</i> | 26 | 4.3 | 79 | 10.6 | 4 | <0.1 | 50 | <0.1 | 14 | 10.8 | 63 | 12.3 |
| <i>Hypanis</i> | 17 | 0.2 | 50 | 1.8 | 3 | <0.1 | 33 | <0.1 | 1 | <0.1 | 25 | <0.1 |
| <i>Syndosmya</i> | 23 | 0.3 | 17 | 2.6 | – | – | – | – | 723 | 104.5 | 100 | 274.9 |
| <i>Theodoxus</i> | <1 | 0.1 | 4 | <0.1 | – | – | – | – | 46 | 0.7 | 38 | 5.6 |
| <i>Caspiohydrobia</i> | 1723 | 2.7 | 100 | 68.4 | 1314 | 3.1 | 100 | 63.8 | 164 | 0.5 | 88 | 9.1 |
| Прочие | 4 | <0.1 | 13 | – | – | – | – | – | – | – | – | – |
| Весь зообентос | 2107 | 15.4 | – | – | 1500 | 6.6 | – | – | 1115 | 127.5 | – | – |

Окончание табл. 7.6

| Компоненты | Дрейссены | | | | Гипаниса+дрейссены | | | | Хирономуса | | | | Нереиса | | | |
|----------------------|-----------|------|-----|-------------|--------------------|------|-----|-------------|------------|-----|-----|-------------|---------|------|-----|-------------|
| | А | В | Р | \sqrt{AB} | А | В | Р | \sqrt{AB} | А | В | Р | \sqrt{AB} | А | В | Р | \sqrt{AB} |
| <i>Nereis</i> | 53 | 1.4 | 50 | 8.6 | 33 | 5.0 | 100 | 12.8 | – | – | – | – | 176 | 9.0 | 100 | 39.8 |
| <i>Chironomus</i> | 3 | <0.1 | 50 | <0.1 | 20 | 0.1 | 100 | 1.4 | 5 | 0.1 | 100 | 0.7 | 1 | <0.1 | 14 | <0.1 |
| <i>Dreissena</i> | 70 | 7.3 | 100 | 22.6 | 205 | 20.1 | 100 | 64.2 | – | – | – | – | 7 | 0.2 | 24 | 1.2 |
| <i>Cerastoderma</i> | – | – | – | – | 5 | <0.5 | 50 | <0.5 | – | – | – | – | 4 | <0.1 | 24 | <0.1 |
| <i>Hypanis</i> | – | – | – | – | 655 | 48.5 | 100 | 178.2 | – | – | – | – | 4 | <0.1 | 29 | <0.1 |
| <i>Syndosmya</i> | 38 | 0.2 | 50 | 2.8 | – | – | – | – | – | – | – | – | 21 | 0.7 | 19 | 3.8 |
| <i>Theodoxus</i> | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | <1 | <0.1 | 4 | <0.1 |
| <i>Caspihydrobia</i> | 190 | 0.3 | 75 | 7.5 | 143 | 0.3 | 100 | 6.5 | – | – | – | – | 387 | 0.7 | 76 | 16.5 |
| Прочие | 3 | <0.1 | 50 | – | 3 | <0.1 | 50 | – | – | – | – | – | – | – | – | – |
| Весь зообентос | 357 | 9.2 | – | – | 1064 | 74.0 | – | – | 5 | 0.1 | – | – | 600 | 10.6 | – | – |

| Компоненты | Синдосмии+нереиса | | | | Каспиогидробий | | | | Нереиса+церастодермы | | | | Церастодермы | | | |
|----------------------|-------------------|------|-----|-------------|----------------|------|-----|-------------|----------------------|------|-----|-------------|--------------|------|-----|-------------|
| | А | В | Р | \sqrt{AB} | А | В | Р | \sqrt{AB} | А | В | Р | \sqrt{AB} | А | В | Р | \sqrt{AB} |
| <i>Nereis</i> | 124 | 8.5 | 100 | 32.5 | 56 | 0.1 | 60 | 2.4 | 154 | 4.6 | 100 | 26.6 | 45 | 0.2 | 50 | 3.0 |
| <i>Chironomus</i> | – | – | – | – | 2 | 0.1 | 20 | 0.4 | – | – | – | – | – | – | – | – |
| <i>Dreissena</i> | 2 | <0.1 | 20 | <0.1 | 88 | 0.2 | 40 | 4.1 | 1 | <0.1 | 25 | <0.1 | 8 | 0.1 | 100 | 0.9 |
| <i>Cerastoderma</i> | 4 | 1.4 | 50 | 2.4 | 23 | 0.2 | 60 | 2.1 | 63 | 7.7 | 100 | 22.0 | 23 | 17.8 | 100 | 20.2 |
| <i>Hypanis</i> | – | – | – | – | 19 | 0.1 | 80 | 1.4 | 74 | 0.2 | 75 | 3.8 | 3 | 0.1 | 50 | 0.5 |
| <i>Syndosmya</i> | 225 | 35.3 | 100 | 89.1 | 13 | <0.1 | 20 | <0.1 | 1 | 0.1 | 25 | 0.3 | 15 | 0.4 | 50 | 2.4 |
| <i>Theodoxus</i> | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – |
| <i>Caspihydrobia</i> | 225 | 0.5 | 100 | 10.6 | 2327 | 4.1 | 100 | 97.7 | 185 | 0.2 | 100 | 76.1 | 5 | <0.1 | 50 | <0.1 |
| Прочие | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – |
| Весь зообентос | 580 | 45.7 | – | – | 2528 | 4.8 | – | – | 478 | 12.8 | – | – | 99 | 18.6 | – | – |

Таблица 7.7

Донные биоценозы Аральского моря в 1973 г. (по: Андреева, Андреев, 1990б)

| Компоненты | Церастодермы | | | | Нереиса | | | | Хирономуса+синдосмии | | | | Нереиса+синдосмии | | | |
|-----------------------|--------------|------|-----|-------------|---------|------|-----|-------------|----------------------|-----|-----|-------------|-------------------|------|-----|-------------|
| | A | B | P | \sqrt{AB} | A | B | P | \sqrt{AB} | A | B | P | \sqrt{AB} | A | B | P | \sqrt{AB} |
| <i>Nereis</i> | 77 | 1.4 | 89 | 10.3 | 274 | 30.7 | 100 | 91.7 | – | – | – | – | 207 | 8.4 | 100 | 41.7 |
| <i>Chironomus</i> | – | – | – | – | – | – | – | – | 35 | 0.9 | 100 | 5.6 | – | – | – | – |
| <i>Dreissena</i> | 28 | 0.1 | 33 | 1.7 | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – |
| <i>Cerastoderma</i> | 56 | 23.0 | 100 | 35.9 | 5 | 1.2 | 29 | 2.4 | – | – | – | – | 4 | 0.4 | 33 | 1.2 |
| <i>Hypanis</i> | 1 | 0.1 | 11 | 0.3 | 2 | 0.1 | 14 | 0.4 | – | – | – | – | – | – | – | – |
| <i>Syndosmya</i> | 77 | 3.4 | 88 | 16.2 | – | – | – | – | 15 | 0.8 | 100 | 3.5 | 64 | 8.5 | 100 | 23.3 |
| <i>Theodoxus</i> | 5 | 0.2 | 44 | 1.0 | – | – | – | – | – | – | – | – | 1 | <0.1 | 11 | <0.1 |
| <i>Caspiohydrobia</i> | 59 | 0.1 | 22 | 2.4 | – | – | – | – | – | – | – | – | 18 | <0.1 | 11 | <0.1 |
| Весь зообентос | 303 | 28.3 | – | – | 281 | 32.0 | – | – | 50 | 1.7 | – | – | 294 | 17.3 | – | – |

| Компоненты | Синдосмии | | | | Синдосмии+нереиса+це- растодермы | | | | Нереиса+дрейссены | | | | Гипаниса+дрейссены+це- растодермы | | | |
|-----------------------|-----------|------|-----|-------------|-------------------------------------|------|-----|-------------|-------------------|------|-----|-------------|--------------------------------------|-------|-----|-------------|
| | A | B | P | \sqrt{AB} | A | B | P | \sqrt{AB} | A | B | P | \sqrt{AB} | A | B | P | \sqrt{AB} |
| <i>Nereis</i> | 114 | 4.0 | 94 | 21.4 | 182 | 5.4 | 100 | 31.3 | 915 | 49.7 | 100 | 213.2 | 195 | 2.4 | 100 | 21.6 |
| <i>Chironomus</i> | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – |
| <i>Dreissena</i> | 1 | <0.1 | 6 | <0.1 | – | – | – | – | 200 | 25.8 | 100 | 71.8 | 215 | 42.5 | 100 | 95.6 |
| <i>Cerastoderma</i> | 47 | 8.0 | 89 | 19.4 | 39 | 14.4 | 100 | 23.7 | 25 | 6.7 | 100 | 12.9 | 135 | 57.6 | 100 | 88.2 |
| <i>Hypanis</i> | – | – | – | – | 1 | <0.1 | 10 | <0.1 | 25 | 7.4 | 100 | 13.6 | 460 | 30.5 | 100 | 118.4 |
| <i>Syndosmya</i> | 329 | 39.2 | 100 | 113.6 | 251 | 22.0 | 100 | 74.3 | – | – | – | – | – | – | – | – |
| <i>Theodoxus</i> | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – |
| <i>Caspiohydrobia</i> | 38 | 0.1 | 28 | 1.9 | 75 | 0.2 | 30 | 3.9 | – | – | – | – | – | – | – | – |
| Весь зообентос | 529 | 51.3 | – | – | 548 | 42.0 | – | – | 1165 | 89.6 | – | – | 1005 | 133.0 | – | – |

галофильных видов материковых вод (рис. 7.5, табл. 7.8). С 1978 г. во всех биоценозах Аральского моря доминировали уже только эвригалинные и галофильные виды.

Если по результатам обычной стандартной съемки характеризуются участки дна, начиная с глубин более 2 м, то в 1977–1978 гг. были проведены специальные исследования полигалинных заливов и прибрежий с глубинами менее 2 м, и мы (Андреева, Андреев, 1987, 1990б) имели возможность описать все биоценозы Арала для этих лет.

Открытую часть Аральского моря летом 1978 г. заселяли биоценозы синдосмии+нереиса+церастодермы, синдосмии+нереиса, каспиогидробий+нереиса, синдосмии+каспиогидробий+церастодермы, синдосмии и нереиса, причем первые три биоценоза были свойственны только Большому морю (см. рис. 7.5, табл. 7.9).

Наибольший по площади (22282 км²) биоценоз синдосмии+нереиса+церастодермы развивался на песчаных, илисто-ракушечных и илистых грунтах восточного, южного, центрального и западного районов большого моря. Обнаружен на глубинах от 4.8 до 20.3 м при солености 13.3–16.2 ‰. Постоянно встречающимися видами являлись *Nereis diversicolor*, *Syndosmya segmentum*, *Cerastoderma isthmicum* и различные *Caspiohydrobia*. Помимо постоянных эвригалинных видов морского происхождения, в биоценоз входили второстепенные солоноватоводные – *Dreissena caspia pallasii*, *Theodoxus pallasii*, *Hypanis vitrea bergi*. На мягких грунтах число видов в биоценозе уменьшалось. Биомасса зообентоса была несколько выше средней по морю, соответственно 224.2 и 196.0 г/м².

На илистых грунтах в северной, центральной частях Большого моря и приустьевом районе Амударьи на глубине от 6.0 до 20.8 м обнаружен биоценоз синдосмии+нереиса (площадь 7339 км²). Развивался при солености 10.2–16.2 ‰, сформирован только эвригалинными и галофильными видами. Постоянно встречающиеся виды: *Nereis diversicolor*, *Syndosmya segmentum* и различные *Caspiohydrobia*. Численность и биомасса зообентоса ниже средних по морю (2207 экз./м² и 113.7 г/м²).

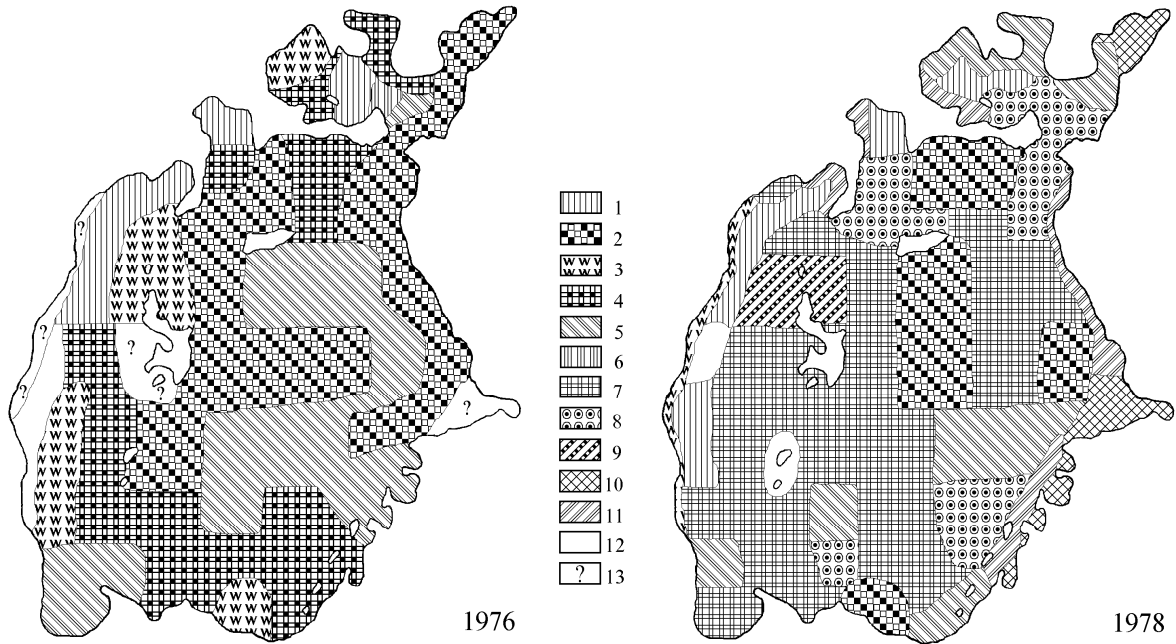


Рис. 7.5. Донные биоценозы Аральского моря в 1976 и 1978 гг. (по: Андреева, Андреев, 1990б):

1 – нереиса, 2 – синдосмии+нереиса, 3 – церастодермы+нереиса, 4 – синдосмии+церастодермы+нереиса, 5 – синдосмии, 6 – синдосмии+дрейссены, 7 – синдосмии+нереиса+церастодермы, 8 – синдосмии+каспиогидробий, 9 – каспиогидробий+нереиса, 10 – биоценозы полигалинной зоны, 11 – руппии+каспиогидробий, 12 – макрозообентос не обнаружен, 13 – не обследовано.

Таблица 7.8

Донные биоценозы Аральского моря в 1976 г. (по: Андреева, Андреев, 1990б)

| Компоненты | Синдосмии+церастодермы+нерейса | | | | Синдосмии+нерейса | | | | Синдосмии | | | |
|----------------------------|--------------------------------|-------|-----|-------------|-------------------|------|-----|-------------|-----------|-------|-----|-------------|
| | А | В | Р | \sqrt{AB} | А | В | Р | \sqrt{AB} | А | В | Р | \sqrt{AB} |
| <i>Nereis diversicolor</i> | 434 | 12.8 | 100 | 74.5 | 557 | 26.9 | 100 | 122.4 | 297 | 9.8 | 100 | 53.9 |
| <i>Dreissena</i> | 13 | 1.4 | 35 | 4.2 | – | – | – | – | 8 | 1.3 | 40 | 3.2 |
| <i>Cerastoderma</i> | 152 | 42.9 | 100 | 80.8 | 62 | 8.1 | 69 | 22.4 | 63 | 13.4 | 92 | 29.1 |
| <i>Hypanis</i> | 1 | 0.2 | 10 | 0.4 | – | – | – | – | 4 | 0.1 | 17 | 0.6 |
| <i>Syndosmya segmentum</i> | 800 | 108.0 | 100 | 293.9 | 370 | 51.0 | 100 | 137.4 | 520 | 77.5 | 100 | 200.7 |
| <i>Theodoxus pallasi</i> | 1 | <0.1 | 5 | <0.1 | <1 | <0.1 | 8 | <0.1 | 1 | <0.1 | 8 | <0.1 |
| <i>Caspiohydrobia</i> | 842 | 2.7 | 95 | 47.6 | 1405 | 3.0 | 100 | 64.9 | 806 | 2.5 | 92 | 44.9 |
| Весь зообентос | 2243 | 168.0 | – | – | 2394 | 89.0 | – | – | 1699 | 104.6 | – | – |

| Компоненты | Нерейса | | | | Церастодермы+нерейса | | | | Синдосмии+дрейссены | | | |
|----------------------------|---------|------|-----|-------------|----------------------|------|-----|-------------|---------------------|-------|-----|-------------|
| | А | В | Р | \sqrt{AB} | А | В | Р | \sqrt{AB} | А | В | Р | \sqrt{AB} |
| <i>Nereis diversicolor</i> | 134 | 16.6 | 100 | 47.2 | 298 | 12.8 | 100 | 61.6 | 220 | 4.5 | 100 | 31.5 |
| <i>Dreissena</i> | 1 | <0.1 | 14 | <0.1 | 76 | 1.1 | 33 | 9.1 | 498 | 25.4 | 100 | 112.5 |
| <i>Cerastoderma</i> | 16 | 2.8 | 86 | 6.7 | 118 | 35.8 | 100 | 65.0 | 94 | 24.4 | 83 | 47.9 |
| <i>Hypanis</i> | 1 | <0.1 | 14 | <0.1 | – | – | – | – | – | – | – | – |
| <i>Syndosmya segmentum</i> | 21 | 1.3 | 42 | 5.2 | 129 | 5.8 | 67 | 27.4 | 1593 | 95.9 | 100 | 390.8 |
| <i>Theodoxus pallasi</i> | – | – | – | – | 3 | <0.1 | 17 | <0.1 | 415 | 5.6 | 83 | 48.2 |
| <i>Caspiohydrobia</i> | 44 | 0.5 | 85 | 4.7 | 511 | 1.1 | 67 | 23.7 | 379 | 1.0 | 100 | 19.5 |
| Весь зообентос | 217 | 21.2 | – | – | 1135 | 56.6 | – | – | 3199 | 156.8 | – | – |

Таблица 7.9

Донные биоценозы Аральского моря в 1978 г. (по: Андреева, Андреев, 1990б)

| Компоненты | Биоценозы Большого моря | | | | | | | | | | | |
|-----------------------------|--------------------------------|-------|-----|-------------|-------------------|-------|-----|-------------|------------------------|-----|-----|-------------|
| | Синдосмии+нерейса+церастодермы | | | | Синдосмии+нерейса | | | | Каспиогидробий+нерейса | | | |
| | А | В | Р | \sqrt{AB} | А | В | Р | \sqrt{AB} | А | В | Р | \sqrt{AB} |
| <i>Nereis diversicolor</i> | 878 | 24.9 | 100 | 147.9 | 564 | 22.6 | 100 | 112.9 | 345 | 1.7 | 100 | 24.2 |
| <i>Dreissena polymorpha</i> | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – |
| <i>Dreissena caspia</i> | 4 | 0.7 | 25 | 1.7 | – | – | – | – | – | – | – | – |
| <i>Hypanis vitrea</i> | 1 | 0.1 | 6 | 0.3 | – | – | – | – | 5 | 0.3 | 50 | 1.2 |
| <i>Cerastoderma</i> | 234 | 60.9 | 100 | 119.4 | 64 | 5.3 | 63 | 18.4 | 15 | 2.2 | 50 | 5.7 |
| <i>Syndosmya segmentum</i> | 916 | 133.8 | 100 | 350.1 | 342 | 83.0 | 100 | 168.5 | – | – | – | – |
| <i>Theodoxus pallasi</i> | 1 | <0.1 | 6 | <0.1 | – | – | – | – | – | – | – | – |
| <i>Caspiohydrobia</i> | 1829 | 3.8 | 100 | 83.4 | 1237 | 2.8 | 100 | 58.9 | 1350 | 1.2 | 100 | 40.2 |
| Весь зообентос | 3863 | 224.2 | – | – | 2207 | 113.7 | – | – | 1715 | 5.4 | – | – |

| Компоненты | Биоценозы Большого моря | | | | | | | | | | | |
|-----------------------------|-------------------------|-------|-----|-------------|---------|------|-----|-------------|---------------------------------------|-------|-----|-------------|
| | Синдосмии | | | | Нерейса | | | | Синдосмии+каспиогидробий+церастодермы | | | |
| | А | В | Р | \sqrt{AB} | А | В | Р | \sqrt{AB} | А | В | Р | \sqrt{AB} |
| <i>Nereis diversicolor</i> | 525 | 11.9 | 100 | 79.0 | 368 | 65.0 | 100 | 154.7 | 618 | 9.7 | 100 | 77.4 |
| <i>Dreissena polymorpha</i> | – | – | – | – | – | – | – | – | 4 | 0.4 | 14 | 1.3 |
| <i>Dreissena caspia</i> | – | – | – | – | – | – | – | – | 6 | 0.7 | 29 | 2.0 |
| <i>Hypanis vitrea</i> | – | – | – | – | – | – | – | – | 1 | 0.4 | 14 | 0.6 |
| <i>Cerastoderma</i> | 30 | 8.6 | 75 | 16.1 | 21 | 6.9 | 57 | 12.0 | 146 | 73.1 | 100 | 103.3 |
| <i>Syndosmya segmentum</i> | 858 | 139.7 | 100 | 342.6 | 13 | 0.3 | 14 | 1.9 | 1016 | 121.2 | 100 | 350.9 |
| <i>Theodoxus pallasi</i> | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – |
| <i>Caspiohydrobia</i> | 2070 | 4.4 | 75 | 95.4 | 138 | 0.6 | 57 | 9.1 | 3169 | 5.5 | 100 | 132.0 |
| Весь зообентос | 3483 | 164.6 | – | – | 540 | 72.8 | – | – | 4960 | 211.0 | – | – |

Окончание табл. 7.9

| Компоненты | Биоценозы Малого моря | | | | | | | | | | | |
|-----------------------------|-----------------------|-------|-----|-------------|---------|------|-----|-------------|---------------------------------------|-------|-----|-------------|
| | Синдосмии | | | | Нереиса | | | | Синдосмии+каспιοгидробий+церастодермы | | | |
| | A | B | P | \sqrt{AB} | A | B | P | \sqrt{AB} | A | B | P | \sqrt{AB} |
| <i>Nereis diversicolor</i> | 415 | 14.0 | 100 | 76.2 | 110 | 28.9 | 100 | 56.4 | 384 | 5.1 | 100 | 44.3 |
| <i>Dreissena polymorpha</i> | 3 | 1.1 | 17 | 1.8 | – | – | – | – | 4 | 0.7 | 20 | 1.7 |
| <i>Dreissena caspia</i> | 7 | 0.7 | 33 | 2.2 | – | – | – | – | 12 | 0.2 | 20 | 1.5 |
| <i>Hypanis vitrea</i> | – | – | – | – | – | – | – | – | 2 | 0.5 | 20 | 1.0 |
| <i>Cerastoderma</i> | 65 | 73.9 | 100 | 69.3 | – | – | – | – | 180 | 157.4 | 100 | 168.3 |
| <i>Syndosmya segmentum</i> | 2607 | 262.6 | 100 | 827.4 | – | – | – | – | 2010 | 141.6 | 100 | 535.5 |
| <i>Theodoxus pallasi</i> | 131 | 1.1 | 17 | 12.0 | – | – | – | – | 4 | <0.1 | 20 | <0.1 |
| <i>Caspiohydrobia</i> | 2901 | 7.0 | 100 | 142.5 | 200 | 0.8 | 50 | 12.6 | 9640 | 14.1 | 100 | 368.7 |
| Весь зообентос | 6129 | 360.4 | – | – | 310 | 29.7 | – | – | 12236 | 319.6 | – | – |

В западной части Большого моря, севернее о. Возрождения, на песчаных грунтах на глубине 5–8 м при солености 14.4–14.9‰ обитал сравнительно небольшой по площади (около 1.5 тыс. км²) биоценоз каспиогидробий+нерейса. Постоянно встречающимися видами были *Nereis diversicolor*, псаммофильные *Caspiohydrobia*., второстепенными – эвригалинный *Cerastoderma isthmicum* и солоноватоводный *Hypanis vitrea bergi*. Биоценоз отличался невысокой численностью зообентоса и очень низкой биомассой (10.4 г/м²).

Остальные биоценозы развивались и в Малом, и в Большом морях.

Участки одного и того же биоценоза из Малого и Большого морей различались как по составу второстепенных видов, так и по количественному развитию зообентоса.

В северных заливах Малого моря на глубине от 5.0 до 15.0 м при солености 15.7–16.0‰, юго-восточном и южном районах Большого моря на глубине 6.0–16.0 м при солености 15.1–16.5‰ на илистых и илисто-песчаных грунтах развивался пятнами биоценоз синдосмии (площадь около 4700 км²). Постоянно встречающимися видами были *Syndosmya segmentum* и *Nereis diversicolor*. В биоценозе синдосмии на участках из Малого моря зарегистрированы, помимо видов общих с участками из Большого, солоноватоводные каспийские виды: *Dreissena polymorpha obtusecarinata*, *Dr. caspia pallasi*, *Theodoxus pallasi*. Численность и биомасса всех компонентов этого биоценоза, за исключением нерейса, в Малом море была выше, чем в Большом. Это единственный биоценоз открытого моря, получивший развитие и в прибрежье (описание приведено ниже).

Биоценоз синдосмии+каспиогидробий+церастодермы (площадь примерно 7.3 тыс. км²) также пятнами развивался в южных и в северных районах Большого моря при солености 14.4–15.8‰ и в центральной части Малого моря при солености 16.1–16.5‰ на илистых и илисто-песчаных грунтах на глубине от 6.5 до 15.5 м. Постоянные виды – *Nereis diversicolor*, *Cerastoderma isthmicum*, *Syndosmya segmentum* и различные *Caspiohydrobia*.. Помимо эври-

галинных и галофильных видов, в состав биоценоза входили второстепенные солоноватоводные *Dreissena polymorpha obtusecarinata*, *Dr. caspia pallasi*, *Hypanis vitrea bergi*, *Theodoxus pallasi*. Участки этого биоценоза из Малого и Большого моря различались не столько по видовому составу, сколько по количественному развитию зообентоса. Как и в биоценозе синдосмии, численность и биомасса всех компонентов, за исключением нереиса, была выше в Малом море.

Полосой по глубоководному желобу западного побережья, в наиболее глубокой части залива Тщebas и Малого моря на глубинах от 21 до 45 м при солености 15.1–16.2 ‰, на темно-сером и черном иле, покрытом сверху слоем отмерших нитчатых водорослей, обитал биоценоз нереиса. Площадь, занимаемая биоценозом – около 3.3 тыс. км². Постоянно встречающимся видом был *Nereis diversicolor*. В отличие от других биоценозов население на участке из Малого моря было беднее, чем в Большом, и по видовому составу, и по количественному развитию. В Малом море биоценоз формировали нереис и каспиогидробии, в Большом море к ним добавлялись церастодерма и синдосмия; биомасса населения в Большом море почти в 3 раза выше, чем в Малом (см. табл. 7.9).

В самой глубоководной части западной впадины (более 45 м), заполненной черным илом с массой остатков нитчатых водорослей, организмы макрозообентоса не были обнаружены. Она была заселена биоценозом, в который входили лишь микроорганизмы.

В прибрежье Аральского моря выделяются районы, имеющие постоянный водообмен с открытым морем, и соленость, почти не отличающуюся от солености вод прилегающих районов моря, и районы затрудненного водообмена с открытым морем и повышенной по сравнению с прилегающими участками моря соленостью – мелководные заливы-култуки.

В условиях относительно постоянной солености песчаные грунты прибрежья Аральского моря были заселены биоценозом церастодермы+нереиса, за исключением юго-восточной части, где развивался биоценоз синдосмии (см. рис. 7.5, табл. 7.10). Постоянно встречающимися видами в биоценозе церастодермы+нереиса

Таблица 7.10

Прибрежные донные биоценозы Аральского моря в август 1978 г. (по: Андреева, Андреев, 1990б)

| Компоненты | Руппии+каспиигидробий | | | | Синдосмии | | | | Церастодермы+нерейса | | | |
|-----------------------------|-----------------------|-------|-----|-------------|-----------|-------|-----|-------------|----------------------|------|-----|-------------|
| | A | B | P | \sqrt{AB} | A | B | P | \sqrt{AB} | A | B | P | \sqrt{AB} |
| <i>Nereis diversicolor</i> | 297 | 1.2 | 71 | 18.9 | 820 | 3.9 | 75 | 56.6 | 1173 | 4.8 | 100 | 75.1 |
| <i>Chironomus</i> | 10 | <0.1 | 13 | <0.1 | 10 | 0.1 | 20 | 1.0 | – | – | – | – |
| <i>Dreissena caspia</i> | 51 | 3.2 | 71 | 12.8 | 10 | 0.9 | 20 | 3.0 | 4 | 0.6 | 11 | 1.5 |
| <i>Dreissena polymorpha</i> | – | – | – | – | – | – | – | – | 4 | 0.9 | 11 | 1.9 |
| <i>Hypanis vitrea</i> | – | – | – | – | – | – | – | – | 13 | <0.1 | 22 | <0.1 |
| <i>Cerastoderma</i> | 120 | 1.7 | 43 | 14.3 | 240 | 113.5 | 50 | 165.0 | 827 | 58.5 | 100 | 220.0 |
| <i>Syndosmya segmentum</i> | 811 | 4.1 | 100 | 57.7 | 4140 | 40.8 | 100 | 411.0 | 182 | 5.4 | 56 | 31.4 |
| <i>Theodoxus pallasi</i> | 982 | 5.6 | 100 | 74.2 | 840 | 14.8 | 80 | 11.5 | 4 | <0.1 | 11 | <0.1 |
| <i>Caspihydrobia</i> | 4651 | 6.5 | 100 | 173.9 | 2590 | 2.6 | 100 | 82.1 | 1351 | 2.0 | 78 | 52.0 |
| Весь зообентос | 6922 | 22.3 | – | – | 8650 | 176.6 | – | – | 3558 | 76.2 | – | – |
| <i>Ruppia maritima</i> | – | 287.7 | 100 | – | – | 85.0 | 75 | – | – | – | – | – |
| Chara | – | 14.0 | 43 | – | – | 35.0 | 50 | – | – | 35.5 | 33 | – |
| Нитчатые водоросли | – | 20.6 | 30 | – | – | 25.0 | 50 | – | – | – | – | – |
| Все макрофиты | – | 322.3 | – | – | – | 145.0 | – | – | – | 35.5 | – | – |

были *Cerastoderma isthmicum*, *Nereis diversicolor* и некоторые *Caspihydrobia*.

Интенсивность развития биоценозов церастодермы+нерейса была неодинакова по разным участкам моря. Песчаные грунты западного побережья и западной гряды островов были заселены менее обильно, чем песчаные грунты отлогих южных, юго-восточных и восточных берегов. Крупнозернистые пески прибойной зоны западного побережья и западных островов отличались слабым количественным развитием зообентоса: средняя общая численность 240 экз./м² при биомассе 0.7 г/м². На глубине более 1 м, где волновая деятельность ослаблена, на мелкозернистых песках численность и биомасса зообентоса повышались до 648 экз./м² и 1.1 г/м². На глубинах более 3.5 м число видов в биоценозе увеличивалось за счет появления макрофитов (руппии, zostеры, харовых и нитчатых водорослей), а также некоторых организмов зообентоса (дрейссен, теодокуса). Средняя численность и биомасса зообентоса возрастала до 1980 экз./м² и 3 г/м². Жизнедеятельность биоценоза на глубинах до 2 м во многом зависит от волнения и термического режима, вследствие чего организмы здесь представлены в основном молодыми особями. На глубинах более 2 м, где биоценоз в меньшей мере подвержен волновой деятельности, его формировали разновозрастные группы. В целом в этом районе биоценоз был распространен на глубинах до 5–6 м узкой, местами до 1–4 км, полосой.

Вдоль отлогих восточных берегов, где практически нет прибойной зоны, большое влияние на зообентос оказывают сгонно-нагонные явления, которые могут повышать или понижать уровень воды до 0.5 м. Особенно сильно это влияние на организмы обитающие вблизи берега, где были найдены лишь виды, способные закапываться в сырой грунт (полихеты, церастодермы) или плотно замыкать устье крышечкой (каспиогидробии). Здесь биоценоз церастодермы+нерейса отмечен на глубине до 1 м на расстоянии 1.5–4.5 км от берега вглубь моря, причем организмы развивались в довольно большом количестве по сравнению с этими же биоценозами вдоль западного берега моря. В целом же числен-

ность и биомасса организмов биоценоза были невелики (см. табл. 7.10).

По восточному отлогому берегу моря на глубинах от 1 до 6 м развивался биоценоз руппии+каспиигидробий. Постоянно встречались *Ruppia maritima*, фитофильные *Caspiohydrobia*., *Theodoxus pallasi*, *Syndosmya segmentum*. Вне полигалинной зоны это – единственный биоценоз моря, в формировании которого большое значение имеют макрофиты, сырая масса которых в среднем по данным дночерпательных проб была 324 г/м².

Прибрежья юго-восточной части моря, как уже упоминалось выше, заселял биоценоз синдосмии, отличавшийся из всех прибрежных биоценозов наибольшей биомассой зообентоса (см. табл. 7.10). Постоянно встречались лишь *Syndosmya segmentum* и различные *Caspiohydrobia*.. По сравнению с участками биоценоза из открытого моря здесь в формировании биоценоза отмечены и макрофиты.

В большинстве мелководных заливов восточного побережья и на мелководьях глубоко вдающихся в сушу северо-западных заливов, существование того или иного биоценоза обусловлено в значительной степени соленостью воды, которая была чрезвычайно различна в прибрежной и морской частях залива. Например, в июне 1977 г. на акватории, прилегающей к заливу Кюнейбас, зарегистрирована соленость от 14.8 ‰ в морской части до 30.0 ‰ и выше в прибрежье.

Распределение биоценозов полигалинных участков Аральского моря, в условиях зонально меняющейся солености, приводится на примере съемки 1977 г. акватории, прилегающей к заливу Кюнейбас (табл. 7.11); подобная картина наблюдалась в этом районе и в последующие годы, а также в заливе Сары-Чаганак. В зоне зарослей руппии и харовых водорослей при солености 14.8–16.9 ‰ (глубина 4.0–1.5 м) на песчаном грунте развивался биоценоз руппии+теодокуса+каспиигидробий, в “окнах” между зарослями – биоценоз каспиигидробий+синдосмии+церастодермы. При солености 17.0–19.2 ‰ на песке (глубина 1.6–1.1 м) существовал биоценоз нерейса+каспиигидробий+теодокуса, в котором зареги-

Таблица 7.11

Донные биоценозы залива Кюнейбас Аральского моря в августе 1977 г. (по: Андреева, Андреев, 1990б)

| Компоненты | Руппии+каспιοгидробий | | | | Каспιοгидробий+синдосмии | | | | Нереиса+каспιοгидробий | | | |
|-----------------------------|-----------------------|-------|-----|-------------|--------------------------|-------|-----|-------------|------------------------|------|-----|-------------|
| | A | B | P | \sqrt{AB} | A | B | P | \sqrt{AB} | A | B | P | \sqrt{AB} |
| <i>Nereis diversicolor</i> | 406 | 0.5 | 100 | 14.2 | 1900 | 3.0 | 100 | 75.5 | 3880 | 6.9 | 100 | 163.6 |
| <i>Chironomus</i> | 13 | <0.1 | 67 | <0.1 | – | – | – | – | – | – | – | – |
| <i>Dreissena caspia</i> | 13 | 1.1 | 33 | 3.8 | – | – | – | – | – | – | – | – |
| <i>Dreissena polymorpha</i> | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – |
| <i>Cerastoderma</i> | 380 | 1.9 | 100 | 26.9 | 210 | 1.1 | 100 | 15.2 | 40 | 0.1 | 50 | 2.0 |
| <i>Syndosmya segmentum</i> | 940 | 8.2 | 100 | 87.8 | 297 | 268.6 | 100 | 284.4 | 85 | 8.0 | 100 | 26.1 |
| <i>Theodoxus pallasi</i> | 786 | 6.4 | 100 | 70.9 | 210 | 3.1 | 100 | 25.5 | 530 | 4.1 | 100 | 46.6 |
| <i>Caspihydrobia</i> | 11493 | 13.3 | 100 | 391.0 | 19750 | 27.5 | 100 | 737.0 | 2800 | 3.2 | 100 | 97.4 |
| Весь зообентос | 14031 | 31.4 | – | – | 22367 | 303.3 | – | – | 7335 | 22.3 | – | – |
| <i>Ruppia maritima</i> | – | 110.0 | 100 | – | – | 5.0 | 33 | – | – | – | – | – |
| Chara | – | 73.3 | 67 | – | – | 16.4 | 33 | – | – | – | – | – |
| Нитчатые водоросли | – | 15.3 | 100 | – | – | – | – | – | – | – | – | – |
| Все макрофиты | – | 198.3 | – | – | – | 21.4 | – | – | – | – | – | – |

Окончание табл. 7.11

| Компоненты | Руппии+теодокуса+каспиигидробий | | | | Каспиогидробий+синдосмии+церастодермы | | | |
|-----------------------------|---------------------------------|-------|-----|-------------|---------------------------------------|------|-----|-------------|
| | А | В | Р | \sqrt{AB} | А | В | Р | \sqrt{AB} |
| <i>Nereis diversicolor</i> | 2290 | 1.3 | 100 | 54.6 | 1740 | 1.9 | 100 | 57.5 |
| <i>Chironomus</i> | – | – | – | – | – | – | – | – |
| <i>Dreissena caspia</i> | 305 | 27.4 | 100 | 91.5 | 67 | 1.7 | 65 | 10.7 |
| <i>Dreissena polymorpha</i> | 35 | 2.1 | 50 | 8.6 | – | – | – | – |
| <i>Cerastoderma</i> | 20 | 4.8 | 100 | 9.8 | 266 | 64.6 | 100 | 131.1 |
| <i>Syndosmya segmentum</i> | 1230 | 38.1 | 100 | 216.5 | 1293 | 13.7 | 100 | 133.1 |
| <i>Theodoxus pallasi</i> | 7340 | 43.2 | 100 | 563.1 | 1120 | 7.7 | 100 | 92.9 |
| <i>Caspiohydrobia</i> | 7980 | 23.1 | 100 | 429.3 | 5566 | 7.1 | 100 | 198.8 |
| Весь зообентос | 19200 | 140.0 | – | – | 10052 | 96.7 | – | – |
| <i>Ruppia maritima</i> | – | 120.0 | 100 | – | – | 0.9 | 100 | – |
| Chara | – | 0.2 | 75 | – | – | – | – | – |
| Нитчатые водоросли | 30.0 | 100 | – | – | 0.8 | 100 | – | – |
| Все макрофиты | – | 150.2 | – | – | – | 1.7 | – | – |

стрировано массовое развитие молодежи нерейса, синдосмии, теодоксуса, каспиогидробий. При солености 21.9–23.4 ‰ на песчаном грунте в зоне зарослей водных растений обитал биоценоз руппии+каспиогидробий, количественное развитие организмов которого, за исключением каспиогидробий, было невелико. При солености 23.5–27.0 ‰ на мелководьях (глубина не более 0.8 м) отмечен биоценоз каспиогидробий+синдосмии.

Наиболее разнообразны по видовому составу были биоценозы мелководной зоны Аральского моря, по мере продвижения в глубь моря число видов зообентоса в биоценозах сокращалось. Биоценозы Аральского моря различались не столько по видовому составу, сколько по количественному развитию одних и тех же видов, находящихся в отдельных биотопах разные условия для дыхания, питания и размножения. Показатель сходства Серенсона (Одум, 1975) между отдельными биоценозами Аральского моря был довольно велик и находился в пределах 0.33–1.0, особенно возрастающий в биоценозах с небольшим числом видов.

Всего в Аральском море летом 1978 г. вне пределов полигаллиной зоны существовали 8 биоценозов, сформированных организмами зообентоса, из которых в открытой части моря развивались 6 биоценозов. Наибольшая численность и биомасса зообентоса зарегистрирована в биоценозах синдосмии и синдосмии+каспиогидробий+церастодермы из Малого моря. Наибольшую площадь занимал биоценоз синдосмии+нерейса+церастодермы.

В начале 80-х годов в биоценозах Аральского моря продолжал доминировать моллюск *Syndosmya segmentum*. Число биоценозов открытого моря уменьшилось до 4–6, причем 1–2 биоценоза стали заселять основную площадь моря. В 1980 г. наибольшую площадь заселял биоценоз синдосмии+каспиогидробий, в 1981 г. – синдосмии и синдосмии+каспиогидробий (рис. 7.6; табл. 7.12, 7.13).

В начале 90-х годов общая картина распределения биоценозов по сравнению с началом 80-х годов изменилась мало. Основную площадь как Малого, так и Большого морей занимал биоце-

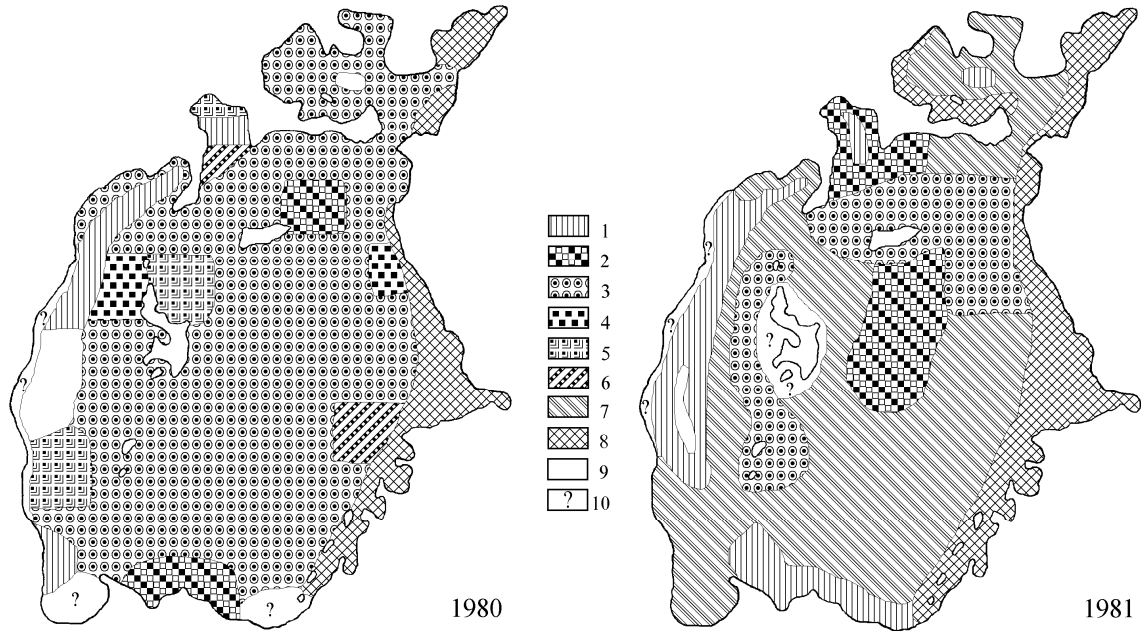


Рис. 7.6. Донные биоценозы Аральского моря в 1980 (по: Андреева, Андреев, 1990б) и в 1981 (по: Андреева, Андреев, 1987) гг.:

1 – nereisa, 2 – синдосмии+nereisa, 3 – синдосмии+каспиогидробий, 4 – церастодермы+каспиогидробий, 5 – nereisa+каспиогидробий+церастодермы, 6 – каспиогидробий+nereisa, 7 – синдосмии, 8 – биоценозы полигалинной зоны, 9 – макрозообентос не обнаружен, 10 – не обследовано.

Таблица 7.12

Донные биоценозы Аральского в 1980 г. (по: Андреева, Андреев, 1990б)

| Компоненты | Нереиса+каспиигидробий+церастодермы | | | | Нереиса | | | | Синдосмии+нереиса | | | |
|--------------------------------|-------------------------------------|------|-----|-------------|---------|------|-----|-------------|-------------------|------|-----|-------------|
| | A | B | P | \sqrt{AB} | A | B | P | \sqrt{AB} | A | B | P | \sqrt{AB} |
| <i>Nereis diversicolor</i> | 686 | 45.0 | 100 | 175.7 | 1036 | 28.4 | 100 | 171.5 | 466 | 23.9 | 100 | 105.5 |
| <i>Chironomus</i> | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – |
| <i>Dreissena caspia</i> | – | – | – | – | 1 | 0.3 | 33 | 0.5 | – | – | – | – |
| <i>Cerastoderma</i> | 76 | 40.0 | 100 | 55.1 | 46 | 5.0 | 83 | 15.2 | 30 | 3.5 | 100 | 10.2 |
| <i>Syndosmya segmentum</i> | 423 | 0.3 | 33 | 11.3 | 102 | 0.7 | 67 | 8.6 | 510 | 30.5 | 100 | 124.7 |
| <i>Theodoxus pallasi</i> | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – |
| <i>Caspiohydrobia</i> | 1406 | 2.9 | 100 | 63.9 | 458 | 1.2 | 50 | 23.4 | 1080 | 2.0 | 33 | 46.5 |
| <i>Rhithropanopeus harrisi</i> | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – |
| Весь зообентос | 2591 | 88.2 | – | – | 1647 | 35.6 | – | – | – | – | – | – |

| Компоненты | Синдосмии+каспиигидробий | | | | Церастодермы+каспиигидробий | | | | Каспиигидробий+нереиса | | | |
|--------------------------------|--------------------------|-------|-----|-------------|-----------------------------|------|-----|-------------|------------------------|------|-----|-------------|
| | A | B | P | \sqrt{AB} | A | B | P | \sqrt{AB} | A | B | P | \sqrt{AB} |
| <i>Nereis diversicolor</i> | 1024 | 9.9 | 100 | 100.7 | 290 | 0.7 | 100 | 14.2 | 490 | 1.9 | 100 | 30.5 |
| <i>Chironomus</i> | <1 | <0.1 | 3 | <0.1 | – | – | – | – | – | – | – | – |
| <i>Dreissena caspia</i> | 1 | 0.4 | 16 | 0.6 | – | – | – | – | – | – | – | – |
| <i>Cerastoderma</i> | 123 | 66.6 | 97 | 90.5 | 125 | 19.6 | 100 | 49.5 | 20 | <0.1 | 75 | <0.1 |
| <i>Syndosmya segmentum</i> | 1920 | 165.2 | 100 | 564.2 | 445 | 0.6 | 100 | 16.3 | 110 | 2.5 | 100 | 16.6 |
| <i>Theodoxus pallasi</i> | 6 | 0.1 | 22 | 0.7 | 20 | <0.1 | 50 | <0.1 | – | – | – | – |
| <i>Caspiohydrobia</i> | 4159 | 7.2 | 100 | 173.0 | 830 | 1.0 | 100 | 28.8 | 1300 | 3.7 | 100 | 69.3 |
| <i>Rhithropanopeus harrisi</i> | <1 | 0.1 | 3 | <0.1 | – | – | – | – | – | – | 100 | 69.3 |
| Весь зообентос | 7233 | 249.5 | – | – | 1710 | 21.9 | – | – | 1920 | 8.1 | – | – |

Таблица 7.13

Донные биоценозы Аральского моря в 1981 г.

| Компоненты | Синдосмии | | | | Нереиса | | | |
|---------------------------------|-----------|-------|-----|-------------|---------|------|-----|-------------|
| | А | В | Р | \sqrt{AB} | А | В | Р | \sqrt{AB} |
| <i>Nereis diversicolor</i> | 683 | 5.1 | 100 | 59.3 | 820 | 14.6 | 100 | 109.3 |
| <i>Cerastoderma</i> | 53 | 51.0 | 67 | 52.0 | 13 | 10.5 | 25 | 11.7 |
| <i>Syndosmya segmentum</i> | 980 | 170.4 | 100 | 408.7 | 113 | 2.3 | 50 | 16.0 |
| <i>Theodoxus pallasi</i> | 11 | 0.1 | 14 | 1.1 | – | – | – | – |
| <i>Caspihydrobia</i> | 1109 | 2.3 | 95 | 50.9 | 283 | 0.6 | 50 | 12.5 |
| <i>Rhithropanopeus harrisii</i> | – | – | – | – | 5 | <0.1 | 13 | <0.1 |
| Весь зообентос | 2836 | 228.9 | – | – | 1234 | 28.0 | – | – |

| Компоненты | Синдосмии+каспиигидробий | | | | Синдосмии+нереиса | | | |
|---------------------------------|--------------------------|-------|-----|-------------|-------------------|-------|-----|-------------|
| | А | В | Р | \sqrt{AB} | А | В | Р | \sqrt{AB} |
| <i>Nereis diversicolor</i> | 460 | 3.1 | 100 | 37.8 | 1115 | 15.1 | 100 | 129.8 |
| <i>Cerastoderma</i> | 55 | 27.5 | 75 | 38.9 | 45 | 21.3 | 100 | 31.0 |
| <i>Syndosmya segmentum</i> | 815 | 66.6 | 100 | 233.0 | 520 | 97.5 | 100 | 225.2 |
| <i>Theodoxus pallasi</i> | 33 | 0.3 | 25 | 3.1 | – | – | – | – |
| <i>Caspihydrobia</i> | 4643 | 6.1 | 100 | 168.3 | 1560 | 3.8 | 100 | 77.2 |
| <i>Rhithropanopeus harrisii</i> | – | – | – | – | – | – | – | – |
| Весь зообентос | 6006 | 103.6 | – | – | 3240 | 137.7 | – | – |

ноз синдосмии (рис. 7.7; табл. 7.14, 7.15). Остальная площадь распределялась между биоценозами, где к синдосмии, в зависимости от конкретных условий обитания, в качестве руководящего вида добавлялись нереис, каспиогидробии или церастодерма. Причем, моллюск церастодерма в прибрежных районах с песчаными и илисто-песчаными грунтами мог даже выходить на первое место.

