

## ИСТОРИЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ЗООПЛАНКТОНА АРАЛЬСКОГО МОРЯ ГИДРОБИОЛОГАМИ КАЗАХСТАНА

Т.С. Стуге

*Институт зоологии, Алматы, Казахстан*

Аральское море второй половины XX века – трагический пример крупномасштабного насилия человека над природой. Продолжающаяся уже свыше трех десятилетий антропогенная регрессия и вызванные ею последствия, катастрофические для природы и населения региона, в последние годы привлекают к себе внимание как отечественных, так и зарубежных ученых и общественности. В течение жизни одного поколения в биоте моря произошли глубокие изменения, и казахстанские ученые принимали и принимают самое активное участие в документации и анализе этих изменений, равно как и в реализации многих акклиматизационных мероприятий, направленных на реконструкцию гидрофауны в условиях меняющейся солености воды и сохранение рыбопродуктивности аральского бассейна.

Первые научные сведения о зоопланктоне Арала были получены после работ Аральской экспедиции Туркестанского отдела Русского географического общества в 1900-1902, 1906 гг., возглавлявшейся Л. С. Бергом (Берг, 1908). Для зоопланктона моря тогда было указано 11 видов коловраток, 7 видов ветвистоусых, 11 видов веслоногих ракообразных и личинки моллюсков рода дрейссена. Последующие исследования зоопланктона, проведенные до 30-х годов, носили качественный характер. Применение количественных методов началось на Аральском море с работ А. Л. Бенинга (Бенинг, 1934, 1935), где приведены сведения по горизонтальному и вертикальному распределению, суточной и сезонной динамике зоопланктона. Детальные исследования ВНИРО по обширной сетке станций в 1954-1957 гг. впервые дают нам характеристики не только численности, но и биомассы с сезонной и годовой динамикой (Луконина, 1960а). Средняя биомасса зоопланктона в этот период естественного состояния водоема составляла 150 мг/м<sup>3</sup> с доминирующим видом *Arctodiaptomus salinus* (Daday) (70-90% биомассы). Тогда же впервые была рассчитана продукция зоопланктона (Яблонская, Луконина, 1962).

Со времени организации КазНИИРХ изучение зоопланктона моря проводилось в основном силами его Аральского ихтиологического отделения. Солидную лепту внесли также ученые-гидробиологи КазГУ и Института зоологии Академии Наук Казахстана.

Уже в пятидесятые годы стала очевидной перспектива изменения гидрологического режима моря и повышения его солености из-за увеличения объемов воды, изымаемой из рек Амударьи и Сырдарьи на орошение сельхозугодий. Возникла необходимость исследования животных аральской фауны на предмет их выживания в аральской воде с повышенной соленостью. Интересная работа в этом плане была проведена летом 1955 г. Н. З. Хусаиновой, которая исследовала гидрологические особенности и жизнь култуков (заливов бухтового типа) восточного берега Аральского моря в районе о-ва Уялы (Хусаинова, 1960). Култуки представляли собой «прекрасную природную лабораторию» для изучения того, какие организмы найдут в Арале условия, обеспечивающие возможность их существования и развития, а какие выпадут из состава фауны при увеличении солености морской воды. Ею было установлено, что при солености более 50 г/л из планктонных форм сохраняются лишь *A. salinus* (Daday) и *Megacyclops viridis* Jurine. При солености выше 52 г/л (с максимумом до 363,4 г/л) в култуках развивалась лишь *Artemia salina* L., местами численность её достигала 9-10 тыс.экз/м<sup>3</sup>.

Многолетние исследования Т. А. Картуновой совпали по времени с первыми изменениями в фауне беспозвоночных, обусловленными акклиматизационными

