**Conference**
**“ACTUAL PROBLEMS OF STUDYING CRUSTACEANS”**
Papanin Institute for Biology of Inland Waters, RAS
May 17-20, 2018

# CRUSTACEANS OF THE ARAL SEA

May 17, section 1, 11:50

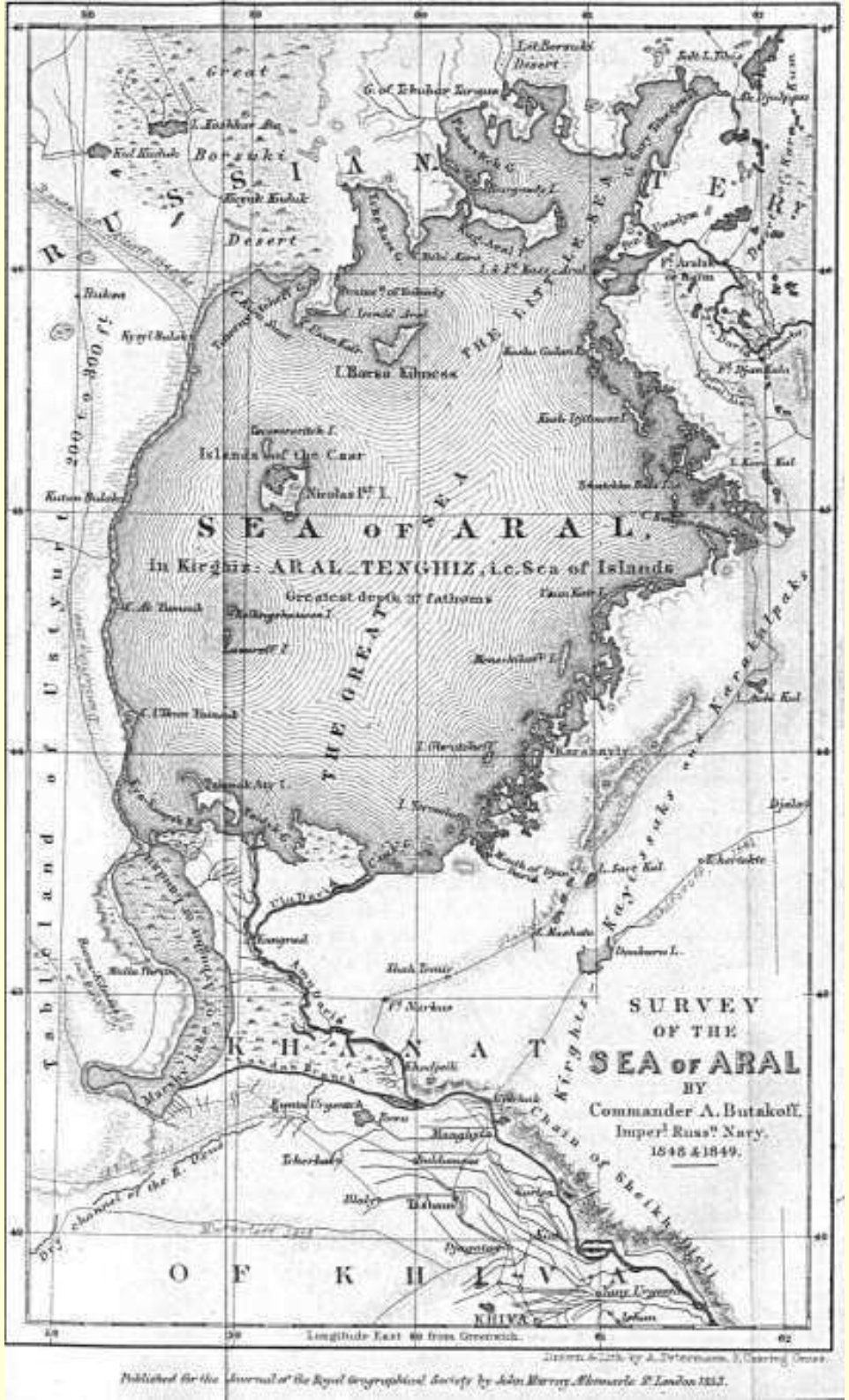
Aladin N.V., Gontar V.I., Zhakova L.V.,
Konysbaev T., Makrushin A.V., Plotnikov I.S.,
Smurov A.O., Chida T.E.

**Конференция**
**«АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ИЗУЧЕНИЯ РАКООБРАЗНЫХ»**
Институт биологии внутренних вод им. И.Д. Папанина РАН
17-20 мая 2018 г.