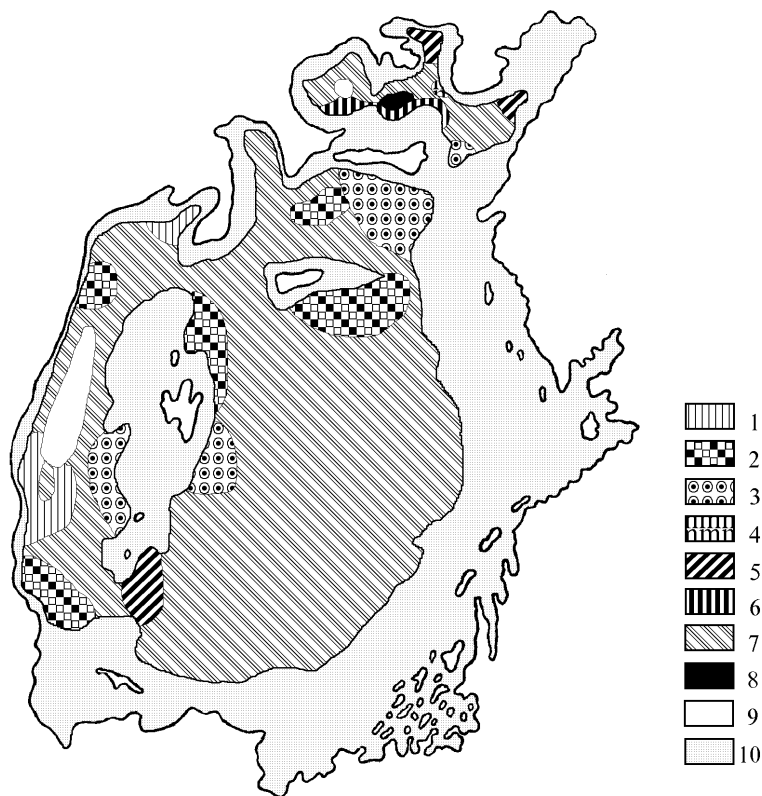


Рис. 7.7. Донные биоценозы Аральского моря в 1992 г.:

1 – нереиса, 2 – синдосмии+нереиса, 3 – синдосмии+каспиогидробий, 4 – нереиса+синдосмии, 5 – синдосмии+церастодермы, 6 – церастодермы+синдосмии, 7 – синдосмии, 8 – временные биоценозы, 9 – макрозообентос не обнаружен, 10 – осушенная зона.

Таблица 7.14

Донные биоценозы Большого моря в 1992 г.

| Компоненты | Синдосмии | | | | Синдосмии+каспиигидробий | | | | Нереиса | | | |
|----------------------------|-----------|-------|-----|-------------|--------------------------|-------|-----|-------------|---------|------|-----|-------------|
| | А | В | Р | \sqrt{AB} | А | В | Р | \sqrt{AB} | А | В | Р | \sqrt{AB} |
| <i>Nereis diversicolor</i> | 867 | 7.9 | 100 | 82.8 | 390 | 4.1 | 75 | 40.0 | 493 | 20.7 | 100 | 101.0 |
| <i>Cerastoderma</i> | 45 | 13.3 | 47 | 24.5 | 90 | 110.9 | 100 | 99.9 | – | – | – | – |
| <i>Syndosmya segmentum</i> | 3314 | 233.6 | 100 | 880.0 | 2100 | 160.2 | 100 | 580.0 | 147 | 4.1 | 20 | 24.5 |
| <i>Caspiohydrobia</i> | 826 | 2.3 | 69 | 43.6 | 4610 | 9.9 | 100 | 213.6 | – | – | – | – |
| Прочие | 6 | 0.2 | 12 | – | – | – | – | – | 7 | 0.1 | 20 | – |
| Весь зообентос | 5058 | 257.3 | – | – | 7190 | 285.1 | – | – | 647 | 24.9 | – | – |

| Компоненты | Синдосмии+церастодермы | | | | Синдосмии+нереиса | | | |
|----------------------------|------------------------|-------|-----|-------------|-------------------|-------|-----|-------------|
| | А | В | Р | \sqrt{AB} | А | В | Р | \sqrt{AB} |
| <i>Nereis diversicolor</i> | 480 | 0.2 | 100 | 10.7 | 1933 | 20.5 | 100 | 199.1 |
| <i>Cerastoderma</i> | 120 | 88.0 | 100 | 102.8 | 36 | 22.9 | 44 | 28.7 |
| <i>Syndosmya segmentum</i> | 680 | 56.6 | 100 | 196.3 | 1120 | 88.2 | 100 | 314.3 |
| <i>Caspiohydrobia</i> | – | – | – | – | 276 | 0.8 | 56 | 14.9 |
| Прочие | 40 | 1.8 | 100 | – | 4 | 0.1 | 22 | – |
| Весь зообентос | 1320 | 146.7 | – | – | 3369 | 132.5 | – | – |

Таблица 7.15

Донные биоценозы Малого моря в 1992 г.

| Компоненты | Синдосмии | | | | Синдосмии+каспιοгидробий | | | | Нереиса+синдосмии | | | |
|----------------------------|-----------|-------|-----|-------------|--------------------------|-------|-----|-------------|-------------------|------|-----|-------------|
| | A | B | P | \sqrt{AB} | A | B | P | \sqrt{AB} | A | B | P | \sqrt{AB} |
| <i>Nereis diversicolor</i> | 446 | 3.1 | 86 | 37.2 | 2240 | 18.2 | 100 | 202.1 | 1760 | 26.6 | 100 | 215.0 |
| <i>Cerastoderma</i> | 69 | 2.7 | 72 | 13.6 | – | – | – | – | – | – | – | – |
| <i>Syndosmya segmentum</i> | 2714 | 199.1 | 100 | 735.1 | 3600 | 207.3 | 100 | 863.8 | 1480 | 21.3 | 100 | 177.3 |
| <i>Caspiohydrobia</i> | 1485 | 4.0 | 86 | 76.7 | 7920 | 34.8 | 100 | 524.7 | 800 | 1.7 | 100 | 37.1 |
| Весь зообентос | 4714 | 208.9 | – | – | 13760 | 260.3 | – | – | 4040 | 49.5 | – | – |

| Компоненты | Церастодермы+синдосмии | | | | Синдосмии+церастодермы | | | | Временные биоценозы | | | |
|----------------------------|------------------------|-------|-----|-------------|------------------------|-------|-----|-------------|---------------------|-----|-----|-------------|
| | A | B | P | \sqrt{AB} | A | B | P | \sqrt{AB} | A | B | P | \sqrt{AB} |
| <i>Nereis diversicolor</i> | 190 | 0.7 | 100 | 11.5 | 2600 | 40.1 | 100 | 322.9 | 140 | 0.2 | 50 | 5.3 |
| <i>Cerastoderma</i> | 690 | 126.7 | 100 | 295.7 | 1413 | 459.3 | 100 | 805.6 | 60 | 0.3 | 100 | 4.2 |
| <i>Syndosmya segmentum</i> | 1680 | 19.4 | 100 | 180.5 | 4600 | 261.9 | 100 | 1097.6 | 480 | 1.0 | 50 | 21.9 |
| <i>Caspiohydrobia</i> | 2763 | 4.0 | 100 | 105.1 | 4306 | 12.8 | 100 | 234.8 | 80 | 0.4 | 50 | 1.9 |
| Весь зообентос | 5323 | 150.8 | – | – | 12919 | 774.1 | – | – | 760 | 1.9 | – | – |

Биоценоз nereisa сохранился в районе глубоководной впадины, где nereis, как более устойчивый к дефициту кислорода вид имел возможность заселять грунты на больших глубинах, чем остальные представители макрозообентоса. К сожалению из-за более редкой сетки станций в 90-х годах полностью выделить площадь занятую биоценозом nereisa не представилось возможным.

В 90-х годах в глубоководной центральной котловине Малого моря впервые четко проявились временные биоценозы, то есть такие биоценозы, где зообентос в летнее время был представлен только молодью *Syndosmya segmentum*, *Nereis diversicolor* и др. (см. табл. 7.15). В весенних пробах представители зообентоса там отсутствовали.

В наиболее глубоком участке западной части Малого моря, очевидно из-за летних заморов, зообентос перестал встречаться и соответственно не формировались интересующие нас биоценозы.

В конце 80-х – начале 90-х годов в зависимости от конкретных гидрологических условий, дававших преимущество в развитии отдельным видам, происходило переформирование одного биоценоза в другой, с доминированием того эвригалинного вида, для которого условия обитания были наиболее благоприятны. Например, в связи с обмелением моря происходило улучшение газового режима в придонных слоях, и жидкие черные и темно-серые илы постепенно преобразовывались в уплотненные серые. В соответствии с сокращением площадей черных и темно-серых илов – биотопа, где преимущественно существовал биоценоз nereisa, наблюдалось отступление этого биоценоза в глубоководные районы, а преобразованный биотоп заселяли биоценозы с доминированием моллюсков.

Обсуждая изложенный материал следует отметить ряд основных моментов.

До зарегулирования стока рек и падения уровня моря условия обитания были благоприятны для реликтовых солонатоводных каспийских и пресноводных гидробионтов (дрейсены, гипанисы, личинки хирономид и другие) и неблагоприятны для эвригалинных видов морского происхождения (церастодерма) и галофиль-

ных видов материковых вод (каспиогидробии), но соленость воды (около 10 ‰) была близка к верхнему пределу благоприятной солености для пресноводных и солоноватоводных каспийских видов.

С начала 60-х годов соленость воды в море превысила среднюю многолетнюю соленость и началось ее неуклонное повышение, одновременно резко усилился пресс потребителей зообентоса в результате вспышки численности бычков, атерины и салаки. Хотя воздействие выедания на все компоненты зообентоса было примерно одинаковым, так как в пище аральских рыб встречались и пресноводные, и эвригалинные виды (Панкратова, 1935; Никольский, 1940; Гаврилов, 1970а), в изменившейся экологической ситуации первым не выдержал пресноводно-солоноватоводный комплекс. В 1963 г., казалось бы при еще довольно высокой биомассе зообентоса и преобладании пресноводно-солоноватоводных видов (Яблонская с соавт., 1973), возникают биоценозы, в которых доминирующими становятся эвригалинные виды (рис. 7.8).

Следует еще раз отметить, что снижение биомассы зообентоса в 1964–1968 гг., вызванное увеличением потребителей, проходило в основном за счет пресноводных видов, тогда как биомасса эвригалинных видов морского происхождения и галофильных видов материковых вод изменялась незначительно, но в процентном отношении к общей биомассе их значение постоянно увеличивалось (Андреева, 1989, Андреев, Андреева, 1997а). К 1969 г. в донных сообществах уже преобладали эвригалинные и галофильные организмы (церастодерма, каспиогидробии, нереис и синдосмия), процесс снижения биомассы зообентоса на фоне уменьшения численности рыб и роста солености сменился постоянным ее увеличением. В этот период в сукцессии донных биоценозов Аральского моря нашла отражение начавшаяся смена пресноводной и солоноватоводной фаун на морскую и галофильную, завершившуюся при осолонении воды в открытом море более 14 ‰. Сформированные из представителей разных фаун биоценозы переходного периода были неустойчивыми и недолговечными. При этом наблюдалась не плавная и длительная перестройка, а быстрая

смена биоценозов, при их большом разнообразии и мозаичном распределении. Это было обусловлено биологическими особенностями доминирующих видов с коротким жизненным циклом, высокой плодовитостью и пелагической стадией развития, которые оказались способными за короткий срок освоить биотопы с пригодными для них условиями обитания (Андреева, Андреев, 1987).

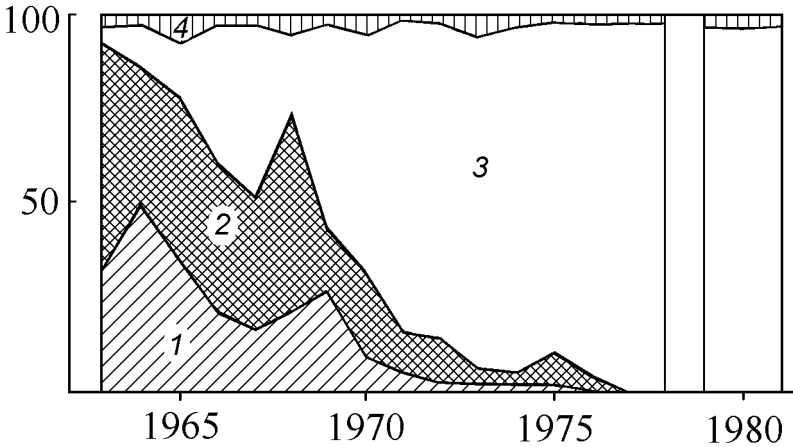


Рис. 7.8. Замена пресноводной и солоноватоводной “каспийской” фаун на морскую эвригалинную и галофильную в донных биоценозах Аральского моря (по: Андреева, Андреев, 1987):

По оси абсцисс - годы; по оси ординат площадь, %.

1 – биоценозы с доминированием пресноводных и солоноватоводных “каспийских” видов; 2 – пресноводных, солоноватоводных “каспийских”, морских эвригалинных и галофильных; 3 – морских эвригалинных и галофильных; 4 – биоценозы, в которых зообентос не обнаружен.

Во второй половине 60-х годов на сукцессионный процесс, отражавший смену фаун Аральского моря, произошло наложение процесса внедрения в экосистему водоема донных беспозвоночных-акклиматизантов (рис. 7.9), причем в силу разновременной интродукции гидробионтов наметившаяся тенденция перехода сукцессионного процесса в относительно стабилизированную систему донных биоценозов была изменена и во второй половине

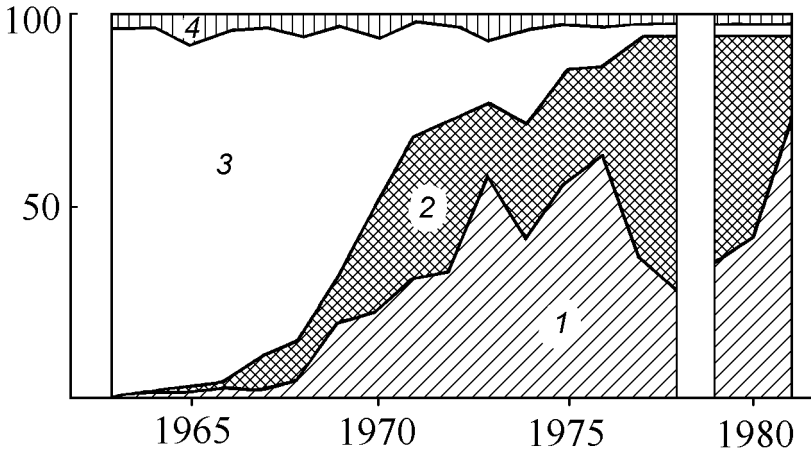


Рис. 7.9. Внедрение акклиматизантов в донные биоценозы Аральского моря (по: Андреева, Андреев, 1987):

По оси абсцисс – годы; по оси ординат площадь, %.

1 – биоценозы с доминированием акклиматизантов; 2 – акклиматизантов и аборигенов; 3 – аборигенов; 4 – биоценозы, в которых зообентос не обнаружен.

60-х годов (реакция на вселение нереиса), и в начале 70-х годов (реакция на вселение синдосмии). В конце 70-х годов после освоения акватории моря акклиматизантами и выпадения пресноводных и ряда солоноватоводных видов сократились темпы перестройки донных биоценозов. Для второй половины 70-х годов в целом было свойственно повышение солености воды на 3–6 ‰ по сравнению со средней многолетней до начала падения уровня моря и минимальная численность промысловых и непромысловых рыб-бентофагов за весь период наблюдения за ихтиофауной этого водоема. В донных биоценозах преобладали эвригалинные виды морского происхождения. Следует отметить, что в это время практически все донные биоценозы сформированы первично-водными эвригалинными и галофильными видами в отличие от 30–50-х годов, периода климаксного состояния экосистемы Аральского моря, когда в биоценозах доминировали как первично-водные, так и вторично-водные организмы.

Исключительная бедность с конца 70-х годов видового состава донных биоценозов, сформированных в основном из акклиматизированных или аборигенных видов морского происхождения, вызвана неблагоприятным воздействием измененного гидролого-гидрохимического режима Арала на его пресноводную и солоноватоводную фауну, а также отсутствием притока эвригалинных иммигрантов, обусловленным изоляцией Аральского моря от других водоемов.

Таким образом, в Аральском море под влиянием осолонения и акклиматизации немногим более чем за 20 лет произошла перестройка солоноватоводных биоценозов в биоценозы, где руководящими стали эвригалинные виды морского происхождения, ранее крайне малочисленные в открытом море или же вселенные в Арал. Начальный период осолонения и внедрения вселенцев характеризовался наличием большого числа малых по площади биоценозов и их чрезвычайной раздробленностью. По мере стабилизации условий обитания основную часть акватории занимали 2–3 биоценоза, которые, как и до начала нарушения режима моря, характеризовались небольшим числом составляющих видов зообентоса и различались не столько по видовому составу, сколько по количественному соотношению одних и тех же видов. Для них, как нельзя лучше, подходит определение В.Н. Беклемишева (1964): «Это расплывчатые, не очень определенные, часто трудно уловимые коллективные образования, сложно переплетенные между собой, незаметно переходящие друг в друга, и, тем не менее, вполне реальные, существующие и действующие, которые нам надо уметь видеть и понимать во всей их сложности и расплывчатости ...» (С. 26).

Столь резкие перестройки биоценозов Аральского моря в 60–70-х годах при, в общем-то, небольшом увеличении солености (всего на 6 ‰) были обусловлены переходом экосистемы моря через барьер критической солености (Хлебович, 1965, 1974) или хорогалинную зону (Kinne, 1971), сдвинутую в Арале до солености 12–14 ‰ (Андреев, 1981; Андреев, Андреева, 1981, 1990а;

Аладин, 1983б), в связи, с чем при повышении солености среда оказывалась не только неблагоприятной, а вообще непригодной для жизнедеятельности пресноводных и солоноватоводных каспийских видов. С другой стороны, резкое наращивание численности эвригалинных видов морского происхождения и галофильных видов материковых вод стало возможным только после повышения солености до 12–14 ‰.

Глава 8. ТРОФИЧЕСКАЯ СТРУКТУРА ЗООПЛАНКТОНА, ЗООБЕНТОСА И ИХТИОФАУНЫ АРАЛЬСКОГО МОРЯ

Трофическая структура сообществ Аральского моря исторически формировалась в условиях ограниченного набора видов. Из-за повышенной минерализации и специфического состава солей воды Арала его смогли освоить только наиболее эвригалинные представители пресноводной фауны, а также в нем обитало небольшое число каспийских видов, эвригалинных видов морского происхождения, пути проникновения которых до сих пор дискуссионны, и галофильных видов материковых вод. Ограниченный набор видов привел к тому, что отдельные трофические группировки состояли всего из 1–3 видов, а ихтиофауна моря не имела типичных планктонофагов.

Наблюдаемые со второй половины 50-х годов столь значительные изменения абиотической и биотической среды обитания не могли не затронуть трофической структуры сообществ Аральского моря. Для Арала – как замкнутого водоема, притока иммигрантов из сопредельных территорий быть не могло и все перестройки трофической структуры сообществ должны были происходить среди имеющегося ограниченного набора видов и немногих акклиматизантов.

8.1. Зоопланктон

Публикуемые данные о численности и биомассе зоопланктона Аральского моря (Луконина, 1960б; Кортунова, 1975) традиционно группировались по систематическому признаку: Cladocera, Cyclopoidea и не содержат необходимых сведений для характеристики трофической структуры зоопланктона. Не имея доступа к картотеке обработки зоопланктона за 50-е годы, мы (Андреев, Ан-

дреева, 1998б) воспользовались единственными известными нам данными о трофической структуре зоопланктона Т.А. Картуновой (1975) и сохранили ее деление зоопланктона на следующие трофические группировки: нехищные виды (1 – *Arctodiaptomus salinus*, 2 – без *A. salinus*), 3 – всеядные виды, 4 – хищные виды.

По данным Т.А. Картуновой (1975) в биомассе зоопланктона в 1954 г. преобладали нехищные виды при резком доминировании *A. salinus*, на втором месте были всеядные виды и на последнем месте хищные виды. В результате вселения рыб-планктонофагов в конце 50-х — начале 60-х годов наблюдалось резкое снижение численности растительоядного рачка *A. salinus* и изменение трофической структуры зоопланктона (рис. 8.1). К 1967 г., по сравнению с 1954 г., возросло относительное значение хищных и всеядных видов, а доля мирных видов в общей биомассе уменьшилась.

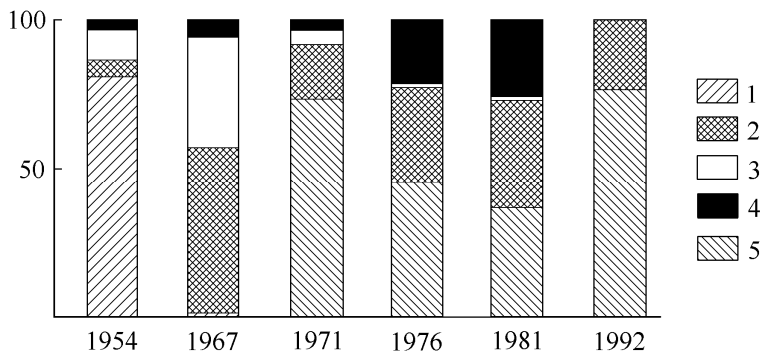


Рис. 8.1. Соотношение трофических группировок в зоопланктоне Аральского моря (по: Андреев, Андреева, 1998б; 1954 и 1967 гг. пересчитаны по диаграмме из: Картунова, 1975; 1992 г. только Большое море):

По оси абсцисс – годы; по оси ординат – биомасса, %.

1 – *Arctodiaptomus salinus*, 2 – нехищные виды (без *A. salinus* и *Calanipeda aquaedulcis*), 3 – всеядные виды, 4 – хищные виды, 5 – *Calanipeda aquaedulcis*.

Такие значительные изменения в трофической структуре в 60-е годы обусловлены тем, что *A. salinus* плохо выдерживает пресс

рыб-планктонофагов. Мне неоднократно приходилось наблюдать, как после вселения на нагул сиговых рыб в солоноватые водоемы Северного Казахстана происходило замещение *A. salinus* другими видами.

Вселение *Calanipeda aquaedulcis* более устойчивого вида к прессу потребителей привело к восстановлению трофической структуры зоопланктона в начале 70-х годов (см. рис. 8.1).

С середины 70-х годов на состав и количественное развитие зоопланктона начались сказываться последствия осолонения моря. Так, всеядные виды практически выпали из фауны моря и их доля в общей биомассе стала менее 1 %, доля хищных видов, за счет массового развития коловраток рода *Synchaeta* значительно возросла; суммарная доля нехищных видов уменьшилась незначительно, но доминирование *Calanipeda aquaedulcis* было не столь полным.

К 90-м годам осолонение воды привело к значительному обеднению видового состава и в Большом море биомасса зоопланктона практически была сформирована только 4 мирными видами, – это *Calanipeda aquaedulcis*, *Moina mongolica*, личинки моллюсков *Syndosmya segmentum* и *Cerastoderma isthmicum*. Биомасса остальных вместе взятых видов: *Schisopera aralensis*, *Nitocra lacustris*, *Halicyclops rotundipes aralensis*, *Synchaeta vorax* составляла доли процента.

Таким образом, первые значительные изменения трофической структуры зоопланктона Аральского моря в 60-х годах были вызваны вселением рыб-планктонофагов, которые в условиях ограниченного набора видов, выели доминанта *Arctodiaptomus salinus*. Вселение *Calanipeda aquaedulcis* практически восстановило трофическую структуру зоопланктона в начале 70-х годов, но из-за повышения солености воды началось сокращение видового состава затронувшее почти все всеядные и хищные формы: выпали все представители родов *Cyclops*, *Acanthocyclops*, *Mesocyclops*, *Thermocyclops*, *Podonevadne*, *Evadne*, *Cercopagis*. В условиях ограниченного набора видов биомасса зоопланктона в 90-х годах стала практически формироваться только мирными видами при резком доминировании *Calanipeda aquaedulcis*.

8.2. Зообентос

Трофическая структура донной фауны крупных водоемов устойчива и долговечна, ее перестройка возможна лишь под воздействием значительных нарушений физико-химического режима водоема, причем в плане перестройки всей экосистемы в целом (Кузнецов, 1980).

Для бентоса внутриконтинентальных плоских морей, к которым относится и Аральское море, характерно наличие трех трофических зон: неподвижных сестонофагов, подвижных сестонофагов и собирающих детритофагов. Зонам свойственен специфический характер трансформации вещества и энергии, причем в каждой из них преимущество в получении пищи имеют виды с соответствующим способом питания (Кузнецов, 1980). При изменении какого-либо из факторов среды обитания, выходящих за пределы толерантности видов, наблюдается приток иммигрантов с экологическими требованиями, соответствующими новым условиям, из сопредельных территорий, хотя общий характер трофической зональности остается неизменным. Это положение справедливо для незамкнутых водоемов. В случае с Аральским морем, изолированным от других водоемов, приток иммигрантов в современных условиях практически невозможен. Единственным источником обогащения фауны является акклиматизация гидробионтов. Поэтому перестройка донных биоценозов после зарегулирования стока рек осуществлялась лишь за счет исконно присущих Аралу видов и немногих акклиматизированных.

До зарегулирования стока рек в зообентосе Арала, с учетом проведенной в последнее время ревизии моллюсков рода *Caspihydrobia* (Старобогатов, Андреева, 1981; Андреева, 1987), насчитывалось около 60 видов. В открытом море доминировали моллюски родов *Dreissena*, *Hypanis* и личинки хирономид рода *Chironomus*, в осолоненных заливах – моллюски родов *Cerastoderma*, *Caspihydrobia* (Деньгина, 1959а; Яблонская, 1960б), наблюдалась хорошо выраженная зональность в распределении трофических группировок бентоса: зона неподвижных сестонофагов прибрежья

сменялась зоной подвижных сестонофагов, а наиболее глубокую часть моря населяли собирающие детритофаги в сочетании с неподвижными и подвижными сестонофагами (рис. 8.2)

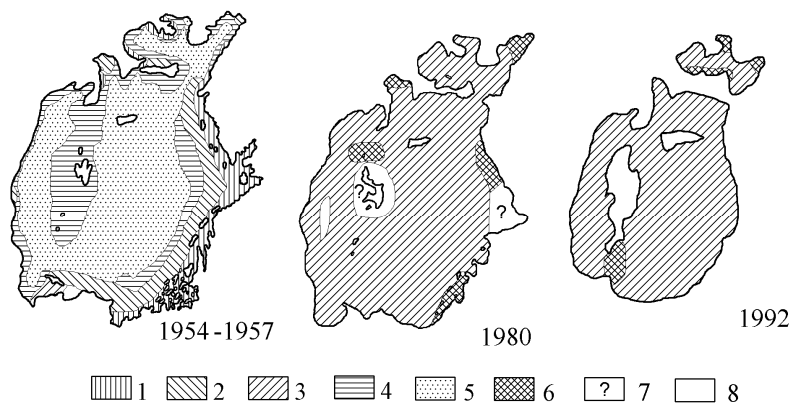


Рис. 8.2. Области доминирования пищевых группировок в Аральском море (по: Андреева, Андреев, 1990в с дополнениями; 1954–1957 гг. построены на основании биоценозов из: Яблонская, 1960б):

1 – неподвижные сестонофаги, 2 – подвижные сестонофаги, 3 – собирающие детритофаги, 4 – неподвижные и подвижные сестонофаги, 5 – собирающие детритофаги, неподвижные и подвижные сестонофаги, 6 – собирающие детритофаги и подвижные сестонофаги, 7 – не обследовано, 8 – зообентос не обнаружен.

В первые годы (1964–1969) осолонения Аральского моря наблюдалось неуклонное снижение биомассы зообентоса за счет уменьшения количества солоноватоводных моллюсков и личинок насекомых при некотором увеличении биомассы представителей средиземноморско-атлантической фауны: *Cerastoderma isthmicum*, *Syndosmya segmentum*, *Nereis diversicolor*, но еще не покрывавшем убыли наиболее массовых видов донной фауны моря: *Dreissena*, *Huaniis* и личинки насекомых (Яблонская с соавт., 1973). На основе данных по биомассе бентоса с 1930 по 1968 гг. был сделан вывод о большой устойчивости трофической структуры зообенто-

са Аральского моря, несмотря на значительные изменения величины биомассы и фаунистического состава (Яблонская, 1976; Yablonskaya, 1979).

Действительно, если судить по средней биомассе, то трофическая структура зообентоса Аральского моря была неизменна до 1968 г., затем, с начала 70-х годов установилось новое соотношение трофических группировок зообентоса, остававшееся неизменным до середины 80-х годов (рис. 8.3). Если же рассматривать детально, то уже с середины 60-х годов началось нарушение зональности в распределении трофических группировок зообентоса. В юго-восточной части Аральского моря и вдоль его восточного побережья – районах быстрого отклика на изменение гидролого-гидрохимического режима моря – на месте биоценозов подвижных и неподвижных сестонофагов сформировались биоценозы с доминированием собирающих детритофагов (Андреева, Андреев, 1985; 1990в).

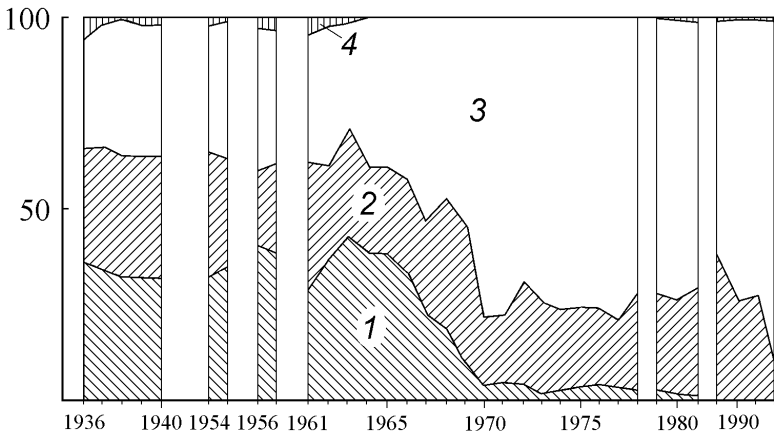


Рис. 8.3. Соотношение трофических группировок в зообентосе Аральского моря (по: Андреева, Андреев, 1990в с дополнениями; 1936–1968 гг. — по табличным данным из: Яблонская с соавт., 1973):

По оси абсцисс – годы, по оси ординат – биомасса, %.

1 – неподвижные сестонофаги, 2 – подвижные сестонофаги, 3 – собирающие детритофаги, 4 – прочие.

Как справедливо отмечает А.П. Кузнецов (1980), перестройка трофической структуры морской донной фауны возможна лишь под воздействием значительного изменения физико-химического режима водоема, причем происходит перестройка всей экосистемы водоема в целом. Для Аральского моря таким изменением оказалось повышение солености, а именно переход через барьер "критической солености" (Хлебович, 1965, 1974) или хорогалинную зону (Kinne, 1971), разделяющую два главных типа водной фауны – морскую и пресноводную.

В Аральском море участки с соленостью воды 12–14 ‰ являются зоной стыка морской фауны с пресноводной и солоноватоводной “каспийской” и по своему биологическому значению соответствуют барьеру “критической солености 5–8 ‰ для вод с океаническим составом солей (Андреев, 1981; Андреев, Андреева, 1981; Аладин, 1983б; и др.). Увеличение численности галофильных собирающих детритофагов (*Caspihydrobia*) и эвригалинного подвижного сестонофага (*Cerastoderma isthmicum*) при одновременном снижении количественного развития неподвижных *Dreissena polymorpha obtusecarinata* и подвижных сестонофагов *Hypanis vitrea bergi*, *H. minima minima*, *H. m. sidorovi*, *Cerastoderma rhomboides rhomboides* начиналось в тех участках моря, где соленость воды приближалась к 12 ‰. При дальнейшем увеличении солености воды началось быстрое выпадение пресноводных эвригалинных и каспийских видов. При солености воды по всем районам моря более 14 ‰ в составе донной фауны остались только солоноватоводные виды пресноводного происхождения, галофильные виды материковых вод и эвригалинные виды морского происхождения. Ограниченность видового состава (см. табл. 4.1), способного существовать при сложившемся гидролого-гидрохимическом режиме Арала, привела к тому, что некоторые трофические группировки к концу 70-х годов практически исчезли из фауны моря (табл. 8.1). В группировке неподвижных сестонофагов остался один лишь вид *Dreissena caspia pallasii*, крайне малочисленный из-за ухудшающихся условий обитания; в группировке подвижных сестонофагов также сохранился один эвригалинный вид *Cerastoderma isthmicum*.

Таблица 8.1

Число видов и подвидов в трофических группировках зообентоса Аральского моря (по: Андреева, Андреев, 1990в с дополнениями)

| Трофическая группировка | 1954–1957 | 1980–981 | 1992* |
|-------------------------|-----------|----------|--------|
| Неподвижные сестонофаги | 3 | 1 | – |
| Подвижные сестонофаги | 5 | 1 | 1 |
| Собирающие детритофаги | 33 | 28 (2)** | 24 (2) |
| Хищники | 3 | 1 (1) | 1 (1) |
| Прочие неопределенные | 16 | 1 (1) | 1 (1) |

Примечание:* – только Большое море, ** – в скобках — число акклиматизированных видов.

Плотоядные беспозвоночные (*Pelopia villipennis*, *Procladius ferrugineus*, *Cryptochironomus gr. defectus*) никогда не были в бентосе Аральского моря многочисленными, и поэтому уменьшение числа видов в этой группировке практически не отразилось на бентосе моря. Недавний аутоакклиматизант краб *Rhithropanopeus harrisi tridentatus* обитает только в Большом моря.

В группу прочих неопределенных объединены олигохеты, ракообразные и личинки насекомых, о питании которых не найдено достоверных данных, либо их питание осуществляется несколькими способами. При осолонении эти генетически пресноводные формы, также не имевшие большого значения в формировании донных сообществ (второстепенные или случайные виды) собственно моря, постепенно выпали из фауны Арала.

Группировка собирающих детритофагов была генетически неоднородна: сюда входили личинки хирономид пресноводного происхождения и моллюски в основном рода *Caspiohydrobia*, сформировавшиеся в осолоненных континентальных водоемах и более разнообразные и многочисленные в полигалинных заливах восточного побережья. При повышении солености воды личинки хирономид также в основном выпали из фауны моря, а моллюски, напротив широко расселились в открытом море и, кроме того, произошло пополнение этой трофической группировки акклиматизантами (*Nereis diversicolor*, *Syndosmya segmentum*), вселенными в начале 60-х годов.

Расселение акклиматизированных собирающих детритофагов *Nereis diversicolor* и *Syndosmya segmentum*, совпавшее с осолонением моря, происходило уже при возникновении благоприятных условий для более соленолобивых видов, когда на большей части акватории биоценозы были сформированы местными эвригалинными видами (Андреева, Андреев, 1987), и закончилось в период выпадения последних представителей пресноводной и солоноватоводной каспийской фауны. Постепенно акклиматизанты стали доминирующими формами в бентосе моря (см. глава 4, 5).

По мере выпадения неподвижных и подвижных сестонофагов пластичные в пищевом отношении собирающие детритофаги осваивали освобождающиеся ниши. Так, на песчаных грунтах в прибрежье восточной части моря, где ранее в зоне зарослей водных растений существовали биоценозы с доминированием неподвижных сестонофагов, сформировались биоценозы с преобладанием собирающих детритофагов. При этом биомасса собирающих детритофагов, заселивших не свойственные им биотопы, была много ниже, чем обитавших ранее неподвижных сестонофагов. И лишь в клубах нитчатых водорослей, служивших своего рода фильтрами для улавливания пищевой взвеси, встречались крупные полихеты и моллюски. В этих своеобразных условиях обитания биомасса собирающих детритофагов была примерно равна биомассе обитавших здесь ранее неподвижных сестонофагов. Одновременно с расселением собирающих детритофагов происходило резкое снижение численности стад рыб-бентофагов. Так, в 1980 г. уловы промысловых рыб составили всего лишь 1.3 % от среднего вылова 50-х годов, а с 1983 г. промысел был прекращен. Воздействие выедания на зообентос стало минимальным, что привело к резкому возрастанию численности и биомассы эвригалинных видов, в том числе и собирающих детритофагов. К концу 70-х годов почти все дно Аральского моря было заселено собирающими детритофагами, за исключением узкой прибрежной песчаной полосы у западного и восточного берегов и отдельных пятен на песчаных грунтах, занятых подвижными сестонофагами. Об 1981 г. не отмечено биоценозов с доминированием только сестонофагов (см. рис. 8.2).

При переходе через соленость 12–14 ‰ произошло нарушение трофической структуры аральского зообентоса, поскольку формирование донных сообществ Аральского моря при солености более 14 ‰ проходило при недостатке представителей некоторых трофических группировок, и поэтому пластичные в пищевом отношении собирающие детритофаги смогли занять места обитания подвижных сестонофагов; сложившаяся при этом трофическая структура донной фауны в большой степени определяется имеющимся набором видов, а не характером распределения пищи.

Осолонение моря продолжалось и на рубеже солености 25 ‰ вновь наблюдалось обеднение видового состава зообентоса. Выпал последний неподвижный сестонофаг *Dreissena caspia pallasi*. Из группы собирающих детритофагов выпали последние хирономиды, *Theodoxus pallasi*, *Caspiohydrobia nikolskii*. Поскольку все выпавшие виды при солености 14–25 ‰ были в донных биоценозах второстепенными видами, то общий характер доминирования пищевых группировок с конца 70-х до начала 90-х годов практически не изменился (см. рис. 8.3).

В условиях обедненного видового состава и отсутствия неподвижных сестонофагов у *Cerastoderma isthmicum* изменилась стратегия питания. Если раньше на илистых грунтах он, раскачивая раковину, взмучивал ил и затем отфильтровывал пищевые частицы, то теперь *C. isthmicum*, чтобы избежать конкуренции с пластичными собирателями *Nereis diversicolor* и *Syndosmya segmentum*, перестал закапываться в грунт и начал осуществлять фильтрацию не из придонных вод, а из максимально удаленных для него от грунта слоев воды. Смена стратегии питания *Cerastoderma isthmicum* сопровождается изменениями морфологии раковины (Андреев, Андреева, 1995б, 1997б, Андреева, 1996).

Таким образом, по мере осолонения воды, в условиях изолированного положения Аральского моря, когда невозможен приток иммигрантов, все меньше и меньше видов формировало донные сообщества. Поэтому пластичные в пищевом отношении собирающие детритофаги смогли занять освобождающиеся места обитания подвижных и неподвижных сестонофагов; сложившаяся

при этом трофическая структура донной фауны в большей степени определяется имеющимся набором видов, а не характером распределения пищи.

8.3. Ихтиофауна

Деление рыб на пищевые группировки довольно условно, так как рыбы очень пластичны в пищевом отношении и активно используют складывающуюся пищевую обстановку. К тому же, для ряда видов характерно с возрастом переходить к хищному образу жизни. Например, шип в Аральском море после акклиматизации бычков из типичного бентофага превратился в хищника; салака, при отсутствии планктона, начала питаться бентосными организмами и даже перешла к хищному образу жизни. Поэтому при делении ихтиофауны на трофические группировки мы (Андреев, Андреева, 1998б) исходили из той пищи, которую рыбы потребляли в Аральском море до акклиматизационных работ и осолонения воды или обычной пищи, присущей акклиматизантам в материнских водоемах. Всего было выделено 4 пищевые группировки: фитофаги, зоопланктонофаги, бентофаги и ихтиофаги.

Фитофаги в Аральском море отсутствовали, были акклиматизированы белый амур и белый толстолоб.

К зоопланктонофагам в Аральском море, до вселения салаки, атерины и пестрого толстолоба, относили только ведущую придонный образ жизни колюшку, у которой зоопланктон был основной пищей.

Бентофаги были наиболее многочисленной трофической группой в Аральском море: шип, плотва, туркестанский язь, красноперка, аральский усач, туркестанский усач, шемай, лещ, белоглазка, чехонь и сазан; акклиматизированы бубырь, бычок-кругляк, бычок-головач, бычок-песочник, цуцик, камбала. Возможно отнесение к бентофагам шемаи и чехони несколько условно, так как они потребляли в основном представителей нектобентоса и падающих в воду насекомых.

Ихтиофаги были представлены аральским лососем, щукой, окунем, жерехом, судаком, сомом, и вселенным змееголовом.

При квазистационарном состоянии экосистемы Аральского моря трофическая структура ихтиофауны была проста: фитофаги отсутствовали, зоопланктофаги были представлены колюшкой, максимальное разнообразие имели бентофаги, хищников было 6 видов (табл. 8.2). В результате акклиматизационных работ в конце 50-х годов в море появились фитофаги, пелагические зоопланктофаги, увеличилось количество бентофагов. Ихтиофаги остались в том же количестве, только произошла замена аральского лосося на змееголова. Трофическая структура ихтиофауны с конца 50-х до конца 70-х годов была наиболее сложной. Со второй половины 70-х годов из-за повышения солености началось сокращение видового состава ихтиофауны и трофическая структура вновь упростилась. К 90-м годам полностью выпали фитофаги и хищники, в группе зоопланктофагов остались колюшка, атерина и салака, в группе бентофагов – бубырь, бычок-песочник, бычок-кругляк и камбала.

Таблица 8.2

**Число видов в трофических группировках ихтиофауны
Аральского моря (по: Андреев, Андреева, 1998б)**

| Трофическая группировка | 1938 | 1958–1980 | 1992 |
|-------------------------|------|-----------|-------|
| Фитофаги | – | 2 (2)* | – |
| Зоопланктофаги | 1 | 4 (3) | 3 (2) |
| Бентофаги | 13 | 20 (7) | 4 (4) |
| Ихтиофаги | 6 | 6 (1) | – |
| Всего видов | 20 | 32 (12) | 7 (6) |

Примечание: *— в скобках – число акклиматизированных видов.

Поскольку абсолютного учета рыб в Аральском море не проводилось то не имеется возможности оценить в количественном выражении влияние акклиматизантов на трофическую структуру ихтиофауны. Единственным источником, в какой-то мере отражающим биомассу рыб в море, является статистика уловов рыб (см. глава 5). До акклиматизационных работ промысел базировался на бентосоядных рыбах и доля хищных рыб в уловах составляла менее 10 %. Преобладала следующая пищевая цепь **фитопланктон+детрит→зообентос→бентофаги→ихтиофаги**. После акк-

лиматизации типичных пелагических зоопланктонофагов не менее значимой стала и такая цепь – **фитопланктон→зоопланктон→зоопланктонофаги→ихтиофаги**. В открытой части моря стали многочисленны жерех и судак, для которых там раньше отсутствовала пища. После акклиматизации сорных рыб, креветки и мизид доля хищных рыб в уловах стала расти и в конце 70-х годов судак стал даже основной промысловой рыбой Аральского моря.

После выпадения хищных рыб из фауны моря пищевые цепи сократились на одно звено и теперь в море две почти одинаково значимые пищевые цепи:

фитопланктон→зоопланктон→зоопланктонофаги
фитопланктон+детрит→зообентос→бентофаги

Как показал проведенный нами (Андреев, Андреева, 1990б) анализ на трофическую структуру зоопланктона, зообентоса и ихтиофауны Аральского моря большое влияние оказала акклиматизация гидробионтов, проводимая со второй половины 50-х годов. В фауне моря появились ранее там отсутствовавшие фитофаги, пелагические зоопланктонофаги и другие. Произошло усложнение трофической структуры.

В результате осолонения воды в конце 70-х годов началось резкое сокращение видового состава, отдельные трофические группировки потеряли всех представителей, складывающаяся при этом трофическая структура определялась в большей степени имеющимся набором видов, а не характером распределения пищи. Особенно интересен факт выпадения почти всех хищных форм из зоопланктона, зообентоса и ихтиофауны.

В современных условиях трофическая структура зоопланктона, зообентоса и ихтиофауны характеризуется практически полным отсутствием хищных форм и определяется оставшимся набором видов.

Глава 9. СОЛЕУСТОЙЧИВОСТЬ БЕСПОЗВОНОЧНЫХ И РЫБ К АРАЛЬСКОЙ ВОДЕ

Изучение отношения гидробионтов к аральской воде различной солености было начато в конце 20-х годов (Баскина, 1928; Беклемишев, Баскина-Заколоткина, 1933), но развитие эти работы получили с начала 50-х годов (Карпевич, 1953а, б, 1958, 1960а, б, 1964, 1966, 1975; Хусаинова, 1958; Киселева, 1960; Дорошев, 1963, 1964а, в, 1965а, б, 1967; Дорошев, Горелов, 1964; Бекмурзаев, 1969, 1970; Андреев с соавт., 1978; Балымбетов, 1978, 1981; Проскурина, 1979; Аладин, 1982б, 1983 а, б, 1996; Андреев, Андреева, 1983, 1990б; Комендантов с соавт., 1985; Андреева, Андреев, 1988, 1990а; Филиппов, 1994, 1995; Filippov, Komendantov, 1996; и др.).

Побудительных причин для этого было несколько: выяснение особенностей воздействия аральской воды на гидробионтов, изучение возможностей выживания предполагаемых вселенцев в Аральское море, прогноз развития фауны Аральского моря в связи с его осолонением.

9.1. Беспозвоночные

К моменту наших исследований в 1976–1980 гг. по определению соленостной резистентности аральских беспозвоночных для ряда видов уже были проведены аналогичные опыты (Карпевич, 1953а, б, 1958, 1960а, 1964; Хусаинова, 1958; Бекмурзаев, 1969, 1970; Проскурина, 1979; и др.). В начале 80-х годов были опубликованы сведения о соленостных адаптациях ветвистоусых ракообразных из Аральского моря (Аладин, 1982б, в, 1983а), а в начале 90-х годов были изучены потенциальные возможности в области высоких соленостей *Nereis diversicolor*, *Cerastoderma isthmicum*, *Syndosmya segmentum*, *Caspiohydrobia spp.* (Филиппов, 1995; Filippov, Komendantov, 1996).

9.1.1. *Nereis diversicolor* O.F. Мьллер

Вид распространен вдоль побережья Франции, в Балтийском, Северном, Средиземном, Черном и Азовском морях, акклиматизирован в Каспийском море (Хлебович, 1968). В Аральское море нереис был завезен в 1960 г. и первое же вселение оказалось успешным, в 1963 г. он был найден севернее и южнее места выпуска (см. глава 6).

N. diversicolor относят к “физиологически пресноводным” животным морского происхождения (Хлебович, 1974; Хлебович, Комендантов, 1985) для которых характерно различное отношение в течение онтогенеза к солёности. Взрослые особи могут нормально функционировать вплоть до пресной воды, тогда как оплодотворение и личиночное развитие протекает при солёности не ниже 5 ‰ (Беляев, 1952, 1957; Bogucki, 1953б, 1963; Smith, 1964). Для взрослых червей приводятся различные верхние пределы солёности, например, на побережье Швеции *N. diversicolor* распространен до солёности 27 ‰, на побережье Финляндии до 16 ‰ (Smith, 1964), а в Северном Сиваше его поселения отмечались при солёности 35 ‰ и выше (Хлебович, 1986).