мероприятиями. Ею в зоопланктоне Аральского моря в 1959-1971 гг. обнаружено 130 видов, из них 56% коловраток, 17% ветвистоусых, 21% веслоногих рачков (Кортунова, 1978). Впервые для Арала указываются 1 вид веслоногих ракообразных и 29 видов коловраток. По сравнению с прежними показателями, отмечается уменьшение биомассы зоопланктона в шестидесятые годы примерно в 10 раз (средняя биомасса 15 мг/м<sup>3</sup>), обусловленное резким сокращением численности, а затем и выпадением из состава планктона в 1973 г. доминанта *A. salinus* и ветвистоусых рачков *Moina mongolica* Daday, *Ceriodaphnia reticulata* (Jurine), *Cercopagis pengoi aralensis* M.-Bolt. за счет потребления их в пищу плановыми и внеплановыми попутными вселенцами-планктофагами (салакой, атеринной и бычками) и молодь промысловых рыб. Ею же зафиксировано появление в планктоне и быстрое нарастание численности акклиматизанта *Calanipeda aquaedulcis* Kritsch., который к 1972 г. становится новым доминантом зоопланктона, и развитие меропланктонных личинок вселенного двустворчатого моллюска *Syndosmia segmentum* Recluz.

Увеличение показателей количественного развития зоопланктона до 174 мг/м<sup>3</sup>, обусловленное возрастающей ролью калянипеды (до 64-78% общей биомассы), в последующие годы подтверждается наблюдениями К. С. Балымбетова (Балымбетов, 1974).

Параллельно с исследованиями Т. А. Кортуновой, М. Я. Ветышева (Ветышева, 1966) изучает зоопланктон нерестилищ Аральского моря, его роль в питании молоди основных промысловых рыб и выясняет, что малоценные виды красноперка и атерина являются очень сильными пищевыми конкурентами молоди промысловых рыб.

Обеспокоенность начавшимся осолонением моря и сокращением площади литорали, а также выявленные к семидесятым годам диспропорции в количественном развитии планктона и бентоса и необходимость пополнения зоопланктонных комплексов вызвали к жизни ряд работ, направленных на подбор объектов для акклиматизации в Аральском море, способных давать высокую продукцию в условиях повышенной солености воды. В 1978-1979 гг. на базе ТИНРО В. И. Нилов (Институт зоологии) проводит опыты с беспозвоночными из фауны Японского моря, он же совместно с Р. М. Лим (КазНИИРХ) на базе АзЧерНИРО в г. Керчи в 1978 г. исследует выживаемость черноморских копепоид в аральской воде. По данным этих работ 5 видов планктонных ракообразных обнаружили способность к выживанию в аральской воде с соленостью 22-35 г/л и были рекомендованы к вселению в Аральское море (Малиновская, 1981).

Предварительно и параллельно с этими опытными работами в течение 1977-1979 гг. на море были осуществлены гидробиологические съемки с одновременным исследованием термики и солености. В этот же период с мая по октябрь 1979 г. Т. Т. Трошина проводит постоянные наблюдения за микрофауной осолоненного залива близ г. Аральска. В результате этих исследований в составе зоопланктона моря в 1977 и 1979 гг. были выявлены 21 вид простейших, 9 видов коловраток, 5 видов ветвистоусых и 6 видов веслоногих рачков, а также гидроиды, остракоды, мизиды, личинки моллюсков, крабика и другие организмы. Средняя численность зоопланктона в июне 1979 г. в Малом море составляла 30,7, а в Большом 16,9 тыс. экз/м<sup>3</sup>, биомасса соответственно 138,05 и 92,93 мг/м<sup>3</sup>. В южной части Большого Арала количественные показатели были намного выше средних – 30,6 тыс. экз/м<sup>3</sup> и 177,8 мг/м<sup>3</sup>. Были также изучены распространение, количественные характеристики, состав популяции акклиматизанта калянипеды, определена её плодовитость. Было установлено, что основная масса популяции рачка сосредоточена в мелководной зоне 0-10 м. Т. Т. Трошина исследовала продуктивность инфузории *Fabrea salina* Hennegu, обитающей в култуках с соленостью до 70 г/л и имеющей очень высокие показатели биомассы – до 16,19 г/м<sup>3</sup>. Оказалось, что этот вид инфузорий играет значительную роль в питании обитающего в култуках солелюбивого рачка артемии. Результаты перечисленных исследований представлены в разделе книги «Проблемы Аральского моря. Состояние акватории и осушенного дна Аральского моря» (Малиновская, Нилов, Трошина, Юбко, 1983).

Большой вклад в познание фауны Аральского моря и изменений, происшедших в его экосистеме в условиях экологического кризиса внесли супруги Н. И. и С. И. Андреевы, которые почти 20 лет проработали в Аральском отделении КазНИИРХа (1975-1994 гг.) и опубликовали более 50 научных работ.