# РАКООБРАЗНЫЕ АРАЛЬСКОГО МОРЯ

17 мая, секция 1, 11:50

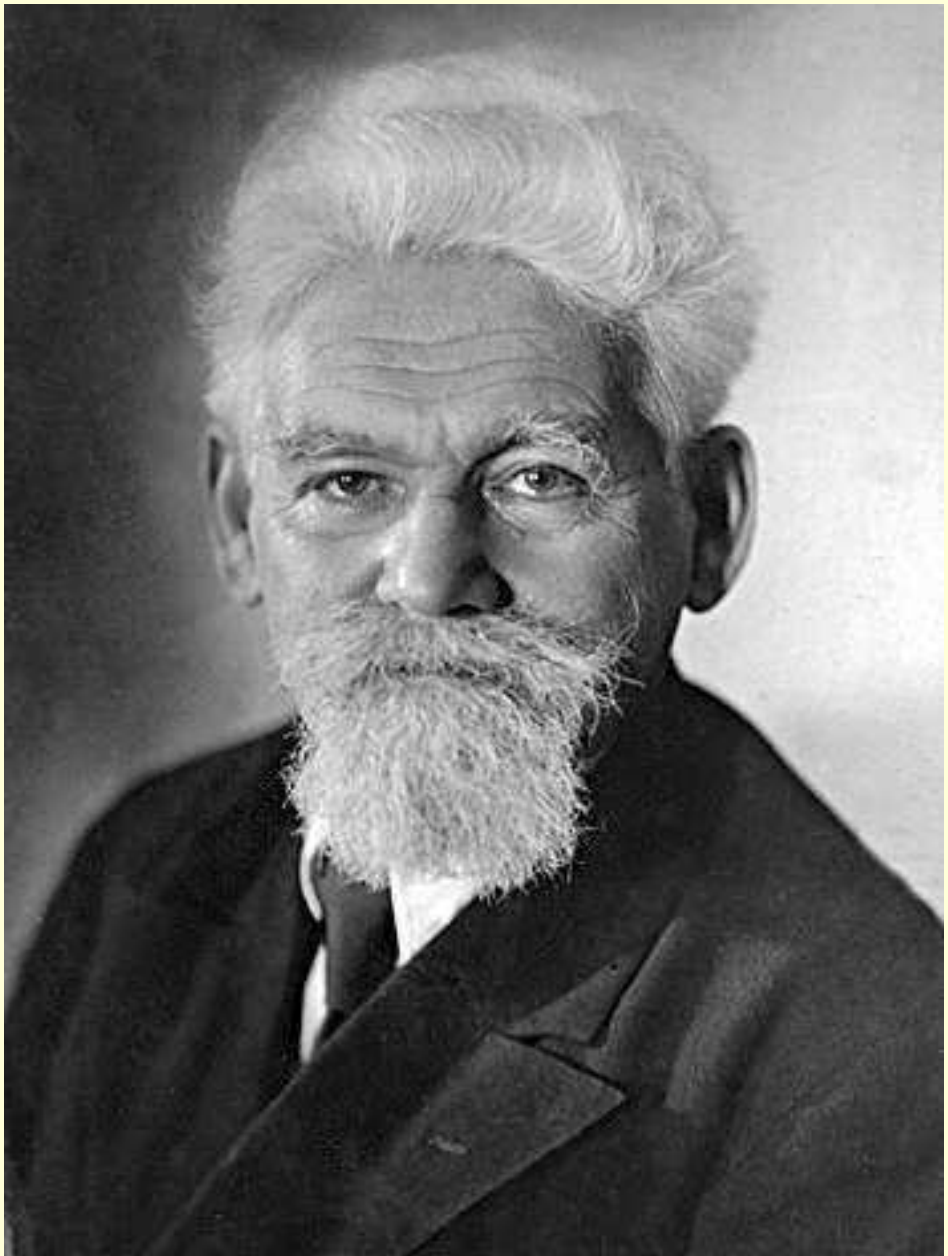
Аладин Н.В., Гонтарь В.И., Жакова Л.В.,
Конысбаев Т., Макрушин А.В., Плотников И.С.,
Смуров А.О., Чида Т.Е.




**Карта Аральского моря, составленная по материалам экспедиции А. И. Бутакова в 1848-1849**

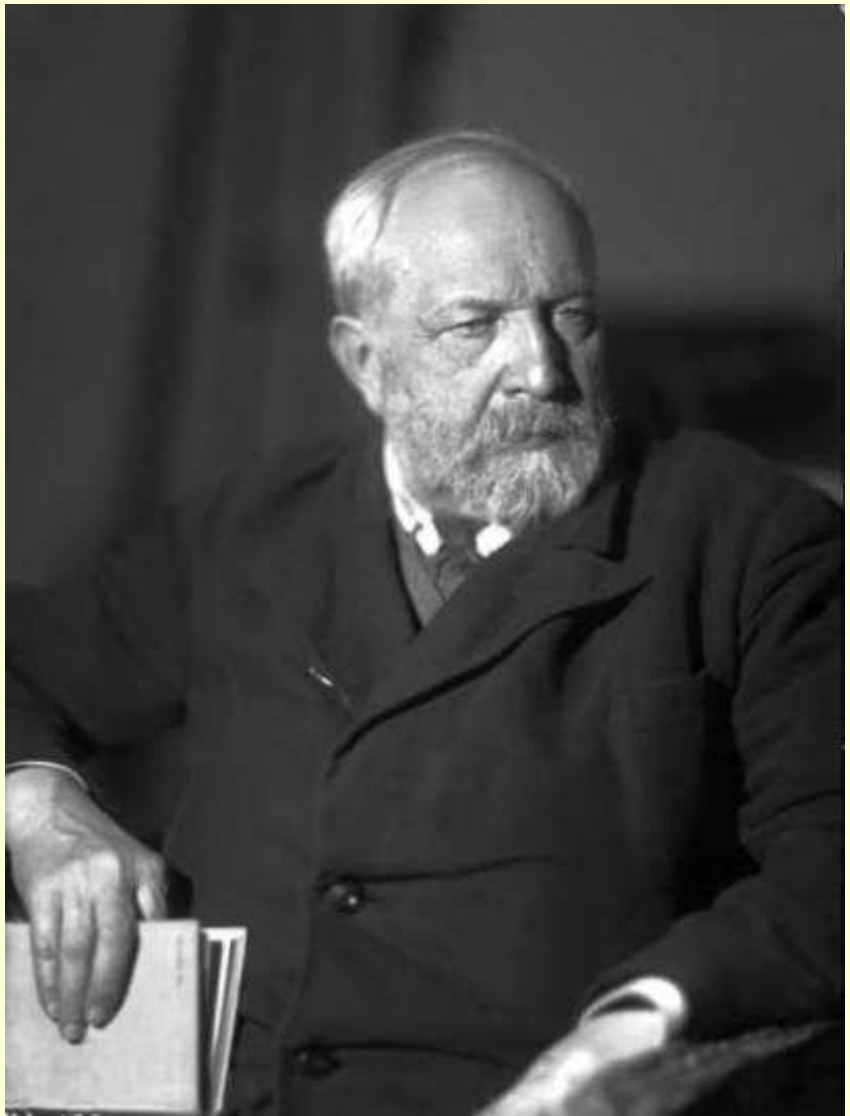
- Начало изучению не только свободноживущих, но и паразитических ракообразных Аральского моря было положено во второй половине XIX века.
- Работавший в 1868 г. на Арале А.П. Федченко нашел там бокоплава и паразитического рачка *Ergasilus sieboldi* Nordmann. По этим сборам В.Н. Ульянин в 1875 г. описал этого бокоплава как новый вид *Dikerogammarus aralensis* Uljanin.
- В 1874 г. зоолог В.Д. Аленицын, работавший на Арале в составе экспедиция Императорского русского географического общества и Санкт-Петербургского Общества естествоиспытателей, собрал коллекции, включавшие и ракообразных.
- В начале XX века исследования принимают планомерный характер. Первое комплексное исследование Аральского моря было выполнено Л.С. Бергом в 1899–1902 гг.