В Аральском море, при солёности близкой к среднемноголетней для периода до зарегулирования стока рек, *N. diversicolor* отмечался как в опресненном (0.5–2 ‰) Сарбасском заливе (Бекмурзаев, 1970), так и в осолоненных заливах при солёности 28 ‰ [максимальная на момент исследования в 1976–1977 гг. (Андреев, Андреева, 1990а)]. По мере осолонения Аральского моря устойчивые поселения *N. diversicolor* отмечаются во все более и более осолоненных участках, например, в заливе Бутакова, где солёность приблизилась к 40 ‰ (Андреев, Андреева, 1991а) и северо-восточных участках Большого моря при солёности более 40 ‰ (Андреев, Андреева, 1997а).

В наших экспериментах взрослые черви длительное время жили при солёности аральской воды 5–40 ‰ (рис. 9.1), при этом при солёности ниже контрольной отмечена несколько пониженная выживаемость (Андреев, Андреева, 1990б).

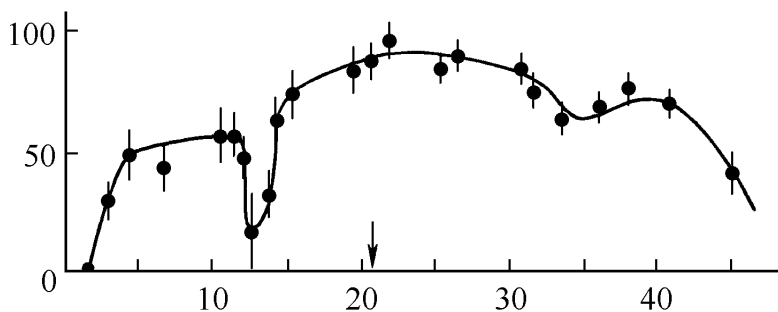


Рис. 9.1 Выживаемость взрослых особей *Nereis diversicolor* в аральской воде различной солености (по: Андреев, Андреева, 1990б): Стрелка – соленость из мест обитания червя. По оси абсцисс – соленость, ‰; по оси ординат – количество выживших червей на 15 суток, %.

При ступенчатой акклимации *N. diversicolor* к аральской воде повышенной солености, выяснилось, что черви могут длительное время существовать в воде с соленостью до 70–80 г/л (Филиппов, 1995; Filippov, Komendantov, 1996).

9.1.2. *Ceriodaphnia reticulata* (Jurine)

Широко распространенный в Голарктике вид; обитает преимущественно в мелких водоемах и в прибрежной зоне более крупных (Мордухай-Болтовской, 1974).

При квазистационарном режиме Арала был массовым видом при солености открытого моря, после подрыва численности в конце 50-х годов в результате вселения рыб планктонофагов продолжал изредка встречаться в море до 70-х годов (Мордухай-Болтовской, 1974; КОРТУНОВА, 1975; Андреев, 1989, 1997).

Были проведены опыты с *C. reticulata* из водоемов с побережья Аральского моря (Аладин, 1982в). В воде аральского состава *C. reticulata* акклимировался к диапазону от пресной воды до солености 16 ‰ (рис. 9.2).

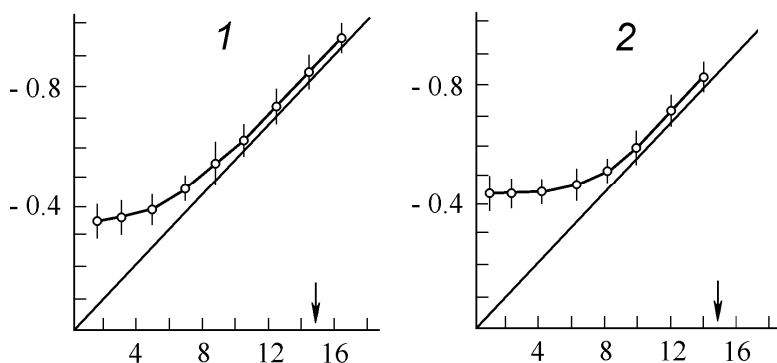


Рис. 9.2. Депрессия гемолимфы у *Ceriodaphnia reticulata* (1) и *Moina brachiata* (2) при акклимации к воде с аральским составом солей (по: Аладин, 1982в):

По оси ординат – депрессия гемолимфы, °С; по оси абсцисс – соленость воды, ‰; наклонная линия – линия изоосмотичности; стрелка – исходная соленость.

9.1.3. *Moina brachiata* (Jurine)

Вид распространен по водоемам Палеарктики и Южной Африки (Смирнов, 1976). Для Аральского моря *M. brachiata* не отмечался, хотя в водоемах по побережью он не редок, возможно, он смешивался с другими видами моин, известными из Арала.

Н.В. Аладин (1982в) провел опыты с *M. brachiata* из водоема с побережья Аральского моря, максимальная соленость воды аральского состава до которой акклимировался этот вид – 14 ‰ (см. рис. 9.2).

9.1.4. *Moina mongolica* Daday

Вид распространен в южных районах Палеарктики и Австралии (Смирнов, 1976).

В Аральском море *M. mongolica* в период до зарегулирования стока рек был широко распространенным видом (Зернов, 1903;

Мейснер, 1908; Бенинг, 1934, 1935; Луконина, 1960б), но в начале 70-х годов при солёности воды близкой к 12 ‰ он выпал из фауны моря (Андреев, Семакина, 1978; Аладин, Андреев, 1984).

В природе массовое развитие этого ветвистоусого ракообразного отмечали при солёности воды 97.14 ‰ (Суханова, 1971) а в опытных работах (Аладин, 1982в, 1983а) он акклимировался к воде аральского состава до солёности 88 ‰ (рис. 9.3).

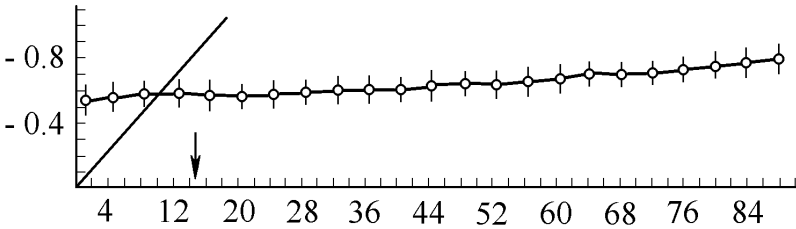


Рис. 9.3. Депрессия гемолимфы у *Moina mongolica* при акклимации к воде с аральским составом солей (по: Аладин, 1982в): По оси ординат – депрессия гемолимфы, °C; по оси абсцисс – солёность воды, ‰; наклонная линия – линия изосмотичности; стрелка – исходная солёность.

Поэтому выпадение *M. mongolica* из фауны моря при такой низкой солёности вызывало недоумение. И действительно, с 1991 г. на участках Большого моря, где солёность воды превысила 36 ‰ *M. mongolica* вновь стала встречаться в составе фауны моря (Андреев, 1995, 1997). Вероятно, главной причиной выпадения *M. mongolica* в 70-х годах было не повышение солёности, а конкурентные пищевые отношения с акклиматизированным растительно-детритоядным ракообразным *Calanipeda aquaedulcis*. Можно предположить, что в области высоких солёностей *Moina mongolica* стала получать преимущества в развитии и смогла существовать совместно с *Calanipeda aquaedulcis*.

9.1.5. *Podonevadne camptonyx* (G. Sars)

Вид обитает в Каспийском и Аральском морях (Мордухай-Болтовской, 1974)

В Арале *P. camptonyx* был постоянным элементом фауны открытого моря с начала наблюдений до второй половины 80-х годов (Зернов, 1903; Бенинг, 1934; Луконина, 1960б; Андреев, Семакина, 1978; Андреев, 1989, 1997). Сильно опресненных зон *P. camptonyx* избегал, лишь единичные экземпляры проникали до минимальной солености 3.8 ‰ (Мордухай-Болтовской, 1974). В середине 70-х годов в култуках он проникал до максимально исследованной солености 28 ‰, в Большом море *P. camptonyx* последний раз был встречен при солености воды 29 ‰ (Андреев, 1989, 1997).

Наблюдаемые в природе границы распространения *P. camptonyx* практически совпали с экспериментально определенным (Аладин, 1982б) соленостным толерантным диапазоном этого вида 4–28 ‰ (рис. 9.4).

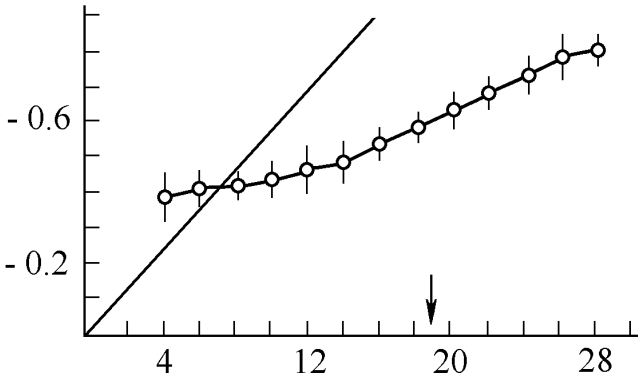


Рис. 9.4. Депрессия гемолимфы у *Podonevadne camptonyx* при акклимации к аральской воде различной солености (по: Аладин, 1982б): По оси ординат – депрессия гемолимфы, °C; по оси абсцисс – соленость воды, ‰; наклонная линия – линия изоосмотичности; стрелка – исходная соленость.

9.1.6. *Arctodiaptomus salinus* (Daday)

Согласно В.М. Рылову (1930), *A. salinus* – галобионт, очень характерный вид для континентальных соленых и солоноватых

вод. В Аральском море он был до зарегулирования стока рек и акклиматизации рыб наиболее массовым видом зоопланктона (Зернов, 1903; Мейснер, 1908; Бенинг, 1934, 1935; Луконина, 1960а, б). В конце 50-х годов, еще до снижения уровня моря и повышения солености, произошло резкое сокращение численности *A. salinus* в Арале, обусловленное акклиматизацией в море рыб планктонофагов (салака, атерина, молодь бычков), потребность которых в кормах в фазе вспышки численности намного превосходила продукционные возможности *A. salinus* (Кортунова, 1975, 1978). В последующие годы, несмотря на снижение численности потребителей, численность *A. salinus* оставалась крайне низкой. По картотеке стандартных летних съемок моря Аральским отделением КазНИИРХ этот вид прослеживался до 1972 г. включительно (Андреев, Семакина, 1978).

Нами были проведены опыты по выживаемости *A. salinus* из оз. Камышлыбаш, расположенного в низовьях р. Сырдарьи (Андреев, Андреева, 1990б). При прямом переносе в аральскую воду соленостью 20.0 и 24.6 ‰ полная гибель *A. salinus* наблюдалась уже через 30 минут. В воде с соленостью 16.3 ‰ гибель наступила через 3 часа. При солености 1.5, 5.3 и 10.4 ‰ гибели в течение опыта не наблюдалось (рис. 9.5). В этом диапазоне солености аральской воды, так же, как и в контроле – в воде из оз. Камышлыбаш, рачки питались, не было затруднений с линькой, отмечено размножение.

Таким образом, данные опыта и наблюдения в природе хорошо согласуются между собой. И в том, и в другом случае соленость воды более 12–14 ‰ оказалась не пригодной для жизнедеятельности данного вида. К сожалению, нами не были проведены опыты по ступенчатой акклиматизации, которые, возможно, прояснили бы некоторые интересные факты. Есть упоминание Н.З. Хусаиновой (1960) о нахождении единичных особей *A. salinus* при солености 50 ‰ в култуках Аральского моря. В 1980 г. нами в изолированной бухте у г. Аральска, почти полностью потерявшей связь с морем и имеющей небольшую подпитку пресными водами с рыбозавода, было отловлено несколько экземпляров этого вида при солености 21 ‰.

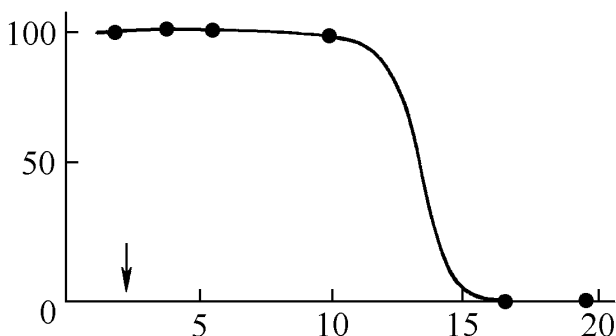


Рис. 9.5. Выживаемость *Arctodiaptomus salinus* из оз. Камышлыбаш в аральской воде различной солености (по: Андреев, Андреева, 1990б):

Стрелка – соленость воды из мест обитания рачка. По оси абсцисс – соленость, ‰; по оси ординат – количество выживших рачков на 15 суток, %.

9.1.7. *Paramysis intermedia* (Czern.)

Обитает в Каспийском море до глубины 20 м, а также в низовьях рек Каспийского и Азово-Черноморского бассейнов (Романова, 1974б). В Аральское море *P. intermedia* был акклиматизирован в 1958–1960 гг. (см. глава 6).

К концу 60-х годов, *P. intermedia* распространился по всей прибрежной части моря до глубины 7 м (Кортунова, 1970; Тимофеева, 1972). Повышение солености воды Аральского моря привело к сокращению ареала мизид. В 1976 г. при средней солености воды в море 14.2 ‰ они были встречены уже только в зоне влияния вод Амударьи.

Ряд авторов (Карпевич, 1960б; Бекмурзаев, 1969, 1970; Проскурина, 1979), исследовавших отношение мизид к аральской воде различной солености, получил схожие результаты. Уже при солености более 10 ‰ выживаемость *P. intermedia* резко снижается (рис. 9.6).

9.1.8. *Paramysis lacustris* (Czern.)

Встречается в Каспийском море до глубины 40 м, в Азовском море и в нижнем течении рек Каспийского и Азово-Черноморского бассейнов (Романова, 1974б). В Аральское море *P. lacustris* завозился совместно с *P. intermedia* в 1958–1960 гг. (см. глава 6).

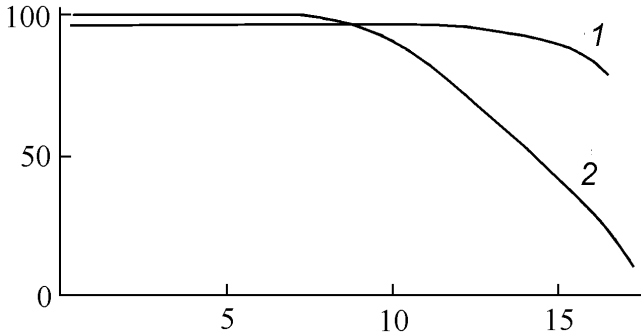


Рис. 9.6. Выживаемость (1) *Paramysis lacustris* (по: Карпевич, 1960б) и (2) *P. intermedia* (по: Бекмурзаев, 1970) в аральской воде различной солености:

По оси абсцисс – соленость, ‰; по оси ординат – выживание, %.

Судьба *P. lacustris* в Аральском море схожа с судьбой *P. intermedia*; он также к концу 60-х годов расселился почти по всем мелководьям, а к середине 70-х годов сохранился в море лишь в зоне влияния вод Амударьи и водоемах низовий Сырдарьи и Амударьи.

В опытах выживаемость *P. lacustris* при приближении к солености 15 ‰ резко снижалась (см. рис. 9.6).

9.1.9. *Dikerogammarus aralensis* (Uljanin)

Бокоплав отмечен для низовьев Дона. В Каспийском море, во время существования восточных заливов северной части моря – Кайдак и Комсомолец – был там массовым видом при солености до 50 ‰. В настоящее же время встречается крайне редко лишь в зоне заплеска Среднего и Южного Каспия (Романова, 1974а). В

Аральском море до зарегулирования стока рек этот вид был широко распространен. По данным Н.З. Хусаиновой (1958) в 1946–1949 гг. бокоплав в открытой части моря имел численность 102–146 экз./м². Все авторы (Хусаинова, 1958; Деньгина, 1959а; Яблонская, 1960б) отмечали заселение бокоплавом, главным образом, песчанистых грунтов и зарослей водорослей.

В Акпеткинском архипелаге, по данным Р.С. Деньгиной (1959а), наибольшее количество бокоплава отмечено до солености 20 ‰, а встречался он до максимальной солености в обследованных култуках – 40 ‰. Кроме того, ею отмечено снижение размеров рачков и количества вынашиваемых яиц самками по мере продвижения в осолоненные районы, а после 28 ‰ бокоплавы были представлены главным образом молодыми особями.

Во второй половине 60-х годов численность *D. aralensis* резко снизилась и с 1973 г. он не отмечается в фауне моря (Андреев с соавт., 1978).

На основании опытных работ и наблюдений в природе Н.З. Хусаинова считала соленость воды более 40 ‰ летальной для *D. aralensis*, а оптимальным диапазоном – соленость от пресной воды до 30 ‰.

В настоящее время *D. aralensis* многочислен в озерах низовьев р. Сырдарьи, откуда мы его и взяли для опытов (Андреев, Андреева, 1990б). У бокоплавов, длительное время обитавшего в пресной воде, тем не менее, толерантный диапазон к соленостному фактору оказался широким (рис. 9.7).

9.1.10. *Dreissena polymorpha aralensis* (Andr.)

Подвид обитает в озерах низовьев впадающих в Арал рек, в самом море моллюск был распространен лишь в опресненных участках, примыкающих к устьям (Старобогатов, Андреева, 1994). К моменту наших исследований *D. p. aralensis* в море практически отсутствовал. В 1976–1977 гг. в зоне бывшего влияния вод р. Сырдарьи было собрано всего 8 моллюсков с утолщенной раковинной размер более 10 мм, имевших черты этого подвида (Андреева, Андреев, 1988).

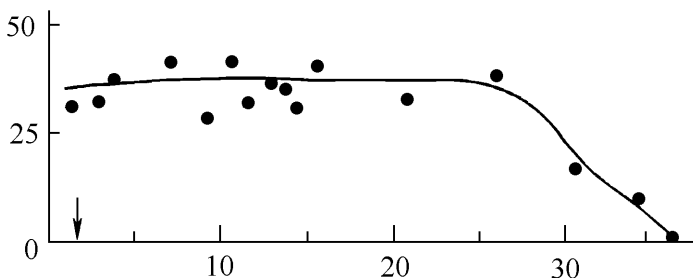


Рис. 9.7. Выживаемость *Dikerogammarus aralensis* из оз. Камышлыбаш в аральской воде различной солености (по: Андреев, Андреева, 1990б):

Стрелка – соленость из места обитания бокоплавов. По оси абсцисс – соленость, ‰; по оси ординат – количество выживших бокоплавов на 15 суток, %.

Нами были проведены опыты с *D. p. aralensis* из оз. Камышлыбаш.

Утрата эпителием изолированных стандартных кусочков жабр мерцательной активности в воде соленостью более 15.0 и менее 0.5 ‰ наблюдалась в первые же часы; через 24 часа мерцательная активность прослеживалась в средах 1.8–10.6 ‰, а после 48 часов только при солености 3.1 ‰, в которой и через 92 часа наблюдалось биение отдельных ресничек, после чего опыт был прекращен (рис. 9.8А).

При помещении взрослых особей *D. p. aralensis* в сосуды с водой соленостью 1.4–13.0 ‰ через 1 час экспозиции в средах 1.4–3.8 ‰ были открыты створки у 100 % моллюсков, при 5.6 ‰ только у части особей, а от 7.2 ‰ и выше закрыты (рис. 9.8В). Через 4 часа экспозиции в воде соленостью 1.4–3.8 ‰ у моллюсков были выставлены сифоны и они осуществляли фильтрацию, при солености 5.6 ‰ и выше створки были открыты, но сифоны не выставлены (рис. 9.8Г). На 10 суток в сосудах с водой соленостью 9.3 ‰ и выше живых моллюсков не осталось, при солености 1.4 ‰ выжило 22, а при солености 7.2 ‰–17 % моллюсков. Наиболее благоприятны для *D. p. aralensis* оказались среды с соленостью 3.6 и 5.8 ‰ (рис. 9.8Б).

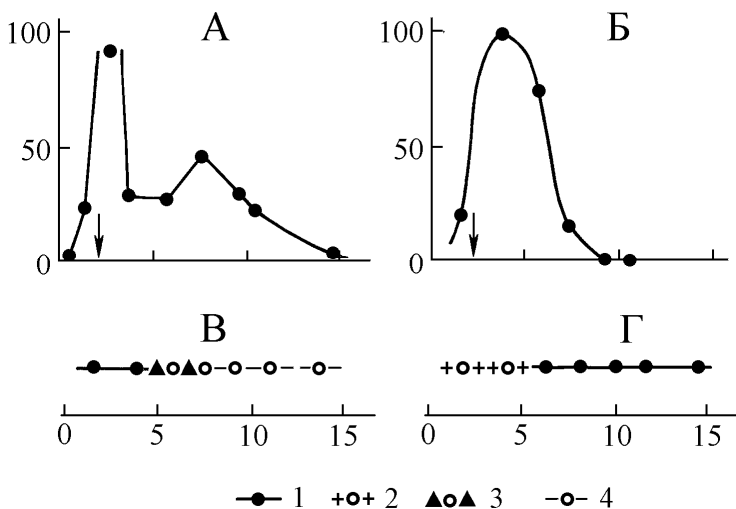


Рис. 9.8. Мерцательная активность жаберного эпителия (А), выживаемость взрослых особей (Б) и активность *Dreissena polymorpha aralensis* из оз. Камышлыбаш в аральской воде различной солёности через 1 час (В) и 4 часа (Г) экспозиции (по: Андреева, Андреев, 1988):

Стрелка – солёность воды из мест обитания моллюсков. По оси абсцисс – солёность, ‰; по оси ординат: на А – время прекращения биения последних ресничек эпителия жаберного препарата, часы; на Б – число выживших моллюсков на 10 суток, ‰. 1 – створки открыты у 100 % моллюсков, 2 – створки открыты и выставлены сифоны, 3 – створки открыты у части моллюсков, 4 – створки закрыты.

Интересно, что *Dreissena polymorpha* (Pall.) из Куршского залива Балтийского моря выдерживала осолонение аральской воды до 6 ‰ (Комендантов с соавт., 1985), то есть практически в тех же пределах, что и *D. p. aralensis* из озера Камышлыбаш.

9.1.11. *Dreissena polymorpha obtusecarinata* (Andr.)

Подвид обитал только в Аральском море (Старобогатов, Андреева, 1994). Судя по описаниям Н.З. Хусаиновой (1958), Р.С. Денъгиной (1959а) и Е.А. Яблонской (1960б) в период до зарегу-

лирования стока рек (1948–1957 гг.) при солености воды около 10 ‰ в Аральском море был широко распространен именно этот подвид, который являлся наиболее эвритопным представителем бентоса моря и встречался по всей акватории, за исключением авандельтовых районов с мутной водой и глубоководной впадины, достигая в зарослях тростника у восточного побережья численности 25.6 тыс. экз./м² при биомассе 955 г/м², а в заливе Большой Каратюб 48 тыс. экз./м². В 1954–1957 гг. его численность в среднем по морю была 311 экз./м², а биомасса 8.39 г/м². Дрейссена была доминирующим видом в 4 из 6 донных биоценозов, выделенных Е.А. Яблонской (1960б).

Как было показано нами (Андреев, Андреева, 1987; Андреева, Андреев, 1990а), утрата *D. p. obtusecarinata* доминирующего положения в бентосе приходится на период общей депрессии пресноводной и солоноватоводной фаун в 1966–1969 гг. при средней солености воды в море 10.9–11.4 ‰. В сборах 1976–1978 гг. *D. p. obtusecarinata* встречалась крайне редко. За 3 года было собрано всего 196 моллюсков, причем наблюдалось постепенное уменьшение доли мелкоразмерных особей. С 1980 г. этот подвид в море не отмечается.

Отсутствие материала не позволило нам провести опыты с *D. p. obtusecarinata*. В опытах Н.З. Хусаиновой (1958), относившей ее к *Dreissena polymorpha var. aralensis*, при резкой смене солености воды в средах 16.9 ‰ и выше все моллюски погибли в первые 3 дня, средах 0.6–1.0 и 13.1–16.1 ‰ в первые 4 дня наблюдалась небольшая гибель (максимальная при 16.1 ‰–28 ‰), а оставшиеся моллюски выжили, как и в средах более 1.0–12.3 ‰ до конца опыта, длившегося 20 дней. При этом регулярное выметывание половых продуктов наблюдалось только в средах 5.0–11.4 ‰ и были случаи вымета половых продуктов при солености 12.3 ‰. По данным А.Ф. Карпевич (1953б, 1975) взрослые особи *D. p. obtusecarinata* хорошо выживали от пресной воды до воды соленостью 12 ‰ (рис. 9.9).

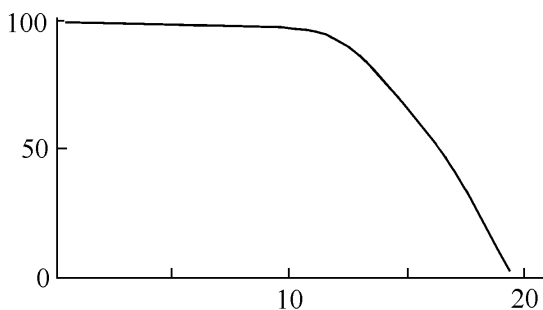


Рис. 9.9. Выживание *Dreissena polymorpha obtusecarinata* в аральской воде различной солености (по: Карпевич, 1975):

По оси абсцисс – соленость, ‰; по оси ординат – количество выживших моллюсков, %.

9.1.12. *Dreissena caspia pallasii* (Andr.)

Эндемичный подвид в Аральском море (Старобогатов, 1974). При анализе работ ряда авторов (Карпевич, 1953а, б, 1964а, 1975; Хусаинова, 1958, 1960; Деньгина, 1959а; Яблонская, 1960б) и собственных данных по соленостным адаптациям дрейссен, нами (Андреев, Андреева, 1987; Андреева, Андреев, 1988, 1990б) было высказано мнение, что собственно в Аральском море в период до зарегулирования стока рек этот подвид был малочисленным, а массовые его поселения были приурочены к осолоненным зонам моря – култукам. Суммарная биомасса дрейссен с 1963 до 1969 г. снизилась с 12.6 до 1.0 г/м². На уровне 1 г/м² биомасса дрейссен в Аральском море держалась в 1969–1974 гг. В этот период происходило дальнейшее снижение численности *Dreissena polymorpha obtusecarinata* в море и постепенное увеличение количества *Dreissena caspia pallasii*. В 1975–1978 гг. наблюдалась вспышка ее численности, при этом биомасса дрейссен достигала 3.5–4.8 г/м², однако дальнейшего развития *D. c. pallasii* из-за отсутствия подходящих субстратов не получила.

Необходимо отметить, что несмотря на широкий соленостный диапазон, пригодный для жизнедеятельности, полученный в экс-

перименте, *D. c. pallasi* в естественных условиях Арала дала вспышку численности, как и морской эвригалинный вид *Cerastoderma isthmicum*, при средней солености воды в море более 12 ‰. В 1980 г. при средней солености воды в море 16.5 ‰ в сборах присутствовала уже только *D. c. pallasi*.

В наших опытах с *D. c. pallasi* (Андреева, Андреев, 1988, 1990б) полная остановка ресничной деятельности жаберного препарата в среде соленостью 2.9 ‰ наблюдалась через 7 часов, 3.6 — 16, 5.5 ‰ — 21 час. При солености 33.6 ‰ и выше мерцательная активность эпителия прекращалась менее чем за 20 часов. В средах 26.1–31.9 ‰ ресничная деятельность продолжалась около 30 часов, при 19.7–24.2 — 46 часов. Ко времени прекращения опыта на 52 часу биение ресничек сохранялось в средах 7.1–16.6 ‰, за исключением сосудов с соленостью воды 14.1‰, где биение прекратилось на 29 часу (рис. 9.10А).

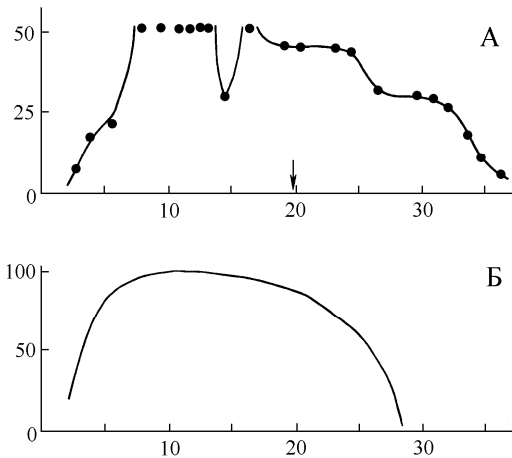


Рис. 9.10. Мерцательная активность ресничного эпителия жабры (А) и выживаемость (Б) *Dreissena caspia pallasi* в аральской воде различной солености (А – по: Андреева, Андреев, 1988; Б – по: Карпевич, 1975):

Стрелка – соленость воды из мест обитания моллюсков. По оси абсцисс – соленость, ‰; по оси ординат: на А – время прекращения биения последних ресничек эпителия жаберного препарата, часы; на Б – выживание, %.

По данным А.Ф. Карпевич (1964а, 1975), соленостная резистентность взрослых особей *D. c. pallasii* 7–27 ‰ (рис. 9.10Б).

9.1.13. *Cerastoderma isthmicum* Issel

Моллюск распространен в прибрежных водах южного берега Средиземного моря, в соленых озерах африканского побережья, Азовском, Каспийском и Аральском морях (Старобогатов, 1974).

До зарегулирования стока рек *C. isthmicum* держался в Арале преимущественно в осолоненных заливах и вблизи их (Яблонская, 1960б; Старобогатов, 1974). По мере осолонения Аральского моря этот вид широко расселился по акватории и стал одним из доминирующих видов аральского бентоса (Андреева, 1984; Андреев, Андреева, 1987).

Н.З. Хусаиновой (1958) в култуке Дарчен по восточному берегу Аральского моря сердцевидка наблюдалась до солености 47 ‰, хотя резкое снижение численности моллюска произошло при солености 33 ‰. Этот же факт отмечен и Р.С. Деньгиной (1959а) при изучении бентоса Акпеткинского архипелага на юго-востоке моря. По ее данным при увеличении солености воды свыше 32 ‰, сопровождающемся образованием сплошной гипсовой корки на всей площади дна, количество сердцевидки резко сокращалось, а при солености свыше 36 ‰ живые моллюски отсутствовали.

В опытах Н.З. Хусаиновой (1958) по изучению соленостных адаптаций аральской сердцевидки к воде различной солености было установлено, что половые продукты моллюском выметывались в воде соленостью 6.1–34 ‰, причем оплодотворение и метаморфоз проходили при солености не более 32.2 ‰. При изучении отношения взрослых сердцевидок к аральской воде ею был установлен оптимальный диапазон солености 8.1–27.3 ‰ и отмечены случаи гибели подопытных животных при солености 13.0–14.1 и 23.1–24.2 ‰, на основании чего был сделан вывод о прерывистости оптимальной зоны.

В наших опытах мерцательная активность жаберного препарата *C. isthmicum* после 40 часов сохранялась в воде соленостью 7–39 ‰ (рис. 9.11А), а взрослые особи, собранные в прибрежье при

солености 20.4 ‰, успешно адаптировались к солености 7–38 ‰, за исключением солености 12.1–13.6 ‰, где выжило только около половины моллюсков (рис. 9.11Б). При помещении подопытных животных в среду соленостью 12.1–13.6 ‰ они настолько плотно смыкали створки, что иногда наступала гибель в первые сутки, очевидно, от удушья.

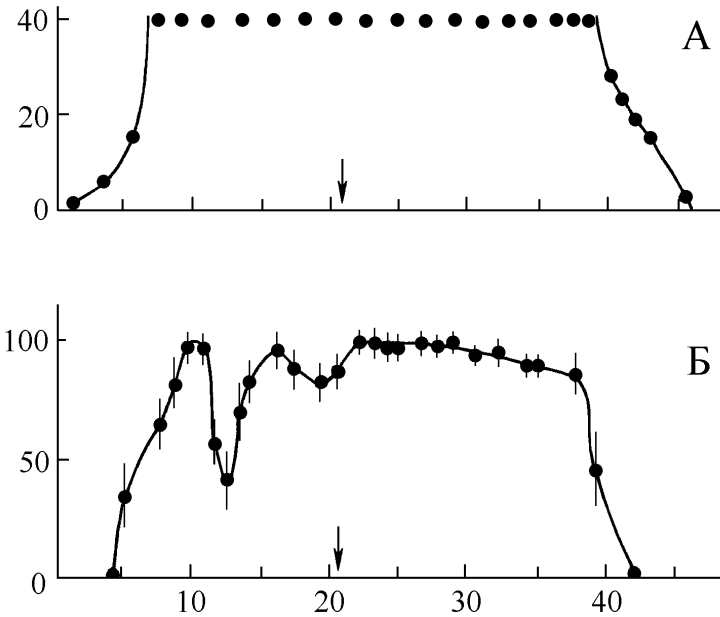


Рис. 9.11. Мерцательная активность ресничного эпителия жабры (А) и выживаемость взрослых особей (Б) *Cerastoderma isthmicum* в аральской воде различной солености (по: Андреев, Андреева, 1990б): Стрелка – соленость из мест обитания моллюсков. По оси абсцисс – соленость, ‰; по оси ординат: на А – время прекращения биения последних ресничек жаберного препарата, часы; на Б – количество выживших моллюсков на 15 суток, %.

Изоляция, как поведенческая реакция, направленная на предотвращение осмотического стресса, подробно изучена у моллюсков (Беляев, Чугунова, 1952; Карпевич, 1955б; Беляев, 1957;

Хлебович, 1974; Ярославцева, Жирмунский, 1978; Бергер, 1986; и др.). Обычно, изоляция наступает при экстремально низких или высоких значениях солености и препятствует изменению концентрации солей во внутренней среде. В наших же опытах рефлекс изоляции отмечен в первой трети резистентного диапазона.

Результаты нашего эксперимента с взрослыми особями *S. isthmicum* хорошо согласуются с данными по соленостной резистентности этого вида к аральской воде, впервые полученными А.Ф. Карпевич (1953а, б).

При использовании метода ступенчатой акклимации верхний предел солености, при которой моллюски выживали контрольный срок, был отодвинут до солености 80–90 г/л (Филиппов, 1995; Filippov, Komendantov, 1996).

9.1.14. *Hypanis* spp.

В Аральском море обитали эндемичные подвиды двух видов моллюсков рода *Hypanis*: *H. vitrea bergi* Star., *H. minima minima* (Ostr.), *H. m. sidorovi* Star. (Старобогатов, 1974).

До зарегулирования стока рек моллюски рода *Hypanis* были преобладающей группой в бентосе Арала (Никитинский, 1933; Яблонская, 1960б). В 40–50-х годах *Hypanis* spp. встречался при опреснении до солености 4 ‰ и не проникал в осолоненные воды култуков за соленость 14.4 ‰ (Деньгина, 1957; Хусаинова, 1958). При повышении солености воды численность этих моллюсков быстро снизилась и они в конце 70-х годов выпали из фауны моря. Дольше всего в море встречался *H. vitrea bergi*. Хотя мы находили моллюсков по восточному побережью при солености чуть более 16 ‰, они выпали едва соленость открытого моря достигла 15 ‰ (Андреев, 1981; Андреев, Андреева, 1987, 1990а; Андреева, 1989).

Отношение моллюсков рода *Hypanis* к изменению солености среды изучалось А.Ф. Карпевич (1953а, б, 1964а, 1975) и Н.З. Хусаиновой (1958). Определить, с каким именно видом работали вышеназванные авторы, в свете ревизии этого рода (Логвиненко, Старобогатов, 1968; Старобогатов, 1974), не представляется воз-

возможным. Было установлено, что размножение *Hupanis spp.* проходило при солености 4.8–14.0 ‰, благоприятным диапазоном солености для выживания взрослых особей являлась соленость 5–15.6 ‰, хотя некоторая часть особей выживала в условиях опыта до солености 21 ‰ (рис. 9.12).

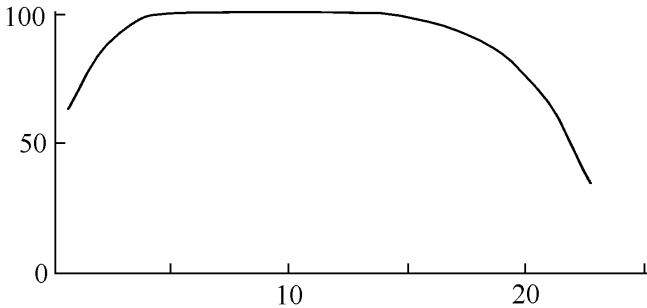


Рис. 9.12. Выживание *Hupanis spp.* в аральской воде различной солености (по: Карпевич, 1975):

По оси абсцисс – соленость, ‰; по оси ординат – количество выживших моллюсков на 15 суток, %.

9.1.15. *Syndosmya segmentum* Reclus

Моллюск встречается в Атлантическом океане, к югу от берегов Англии, в Средиземном, Черном и Азовском морях, интродуцирован в 1939 г. в Каспий, где обнаружен в массовых количествах в 1956 г. (Старобогатов, 1974).

В Аральском море *S. segmentum* завезен в 1960, 1961 и 1963 гг., обнаружен в 1967 г. в месте выпуска двух последних партий в заливе Сары-Чаганак, имевшего в то время соленость воды около 10 ‰ [считается, что первая партия, выпущенная в опресненный залив Джиды дельты Сырдарьи, погибла (Кортунова, 1970)]. Расселение *S. segmentum* продолжалось до 1977 г., им были заняты все грунты на глубинах до 25 м. В 70-х годах моллюск стал доминирующим видом донной фауны, нарастание его биомассы продолжалось до 1980 г., в осолоненных заливах *S. segmentum* встречался в 1976–1977 гг. по всему (до 28 ‰) исследованному диапа-

зону солености (Андреева, 1980; Андреев, Андреева, 1983, 1987). При достижении солености в отдельных участках моря 40 ‰ *S. segmentum* оставался там доминирующим видом (Андреев, Андреева, 1991а, 1997а).

Опыты с *S. segmentum* проводились на моллюсках из Аральской бухты, где они обитали при солености около 17 ‰.

В Аральской воде стандартные кусочки жабр моллюска, после выдерживания в течение 4 часов в воде определенной солености, сохраняли упорядоченное биение ресничек в диапазоне солености 5–45‰ (рис. 9.13А), при этом скорость передвижения стандартных кусочков жабр была наибольшая при солености 8–11 ‰ (около 115 % по сравнению с контролем, соленостью из мест обитания). В сторону увеличения солености наблюдалось снижение скорости передвижения кусочков жабр до 60–80 % от контроля. Отмечено резкое снижение скорости передвижения кусочков жабр при солености 12–15 ‰, всего лишь 40–50 % от контроля.

Продолжительность жизни сперматозоидов синдосмии в аральской воде достигала 52 часов и в диапазоне солености 7–32 ‰ различалась незначительно, за исключением солености 12–14 ‰, где продолжительность жизни сперматозоидов оказалась более чем в два раза короче. При солености менее 5 и более 35 ‰ продолжительность жизни сперматозоидов быстро уменьшалась (рис. 9.13Б).

В сосудах с водой от 7 до 12 и от 15 до 40 ‰ отход моллюсков за время опыта по прямому переносу был незначителен (рис. 9.13В). При солености 5 ‰ на 15 день опыта осталось в живых только 43 %, а при солености 3 ‰ все моллюски погибли в первый же день опыта. В сосудах с соленостью более 43 ‰ животные гибли на 3–5 день. При солености 12–14 ‰ выжило около половины подопытных моллюсков. Методом ступенчатой акклимации соленостная толерантность *S. segmentum* была увеличена до 52.2 ‰, причем предел адаптивной способности моллюска не был достигнут. Позже А.А. Филиппов (1995) установил предел адаптации *S. segmentum* — 80–85 г/л.

Как видно из приведенных данных, отношение моллюска *S. segmentum* к фактору солености на уровне клетки, ткани и орга-

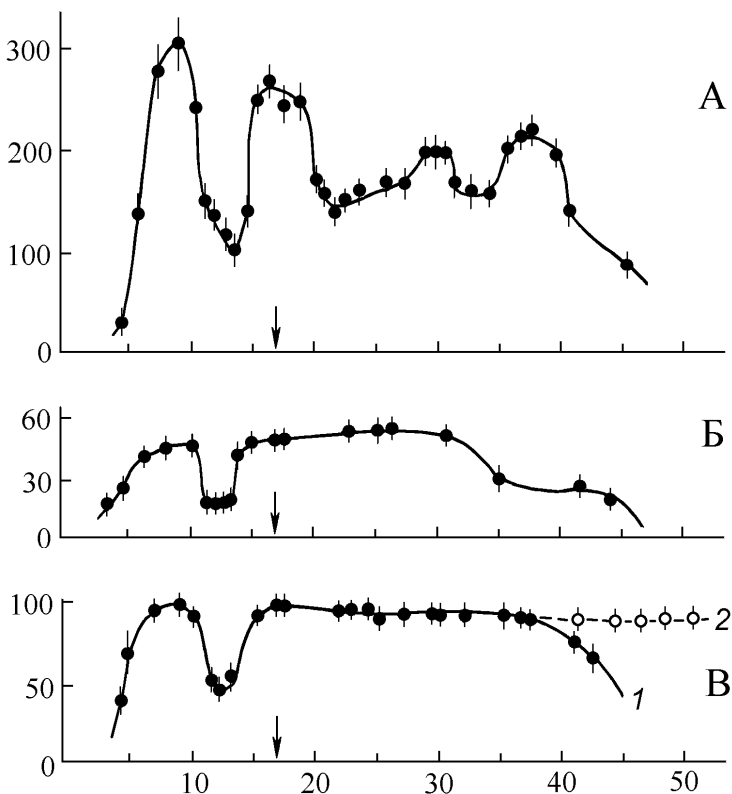


Рис. 9.13. Мерцательная активность ресничного эпителия жабры (А), выживаемость сперматозоидов (Б) и взрослых особей (В) *Syndosmya segmentum* в аральской воде различной солености (по: Андреев, Андреева, 1990б):

Стрелка – исходная соленость из мест обитания моллюсков. По оси – абсцисс – соленость, ‰; по оси ординат: на А – скорость передвижения изолированного стандартного кусочка жабры, мкм/с; на Б – время выживания, часы; на В – количество выживших моллюсков на 15 суток, % от общего числа: 1 – при прямом переносе, 2 – при ступенчатой акклимации.

низма оказалось сходным. В области низкой солености изгиб кривой приходится на соленость 5–7 ‰, в области высокой – 42–45 ‰. При солености 12–14 ‰ снижается выживаемость сперма-

тозоидов, скорость передвижения стандартных кусочков жабр и число выживших к концу опыта моллюсков (Андреев, Андреева, 1983, 1990б).

9.1.16. *Theodoxus pallasi* Ldh.

Этот вид обычен во всех частях Каспия до глубины 35 м, встречается в лиманах и опресненных участках Азово-Черноморского бассейна (Логвиненко, Старобогатов, 1968). В Аральском море *Th. pallasi* (лунка) был довольно распространенным видом как до зарегулирования стока рек, так и после (Никитинский, 1933; Бенинг, 1934; Яблонская, 1960б; Старобогатов, 1974; Андреева, 1978, 1989). В култуках *Th. pallasi* встречался до солености 32 ‰ (Деньгина, 1959а; Андреев, Андреева, 1990а).

Нами проведены опыты с *Th. pallasi* из Аральского моря, где моллюски были отловлены при солености воды 18 ‰, и оз. Камышлыбаш, где соленость воды, в зависимости от поступления вод реки Сырдарьи, колеблется от 2 до 5 ‰ (Андреев, Андреева, 1990б).

В пресной и сильно опресненной воде (до солености 5.3 ‰) у *Th. pallasi*, перенесенного из солености 18 ‰, в первые часы наблюдалось разбухание тела, особенно при солености 2 ‰ и менее. При солености 34.6 ‰ и выше моллюски, плотно закрывая раковину крышечкой, пытались изолироваться от внешней среды. Помещенные отверстием раковины вверх, моллюски не переворачивались, оставались лежать в таком положении и впоследствии погибали. Для лунки из Аральского моря толерантный диапазон к фактору солености, тестируемый по выживанию моллюсков в течение 2 недель, оказался 4–30 ‰ (рис. 9.14А).

Лунки из оз. Камышлыбаш в аквариумах были более подвижны, чем лунки из Арала. Они активно передвигались по стенкам аквариумов и в аквариумах с аральской водой очень часто выползали из воды и могли обсохнуть. Поэтому в опытах с лункой из оз. Камышлыбаш приходилось постоянно (3 раза в сутки) снимать со стенок выползших лунок. Соленостная толерантность

озерной лунки оказалась меньше, чем у морской, и сдвинута в сторону пресных вод (рис. 9.14Б).

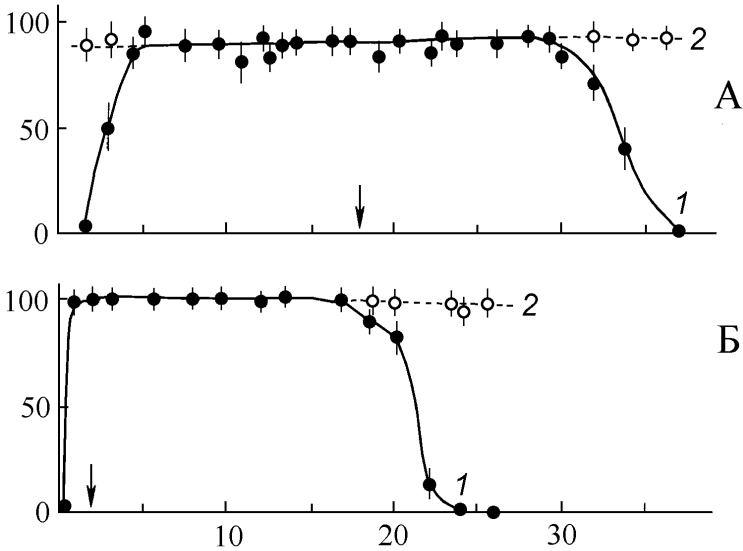


Рис. 9.14. Выживаемость *Theodoxus pallasi* из Аральского моря (А) и оз. Камышлыбаш (Б) в аральской воде различной солености (по: Андреев, Андреева, 1990б):

Стрелка – соленость воды из мест обитания моллюсков. По оси абсцисс – соленость, ‰; по оси ординат – количество выживших моллюсков на 15 день, %: 1 – при прямом переносе, 2 – при ступенчатой акклимации.

Поскольку особи из двух популяций перед опытом не были акклимированы к одной солености, то говорить о межпопуляционных различиях не приходится. Так, используя метод ступенчатой акклимации (Хлебович, Кондратенков, 1971; Khlebovich, Kondratenkov, 1973, Кондратенков, 1976), у моллюсков из Арала был достигнут такой же нижний предел соленостной толерантности, как и у моллюсков из оз. Камышлыбаш. В свою очередь, верхний предел у моллюсков озерной популяции был легко увеличен на 9 ‰, а у морской популяции на 7 ‰, причем предел адаптивной

способности моллюска не был достигнут ни для озерной, ни для морской популяций.

Несмотря на высокий верхний предел солености, полученный в опытах и наблюдаемый в природе, *Th. pallasii* выпал из фауны моря при солености около 25 ‰ (Андреев с соавт., 1990; Андреев, Андреева, 1997а).

9.1.17. *Caspiohydrobia spp.*

Моллюски рода *Caspiohydrobia* сформировались в осолоненных водоемах аридной зоны внутренних частей Азии и в последующем расселились в Арал и другие водоемы (Старобогатов, Андреева, 1981). Всего для Аральского моря было отмечено обитание 23 видов моллюсков рода *Caspiohydrobia* (Андреева, 1987).

До зарегулирования стока рек моллюски этого рода были малочисленны, например, в 1954–1957 гг. их численность в среднем по морю была всего 17 экз./м² (Яблонская, 1960б). По мере увеличения солености воды начался процесс быстрого наращивания численности *Caspiohydrobia spp.* и к концу 70-х годов их средняя численность по морю была до 3.7 тыс. экз./м² (Андреева, 1984).

В связи с трудностью определения живых моллюсков без применения компараторного метода Старобогатова (Старобогатов, Иззатулаев, 1974; Kruglov, Starobogatov, 1985) опыты были поставлены на смеси видов (рис. 9.15). Толерантный диапазон солености для рода *Caspiohydrobia* в целом оказался в опытах по прямому переносу 6–42 ‰ (Андреев, Андреева, 1990б). Методом ступенчатой акклимации моллюски были переведены в воду соленостью 100–110 г/л (Филиппов, 1995; Filippov, Komendantov, 1996).