В исследованиях, проведенных Н. И. Андреевым (Андреев, 1989; Андреев, 1990; Андреев, Плотников, 1990) по материалам съемок КазНИИРХа за 1961-1985 и 1989-1990 гг., проанализированы изменение видового состава, численности и биомассы зоопланктона под воздействием фактора солености в период начального и прогрессирующего осолонения при усыхании Арала. Установлена гибель большинства пресноводных и солоноватоводных видов зоопланктона в первый кризисный период (1971-1975 гг.) при солености 12-14 г/л. После осолонения воды выше 14 г/л в зоопланктоне Арала отмечено всего 17 видов, постоянными и широко распространенными из них являются только 7: *Synchaeta vorax* Rouss., *S. gyrina* Hood, *S. cecilia* Rouss, *Podonevadne camptonyx* (G.Sars), *Evadne anonyx* G.Sars, *Calanipeda aquaedulcis* Kritch., *Halicyclops rotundipes aralensis* Borutz. Средняя биомасса зоопланктона по данным этого автора в семидесятые годы после первоначальной вспышки развития каланипеды понизилась с 69,2 до 33,5 мг/м<sup>3</sup>, а затем постепенно увеличилась до 123,4 мг/м<sup>3</sup>.

В процессе прогрессирующего осолонения, когда соленость воды к 1986 г. превысила 23-25 г/л, начался второй кризисный период, сопровождающийся гибелью каспийский видов при сохранении эвригалинных видов морского происхождения и галофилов из континентальных водоемов. В результате к 1989 г., когда Аральское море разделилось на две части, ветвистоусые рачки оказались представлены лишь одним видом *P. camptonyx* в Малом море, в Большом они вообще выпали из состава планктона. В 1989 г. средняя биомасса зоопланктона в Малом море была 533 мг/м<sup>3</sup>, в Большом – 78 мг/м<sup>3</sup>. Основу численности и биомассы составляла калянипеда (85-95% численности и 96-97% биомассы). Весной и летом возрастала доля личинок двустворчатых моллюсков *Cerastoderma isthmicum* Issel, *Syndosmia segmentum* Recluz. В заливах с соленостью до 35,0 г/л в отдельные месяцы отмечались самые высокие со времени начала изучения планктофауны Арала показатели количественного развития – 279,3-412,4 тыс.экз/м<sup>3</sup> и 2,2-5,07 г/м<sup>3</sup>. (Андреев, 1991).

В девяностые годы, несмотря на технические трудности, гидробиологические работы на Аральском море не прекращались. В 1994 г. последнюю гидробиологическую съемку Малого Арала перед отъездом в г. Омск проводит Н. И. Андреев, затем в 1996-97 гг. исследование зоопланктона осуществляет Р.Е. Садуакасова. На Большом море из-за отсутствия водного транспорта, последняя съемка по стандартной сетке станций была проведена КазНИИРХом в 1992 г. Наблюдениями на Малом море в первой половине девяностых годов установлена стабилизация видового состава зоопланктона открытой части моря (10-14 видов) и увеличение видового разнообразия в опресняемой зоне в придельтовой части до 22-25 видов. Для Большого моря в связи с продолжающимся увеличением минерализации до 50 г/л, характерны бедность и однообразие видового состава (5-7 видов), но, после многолетнего отсутствия, в 1991-92 гг в планктоне зафиксировано появление галофильного вида ветвистоусых ракообразных *M. mongolica* (Андреев, 1995). Показатели средней биомассы зоопланктона колебались по сезонам в Малом море от 163,4 до 835,8 мг/м<sup>3</sup>, резко снижаясь до 11,8 мг/м<sup>3</sup> во время массового развития планктофага атерины. В Большом море показатели развития в первой половине 90-х годов были почти на порядок ниже – 26,1-132,0 мг/м<sup>3</sup> (Андреев, 1999). В обеих частях моря доминировала по-прежнему *C. aquaedulcis*, соленостная резистентность которой оказалась гораздо выше, чем это указывалось ранее (Андреев, Андреева, Гошкадеря и др., 1981; Андреев, Андреева, 1990).