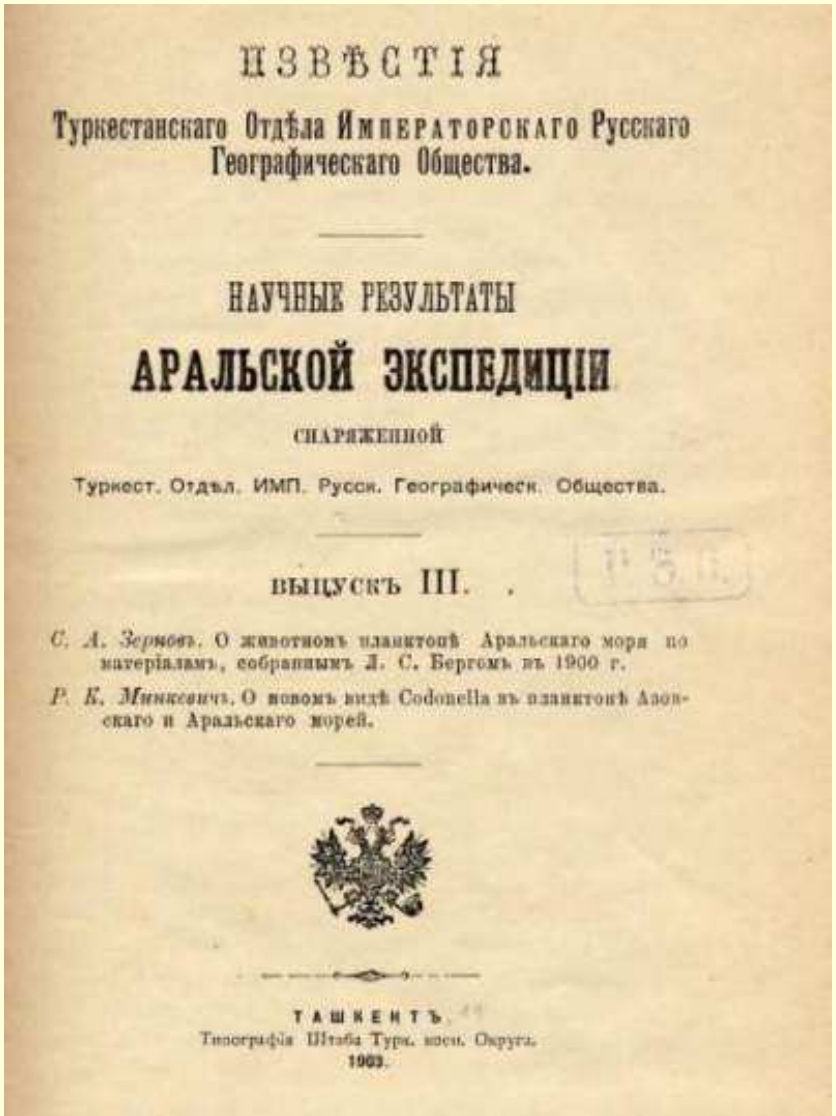
**Лев Семёнович Берг** (1876–1950), зоолог и географ, член-корреспондент (1928) и действительный член (1946) АН СССР, президент Географического общества СССР (1940—1950). Ему принадлежит самый значительный личный вклад в изучение Арала, включая его фауну.