9.2. Рыбы

9.2.1. *Acipenser gьldenstadtii* Brand – русский осетр

Опыты с осетром проводились в преддверии его вселения на нагул в Аральское море (см. глава 6). При физиологической адаптации 100 % выживание молоди осетра (средняя длина 7.7, масса

1.4 г) отмечено в аральской воде соленостью до 16.2 ‰, а в воде 19.2 ‰ к концу опыта выжило только 12.5 % от посаженных (Балымбетов, 1981).

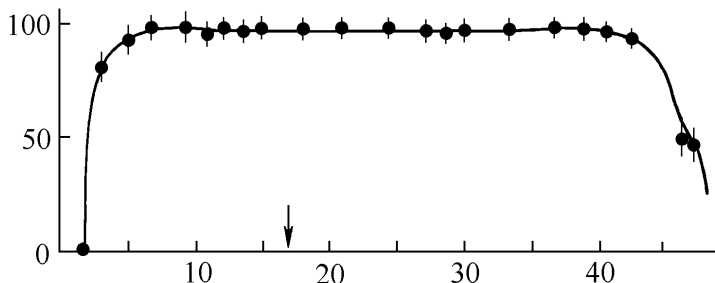


Рис. 9.15. Выживаемость *Caspiohydrobia spp.* в аральской воде различной солености (по: Андреев, Андреева, 1990б):

Стрелка – соленость в месте обитания моллюсков. По оси абсцисс – соленость, ‰; По оси ординат – число выживших моллюсков на 15 суток, %.

9.2.2. *Acipenser stellatus* Pallas – севрюга

Опыты с севрюгой проводились одновременно с опытами с осетром и с той же целью. При физиологической адаптации все мальки севрюги (средняя длина 6.6 см, масса 0.9 г) выживали от пресной воды до солености 16.2 ‰, но в следующей солевой точке 19.2 ‰ полностью погибали (Балымбетов, 1981).

9.2.3. *Oncorhynchus kisutsch* Walbaum – кижуч

К.С. Балымбетов (1978, 1981) провел опыты по выживаемости кижуча в аральской воде различной солености, в связи с предполагаемым его вселением в Аральское море.

Кижуча в возрасте 1+ средним размером 12 см и массой 15.5 г помещали в воду соленостью 1.0, 21.7, 24.0, 27.5, 31.0 и 33.5 ‰. В течение опыта (8 суток) гибели кижуча не наблюдалось, рыбы были активны, хорошо принимали корм.

При помещении личинок средней длиной 3 см и массой 280 мг в аральскую воду от 6.1 до 18.1 ‰ отхода не наблюдалось в течение 7 суток, после чего опыт был прекращен.

9.2.4. *Chalcalburnus chalcoides aralensis* (Berg) – аральская шемай

С.И. Дорошевым (1964в) было установлено, что сперматозоиды аральской шемаи в пресной воде находятся в движении 1.5 минуты. По мере роста солёности время движения сперматозоидов увеличивалось, достигнув максимума при 8 ‰ – 15 минут, в более высокой солёности началось постепенное снижение продолжительности движения сперматозоидов (рис. 9.16А). При 16 ‰ сперматозоиды находились в движении только 0.5 минуты.

Оплодотворение икры аральской шемаи проходило лучше при солёности 4–12 ‰, чем в пресной воде (рис. 9.16Б).

Среднесуточная гибель икры и личинок аральской шемаи при солёности 6–8 ‰ была ниже, чем в пресной воде. При солёности более 10 ‰ гибель икры и личинок резко увеличивалась (рис. 9.16В).

При солёности до 10 ‰ включительно не наблюдалось никаких отклонений от нормы в развитии икры и личинок. При солёности 12 ‰ незначительная часть оплодотворенных икринок шемаи развивалась уродливо, а выклев свободных эмбрионов происходил на 5–6 часов раньше, чем в пресной воде, однако, все выклюнувшиеся эмбрионы были вполне жизнеспособны и развивались нормально. При более высокой солёности резко увеличивалось количество уродов до (100 ‰), наблюдалась гибель значительной части икры и преждевременный выклев недоразвитых эмбрионов (Дорошев, 1964в).

9.2.5. *Abramis brama orientalis* Berg – восточный лещ

Как показали опыты, проведенные С.И. Дорошевым (1964в), наибольшая продолжительность движения сперматозоидов леща наблюдалась в аральской воде солёностью 6–8 ‰, где она достигает 20 минут. В воде р. Амударья и аральской воде до солёности

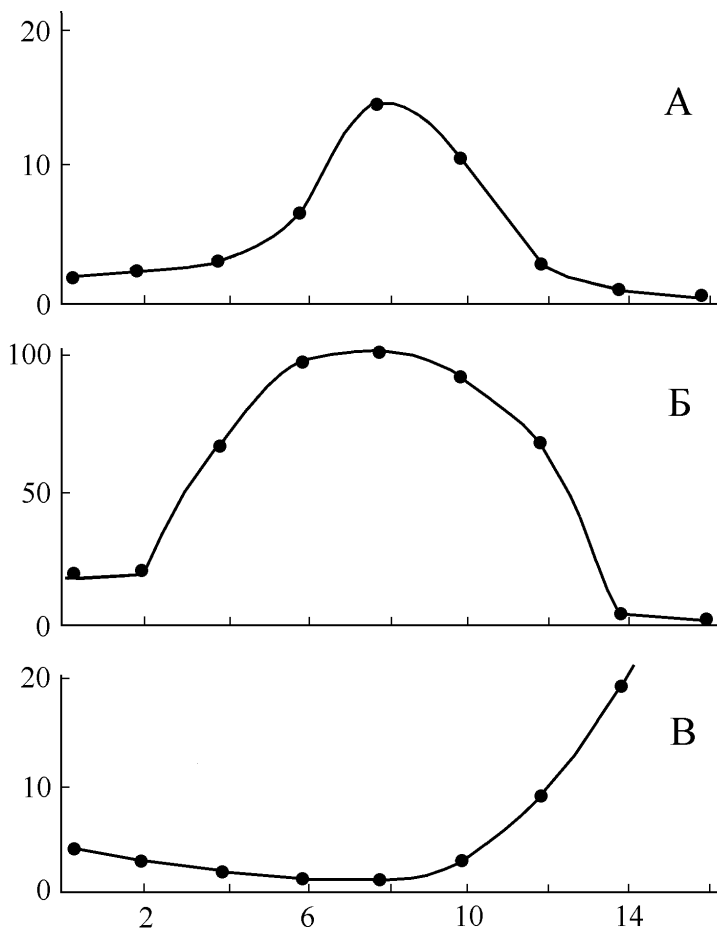


Рис. 9.16. Продолжительность движения сперматозоидов (А), количество оплодотворенной икры (Б) и среднесуточная гибель икры и личинок (В) *Chalcalburnus chalcooides aralensis* в аральской воде различной солености (А и Б по табличным данным из: Дорошев, 1964в; В по: Дорошев, 1964в):

По оси абсцисс – соленость, ‰; по оси ординат: на А – время движения сперматозоидов, мин; на Б – количество оплодотворенной икры, % от общего числа; на В – среднесуточная гибель икры и личинок, % от общего числа.

4 ‰, а также в соленостной точке 10 ‰, сперматозоиды двигались 7–10 минут. При помещении сперматозоидов леща в аральскую воду 16 ‰ они почти мгновенно прекращают движение (рис. 9.17А).

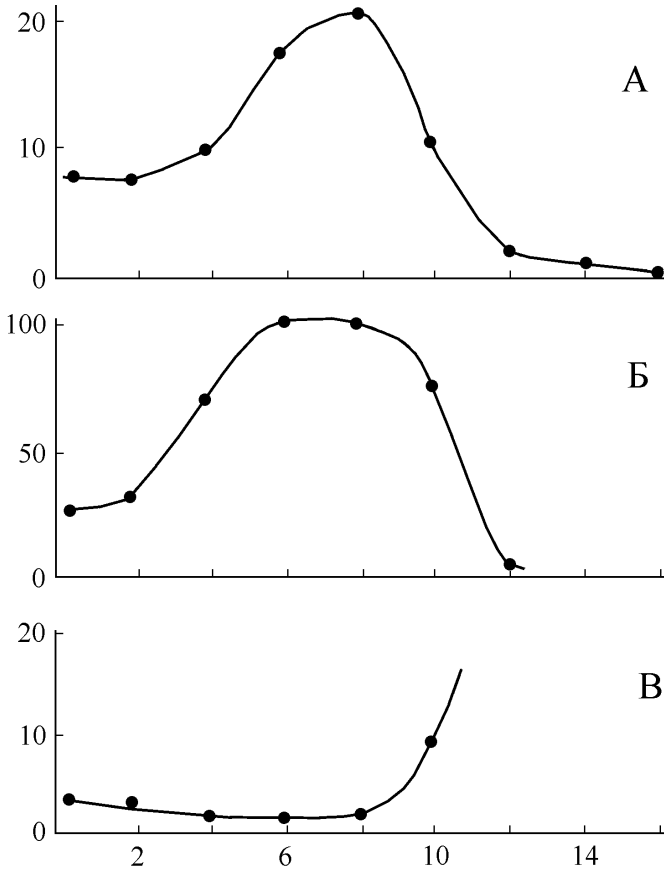


Рис. 9.17. Продолжительность движения сперматозоидов (А), количество оплодотворенной икры (Б) и среднесуточная гибель икры и личинок (Б) *Abramis brama orientalis* в аральской воде различной солености (А и Б по табличным данным из: Дорошев, 1964в; В по: Дорошев, 1964в):

Обозначение как на рис. 9.16.

В воде реки Амударьи и при солёности 2 ‰ оплодотворялось около 30 % от полученной икры, при солёности 4 и 10 ‰ – 70–75 %. Максимальное количество икры оплодотворялось при солёности 6–8 ‰ – 100 %. При 12 ‰ оплодотворилось только 3 % икринок (рис. 9.17Б).

Учет выживания икры и личинок проводился с момента оплодотворения икры до перехода личинок к этапу “Е” (окончание формирования жаберной крышки, плавательного пузыря и спинного плавника, начало формирования брюшных плавников). В слабосоленой среде среднесуточная гибель икры и личинок леща уменьшается по сравнению с пресной водой, достигая минимальных значений (около 1 %) при солёности 6–8 ‰ (рис. 9.17В). При солёности 10 ‰ и более резко возрастает среднесуточная гибель икры по сравнению с пресной водой.

При солёности от пресной воды до 10 ‰ не наблюдалось никаких отклонений от нормы в развитии икры и личинок леща, лишь при 10 ‰ незначительная часть оплодотворенных икринок развивалась уродливо, а выклев свободных эмбрионов происходил на 5–6 часов раньше, чем в пресной воде. Однако все выклюнувшиеся эмбрионы были вполне жизнеспособны и развивались нормально. При более высокой солёности резко увеличивалось количество уродов (до 100 %), гибель значительной части икры и преждевременный выклев недоразвитых эмбрионов, которые погибали через несколько суток (Дорошев, 1964в).

Молодь леща (1 месяц) при помещении в аральскую воду различной солёности погибала при солёности более 13 ‰ (Андреев с соавт., 1978).

9.2.6. *Cyprinus carpio aralensis* Spitschakov – аральский сазан

По данным С.И. Дорошева (1964в), продолжительность движения сперматозоидов аральского сазана постепенно увеличивалась от пресной воды до солёности 8 ‰, где она максимальная – 26.7 минут (рис. 9.18А).

Уже в следующей солёностной точке (10 ‰) продолжительность движения сперматозоидов почти в два раза ниже, чем в пре-

снoй воде, а при 12 и 14 % сперматозоиды двигались только 1 минуту. При 16 % подвижность сперматозоидов сохранялась секунды.

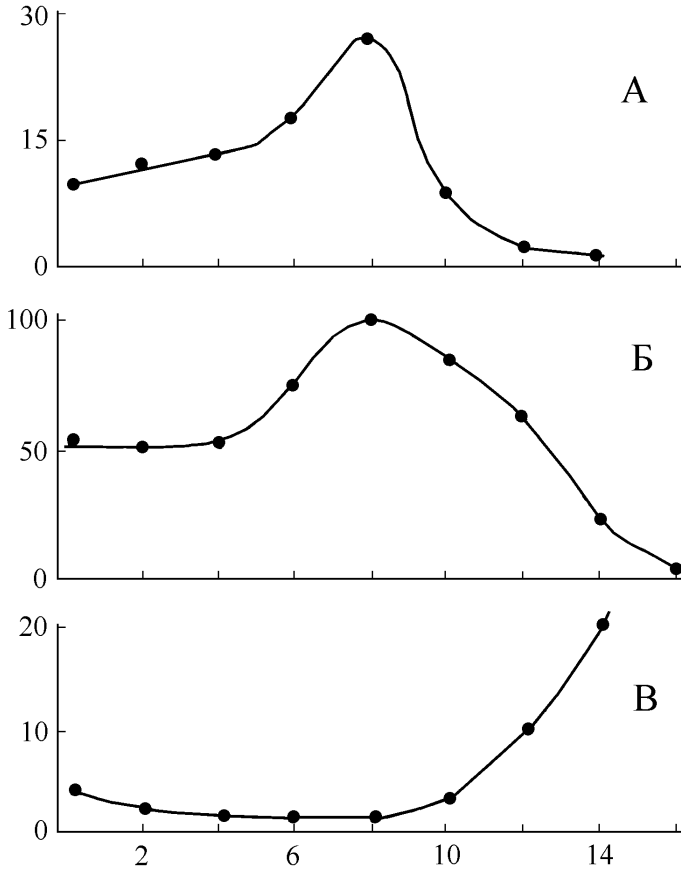


Рис. 9.18. Продолжительность движения сперматозоидов (А), количество оплодотворенной икры (Б) и среднесуточная гибель икры и личинок (Б) *Cyprinus carpio aralensis* в аральской воде различной солености (А и Б по табличным данным из: Дорошев, 1964в; В по: Дорошев, 1964в):

Обозначение как на рис. 9.16.

Оплодотворение икры аральского сазана проходило в широком диапазоне солености – от пресной воды до 14 ‰, при этом наблюдалось более высокое оплодотворение в диапазоне 6–12 ‰ с максимумом при 8 ‰ (рис. 9.18Б).

Минимальная среднесуточная гибель икры и личинок сазана в аральской воде наблюдалась при солености 6–8 ‰. При солености 10 ‰ среднесуточная гибель икры и личинок сазана были такой же, как и в пресной воде, а при солености 12 ‰ почти вдвое превышала таковую в пресной воде (рис. 9.18В).

Уродливое развитие икры частично начинается при солености 12 ‰, а при более высокой солености резко увеличивается количество уродов (до 100 ‰), гибель значительной части икры и преждевременный выклев недоразвитых эмбрионов (Дорошев, 1964в).

При помещении сеголетков сазана (возраст 1.5 месяца) в аральскую воду различной солености их гибель начиналась при солености более 15 ‰ (Андреев с соавт., 1978).

9.2.7. *Ctenopharyngodon idella* (Valenc.) – белый амур

По данным С.И. Дорошева (1963, 1964в), прирост массы мальков белого амура в аральской воде различной солености за 45 дней опыта при температуре 17–20° был до солености 12 ‰ на одном уровне, а при 14.5 ‰ резко снизился:

| | | | | | | |
|--------------|-----|-----|-----|------|-----|------|
| Соленость, ‰ | 0 | 3.5 | 7 | 10.5 | 12 | 14.5 |
| Прирост, мг | 157 | 169 | 114 | 167 | 150 | 27 |

В аральской воде при постепенном повышении солености гибели мальков белого амура во всех солевых точках, от пресной до 12 ‰ включительно, не наблюдалось. В воде соленостью 14.5 ‰ физиологическое состояние мальков ухудшалось и часть рыб погибла (Дорошев, 1964в).

9.2.8. *Hypophthalmichthys molitrix* (Valenc.) – обыкновенный толстолоб

Молодь обыкновенного толстолоба при постепенной смене солености хорошо выживала в аральской воде до 10 ‰ включи-

тельно, при солености 12 ‰ наблюдалась частичная гибель мальков, а при 14.5 ‰ погибли все подопытные рыбки (Дорошев, 1963, 1964в).

Результаты экспериментальных работ подтверждают скачкообразное изменение качественного и количественного состава фауны Аральского моря в области соленостей 3–5, 12–14, 24–28 ‰ (см. глава 3, 4, 5). Так, для *Dreissena polymorpha aralensis* из озера Камышлыбаш и *D. polymorpha* из Куршского залива Балтийского моря верхний предел солености в опытах был около 6 ‰. Эта же соленость или чуть ниже в опытах была нижним пределом для эвригалинных видов морского происхождения: *Nereis diversicolor*, *Cerastoderma isthmicum*, *Syndosmya segmentum* и галофильных видов материковых вод *Caspihydrobia* spp.

Соленость лишь немного превышающая 12–14 ‰ была предельной в опытах для *Ceriodaphnia reticulata*, *Moina brachiata*, *Arctodiaptomus salinus*, *Paramysis intermedia*, *P. lacustris*, *Dreissena polymorpha obtusecarinata* и молоди ряда пресноводных рыб.

Верхний предел солености для *Dreissena caspia pallasi* и *Poedonevadne camptonux* был около 28 ‰.

Группа солоноватоводных и широко эвригалинных видов пресноводного происхождения (*Dreissena caspia pallasi*, *Theodoxus pallasi*, *Dikerogammarus aralensis*, *Moina mongolica*) не показала в опытах достоверных отличий в снижении выживаемости при переходе через зону критической солености, но при увеличении солености воды в море до солености 12–14 ‰ два последних вида перестали встречаться в Арале.

Эвригалинные виды морского происхождения: *Nereis diversicolor*, *Syndosmya segmentum*, *Cerastoderma isthmicum* и галофильные виды материковых вод *Caspihydrobia* в условиях эксперимента имели сходные соленостные границы выживания от 5–7 до 38–42 ‰.

Графики выживаемости эвригалинных видов морского происхождения не имели ровного плато, при солености 12–14 ‰ наблюдалось достоверное снижение продолжительности жизни

сперматозоидов и скорости передвижения стандартных кусочков полужабры у *Syndosmya segmentum* и увеличение числа погибших особей к концу опыта у *S. segmentum*, *Cerastoderma isthmicum* и *Nereis diversicolor*. Галофильные Caspihydrobia, так же, как и солоноватоводные и широко эвригалинные виды пресноводного происхождения, не имели снижения выживаемости при 12–14 ‰. Создается впечатление, что острая реакция в эксперименте на барьерную соленость аральской воды проявляется только у видов, недавно попавших в континентальные воды.

Таким образом, по результатам опытных работ эвригалинные виды морского происхождения могли иметь большую зону совместного обитания с пресноводными эвригалинными видами и каспийскими моллюсками рода *Hypanis* и *Dreissena polymorpha obtusecarinata* 6–14 ‰, тогда как в природе они разграничивались узкой барьерной соленостью 12–14 ‰, ниже которой эвригалинные виды морского происхождения встречались в небольшом количестве.

Определение границ солености, пригодной для жизнедеятельности водных животных, имеет большое значение. Приспособленность организма к соленостному фактору является фундаментом, на котором складывались и складываются биотические отношения видов и, в конечном итоге, определяется возможность существования вида в конкретных условиях (Кроган, 1964; Хлебович, 1974). Границы жизнедеятельности, наблюдаемые в природе и в эксперименте, когда животные изъяты из своей биотической среды, обычно не совпадают, в природных условиях они почти всегда уже, чем в эксперименте (Kinne, 1957; Schlieper, 1958; Карпевич, 1960в, 1975; Кроган, 1964; Хлебович, 1974). Тем не менее, экспериментальные данные позволяют более надежно прогнозировать развитие фаунистических комплексов при изменении условий обитания в связи с осолонением водоемов в результате зарегулирования стока рек или других причин.

Осолонение Аральского моря дало возможность по многим видам проверить, на сколько расходятся границы, пригодные для жизнедеятельности вида, определенные в эксперименте и в при-

роде. Так, судя по проведенным нами опытам, литературным данным по соленостной резистентности и наблюдениям в природе, различные по происхождению группы животных реагируют на фактор солености неоднозначно.

Пресноводные эвригалинные и каспийские виды в экспериментальных условиях акклимируются к солености 12–16 ‰. Именно такая соленость была предельной для *Ceriodaphnia reticulata*, *Moina brachiata*, *Arctodiaptomus salinus*, *Paramysis intermedia*, *P. lacustris*, *Dreissena polymorpha obtusecarinata*, *Hypanis spp.*, молоди русского осетра и севрюги, аральской шемаи, восточного леща, аральского сазана, белого амура, обыкновенного толстолоба и других видов, как в опытах, так и в природе при осолонении моря.

Собственно солоноватоводные виды в эксперименте показывают более высокую солеустойчивость, чем в природе. Так, для *Dreissena caspia pallasi*, выпавшему из фауны моря при солености около 22 ‰, в опытах по отношению взрослых особей к резкой смене солености верхний предел был установлен в 27 ‰, а тестируемый – по мерцательной активности ресничного эпителия – 32 ‰.

Dikerogammarus aralensis в опытах и в природе при квазистационарном режиме Аральского моря выдерживал соленость до 30 ‰ и более. Но, когда началось осолонение моря, произошло быстрое сокращение его ареала, *D. aralensis* сохранялся, как и другие пресноводные виды, в участках с пониженной соленостью. После исчезновения районов моря с соленостью менее 12 ‰ *D. aralensis* выпал из фауны моря. Очевидно, *D. aralensis*, как и другие гаммариды, переселившиеся в пресные воды, например, *Gammaracantus lacustris* (см. Хлебович, 1974), сохраняет в "спящем виде" наследственную программу акклимации к высоким соленостям, но существовать в высокоминерализованных водоемах лишенных опресненных зон не могут. Возможно, при солености аральской воды более 12 ‰ *Dikerogammarus aralensis* не мог зимовать в култуках и там происходила его ежегодная гибель (или частичная миграция в более пресные воды) с последующим засе-

лением весной? Учитывая мелководность култуков и толщину льда (до 1 м) на Аральском море, последнее предположение не кажется полностью абсурдным. Попытки объяснить выпадение *D. aralensis* выеданием акклиматизированными рыбами, конкуренцией с акклиматизированными беспозвоночными или исчезновением подходящего для них субстрата (Хусаинова, 1971; Аладин, Котов, 1989; Аладин, 1986б; Карпевич, 1986) мне, вслед за Ф.Д. Мордухай-Болтовским (1972), кажутся необоснованными, так как в Каспии этот ракообразный выдерживает до сих пор мощное биотическое давление.

Выпадение *Podonevadne camptonux* в Большом море произошло при солености 29 ‰, что практически совпало с экспериментальными данными.

Theodoxus pallasi выпал из фауны Арала после достижения солености около 25 ‰. Точной даты его выпадения нет, но в сборах из Малого моря в 1985 г. он еще присутствовал, а при сборах через 3 года (1989) не обнаружен. То есть *T. pallasi* значительно опередил определенный для него верхний предел солености в эксперименте по резкому переносу организмов – 30 ‰, а в опытах по ступенчатой акклимации моллюски выдержали контрольный срок при солености 37 ‰, причем предел адаптивных способностей *T. pallasi* не был достигнут.

Для *Moina mongolica* только биотическое окружение определяет возможность обитания на протяжении всего диапазона солености (пресная вода – 88 ‰), пригодного для жизнедеятельности. Этот вид – обитатель внутренних водоемов с ненасыщенными экосистемами может неоднократно получать и утрачивать преимущество. Мне представляется, что до интродукции *Calanipeda aquaedulcis* у *Moina mongolica* в Аральском море были "тепличные" – в отношении конкурентов условия, которые не поколебали даже акклиматизированные рыбы планктонофаги. С вселением *Calanipeda aquaedulcis* они закончились и лишь при приближении солености к верхней границе пригодной для жизнедеятельности *C. aquaedulcis* оба вида смогли совместно существовать в Аральском море. Так, уже в середине 70-х годов *Moina mongolica* перестала

встречаться в Аральском море, оставаясь массовым видом в водоемах по побережью моря; а, по данным Н.В. Аладина (1991), по мере отчленения мелководных быстро осолоняющихся водоемов от Арала и гибели в них *Calanipeda aquaedulcis* появлялась там. В 90-х годах вновь заселив большую часть акватории Большого моря при солености более 36 ‰, *Moina mongolica* не встречается в Малом море, где процесс осолонения прекратился на рубеже 30 ‰ и началось распреснение.

Эвригалинные виды морского происхождения *Nereis diversicolor*, *Cerastoderma isthmicum*, *Syndosmya segmentum* и галофильные виды материковых вод моллюски рода *Caspihydrobia* в наших опытах по резкому переносу животных в воду разной солености и ряду других тестов показали солеустойчивость не более 45 ‰. Соответственно нами и был дан прогноз выпадения выше-названных видов из фауны Аральского моря.

В опытах по ступенчатой акклимации *Nereis diversicolor*, *Cerastoderma isthmicum*, *Syndosmya segmentum* акклимировались к воде с соленостью до 70–90 г/л, а *Caspihydrobia spp.* – до 100г/л и более. Опираясь на данные этих опытов, авторы (Филиппов, 1995; Filippov, Komendantov, 1996) считают, что эвригалинные виды морского происхождения будут присутствовать в фауне Аральского моря до солености 60–70 г/л, а галофильные виды материковых вод до 100 г/л.

Процесс осолонения Большого моря хотя и замедлился, но продолжается и, очевидно, скоро будет получен ответ и на эти вопросы. Пока же сложилось впечатление, что в опытах по соленостной акклимации определяют не толерантный диапазон, а резистентный диапазон. В природе, где фактор солености действует не изолированно, виды, взятые для опытов из средней части толерантного диапазона, зачастую не могут достигнуть даже пределов солености, полученных в опытах по резкому переносу организмов в воду различной солености.

Глава 10. ХАРАКТЕР ИЗМЕНЕНИЙ НЕКОТОРЫХ ГИДРОХИМИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ВОД АРАЛА И ИХ СВЯЗЬ С СОСТАВОМ И КОЛИЧЕСТВЕННЫМ РАЗВИТИЕМ ФАУНЫ МОРЯ

Вода Аральского моря по ионному составу занимает промежуточное положение между гидрокарбонатнокальциевыми водами суши и хлориднонатриевыми водами гидросферы. Но все же вода Арала по соотношению солеобразующих ионов стоит ближе к типичным материковым водам (Блинов, 1956). По сравнению с морями с океаническим составом воды (Балтийское, Черное, Азовское) в аральской воде заметно увеличена концентрация двухвалентных ионов Ca^{2+} , Mg^{2+} , SO_4^{2-} (Беклемишев, 1922).

Своеобразие ионного состава воды Аральского моря приводит к ее специфическому воздействию на гидробионтов. Первые же исследователи (Баскина, 1928; Беклемишев, Баскина-Заколоткина, 1933) отметили более мягкое воздействие на водных беспозвоночных аральской воды по сравнению с водой океанического состава. Впоследствии на организмах, принадлежащих к различным таксономическим группам, было показано, что для гидробионтов пресноводного происхождения благоприятный соленостный диапазон в аральской воде более широк, чем в водах океанического типа (Карпевич, 1953а, б, 1958, 1964а, 1966, 1975; Киселева, 1960; Дорошев, 1963, 1964в, 1965б, 1967; Дорошев, Горелов, 1964; Аладин, 1982б, в, 1983а, б; Комендантов с соавт., 1985). Создавалось впечатление, что аральские беспозвоночные и рыбы более солеустойчивы, чем каспийские и азовские, если рассматривать по общей минерализации воды. Но, как было показано

на беспозвоночных (Карпевич, 1958, 1964а, 1975) и рыбах (Дорошев, 1964в; Дорошев, Горелов, 1964), при выражении солёности воды в показателях хлора разница в их солеустойчивости практически нивелируется. То есть было доказано, что аральские беспозвоночные и рыбы не более эвригалинны, чем каспийские и азовские, а в Аральском море они переносят воду большей солёности, чем в Азовском только вследствие особенностей ее ионного состава.

В середине 60-х годов была разработана концепция критической солёности биологических процессов (Хлебович, 1965, 1974), согласно которой в морях с океаническим составом солей узкий солёностный диапазон 5–8 ‰ является фаунистической границей между пресноводными и морскими животными, а также оказывается граничным для самых различных физиологических процессов, включая клеточные и биохимические реакции. По отношению к внутренним морям полной ясности в положении барьера "критической солёности" не было, и В.В. Хлебович (1974) допускал, что "специфические особенности того или иного водоема, вероятно, могут в какой-то мере влиять на величину солёности, которую можно считать зоной стыка между основными типами водной фауны" (стр. 25). Зона, разделяющая два главных типа водной фауны пресноводную и морскую, получила название хорогалинной (Kinne, 1971; Хлебович, 1986).

В Аральском море, как было установлено по наблюдениям в природе, фаунистическая граница расположена в зоне более высоких солёностей 12–14 ‰. Ниже этой солёности преимущество получают пресноводные и каспийские виды, а выше – эвригалинные виды морского происхождения и галофильные виды материковых вод (Андреев, 1981; Андреев, Андреева, 1981).

Рассмотрев верхние пределы солёностных толерантных диапазонов ряда жаброногих и ракушковых ракообразных в водах с разным составом солей, Н.В. Аладин (1983б) отметил в ряду "океаническая → каспийская → аральская вода" повышение верхних пределов солёностных толерантных диапазонов при совпаде-

нии их по хлорности. Он счел возможным, согласно формулам зависимости хлорности от солености (Цурикова, 1964; Зубов, 1967), пересчитать через хлорность положение барьера критической солености, который смещается с 5–8 ‰ в океанической воде до 7.97–12.60 ‰ в аральской воде.

Наблюдения в природе указывают на положение барьера критической солености в Аральском море в более узком диапазоне и при более высокой солености (Андреев, 1981; Андреев, Андреева, 1981, 1990а, б). Средняя соленость воды открытого моря при квазистационарном режиме была 10.2 ‰ и фауна собственно Арала была пресноводного типа с добавлением специфических каспийских видов. В осолоненных заливах преимущество в развитии получали эвригалинные виды морского происхождения и галофильные виды материковых вод, что хорошо видно по распространению зообентоса в 50-х годах (табл. 10.1, 10.2). После повышения солености открытого моря всего на 4 ‰, мы не нашли больших различий в составе фауны собственно моря и култуков (табл. 10.3).

В аральской воде соленостью 10–12 ‰ по сравнению с азоровской водой той же солености развитие яиц моллюсков морского происхождения проходило медленнее (*Syndosmya segmentum*) или заканчивалось гибелью [*Lentidium mediterraneum* (= *Corbulomya maeotica*) (Costa)] (Карпевич, 1960е, 1962, 1964а, 1975).

Таким образом, именно своеобразие ионного состава воды обеспечивает в Аральском море пресноводным видам увеличение верхних пределов соленостных толерантных диапазонов и смещение барьера критической солености в сторону более высоких соленостей.

Накопление данных по биологии организмов, населяющих неполносоленые воды, привело к пониманию невозможности создания единой классификации для морских и континентальных вод (Зенкевич, 1959, 1963; Старобогатов, Хлебович, 1976; Аладин, 1986а, б; Мороз, Гильман, 1988, Андреев, 1990). Так, "Венецианская система" классификации вод по солености (Хлебович, 1959),

созданная на основе классификации Редеке-Вэликангаса для Балтийского моря (Redeke, 1922, 1933; Välikangas, 1926, 1933), не отражает биологические проявления солёности в Аральском море и других замкнутых водоёмах и не учитывает специфики генезиса населяющих его организмов и особенностей ионного состава воды.

Таблица 10.1

Средняя численность *Cerastoderma isthmicum* в култуке Дарчен и *Dikerogammarus aralensis* в култуке Бялиш на восточном побережье Аральского моря в 1956 г. (по: Андреев, Андреева, 1990а), экз./м²

| Солёность, ‰ | <i>Cerastoderma isthmicum</i> | <i>Dikerogammarus aralensis</i> |
|--|-------------------------------|---------------------------------|
| До 12 | 44 | Н |
| 12.1–16 | 21 | 217 |
| 16.1–20 | 3433 | 1062 |
| 20.1–24 | 1207 | 169 |
| 24.1–28 | 256 | 36 |
| 28.1–32 | 249 | 11 |
| 32.1–36 | 22 | Н |
| 36.1–40 | 9 | 15 |
| 40.1–44 | 19 | Н |
| 44.1–48 | 8 | Н |
| Средняя численность в открытом море | 6 | 31 |

Примечание: таблица составлена по данным из: Хусаинова (1958), Н – не обследовалось, средняя численность в открытом море из: Яблонская (1960б).

Различные классификации вод южных морей СНГ на гидробиологической основе приводились неоднократно (Чугунов, 1923; Бирштейн, 1945; Мордухай-Болтовской, 1960; Григорьев, 1965; Мороз, Гильман, 1988; Андреев, Андреева, 1991б).

При создании любой классификации обычно испытывают трудности при определении границ зоны, класса и т.д. Не является исключением и привлечение гидробиологических данных для этой цели. Так, например, неоднократно подчеркивалось (Kinne, 1957; Schlieper, 1958; Карпевич, 1960в, 1975; Крган, 1964; Хлебович, 1974), что в опытах, обычно, получаем более широкие

Таблица 10.2

Средняя численность и биомасса отдельных видов и групп зообентоса в Акпеткинском архипелаге и Аральском море

**(по: Андреев, Андреева, 1990а), экз./м²
г/м²**

| Соленость, ‰ | <i>Dikerogammarus aralensis</i> | Chironomidae | <i>Dreissena</i> | <i>Cerastoderma</i> | <i>Hypa-nis</i> | <i>Theodorus</i> | <i>Caspiohydrobia</i> |
|------------------------|---------------------------------|--------------------|---------------------|----------------------|-------------------|---------------------|-----------------------|
| Аральское море | | | | | | | |
| 10.2 | $\frac{31}{0.2}$ | $\frac{381}{7.2}$ | $\frac{456}{8.2}$ | $\frac{6}{0.8}$ | $\frac{138}{5.2}$ | $\frac{41}{0.5}$ | $\frac{17}{0.1}$ |
| Акпеткинский архипелаг | | | | | | | |
| До 12 | $\frac{405}{4.4}$ | $\frac{290}{1.0}$ | $\frac{5300}{33.0}$ | $\frac{116}{5.0}$ | — | $\frac{1540}{13.2}$ | $\frac{730}{0.5}$ |
| 12.1–16 | $\frac{240}{3.2}$ | $\frac{730}{1.2}$ | $\frac{2630}{23.0}$ | $\frac{290}{1.6}$ | — | $\frac{740}{1.9}$ | $\frac{580}{0.9}$ |
| 16.1–20 | $\frac{211}{1.1}$ | $\frac{1188}{0.7}$ | $\frac{490}{10.4}$ | $\frac{676}{15.3}$ | — | $\frac{300}{2.5}$ | $\frac{3233}{2.9}$ |
| 20.1–24 | $\frac{67}{0.5}$ | $\frac{125}{0.2}$ | — | $\frac{3810}{16.2}$ | — | $\frac{160}{4.8}$ | $\frac{6960}{4.7}$ |
| 24.1–28 | $\frac{400}{0.4}$ | $\frac{160}{0.5}$ | — | $\frac{8730}{145.2}$ | — | $\frac{220}{2.8}$ | $\frac{14850}{13.0}$ |
| 24.1–28 | $\frac{400}{0.4}$ | $\frac{160}{0.5}$ | — | $\frac{8730}{145.2}$ | — | $\frac{220}{2.8}$ | $\frac{14850}{13.0}$ |
| 32.1–36 | $\frac{54}{0.6}$ | — | — | $\frac{160}{0.9}$ | — | — | $\frac{1}{0.1}$ |
| 36.1–40 | $\frac{20}{0.6}$ | $\frac{110}{0.2}$ | — | — | — | — | — |

Примечание: таблица составлена по данным за 1951 г. из: Денгына (1959а), средняя по морю за 1954–1957 гг. из: Яблонская (1960б).

соленостные диапазоны, пригодные для обитания животных, чем наблюдаем в природе. Объясняется это тем, что в опытах, обычно, определяется реакция организмов лишь на один из факторов среды при благоприятном диапазоне остальных, тогда как в природе изолированное действие данного фактора может проявиться крайне редко. В природе воздействие среды на организм протекает в сложном переплетении абиотических и биотических факторов и собственно экологическая ниша определенного вида получается

довольно узкой, хотя к каждому из отдельно взятых факторов вид обладает широкой устойчивостью. Наиболее полно этот процесс проявляется в насыщенных экосистемах. Аральское море с небольшим количеством видов в этом плане является уникальным объектом для наблюдений за проявлением реакций организмов на повышение солености, причем можно ожидать в большинстве случаев совпадения опытных данных с наблюдениями в природе.

Таблица 10.3

**Средняя численность и биомасса отдельных видов и групп зообентоса култуков, мелководий (август-сентябрь) и открытой части (июль) Аральского моря в 1976 г. (по: Андреев, Андреева, 1990а), экз./м²
г/м²**

| Соленость, % | <i>Nereis diversicolor</i> | <i>Chironomidae</i> | <i>Dreissena</i> | <i>Cerastoderma</i> | <i>Hypanisis</i> | <i>Syndosmya segmentum</i> | <i>Theodoxus pallasi</i> | <i>Caspiohydrobia</i> |
|----------------------|----------------------------|---------------------|---------------------|---------------------|------------------|----------------------------|--------------------------|-----------------------|
| Открытое море | | | | | | | | |
| 14.0 | $\frac{381}{15.5}$ | $\frac{1}{<0.1}$ | $\frac{53}{3.5}$ | $\frac{81}{23.1}$ | $\frac{1}{0.3}$ | $\frac{627}{74.4}$ | $\frac{29}{0.4}$ | $\frac{766}{2.3}$ |
| Култуки и мелководья | | | | | | | | |
| 14.1–16.0 | $\frac{996}{6.7}$ | $\frac{20}{0.1}$ | $\frac{36}{2.7}$ | $\frac{484}{11.5}$ | $\frac{12}{0.8}$ | $\frac{72}{8.1}$ | $\frac{180}{1.1}$ | $\frac{420}{0.8}$ |
| 16.1–18.0 | $\frac{1340}{5.8}$ | — | — | $\frac{1040}{7.8}$ | $\frac{40}{8.9}$ | $\frac{200}{8.0}$ | $\frac{40}{0.7}$ | $\frac{600}{1.0}$ |
| 18.1–20.0 | $\frac{1070}{16.3}$ | $\frac{1610}{3.2}$ | $\frac{1060}{15.8}$ | $\frac{70}{7.1}$ | — | $\frac{2200}{208.9}$ | $\frac{980}{8.2}$ | $\frac{3130}{7.4}$ |
| 24.1–26.0 | $\frac{160}{8.8}$ | — | — | $\frac{440}{742.3}$ | — | $\frac{1360}{350.1}$ | $\frac{180}{4.8}$ | $\frac{800}{2.6}$ |
| 26.1–28.0 | $\frac{320}{24.3}$ | — | — | $\frac{600}{13.1}$ | — | $\frac{360}{75.0}$ | — | $\frac{40}{0.1}$ |

Полученные в эксперименте пределы фенотипической изменчивости очерчивают генотипически определенную норму реакции к конкретному фактору среды (Хлебович, 1981). Эту важнейшую экологическую характеристику называли "потенциальной резистентностью" (Карпевич, 1947в), экологическим диагнозом вида (Kinne, 1957), физиологическим ареалом (Кроган, 1964).

Основываясь на фактическом материале, изложенном в ряде работ (Карпевич, 1946, 1947в, 1953б, 1955б, в, 1960в; Segerstråle, 1949; Dahl, 1956; Remane, 1958; Schlieper, 1958; Schmitz, 1959) и собственных данных, В.В. Хлебович (1974) сформулировал вывод, что в бесприливных морях с плавным градиентом изогалин соленостные границы экологического распространения видов обычно совпадают с физиологическим пределом адаптации к меняющейся солености. Этот вывод можно распространить на Аральское море и другие замкнутые водоемы, где соленость воды основной акватории может длительное время сохраняться близкой к физиологическому пределу адаптации видов.

По отношению к фактору солености существование вида на границе экологического ареала во многих случаях обеспечивается возможностью образования популяций, не способных к размножению в данных конкретных условиях, но периодически подвергающихся воздействию вод с соленостью, пригодной для размножения. Образование таких популяций обуславливается разницей в соленостных потребностях взрослых особей и их личинок. Повидимому, они имеют место, как в области низкой, так и в области высокой солености от диапазона солености, при которой возможно размножение. В случае аномальных приливов или нагонов личинки могут проникать далеко от мест стабильных поселений, куда воды необходимой солености не доходят ряд лет, образуя псевдопопуляции. Широко эвригалинных беспозвоночных морского происхождения, способных жить во взрослом состоянии при солености ниже барьера критической солености, но требующих для размножения соленость воды выше критической солености, предложено называть физиологически пресноводными морскими организмами (Хлебович, 1974, 1977).

Полное зарегулирование стока рек Сырдарьи и Амударьи в конце 70-х годов привело к исчезновению опресняемых зон в устьевых районах, что лишило солоноватоводные виды убежищ и возможности их размножения в этих локальных участках с последующим расселением по акватории моря.

Специфическая фауна в водоемах с соленостью воды, отличной от пресной и океанической, находится в зависимости от длительности существования водоемов и степени изолированности их от океана (Паули, 1954; Хлебович, 1962). Например, В.В. Хлебович (1962) считал маловероятным формирование специфической фауны пересоленных лагун из морской стеногалинной ввиду геологической эфемерности последних.

Аральское море, как молодой водоем, практически не имеет эндемичных видов. Формирование его фауны шло за счет широко распространенных эвригалинных пресноводных по происхождению видов, галофильных видов, сформировавшихся в минерализованных водоемах аридной зоны, эвригалинных видов морского происхождения и так называемых "каспийских" видов. Если с отношением первых трех групп к фактору солености более или менее ясно из их названия, то с "каспийскими" видами, имевшими до зарегулирования стока рек большое значение в планктоне и бентосе Арала, следует разобраться более подробно.

Ф.Д. Мордухай-Болтовской (1960, 1978б) под "каспийской" фауной подразумевал своеобразный комплекс организмов из разных систематических групп, обитавших в полном составе в Каспийском море. При таком подходе к "каспийской" фауне были отнесены виды с различными экологическими требованиями и различных мест происхождения.

По нашему мнению (Андреев, Андреева, 1998а), среди каспийской фауны, в понимании Ф.Д. Мордухай-Болтовского (1960, 1978б), следует различать виды, становление которых протекало собственно в Каспийском море, и виды, мигрировавшие в Каспий из других водоемов и получившие название "каспийских" лишь в силу первоначально лучшей изученности фауны Каспийского моря или сохранившиеся в Каспии как последнем убежище.

Развитие первой группы – собственно каспийских видов – обусловлено спецификой исторических и гидролого-гидрохимических особенностей Каспийского моря.

Как отмечает Я.И. Старобогатов (1970), при обсуждении истории фауны южных замкнутых водоемов Европы (в том числе и Каспия) обычно молчаливо принимают, что это – моря. Поэтому обращают главное внимание на отличие бассейнов типа Каспия от настоящих морей по солености, в чем и видят основную причину своеобразия их фауны как резко измененной морской, в то время как главная причина своеобразия фауны водоемов подобных Каспию в том, что это не моря, а озера, во многом аналогичные гигантским пресным водоемам вроде Байкала и Танганьики и не имеющие аналогов среди морских бассейнов. К сказанному добавим, что большое значение для формирования специфической фауны Каспия имели еще и особенности его гидрохимического режима.

По своему составу воды Каспия отличаются от вод морей с океаническим составом в сторону увеличения содержания Ca^{2+} , Mg^{2+} , SO_4^{2-} . Особенности ионного состава воды приводят к сдвигу барьера критической солености с 5–8 до 7–11 ‰ (Аладин, 1983б). Современная соленость воды Среднего и Южного Каспия лишь немного превышает барьер критической солености. В историческом плане, согласно Б.Ф. Григорьеву и П.Ф. Гожик (1976), соленость воды Каспийского моря, начиная с позднего плиоцена, колебалась незначительно, но при этом неоднократно пересекалась зона критической солености.

Рассматривая историю малакофауны Каспийского моря, Я.И. Старобогатов (1970) подчеркивает, что "...акчагыльская фауна не имеет преемственной связи с фаунами бассейнов непосредственно предшествующих эпох ..." (С. 162). Считается, что все разнообразие акчагыльской фауны возникло в результате эндемичного развития в самом бассейне и может быть выведено от весьма ограниченного числа предков (Андрусов, 1906; Колесников, 1950; Ализаде, 1954). Акчагыльская фауна по систематическому составу была весьма далека от современной каспийской, лишь дальнейшее ее преобразование в апшеронскую привело к появлению современных каспийских родов (Старобогатов, 1970).

Предполагается, что предшествующий Акчагыльскому озеру-мору Балаханский водоем был гипергалинным и солонатовая вода Акчагыльского озера-моря есть, результат смешения пресной воды возросшего речного стока с соленой водой Балаханского моря (Квасов, 1966; Квасов с соавт., 1969). Именно пульсация солености воды крупного внутриматерикового водоема и создали предпосылки к своеобразному формированию фауны Каспийского моря. При опреснении воды ниже барьера критической солености все виды морского происхождения (если они были в Каспии?) либо погибли, либо должны были кардинально перестроить ряд физиологических процессов. Отсутствие связи с открытым морем затрудняло пополнение фауны Каспия видами морского происхождения, практически единственным источником для пополнения фауны Каспийского моря были пресные воды.

Вода Каспийского моря с соленостью более 2–3 ‰ уже непригодна для жизнедеятельности большинства пресноводных видов, то есть имелась в какой-то мере экологически обособленная арена жизни, освоить которую смогли немногие виды. Например, среди кладоцер это сделали только виды имеющие замкнутую выводковую сумку у партеногенетических самок, причем они четко разделяются на две группы. В первую группу относятся представители семейств *Cercoragidae* и *Polyphemidae*, неизвестные в водах океанического состава при солености выше барьера критической солености. Во вторую – представители семейства *Podonidae*, родственные морским ветвистоусым ракообразным.

При изучении соленостных адаптаций и осморегуляторных способностей ветвистоусых ракообразных из Каспийского моря (Аладин, 1982б) было установлено, что представители *Cercoragidae* и *Polyphemidae* способны только к гиперосмотической регуляции, то есть к типу осморегуляции свойственному пресноводным ветвистоусым ракообразным (Fritsche, 1917; Беляев, 1950). Напротив, каспийские *Podonidae* при солености более 8 ‰ способны переходить к гипоосмотической регуляции, свойственной морским

Cladocera (Хлебович, Аладин, 1976; Аладин, 1978, 1982а; Potts, Durning, 1980).

Пресноводные по происхождению Cercopagidae и Polyphemidae смогли освоить соленость вод Среднего и Южного Каспия, где они довольно многочисленны (Мордухай-Болтовской, 1968), но, во времена существования полигалинных заливов Кайдак и Комсомолец на севере Каспия, представители этих семейств не были отмечены там (Бенинг, 1937, 1940; Кусморская, 1939). По опытным данным для каспийского *Polyphemus exiguus* G. Sars соленостный толерантный диапазон был от пресной воды до 14 ‰ (Аладин, 1982б). Очевидно, соленость каспийской воды порядка 14 ‰ является предельной для данных семейств.

Морские ветвистоусые ракообразные имеют лимногенное происхождение (Хлебович, Аладин, 1976; Аладин, 1982а). По данным ряда авторов (Lillieborg, 1901; Jorgensen, 1933; Ramner, 1933; Долгопольская, 1958; Remane, Schlieper, 1971; Мордухай-Болтовской, 1978а), обобщенных и дополненных Н.В. Аладиным (1986а), вторичноморские ветвистоусые ракообразные имеют широкий соленостный толерантный диапазон от нормальной океанической солености до солоноватых вод. В природных водах океанического состава они имеют только гипоосмотическую регуляцию (Хлебович, Аладин, 1976; Аладин, 1978, 1982а; Potts, Durning, 1980), но в условиях специфического ионного состава вод Каспийского моря для морских ветвистоусых ракообразных возможно быстрое возвращение к предковому типу осморегуляции. Так, *Pleopis polyphemoides* (Leuck.), населявший все открытые моря, после постройки Волго-Донского канала проник из Азово-Черноморского бассейна в Каспий (Мордухай-Болтовской, 1962). До попадания в Каспийское море *P. polyphemoides*, как в природе, так и в экспериментальных условиях демонстрировал исключительно способность к гипоосмотической регуляции (Аладин, 1982а, б). В Каспийском же море менее чем за 20 лет произошло возвращение этого вида к амфиосмотической регуляции гемолимфы (Аладин, 1982б, 1986б).

Все населяющие Каспий Podonidae способны к амфиосмотической регуляции гемолимфы (Аладин, 1982б). Обладая способностью к амфиосмотической регуляции каспийские Podonidae могли неоднократно выдерживать опреснение моря несколько ниже барьера критической солености, что способствовало их сохранению в Каспии. Несомненно, что в Каспийское море предки большинства современных каспийских Podonidae попали давно и успели дать ряд специфических видов.