1966 год был наиболее примечательным за последние 20 лет исследования зоопланктона Арала. В этом году на Малом море КазНИИРХу удалось провести три гидробиологические съёмки и выявить динамику развития зоопланктонного сообщества в течение большей части вегетационного сезона (май, июль, сентябрь). Р.Е. Садуакасова

отмечает большую роль в составе майского планктона пресноводных коловраток и ветвистоусых рачков. Общее число их видов достигало 13, причем отдельные из них создавали довольно высокую численность (*Keratella quadrata* (Muller) до 20,5 тыс. экз/м<sup>3</sup>, *Daphnia longispina* О. Ф. М. и *Bosmina. longirostris* О. Ф. М. до 2,94 тыс. экз/м<sup>3</sup>). В целом по водоему во все сезоны преобладала калянипеда. В мае популяция её представлена в основном личиночными стадиями, поэтому при общей численности зоопланктона 18,57 тыс. экз/м<sup>3</sup> показатели биомассы наиболее низкие в сезоне – 67,6 мг/м<sup>3</sup>, в июле они возрастали до 26,74 тыс. экз/м<sup>3</sup> и 163,4 мг/м<sup>3</sup> с максимальными значениями во второй половине сентября – 60,94 тыс. экз/м<sup>3</sup> и 529,1 мг/м<sup>3</sup> (Отчет КазНИИРХ, 1996).

Исследование зоопланктона Малого моря, проведенное Институтом зоологии МОН РК в начале второй декады сентября 1996 г. при солёности воды от 20,3 до 21,9 г/л позволило Т.С.Стуге зафиксировать здесь вспышку развития ветвистоусого рачка *M. mongolica*, численность которого местами возрастала до 105,26 тыс. экз./м<sup>3</sup>, создавая необычайно высокую для Арала биомассу вида – 7,81 г/м<sup>3</sup>. А общая биомасса зоопланктона моря в это время поднималась до 9,5 г/м<sup>3</sup>. Такие высокие показатели биомассы в Арале ранее не регистрировались (Stuge, Troshina, Sokolov, 1998).

На северной части акватории Большого моря солёность воды в это время варьировала от 35,6 до 60,0 г/л. В этих условиях Т. С. Стуге установила, что ведущий компонент зоопланктона моря с 1971 г. – *S.aquaedulcis* элиминировала из состава фауны при солёности выше 45,0 г/л, хотя на участках с более низкой солёностью (35,6-40 г/л) она имела очень высокую численность (106,03-256,8 тыс. экз/м<sup>3</sup>).

Т. Т. Трошина в 1996 г. успешно продолжила на Аральском море исследование фауны Protozoa, начатое в конце семидесятых годов. В обеих частях моря ею в сентябре выявлено 25 видов простейших (раковинных амёб, фораминифер и инфузорий). В итоге общее число обнаруженных ею в Аральском море Protozoa составило 44 таксона (Малиновская, Нилов, Трошина, Юбко, 1983; Stuge, Troshina, Sokolov, 1998).

В 1997 г. на акватории Малого моря Р.Е.Садуакасова отмечает повышение видового разнообразия мезозоопланктона до 25 видов (Стуге, Садуакасова, 1999) и рост летней биомассы до 536,0 мг/м<sup>3</sup>. В 1998 г. состав зоопланктона в этой части Арала увеличивается до 62 таксонов при биомассе 460,1 мг/м<sup>3</sup>. Максимальное видовое разнообразие наблюдается в опресненной приустьевой зоне (Stuge, Saduakasova, 2001). Т.С.Стуге находит здесь новый для фауны Арала вид циклопов *Acanthocyclops americanus* (Marsh.) и ряд видов, не встречавшихся в море на протяжении последних 10-20 лет – *Evadne anonyx*, *Mesocyclops leuckarti* Claus (Стуге, 2000).

Таким образом, гидробиологические исследования, проведенные на Малом море в 90-е годы, выявили, что понижение солёности воды после строительства насыпной дамбы в проливе Берга оказало положительное влияние на состав и развитие зоопланктона. Исследователи констатируют, что в этой части водоема наблюдается увеличение количественных показателей не только по сравнению с семидесятыми-восьмидесятыми годами, но и с периодом естественного состояния моря до начала негативных последствий антропогенного воздействия.