- К обработке собранных им коллекций был привлечен целый ряд специалистов.
- Планктонных ракообразных, остававшихся до этого времени совершенно неизученными, исследовали С.А. Зернов и В.И. Мейснер.
- В результате появился первый список (как минимум 45 видов и подвидов) представителей фауны ракообразных Арала, включавший 1 вид бокоплавов (Amphipoda), 10 видов ветвистоусых (Cladocera) и 11 видов веслоногих (Copepoda) (Calanoida – 1, Cyclopoida – 3, Harpacticoida – 5 и еще 2–3 неназванных вида), в том числе один вид паразитических ракообразных, также впервые упоминались и ракушковые ракообразные (Ostracoda).
- Кроме этого, были получены первые сведения по распространению планктонных ракообразных в Аральском море в зависимости от солености воды, а также некоторые данные по их вертикальному распределению, сезонной и суточной динамике.

- В обработке собранных Л.С. Бергом коллекций участвовала большая группа специалистов, как российских, так и зарубежных, и по результатам их работы вышел в свет целый ряд отдельных публикаций.
- В их числе был зоолог и гидробиолог **Сергей Алексеевич Зернов** (1871 – 1945), директор Зоологического института в 1931–1942 гг., академик АН СССР (1931). Им был обработан зоопланктон Аральского моря.





ИЗВѢСТІЯ

Туркестанскаго Отдѣла Императорскаго Русскаго Географическаго Общества.

НАУЧНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ

АРАЛЬСКОЙ ЭКСПЕДИЦІИ

снаряженной

Туркест. Отдѣл. ИМП. Русск. Географическ. Общества.

ВЫПУСКЪ III.

*С. А. Зернов*. О животномъ планктонѣ Аральскаго моря по матеріаламъ, собраннымъ Л. С. Бергомъ въ 1900 г.

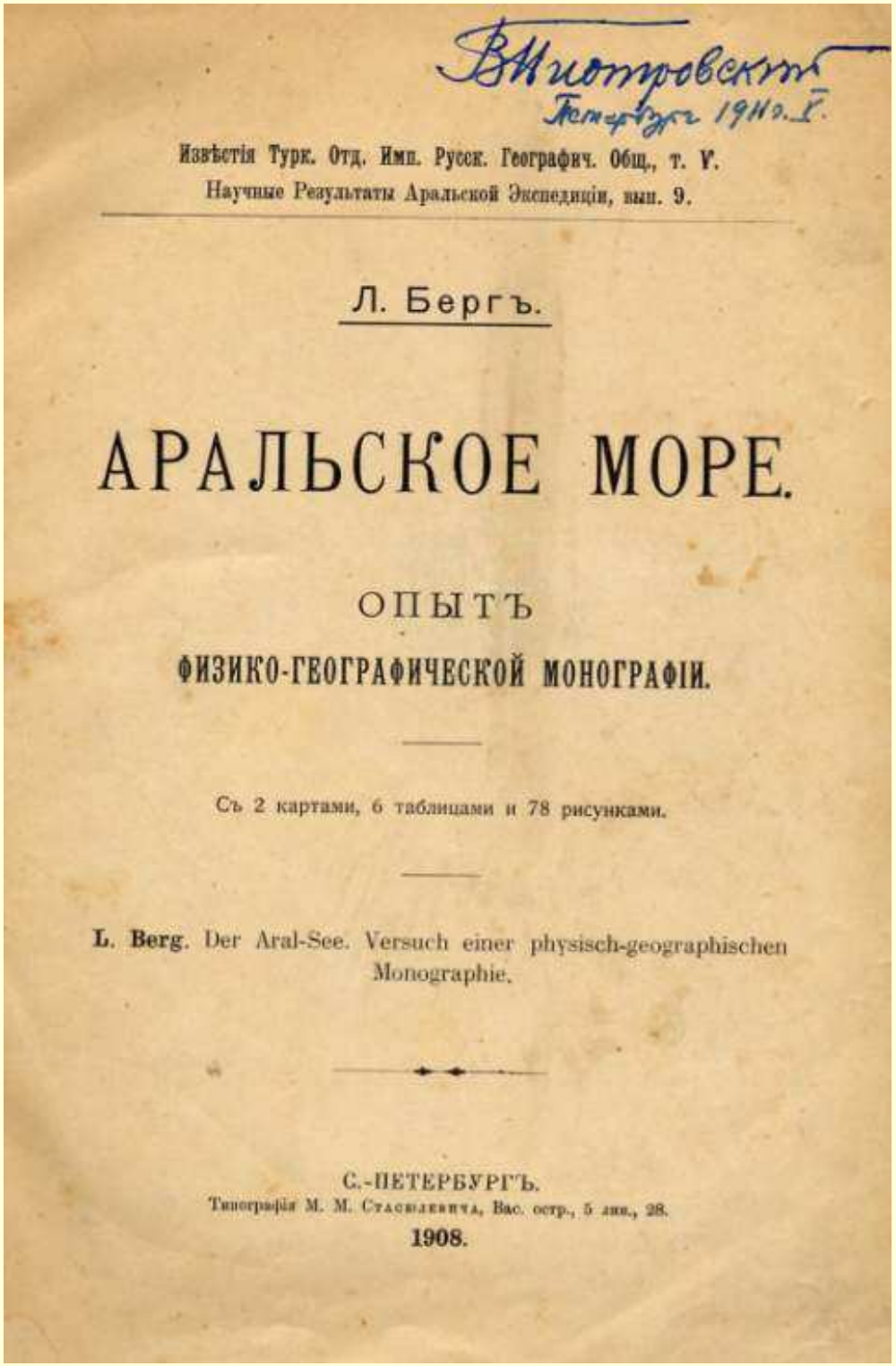
*Р. К. Минкевичъ*. О новомъ видѣ Codonella въ планктонѣ Азовскаго и Аральскаго морей.