Обсуждая пути проникновения моллюсков в Каспийское море, Я.И. Старобогатов (1970) допускал вселение в Акчагыльский бассейн из пресных вод *Dreissena*, *Pyrgula*, *Theodoxus*, а в целом считал, что "...каспийская фауна современного типа сформировалась в результате слияния апшеронской и позднеплиоценовой черноморских фаун. Каждая из названных фаун может считаться наиболее древним вариантом каспийской. Первая из них явилась результатом переработки акчагыльской фауны в Каспийском бассейне, а вторая сформировалась за счет отдельных остатков паннонско-понтийской фауны и вселенцев из пресных вод (преимущественно мезолимнических); в начале четвертичного периода эволюция фауны шла интенсивно в обоих бассейнах, однако в дальнейшем в черноморском бассейне она была прервана вторжением морских вод, тогда как в Каспийском она привела к появлению значительного числа эндемичных видов" (С. 174).

Имеющийся экспериментальный материал по соленостной резистентности моллюсков Каспийского моря *Hypanis caspia* (Eichw.), *H. vitrea* (Eichw.), *Didacna trigonoides* (Pall.) и др. (Карпевич, 1946, 1947а, в, 1953а, б) указывает на формирование большинства каспийских моллюсков от пресноводных форм. Все исследованные ею моллюски, за исключением *Dreissena caspia* (Eichw.) и *Cerastoderma* spp. [= *Cardium edule* (L.)], могли в условиях эксперимента существовать только при солености менее 15 ‰, то есть имели пресноводное происхождение. Верхний предел солености каспийской воды для *Dreissena caspia* около 18 ‰. *D. caspia*, очевидно не так давно, преодолев барьер критической со-

лености, стал солоноватоводным видом пресноводного происхождения. Формирование *D. caspia*, несомненно, проходило в изолированном бассейне так как он не выдерживает конкуренции с средиземноморскими видами. Вселение в Каспий *Mytilaster lineatus* (Gmel.) привело к выпадению *Dreissena caspia* из фауны моря (Логвиненко, 1965).

Что касается Caspiohydrobia, то эти моллюски должны быть исключены из списка каспийских видов, поскольку они, как это было убедительно показано (Старобогатов, Андреева, 1981; Андреев, 1987), сформировались в соленых водоемах аридной зоны внутренних частей Азии.

Среди исследованных Cumacea и Amphipoda только *Niphargoides* (*Pontogammarus*) *robustoides* (Grim) и *N.(P.) maeoticus* (Sow.) в экспериментальных условиях выдерживали соленость более 13 ‰ (Романова, 1956), то есть представители этих отрядов также вселились в Каспийское море из пресных вод.

Освоение своеобразного водоема со специфическим составом солей и неоднократным изменением общей минерализации привело к созданию различных экологических группировок животных по отношению к фактору солености. Так, среди каспийских видов (s. str.) по экспериментальным данным (Карпевич, 1946, 1947а, в, 1952, 1953а, б, 1955а, 1958, 1964а, 1975; Романова, 1956, 1958, 1959) можно выделить виды, толерантные ко всему диапазону солености каспийских вод – от совершенно пресной воды до 12–15 ‰ *Niphargoides* (*Stenogammarus*) *compressus* (G.O. Sars), *Corophium nobile* G.O. Sars, *Paramysis lacustris*, *P. intermedia*, *Dreissena polymorpha andrusovi* (Andr.) и др.; виды, выдерживающие опреснение только до солености 1–2 ‰ и осолонение до 12–15 ‰ *Panderites podoceroideis* (Grimm), *Niphargoides* (*Stenogammarus similis*) (G.O. Sars), *Corophium mucronatum* G.O. Sars, *Hypanis caspia* (Eichw.) и др.; виды толерантные к узкому диапазону солености 5–15 ‰ *Didacna trigonoides* (Pall.), *Amatihillina spinosa* (Grimm) и др. Необходимо отметить, что хотя экспериментальные данные имеются для небольшого числа видов, но они хорошо со-

гласуются с группировками, выделяемыми по нахождению в природе. Например, Н.Н. Романовой (1973) все Amphipoda подразделяются на три группировки: 1 – виды заходящие в дельты рек и встречающиеся в Северном, Среднем и Южном Каспии; 2 – виды, обитающие в опресненных зонах Северного, Среднем и Южном Каспии; 3 – виды, населяющие только Средний и Южный Каспий.

Таким образом, под каспийской фауной (s. str.) мы (Андреев, Андреева, 1998а) понимаем виды, вселившиеся в Каспийское море в основном из пресных вод и приспособившиеся к существованию в условиях специфического ионного состава каспийской воды до солености 12–13 ‰, или виды, обладающие способностью к амфиосмотической регуляции, что позволяло им выдерживать неоднократные переходы солености воды в Каспии через барьер критической солености. Каспийская фауна в основном четко экологически обособлена от пресноводной фауны этого бассейна.

Итак, в Аральском море в период до зарегулирования стока рек было всего несколько, в таком понимании, каспийских видов. Это представители ветвистоусых ракообразных семейств Podonidae и Cercopagidae: *Podonevadne trigona*, *P. camptonyx*, *P. angusta*, *Evadne anonyx*, *Cercopagis pengoi aralensis*; моллюски: *Hypanis vitrea bergi*, *H. minima minima*, *H. m. sidorovi*, *Dreissena caspia pallasi*.

Один из доминантов аральского зообентоса *Dreissena polymorpha obtusecarinata* со сходным соленостным толерантным диапазоном с каспийскими видами сформировался уже в Аральском море от пресноводного *Dreissena polymorpha aralensis*. Еще один доминант аральского зообентоса *Chironomus behningi* – пресноводный по происхождению вид, распространен также в озерах низовьев р. Сырдарья и не известен из водоемов с соленостью более 14 ‰.

Определившись с трудностями по выделению границ хорогалинной зоны, барьерных соленостей и с каспийскими видами можно перейти к типологии вод Аральского моря на основе гидробиологических данных. Еще раз подчеркнем, – истинное поло-

жение барьерных границ маскируется и не может быть точно выделено ни по экспериментальным данным, ни по наблюдениям в природе, а указывается с известной долей приближения.

Скачкообразное изменение фауны в култуках Аральского моря, приуроченное к солёности воды 12–16, 23–25 и 32 ‰, было отмечено ещё Н.З. Хусаиновой (1958). К сожалению ею не были приведены фактические материалы, подтверждающие обоснованность выделенных диапазонов солёности, влияющих на качественный состав фауны.

Как показали более поздние исследования (Андреев, 1981; Андреев, Андреева, 1981, 1990а; Аладин, 1983б) первый из указанных Н.З. Хусаиновой (1958) диапазонов солёности, правда более узкий — 12–14 ‰, разделяет пресноводную и морскую фауны и соответствует барьеру критической солёности 5–8 ‰ для вод с океаническим составом. Получил подтверждение и второй диапазон солёностей указанных Н.З. Хусаиновой (1958).

Н.В. Аладиным (1990), на базе концепции относительности и множественности зон барьерных солёностей (Аладин, 1988), определено в Аральском море 5 барьерных солёностей: 7–11, 22–28, 36–42, 50–56, 66–77 ‰. Мы (Андреев, 1990, Андреев, Андреева, 1990а, 1991б; 1998а) высказали другое мнение о положении барьерных солёностей в Аральском море.

В Аральском море выделяются 4 барьерные солёности (рис. 10.1).

Первая барьерная солёность 3–5 ‰ ограничивает распространение собственно пресноводной фауны. Её преодолевают только эвригалинные пресноводные виды. Наличие этой барьерной солёности и позволило иметь своеобразный, резко отличающийся видовой состав беспозвоночных животных, населяющих Арал.

Вторая барьерная солёность 12–14 ‰, как это уже отмечалось выше, соответствует критической солёности 5–8 ‰ морских вод с океаническим составом. Она разделяет два главных типа фаун –

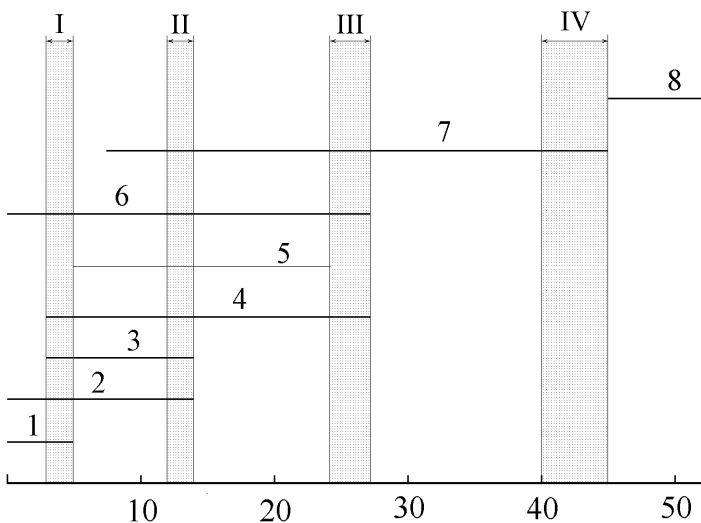


Рис. 10. 1. Положение барьерных соленостей в Аральском море и соленостные толерантные диапазоны видов, населяющих его (по: Андреев, Андреева, 1998а):

По оси абсцисс – соленость, ‰. I – первая барьерная соленость, II – вторая барьерная соленость, III – третья барьерная соленость, IV – четвертая барьерная соленость; 1 – пресноводные виды, 2 – пресноводные эвригалинные виды, 3 – каспийские виды, 4 – каспийские виды способные к амфиосмотической регуляции, 5 – собственно солоноватоводные виды, 6 – солоноватоводные виды пресноводного происхождения, 7 – эвригалинные виды морского происхождения и галофильные виды материковых вод, 8 – гипергалинные виды.

пресноводную и морскую. Преодолевать ее могут только широко эвригалинные беспозвоночные морского происхождения, способные переходить при опреснении от состояния изоосмотичности с окружающей водой к гиперосмотической регуляции, вторично-морские животные пресноводного происхождения, обладающие способностью к амфиосмотической регуляции и солоноватоводные виды пресноводного происхождения.

Третья барьерная соленость 24–28 ‰ (в ранних работах 25–30 ‰) является границей распространения для солоноватоводных видов пресноводного происхождения и каспийских видов способных к амфиосмотической регуляции гемолимфы.

Четвертая барьерная соленость 40–45 ‰ ограничивает распространение эвригалинных видов морского происхождения и, очевидно, является нижней границей распространения для гипергалинных видов. Следует отметить, что если первые три барьерные солености подтверждены наблюдениями в природе, то четвертая выделяется на основании экспериментальных данных по соленостной резистентности эвригалинных видов морского происхождения и, возможно, ее границы будут уточнены в дальнейшем.

Концепция критической солености биологических процессов постулирует, что в соленостном градиенте как внешней среды, так и внутренней среды (кровь, лимфа, полостная жидкость), многие процессы меняются не линейно, а с резким перегибом соответствующих кривых в узком диапазоне около 5–8 ‰ в водах океанического состава и причина этого заключается в свойствах растворов солей с доминированием NaCl. Действительно, критическая соленость буквально разделяет пресноводные и морские биологические комплексы, воды с различными физико-химическими свойствами и скоростями седиментации и флокуляции коллоидов (Хлебович, 1965, 1974, 1996; Khlebovich, 1968, 1969, 1990).

В предыдущих главах (3–9) рассмотрен состав и количественное развитие зоопланктона, зообентоса, ихтиофауны и изменения внутренней среды у ряда гидробионтов в зависимости от солености на основании чего были выделены барьерные солености. Теперь рассмотрим как изменяются физико-химические свойства вод Аральского моря в области барьерных соленостей.

Так, по данным А.Г. Цыцарина и А.Л. Лобова (1995) в Аральском море барьер между речными и морскими водами в среднем расположен в области значений 2.5 ‰, а его нижняя и верхняя границы соответственно в области 1.5 и 3–4 ‰. В переходной зоне

отношение иона кальция и карбонат иона к иону хлора падает соответственно с 1.1 и 1.2 в водах Сырдарьи и с 2.2 и 2.3 в водах Амударьи до 0.15. Изменение положение границы барьера от 3 (весна) до 2 (лето) и 4 (осень) обусловлено существенным влиянием температуры воды на растворимость карбоната кальция, а также от содержания карбонатов в речной воде, чрезвычайно изменчивого во времени под влиянием химического, водного, твердого стоков реки.

Аральская вода была насыщена карбонатом кальция еще при квазистационарном режиме моря при солёности 10 ‰ (Блинов, 1956). В конце 40-х годов даже сообщалось о выпадении кальцита (Бродская, 1949). Небольшое повышение солёности воды в 60-х годах вызвало нарушение равновесия солевой системы моря, и началось значительное осаждение солей. Считается, что при концентрации морской воды в период с 1961 по 1970 гг. выпало в осадок 2.39 млн. т карбонатов, а в 1971–1980 гг. — 4.34 млн. т (Гидрометеорология..., 1990). Рост солёности в этот период сопровождался ростом абсолютного содержания всех ионов при этом при солёности около 14 ‰ сильно возрастала дисперсия содержания Mg^{2+} и Ca^{2+} (Лобов с соавт., 1995).

Во второй половине 80-х годов для солевого состава воды Аральского моря был важен процесс выпадения в осадок $CaSO_4$, так как он привел к уменьшению концентраций Ca^{2+} и SO_4^{2-} в воде и метаморфизации солевого состава. Степень пересыщения гипсом имеет ярковыраженную связь с температурой и солёностью воды: аральская вода становится насыщенной гипсом при температурах выше 20 градусов Цельсия и солёности более 20.0 ‰.

Увеличение средней солёности Аральского моря практически не сказывалось на характере связи $Ca(\text{‰}) = f(Cl(\text{‰}))$ вплоть до 1989 г. (средняя солёность около 27 ‰), так как седиментация $CaSO_4$ еще не оказывала влияния на абсолютную концентрацию кальция. После 1989 г. произошло скачкообразное изменение коэффициентов данной связи (Лобов, 1994):

$\text{Ca} \text{ ‰} = 0.182 + 0.0912\text{Cl} \text{ ‰} - 0.0034\text{Cl}^2 \text{ ‰}$ (для периода до 1989 года)

$\text{Ca} \text{ ‰} = 0,033 + 0.0860\text{Cl} \text{ ‰} - 0.0025\text{Cl}^2 \text{ ‰}$ (для периода 1989–1992 гг.).

Для гидрокарбонат-иона перестройка солевой системы моря в 1989 г. сопровождалась тоже изменением коэффициентов в соотношении хлорности и концентрации HCO_3^- (Лобов, 1994):

$\text{HCO}_3 \text{ ‰} = 0.12 + 0.016\text{Cl} \text{ ‰} - 0.0004\text{Cl}^2 \text{ ‰}$ (для периода до 1989 года)

$\text{HCO}_3 \text{ ‰} = 0.19 - 0,009\text{Cl} \text{ ‰} + 0.0007\text{Cl}^2 \text{ ‰}$ (для периода 1989–1992 гг.).

На соленость 24.7 ‰ приходится переход вод Аральского моря из класса солоноватых в класс морских, где температура наибольшей плотности становится равной температуре замерзания. При этой солености происходит принципиальная перестройка зимнего охлаждения водоема от пресного типа к морскому (Цыцарин, Лобов, 1995).

При солености 40–45 ‰ солевая система Аральского моря в очередной раз переходит в неустойчивое состояние (Цыцарин, Лобов, 1995; см. рис. 2.6–2.9).

Как видим, при всех барьерных соленостях происходят значительные изменения физико-химических свойств вод Арала.

Определив барьерные солености, охарактеризуем состав фауны и флоры водных масс, заключенных между ними, как интегральный показатель взаимодействия комплекса абиотических и биотических факторов вдоль оси смешения пресных вод реки, осолоненных вод моря и высокоминерализованных вод заливов.

1. Водные массы с минерализацией воды менее 3–5 ‰. В период до зарегулирования стока рек они были локализованы в приустьевых заливах рек Сырдарья и Амударья. Они имели небольшой объем и занимали ограниченную площадь. В отдельных заливах из-за отсутствия стока пресноводная фауна развивалась не ежегодно. Населяли эти водные массы обычные широко распространенные в пресных водах этого региона виды. Большинство

видов животных попадало сюда с речным стоком. Из 39 видов гидромакрофитов, отмеченных для Аральского моря К.В. Доброхотовой (1971), за пределы этой водной массы выходили всего 9 видов, причем только 2 вида не были отмечены при минимальной солености.

2. Водные массы, заключенные между двумя барьерными соленостями 3–5 и 12–14 ‰, в период до зарегулирования стока рек занимали почти всю акваторию Аральского моря (рис. 10.2). Среди флоры и фауны, населявших эту водную массу, имелись: во-первых, пресноводные эвригалинные виды; во-вторых, каспийские виды; в-третьих, солоноватоводные виды пресноводного происхождения и в-четвертых, эвригалинные виды морского происхождения и галофильные виды материковых вод.

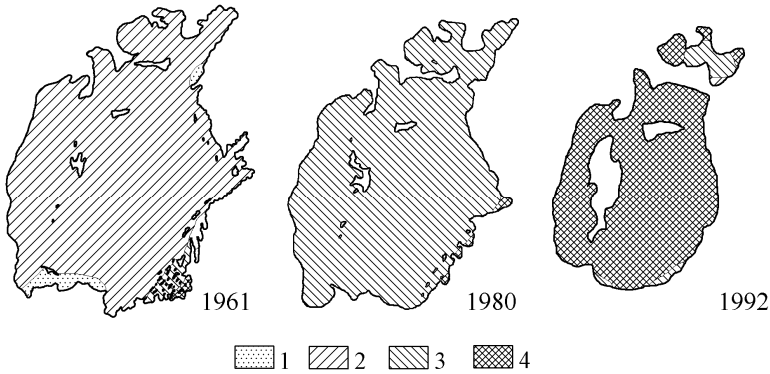


Рис. 10. 2. Схема распределения водных масс в Аральском море (по: Андреев, Андреева, 1998а).

1 – водные массы с минерализацией менее 3–5 ‰, 2 – водные массы, заключенные между барьерными соленостями 3–5 и 12–14 ‰, 3 – водные массы, заключенные между барьерными соленостями 12–14 и 24–28 ‰, 4 – водные массы с минерализацией более 24–28 ‰.

Среди пресноводных эвригалинных видов можно выделить виды, проникавшие в эту водную массу только до предела своей толерантности к фактору солености и не игравших заметной роли

в создании биомассы зоопланктона и зообентоса, и группу видов, имевших, хотя бы периодически, большое значение в создании численности и биомассы зоопланктона и зообентоса. К первым относятся: *Alona rectangula*, *Acanthocyclops bisetosus* и др., ко вторым – *Chironomus behningi*, *Cyclops vicinus*, *Mesocyclops leuckarti*, *Thermocyclops crassus*, *Ceriodaphnia reticulata* и др. Среди последних особняком стоит *Dreissena polymorpha obtusecarinata*. Этот подвид сформировался уже непосредственно в Аральском море и по соленостным требованиям соответствует каспийским видам.

Каспийские виды являются характерным элементом водных масс, заключенных между барьерными соленостями 3–5 и 12–14 ‰. Для моллюсков *Hypanis vitrea bergi*, *H. minima minima*, *H. m. sidorovi*, ракообразного *Cercopagis pengoi aralensis* существование при другой солености, очевидно, невозможно, эти виды в ходе эволюционного развития приспособились к существованию именно в таких водных массах. Возникнуть указанные виды в Арале не могли, они проникли в Аральское море из Каспийского и различия их с видами из материнского водоема достигли еще только подвидового уровня. Каспийские ракообразные семейства Podonidae, обладая способностью к амфиосмотической регуляции гемолимфы, населяют как эту, так и следующую водную массу.

За исключением колюшки и судака все аборигенные виды рыб относились к пресноводным эвригалинным видам и обитали в диапазоне от пресной воды до солености 14–15 ‰. Салака и случайные вселенцы: атерина и бычки акклиматизировались в Арале, когда именно эта водная масса занимала основную акваторию. Они толерантны к широкому диапазону солености и, как и колюшка, встречались в море до солености 40 ‰.

Морские эвригалинные виды и галофильные виды материковых вод в водной массе, заключенной между барьерными соленостями 3–5 и 12–14 ‰, были малочисленны, хотя представители рода *Cerastoderma* проникали в Аджигайский залив до солености 4–7 ‰. Считалось, что молодь *Cerastoderma* заносится из откры-

того моря течениями (Деньгина, 1957). Возможно, это был *C. rhomboides rhomboides*, выпавший из фауны Арала при повышении солености более 12–14 ‰. По Р.С. Деньгиной (1954, 1957) *Caspihydrobia* в заливах юга Аральского моря достигали при солености 4–7 ‰ средней численности 2543 экз./м², в самом же море их численность была низкой, а расцвет этой группы в целом начинается в следующей водной массе (см. табл. 10.1, 10.2).

В результате осолонения Аральского моря исчезли водные массы, заключенные между соленостью 3–5 и 12–14 ‰, как исчезли и специфические каспийские виды населявшие их, так как при полном зарегулировании стока рек для них не нашлось убежищ в устьях рек.

3. Водные массы, заключенные между барьерными соленостями 12–14 и 24–28 ‰ в период до зарегулирования стока рек были распространены только в осолоненных заливах. Здесь получали расцвет галофильные виды материковых вод (*Caspihydrobia*) и морские эвригалинные виды (*Cerastoderma isthmicum*), а впоследствии и акклиматизанты (*Syndosmya segmentum* и *Nereis diversicolor*). В период повышения солености воды в море в этой водной массе обитали каспийские виды способные к амфиосмотической регуляции гемолимфы.

Специфическими для этой водной массы являлись солоноватоводные виды: *Dreissena caspia pallasii* и *Theodoxus pallasii*, причем если последний может обитать в первых двух водных массах, то *D. c. pallasii*, похоже, из предыдущей водной массы вытеснялся *D. polymorpha obtusecarinata*.

Из промысловой ихтиофауны в этой водной массе сохранялся только судак, бывший в начале 80-х годов единственной промысловой рыбой в Арале.

В результате осолонения моря водная масса от 12–14 до 24–28 ‰ перешла в следующую водную массу, при этом были утрачены, за исключением *Podonevadne camptonux* и *Theodoxus pallasii*, все солоноватоводные виды и каспийские виды способные к амфиос-

мотической регуляции гемолимфы. *T. pallasi* сохранился в озерах низовьев р. Сырдарьи, а *Podonevadne camptonux* в Малом море, где началось опреснение.

4. Водные массы, заключенные между барьерными соленостями 24–28 и 40–45 ‰, до зарегулирования стока рек находились в самых удаленных от моря участках култуков при малых глубинах и, возможно, существовали только периодически, разбавляясь во время сильных нагонных ветров. В начале 90-х годов эти водные массы стали занимать основную акваторию Арала, но затем обильные поступления воды по р. Сырдарье опреснили Малое море и его водные массы вновь вернулись к предыдущей градации.

В условиях Арала водные массы от 24–28 и до 40–45 ‰ лишены специфических видов, населяют их эвригалитные виды различного происхождения (*Calanipeda aquaedulcis*, *Cerastoderma isthmicum*, *Syndosmya segmentum*, *Nereis diversicolor*, *Palaemon elegans*, колюшка, атерина, салака, несколько видов бычков) и галофильные виды материковых вод (*Caspihydrobia*).

5. В водных массах с соленостью более 45 ‰, очевидно, будут утрачены все эвригалитные виды и галофильные виды материковых вод. Населять их станут широко эвригалитные виды пресноводного происхождения, такие как *Moina mongolica*, уже появившийся в море при солености более 36 ‰, и *Artemia salina* (L.), который появится в море после выпадения рыб.

Водные массы, взятые каждая в отдельности, обладают относительной стабильностью условий существования. Проведенный нами (Андреева, Андреев, 1985, 1987, 1990б, в; Андреев, Андреева, 1998б) анализ изменения донных биоценозов и трофической структуры бентоса Аральского моря показал, что до зарегулирования стока рек все немногочисленные, обширные по площади биоценозы Арала, за исключением биоценозов осолоненных заливов восточного побережья, были сформированы пресноводными по

происхождению видами. Надо полагать, их длительное существование при малоизменяющемся режиме моря свидетельствует о соответствии климаксовой стадии развития биоценозов для данной водной массы и имеющегося набора видов. В переходный период (соленость 12–14 ‰) к следующей водной массе от 12–14 до 24–28 ‰ отмечались биоценозы, сформированные из представителей разных фаун при мозаичном распространении на ограниченной площади, большом числе, неустойчивости и недолговечности. При достижении солености по всем районам моря 14 ‰ и выше все биоценозы формируются, в основном, эвригаллиными видами морского происхождения и галофильными видами материковых вод, вновь появляются обширные биоценозы с доминированием одного-двух видов. Несмотря на продолжающееся падение уровня и осолонение моря биоценозы водной массы от 12–14 до 24–28 ‰, а затем и в следующей – были устойчивы. Возможно, в какой-то мере, устойчивости биоценозов Аральского моря в этот период способствовал ограниченный набор видов.

Подводя итоги обсуждению фауны водных масс, следует отметить специфику Аральского моря, обусловленную его изолированностью и бедностью видового состава.

В период до зарегулирования стока рек Арал был по существу аномально увеличенной зоной смешения пресной и соленой воды с соленостью немного ниже барьера критической солености. Именно довольно длительное существование обширного водоема при особом соотношении солей и общей низкой минерализации позволило сформироваться своеобразной экосистеме моря, причем почти все виды мигрировали в море из сопредельных территорий, включая Каспийское море. При резком сокращении притока пресной воды экосистема оказалась весьма неустойчивой, тем более, что в условиях полного зарегулирования стока рек наблюдалось нарушение плавного градиента солености вдоль оси смешения от пресных вод к наиболее минерализованным, вплоть до полного исчезновения отдельных водных масс. Это привело к выпадению

из фауны моря специфических видов, толерантных к узкому соленостному диапазону.

Изолированное положение моря внутри континента и высокая динамичность водных масс от 24–28 до 40–45 ‰ при квазистационарном режиме Арала обусловили отсутствие специфических видов для данной солености. Ограниченность видового состава привела к тому, что в водных массах с соленостью, превышающей барьер критической солености (12–14 ‰), стали преобладать немногочисленные эвригалинные виды (как местные, так и акклиматизированные) различного происхождения и галофильные виды материковых вод, толерантные к широкому соленостному диапазону.

Понятие о водных массах и устойчивости животного мира в пределах водной массы имеет большое практическое значение. Кризис Аральского моря приобрел большой общественный резонанс. В печати широко обсуждаются меры по улучшению экологической обстановки на побережье Арала. Возможно, будут приняты решения о заполнении водой близлежащих заливов к гг. Аральск и Муйнак или расчленения моря на ряд водоемов (Губа, 1978; Бортник, 1980б; Гидрометеорология..., 1990; и др.). В последние годы началось небольшое распреснение Малого моря, обусловленное обильными попусками воды по реке Сырдарье. Не исключено, что на месте Аральского моря будет несколько водоемов с индивидуальными гидролого-гидрохимическими режимами. В этом случае собственно Арал или вновь созданные водоемы могут иметь рыбохозяйственное значение, и для пополнения его фауны потребуется провести ряд акклиматизационных мероприятий. С позиций понятия о водных массах можно выбрать наиболее благоприятный гидрохимический режим для планируемых водоемов и провести целенаправленную акклиматизацию ценных видов беспозвоночных и рыб. При этом нужно помнить: аральскую фауну в первозданном виде восстановить уже нельзя, можно создать лишь только аралоподобную фауну с большой долей ак-

лиматизированных видов. Это обусловлено тем, что ряд специфических видов Арала: *Cercopagis pengoi aralensis*, *Dreissena polymorpha obtusecarinata*, *Dr. caspia pallasii*, *Hypanis vitrea bergi*, *H. minima sidorovi*, *H. m. minima* и др. – безвозвратно утеряны, а в водоемах низовьев рек Амударьи, Сырдарьи и самом Арале сохраняются акклиматизанты *Calanipeda aquaedulcis*, атерина, бычки.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Разрушение экосистемы Аральского моря началось во второй половине 50-х годов с печально известной неудачной попытки акклиматизировать из Каспия кефалей, когда в море были завезены креветка и короткоциклические сорные рыбы: атерина, 7 видов бычков и игла-рыба. Фаза вспышки численности аутоакклиматизантов совпала по времени с фазой вспышки численности планового вселенца – салаки. Появление огромного количества новых потребителей привело к резкому снижению в конце 50-х годов биомассы зоопланктона с 150 мг до 15 мг/м³, а в начале 60-х годов – и биомассы зообентоса с 22.1 до 9.3 г/м².

Акклиматизанты оказали отрицательное влияние на местную ихтиофауну. Особенно пострадали те виды, размножение которых проходило в море или опресненных заливах. Вселенцы практически уничтожили зоопланктон в море, тем самым лишив личинок корма, отчего резко снизилась эффективность или даже полностью были выведены из строя морские нерестилища. Действительно, уловы леща, и в какой то мере шемаи, держались на приемлемом уровне, а сазана и плотвы даже увеличивались в начале 60-х годов. Но когда промысел должен был базироваться на поколениях, рожденных в 1959–1960 гг., началось резкое, даже катастрофическое снижение общей добычи рыбы. Для поколений леща, сазана и ряда других рыб, рожденных в 1959–1960 гг. еще при высоком уровне моря и хорошей обеспеченности водой нерестилищ, единственным ограничивающим фактором явились именно вселенные короткоциклические рыбы.

Акклиматизация мизид, креветки, атерины и бычков имела далеко идущие последствия. Ранее численность жереха и судака в Аральском море ограничивалась на этапе перехода к хищному питанию отсутствием подходящих по размеру объектов питания.

Вселенцы заполнили этот пробел и вызвали резкий рост численности судака и жереха, после чего судак и жерех оказали угнетающее воздействие не только на новые кормовые объекты, но и на традиционные объекты питания (плотва, шема, чехонь и др.), что привело к снижению их численности и общему падению уловов.

Произошла существенная перестройка трофических связей. Если до внедрения акклиматизантов основным потребителем зоопланктона была молодь карповых рыб, имеющих наибольший удельный вес в промысле, то после – непромысловые атерина, бычок бубыр и молодь остальных видов бычков. Судак, жерех, окунь и сом начали питаться преимущественно непромысловыми акклиматизантами; шип стал потреблять бычков; лещ, плотва, сазан и усач перешли на питание акклиматизантами: моллюском *Syndosmya segmentum* и червем *Nereis diversicolor* и ранее малочисленными галюфильными моллюсками рода *Caspihydrobia*.

Работы по направленному формированию фауны беспозвоночных, хотя и не все вселенцы прижились, увенчались успехом. Акклиматизанты заняли ведущие места в зоопланктоне (*Calanipeda aquaedulcis*) и зообентосе (*Nereis diversicolor* и *Syndosmya segmentum*), причем по мере осолонения моря их доля в общей биомассе зоопланктона и зообентоса постоянно увеличивалась. Напротив, из всех многочисленных попыток вселить ценных промысловых рыб в Аральское море успехом увенчались лишь две. Прижились салака и камбала, промысловой численности в начале 90-х годов достигла только камбала.

Допущенный при акклиматизационных работах брак привел к появлению в Аральском море ряда нежелательных вселенцев. Это *Nitzchia sturionis*, *Rhithropanopeus harrisi tridentatus*, атерина и несколько видов бычков. Аутоакклиматизанты оказали большое отрицательное влияние на состояние промысловых стад мирных рыб и обусловили снижение уловов в середине 60-х годов в целом.

Опыт акклиматизационных работ на Аральском море указывает на необходимость тщательнейшего подхода к подбору ак-

лиматизантов и строжайшего соблюдения технологии отлова и перевозки интродуцентов, исключаящей завоз случайных вселенцев.

С 1961 г. к воздействию вселенцев на экосистему Аральского моря добавились новые мощные факторы: уменьшилось поступление пресной воды, началось падение уровня моря и повышение солености воды. Наиболее быстро и остро отреагировали на это большинство аборигенных рыб, так как уже при небольшом сокращении стока рек и понижении уровня моря началось разрушение основных нерестилищ сазана и леща – наиболее важных промысловых рыб Арала. С каждым годом поколения леща, сазана и других рыб были все менее и менее урожайные, а их добыча неуклонно снижалась.

В условиях падения уровня моря и повышения солености воды только два вида: судак и жерех – смогли увеличить свою численность, которая до вселения мизид, креветки, бычков и атерины сдерживалась из-за недостатка подходящего корма при переходе к хищному питанию. Появление многочисленных и оптимальных по размеру пищевых организмов резко повысило выживаемость молоди судака и жереха. И, несмотря на то, что основные нерестилища жереха были отрезаны плотинами, а судак, утратив морские нерестилища, стал совершать нерестовые миграции в реки, их численность, а соответственно и добыча, резко увеличились. Судак с середины 60-х годов по 1982 г. даже был основной промысловой рыбой Аральского моря.

К середине 70-х годов соленость воды в море превысила толерантность пресноводной аборигенной ихтиофауны. Всего лишь за 20 лет Аральское море, дававшее до 43 тыс. т рыбы, что составляло около 7 % добычи рыбы во внутренних водоемах СССР, полностью потеряло рыбохозяйственное значение. За исключением малочисленной салаки, все выдержавшие осолонение моря рыбы: бычки, атерина и колюшка – из-за малых размеров никогда для рыбной промышленности Арала не представляли интереса.

Последствия осолонения воды начали сказываться на фауне Аральского моря с середины 70-х годов, когда соленость воды в море достигла 12–14 ‰. Именно эта соленость в Аральском море является барьером критической солености, разделяющим два главных типа фаун – пресноводную и морскую. Поэтому повышение солености воды всего на 2–4 ‰ вызвало кардинальные перестройки в фауне моря. Пресноводные эвригалинные виды и каспийские виды, не способные к амфиосмотической регуляции, выпали, а в море получили массовое развитие эвригалинные виды морского происхождения и галофильные виды материковых вод. Следующее сокращение видового состава наблюдалось при солености 24–28 ‰, когда выпали солоноватоводные виды и каспийские виды, способные к амфиосмотической регуляции. Ожидается, что при солености 40–45 ‰ произойдет выпадение эвригалинных видов морского происхождения, и фауна Арала будет представлена только гипергалинными видами.

Переход через соленость 12–14 ‰ сопровождался быстрой перестройкой донных биоценозов, сформированных пресноводными по происхождению видами, в биоценозы, где руководящими видами стали эвригалинные виды морского происхождения и галофильные виды материковых вод. В переходный период отмечались биоценозы, сформированные из представителей разных фаун при мозаичном распространении на ограниченной площади, большом числе, неустойчивости и недолговечности.

С позиций концепции множественности барьерных соленостей и концепции барьера критической солености Аральское море как среда обитания представляло собой устойчивую во времени аномально увеличенную зону смешения пресной и соленой воды с соленостью выше первой барьерной солености и немного ниже барьера критической солености. Обычно же в водоемах зона смешения пресных и соленых вод занимает небольшую акваторию и весьма динамична в пространстве и времени. Именно специфика гидрологических и гидрохимических особенностей Аральского моря позволила сформироваться своеобразной фауне с небольшим

числом видов и преобладанием пресноводных эвригалинных и каспийских видов. Все это предопределило большую биоценологическую емкость и высокую ранимость экосистемы моря. Поэтому небольшое повышение солености воды, всего лишь на 4 ‰, вызвало катастрофические последствия для большинства водных животных, исконно присущих Аралу. Особенности строения дельт и полное отсутствие стока в отдельные годы по Сырдарье и Амударье предопределило отсутствие убежищ для специфических видов, где они могли бы пережить осолонение моря.

В результате акклиматизационных работ и осолонения моря получен водоем с чрезвычайно ограниченным набором видов, где основу биомассы зоопланктона и зообентоса создают акклиматизированные виды, а ихтиофауна практически полностью сформирована акклиматизированными видами, так как из аборигенной ихтиофауны сохранился всего лишь один широко эвригалинный представитель – аральская колюшка.

В начале 90-х годов Аральское море находилось на рубеже превращения в гипергалинный водоем, и только многоводность последних лет в сочетании с резкими политическими переменами в странах, расположенных в его бассейне, повлекшими снижение хозяйственной деятельности населения, позволило увеличить поступление пресных вод. Началось распреснение Малого моря и стабилизировался уровень Большого моря.

ВЫВОДЫ

1. Аральское море как среда обитания гидробионтов значительно изменилось по сравнению с периодом его квазистационарного режима. Помимо изменения морфометрических характеристик, резко повысилась соленость воды, наблюдается метаморфизация ионного состава воды, уменьшилось поступление биогенных элементов, понизилась температура воды в зимний период. Претерпели изменения и воды впадающих рек; они из гидрокарбонатно-кальциевых трансформировались в сульфатно-натриевые, в них возросло содержание биогенных и загрязняющих веществ. Море разделилось на два водоема с различными гидролого-гидрохимическими режимами.

2. В результате акклиматизационных работ в Аральское море вселялись или проникли из впадающих рек 16 видов беспозвоночных и 22 вида рыб. В море натурализовалось 9 видов беспозвоночных (*Nereis diversicolor*, *Calanipeda aquaedulcis*, *Paramysis lacustris*, *P. intermedia*, *P. ullskyi*, *Limnomysis benedeni*, *Palaemon elegans*, *Rhithropanopeus harrisi tridentatus* и *Syndosmya segmentum*) и 8 видов рыб (салака; атерина; бычки: бубырь, кругляк, головач, песочник, цуцик; камбала). Промыслом используется только камбала. В реках натурализовались белый и черный амуры, пестрый и белый толстолобы, змееголов, которые, пока соленость не превысила их адаптивные возможности, проникали в море.

3. Фауна собственно Арала при квазистационарном режиме, когда средняя соленость воды открытого моря составляла 10.2 ‰, была пресноводного типа с добавлением специфических каспийских видов, тогда как в осолоненных заливах преимущество в раз-

витии получали эвригалинные виды морского происхождения и галофильные виды материковых вод.

4. Осолонение моря отрицательно сказалось на биоразнообразии. Видовой состав зоопланктона открытого моря с 49 видов для квазистационарного периода сократился до 7 видов (в том числе 1 акклиматизант) в начале 90-х годов, зообентоса – с 61 вида и подвида до 27 (в том числе 4 акклиматизанта), рыб – с 33 видов до 9 (в том числе 8 акклиматизантов). Появились различия в фауне Малого и Большого морей, обусловленные их гидролого-гидрохимическими режимами.

5. Экспериментальные данные и наблюдения в природе показали наличие в Аральском море нескольких барьерных соленостей. Первая барьерная соленость (3–5 ‰) ограничивает распространение собственно пресноводных видов. Вторая (12–14 ‰) соответствует барьеру критической солености биологических процессов, она разделяет два главных типа фаун – пресноводную и морскую. Третья (24–28 ‰) является границей распространения солоноватоводных видов пресноводного происхождения и каспийских видов, способных к амфиосмотической регуляции гемолимфы. Четвертая (40–45 ‰) ограничивает распространение эвригалинных видов морского происхождения и является нижней границей распространения для гипергалинных видов.

6. Своеобразием ионного состава воды объясняется увеличение верхних пределов соленостных толерантных диапазонов у пресноводных видов и смещение барьера критической солености в Аральском море до 12–14 ‰.

7. Наибольшее сокращение видового состава зоопланктона, зообентоса и рыб произошло при переходе экосистемы моря через барьер критической солености (12–14 ‰). Барьер критической солености не смогли преодолеть все аборигенные промысловые рыбы, что привело к утрате морем рыбохозяйственного значения в начале 80-х годов.

8. В Аральском море под влиянием осолонения и акклиматизации немногим более чем за 20 лет произошла перестройка донных пресноводно-солоноватоводных биоценозов в биоценозы, где

руководящими стали эвригалинные виды морского происхождения, ранее крайне малочисленные в открытом море или же вселенные в Арал. Начальный период осолонения и внедрения 2–3 биоценоза, которые, как и до начала нарушения режима моря, характеризовались небольшим числом видов зообентоса и различались не столько по видовому составу, сколько по вселенцев характеризовался наличием большого числа малых по площади биоценозов и их чрезвычайной раздробленностью. По мере стабилизации условий обитания основную часть акватории занимали количественному соотношению одних и тех же видов.

9. В результате акклиматизации гидробионтов трофическая структура зоопланктона, зообентоса и ихтиофауны Аральского моря в 60–70-х годах значительно усложнилась. В море появились ранее там отсутствовавшие фитофаги, пелагические зоопланктонофаги и другие. В результате осолонения воды в конце 70-х годов началось резкое сокращение видового состава, отдельные трофические группировки утратили всех представителей, складывающаяся при этом трофическая структура определялась в большей степени уцелевшим набором видов, а не характером распределения пищи. В современных условиях трофическая структура зоопланктона, зообентоса и ихтиофауны практически не содержит хищных форм.

10. Водные массы, заключенные между барьерными соленостями, обладая относительной стабильностью условий обитания, являются аренами жизни, для каждой из которых возможно формирование специфических видов.

11. В результате осолонения моря и акклиматизационных работ получен водоем с чрезвычайно ограниченным набором видов и доминированием акклиматизантов во всех звеньях экосистемы.

ЛИТЕРАТУРА

Аверинцев С.В. Об увеличении пищевой базы для промысловых рыб Аральского моря (в порядке обсуждения) // Рыбн. хозяйство. – 1936. – № 8. – С. 93.

Аденбаев Е. Структура промыслового стада леща на юге Аральского моря // Биол. осн. рыбн. хоз-ва водоемов Ср. Азии и Казахстана: Матер. конф. – Фрунзе: Илим. – 1978. – С. 220–221.

Аденбаев Е.А., Тлеуов Р.Т. Изменение биологии аральского леща в связи с изменением режима Аральского моря // Тез. докл. конф. Биол. осн. рыбн. хоз-ва респ. Ср. Азии и Казахстана. – Ташкент-Фергана: Б. и. – 1972. – С. 163–164.

Акатова Н.А. Материалы к изучению зоопланктона низовьев р. Амударьи // Тр. Зоол. ин-та АН СССР. – 1950. – Т. 9, Вып. 1. – С. 79–89.

Аладин Н.В. Гипоосмотическая регуляция у морского ветвистоусого рачка *Penilia avirostris* // Журн. эвол. биохим. и физиол. – 1978. – Т. 14, № 6. – С. 599–601.

Аладин Н.В. Соленостные адаптации и осморегуляторные способности ветвистоусых ракообразных. 1. Формы из открытых морей и океанов // Зоол. журн. – 1982а. – Т. 61, Вып. 3. – С. 341–351.

Аладин Н.В. Соленостные адаптации и осморегуляторные способности ветвистоусых ракообразных. 2. Формы из Каспийского и Аральского морей // Зоол. журн. – 1982б. – Т. 61, Вып. 4. – С. 507–514.

Аладин Н.В. Соленостные адаптации и осморегуляторные способности ветвистоусых ракообразных. 3. Формы из солоноватых и пресных вод // Зоол. журн. – 1982в. – Т. 61, Вып. 6. – С. 851–860.

Аладин Н.В. Амфиосмотическая регуляция у эвригалинного ветвистоусого ракообразного *Moina mongolica* Daday // Гидробиол. журн. – 1983а. – Т. 19, № 1. – С. 76–81.

Аладин Н.В. О смещении барьера критической солености в Каспийском и Аральском морях на примере жаброногих и ракушковых ракообразных // Зоол. журн. – 1983б. – Т. 62, Вып. 5. – С. 689–694.

Аладин Н.В. Особенности осморегуляции гемолимфы ракушковых и жаброногих ракообразных из морских и континентальных солоноватых

вод // Тр. Зоол. ин-та АН СССР. – 1986а. – Т. 141. – С. 75–97.

Аладин Н.В. Прогнозирование качественного и количественного состава фауны ракушковых и жаброногих ракообразных в морских и континентальных водах с меняющейся соленостью // Тр. Зоол. ин-та АН СССР. – 1986б. – Т. 141. – С. 98–113.

Аладин Н.В. Концепция относительности и множественности зон барьерных соленостей // Журн. общ. биол., 1988. Т. 49, № 6. – С. 825–833.

Аладин Н.В. Зоопланктон и зообентос прибрежных вод о. Барсакельмес (Аральское море) // Тр. Зоол. ин-та АН СССР, 1989. – Т.199. – С. 110–114.

Аладин Н.В. Общая характеристика гидробионтов Аральского моря с точки зрения физиологии осморегуляции // Тр. Зоол. ин-та АН СССР, 1990. – Т. 223. – С. 5–18.

Аладин Н.В. Изучения влияния осолонения вод отчленяющихся заливов Аральского моря на гидробионтов // Тр. Зоол. ин-та АН СССР, 1991. – Т. 237. – С. 4–13.

Аладин Н.В. Соленостные адаптации Ostracoda и Branchiopoda. – Л.: Наука, 1996. – 206 с.

Аладин Н.В., Андреев Н.И. О нахождении *Podonevadne trigona* (G. Sars) в планктоне Аральского моря // Биол. основы рыбн. хоз-ва водоемов Ср. Азии и Казахстана: Тез. докл., Балхаш, 22–26 сент. 1981 г. Фрунзе: Илим. – 1981. – С. 214–216.

Аладин Н.В., Андреев Н.И. Влияние солености Аральского моря на изменение состава фауны ветвистоусых ракообразных // Гидробиол. журн. – 1984. – Т. 20, № 3. – С. 23–28.

Аладин Н.В., Котов С.В. Естественное состояние экосистемы Аральского моря и ее изменение при антропогенном воздействии // Тр. Зоол. ин-та АН СССР. – 1989. – Т. 199. – С. 4–25.

Аленицин В.Д. Предварительный отчет об исследованиях на Аральском море летом 1874 года // Тр. Санкт-Петербургского об-ва естествоиспыт. – 1874. – Т. 5, Вып. 2. – С. 122–131.

Аленицин В.Д. Отчет о результатах исследований на Аральском море // Тр. Санкт-Петербургского об-ва естествоиспыт. – 1875. – Т. 6. – С. 72–77.

Алиев Д.С. Размножение белого амура, белого и пестрого толстолобиков, интродуцированных в бассейн р. Амударья // Вопросы ихтиологии. – 1965. – Т.5, Вып. 4. – С. 593–599.

Алиев Д.С., Веригина И.А., Световидова А.А. Видовой состав рыб, завозимых вместе с белым амуром и толстолобиком из Китая // Мат-лы

совещ. по рыбохоз. освоению растительных рыб. – 1963. – С. 178–180.

Алиев А.Д., Пятакова Г.М. Видовой состав и распределение зообентоса Среднего и Южного Каспия // Биология Среднего и Южного Каспия. – М.: Наука. – 1968. – С. 80–104.

Ализаде А.А. Акчагыльский ярус Азербайджана. – Баку: Изд. АН Азерб. ССР, 1954. – Вып. 1–10. – С. 1–344.

Амиргалиев Н.А., Андреев Н.И., Накупбеков С.Н., Тагаева Ф.Т. Оценка качества морских вод по результатам наблюдений других организаций // Ежегодник качества поверхностных и морских вод и эффективности проведенных водоохраных мероприятий по территории республики Казахстан за 1993 г. – Алматы. – 1994. – С. 138–146.

Амиргалиев Н.А., Накупбеков С.Н., Тагаева Ф.Т., Супиева Х.Т. Оценка современного состояния уровня солевого режима и пестицидного загрязнения Аральского моря // Рыбные ресурсы водоемов Казахстана и их использование. – Алматы. – 1993. – С. 83–87.

Андреев Н.И. Итоги акклиматизации *Calanipeda aquaedulis* Kritschagin в Аральском море // Биол. основы рыбн. хоз-ва водоемов Средней Азии и Казахстана: Матер. конф., 1978 г. – Фрунзе: Илим. – 1978. – С. 6–8.

Андреев Н.И. К вопросу об акклиматизации в Аральском море планктонных беспозвоночных // Итоги и перспект. аккл. рыб и беспозв. в водоемах СССР: Тез. докл., Махачкала, 23–25 сент. 1980 г., М., 1980. – С. 130–132.

Андреев Н.И. Некоторые данные о влиянии осолонения воды на фауну беспозвоночных Аральского моря // Биол. основы рыбн. хоз-ва водоемов Ср. Азии и Казахстане: Тез. докл., Балхаш, 22–26 сент. 1981 г. Фрунзе: Илим. – 1981. – С. 219–220.

Андреев Н.И. Коловратки Аральского моря в связи с его осолонением // Биол. основы рыбн. хоз-ва водоемов Ср. Азии и Казахстана: Матер. конф., Ташкент, 27–29 сент. 1983 г. – Ташкент: Фан. – 1983. – С. 46–47.