В Большом море солёность воды в последние годы продолжала возрастать. По данным К. С. Балымбетова (Отчет КазНИИРХ, 1998г.) при солёности 56,0-67,5 г/л в заливах Чернышева и Тушебас в октябре 1998 г. основу зоопланктонного сообщества составляли ветвистоусые рачки *M. mongolica* Dadau и *M. micrura* Kurz. Они создавали 61,2% от общей численности зоопланктона, а по биомассе 90,5% приходилось на впервые найденного на этих участках моря жаброногого рачка *Artemia sp.* Общая биомасса вида на исследованном участке была невысока – 136,1 мг/м<sup>3</sup>. В прибрежной зоне у северо-восточной оконечности о-ва Возрождения биомасса этого вида достигала 2,77 г/м<sup>3</sup> (Жолдасова и др., 1999). Общее число видов планктона осенью 1998 г. было равно 10, из них коловраток 3, кладоцер 3, копепоид 3,

бранхиопод 1. Широко распространенными видами были артемия и моины. Остальные виды встречены единично на одной-трех станциях из 16. Несколько чаще встречались личинки моллюсков (на 4-х станциях) с численностью 48-160 экз/м<sup>3</sup>.

Летние исследования, проведенные Т. С. Стуге в 2000 г., показали, что планктофауна северо-западной части Большого моря в июле представлена 16 таксонами, но оптимальные условия при солёности 61,7-68,7 г/л создаются для развития лишь трех галофильных видов ракообразных: *Artemia sp.*, *M. mongolica*, *Cletocamptus retrogressus* Schrank. Остальные виды находятся в угнетённом состоянии. Личинки моллюсков в июле не были обнаружены в планктоне. Средняя численность сообщества составляла 7,60 тыс. экз/м<sup>3</sup>, биомасса 808,39 мг/м<sup>3</sup>. По численности преобладала моина – 63,2%, по биомассе – артемия – 61,5%. В перспективе при превращении Большого Аральского моря в «артемиевый водоем» появляется возможность использования запасов этого промыслового вида, исследованием этого вопроса с 2000 г. занимаются ученые КазНИИРХа.

Исследования, проведенные гидробиологами Казахстана на протяжении последних сорока лет, показывают, что планктофауна Аральского моря из пресноводно-солонатоводной преобразовалась в Большом Арале в фауну гипергалинных водоемов. В результате ряда кризисных периодов, связанных с увеличением солёности воды, видовое разнообразие зоопланктона сокращалось в целом по морю со 130 до 10-20 видов, в последнее десятилетие при малом наборе видов наблюдается значительный рост показателей численности и биомассы. В Малом море в условиях постепенного распреснения за счет увеличения стока р. Сырдарья происходит возрастание видового разнообразия коловраток и ракообразных.

#### ЛИТЕРАТУРА

**Андреев Н.И., 1989.** Зоопланктон Аральского моря в начальный период его осолонения. *Труды Зоол. ин-та АН СССР*, 199: 26-52.

**Андреев Н.И., 1990.** Зоопланктон и бентос Аральского моря в начальный период его осолонения. *Автореф. канд. дисс. М.:1-24.*

**Андреев Н.И., 1991.** Зоопланктон залива Бутакова Аральского моря в июне 1990 г. *Труды Зоол. ин-та АН СССР*, 237: 30-33.

**Андреев Н.И., 1995.** Новые данные о распространении *Moina mongolica* Daday (Cladocera, Moinidae) в Аральском море. *Рукопись деп. В ВИНТИ РАН 20.02.95 № 479-1395. Омск: 1-6*

**Андреев Н.И., 1999.** Гидрофауна Аральского моря в условиях экологического кризиса. *Омск: 1-454 с.*

**Андреев Н.И., Андреева С.И., Гошкадеря В.А. и др., 1981.** Гидрофауна осолоненных участков Аральского моря. *Природные ресурсы современного Приаралья. Алма-Ата: 52-61.*

**Андреев Н.И., Андреева С.И., 1990.** Солёностная резистентность некоторых массовых беспозвоночных Аральского моря. *Труды Зоол. ин-та АН СССР*, 223: 85-104.

**Андреев Н.И., Плотников И.С., 1990.** Зоопланктон Аральского моря в условиях прогрессирующего осолонения. *Труды Зоол. ин-та АН СССР*, 223: 19-23.