ТАШКЕНТЪ.

Типографія Штаба Турк. воен. Округа.

1903.

- Все накопленные к началу XX века знания об Аральском море и огромный объем новых данных, приобретенных благодаря экспедиции, Л.С. Берг обобщил в своем фундаментальном труде «Аральское море. Опыт физико-географической монографии», вышедшем в свет в 1908 г.
- В этой книге рассматриваются не только история исследований, топография и гидрография, климат, гидрология, геология, но и флора и фауна, включая ракообразных.
- В результате появился первый список представителей флоры и фауны Арала.
- Эта книга и в настоящее время сохраняет свою непреходящую ценность для всех исследователей Аральского моря.



В. Шотровский
Петроград 1916 г. I.

Извѣстія Турк. Отд. Имп. Русск. Географич. Общ., т. V.
Научные Результаты Аральской Экспедиціи, вып. 9.

Л. Бергъ.

АРАЛЬСКОЕ МОРЕ.

ОПЫТЪ
ФИЗИКО-ГЕОГРАФИЧЕСКОЙ МОНОГРАФІИ.

Съ 2 картами, 6 таблицами и 78 рисунками.

**L. Berg.** Der Aral-See. Versuch einer physisch-geographischen Monographie.

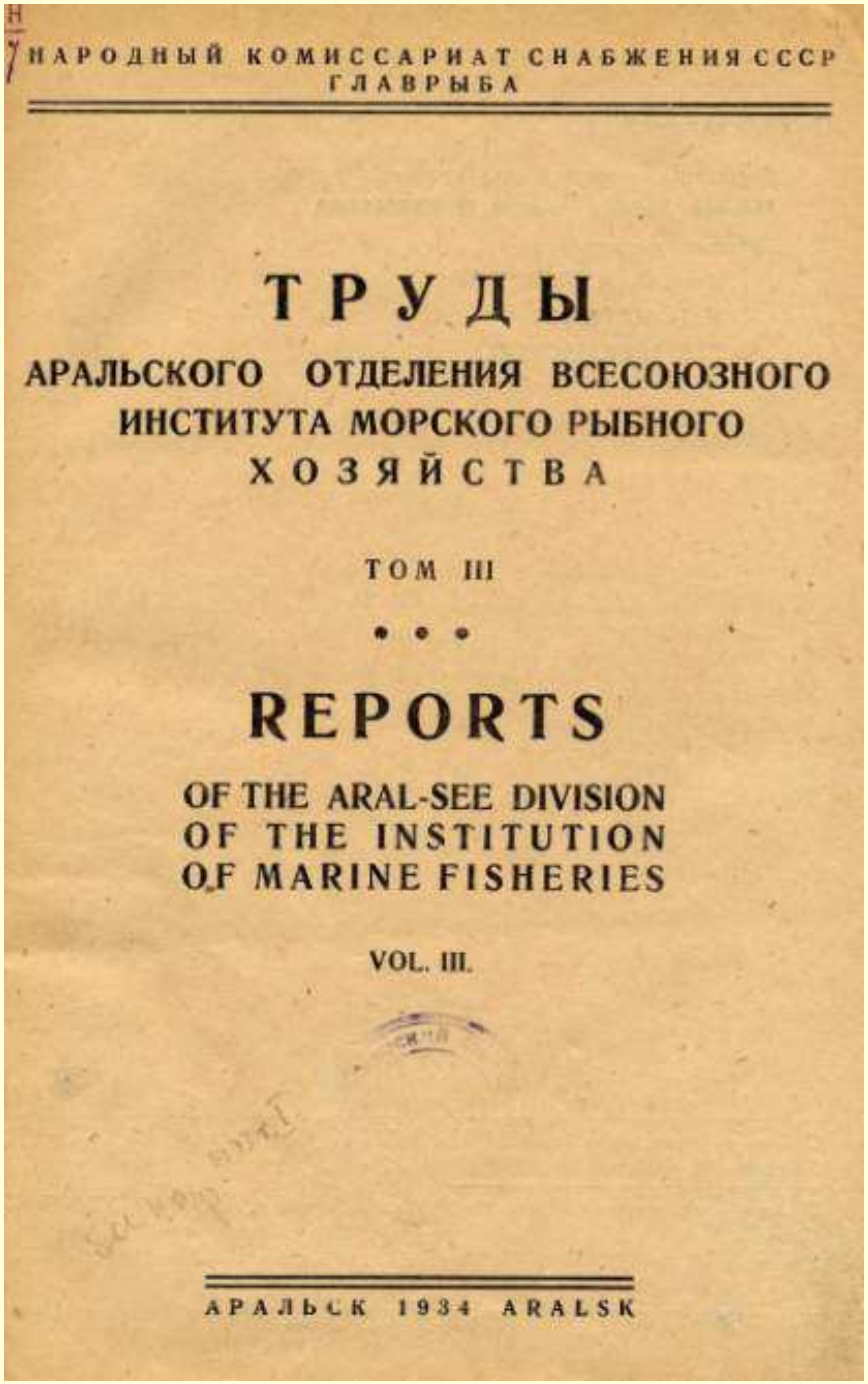
С.-ПЕТЕРБУРГЪ.
Типографія М. М. Стасюлевича, Вас. остр., 5 лин., 28.
1908.

- В 1920-е гг. изучение Аральского моря было продолжено.
- Copepoda Арала, в том числе Harpacticoida, впервые специально были исследованы Е.В. Боруцким.
- Паразитических ракообразных изучал А.П. Маркевич.
- В 1929 г. была основана Аральская рыбохозяйственная станция, где работал А.Л. Бенинг.