Андреев Н.И. Зоопланктон Аральского моря в начальный период его осолонения // Тр. Зоол. ин-та АН СССР. – 1989. – Т. 199. – С. 26–52.

Андреев Н.И. Зоопланктон и зообентос Аральского моря в начальный период его осолонения: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. – М. – 1990. – 24 с.

Андреев Н.И. Зоопланктон залива Бутакова Аральского моря в июне 1990 г. // Тр. Зоол. ин-та АН СССР. – 1991. – Т. 237. – С. 30–33.

Андреев Н.И. Новые данные о распространении *Moina mongolica*

Daday (Cladocera, Moinidae) в Аральском море // Рукопись деп. в ВИНТИ РАН. 20.02.95. № 479–В 95. – Омск. – 1995. – 6 с.

Андреев Н.И. Ихтиофауна Аральского моря в связи с акклиматизацией новых видов и его регрессией // Рукопись деп. в ВИНТИ РАН. – 12.03.96. № 821–В 96. – Омск. – 1996. – 126 с.

Андреев Н.И. Зоопланктон Аральского моря в период его регрессии // Рукопись деп. в ВИНТИ РАН. 14.01.98. № 59–В 98. – Омск. – 1997. – 48 с.

Андреев Н.И., Андреева С.И. К вопросу о продуктивности Аральского моря // Проблемы экологии Прибайкалья: Тез. докл., Иркутск, 10–13 сент. 1979 г. – Иркутск: Б. и. – 1979. – Вып. 1. – С. 141–142.

Андреев Н.И., Андреева С.И. Некоторые закономерности изменения фауны беспозвоночных Аральского моря // IV съезд Всесоюзн. гидробиол. об-ва: Тез. докл., Киев, 1–4 дек. 1981 г. – Киев: Наук. думка, 1981. – Ч. 1. – С. 50–51.

Андреев Н.И., Андреева С.И. Выживание моллюска *Abra ovata* (Phil.) в аральской воде различной солености // Биол. основы рыбн. хоз-ва водоемов Ср. Азии и Казахстана: Матер. конф., Ташкент, 27–29 сент. 1983 г. Ташкент: Фан. – 1983. – С. 47–48.

Андреев Н.И., Андреева С.И. Двустворчатые моллюски Аральского моря в условиях его осолонения // Моллюски. Результаты и перспективы их исследований: Автореф. докл. 8 Всесоюзн. совещ. по изучению моллюск., Ленинград, апр. 1987 г. – Л.: Наука. – 1987. – С. 175–176.

Андреев Н.И., Андреева С.И. Краб *Rhithropanopeus harrisi tridentatus* (Decapoda, Xanthidae) в Аральском море // Зоол. журн. – 1988. – Т. 67, Вып. 1. – С. 135–136.

Андреев Н.И., Андреева С.И. Зообентос култуков Арала до и после зарегулирования стока рек (к вопросу о положении хорогалинной зоны в Аральском море) // Тр. Зоол. ин-та АН СССР. – 1990а. – Т. 223. – С. 53–66.

Андреев Н.И., Андреева С.И. Соленостная резистентность некоторых массовых беспозвоночных Аральского моря // Тр. Зоол. ин-та АН СССР. – 1990б. – Т. 223. – С. 85–103.

Андреев Н.И., Андреева С.И. Зообентос залива Бутакова Аральского моря в июне 1990 г. и причины бедности его фауны // Тр. Зоол. ин-та АН СССР. – 1991а. – Т. 237. – С. 40–43.

Андреев Н.И., Андреева С.И. Типология вод Аральского моря на гидробиологической основе // VI съезд Всесоюзн. гидробиол. об-ва: Тез. докл. – Мурманск: Полярная правда. – 1991б. – Т. 2. – С. 36–37.

Андреев Н.И., Андреева С.И. *Nereis diversicolor* O.F. Müller (Polychaeta: Nereididae) в Аральском море // Многощетинковые черви и их экологическое значение. – СПб. – 1992. – С.109–115.

Андреев Н.И., Андреева С.И. Акклиматизация беспозвоночных в Аральском море // Рукопись деп. в ВИНТИ РАН. 01.08.95. № 2319–В 95. – Омск. – 1995а. – 43 с.

Андреев Н.И., Андреева С.И. К вопросу о моллюсках рода *Cerastoderma* Аральского моря // Рукопись деп. в ВИНТИ РАН. 20.02.95. № 480–В 95. – Омск. – 1995б. – 10 с.

Андреев Н.И., Андреева С.И. Малакофауна Аральского моря в условиях осолонения // Проблемы гидробиологии континентальных вод и их малакофауна. – СПб. 1996. – С. 5–6.

Андреев Н.И., Андреева С.И. Зообентос Аральского моря в период его регрессии // Рукопись деп. в ВИНТИ РАН. 03.12.97. № 3522–В 97. – Омск. – 1997а. – 46 с.

Андреев Н.И., Андреева С.И. Изменение видоспецифичного поведения *Cerastoderma isthmicum* Issel (Mollusca, Bivalvia, Cardiidae) в Аральском море // Естественные науки и экология. Ежегодник ОмГПУ. – Омск, 1997б. – Вып. 2. – С. 58–62.

Андреев Н.И., Андреева С.И. К классификации вод Аральского моря на гидробиологической основе // Рукопись деп. в ВИНТИ РАН. 24.04.98. № 1318–В 98. – Омск. – 1998а. – 35 с.

Андреев Н.И., Андреева С.И. Трофическая структура зоопланктона, зообентоса и ихтиофауны Аральского моря в период его регрессии // Рукопись деп. в ВИНТИ РАН. № 1317–В 98. – Омск. – 1998б. – 15 с.

Андреев Н.И., Андреева С.И., Балымбетов К.С. и др. К прогнозу изменения абиотических и биотических условий среды Аральского моря под воздействием антропогенных факторов // Биол. основы рыбн. хоз-ва водоемов Ср. Азии и Казахстана: Матер. конф., 1978 г. – Фрунзе: Илим, 1978. – С. 10–12.

Андреев Н.И., Андреева С.И., Гошкадеря В.А. и др. Гидрофауна осолоненных участков Аральского моря // Природные ресурсы современного Приаралья. – Алма-Ата: Наука. – 1981. – С. 52–62.

Андреев Н.И., Андреева С.И., Филиппов А.А. Зообентос Аральского моря в условиях прогрессирующего осолонения // Тр. Зоол. ин-та АН СССР. – 1990. – Т. 223. – С. 24–30.

Андреев Н.И., Лим Р.М., Ермаханов З. Акклиматизация рыб в Аральском море // Рукопись деп. в ВИНТИ РАН. 01.08.95. № 2318–В 95. – Омск. – 1995. – 51 с.

Андреев Н.И., Плотников И.С. Зоопланктон Аральского моря в условиях прогрессирующего осолонения // Тр. Зоол. ин-та АН СССР. – 1990. – Т. 223. – С. 19–23.

Андреев Н.И., Семакина Е.Е. Об изменении видового состава зоопланктона Аральского моря // Биол. основы рыбн. хоз-ва водоемов Ср. Азии и Казахстана: Матер. конф., 1978 г. – Фрунзе: Илим, 1978. – С. 8–9.

Андреева С.И. Зообентос Аральского моря // Биол. основы рыбного хоз-ва водоемов Ср. Азии и Казахстана: Матер. конф., 1978 г. – Фрунзе: Илим. – 1978. – С. 13–14.

Андреева С.И. Об акклиматизации абы в Аральском море // Итоги и персп. аккл. рыб и беспозв. в водоемах СССР: Тез. докл., Махачкала, 23–25 сент. 1980 г. – М.: Б. и. – 1980. – С. 12–13.

Андреева С.И. Сукцессии донных биоценозов Аральского моря в условиях осолонения и акклиматизации беспозвоночных и рыб // Биол. основы рыбн. хоз-ва водоемов Ср. Азии и Казахстана: Тез. докл., Балхаш, 22–26 сент. 1981 г. – Фрунзе: Илим, 1981. – С. 221–224.

Андреева С.И. Макробентофауна Аральского моря в современных условиях // Биол. основы рыбн. хоз-ва водоемов Ср. Азии и Казахстана: Матер. конф., Ташкент, 27–29 сент. 1983 г. – Ташкент: Фан. – 1983. – С. 48–49.

Андреева С.И. Макробентофауна Аральского моря в условиях его измененного режима: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. – М., 1984. – 24 с.

Андреева С.И. Моллюски рода *Caspiohydrobia* Starobogatov, 1970 (Gastropoda, Purgulidae) водоемов Казахстана // Моллюски. Результаты и перспективы их исследований: Автореф. докл. 8 Всесоюзн. совещ. по изуч. моллюсков, Ленинград, апр. 1987 г. – Л.: Наука, 1987. – С. 178–180.

Андреева С.И. Макрозообентос Аральского моря в начальный период его осолонения // Тр. Зоол. ин-та АН СССР. – 1989. – Т. 199. – С. 53–82.

Андреева С.И. Изменение морфологии раковин церастодермы Аральского моря при его осолонении // Проблемы гидробиологии континентальных вод и их малакофауна. – СПб. 1996. – С. 6–7.

Андреева С.И., Андреев Н.И. Влияние осолонения Аральского моря на трофическую структуру бентоса // Круговорот в-ва и энергии в водоемах: Матер. докл. 6 Всесоюзн. совещ., Лиственичное на Байкале, 4–6 сент. 1985 г. – Иркутск: Б. и., 1985. – Вып. 1. – С. 6–7.

Андреева С.И., Андреев Н.И. Донные биоценозы Аральского моря при изменении его режима // Гидробиол. журн. – 1987. – Т. 23, № 5. – С. 81–86.

Андреева С.И., Андреев Н.И. Отношение дрейссен Аральского моря к повышению солености (наблюдения в природе и эксперимент) // Рукопись деп. в КазНИИНТИ. 16.08.88. № 2280 Ка 88.– Петропавловск, 1988. – 11 с.

Андреева С.И., Андреев Н.И. Судьба *Dreissena polymorpha* (Pallas) в бассейне Аральского моря // Вид в Ареале: Биология, экология и продуктивность водных беспозвоночных. – Минск: Наука и техника. – 1990а. – С. 161–166.

Андреева С.И., Андреев Н.И. Сукцессионные изменения донных биоценозов Аральского моря // Тр. Зоол. ин-та АН СССР. – 1990б. – Т. 223. – С. 104–145.

Андреева С.И., Андреев Н.И. Трофическая структура донных сообществ Аральского моря в условиях его измененного режима // Экология. – 1990в. – № 2. – С. 61–67.

Андрусов Н.И. Ископаемые и живущие *Dreissensiidae* Евразии // Тр. Санкт-Петербургского о-ва естествоиспыт., отд. геол. и минерал. – 1897. – Т. 25. – С. 1–68.

Асарин А.Е. Составляющие водного баланса Аральского моря и их влияние на многолетние колебания уровня // Водные ресурсы. – 1973. – № 5. – С. 29–40.

Асарин А.Е. Водный баланс и ожидаемые уровни Аральского моря: Автореф. дис. ... канд. техн. наук. – Л., 1975. – 24 с.

Атлас беспозвоночных Аральского моря / Под. ред. Ф.Д. Мордухай-Болтовского и др. – М.: Пищевая промышленность. – 1974. – 272 с.

Ахроров Ф. О приживании мизид в Кайрак-Кумском водохранилище // Биол. основы рыбн. хоз-ва республик Ср. Азии и Казахстана: Тез. докл. – Балхаш: Б. и. – 1967. – С. 337–338.

Ахроров Ф. О распространении и экологии мизид Кайрак-Кумского водохранилища // Тез. докл. конф. по вопросам рыбн. хоз-ва респ. Ср. Азии и Казахстана., 16–23 сент. 1968 г. – Фрунзе: Илим. – 1968. – С. 18–21.

Бабаев Н.С. Заводской метод получения личинок аральского жереха // Рыбные ресурсы водоемов Казахстана и их использование. – Алма-Ата: Кайнар, 1973. – Вып. 8. – С. 98–100.

Бабаев Н.С. Факторы, лимитирующие численность и величину промысловых уловов жереха в Аральском море // Биол. основы рыбн. хоз-ва респ. Ср. Азии и Казахстана: Матер. 15 научн. конф. – Душанбе: Дониш. – 1976. – С. 235–236.

Бадер Ф.Ф. Состав воды Аральского моря // Исследование озер

СССР. – 1934. – Вып. 6. – С. 5–12.

Баймов У.А. Некоторые результаты рыбоводно-акклиматизационных работ на Аральском море // Узбекский биол. журн. – 1961а. – № 4. – С. 62–66.

Баймов У.А. О видовом составе и численности каспийских бычков в Аральском море // Вестн. Каракал. фил. АН УзССР. – 1961б. – № 3. – С. 11–16.

Баймов У.А. Семенники бычка-бубыря в период нереста // Узбекский биол. журн. – 1962. – № 2. – С. 42–46.

Баймов У.А. Биологическая характеристика бычка-бубыря *Bybyr caucasicus* (Berg) акклиматизировавшегося в Аральском море: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. – Алма-Ата. – 1963а. – 15 с.

Баймов У.А. Данные по биологии бычка-бубыря (*Bybyr caucasicus* Berg) в Аральском море // Вестн. Каракал. фил. АН УзССР. – 1963б. – № 3. – С. 51–59.

Баймов У.А. О питании хищных рыб Аральского моря в связи с вселением каспийских бычков // Вопросы ихтиологии. – 1963в. – Т. 3, Вып. 2. – С. 304–310.

Баймов У.А. К результатам акклиматизации бычков в Аральском море // Рыбные запасы Аральского моря и пути их рационального использования. – Ташкент: Наука. – 1964а. – С. 118–124.

Баймов У.А. Питание Аральского судака // Зоол. ж. – 1964б. – Т. 43, Вып. 8. – С. 1243–1246.

Баймов У.А. Материалы к морфобиологической характеристике бычков в Аральском море // Рыбы и гидробиол. режим Южно-Аральского бассейна. – Ташкент: Фан. – 1966а. – С. 121–147.

Баймов У.А. Распределение и перспективы промысла бычков на юге Аральского моря // Биол. основы рыбн. хоз-ва на в водоемах Средней Азии и Казахстана. – Алма-Ата. – 1966б. – С. 88–90.

Баймов У.А. Новые данные по биологии леща юга Аральского моря // Тез. докл. конф. по вопросам рыбного хоз-ва респ. Ср. Азии и Казахстана. – Фрунзе: Илим. – 1968а. – С. 20–21.

Баймов У.А. Питание аральского окуня–*Perca fluviatilis* L. // Вопросы ихтиологии. – 1968б. – Т. 8, Вып. 1. – С. 187–190.

Балымбетов К. С. Распространение рачка *Cercopagis pengoi* (Ostr.) в Аральском море // Биол. основы рыбн. хоз-ва республик Ср. Азии и Казахстана: Тез. докл., Фергана, 25–29 сент. 1972 г. – Ташкент-Фергана: Б. и., 1972. – С. 50–51.

Балымбетов К.С. К вопросу о вселении кижуча в Аральское море //

Биол. осн. рыбн. хоз-ва водоемов Ср. Азии и Казахстана: Матер. конф. – Фрунзе: Илим. – 1978. – С. 253–254.

Балымбетов К.С. О солёностной резистентности некоторых видов рыб, рекомендованных к вселению в Аральское море // Биол. осн. рыбн. хоз-ва водоемов Ср. Азии и Казахстана: Тез. докл. 17 научн. конф., Балхаш, 22–26 сент. 1981 г. – Фрунзе: Илим. – 1981. – С. 26–27.

Барханскова Г.М. О биологии Аральского жереха // Рыбные запасы Аральского моря и пути их рационального использования. – Ташкент: Наука, 1964. – С. 91–97.

Барханскова Г.М. К морфологии аральского жереха *Aspius aspius ibloides* (Kessler) // Рыбы и гидробиологический режим Южно-Аральского бассейна. – Ташкент: ФАН. – 1966а. – С. 368–377.

Барханскова Г.М. К морфобиологической характеристике аральского жереха // Биол. основы рыбн. хоз-ва на водоемах Ср. Азии и Казахстана. – Алма-Ата: Наука. – 1966б. – С. 80–83.

Барханскова Г.М. Биология аральского жереха в речной период жизни: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. – Ташкент. – 1972. – 27 с.

Барханскова Г.М. Биологические показатели сазана, леща на юге Арала и некоторые особенности их размножения // Биол. основы рыбн. хоз-ва респ. Ср. Азии и Казахстана: Матер. конф. – Душанбе: Дониш. – 1976. – С. 242–244.

Барханскова Г.М. Промыслово-биологическая характеристика аральского судака // Биол. осн. рыбн. хоз-ва водоемов Ср. Азии и Казахстана: Матер. конф. – Фрунзе: Илим. – 1978. – С. 255–257.

Баскина В.П. Экспериментальные предпосылки к экологической географии внутренних морей. 1. Физиологическая неоднозначность воды морской и аральской для пресноводных животных // Изв. Биол. н. – и. ин-та при Пермск. ун-те. – 1928. – Т. 6, Вып. 5. – С. 233–246.

Беклемишев В.Н. Новые данные о фауне Аральского моря // Русский гидробиол. журн. – 1922. – Т. 1, № 9–10. – С. 276–289.

Беклемишев В.Н. О некоторых видах прибрежных биоценозов Арала // Изв. Биол. н. – и. ин-та и Биол. станции при Пермск. ун-те. – 1923. – Т. 1, Вып. 9–10. – С. 143–148.

Беклемишев В.Н. Об общих принципах организации жизни // Бюлл. МОИП, отд. биол. – 1964. – Т. 69, Вып. 2. – С. 22–38.

Беклемишев В.Н., Баскина-Заколоткина В.Н. Экспериментальные предпосылки к экологической географии. 2. Основная причина меньшей ядовитости аральской воды по сравнению с черноморской каспийской при действии на *Cladocera* // Изв. Пермского биол. н. – и. ин-та. – 1933. –

Т. 8, Вып. 9–10. – С. 361–374.

Беклемишев К.В. Биотопы морских биоценозов // Проблемы биоценологии. – М.: Наука, 1973. – С. 23–27.

Беклемишев К.В., Семенова Н.Л. Гидрографические и эдафические факторы в распределении беломорского бентоса // Закономерности распределения и экологии прибрежных биоценозов. – Л.: Наука, 1978. – С. 91–93.

Бекмурзаев Б. Акклиматизация мизид на юге Арала // Вестник Каракалп. фил. АН УзССР. – 1965. – № 4. – С. 94–95.

Бекмурзаев Б. Распространение и выживание *Paramysis intermedia* на юге Аральского моря в воде разной солености // Гидробиол. журн. – 1969. – Т. 5, № 5. – С. 116–117.

Бекмурзаев Б. Распространение, выживание и дыхание некоторых беспозвоночных юга Арала в воде различной солености // Тр. ВНИРО. – 1970. – Вып. 3. – С. 185–191.

Бекмурзаев Б. Некоторые данные к биологии мизид, акклиматизированных на юге Аральского моря // Биол. основы рыбн. хоз-ва респ. Ср. Азии и Казахстана: Тез. докл. конф. – Ашхабад: Ылым. – 1974. – Т. 1. – С. 41–42.

Бекмурзаев Б. Акклиматизация в зообентосе юга Аральского моря // Итоги и персп. аккл. рыб и беспозв. в водоемах СССР: Тез. докл. Всесоюзн. конф. – М.: Б. и. – 1980а. – С. 198–200.

Бекмурзаев Б. К изучению донной фауны нерестилиц юга Арала // Вестник Каракалп. фил. АН УзССР. – 1980б. – № 4. – С. 22–26.

Бекмурзаев Б. Современное состояние макрозообентоса заливов юга Аральского моря // Биол. основы рыбн. хоз-ва водоемов Средней Азии и Казахстана: Тез. докл. научн. конф., Балхаш, 22–26 сент. 1981 г. – Фрунзе: Илим, 1981. – С. 237–238.

Бекмурзаев Б. Некоторые эколого-биологические особенности креветки *Palaemon elegans* Rathke юга Арала // Биол. основы рыбного хозяйства водоемов Ср. Азии и Казахстана: Мат. 18 научн. конф. – Ташкент: ФАН. – 1983. – С. 56–57.

Бекмурзаев Б. Мизида *Limnomysis benedeni* Czern. (Misidacea) в южной части Аральского моря // Гидробиол. журн. – 1985. – Т. 20. № 1. – С. 86–87.

Бекмурзаев Б., Казахбаев С. Современное состояние макрозообентоса и зоопланктона заливов юга Аральского моря // Биол. основы рыбн. хоз-ва водоемов Ср. Азии и Казахстана: Матер. конф. – Фрунзе: Илим, 1978. – С. 22–26.

Беляев Г.М. Осморегуляторные способности низших ракообразных материковых вод // Тр. Всесоюз. гидробиол. об-ва. – 1950. – Т.2. – С. 194–213.

Беляев Г.М. Биология *Nereis succinea* в Северном Каспии // Акклиматизация нереис в Каспийском море. – М.: Изд-во Моск. о-ва охр. природы, 1952. – С. 243–284.

Беляев Г.М. Физиологические способности представителей одних и тех же видов в водоемах различной солености // Тр. Всесоюз. гидробиол. об-ва. – 1957. – Т. 8. – С. 321–358.

Беляев Г.М., Чугунова М.Н. Физиологические различия между баренцевоморскими и балтийскими мидиями // Докл. АН СССР. – 1952. – Т. 85, № 1. – С. 233–236.

Беянина С.И., Константинов А.С. Отряд Двукрылые, Diptera // Атлас беспозвоночных Аральского моря. – М.: Пищев. промышленность. – 1974. – С. 228–236.

Бенинг Л.А. Гидрологические и гидробиологические материалы к составлению промысловой карты Аральского моря // Тр. Аральского отд. н. – и. ин-та рыбн. хоз-ва и океаногр. – 1934. – Т. 3. – С. 183–205.

Бенинг А.Л. Материалы к составлению промысловой карты Аральского моря // Тр. Аральского отд. н. – и. ин-та рыбн. хоз-ва и океаногр. – 1935. – Т. 4. – С. 139–198.

Бенинг А.Л. О планктоне заливов Комсомолец (Мертвый култук) и Кайдак // Тр. по комплексному изучению Каспийского моря. – 1937. – Вып. 1, Ч. 1. – С. 125–154.

Бенинг А.Л. О зоопланктоне заливов комсомолец (Мертвый култук) и Кайдак (экспедиция 1935 г.) // Тр. по комплексному изучению Каспийского моря. – 1940. – Вып. 3. – С. 64–80.

Бенинг А.Л., Никольский Г.В. Материалы по рыбному хозяйству озер низовьев Сарысу // Тр. Аральского отд. ВНИМОРХ. – 1933. – Т. 2. – С. 103–148.

Бервальд Э.А. Особенности нерестовой биологии основных промысловых рыб Аральского моря // Зоол. журн. – 1949. – Т. 28, Вып. 4. – С. 345–350.

Бервальд Э.А. Биология размножения основных промысловых рыб Арала // Материалы по ихтиофауне и режиму вод бассейна Аральского моря. – М.: Изд-во МОИП. – 1950. – С. 83–111.

Бервальд Э.А. Воздействие промысла на продуктивность стад леща Аральского моря // Вопросы ихтиологии. – 1956. – Вып. 7. – С. 21–32.

Бервальд Э.А. Материалы к установлению оптимальной длины и на-

вески промысловых рыб // Вопросы ихтиологии. – 1961. – Т. 1, Вып. 4. – С. 681–689.

Бервальд Э.А. Пути организации рационального рыбного хозяйства во внутренних водоемах. – Ростов-на-Дону: Изд-во РГУ. – 1964. – 148 с.

Берг Л.С. Рыбы Туркестана // Изв. Турк. отд. РГО. – 1905. – Т.4, Вып. 6. – С. 1–262.

Берг Л.С. Аральское море. Опыт физико-географической монографии // Изв. Туркест. отд. Русск. географ. об-ва. – 1908. – Т. 5, Вып. 9. – С. 1–570.

Берг Л.С. Современное состояние аральского рыбного хозяйства // Изв. отд. Прикл. ихтиол. и научн. – промысл. исслед. – 1926. – Т. 5, Вып. 1. – С. 1–166.

Бергер В.Я. Адаптации морских моллюсков к изменениям солености среды. – Л.: Наука, 1986. – 214 с.

Л.С. Рыбы пресных вод СССР и сопредельных стран. – М. – Л., 1949. – Ч. 2. – С. 467–926.

Бирштейн Я.А. Годовые изменения бентоса Северного Каспия // Зоол. журн. – 1945. – Т. 24, № 3. – С. 133–147.

Блинов Л.К. Гидрохимия Аральского моря. – М.: Гидрометеоздат, 1956. – 252 с.

Бокова Е.Н. Материалы к биологическому обоснованию акклиматизации донных беспозвоночных в Аральском море // Тр. ВНИРО. – 1960. – Т. 43, Вып. 1. – С. 225–234.

Борисов В.М., Дорошев С.И. Морфологические показатели восточного леща // Вопросы ихтиологии. – 1970. – Т. 10, Вып. 4. – С. 608–622.

Бородич Н.Д. О питании личинок *Chironomus f.l. plumosus* и о зимовке их в грунте спущенных рыбоводных прудов // Тр. Всесоюз. гидробиол. об-ва. – 1956. – Т. 7. – С. 123–147.

Бортник В.Н. Современные антропогенные изменения уровня и солености Аральского моря // Метеорология и гидрология. – 1977а. – № 9. – С. 51–55.

Бортник В.Н. Современные и перспективные изменения уровня и солености Аральского моря // Экспресс-информация, ВНИИГМИ-МЦД. Сер. Океанология. – 1977б. – Вып. 3 (43). – С. 1–8.

Бортник В.Н. Настоящее и будущее Аральского моря. – Обнинск: Гидрометеоздат, 1978. – 11 с.

Бортник В.Н. Изменение плотности и вертикальной устойчивости вод Аральского моря // Тр. ГОИН. – 1979. – Вып. 143. – С. 43–48.

Бортник В.Н. Баланс биогенных элементов Аральского моря при падении его уровня // Вод. ресурсы. – 1980а. – № 5. – С. 140–147.

Бортник В.Н. Некоторые гидрологические аспекты восстановления рыбохозяйственного значения Аральского моря // Рыбн. хоз-во. – 1980б. – № 9. – С. 56–58.

Бортник В.Н. Современные и прогнозируемые изменения гидрологических, гидрохимических и гидробиологических условий Аральского моря // Водн. ресурсы. – 1983. – № 5. – С. 3–16.

Бортник В.Н. Водный баланс // Гидрометеорология и гидрохимия морей СССР. Т. 7. Аральское море. – Л.: Гидрометеиздат, 1990а. – С. 34–43.

Бортник В.Н. Многолетние изменения средней солености вод моря и его районов // Гидрометеорология и гидрохимия морей СССР. Т. 7. Аральское море. – Л.: Гидрометеиздат, 1990б. – С. 77.

Бортник В.Н., Буйневич Н.А. Современные изменения солевого состава вод Аральского моря 107–112.

Бортник В.Н., Буйневич Н.А. О солевом составе высокосолёных вод Аральского моря // Тр. ГОИН. – 1980. – Вып. 150. С. 85–93.

Бортник В.Н., Гейдарова Н.С. Динамика уровня химического загрязнения вод Аральского моря // Мониторинг природной среды в бассейне Аральского моря. – С. – П.: Гидрометеиздат. – 1991. С. 98–104.

Бортник В.Н., Друмева Л.Б. Метаморфизация солевого состава вод Аральского моря при их концентрировании в естественных условиях // Тр. ГОИН. – 1986. – Вып. 168. – С. 53–62.

Бортник В.Н., Друмева Л.Б. Солевой состав и электрическая проводимость морских вод // Гидрометеорология и гидрохимия морей СССР. Т. 7. Аральское море. – Л.: Гидрометеиздат, 1990. – С. 100–108.

Бортник В.Н., Чудаков И.И. Сезонная и многолетняя изменчивость гидрологических и гидрохимических характеристик Аральского моря // Тр. Океаногр. ин-та. – 1978. – Вып. 137. – С. 17–29.

Боруцкий Е.В. Naгrasticoida пресных вод. Фауна СССР, 1952. – Т. 3, Вып. 4. – 425 с.

Боруцкий Е.В. Подкласс Веслоногие, Сорерода // Атлас беспозвоночных Аральского моря. – М.: Пищевая промышленность, 1974. – С. 134–178.

Боруцкий Е.Е., Степанова Л.А., Кос М.С. Определитель Calanoida пресных вод СССР. – Л.: Наука, 1991. – 504 с.

Бродская Н.Г. Карбонатообразование в Аральском море // Изв. АН СССР, серия геология. – 1949. – № 6. – С. 33–39.

Бродская Н.Г. Донные отложения и процессы осадкообразования в Аральском море // Тр. Инст. геол. наук. – 1952. – Вып. 115. – № 57. – С. 1–104.

Бруевич С.В., Соловьева Н.Ф. Баланс биогенных элементов Аральского моря и его изменения в связи с гидростроительством // Гидрохим. матер. – 1957. – Т. 26. – С. 25–48.

Бурмакин Е.В. Акклиматизация пресноводных рыб в СССР // Изв. ГОСНИОРХ. – 1963. – Т. 53. – С. 1–318.

Бутаков А.И. Сведения об экспедиции, снаряженной для описи Аральского моря в 1848 году // Вестн. Русск. геогр. об-ва. – 1853. – Ч. 7, Кн. 1, Отд. 7. – С. 1–9.

Быков Н.Е. Материалы об акклиматизации в Аральском море рыб и кормовых беспозвоночных // Тр. конференции по рыбн. хоз-ву респ. Средн. Азии и Казахстана. – Фрунзе. – 1961а. – С. 45–50.

Быков Н.Е. Материалы по биологии салаки *Clupea harengus tembras* (L.) в Аральском море // Сб. работ по ихтиологии и гидробиологии. – Алма-Ата: Из-во АН КазССР. – 1961б. – Вып. 3. – С. 185–196.

Быков Н.Е. Характеристика нерестовых популяций салаки в Аральском море и особенности роста ее различных поколений // Сб. работ по ихтиологии и гидробиологии. – Алма-Ата: Из-во АН КазССР. – 1962. – Вып. 4. – С. 123–135.

Быков Н.Е. Роль акклиматизированных объектов в питании хищных рыб // Акклиматизация животных в СССР. – Алма-Ата: Изд-во АН КазССР. – 1963. – С. 221–223.

Быков Н.Е. Новые данные об акклиматизации в Аральском море салаки и других видов рыб и их пищевые связи // Рыбные запасы Аральского моря и пути их рационального использования. – Ташкент: Наука. – 1964а. – С. 61–70.

Быков Н.Е. О случайном вселении бычков и атерины в Аральское море и их взаимоотношении с акклиматизированными и местными видами рыб // Бюлл. МОИП, Отд. Биол. – 1964б. – Т. 69, Вып. 1. – С. 51–58.

Быков Н.Е. Распространение бычков кругляка и песочника в зависимости от условий обитания в Аральском море // Биол. основы рыбн. хоз-ва на водоемах Ср. Азии и Казахстана. – Алма-Ата: Наука, 1966. – С. 87–88.

Быков Н.Е. О некоторых особенностях биологии бычка-песочника в Аральском море // Биол. основы рыбн. хоз-ва респ. Ср. Азии и Казахстана: Тез. докл. конф. – Балхаш. – 1967. – С. 75–76.

Быков Н.Е. Акклиматизация балтийской салаки в Аральском море. – М.: Наука, 1968а. – 84 с.

Быков Н.Е. О появлении амурского змееголова в бассейне Аральского моря // Тез. докл. конф. по вопросам рыбн. хоз-ва республик Ср. Азии и Казахстана, 16–23 сент. 1968 г. – Фрунзе: Илим. – 1968б. – С. 34–35.

Быков Н.Е. О распространении растительноядных рыб в бассейне Аральского моря // Тез. докл. конф. по вопросам рыбн. хоз-ва республик Ср. Азии и Казахстана, 16–23 сент. 1968 г. – Фрунзе: Илим. – 1968в. – С. 35–37.

Быков Н.Е. Об акклиматизации севрюги в Аральском море // Тр. ВНИРО. – 1970а. – Т. 76. – С. 192–195.

Быков Н.Е. О питании бычка-песочника и бычка-крутляка в Аральском море и его влиянии на изменение численности организмов бентоса // Рыбные ресурсы водоемов Казахстана и их использование. – Алма-Ата: Наука. – 1970б. – Вып. 6. – С. 26–31.

Быков Н.Е. Растительноядные рыбы в бассейне Аральского моря // Тр. ВНИРО. – 1970в. – Т. 76. – С. 196–198.

Быков Н.Е. Об изменении характера питания салаки в Аральском море // Биол. основы рыбн. хоз-ва респ. Ср. Азии и Казахстана: Тез. докл., Фергана, 29–29 сент. 1972. – Ташкент-Фергана: Б. и. – 1972. – С. 230–232.

Быков Н.Е., Гаврилов Г.Б., Елибаев Н.Е. и др. Рыбопродуктивность Аральского моря по современному состоянию его кормовой базы // Вопросы ихтиологии. – 1968. – Т. 8, Вып. 6. – С. 1080–1086.

Бычкова К.И. Некоторые данные к биологии акклиматизированных бычков в Аральском море // Биол. основы рыбн. хоз-ва Ср. Азии и Казахстана: Матер. 15 научн. конф., 6 окт. 1976 г. – Душанбе: Дониш. – 1976. – С. 252–253.

Бычкова К.И. Результаты опытов на солеустойчивость икры и личинок бычка-песочника Аральского моря // Биол. основы рыбн. хоз-ва водоемов Ср. Азии и Казахстана: Матер. конф. – Фрунзе: Илим. – 1978. – С. 268–269.

Вайнштейн В.А. Об оценке сходства между биоценозами // Тр. Ин-та биол. внутр. вод, 1976. – Вып. 31–34. С. 156–163.

Веригин Б.В. Роль растительноядных рыб в реконструкции ихтиофауны континентальных водоемов // Изв. ГОСНИОРХ. – 1975. – Т. 103. – С. 139–145.

Ветышева М.Я. Нерестилища севера Аральского моря и их зоопланктон // Изв. АН КазССР, Сер. биол. науки. – 1964. – № 1. – С. 58–66.

Ветышева М.Я. Питание молоди атерины в Аральском море // Биол. основы рыбн. хоз-ва на водоемах Ср. Азии и Казахстана Матер. научн. конф. – Алма-Ата: Наука. – 1966а–С. 86–87.

Ветышева М.Я. Питание молоди основных промысловых рыб на нерестилищах севера Аральского моря: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. – Алма-Ата. – 1966б. – 20 с.

Виноградов Л.Г. Отряд Десятиногие, Decapoda // Атлас беспозвоночных Аральского моря. – М.: Пищевая промышленность. – 1974. – С. 204–213.

Виркетис М.А. Некоторые данные по зоопланктону Аральского моря // Изв. Отд. прикладной ихтиол. и научно-промысл. исслед. – 1927. – Т. 5, Вып. 2. – С. 306–322.

Володкин А.В. О развитии рыбохозяйственной науки на Аральском море // Сб. работ по ихтиологии и гидробиол. – 1961а. – Вып. 3. – С. 10–44.

Володкин А.В. О факторах, влияющих на колебания уловов рыб в Аральском море // Тр. совещ. ихтиол. комиссии АН СССР. – 1961б. – Вып. 13. – С. 427–429.

Володкин А.В. Результаты и перспективы (до 1970 г.) акклиматизации новых рыб и их кормовых объектов в Аральском море // Акклиматизация животных в СССР. – Алма-Ата: Изд-во АН КазССР. – 1963. – С. 228–231.

Володкин А.В. Результаты акклиматизационных работ на Аральском море // Тезисы докл. совещ. по итогам и перспект. акклимат. рыб и бесп. в водоемах СССР. – М. – 1965. – С. 14–16.

Володкин А.В. Результаты и перспективы акклиматизационных работ на Аральском море // Акклиматизация рыб и беспозвоночных в водоемах СССР. – М.: Наука. – 1968. – С. 95–100.

Воробьев В.П. Бентос Азовского моря // Тр. Азово-Черноморск. н. – и. морск. рыбн. хоз-ва и океаногр. – 1949. – Вып. 13. – С. 1–193.

Гаврилов Г.Б. Сборы олигохет в Аральском море за навигацию 1964 и 1965 гг. // Тез. докл. на симпозиуме по водным олигохетам. – Тарту, 1967а. – С. 3–4.

Гаврилов Г.Б. Сравнение средних показателей частоты встречаемости компонентов зообентоса Аральского моря с 1961 по 1965 год // Биол. основы рыбн. хоз-ва респ. Ср. Азии и Казахстана: Тез. докл. – Балхаш. – 1967б. – С. 86–87.

Гаврилов Г.Б. Изменения средних показателей биомассы зообентоса Аральского моря по основным компонентам гидрофауны за время с 1961

по 1967 гг. включительно // Тез. докл. конф. по вопросам рыбн. хоз-ва республик Ср. Азии и Казахстана: 16–23 сент. 1968 г. – Фрунзе: Илим, 1968. – С. 38–40.

Гаврилов Г.Б. Некоторые акклиматизированные беспозвоночные в пище аральских промысловых рыб // Тр. ВНИРО. – 1970а. – Т. 76. – С. 207–211.

Гаврилов Г.Б. Распределение олигохет в Аральском море за навигацию 1964 г. // Рыбные ресурсы водоемов Казахстана и их использование. – Алма-Ата: Наука, 1970б. – Вып. 6. – С. 32–36.

Гаврилов Г.Б. Значение некоторых акклиматизированных беспозвоночных в зообентосе Аральского моря // Акклиматизация рыб и беспозвоночных в водоемах СССР: Тез. докл. научн. конф. – Фрунзе. – 1972а. – С. 190–192.

Гаврилов Г.Б. Новые данные по характеристике питания бычка-песочника в Аральском море // Биол. основы рыбн. хоз-ва респ. Ср. Азии и Казахстана: Тез. докл. конф. – Ташкент-Фергана. – 1972б. – С. 68–69.

Гаврилов Г.Б. Сборы олигохет в Аральском море за навигации 1964 и 1965 гг. // Тр. Всесоюзн. гидробиол. об-ва. – 1972в. – Т. 12. – С. 82–85.

Гаврилов Г.Б., Семерной В.Н. Класс Малошетиновые черви, *Oligochaeta* // Атлас беспозвоночных Аральского моря. – М.: Пищевая промышленность, 1974. – С. 101–110.

Галактионова Е.Л. Материалы по биологии аральского усача // Сб. работ по ихтиол. и гидробиол. – 1961. – Вып. 3. – С. 202–213.

Галактионова Е.Л. Опыт искусственного разведения аральского усача в условиях зарегулированного стока реки Сырдарья // Вопросы рыбн. хоз-ва КазССР. – Алма-Ата: Наука. – 1963. – Вып. 4. – С. 84–97.

Галактионова Е.Л. Воспроизводство и эксплуатация запасов аральского усача в условиях зарегулированного стока реки // Биол. основы рыбн. хоз-ва на водоемах Ср. Азии и Казахстана. – Алма-Ата: Наука. – 1966. – С. 73–76.

Галактионова Е.Л. Состояние, воспроизводство и сохранение сырдарьинской популяции аральского усача *Barbus brachycephalus* Kessler в условиях зарегулированного стока // Охрана и рациональное использование живой природы водоемов Казахстана: Матер. конф., 1969. – С. 86–89.

Галактионова Е.Л. Овогенез у аральского усача // Биол. основы рыбн. хоз-ва респ. Ср. Азии и Казахстана. – Душанбе: Дониш. – 1976. – С. 259–261.

Галактионова Е.Л., Бинтинг Э.А. Случаи поймки мизид акклиматизированных в Аральском море // Бюлл. МОИП. – 1964. – Вып. 2. – С. 153–

154.

Галактионова Е.Л., Маркова Е.Л. Новые представители семейства Gobiidae (Pisces) в Аральском море // Бюлл. МОИП, отд. Биол. – 1964. – Т. 69, № 2. – С. 151–152.

Гальперина Г.Е. Размножение двустворчатых моллюсков (Bivalvia) Северного Каспия: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. – М. – 1976. – 29 с.

Гараев Р.А. Морфологические изменения атерины вида *Atherina mochon pontica* в связи с ее акклиматизацией в Аральском море // Тр. ВНИРО. – 1970. – Т. 76, Вып. 3. – С. 212–220.

Гидрометеорология и гидрохимия морей СССР: Т. 7. Аральское море / Под ред. В.Н. Бортника и С.П. Чистяковой. – Л.: Гидрометеоиздат. – 1990. – 196 с.

Гиляров М.С. Биогеоценология и агроценология // Структурно-функциональная организация биогеоценозов. – М.: Наука, 1980, С. 8–22.

Гладков Н.А. Материалы по биологии и промыслу аральской воблы // Тр. Аральского отд. н. – и. ин-та морск. рыбн. хоз-ва и океаногр. – 1935. – Т. 4. – С. 77–112.

Гладков Н.А., Яковлева К.Н. Материалы к биологии чехони // Тр. Аральского отд. н. – и. ин-та морск. рыбн. хоз-ва и океаногр. – 1935. – Т. 4. – С. 129–136.

Голиков А.Н., Скарлато О.А. Некоторые принципы комплексного ландшафтно-географического районирования шельфа на экологической основе // Биология моря. – 1979. – № 5. – С. 3–32.

Горюнова А.И. Формирование ихтиофауны Джезказганского водохранилища // Сб. работ по ихтиол. и гидробиол. Алма-Ата: Изд-во АН КазССР. – 1956. – Вып. 1. – С. 31–73.

Горюнова А.И., Мартехов П.Ф., Сидорова А.Ф. Биология сазана в озерах Бийли-Куль и Ак-Куль Джамбульской области // Сб. работ по ихтиол. и гидробиол. Алма-Ата: Изд-во АН КазССР. – 1956. – Вып. 1. – С. 252–260.

Гостеева М.Н. Находка лопатоноса *Pseudoscaphirhynchus kaufmani* (Bogd.) в солоноватой воде // Вопросы ихтиологии. – 1953. – Вып. 1. – С. 115–116.

Гостеева М.Н. Особенности развития аральской воблы // Вопросы ихтиологии. – 1956. – Вып. 6. – С. 105–112.

Гостеева М.Н. Эколого-морфологическая характеристика развития аральского леща *Abramis brama orientalis* (Berg) // Тр. ин-та морфологии животных. – 1957. – Вып. 20. – С. 121–146.

Гостеева М.Н. Нерест и развитие аральского сазана на морском нерестилище Аральского моря // Сб. работ по ихтиол. и гидробиол. – Алма-

Ата: Изд-во АН КазССР. – 1959. – Вып. 2. – С. 34–44.

Гостеева М.Н., Маркова Л. Эколого-морфологические особенности ранних этапов развития аральской чехони [*Pelecus cultratus* (L.)] // Вопросы ихтиологии. – 1966. – Т. 6, Вып. 2. – С. 237–247.

Гошкадеря В.А., Колосова Т.А. Кормовая база рыб озера Камышлы-баш // Биол. основы рыбн. хоз-ва водоемов Ср. Азии и Казахстана: Тез. докл. 17 научн. конф. – Фрунзе. – 1981. – С. 254–256.

Грабье С.К. К познанию олигохет Аральского моря // Изв. АН СССР, Сер. биол. – 1936. – № 6. – С. 1265–1276.

Григорьев Б.Ф. Гидробиологическое районирование низовьев Южного Буга по составу и динамике численности донной фауны // Гидробиол. журн. – 1965. – Т. 1, № 5. – С. 20–28.

Григорьев Б.Ф., Гожик П.Ф. Геологическая история Черного моря и происхождение “каспийской” фауны открытых лиманов северо-западного Причерноморья // Гидробиол. журн. – 1976. – Т. 12, № 5. – С. 5–12.

Губа И.С. К мероприятиям по регулированию гидрологического режима Аральского моря // Биол. основы рыбн. хоз-ва водоемов Ср. Азии и Казахстана: Матер. конф., 1978 г. – Фрунзе: Илим, 1978. С. 290–293.

Губа И.С., Андреев Н.И., Андреева С.И. и др. Оценка влияния водохозяйственных мероприятий в бассейне Аральского моря на его режим // Природные ресурсы современного Приаралья. – Алма-Ата: Наука, 1981. – С. 36–51.

Гусева Л.Н. К биологии сома *Silurus glanis* L. В низовьях Амударьи // Биол. основы рыбн. хоз-ва республик Средней Азии и Казахстана. – 1974. – Т. 2. – С. 35–36.

Дажо Р. Основы экологии. – М.: Прогресс, 1975. – 415 с.

Даирбаев М. Развитие ирригации и некоторые вопросы воспроизводства промысловых рыб бассейна р. Сырдарьи // Рыбные запасы Аральского моря. – Ташкент: Наука. – 1964. – С. 148–150.

Дарибаев А.К. Зоопланктон Муйнакского и Кусатауско-Каракчинского нерестилищ юга Арала // Вестник Каракалп. фил. АН УзССР. – 1964. – № 4. – С. 46–54.

Дарибаев А.К. Гидробиологический режим Муйнакского и Кусатауско-Каракчинского нерестилищ Аральского моря и питание молоди рыб // Рыбы и гидробиол. режим южно-аральского бассейна. – Ташкент: Фан, 1966. – С. 197–260.

Дарибаев А.К. Опыт акклиматизации мизид и калянипеды в южной части Аральского моря // Гидробиол. журн. – 1967. – Т. 3, № 4. – С. 69–70.

Деньгина Р.С. Данные по гидрологии и зообентосу Муйнакского за-

лива Аральского моря // Тр. Лабор. озеровед. АН СССР. – 1954. – Т. 3. – С. 47–66.

Деньгина Р.С. Гидробиологическая съемка залива Аджибай Аральского моря в 1953 г. // Тр. Лабор. Озеровед. АН СССР. – 1957. – Т. 4. – С. 306–347.

Деньгина Р.С. Бентос архипелага Карабайли Аральского моря // Тр. Лабор. озеровед. АН СССР. – 1959а. – Т. 8. – С. 23–83.

Деньгина Р.С. Изменение гидрохимических условий в авандельте Амударьи в летний период и динамика биомассы зообентоса // Тр. Лабор. озеровед. АН СССР. – 1959б. – Т. 8. – С. 234–255.

Доброхотова К.В. Некоторые данные о продуктивности гидромакрофитов Аральского моря // Ботан. журн. – 1971. – № 12. – С. 1759–1771.

Долгопольская М.А. Cladocera Черного моря // Тр. Севастопольской биол. ст. АН СССР. – 1958. – Т. 10. – С. 27–75.

Догель В.А., Лугта А.С. О гибели шипа на Арале в 1936 г. // Рыбное хоз-во. – 1937. – № 12. – С. 26–27.

Дорошев С.И. Выживание молоди белого амура и толстолобика в азовской и аральской воде разной солености // Проблемы рыбохозяйственного использования растительных рыб в водоемах СССР. – Ашхабад: Из-во АН ТССР. – 1963. – С. 144–149.

Дорошев С.И. Некоторые вопросы акклиматизационных работ в Аральском море // Рыбные запасы Аральского моря и пути их рационального использования. – Ташкент: Наука. – 1964а. – С. 135–138.

Дорошев С.И. О результатах акклиматизационных работ на Аральском море // Труды молодых ученых. – М.: Пищевая промышленность. – 1964б. – С. 90–94.

Дорошев С.И. Солеустойчивость некоторых видов рыб, рекомендованных для вселения в Азовское море // Тр. ВНИРО. – 1964в. – Т. 55, Вып. 2. – С. 97–108.

Дорошев С.И. Вопросы реконструкции ихтиофауны Аральского моря // Вопросы гидробиологии. – М.: Наука. – 1965а. – С. 136–137.

Дорошев С.И. Сравнительная солеустойчивость представителей карповых из Азовского и Аральского морей // Вопросы гидробиологии: Тез. докл. I съезда Всесоюз. гидробиол. об-ва, Москва, 1–5 февр. 1965 г. – М.: Наука, 1965б. – С. 138–139.

Дорошев С.И. О влиянии ионов натрия и кальция на спермии пресноводных рыб // Докл. АН СССР. – 1967. – Т. 172, № 5. – С. 1238–1240.

Дорошев С.И. Численность акклиматизированных в Аральском море рыб и модификация промыслового улова // Акклиматизация рыб и беспозвоночных в водоемах СССР. – М.: Наука, 1968. – С. 105–112.

Дорошев С.И., Горелов В.К. Подвижность спермиев азовских и аральских шемаи и сазана в морской воде разной солености // Докл. АН СССР. – 1964. – Т. 159, № 7. – С. 1402–1404.