**Балымбетов К.С., 1974.** О некоторых данных современного состояния зоопланктона Аральского моря. *Биол. основы рыбн. хоз-ва респ. Ср. Азии и Казахстана. Ашхабад, 1: 39-40.*

**Бенинг А.Л., 1934.** Гидрологические и гидробиологические материалы к составлению промысловой карты Аральского моря. *Труды Аральск. отд. ВНИРО, 3: 180-205.*

**Бенинг А.Л., 1935.** Материалы к составлению промысловой карты Аральского моря (Гидрология, планктон, бентос Малого моря). *Труды Аральск. отд. ВНИРО, 4: 139-195.*

**Берг Л. С., 1908.** Аральское море. Опыт физико-географической монографии. *Известия Туркестан. отд. Импер. русск. геогр. о-ва. Научные результаты Аральской экспедиции, 9, (5):1-580.*

**Биоэкологические основы функционирования водных экосистем главных рыбопромысловых водоемов и рекомендации по рациональному использованию их биоресурсов. 1996.** Раздел: Аральское море. *Отчет о НИР КазНИИРХ. Аральск: 1-54.*

**Ветгышева М. Я., 1966.** Питание молоди основных промысловых рыб на нерестилищах севера Аральского моря. *Автореф. канд. дисс. Алма-Ата: 1-20.*

**Жолдасова И.М., Павловская Л.П., Ельбаева М.К., Ембергенова У.С., Любимова С.К., Казахбаев С., Мирабдуллаев И.М., 1999.** Кардинальные изменения в составе биоты Аральского моря. *Узбекский биол. журнал. Ташкент, 5: 68-70.*

**Кортунова Т.А., 1978.** Изменения в зоопланктоне Аральского моря в связи с акклиматизацией рыб и беспозвоночных. *Автореф. канд. дисс. М.: 1-23.*

**Луконина Н.К., 1960.** Зоопланктон Аральского моря. *Труды ВНИРО, 43, (1): 177-197.*

**Малиновская А.С., 1981.** Прогноз изменений биологического режима и реконструкция гидрофауны Аральского моря. *Усыхание Аральского моря и опустынивание в Приаралье. Алма-Ата: 91-96.*

**Малиновская А.С., Нилов В.И., Трошина Т.Т., Юбко А.А., 1983.** Гидробиологический режим Аральского моря. *Проблемы Аральского моря. Состояние акватории и осушенного дна Аральского моря. Алма-Ата: 178-218.*

**Состояние промысловых запасов камбалы-гlossы в Большом Аральском море. 1998.** *Отчет о НИР КазНИИРХ. Аральск.*

**Стуге Т.С., 2000.** Зоопланктон Аральского моря в условиях распреснения (Малое море, июнь 1998 г.). *Selevinia, 1-4: 86-94.*

**Стуге Т.С., Садуакасова Р.Е., 1999.** Влияние солености воды на состав и развитие зоопланктона Аральского моря. *Проблемы охраны и устойчивого использования биоразнообразия животного мира Казахстана.. Матер. между. научн. конф. Алматы: 149-150.*

**Хусаинова Н.З., 1960.** Култуки восточного берега Аральского моря и их жизнь. *Вестник АН КазССР, 6 (183): 34-42.*

**Яблонская Е.А., Луконина Н.К., 1962.** К вопросу о продуктивности Аральского моря. *Океанология, 2, 2: 298-304.*

**Stuge T., Troshina T., Sokolov S., 1998.** The latest information on the Aral Sea zooplankton. *Sustainable use of natural resources of Central Asia. Proc. of Inter. Scientific Conference. Almaty: 125-127.*

**Stuge T.S., Saduakasova R. E., 2001.** The changes of the Small Aral Sea zooplankton in part near the Syr-Darya river mouth in 1994-1998. *Russian Journal of aquatic ecology. Moscow, (in print).*

#### SUMMARY

**Tatyana S. Stuge. History of the Aral Sea zooplankton investigations by Kazakhstan scientists.**

Institute of Zoology, Almaty, Kazakhstan

In article the short information about investigations of the Aral Sea zooplankton by Kazakhstan hydrobiologists in 1955-2000 years is given. The changes of species composition, abundance, biomass and water fauna reconstruction in conditions of water salinity increasing are elucidated. Kazakhstan scientists registered the transformation of Large Sea planktotauna from freshwater-brackishwater to hyperhalinic in last years.