**Арвид Либорьевич Бенинг** (1890 – 1943).

Этот исследователь подробно изучил планктонных ракообразных Арала, что нашло отражение в его трудах.

- Под руководством А.Л. Бенинга в 1932-1933 гг. были проведены широкомасштабные исследования Арала.
- Впервые была проведена гидрологическая и гидробиологическая съемка всей его акватории, что позволило существенно пополнить знания о его фауне.
- Стали широко применять количественные методы. Впервые для Аральского моря была определена численность планктонных и донных гидробионтов.
- Были получены новые данные по сезонной динамике зоопланктона, вертикальному распределению и суточным миграциям планктонных организмов.
- Впервые был исследован газовый режим моря.


НАРОДНЫЙ КОМИССАРИАТ СНАБЖЕНИЯ СССР
ГЛАВРЫБА

ТРУДЫ
АРАЛЬСКОГО ОТДЕЛЕНИЯ ВСЕСОЮЗНОГО ИНСТИТУТА МОРСКОГО РЫБНОГО ХОЗЯЙСТВА

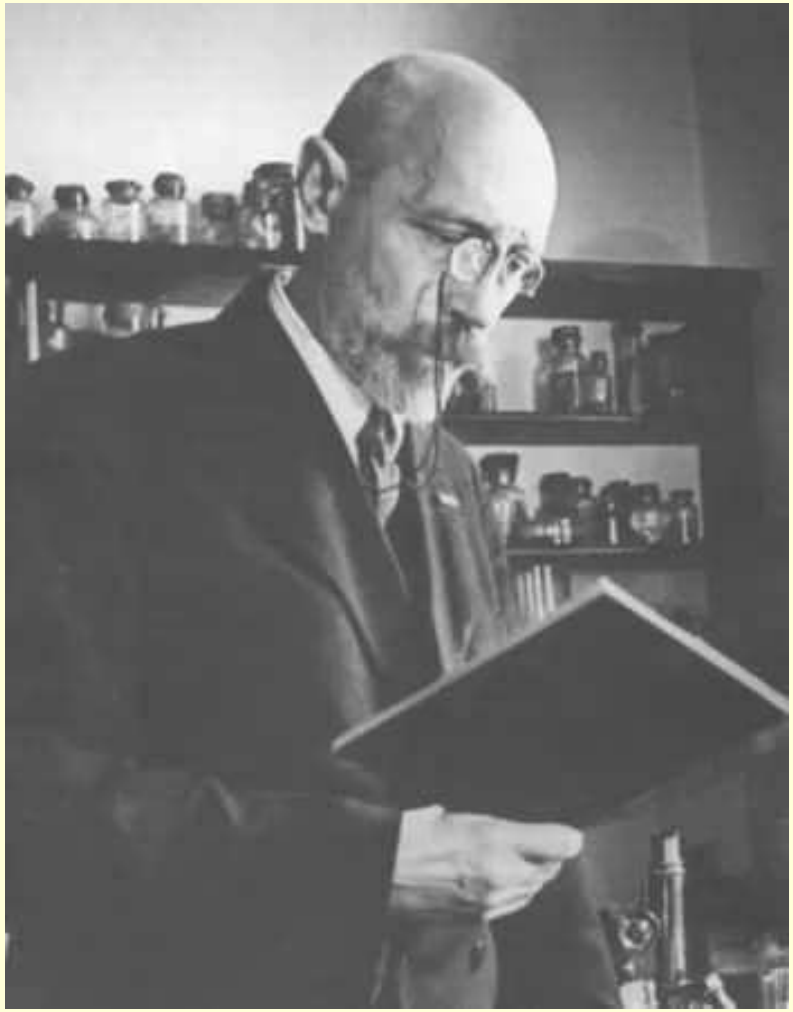
ТОМ III

REPORTS
OF THE ARAL-SEE DIVISION OF THE INSTITUTION OF MARINE FISHERIES

VOL. III.

АРАЛЬСК 1934 ARALSK

**Валентин Александрович Догель** (1882 – 1955)
и его ученик
**Борис Евсеевич Быховский** (1908 – 1974)
продолжили изучение паразитических ракообразных Арала.



- После Великой Отечественной войны все исследования на Аральском море, включая карцинологические, возобновились.
- Начались регулярные сборы планктонных и бентосных ракообразных с борта научно-исследовательского судна по стандартной сетке из более чем 100 станций.
- Рейсы, как правило, начинались в порту г. Аральска, и все собранные материалы хранились и обрабатывались в Аральском отделении КАЗНИРХ.
- В 1950-е – 1970-е гг. большой объем исследований ракообразных Арала был выполнен такими исследователями, как Т.А. Кортунова, Н.К. Луконина, Н.З. Хусаинова, Е.А. Яблонская.

- В 1960-е годы на Аральском море были проведены специальные фаунистические исследования, давшие много новых данных по фауне ракообразных.
- В результате этого уже существующие списки значительно расширились.
- При этом был пересмотрен ряд прежних определений обитавших в Арале видов ракообразных.
- Результаты этих работ были отражены в «Атласе беспозвоночных Аральского моря», вышедшем в свет в 1974 г. под редакцией Ф.Д. Мордухай-Болтовского, который изучил ветвистоусых ракообразных Арала.