Друмева Л.Б., Цыцарин А.Г. Современный солевой состав Азовского и Аральского морей // Метеорология и гидрология. – 1984. – № 3. – С. 112–115.

Дрягин П.А. Рыбы реки Чу и рыбохозяйственное использование этой реки // Рыбн. хозяйство Кирг. АССР (Тр. Кирг. компл. экс. 1932-1933 гг.). – М. – 1936. – Т. 3, Вып. 1. – С. 49–87.

Дукравец Г.М. Динамика состава и состояния ихтиофауны в усыхающих озерах Южного Казахстана // Изв. АН КазССР. Сер. биол. – 1978. – № 4. – С. 21–27.

Дукравец Г.М., Бирюков Ю.А. Ихтиофауна бассейна р. Нуры в Центральном Казахстане // Вопросы ихтиологии. – 1976. – Т. 16, Вып. 2. – С. 309–314.

Елибаев Н. К вопросу изменения солености Аральского моря в условиях зарегулированного стока Амударьи и Сырдарьи // Рыбные ресурсы водоемов Казахстана и их использование. – Алма-Ата: Кайнар, 1970. – Вып. 6. – С. 43–51.

Елибаев Н. Характеристика современного гидрохимического режима Аральского моря // Биол. основы рыбн. хоз-ва водоемов Ср. Азии и Казахстана: Тез. докл., Балхаш, 22–26 сент. 1981 г. – Фрунзе: Илим, 1981. – С. 265–267.

Ембергенов С., Сагитов Н. О распространении мизид в низовье Амударьи // Итоги и перспективы акклиматизации рыб и беспозвоночных в водоемах СССР: Тез. докл. Всесоюз. конф. – М. – 1980. – С. 47–49.

Ерекеев У.Е. Некоторые черты биологии аральской шемаи в связи с ее промыслом // Рыбное хоз-во. – 1965. – № 8. – С. 27–29.

Ерекеев У.Е. Биологические особенности аральской шемаи–*Chalcalburnus chalcoides aralensis* (Berg) и условия ее современного промысла: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. – Фрунзе. – 1966. – 22 с.

Ерекеев У.Е., Казахбаев С.К. Зоопланктон нерестилищ (Муйнакское, Аджибайское и Джилтырбасское) Аральского моря // Гидробиол. журн. – 1972. – Т. 8, № 3. – С. 86–90.

Ерещенко В.И. Ихтиофауна бассейна реки Сары-Су // Сб. работ по ихтиологии и гидробиол. – Алма-Ата: АН КазССР. – 1956. – Вып. 1. – С. 208–233.

Ермаханов З. Некоторые данные о размножении Аральского жереха в р. Сырдарье // Биол. основы рыбн. хоз-ва респ. Ср. Азии и Казахстана:

Матер. 15 научн. конф. – Душанбе: Дониш. – 1976. – С. 288–290.

Ермаханов З. К вопросу о размножении аральского судака в низовьях р. Сырдарья // Биол. осн. рыбн. хоз-ва водоемов Ср. Азии и Казахстана: Матер. конф. – Фрунзе: Илим. – 1978. – С. 303–305.

Ермаханов З., Расулов А.Х. К биологической характеристике нерестового стада судака *Stizostedion lucioperca* (L.) (Percidae) низовьев реки Сырдарья // Вопросы ихтиологии. – 1984. – Т. 24, Вып. 3. – С. 417–424.

Жарковский А.А. К вопросу об охране рыбных запасов бассейна Аральского моря в связи с гидростроительством // Материалы по ихтиофауне и режиму бассейна Аральского моря. – М.: Изд-во МОИП. – 1950. – С. 21–43.

Жизнь животных. В 7-и т. Т. 4. Ланцетники, круглоротые, хрящевые рыбы, костные рыбы / Под ред. Т.С. Расса. – 2-е изд., перераб. – М.: Просвещение, 1983. – 575 с.

Житомирская О.М. Климатическое описание района Аральского моря. – Л.: Гидрометеорол. изд-во, 1964. – 67 с.

Жолдасова И.М., Гусева Л.Н. Состояние гонад и размножение сома в низовьях Амударьи // Биол. осн. рыбн. хоз-ва респ. Ср. Азии и Казахстана: Матер. 15 научн. конф. – Душанбе: Дониш. – 1976. – С. 292–294.

Зенкевич Л.А. Некоторые моменты зоогеографии Северного Полярного бассейна в связи с вопросом о его палеографическом прошлом // Зоол. журн., 1933. – Т. 12, Вып. 4. – С. 17–34.

Зенкевич Л.А. Действие вод Черного и Каспийского морей пониженной и повышенной солености на некоторых черноморских беспозвоночных (К вопросу об акклиматизации черноморских беспозвоночных в Каспийском море) // Зоол. журн. – 1938. – Т. 17, Вып. 5. – С. 845–888.

Зенкевич Л.А. Об акклиматизации в Каспийском море новых кормовых (для рыб) беспозвоночных и теоретические к ней предпосылки // Бюлл. МОИП, Отд. биол. – 1940. – Т. 49, Вып. 1. – С. 19–22.

Зенкевич Л.А. Фауна и биологическая продуктивность моря. Т. 2. Моря СССР. – М.: Советская наука, 1947. – 588 с.

Зенкевич Л.А. Классификация солоноватых водоемов на примере морей СССР // Изв. АН СССР, Серия геогр. – 1959. – № 2. – С. 3–11.

Зенкевич Л.А. Биология морей СССР. – М.: Изд-во АН СССР, 1963. – 739 с.

Зенкевич Л.А., Бирштейн Я.А. О возможных мероприятиях по повышению продуктивных свойств Каспия и Арала // Рыбн. хоз-во. – 1934. – № 3. – С. 38–40.

Зенкевич Л.А., Бирштейн Я.А. Против предложения об акклиматизации китайского краба // Рыбн. хоз-во. – 1937а. – № 6. – С. 33–34.

Зенкевич Л.А., Бирштейн Я.А. К вопросу об акклиматизации в Каспийском и Аральском морях новых видов животных // Зоол. журн. – 1937б. – Т. 16, Вып. 6. – С. 443–447.

Зенкевич Л.А., Броцкая В.И. Материалы по экологии руководящих форм бентоса Баренцова моря // Учен. записки МГУ. – 1937. – Вып. 13. – С. 203–206.

Зернов С.А. О животном планктоне Аральского моря по материалам, собранным Л.С. Бергом в 1900 г. // Изв. Туркест. отд. Русск. географ. об-ва. – 1903. – Вып. 3. – С. 1–42.

Зубов Н.Н. Океанологические таблицы. – Л.: Гидрометеорол. изд-во. – 1967. – 406 с.

Зюганов В.В. О проникновении аральской колюшки *Pungitius platigaster aralensis* (Kessler) в бассейн Оби // Вопросы ихтиологии. – 1984. – Т. 24, Вып. 4. – С. 671–672.

Иванов С.Н. Черный амур и толстолобик в южной части Аральского моря // Тр. ВНИРО. – 1964. – Т. 55, Вып. 2. – С. 196–198.

Иванов С.Н., Печникова Н.В. Наблюдения за скатом молоди шипа *Acipenser nudiventris* Lovetzkii в низовьях Амударьи // Вопросы ихтиологии. – 1967. – Т. 7, Вып. 4. – С. 660–668.

Иванова И.А. О зоопланктоне дельты Амударьи // Вестник Каракалп. фил. АН УзССР. – 1964. – № 2. – С. 71–78.

Иванова О.Н. Биологическая характеристика аральского сазана // Сб. работ по ихтиологии и гидробиол. – Алма-Ата: Изд-во АН КазССР. – 1961. – Вып. 3. – С. 171–184.

Иванова О.Н. Биологическая характеристика аральской шемаи // Рыбн. ресурсы водоемов Казахстана и их использование. – Алма-Ата: Наука. – 1966. – Вып. 5. – С. 155–161.

Иващенко В.И. Некоторые данные биологии акклиматизированной в Аральском море балтийской салаки // Биол. основы рыбн. хоз-ва водоемов Ср. Азии и Казахстана: Матер. конф. – Фрунзе: Илим. – 1978. – С. 307–308.

Иващенко В.И. Некоторые данные к биологии акклиматизированных бычков в Аральском море (к вопросу о состоянии бычков в условиях изменения режима Аральского моря) // Биол. основы рыбн. хоз-ва водоемов Ср. Азии и Казахстана: Тез. докл. 17 научн. конф. Балхаш, 22–26 сент. 1981 г. – Фрунзе: Илим. – 1981. – С. 80–81.

Ильин Б.С. Акклиматизация рыб и ее перспективы // Рыбн. хоз-во, 1947. – № 7. – С. 25–28.

Инструкция для сбора и обработки бентоса / Сост. М.М. Брискина. – М. – Л.: Пищепромиздат, 1930. – 26 с.

Инструкция по сбору и обработке планктона / Сост. ВНИРО. – М.: Б. и., 1971. – 82 с.

Иоганзен Б.Г. Основы экологии. – Томск: Изд-во Томск. ун-та, 1959. – 389 с.

Иоганзен Б.Г., Глазырина Е.И., Залозный Н.А. и др. Сукцессии водных экосистем в бассейне Средней Оби // Сукцессии животного населения в биоценозах поймы реки Оби. – Новосибирск: Наука, 1981. – С. 78–99.

Кагановский А.Г. Материалы к познанию аральского леща // Изв. отд. прикл. ихтиол. – 1927. – Т. 5, Вып. 2. – С. 240–256.

Каженбаев С.К., Ньюджиров А.М. Рыбная промышленность Казахстана (статистический справочник). – Москва: Пищевая промышленность. – 1968. – 175 с.

Казанчеев Е.Н. Рыбы Каспийского моря. 2-е изд. – М.: Легкая и пищевая промышленность. – 168 с.

Казахбаев С.К. Распространение акклиматизированного рачка калянипеды на юге Аральского моря // Аккл. рыб и беспозв. в водоемах СССР: Тез. докл., сент. 1972 г. – Фрунзе: Б. и. – 1972. – С. 216–218.

Казахбаев С. Калянипеда в южной части Аральского моря // Гидробиол. журн. – 1974. – Т. 10, № 1. – С. 898–90.

Казахбаев С.К. Изменение видового состава зоопланктона южно-аральских заливов в условиях зарегулированного стока Амударьи // Вестн. Каракалп. фил. АН УзССР. – 1980. – № 4. – С. 26–29.

Казахбаев С.К. Изменение в зоопланктоне юга Аральского моря в новых экологических условиях // Биол. основы рыбн. хоз-ва водоемов Ср. Азии и Казахстана: Матер. конф., Ташкент, 27–29 сент. 1983 г. – Ташкент: Фан, 1983. – С. 84–85.

Казахбаев С.К., Ерекеев У.Е. Об использовании зоопланктона в питании молоди рыб на юге Аральского моря // Биол. основы рыбн. хоз-ва водоемов Ср. Азии и Казахстана: Тез. докл. 17 научн. конф. Балхаш, 22–26 сент. 1981 г. – Фрунзе: Илим. – 1981. – С. 287–289.

Карзинкин Г.С. Планктон юго-западного угла Арала // Русск. гидробиол. журн. – 1924. – Т. 3, № 1–2. – С. 24–32.

Карпевич А.Ф. Отношение некоторых видов семейства Cardiidae к солевому режиму Северного Каспия // Докл. АН СССР. – 1946. – Т. 54, № 1. – С. 73–75.

Карпевич А.Ф. Влияние солевых условий на выживание дрейссен Северного Каспия // Докл. АН СССР. – 1947а. – Т. 56, № 3. – С. 305–308.

Карпевич А.Ф. Предпосылки к акклиматизации новых форм в Аральском море // Докл. ВНИРО. – 1947б. – № 6. – С. 13–17.

Карпевич А.Ф. Приспособление обмена дрейссен Северного Каспия к изменению солевого режима // Зоол. журн. – 1947в. – Т. 26, Вып. 4. – С. 331–338.

Карпевич А.Ф. Итоги и перспективы работ по акклиматизации рыб и беспозвоночных в СССР // Зоол. журн. – 1948. – Т. 27, Вып. 6. – С. 469–480.

Карпевич А.Ф. Особенности осморегуляции у дрейссены Северного Каспия // Докл. по биол., систем. и питанию рыб, по химии моря и сете-консервированию. – М.: Пищепромиздат, 1952. – Вып. 1. – С. 127–135.

Карпевич А.Ф. Отношение двустворчатых моллюсков Северного Каспия и Арала к изменению солености среды: Автореф. дис. ... докт. биол. наук. – М., 1953а. – 20 с.

Карпевич А.Ф. Состояние кормовой базы южных морей после зарегулирования стока рек // Тр. конф. по вопросам рыбн. хоз-ва. – 1953б. – Вып. 1. – С. 124–150.

Карпевич А.Ф. Некоторые данные о формообразовании у двустворчатых моллюсков // Зоол. журн. – 1955а. – Т. 34, Вып. 1. – С. 46–47.

Карпевич А.Ф. Отношение беспозвоночных Азовского моря к изменению солености // Тр. ВНИРО. – 1955б. – Т. 31, Вып. 1. – С. 240–275.

Карпевич А.Ф. Экологическое обоснование прогноза изменения ареалов рыб и состава ихтиофауны при осолонении Азовского моря // Тр. ВНИРО. – 1955в. – Т. 31, Вып. 2. – С. 3–84.

Карпевич А.Ф. Выживание, размножение и дыхание мизиды *Mesomysis Kowalewskyi* (*Paramysis lacustris Kowalewskyi Czern.*) в водах солоноватых водоемов СССР (Эколого-физиологическое обоснование акклиматизации мизид в Аральском и Балтийском морях и озере Балхаш). // Зоол. журн. – 1958. – Т. 37, Вып. 8. – С. 1121–1135.

Карпевич А.Ф. Биоэкологическая характеристика моллюска *Monodacna colorata* (Eichv.) Таганрогского залива // Тр. ВНИРО. – 1960а. – Т. 43, Вып. 1. – С. 244–256.

Карпевич А.Ф. Биологическое обоснование акклиматизации мизид в Аральском море и некоторых других солоноватых водоемах // Тр. ВНИРО. – 1960б. – Т. 43, Вып. 1. – С. – 198–218.

Карпевич А.Ф. Влияние изменяющегося стока рек и режима Азовского моря на его промысловую и кормовую фауну // Тр. Азовск. н. – и. ин-та рыбн. хоз-ва. – 1960в. – т. 1, Вып. 1. – С. 3–113.

Карпевич А.Ф. Выносливость рыб и беспозвоночных при изменении солености среды и методики ее определения // Тр. Карадагской биол. станции. – 1960г. – Вып. 16. – С. 86–129.

Карпевич А.Ф. Обоснование акклиматизации водных организмов в

Аральском море // Тр. ВНИРО. – 1960д. – Т. 43, Вып. 1, С. 76–114.

Карпевич А.Ф. Развитие *Corbulomya maeotica* Mil. в азовской и аральской воде // Информац. сб. ВНИРО. – 1960е. – № 9. – С. 59–62.

Карпевич А.Ф. Теоретические предпосылки к акклиматизации водных организмов // Тр. ВНИРО. – 1960ж. – Т. 43, Вып. 1, С. 9–30.

Карпевич А.Ф. Влияние вод с увеличенным количеством Са на азовских моллюсков (материалы к акклиматизации *Syndesmia ovata* и *Corbulomya maeotica* в Аральском море). – Тр. ВГБО. – 1962. – Т. 12. – С. 42–54.

Карпевич А.Ф. Особенности размножения и роста двустворчатых моллюсков солоноватоводных морей СССР // Экология беспозвоночных южных морей СССР. – М.: Наука, 1964а. – С. 3–61.

Карпевич А.Ф. О целесообразности акклиматизации планктонной копеподы *Calanipeda aquaedulcis* Kraitsch. в Аральском море // Тр. ВНИРО. – 1964б. – Т. 55, Вып. 2. – С. 177–183.

Карпевич А.Ф. Требования белого амура и толстолобика к солености воды при вселении их в солоноватые водоемы // Рыбохозяйственное освоение растительоядных рыб. – М.: Наука, 1966. – С. 89–94.

Карпевич А.Ф. Итоги и перспективы работ по акклиматизации рыб и беспозвоночных в южных морях СССР // Акклиматизация рыб и беспозвоночных в водоемах СССР. – М.: Наука. – 1968. – С. 50–69.

Карпевич А.Ф. Теория и практика акклиматизации водных организмов. – М.: Пищевая промышленность, 1975. – 432 с.

Карпевич А.Ф. Тенденции изменения режима, состава биоты и биопродуктивности Аральского и Каспийского морей // Антропогенное воздействие на прибрежно-морские экосистемы. – М. – 1986. – С. 12–33.

Карпевич А.Ф., Луконина Н.К. Пересадки рыб и водных беспозвоночных в 1966 г. Сообщение 7. // Вопросы ихтиологии. – 1970. – Т. 10, Вып. 3. – С. 560–576.

Карпевич А.Ф., Топченко В.А. Арал должен жить // Рыбное хозяйство. – 1989. – № 9. – С. 34–37.

Каталог наблюдений над уровнем моря. Аральское море. – Алма-Ата: КазУГКС, 1987. – Вып. 4. – 40 с.

Кашкаров Д.Н. Среда и сообщество (основы синэкологии). – М.: Госмедиздат, 1933. – 243 с.

Квасов Д.Д. Водный баланс среднеплиоценового Каспия // Бюлл. МОИП, отд. геол. – 1966. – Т. 41, № 6. – С. 99–114.

Квасов Д.Д., Ананова Е.Н., Борисов А.А., Дибнер В.Д. О палеографии Восточной Европы в ачкагыльско-апшеронское время // Вестн. Ле-

нингр. ун-та. – 1969. – Т. 6, Вып. 1. – С. 142–151.

Квасов Д.Д., Трофимец Л.Н. Некоторые вопросы истории Аральского моря // Бюлл. МОИП, отд. геол. – 1976. – Т. 51, Вып. 6. – С. 77–92.

Кейзер Н.А. К фауне Copepoda и Cladocera Сырдарьи и ее прибрежных водоемов // Русск. гидробиол. журн. – 1925. – Т. 4, Вып. 3–6. – С. 76–89.

Кейзер Н.А. Материалы для изучения Cladocera бассейна реки Сырдарьи // Тр. Среднеазиатского ун-та. – 129. – Т. 9, Вып. 8. – С. 1–9.

Кейзер Н.А. Планктон стариц Сырдарьи // Тр. Среднеазиат. ун-та. – 1950. – Т. 24, Вып. 9. – С. 3–57.

Кесслер К.Ф. Ихтиологическая фауна Туркестана // Изв. об-ва любит. естествозн. – 1872. – Т. 10, Вып. 1. – С. 47–79.

Кесслер К.Ф. Рыбы, водящиеся и встречающиеся в Арало-Каспийско-Понтийской ихтиологической области. – СПб. – 1877. – 360 с.

Кирпичников В.С. Солеустойчивость аральского сазана // Вопросы ихтиологии. – 1954. – Вып. 2. – С. 32–39.

Киселев И.А. Планктон морей и континентальных водоемов. Т. 1. Вводные и общие вопросы планктонологии. – Л.: Наука, 1969. – 658 с.

Киселева М.И. Действие аральской и опресненной черноморских вод на *Nereis succinea* // Тр. Севаст. биол. ст. – 1960. – С. 114–118.

Кичагов А.В. В Арал выпущено 1096200 мальков каспийской сельди пузанка // Бюлл. рыбн. хоз-ва. – 1930. – № 5. – С. 36–37.

Кичагов Л.В. О кормовой базе Аральского моря // Рыбн. хоз-во. – 1937. – № 3. – С. 47–48.

Кичагов А.В. Акклиматизация рыб в водоемах СССР. – М.: Пищевая промышленность, 1964. – 120 с.

Колесников В.П. Акчагыльские и апшеронские моллюски // Палеонтология СССР. – М.: Изд. АН СССР, 1950. – 259 с.

Комендантов А.Ю., Хлебович В.В., Аладин Н.В. Особенности осмотической и ионной регуляции двустворчатых моллюсков в зависимости от факторов среды // Экология. – 1985. – № 5. – С. 39–46.

Кондратенков А.П. Анализ межпопуляционных различий *Hydrobia ulvae* (Gastropoda) методом ступенчатой акклимации // Соленостные адаптации водных организмов. – Л.: Изд. Зоол. ин-та АН СССР, 1976. – С. 124–131.

Коновалов П.М. Опыты по изучению влияния солености на развитие икры воibly, леща и сазана // Материалы по ихтиофауне и режиму вод бассейна Аральского моря. – М.: Изд-во МОИП. – 1950. – С. 70–82.

Коновалов П.М. Акклиматизация каспийской севрюги в Аральском

море // Рыбное хозяйство. – 1953. – № 4. – С. 23–27.

Коновалов П.М. К вопросу акклиматизации в Арале некоторых кормовых и рыбных объектов // Рыбн. хоз-во СССР. – 1954. – № 11. – С. 35–37.

Коновалов П.М. Неудачный опыт акклиматизации кефали // Рыбн. хоз-во. – 1959. – № 3. – С. 20–22.

Коновалов П.М. О скате молоди усача и некоторых других видов рыб в реке Сырдарье после ее зарегулирования в нижнем течении // Рыбные ресурсы водоемов Казахстана и их использование. – Алма-Ата: Наука. – 1966. – Вып. 5. – С. 172–182.

Коновалов П.М., Коновалова З.А. Допустимые границы осолонения нерестилищ полупроходных рыб // Зоол. журн. – 1952. – Т. 31, Вып. 1. – С. 109–114.

Коновалов П.М., Маркова Е.Л., Бинтинг Э.А. Акклиматизация балтийской салаки в Аральском море // Рыбное хозяйство. – 1958. – № 3. – С. 12–16.

Константинов А.С. Личинки семейства Chironomidae равнинного течения Сырдарьи // Зоол. журн. – 1944. – Т. 23, Вып. 5. – С. 221–227.

Константинов А.С. Биология хирономид и их разведение // Тр. Саратов. отд. ВНИРО. – 1958. – Вып. 5. – С. 3–358.

Кортунова Т.А. Некоторые результаты акклиматизации кормовых беспозвоночных в Аральское море // Биол. осн. рыбн. хоз-ва респ. Средней Азии и Казахстана: Тез. докл. конф. – Балхаш. – 1967. – С. 170–171.

Кортунова Т.А. О распространении в Аральском море акклиматизированных мизид и нереиса // Акклиматизация рыб и беспозвоночных в водоемах СССР. – М.: Наука, 1968. – С. 115–119.

Кортунова Т.А. Некоторые данные по акклиматизированным кормовым беспозвоночным Аральского моря // Тр. ВНИРО. – 1970. – Т. 76, Вып. 3. – С. 178–184.

Кортунова Т.А. О влиянии акклиматизантов (рыб и беспозвоночных) и зарегулирования стока рек на зоопланктон открытой части Аральского моря // Биол. основы рыбн. хоз-ва республик Ср. Азии и Казахстана: Тез. докл., Фергана, 25–29 сент. 1972 г. – Ташкент-Фергана: Б. и., 1972. – С. 99–100.

Кортунова Т.А. Об изменениях в зоопланктоне Аральского моря в 1959–1968 гг. // Зоол. журн. – 1975. – Т. 54, Вып. 5. – С. 657–669.

Кортунова Т.А. Изменения в зоопланктоне Аральского моря в связи с акклиматизацией рыб и беспозвоночных: Дис. ... канд. биол. наук: 03.00.11. – М., 1978. – 149 с.

Кортунова Т.А., Бурляева А.Ф., Ярыгина Л.Н. Рачок калянипеда в Аральском море // Рыбн. хоз-во. – 1972. – № 7. – С. 32–33.

Кортунова Т.А., Луконина Н.К. Количественная характеристика зоопланктона Аральского моря // Рыбные ресурсы водоемов Казахстана и их использование. Алма-Ата: Наука, 1970. – Вып. 6. – С. 52–60.

Косарев А.Н. Гидрология Каспийского и Аральского морей. – М.: Изд-во Моск. ун-та, 1975. – 271 с.

Косова А.А. Вычисление веса некоторых форм зоопланктона низовьев дельты Волги // Тр. Астраханского заповедника. – 1961. – Т.5. – С. 151–159.

Костюченко В.А. Закономерности распределения и миграции бычка крутяка в Азовском море // Тр. АзЧерНИРО. – 1969. – Вып. 26. – С. 14–30.

Крицкий С.Н., Менкель М.Ф., Шимельмиц И.Я., Коренистов Д.В. Проблема Аральского моря // Проблемы регулирования и использования водных ресурсов. – М.: Наука, 1973. – С. 4–29.

Кроган П. Конкуренция и механизмы приспособления к осмотическому давлению // Механизмы биологической конкуренции. – М.: Мир, 1964. – С. 197–210.

Крылова О.И. Роль *Nereis diversicolor* O.F. Müller в утилизации органического вещества Вислинского залива // Исследования биологических ресурсов Атлантического океана. – Калининград. – 1980. – С. 43–52.

Кузнецов А.П. Экология донных сообществ шельфовых зон Мирового океана (Трофическая структура морской донной фауны). – М.: Наука, 1980. – 244 с.

Кунин М.А., Дорошев С.И. Некоторые данные о морской и камышовый формах аральского леща (*Abramis brama orientalis* Berg) // Биологические науки. – 1968. – № 11. – С. 19–23.

Кусакин О.Г. Литоральные сообщества // Океанология. Биология океана. – Т. 2. Биологическая продуктивность океана–М.: Наука. – 1977. – С. 111–132.

Кусморская А.П. Зоопланктон Мертвого култука и Кайдака // Зоол. журн. – 1939. – Т. 19, Вып. 5. – С. 831–841.

Кутикова Л.А. Коловратки фауны СССР // Определители по фауне СССР, издаваемые ЗИН АН СССР. – 1970. – Вып. 104. – С. 1–744.

Кутикова Л.А. Класс Коловратки, Rotatoria // Атлас беспозвоночных Аральского моря. – М.: Пищев. промышленность, 1974. – С. 56–98.

Летичевский М.А. К вопросу о плодовитости рыб юга Аральского моря // Зоол. журн. – 1946. – Т. 25, Вып. 4. – С. 351–356.

Лим. Р.М. Влияние гидрологического режима Аральского моря на естественное воспроизводство воibly // Рыбн. ресурсы водоемов Казахстана и их использование. – Алма-Ата: Наука. – 1970. – Вып. 6. – С. 61–67.

Лим Р.М. Об акклиматизации камбалы-глоссы в Аральском море // Биол. основы рыбн. хоз-ва водоемов Ср. Азии и Казахстана: Тез. докл. 19 конференции. 9–11 окт. 1986 г. – Ашхабад: Ылым. – 1986. – С. 249–250.

Лим Р.М., Иващенко В.И., Нилов В.И. Влияние аральской воды различной солености на развитие черноморских камбал-глоссы (*Pleuronectes flesus luscus* Pall.) и калкана (*Rhombus maeoticus* Pall.) на ранних стадиях онтогенеза // Биол. основы рыбн. хоз-ва водоемов Ср. Азии и Казахстана: Матер. конф. – Фрунзе: Илим. – 1978. – С. 352–355.

Лим Р.М., Малиновская А.С., Нилов В.И. Отношение черноморских камбал-глоссы и калкана на ранних стадиях развития к аральской воде различной солености // Природные ресурсы современного Приаралья. – Алма-Ата: Наука. – 1981. – С. 82–84.

Лим Р.М., Маркова Е.Л. Результаты вселения осетровых и камбалы-глоссы в Аральское море // Рыбное хозяйство. – 1981. – № 9. – С. 25–26.

Лим Р.М., Нусенбаум Л.М. Изменение видового состава покатных личинок и мальков рыб в нижнем течении реки Сырдарья // Биол. основы рыбн. х-ва водоемов Ср. Азии и Казахстана. – Фрунзе: Илим. – 1981. – С. 118–119.

Лобов А.Л. Комплексное исследование солевого режима замкнутых и полужамкнутых водоемов на примере Аральского моря: Дисс. ... канд. географ. наук: 11.00.11. – М. – 1994. – 184 с.

Лобов А.Л., Лю Хун, Цыцарин А.Г. Антропогенная метаморфизация солевого состава вод Аральского моря // Водные ресурсы. – 1995. – Т. 22, № 3. – С. 356–361.

Лобов А.Л., Цыцарин А.Г. Система экспертного анализа ионных составов природных вод // 15 Менделеевский съезд по общей и прикладной химии: Тез. докл., Минск, 1993. – С. 234–236.

Логвиненко Б.М. Об изменениях в фауне каспийских моллюсков рода *Dreissena* после вселения *Mytilaster lineatus* (Gmel.) // Научн. докл. высш. школы, биол. науки. – 1965. – № 4. – С. 14–19.

Логвиненко Б.М., Старобогатов Я.И. Класс Брюхоногие моллюски, Gastropoda // Атлас беспозвоночных Каспийского моря. – М.: Пищев. промышленность, 1968. – С. 339–385.

Лосовская Г.В. О способах питания некоторых массовых видов полихет и их распределение в северо-западной части Черного моря // Вопросы морской биологии. – Киев: Наукова думка. – 1969. – С. 74–75.

Лосовская Г.В. О питании некоторых черноморских полихет // Биол. науки. – 1973. – № 6. – С. 7–11.

Луконина Н.К. Динамика популяции *Diaptomus salinus* Daday в Аральском море // Зоол. журн. – 1960а. – Т. 39, Вып. 2. – С. 176–187.

Луконина Н.К. Зоопланктон Аральского моря // Тр. ВНИРО. – 1960б. – Т. 43, Вып. – 1. – С. 177–197.

Луконина Н.К., Быков Н.Е. Питание молоди салаки *Clupea harengus membras* L. в Аральском море // Вопросы ихтиологии. – 1962. – Т. 2, Вып. 4. – С. 717–720.

Львов В.П. Колебания уровня Аральского моря за последние 100 лет // Тр. ГОИН. – 1959. – Вып. 46. – С. 80–114.

Львов В.П. Вековые и многолетние колебания уровня (водности Аральского моря и их сверхдолгосрочный прогноз по солнечной активности // Рыбные запасы Аральского моря. – Ташкент: Наука, 1964. – С. 21–31.

Лю Хун Изменение природных условий региона Аральского моря в условиях антропогенной нагрузки: Дис. ... канд. географ. наук: 11.00.11. – М., 1993. – 211 с.

Лымарев В.И. Берега Аральского моря–внутреннего водоема аридной зоны. – Л.: Наука, 12967. – 252 с.

Макеева А.П. О речном периоде жизни аральского усача *Barbus brachycephalus* Kessler: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. – М. – 1953. – 11 с.

Максимова Л.П. Выживание и размножение *Monodacna colorata* (Eichw.) v. *tanaisiana* Mil. в воде различной солености (к вопросу об акклиматизации монодакны в Каспийском море и в пресноводных водоемах) // Экология беспозвоночных южных морей. – М.: Наука. – 1964. – С. 61–79.

Максимова М.П. Особенности баланса органического вещества в южных и северных морях СССР // Тр. ВНИРО. – 1973. – Т. 80, Вып. 3. – С. 7–17.

Максимова М.П., Бронфман А.М., Катунин Д.Н. и др. Баланс биогенных элементов внутриматериковых морей СССР // Вод. ресурсы. – 1979. – № 1. – С. 23–34.

Малиновская А.С. О биологии креветок акклиматизированных в Аральском море // Сборник работ по ихтиологии и гидробиологии. – Алма-Ата: Наука. – 1961. – Вып. 3. – С. 113–124.

Малиновская А.С. Материалы по вопросу питания салаки, акклиматизированной в Аральском море // Изв. Акад. Наук КазССР. Серия биол.

Наук. – 1963. – Вып. 1. – С. 100–103.

Малиновская А.С., Маркова Е.Л. Гидробиологические исследования Аральского моря // Очерки по истории гидробиологических исследований в СССР. – М.: Наука, 1981. – С. 25–33.

Маловицкая Л.М., Сорокин Ю.И. Экспериментальные исследования питания *Diaptomus* (Crustacea, Copepoda) с помощью C^{14} // Тр. ин-та биологии водохранилищ. – 1961. – Т. 4. – С. 262–272.

Маркевич Н.Б. Сравнение размерно-возрастной структуры аральской и каспийской атерины // Тр. ВНИРО. – 1970. – Т. 76, Вып. 3. – С. 199–206.

Маркевич Н.Б. Влияние короткоциклических рыб на промысел и экосистему Аральского моря // Аккл. рыб и беспозв. в водоемах СССР: Тез. докл., Фрунзе, сент. 1972 г. – Фрунзе. – 1972. – С. 53–55.

Маркевич Н.Б. Биология атерины *Atherina mochon pontica* Eichw. в Аральском море: Дис. ... канд. биол. наук. – М., 1974. – 150 с.

Маркевич Н.Б. Учитывать не только положительные результаты // Рыбоводство и рыболовство. – 1978. – № 2. – С. 8–9.

Маркова Е.Л. Материалы к биологии аральского ходового усача *Barbus brachycephalus* K. // Сб. работ по ихтиол. и гидробиол. – Алма-Ата: АН КазССР. – 1961а. – Вып. 3. – С. 154–170.

Маркова Е.Л. Биологические показатели промыслового стада леща как основного объекта в промысле Аральского моря // Тр. конф. по рыбн. хоз-ву респ. Ср. Азии и Казахстана. – Фрунзе. – 1961б. – С. 33–45.

Маркова Е.Л. Некоторые данные о распространении новых каспийских вселенцев в Аральское море // Бюлл. МОИП. – 1962. – Т. 67, Вып. 5. – С. 130–132.

Маркова Е.Л. Распространение в Аральском море акклиматизированных бычков, атерины и креветок // Акклиматизация животных в СССР. – Алма-Ата: Изд-во АН КазССР. – 1963. – С. 261–263.

Маркова Е.Л. Видовой состав и учет урожайности молоди рыб в Аральском море // Бюлл. МОИП, отд. Биол. – 1964а. – № 2. – С. 153.

Маркова Е.Л. Материалы к биологии молоди леща (*Abramis brama orientalis* Berg) Аральского моря в морской период ее жизни // Рыбные запасы Аральского моря. – Ташкент: Наука. – 1964б. – С. 85–91.

Маркова Е.Л. Черный амур в Аральском море // Рыболовство и рыбободство. – 1964в. – № 1. – С. 15–19.

Маркова Е.Л. Материалы по биологии аральской воблы // Рыбн. ресурсы водоемов Казахстана и их использование. – Алма-Ата: Наука. –

1966а. – Вып. 5. – С. 162–171.

Маркова Е.Л. Состояние нерестовых популяций сазана в Аральском море // Биол. основы рыбн. хоз-ва на водоемах Ср. Азии и Казахстана. – Алма-Ата: Наука. – 1966б. – С. 68–69.

Маркова Е.Л. Видовой состав и учет урожайности молоди рыб в Аральском море // Тр. ВНИРО. – 1967. – Т. 62. – С. 235–242.

Маркова Е.Л. К биологии некоторых рыб акклиматизируемых в Аральском море // Акклиматизация рыб и беспозвоночных в водоемах СССР. – М.: Наука. – 1968. – С. 112–115.

Маркова Е.Л. Материалы к биологии аральского жереха–*Aspius aspius iblioides* (Kessler) // Бюлл. МОИП, отд. биол. – 1969а. – Т. 74, Вып. 2. – С. 46–52.

Маркова Е.Л. О современном состоянии стада аральского шипа // Матер. научн. сессии ЦНИОРХ, посвящ. 100-летию осетроводства. – Астрахань. – 1969б. – С. 119–120.

Маркова Е.Л. Современное состояние нерестовых популяций аральского сазана // Охрана и рациональное использование живой природы водоемов Казахстана: Матер. конф., 1969в. – С. 81–83.

Маркова Е.Л. Состояние нерестовой популяции северного стада аральского леща // Рыбн. ресурсы водоемов Казахстана и их использование. – Алма-Ата: Наука. – 1970. – Вып. 6. – С. 68–80.

Маркова Е.Л. Влияние изменения режима бассейна Аральского моря на некоторые биологические показатели и промысел основных видов рыб // Биол. основы рыбн. хоз-ва респ. Ср. Азии и Казахстана: Тез. докл., Фергана, 29 -29 сент. 1972. – Ташкент-Фергана: Б. и. – 1972а. – С. 230–232.

Маркова Е.Л. Результаты акклиматизационных работ, проведенных в Аральском море за период с 1963 по 1971 г. // Аккл. рыб и бесп. в водоемах СССР: Тез. докл., Фрунзе, сент. 1972 г. – Фрунзе. – 1972б. – С. 56–57.

Маркова Е.Л. Материалы к биологии аральской чехони // Рыбные ресурсы водоемов Казахстана и их использование. – Алма-Ата: Кайнар. – 1974. – Вып. 8. – С. 129–131.

Маркова Е.Л. Результаты акклиматизационных работ, проведенных в Аральском море за период с 1963 по 1971 гг. // Изв. ГОСНИОРХ. – 1975а. – Т. 103. – С. 164–168.

Маркова Е.Л. Характеристика некоторых биологических показателей аральского усача // Рыбные ресурсы водоемов Казахстана и их использование. – Алма-Ата: Кайнар. – 1975б. – Вып. 9. – С. 98–102.

Маркова Е.Л., Тлеуов Р.Т. Биология хищных рыб–судака (*Lucioperca lucioperca* L.) и жереха (*Aspius aspius* L.) в Аральском море // Природн. ресурсы низовьев Амударьи. – Ташкент: ФАН. – 1974. – С. 60–80.

Маркун М.И. Материалы по росту и систематике аральского леща // Изв. отд. Прикл. ихтиол. – 1929. – Т.9, Вып. – 1. – С. 22–41.

Маркун М.И. Аральский усач, его систематика и биология // Тр. Аральского отд. ВНИМОРХ. – 1933. – Т. 2. – С. 3–45.

Маркун М.И. Аральская шемая (материалы к изучению биологии) // Тр. Аральск. отд. н. – и. ин-та морск. рыбн. хоз-ва и океаногр. – 1935. – Т.4. – С. 5–73.

Медников Б.М. Отряд Сомообразные (Siluriformes) // Жизнь животных. В 7-и т. Т. 4: Ланцетники, круглоротые, хрящевые рыбы, костные рыбы. – М.: Просвещение. – 1983. – С. 281–293.

Мейснер В.И. Микроскопические представители водной фауны Аральского моря и впадающих в него рек в связи с вопросом об условиях их распределения // Изв. Туркест. отд. Русск. геогр. об-ва 1908. – Т. 4, Вып. 8. – С. 1–102.

Методическое пособие по изучению питания и пищевых отношений рыб в естественных условиях / Под редакцией Е.В. Боруцкого. – М.: Наука. – 1974. – С. 1–254.

Милейковский С.А. Экология размножения морского бентоса. – М.: Наука. – 1981. – 90 с.

Митрофанов В.П., Дукравец Г.М., Песериди Н.Е. и др. Рыбы Казахстана: в 5-ти т. Т. 1: Миноговые, осетровые, сельдевые, лососевые, щуковые. – Алма-Ата: Наука. – 1986. – 293 с.

Митрофанов В.П., Дукравец Г.М., Сидорова А.Ф., Солонинова Л.Н. и др. Рыбы Казахстана: в 5-ти т. Т. 2: Карповые. – Алма-Ата: Наука. – 1987. – 200 с.

Митрофанов В.П., Дукравец Г.М., Мельников В.А., Баимбетов А.А. и др. Рыбы Казахстана: в 5-ти т. Т. 3: Карповые (продолжение). – Алма-Ата: Наука. – 1988. – 304 с.

Митрофанов В.П., Дукравец Г.М. и др. Рыбы Казахстана: в 5-ти т. Т. 4: Вьюновые, сомовые, атериновые, тресковые, колюшковые, игловые, окуневые, бычковые, керчаковые. – Алма-Ата: Наука. – 1989. – 312 с.

Митрофанов В.П., Дукравец Г.М., Сидорова А.Ф. и др. Рыбы Казахстана: в 5 т. Т. 5: Акклиматизация, промысел. – Алма-Ата: Гылым. – 1992. – 464 с.

Михин В.С. Материалы по возрасту и росту Аральского сома // Изв. Ленингр. ихтиол. инст. – 1931. – Вып. 1. – С. 259–269.

Монаков А.В. Хищное питание *Acanthocyclops viridis* (Jur.) (Copepoda, Cyclopoida) // Тр. Ин-та биол. водохр. АН СССР. – 1959. – Вып. 2 (5). – С. 117–127.

Монаков А.В. Питание и пищевые взаимоотношения пресноводных копепод // Л.: Наука, 1976. – 170 с.

Монаков А.В., Пугачева Т.И. Предварительные данные о питании *Cyclops vicinus* (Copepoda, Cyclopoida) // Информ. бюлл. Ин-та биол. внутр. вод АН СССР. – 1971. – № 10. – С. 40–42.

Монаков А.В., Сорокин Ю.И. Опыты изучения хищного питания циклопов с помощью изотопной методики // ДАН СССР. – 1959. – Т. 125, Вып. 1. – С. 201–204.

Мордухай-Болтовской Ф.Д. Материалы по среднему весу водных животных бассейна Дона // Тр. пробл. и темат. совещ. Зоол. ин-та АН СССР. – 1954. – Т. 2. – С. 223–241.

Мордухай-Болтовской Ф.Д. Каспийская фауна в Азово-Черноморском бассейне. – М. – Л.: Изд-во АН СССР. – 1960. – 286 с.

Мордухай-Болтовской Ф.Д. Появление в Каспийском море представителя средиземноморских полифемид // Зоол. журн. – 1962. – Т. 41, Вып. 2. – С. 289–290.

Мордухай-Болтовской Ф.Д. Отряд Ветвистоусые Cladocera // Атлас беспозвоночных Каспийского моря. – М.: Пищев. промышленность, 1968. – С. 120–160.

Мордухай-Болтовской Ф.Д. Современное состояние фауны Аральского моря // Гидробиол. журн. – 1972. – Т., № 3. – С. 14–20.

Мордухай-Болтовской Ф.Д. Подкласс Листоногие, Branchiopoda // Атлас беспозвоночных Аральского моря. – М.: Пищев. промышленность, 1974. – С. 112–133.

Мордухай-Болтовской Ф.Д. К систематике морских Podonidae (Cladocera) // Зоол. журн. – 1978а. – Т. 57, Вып. 4. – С. 523. – 529.

Мордухай-Болтовской Ф.Д. Состав и распределение Каспийской фауны по современным данным // Тр. Всесоюзн. гидробиол. об-ва. – 1978б. – Т. 22. – С. 100–139.

Мороз Т.Г., Гильман В.Л. Типизация солоноватых вод на гидробиологической основе // Гидробиол. журн. – 1988. – Т. 24, № 5. – С. 64–67.

Морозова П.Н. Лещ Аральского моря // Изв. Всесоюзн. н.-и. ин-та рыбн. хоз-ва. – 1952. – Т. 30. – С. 74–96.

Муравейский С.Д. Материалы по фауне коловраток Туркестана. Коловратки Сырдарьи // Бюлл. Среднеазиатск. ун-та. – 1925. – Т. 11. – С. 59–63.

- Наумов Н.П. Экология животных. – М.: Высшая школа, 1963. – 618 с.
- Нейман А.А. Донные сообщества шельфа // Океанология. Биология океана. – Т. 2. Биологическая продуктивность океана–М.: Наука. – 1977. – С. 162–165.
- Нейман А.А. Количественное распределение и трофическая структура бентоса шельфов Мирового океана. – М.: ВНИРО. – 1988. – 101 с.
- Некрасова М.Я. О сукцессиях биоценозов Таганрогского залива после зарегулирования стока Дона // Биологические ресурсы Азовского бассейна. – Ростов: Изд-во Ростовск. ун-та, 1976. – С. 35–46.
- Никитинский В.Я. Количественный учет донной фауны открытых частей Аральского моря // Тр. Аральск. научн. рыбохоз. стан. 1933. – Т. 1. – С. 111–136.
- Николаев И.И. Последствия непредвиденного расселения водной фауны и флоры // Экологическое прогнозирование. – М.: Наука. – 1979. – С. 76–93.
- Николаева Р.В. Основные морфометрические характеристики Аральского моря // Проблема Аральского моря. – М.: Наука, 1969. – С. 25–38.
- Никольский Г.В. Рыбы среднего и нижнего течения р. Чу // Ежегодник Зоол. музея АН СССР. – 1931. – Т. 32, Вып. 2. – С. 227–268.
- Никольский Г.В. Аральский сазан (материалы по систематике, биологии и промыслу) // Тр. Аральск. отд. ВНИМОПХ. – 1934. – Т. 3. – С. 5–75.
- Никольский Г.В. Рыбы Аральского моря. – М.: Изд-во МОИП. – 1940. – 215 с.
- Никольский Г.В. О периодических колебаниях численности промысловых рыб Аральского моря и факторах, их определяющих // Зоол. журн. – 1944. – Т. 23, Вып. 1. – С. 43–47.
- Никольский Г.В. Частная ихтиология. – М.: Высшая школа. – 1971. – 472 с.
- Никольский Г.В. Структура вида и закономерности изменчивости рыб. – М.: Пищевая промышленность. – 1980. – 184 с.
- Никольский Г.В., Морозова П.Н. О факторах определяющих величину поголовья стада промысловых рыб Аральского моря // Зоол. журн. – 1946. – Т. 25, Вып. 4. – С. 347–350.
- Никольский Г.В., Фортунатов М.А. Ирригационное строительство и рыбное хозяйство Аральского моря // Материалы по ихтиофауне и режиму вод бассейна Аральского моря. – М.: Изд-во МОИП. – 1950. – С. 6–20.
- Новокшенов Ю.Д. К биологии судака Аральского моря // Биол. осн. рыбн. хоз-ва на водоемах Ср. Азии и Казахстана. – Алма-Ата: Наука. –

1966. – С. 83–86.

Новокшенов Ю.Д. О роли судака *Lucioperca lucioperca* (L.) в биологической мелиорации Аральского водоема // Вопросы ихтиологии. – 1968а. – Т. 8., Вып. 2. – С. 247–252.

Новокшенов Ю.Д. Питание молоди аральского судака // Тез. докл. конф. по вопросам рыбн. хоз-ва респ. Ср. Азии и Казахстана. 16–23 сент. 1968 г. – Фрунзе: Илим. – 1968б. – С. 112–113.

Новокшенов Ю.Д. О перспективах существования судака в Аральском море // Охрана и рациональное использование живой природы водоемов Казахстана: Матер. конф., 1969. – С. 83–86.

Новокшенов Ю.Д. Биология и хозяйственное значение судака Аральского моря: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. – Л. – 1973. – 21 с.

Новокшенов Ю.Д. Возрастной состав и рост судака Аральского моря // Изв. ГОСНИОРХ. – 1974. – Т. 92. – С. 11–22.

Нусенбаум Л.М., Лим Р.М. Наблюдения за скатом личинок и мальков рыб в створе Казалинского гидроузла на Сырдарье // Биол. основы рыбн. хоз-ва республик Ср. Азии и Казахстана: Тез. докл. конф. 1–3 окт. 1974 г. – Ашхабад: Ылым. – 1974. – Т. 2. – С. 67–68.

Нусенбаум Л.М., Лим Р.М. Состояние воспроизводства сырдарьинского стада аральского жереха в условиях эксплуатации Казалинского гидроузла // Биол. основы рыбн. хоз-ва респ. Ср. Азии и Казахстана: Матер. конф. – Душанбе: Дониш. – 1976. – С. 328–330.

Одум Ю. Основы экологии (Пер. с 3-го англ. изд.). – М.: Мир, 1975. – 740 с.

Орлов Л.М. Основные понятия, термины и формулы количественной экологии // Научн. тр. Куйбышевск. гос. пед. ин-та, 1973. – Т. 116. – С. 70–78.

Осадчих В.Ф. Моллюск *Syndesmia ovata* (Pilippi) в Северном Каспии // Тр. Каспийск. отд. ВНИРО. – 1965. – Т. 20. – С. 35–46.

Османов С.О. О гибели атеринки в Аральском море // Вестн. Каракалп. фил. АН УзССР. – 1961. – № 3. – С. 95–96.

Остроумов А.А. О моллюсках Аральского моря // Изв. Туркест. отд. Русск. геогр. об-ва. – 1907. – Т. 6, Вып. 7. – С. 20–26.

Павловская Л.П. Аральский усач (систематика и биология в речной период жизни). – Ташкент: ФАН. – 1976. – 149 с.

Павловская Л.П., Жолдасова И.М. О нарушении гаметогенеза у Аральского усача на Амударье в условиях гидростроительства // Биол. основы рыбн. х-ва респ. Ср. Азии и Казахстана. – Душанбе: Дониш. – 1976. – С. 334–335.