# Аборигенная фауна ракообразных

- В аборигенной фауне Аральского моря насчитывалось 56 видов ракообразных: Cladocera – 14, Copepoda – 30, Ostracoda – 11, Malacostraca – 1. Большинство из них были широко распространенными обитателями пресноводных водоемов. Также присутствовали солоноватоводные понто-каспийские и морские виды.
- Несмотря на изоляцию Аральского моря от других водных бассейнов, эндемизм его фауны очень незначительный. Из ракообразных на видовом уровне аральскими эндемиками считаются только 3 описанных Е.В. Боруцким вида ракообразных из Harpacticoida – *Schizopera aralensis* Borutzky, *S. reducta* Borutzky и *Enhydrosoma birsteini* Borutzky.
- Из высших ракообразных (Malacostraca) в Арале отсутствовали широко представленные в Каспии представители таких отрядов, как мизиды (Mysida), кумовые (Cumacea), равноногие (Isopoda) и десятиногие (Decapoda).
- Из числа обитающих в Каспии ветвистоусых ракообразных (Cladocera) отряда Onychopoda в Арале не было представителей родов *Apagis*, *Cornigerius*, *Caspievadne*, а род *Cercopagis* был представлен только одним видом.
- Среди веслоногих ракообразных (Copepoda) из отряда Calanoida не было представителей семейств Centropagidae и Temoridae.
- Если в фауне Каспия известно 98 видов высших ракообразных отряда Amphipoda, то в Арале обитал только один вид бокоплавов.

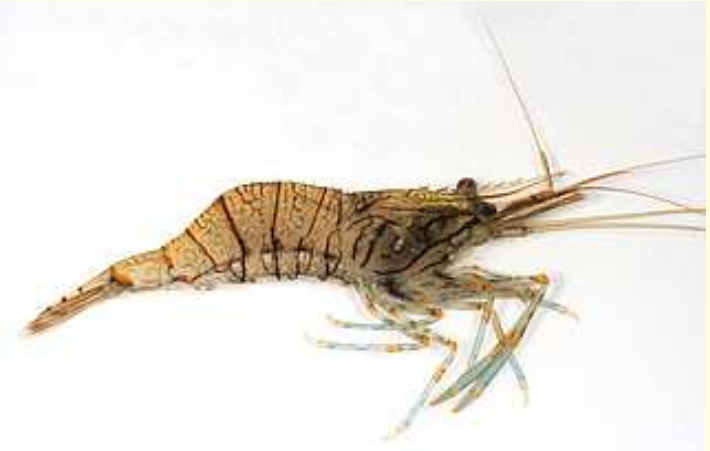
- Обитателями опресненных районов Арала были 8 видов пресноводных Cladocera: *Diaphanosoma brachyurum* Lievin, *Ceriodaphnia cornuta* G.Sars, *C. pulchella* G.Sars, *Daphnia longispina* (O.F.Müller), *D. galeata* G.Sars, *Moina micrura* Kurz, *Chydorus sphaericus* (O.F.Müller), *Bosmina longirostris* (O.F.Müller), *Ilyocryptus agilis* Kurz, и *Polyphemus pediculus* (Linné).
- *Ceriodaphnia reticulata* (Jurine)*, Coronatella rectangula* (G.Sars) и *Moina mongolica* Daday – встречались в Арале повсеместно, но были малочисленными.
- Все 5 видов понто-каспийских Cladocera (отряд Onychopoda) были обитателями открытой части Аральского моря: из Cercopagidae – *Cercopagis pengoi aralensis* M.-Boltovskoi; из Podonidae – *Evadne anonyx* G.Sars, *Podonevadne camptonyx* (G.Sars), *P. angusta* (G.Sars) и *P. trigona* (G.Sars).

- В аборигенной фауне Аральского моря Copepoda из подотряда Calanoida были представлены только двумя видами. Представитель фауны континентальных соленых водоемов *Arctodiaptomus salinus* (Daday) был самым массовым видом планктонных ракообразных. Пресноводный *Phyllodiaptomus blanci* (Guerne et Richard) встречался только в сильно опресненных районах перед дельтами Амударьи и Сырдарьи.
- Все Cyclopoida Арала принадлежат к семейству Cyclopidae и являются широко распространенными пресноводными видами, за исключением морского *Halicyclops rotundipes aralensis* Borutzky *.*
- Циклопы *Cyclops strenuus* Fischer, *C. vicinus* Uljanin, *Diacyclops bisetosus* (Rehberg), *Eucyclops macrurus* (G.Sars), *E. serrulatus* (Fischer), *Macrocyclops albidus* (Jurine), *M. fuscus* (Jurine), *Megacyclops viridis* (Jurine), *Microcyclops bicolor* G.Sars, *Thermocyclops crassus* (Fischer), *T. dybowskii* (Lande) и *Tropocyclops prasinus* (Fischer) обитали только в опресненных акваториях, кроме *C. vicinus*, иногда встречавшегося и в открытом море, и широко эвригалинного *Megacyclops viridis*.
- Самым многочисленным видом циклопов был встречавшийся по всему Аралу *Mesocyclops leuckarti* (Claus).