Павловская Л.П., Юсупов К. Некоторые итоги изучения биологии чехони на юге Аральского моря // Биол. основы рыбн. хоз-ва респ. Ср. Азии и Казахстана: Тез. докл., Фергана, 29 -29 сент. 1972. – Ташкент-Фергана: Б. и. – 1972. – С. 230–232.

Панкратова В.Я. О личинках хирономид реки Амударья // Тр. Аральск. научн. рыбохоз. станции. – 1933. – Т. 1. – С. 81–92.

Панкратова В.Я. Материалы по питанию рыб Аральского моря // Тр. Аральского отд. н. – и. ин-та морск. рыбн. хоз-ва и океаногр. – 1935. – Т. 4. – С. 199–220.

Панкратова В.Я. Фауна личинок семейства Tendipedidae бассейна Амударья // Тр. Зоол. ин-та АН СССР. – 1950. – Т. 9, Вып. 1. – С. 116–198.

Панкратова В.Я. Личинки и куколки комаров подсемейства Orthoclaadiinae фауны СССР (Diptera, Chironomidae=Tendipidae) // Определители по фауне СССР, издаваемые Зоологическим институтом АН СССР. – Л.: Наука. – 1970. – Вып. 102. – С. 1–344.

Паули В.Л. К биоценологии солоноватых вод. (Проблема минимума видов солоноватых вод) // Тр. Севастопольск. биол. станции. – 1954. – Т. 8. – С. 147–156.

Перминов В.М., Рева Ю.А., Цыцарин А.Г. Сезонные колебания уровня Аральского моря в современных условиях // Метеорология и гидрология. – 1993. – № 3. – С. 89–95.

Печникова Н.В. Изменение морфологии шипа (*A. nudiventris*) Аральского моря и озера Балхаш в связи с акклиматизацией рыб и кормовых животных // Зоол. журн. – 1970. – Т. 49, Вып. 1. – С. 96–105.

Печникова Н.В. Биология молоди аральского шипа на первом году жизни // Тр. ЦНИОРХ. – 1972. Т. 4: Осетровые СССР и их воспроизводство. – С. 139–145.

Пивнев И.А. О результатах акклиматизации рыб в озерах Джамбульской области Южно-Казахстанского края // Акклиматизация животных в СССР: Матер. конф. – Алма-Ата: Изд-во АН СССР. – 1963. – С. 281–284.

Пирнязов Т.Д. Состояние половых желез аральского леща в преднерестовый период // Биол. основы рыбн. хоз-ва респ. Ср. Азии и Казахстана: Матер. конф. – Душанбе: Дониш. – 1976. – С. 337–338.

Покровский А.С. Рыболовство на р.р. Сырдарье, Амударье и на Аральском море // Материалы к познанию русского рыболовства. – 1916. – Т. 5, Вып. 1. – С. 1–70.

Пономарева И.Н. Общая экология. – Л.: Изд-во ЛГУ, 1975. – 161 с.

Потехина Е.В. Плодовитость и сроки нереста аральского усача // Вопросы ихтиологии. – 1955. – Вып. 3. – С. 77–86.

Потехина Е.В. О возрасте и росте аральского усача // Мат. 1-й научн. конф. аспирантов. – Ростов-на-Дону: Изд-во РГУ. – 1959. – С. 85–89.

Потехина Е.В. Влияние ирригационных систем на скат молоди усача в Сырдарье // Мат. 2-й научн. конф. аспирантов. – Ростов-на-Дону: Изд-во РГУ. – 1960. – С. 163–167.

Пробатов А.Н. О возрасте аральского сома // Изв. отд. прикл. ихтиол. – 1929а. – Т. 9, Вып. 2. – С. 213–224.

Пробатов А.Н. О возрасте аральского шипа // Изв. отд. прикл. ихтиол. – 1929б. – Т. 9, Вып. 2. – С. 154–162.

Проскура Е.С. Биомасса, продукция и потребление *Abra ovata* (Pilippi) в Аральском море // III съезд Всесоюзн. гидробиол. об-ва: Тез. докл. – Рига: Б. и. – 1976. – Т. 1. – С. 170–171.

Проскура Е.С. О питании молоди рыб в Аральском море // Вопросы ихтиологии. – 1978. – Т. 18, Вып. – 3. – С. 460–466.

Проскура Е.С. Состояние и перспективы распространения акклиматизантов в Аральском море // Гидробиол. журн. – 1979. – Т. 15, № 3. – С. 37–41.

Рвина С.К. Метаморфизация солевого состава аральской воды при ее концентрации в природных условиях // Химические ресурсы морей и океанов. – М.: Наука, 1970. – С. 12–17.

Рвина С.К., Бакум Т.А., Заклинский А.Б. Основные черты распределения солености Аральского моря с 1952 по 1966 гг. // Тр. Океаногр. ин-та. – 1970. – Вып. 101. – С. 80–86.

Резников С.А. Голоценовые осадки Аральского моря и условия их образования: Автореф. дис. ... канд. геолого-минерал. наук. – Одесса, 1976. – 20 с.

Резниченко О.Г. Трансокеаническая аутоакклиматизация ритропанопеуса (*Rhithropanopeus harrisi*: Crustacea, Brachyura) // Тр. Ин-та океанолог. АН СССР. – 1967. – Т. 85. – С. 136–177.

Ривьер И.К. О питании и вертикальных суточных перемещениях каспийских полифемид // Тр. Ин-та биол. внутр. вод. – 1968. – Т. 17 (20). – С. 70–75.

Романова Н.Н. Распределение Amphipoda и Cumacea Северного Каспия в зависимости от солености и характера грунта: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. – М., 1956. – 14 с.

Романова Н.Н. Распространение и экологическая характеристика северокаспийских Amphipoda и Cumacea // Докл. АН СССР. – 1958. – Т.

121, № 3. – С. 553–556.

Романова Н.Н. Выживание некоторых Amphipoda Северного Каспия при разных соленостях // Тр. ВНИРО. – 1959. – Т. 38. – С. 277–291.

Романова Н.Н. Питание донных беспозвоночных северного Каспия // Тр. Всесоюзн. гидробиол. об-ва. – 1963. – Т. 13. – С. 146–177.

Романова Н.Н. Экология и количественное распределение автохтонных гаммарид Каспийского моря // Тр. ВНИРО. – 1973. – Т. 80, Вып. 3. – С. 73–103.

Романова Н.Н. Отряд Бокоплавцы, Amphipoda // Атлас беспозвоночных Аральского моря. – М.: Пищев. промышленность, 1974а. – С. 202–204.

Романова Н.Н. Отряд Мизиды, Mysidacea // Атлас беспозвоночных Аральского моря. – М.: Пищевая промышленность. – 1974б. – С. 200–202.

Романыхчева О.Д. Скаты и питание молоди аральского усача // Рыбное х-во. – 1948. – № 9. – С. 37–40.

Романыхчева О.Д. Безвредна ли колюшка // Природа. – 1952. – № 12. – С. 124.

Романыхчева О.Д., Маркова Е.Л. Поимки севрюги в р. Сырдарье // Рыбное х-во. – 1956. – № 10. – С. 89.

Рылов В.М. Пресноводные Calanoida СССР // Определители пресных вод СССР. А. Пресноводная фауна. – 1930. – Вып. 1. – С. 1–318.

Рылов В.М. Некоторые данные по гидрологии и планктону озер низовьев р. Сырдарьи // Зап. Гос. гидр. ин-та. – 1933. – Т. 10. – С. 389–401.

Савилов А.И. Экологическая характеристика донных сообществ беспозвоночных Охотского моря. // Тр. Ин-та океанол. АН СССР. – 1961. – Т. 46. – С. 3–84.

Самуха И. Акклиматизация белого амура в Казахстане // Сельское хоз-во Казахстана. – 1961. – № 7. – С. 83–84.

Свиридова И.В. Режим биогенных веществ // Гидрометеорология и гидрохимия морей СССР. Т. 7. Аральское море. – Л.: Гидрометеоздат, 1990. – С. 114–135.

Серов Н.П. Ихтиофауна Нурина водохранилища // Изв. АН КазССР. Сер. зоол. – 1950. – Вып. 9-С. 87–95.

Серов Н.П. Акклиматизация рыб в бассейне Балхаша // Аккл. рыб и беспозв. в водоемах СССР: Тез. док. научн. конф. – Фрунзе. – 1972. – С. 77–79.

Сибирцева Л.К. Отряд Ручейники, Trichoptera // Атлас беспозвоноч-

ных Аральского моря. – М.: Пищев. промышленность, 1974. – С. 224–228.

Сидоров С.А. Моллюски Арала и его ближайших окрестностей // Русск. гидробиол. журн. – 1929. – Т. 8, № 1–3. – С. 13–37.

Симонов А.И. К вопросу о причинах антициклональной циркуляции вод Аральского моря // Метеорология и гидрохимия. – 1954. – № 2. – С. 50–52.

Смирнов Н.Н. Macrothricidae и Moinidae фауны мира // Фауна СССР. Ракообразные. – 1976. – Т. 1, Вып. 3. – С. 1–237.

Современный и перспективный водный и солевой баланс южных морей СССР / Под ред. А.И. Симонова, Н.П. Гоптарева. – Тр. ГОИН. – 1972. – Т. 108. – 235 с.

Соколова М.Н. О закономерностях распределения глубоководного бентоса // Докл. АН СССР. – 1956. – Т. 110, № 4. – С. 692–695.

Соколова М.Н. Распределение группировок (биоценозов) донной фауны глубоководных впадин северо-западной части Тихого океана. – Тр. Ин-та океанолог. АН СССР. – 1960. – Т. 34. – С. 21–59.

Соколова М.Н. Некоторые закономерности распределения пищевых группировок глубоководного бентоса // Океанология. – 1964. – Т. 4, № 6. – С. 1079–1088.

Соловьева Н.Ф. Гидрохимические исследования Аральского моря в 1948 г. // Тр. Лабор. озераведения АН СССР. – 1959. – Т. 8. – С. 3–32.

Спичаков Ф.А. О работах Аральской экспедиции // Рыбн. хоз-во. – 1923. – № 3. – С. 69–89.

Старк И.Н. Изменения в бентосе Азовского моря в условиях меняющегося режима // Тр. ВНИРО. – 1955. – Т. 31, Вып. 1. – С. 217–239.

Старобогатов Я.И. Фауна моллюсков и зоогеографическое районирование континентальных водоемов земного шара. – Л.: Наука, 1970. – 372 с.

Старобогатов Я.И. Тип Моллюски, Molluska // Атлас беспозвоночных Аральского моря. – М.: Пищев. промышленность. – 1974. – С. 237–257.

Старобогатов Я.И., Андреева С.И. Новые виды моллюсков семейства Purgulidae (Gastropoda, Pectinibranchia) из Аральского моря // Зоол. журн. – 1981. – Т. 60, Вып. 1. – С. 29–35.

Старобогатов Я.И., Андреева С.И. Ареал и его история // Дрейссена: Систематика, экология, практическое значение. – М.: Наука. – 1994. – С. 47–55.

Старобогатов Я.И., Иззатуллаев З. Новые виды солоноватоводных моллюсков семейства Purgulidae (Prosobranchia) из Таджикистана // Зоол.

журн. – 1974. – Т. 53, Вып. 6. – С. 933–935.

Старобогатов Я.И., Хлебович В.В. Проблемы типологии солоноватых вод // Гидробиол. журн. – 1978. – Т. 14, № 6. – С. 3–6.

Статистические сведения об уловах рыбы, добыче морского зверя, морепродуктов и раков по видовому составу и типам водоемов в Каспийском, Азово-Черноморском и Аральском бассейнах за 1970–1975 гг. (Статистический ежегодник) / Под ред. Д.Х. Казанова. – М. – 1977. – 86 с.

Степанов Н.И. Анализ воды Аральского моря // Изв. Туркест. отд. Русск. геогр. об-ва. – 1907. – Т. 6, Вып. 7. – С. 39–41.

Степанова Н.А. Озера дельты Амударьи и их рыбохозяйственное значение // Материалы по производительным силам Узбекистана. – 1959. – Вып. 10. – С. 310–325.

Степанова Н.А., Ледяева А.М., Материалы по гидробиологии водоемов дельты Амударьи // Материалы по производительным силам Узбекистана. – 1950. – Вып. 1. – С. 154–166.

Сукачев В.Н. Основные понятия о биогеоценозах и общее направление их изучения // Программа и методика биоценологических исследований. – М.: Наука, 1966. – С. 7–19.

Суханова Е.Р. *Moina microphthalma* (Cladocera, Daphniidae) в ультрагалинных условиях на Северном Кавказе // Зоол. журн. – 1971. – Т. 50, Вып. 2. – С. 285–287.

Тимофеева Е.А. Некоторые данные к биологии мизид акклиматизированных в Аральском море // Биол. осн. рыбн. хоз-ва респ. Ср. Азии и Казахстана: Тез. докл., Фергана, 25–29 сент. 1972 г. – Ташкент: Б. и. – 1972. – С. 143–144.

Тлеуов Р. Аральская белоглазка: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. – Фрунзе. – 1963. – 20 с.

Тлеуов Р. Об аральской белоглазке // Рыбные запасы Аральского моря. – Ташкент: Наука. – 1964. – С. 109–118.

Тлеуов Р. Аральская белоглазка // Рыбы и гидробиол. режим Южно-Аральского бассейна. – Ташкент: Фан. – 1966. – С. 5–20.

Тлеуов Р.Т. Изменение питания шипа *Acipenser nudiventris* Lovetzky и его роль в биологической мелиорации Аральского моря // Вопросы ихтиологии. – 1971. – Т. 11, Вып. 1. – С. 92–96.

Тлеуов Р.Т. Новый режим Арала и его влияние на ихтиофауну. – Ташкент ФАН, 1981. – 190 с.

Тлеуов Р.Т., Сагитов Н.И. Осетровые рыбы Амударьи. – Ташкент. – 155 с.

Тлеуов Р., Тлеубергенов Ш. Рыбы Каракалпакии. – Нукус: Каракалпакстан, 1974. – 95 с.

Турдаков Ф.А. Рыбы Киргизии. – Фрунзе: Изд-во АН КиргССР. – 1963. – 284 с.

Туремуратов А. Темп линейного и весового роста аральского леща в некоторых озерах дельты Амударьи // Рыбы и гидробиологический режим Южно-Аральского бассейна. – Ташкент: ФАН. – 1966. – С. 379–385.

Турпаева Е.П. Питание и пищевые группировки морских донных беспозвоночных // Тр. Ин-та океанологии, 1953. – Т. 7. – С. 259–299.

Турпаева Е.П. Типы морских донных биоценозов и зависимость их распределения от абиотических факторов среды // Тр. Ин-та океанологии, 1954. – Т. 11. – С. 31–55.

Улов рыбы, добыча морского зверя и морских продуктов в Азовском, Черном, Каспийском и Аральском морях за 1960–1972 гг. (Статистические данные)/Под ред. А.Б. Кузьмичева. – М. – 1973. – 47 с.

Ульянин В.Н. Ракообразные. Путешествие Федченко в Туркестан // Изв. об-ва любителей естествознания. – 1875. – Т. 11, Вып. 6. – С. 1–6.

Успенский А.П. К гидрохимии Аральского моря // Изв. Всесоюзн. географ. об-ва. – 1950. – Т. 82, № 1. – С. 59–64.

Федоров В.Д., Гильманов Т.Г. Экология. – М.: Изд-во МГУ, 1980. – 464 с.

Филатов Д.П. К биологии и морфологии аральских рыб // Русск. зоол. журн. – 1925. – Т. 5, Вып. 1–2. – С. 36–52.

Филатов Д.П., Дуплаков С.Н. Материалы к изучению рыб Аральского моря // Бюлл. САГУ. – 1926. – Вып. 14. – С. 203–230.

Филатов Д.П., Дуплаков С.Н. Материалы к изучению рыб Аральского моря // Бюлл. САГУ. – 1927. – Вып. 15. – С. 339–383.

Филиппов А.А. Макробоентос прибрежных вод северной части Аральского моря в современных полигалинных условиях: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. – С. – П. – 1994. – 24 с.

Филиппов А.А. К вопросу о солеустойчивости донных организмов Аральского моря // Тр. Зоол. ин-та РАН, 1995. – Т. 262. – С. 103–167.

Финогенова Н.П. Олигохеты в солоноватых водах бассейнов Понто-Каспия // Тр. ВГБО. – 1972. – Т. 17. – С. 65–74.

Фортунатов М.А., Курбатова Е.С., Райская А.А. К вопросу о динамике стада промысловых рыб Арала // Материалы по ихтиофауне и режиму вод бассейна Аральского моря. – 1950. – М.: Изд-во МОИП. – 1950. – С. 112–170.

Хлебович В.В. Новая система классификации солоноватых вод //

Зоол. журн. – 1959. – Т. 38, Вып. 9. – С. 1437.

Хлебович В.В. Особенности состава водной фауны в зависимости от солености среды // Журн. общ. биол. – 1962. – Т. 23, № 2. – С. 90–97.

Хлебович В.В. К физиологии эвригалинности: критическая соленость внешней и внутренней среды // Вопросы гидробиологии: Тез. докл. I съезда ВГБО, Москва, 1–6 февр. 1965 г. – М.: Наука, 1965. – С. 440–441.

Хлебович В.В. Класс Многощетинковые черви Polychaeta // Атлас беспозвоночных Каспийского моря. – М.: Пищевая промышленность, 1968. – С. 96–104.

Хлебович В.В. Критическая соленость биологических процессов. – Л.: Наука, 1974. – 236 с.

Хлебович В.В. Осмотические и соленостные отношения в онтогенезе // Внешняя среда и развивающийся организм. – М.: Наука, 1977. – С. 257–264.

Хлебович В.В. Аклимация животных организмов. – Л.: Наука, 1981. – 136 с.

Хлебович В.В. К биологической типологии эстуариев Советского Союза // Тр. Зоол. ин-та АН СССР. – 1986. – Т. 141. – С. 5–16.

Хлебович В.В. Гидробиологические проблемы арктических эстуариев // VII съезд Гидробиологического общества РАН: Мат. съезда. – Казань: Полиграф. – 1996. – Т. 1. – С. 172–177.

Хлебович В.В., Аладин Н.В. Гипотоническая регуляция у морских ветвистоусых ракообразных *Evadne nordmani* и *Podon leuckarti* // Журн. эвол. биохим. и физиол. – 1976. – Т. 12, № 6. – С. 591–592.

Хлебович В.В., Комендантов А.Ю. О физиологически пресноводных беспозвоночных морского происхождения // Журн. общ. биол. – 1985. – Т. 46, № 3. – С. 331–335.

Хлебович В.В., Кондратенков А.П. Потенциальная эвригалинность беломорского моллюска *Hydrobia ulvae* // Моллюски. Пути, методы и итоги их изучения: Автореф. докл. 4 совещ. по изуч. моллюсков. – Л.: Наука, 1971. – С. 37–38.

Хрусталеv Ю.П., Резников С.А., Туровский Д.С. Литология и геохимия донных осадков Аральского моря. – Ростов н/Д.: Изд-во Ростовск. ун-та, 1977. – 160 с.

Хусаинова Н.З. Зообентос Аральского моря // Тр. Лабор. Озероведения АН СССР. – 1954. – Т. 3. – С. 77–85.

Хусаинова Н.З. Биологические особенности некоторых массовых донных кормовых беспозвоночных Аральского моря. – Алма-Ата: Изд-во Казахск. ун-та, 1958. – 116 с.

Хусаинова Н.З. Култуки восточного побережья Аральского моря и их жизнь // Вестн. АН КазССР. – 1960. – № 6. – С. 34–42.

Хусаинова Н.З. Обзор исследований зообентоса Аральского моря // Сб. работ. по ихтиол. и гидробиол. – Алма-Ата: Наука, 1961. – Вып. 3. – С. 52–70.

Хусаинова Н.З. Биологические основы акклиматизации рыб и беспозвоночных в Аральском море // Акклиматизация рыб и беспозвоночных в водоемах СССР. – М.: Наука. – 1968. – С. 100–104.

Хусаинова Н.З. Новейшие изменения биологических процессов в Аральском море // Биологические науки, Алма-Ата. – 1971. – Вып. 1. – С. 176–190.

Хусаинова Н.З., Фаломеева А.П. К биологии каспийской атеринки, акклиматизировавшейся в Аральском море // Рыбные запасы Аральского моря и пути их рационального использования. – Ташкент: Наука. – 1964. – С. 124–127.

Цикуленко П.В. К биологии шипа и о мерах его охраны в Сырдарье // Тр. Аральск. отд. н. – и. ин-та морск. рыбн. хоз-ва и океаногр. – 1935. – Т. 4. – С. 115–126.

Цурикова А.П. Океанологические таблицы для Аральского моря // Океанологические таблицы. – М.: Гидрометеиздат, 1964. – С. 89–103.

Цыцарин А.Г. Современное состояние элементов гидрологического режима Аральского моря // Тр. ГОИН. – 1991. – Вып. 183. – С. 72–92.

Цыцарин А.Г., Бортник В.Н. Современные проблемы Аральского моря и перспективы их решения // Мониторинг природной среды в бассейне Аральского моря, 1991. – С. 7–28.

Цыцарин А.Г., Лобов А.Л. Изменение ионного состава как фактор антропогенной нагрузки на экосистему морских вод // 15 Менделеевский съезд по общей и прикладной химии: Тез. докл., Минск, 1993а. – С. 365–366.

Цыцарин А.Г., Лобов А.Л. Изменения солевого режима Аральского моря в условиях антропогенного влияния // Рукопись деп. в ВИНТИ РАН. 22.01.93. № 135–В 93. – Москва. – 1993б. – 21 с.

Цыцарин А.Т., Лобов А.Л. Исследование солевого состава воды Аральского моря // Гидрохимические материалы. – 1994. – Т. 111. – С. 79–93.

Цыцарин А.Г., Лобов А.Л. О формировании солевых барьеров в Азовском Каспийском и Аральском морях // Метеорология и гидрология. – 1995. – № 6. – С. 84–94.

Чекановская О.В. Водные малощетинковые черви фауны СССР //

Определители по фауне СССР, издаваемые ЗИН АН СССР. – 1962. – Вып. 78. – С. 1–411.

Чугунов Н.Л. Опыт количественного исследования продуктивности донной фауны в северном Каспии и типичных водоемах дельты волги // Тр. Астраханск. ихтиол. лабор. – 1923. – Т. 5, № 1. – С. 107–196.

Шаметеев А. Нерестовые популяции леща на юге Аральского моря // Биол. осн. рыбн. хоз-ва водоемов Ср. Азии и Казахстана. – Фрунзе: Илим. – 1981. – С. 196–197.

Шаметеев А., Бекмурзаев Б. О находке белого амурского леща–*Parabramis pekinensis* в приморских озерах юга Аральского моря // Биол. осн. рыбн. хоз-ва водоемов Ср. Азии и Казахстана: Мат. 18 научн. конф. – Ташкент: ФАН. – 1983. – С. 250–251.

Шилова А.И. Некоторые массовые виды тендипедид бассейна Амударьи // Энтомологическое обозрение. – 1955. – Т. 34, Вып. 1. – С. 313–322.

Шорыгин А.А. О биоценозах // Бюлл. МОИП. Отд. биол. – 1955. – Т. 10, Вып. 6. – С. 87–98.

Юсупов К. О плодовитости аральской чехони в изменившихся условиях водного режима // Биол. основы рыбн. хоз-ва водоемов Ср. Азии и Казахстана: Матер. конф. – Фрунзе: Илим. – 1978.

Яблонская Е.А. Питание нереис Каспийского моря // Материалы к познанию фауны и флоры. – М.: Изд-во МОИП. – 1952. – Новая Сер., Отд. зоол. – Вып. 33. – С. 285–351.

Яблонская Е.А. Распределение донных биоценозов и биомассы бентоса Аральского моря // Аннотации к работам, выполненным ВНИРО в 1956 г. – 1958. – Вып. 3. – С. 53–60.

Яблонская Е.А. Кормовая база рыб Аральского моря и ее использование // Тр. ВНИРО. – 1960а. – Т. 43, Вып. 1. – С. 150–176.

Яблонская Е.А. Современное состояние зообентоса Аральского моря // Тр. ВНИРО. – 1960б. – Т. 43, Вып. 1. – С. 115–149.

Яблонская Е.А. К вопросу о значении фитопланктона и фитобентоса в пищевых цепях организмов Аральского моря // Запасы морских растений и их использование. – М.: Наука. – 1964. – С. 71–92.

Яблонская Е.А. Водная взвесь как пищевой материал для донных организмов Каспийского моря // Тр. ВНИРО. – 1969. – Т. 65. – С. 85–146.

Яблонская Е.А. Питание донных беспозвоночных и трофическая структура бентоса морей Каспийского, Азовского и Аральского. – М.: Пищевая промышленность. – 1971а. – 146 с.

Яблонская Е.А. Пищевые цепи населения южных морей // Основы

биологической продуктивности океана и ее использование. – М.: Наука. – 1971б. – С. 12–31.

Яблонская Е.А. История вопроса и состав беспозвоночных Аральского моря // Атлас беспозвоночных Аральского моря. – М.: Пищев. промышленность, 1974. – С. 3–8.

Яблонская Е.А. Исследование трофических связей в донных сообществах южных морей // Ресурсы биосферы (итоги советских исследований по международной биологической программе). – Л.: Наука. – 1976. – Вып. 2. – С. 117–144.

Яблонская Е.А., Картунова Т.А. Гаврилов Г.Б. Многолетние изменения зообентоса Аральского моря и влияние мелких бентофагов на интенсивность использования донной фауны рыбами // Биол. осн. рыбн. хоз-ва респ. Средн. Азии и Казахстана: Тез. докл. конф., Ташкент-Фергана. – 1972. – С. 157–159.

Яблонская Е.А., Картунова Т.А. Гаврилов Г.Б. Многолетние изменения бентоса Аральского моря // Тр. ВНИРО. – 1973. – Т. 80, Вып. 3. – С. 147–158.

Яблонская Е.А., Луконина Н.К. К вопросу о продуктивности Аральского моря // Океанология. – 1962. – Т. 2, Вып. 3. – С. 147–158.

Ярославцева Л.М., Жирмунский А.В., приспособления морских беспозвоночных к изменениям солености // Биология моря. – 1978. – 1 2. – С. 3–21.

Andreev N.I., Andreeva S.I., Filippov A.A., Aladin N.V. The fauna of the Aral Sea in 1989. 2. The benthos // Int. J. Salt Lake Res. – 1992. – 1 1. – P. 103–110.

Andreev N.I., Plotnicov I.S., Aladin N.V. The fauna of the Aral Sea in 1989. 1. The zooplankton // Int. J. Salt Lake Res. – 1992. – 1 1. – P. 111–116.

Andrusov N.I. Die Südrussische Neogenablagerungen. Teil 4. Mäotische Stufe // Зап. СПб. минерал. об-ва. – 1906. – Ч. 42. – С. 289–449.

Bateson W. On some variations of *Cardium edule*, apparently correlated to the conditios of life // Proceeding of the Royal society of London. – 1889. – Vol. 46. – P. 204–211.

Bateson W. On some variations of *Cardium edule*, apparently correlated to the conditios of life // Proceeding of the Royal society of London. – 1890. – Vol. 180. – P. 297–330.

Bogucki M. *Nereis diversicolor* (O.F. Müller) // Polsk. Arch. Hydrobiol. – 1953a. – Т. 1. – S. 79–87.

Bogucki M. Różrod i rozwój *Nereis diversicolor* (O.F.M.) w Bałtyku // Polsk. Arch. Hydrobiol. – 1953b. – Т. 1(14). – S. 251–270.

Bogucki M. The influence of salinity on the maturation of gametes of *Ne-*

reis diversicolor O.F. Müller // *Polsk. Arch. Hydrobiol.* – 1963. T. 11(24), ¹ 3. – S. 343–347.

Borutzky E.V. Materialien zur Copepoda-Fauna des Aralsees und ihres Baseins // *Zoologischer Anzeiger.* – 1927. – Bd. 72, Helt. 11–12. – S. 310–317.

Commito I.A. Importance for predation by infaunal polychaetes in controlling the structure of a soft-bottom community in Main, USA // *Mar. Biol.* – 1982. – Vol. 68, ¹ 1. – P. 77–81.

Dahl E. Ecological salinity boundaries in poikilohaline waters // *Oikos.* – 1956. – Vol. 7, ¹ 1. – P. 1–27.

Denis Pierre. Croissance lineaire, croissance ponderale et periode de reproduction de *Abra ovata*, mollusque pelecypode, dans la partie orientale du Golfe du Morbihan // *Cah. biol. mar.* – 1981. – T. 226, ¹ 1. P. 1–9.

Filippov A.A., Komendantov A. Yu. The salinity tolerance of benthic invertebrates of the Aral Sea // *Int. J. Salt Lake Res.* – 1996. – ¹ 4. – P. 251–263.

Fritsche H. Studien über die Schwankungen des osmotischen Druckes der Körperflüssigkeiten bei *Daphnia magna* // *Int. Revue ges Hydrobiol.* – 1917. – Bd. 8. – S. 22–80.

Holland A.F., Mountford N.K., Hiegel M.H. et al. Influence of predation on infaunal abundance in Upper Chesapeake Bay, USA. – *Mar. Biol.* – 1980. – Vol. 57, ¹ 3. – P. 221–235.

Jorgensen O.M. On the Marine Cladocera from the northumbrian plankton // *I. Marine Biol. Assoc. U.K.* – 1933. – Vol. 19. – P. 177–226.

Kinne O. A programmatic study of comparative biology of marine and brackish-water animals // *Anné biol.* – 1957. – Vol. 33, ¹ 1. – P. 87–92.

Kinne O. *Salinity–Animals–Invertebrates* // *Marine Ecology.* – London etc.: Wiley-Interscience, 1971. – Vol. 1, ¹ 2. – Pt. 821–995.

Khlebovich V.V. Some peculiar features of the hydrochemical regime and the fauna of mesohaline waters // *Marine Biology.* – 1968. – Vol. 2, ¹ 4. – P. 47–49.

Khlebovich V.V. Aspects of animal evolution related to critical salinity and internal state // *Marine Biology.* – 1969. – Vol. 2, ¹ 4. – P. 338–345.

Khlebovich V.V. Some Physico-chemical and Biological Phenomena in the salinity Gradient // *Limnologica.* – 1990. – Vol. 20, ¹ 1. – P. 5–8.

Khlebovich V.V., Kondratenkov A.P. Stepwise acclimation—a method for estimating the potential euryhalinity of the gastropod *Hydrobia ulvae* // *Marine Biology.* – 1973. – Vol. 18, ¹ 1. – P. 6–8.

Kruglov N.D., Starobogatov J.I. Method of experimental hybridization and some results of its application in the taxonomy of Lymneidae (Gastropoda,

Pulmonata) // *Malacol. Review.* – 1985. – Vol. 18. – P. 21–35.

Lillyeborg W. *Cladocera Sueciae* // *Nova acta regiae, societatus scientiarum upsaliensis.* – 1901. – Ser. 3, Vol. 13. – 701 p.

Lindholm W.A. *Über Mollusken aus dem Delta-Gebiete des Amu-Darja* // *Ежегодник Зоол. музея Акад. наук.* – 1914. – Т. 19, ¹ 2. – С. 340–348.

Micklin P.P. *Desiccation of the Aral Sea: A water management disaster in the Soviet Union* // *Science*, 1988. – Vol. 241, ¹ 4870. – P. 1170–1176.

Yablonskaya E.A. *Studies of trophic relationships in bottom communities in the southern seas of the USSR* // *International Biological Programme 20.* – Cambridge: University Press. – 1979. – P. 285–316.

Person Lars-Eric. *Were macrobenthic changes induced by thinning out of flatfish stocks in the Baltis proper?—Ophelia.* – 1981. – Vol. 20. – P. 137–152.

Potts W.T.W., Durning C.T. *Physiological evolution in the branchiopods* // *Comp. Biochem. Physiol.* – 1980. – Vol. 67B. – P. 475–484.

Rammner W. *Die Cladoceren der “Meteor” Expedition* // *Wiss. Ergeben. Deutsch. atlant. “Meteor” Exped. 1925–1927.* – 1933. – S. 111–121.

Redeke H.C. *Zur Biologie der niederländischen Brackwassertypen* // *Bijdr Dierk Amsterdam.* – 1922. – Bd. 22. – S. 329–335.

Redeke H.C. *Über den jetzigen Stand unserer Kenntnisse der Flora und Fauna der Brackwassera* // *Verh. Int. Ver. Limnol.* – 1933. – Bd. 6. – S. 46–61.

Remane A. *Ökologie des Brackwassers* // *Die Binnengewässer.* – 1958. – Bd. 22. – S. 1–216.

Remane A., Schlieper C. *Biology of brackish water* // *Die Binnengewässer.* – 1971. – Bd. 25. – 372 s.

Santos S.L., Simon I.L. *Marine soft-bottom community establishment following annual defaunation: larval or adult recruitment?* // *Mar. Ecol. Progr. Ser.* – 1980. – Vol. 2, ¹ 3. – P. 235–241.

Schlieper C. *Physiologie des Brackwassers* // *Die Binnengewässer.* – 1958. – Bd. 22. – S. 217–348.

Schmitz W. *Zur Frage der Klassifikation der Binnenländischen Brackwässer* // *Arch. oceanogr. e limnol.* – 1959. – Vol. 11. – P. 179–226.

Seegerstråle S.G. *The brackish-water fauna of Finland* // *Oikos.* – 1949. – Vol. 1, ¹ 1. – P. 127–141.

Smith R.I. *On the early development of nereis diversicolor in different salinity* // *Journ. Morphol.* – 1964. – Vol. 114. – P. 437–464.

Valikangas I. *Planktologische Untersuchungen im Hafengebiet von Helsingfors* // *Acta Zool. Fennica.* – 1926. – Bd. 1. – P. 1–298.

Valikangas I. *Über die Biologie der Ostsee als Brackwassergebiet* // *Verh. Intern. Ver. Limnol.* – 1933. – Bd. 6. – S. 62–112.

SUMMARY

The Aral sea as hydrobiont environment had strongly changed in connection with sea level lowering being caused by aquatic economic activity in the Aral sea basin. The sea was divided into two reservoirs with different hydrological and hydrochemical regimes.

Biodiversity had negatively reflected by increasing of the Aral sea saltness. Open sea zooplankton species list had been reduced from 49 species at 1900–1970 to 7 (including acclimatized one) at the beginning of the nineties, the zoobenthos species number – from 61 species and subspecies to 27 (including acclimatized 4 species) and the fish species list – from 33 species to 9 (including acclimatized 8 species). So fauna the Small Aral sea and the Big Aral sea distinctions had been caused by there's different hydrological and hydrochemical regimes.

Finally, the Aral sea trophic zooplankton, zoobenthos and ichthyofauna structure became very complicated by hydrobionts acclimatization at the sixties-seventies. Being absent earlier in the Aral sea phytophagans, pelagical zooplankton-eaters had appeared. At the end of the seventies some trophic groups were lost all there's representatives and a new trophic structure was defined not by the food distribution character, but to a great extent by the set of survived species. In modern conditions the Aral sea trophic zooplankton, zoobenthos and ichthyofauna structure practically don't include predatory forms. Settlers formed new chains of transformers and abruptly changed the direction of energy flow in the Aral sea specific unsaturated ecosystem.

ОГЛАВЛЕНИЕ

| | |
|---|-----|
| Введение | 3 |
| Глава 1. Материал и методика | 6 |
| Глава 2. Гидролого-гидрохимический режим Аральского моря | 17 |
| Глава 3. Зоопланктон Аральского моря | 51 |
| 3.1. Видовой состав | 51 |
| 3.2. Количественное развитие | 63 |
| Глава 4. Зообентос Аральского моря | 89 |
| 4.1. Видовой состав | 89 |
| 4.2. Количественное развитие | 96 |
| Глава 5. Ихтиофауна Аральского моря | 123 |
| 5.1. Видовой состав | 124 |
| 5.1.1. <i>Acipenser nudiventris</i> Lovetzky – шип | 124 |
| 5.1.2. <i>Clupea harengus membras</i> Linne – балтийская сельдь (салака) | 129 |
| 5.1.3. <i>Salmo trutta aralensis</i> Berg – аральский лосось | 130 |
| 5.1.4. <i>Esox lucius</i> Linne – обыкновенная щука | 130 |
| 5.1.5. <i>Rutilus rutilus aralensis</i> Berg – аральская плотва (вобла) | 132 |
| 5.1.6. <i>Mylopharyngodon piceus</i> (Rich.) – черный амур | 137 |
| 5.1.7. <i>Leuciscus idus oxianus</i> (Kessler) – туркестанский язь | 138 |
| 5.1.8. <i>Scardinius erythrophthalmus</i> (Linne) – красноперка | 138 |
| 5.1.9. <i>Ctenopharyngodon idella</i> (Valenc.) – белый амур | 138 |
| 5.1.10. <i>Aspius aspius iblioides</i> (Kessler) – аральский жерех | 139 |
| 5.1.11. <i>Barbus brachycephalus brachycephalus</i> Kessler – аральский усач | 143 |
| 5.1.12. <i>Barbus capito conocephalus</i> Kessler – туркестанский усач | 151 |
| 5.1.13. <i>Chalcalburnus chalcoides aralensis</i> (Berg) – аральская шемя | 151 |
| 5.1.14. <i>Abramis brama orientalis</i> Berg – лещ восточный | 155 |
| 5.1.15. <i>Abramis sapa aralensis</i> Tiapkin – аральская белоглазка | 166 |

| | |
|--|-----|
| 5.1.16. <i>Pelecus cultratus</i> (Linne) – чехонь | 169 |
| 5.1.17. <i>Carassius auratus gibelio</i> Bloch. – обыкновенный серебряный карась | 173 |
| 5.1.18. <i>Cyprinus carpio aralensis</i> Spitshakov – аральский сазан | 173 |
| 5.1.19. <i>Hypoptalmichthys molitrix</i> (Valenc.) – обыкновенный (белый) толстолоб | 180 |
| 5.1.20. <i>Aristichthys nobilis</i> (Rich.) – пестрый толстолоб | 180 |
| 5.1.21. <i>Silurus glanis</i> Linne – обыкновенный, или европейский, сом | 181 |
| 5.1.22. <i>Aterina boyeri caspia</i> (Eichw.) – каспийская атерина | 183 |
| 5.1.23. <i>Pungitius platygaster aralensis</i> (Kessler) – аральская колюшка | 183 |
| 5.1.24. <i>Perca fluviatilis</i> Linne – обыкновенный, или речной, окунь | 185 |
| 5.1.25. <i>Gymnocephalus cernua</i> (Linne) – обыкновенный ерш | 186 |
| 5.1.26. <i>Stizostedion lucioperca</i> (Linne) – обыкновенный судак | 186 |
| 5.1.27. <i>Pomatoschistus caucasicus</i> (Kawrajsky) – бубырь | 193 |
| 5.1.28. <i>Neogobius melanostomus affinis</i> (Eichw.) – каспийский бычок-кругляк | 193 |
| 5.1.29. <i>Neogobius kessleri gorlap</i> (Ijijin) – каспийский бычок-головач или горлап | 194 |
| 5.1.30. <i>Neogobius fluviatilis pallasii</i> (Berg) – каспийский бычок-песочник | 194 |
| 5.1.31. <i>Proterorhinus marmoratus</i> (Pallas) – бычок-цуцик | 195 |
| 5.1.32. <i>Channa argus warpachowskii</i> Berg – амурский змееголов | 195 |
| 5.1.33. <i>Platichthys flesus luscus</i> (Pallas) – черноморская камбала или глосса | 195 |
| 5.2. Промысел рыб на Аральском море | 199 |
| Глава 6. Акклиматизация гидробионтов и ее значение для фауны Аральского моря | 207 |
| 6.1. Беспозвоночные | 208 |
| 6.1.1. <i>Nereis diversicolor</i> O.F. Müller | 208 |
| 6.1.2. <i>Heterocope caspia</i> Sars | 215 |
| 6.1.3. <i>Acartia clausi</i> Giestrecht | 215 |
| 6.1.4. <i>Calanipeda aquaedulcis</i> Kritsch. | 215 |
| 6.1.5. <i>Paramysis intermedia</i> Czern. | 219 |
| 6.1.6. <i>Paramysis lacustris</i> Czern. | 219 |

| | |
|--|-----|
| 6.1.7. <i>Paramysis ullskyi</i> Czern. | 220 |
| 6.1.8. <i>Paramysis baeri</i> Czern. | 220 |
| 6.1.9. <i>Limnomysis benedeni</i> Czern. | 220 |
| 6.1.10. <i>Palaemon elegans</i> Rathke | 221 |
| 6.1.11. <i>Palaemon adspersus</i> Rathke | 222 |
| 6.1.12. <i>Rhithropanopeus harrisi tridentatus</i> (Maitl.) | 222 |
| 6.1.13. <i>Hypanis colorata</i> (Eichw.) | 224 |
| 6.1.14. <i>Mytilus galloprovincialis</i> Lamark | 225 |
| 6.1.15. <i>Syndosmya segmentum</i> Recluz. | 225 |
| 6.1.16. <i>Mya arenaria</i> Linne. | 232 |
| 6.2. Рыбы | 232 |
| 6.2.1. <i>Acipenser güldenstädti</i> Brandt – русский осетр | 232 |
| 6.2.2. <i>Acipenser stellatus</i> Pallas – севрюга | 232 |
| 6.2.3. <i>Acipenser nudiiventris</i> Lovetzky – шип | 232 |
| 6.2.4. <i>Clupea harengus membras</i> Linné – балтийская сельдь (салака) | 232 |
| 6.2.5. <i>Caspialosa caspia</i> (Eichw.) – каспийский пузанок | 239 |
| 6.2.6. <i>Mylopharyngodon piceus</i> (Rich.) – черный амур | 239 |
| 6.2.7. <i>Stenopharyngodon idella</i> (Valenc.) – белый амур | 239 |
| 6.2.8. <i>Hypophthalmichthys molitrix</i> (Valenc.) – обыкновенный (белый) толстолоб | 240 |
| 6.2.9. <i>Aristichthys nobilis</i> (Rich.) – пестрый толстолоб | 240 |
| 6.2.10. <i>Atherina boyeri caspia</i> (Eichw.) – каспийская атерина | 241 |
| 6.2.11. <i>Syngnathus abaster caspius</i> Eichwald – каспийская игла-рыба | 244 |
| 6.2.12. <i>Mugil auratus</i> Risso – сингиль | 245 |
| 6.2.13. <i>Mugil saliens</i> Risso – остронос | 245 |
| 6.2.14. <i>Pomatoschistus caucasicus</i> (Kawrajsky) – бубырь | 245 |
| 6.2.15. <i>Neogobius melanostomus affinis</i> (Eichw.) – каспийский бычок-кругляк | 247 |
| 6.2.16. <i>Neogobius syrman eurystomus</i> (Kessler) – каспийский ширман | 251 |
| 6.2.17. <i>Neogobius kessleri gorlap</i> (Ијин) – каспийский-бычок головач или горлап | 253 |
| 6.2.18. <i>Neogobius fluviatilis pallasii</i> (Berg) – каспийский бычок-песочник | 253 |
| 6.2.19. <i>Neogobius bathybius</i> (Kessler) | 258 |

| | |
|---|-----|
| 6.2.20. <i>Proterorhinus marmoratus</i> (Pallas) – бычок-цуцик | 258 |
| 6.2.21. <i>Channa argus warpachowskii</i> Berg – амурский змееголов | 258 |
| 6.2.22. <i>Platichthys flesus luscus</i> (Pallas) – черноморская камбала или глосса | 259 |
| 6.3. Значение акклиматизации гидробионтов для фауны Аральского моря | 262 |
| Глава 7. Сукцессии донных биоценозов Аральского моря | 270 |
| Глава 8. Трофическая структура зоопланктона, зообентоса и ихтиофауны Аральского моря | 315 |
| 8.1. Зоопланктон | 315 |
| 8.2. Зообентос | 318 |
| 8.3. Ихтиофауна | 325 |
| Глава 9. Солеустойчивость беспозвоночных и рыб к аральской воде | 328 |
| 9.1. Беспозвоночные | 328 |
| 9.1.1. <i>Nereis diversicolor</i> O.F. Müller | 329 |
| 9.1.2. <i>Ceriodaphnia reticulata</i> (Jurine) | 330 |
| 9.1.3. <i>Moina brachiata</i> (Jurine) | 331 |
| 9.1.4. <i>Moina mongolica</i> Daday | 331 |
| 9.1.5. <i>Podonevadne camptonyx</i> (G. Sars) | 332 |
| 9.1.6. <i>Arctodiaptomus salinus</i> (Daday) | 333 |
| 9.1.7. <i>Paramysis intermedia</i> (Czern.) | 335 |
| 9.1.8. <i>Paramysis lacustris</i> (Czern.) | 336 |
| 9.1.9. <i>Dikerogammarus aralensis</i> (Uljanin) | 336 |
| 9.1.10. <i>Dreissena polymorpha aralensis</i> (Andr.) | 337 |
| 9.1.11. <i>Dreissena polymorpha obtusecarinata</i> (Andr.) | 339 |
| 9.1.12. <i>Dreissena caspia pallasii</i> (Andr.) | 341 |
| 9.1.13. <i>Cerastoderma isthmicum</i> Issel | 343 |
| 9.1.14. <i>Hypanis spp.</i> | 345 |
| 9.1.15. <i>Syndosmya segmentum</i> Recluz | 346 |
| 9.1.16. <i>Theodoxus pallasii</i> Ldh. | 349 |
| 9.1.17. <i>Caspiohydrobia spp.</i> | 351 |
| 9.2. Рыбы | 351 |
| 9.2.1. <i>Acipenser goldenstädti</i> Brandt – русский осетр | 351 |
| 9.2.2. <i>Acipenser stellatus</i> Pallas – севрюга | 352 |
| 9.2.3. <i>Oncorhynchus kisutsch</i> Walbaum – кижуч | 352 |
| 9.2.4. <i>Chalcalburnus chalcoides aralensis</i> (Berg) – аральская | |

| | |
|---|-----|
| шемяя | 353 |
| 9.2.5. <i>Abramis brama orientalis</i> Berg – восточный лещ | 353 |
| 9.2.6. <i>Cyprinus carpio aralensis</i> Spitschakov – аральский сазан | 356 |
| 9.2.7. <i>Stenopharyngodon idella</i> (Valenc.) – белый амур | 358 |
| 9.2.8. <i>Hypophthalmichthys molitrix</i> (Valens.) – обыкновенный толстолоб | 358 |
| Глава 10. Характер изменений некоторых гидрохимических параметров вод Арала и их связь с составом и количественным развитием фауны моря | 364 |
| Заключение | 390 |
| Выводы | 395 |
| Литература | 398 |

CONTENTS

| | |
|---|-----|
| Introduction | 3 |
| Charter 1. Materials and methods | 6 |
| Charter 2. Hydrological and hydrochemical regimes of the Aral sea | 17 |
| Charter 3. Zooplankton of the Aral sea | 51 |
| 3.1. Composition | 51 |
| 3.2. Distribution | 63 |
| Charter 4. Zoobenthos of the Aral sea | 89 |
| 4.1. Composition | 89 |
| 4.2. Distribution. | 96 |
| Charter 5. Fish fauna of the Aral sea | 123 |
| 5.1. Composition | 124 |
| 5.2. Fishery in the Aral sea | 199 |
| Charter 6. Acclimatization of hydrobionts and its significance for the Aral sea fauna | 207 |
| 6.1. Invertebrate | 208 |
| 6.2. Fish | 232 |
| 6.2. Significance of acclimatization hydrobionts for the Aral sea fauna | 262 |

| | |
|--|-----|
| Charter 7. Succession benthic biocenoses of the Aral sea | 270 |
| Charter 8. Trophic structure of zooplankton, zoobenthos and fish fauna of the Aral sea | 315 |
| 8.1. Zooplankton | 315 |
| 8.2. Zoobenthos | 318 |
| 8.3. Fish fauna | 325 |
| Charter 9. Salinity resistance of invertebrate and fish to the Aral sea water | 328 |
| 9.1. Invertebrate | 328 |
| 9.2. Fish.. | 351 |
| Charter 10. The character of certain hydrochemical parameters changes of the Aral sea water and their connection with the com position and distribution of the sea fauna | 364 |
| Conclusions | 390 |
| Results | 395 |
| References | 398 |

Николай Игоревич Андреев

ГИДРОФАУНА АРАЛЬСКОГО МОРЯ
В УСЛОВИЯХ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО КРИЗИСА

ISBN 5-8268-0296-9

| | |
|-----------------------------|---------------------------|
| Подписано к печати 03.04.99 | Формат 60*84/16 |
| Бумага писчая | Способ печати оперативный |
| Усл.п.л. 28,38 | Уч.-изд.л. 26,39 |
| Тираж 300 экз. | Заказ 99-77 |

Издательство ОмГПУ, 644099, Омск, наб. Тухачевского, 14