- Веслоногие ракообразные отряда Harpacticoida были представлены в фауне Аральского моря солоноватоводными и морскими эвригалинными видами: *Halectinosoma abrau* (Kritchagin), *Schizopera aralensis* Borutzky, *S. jugurtha* (Blanchard et Richard), *S. reducta* Borutzky, *Nitocra lacustris* (Schmankewitsch), *N. hibernica* (Brady), *Leptocaris brevicornis* (Van Douwe), *Mesochra aestuarii* Gurney, *Onychocamptus mohammed* (Blanchard et Richard), *Cletocamptus retrogressus* Schmankewitsch, *C. confluens* (Schmeil), *Limnocletodes behningi* Borutzky, *Nannopus palustris* Brady, *Enhydrosoma birsteini* Borutzky*, Paraleptastacus spinicauda trisetosus* Noodt.
- Из них 3 вида – *Nitocra lacustris*, *Cletocamptus retrogressus* и *C. confluens* - широко эвригалинные и встречаются континентальных гипергалинных водоемах при солености более 100‰.

- Ракушковые ракообразные в аборигенной фауне Аральского моря были представлены 11 видами из отряда Podocopida: *Darwinula stevensoni* (Brady et Robertson), *Typhlocypris (Typhlocypris) marchica* (Hartwig), *Cyclocypris laevis* (O.F.Müller), *Plesiocypridopsis newtoni* (Brady et Robertson), *Cyprideis torosa* (Jones), *Amnicythere cymbula* (Livental), *Tyrrhenocythere amnicola donetziensis* (Dubowsky), *Limnocythere inopinata* (Baird), *Galolimnocythere aralensis* Schornikov, *Loxoconchissa (Loxocaspia) immodulata* (Stepanaitys).
- Самым распространенным из них был *Cyprideis torosa*, представленный в Арале широко эвригалинной формой *amphiosmotica*.

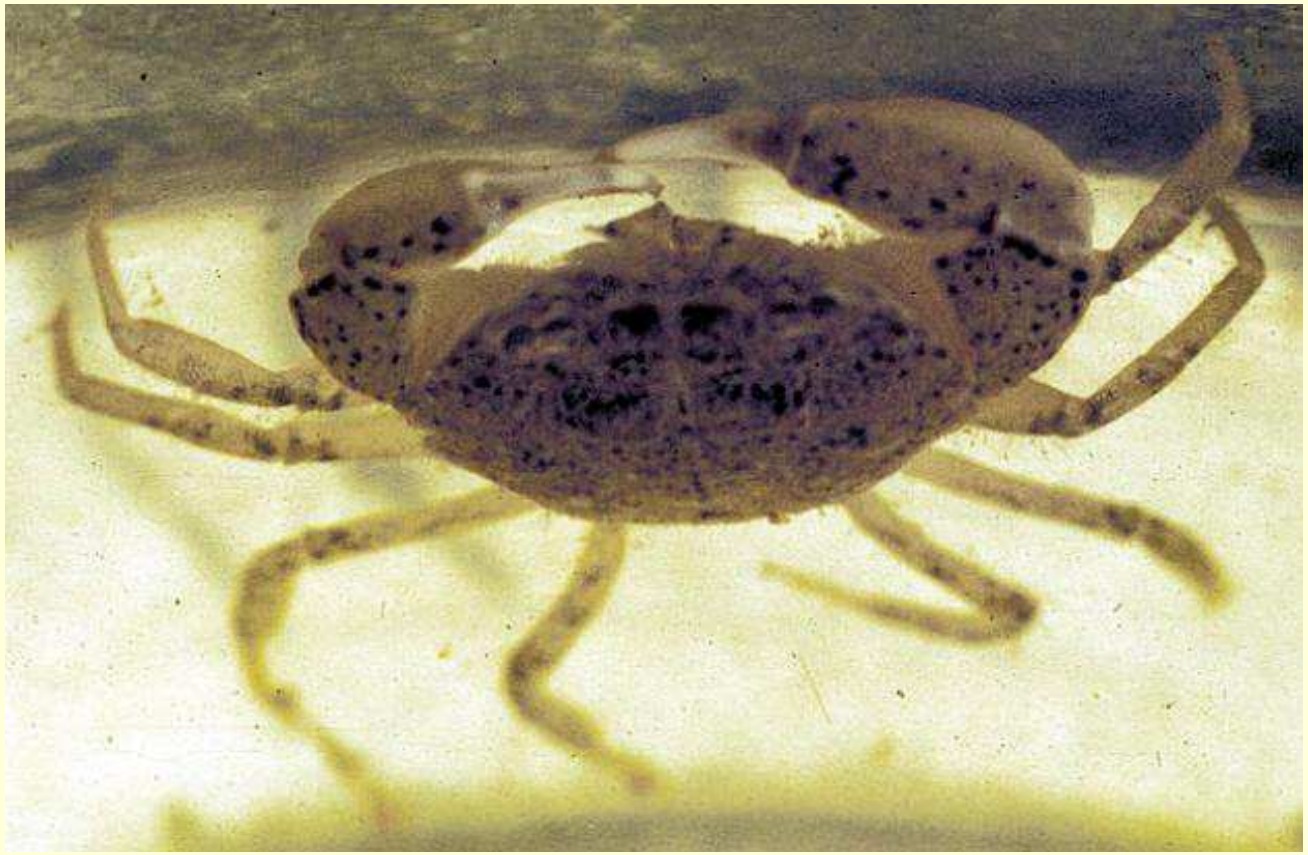
- В 1954–1956 гг. при неудачной попытке вселения кефалей из Каспия, в Арал случайно попутно занесли креветку *Palaemon elegans* Rathke (Decapoda: Palaemonidae).
- Креветка быстро расселилась по всему Аралу и, как считается, стала причиной сокращения численности и последующего полного исчезновения бокоплава *Dikerogammarus aralensis*.



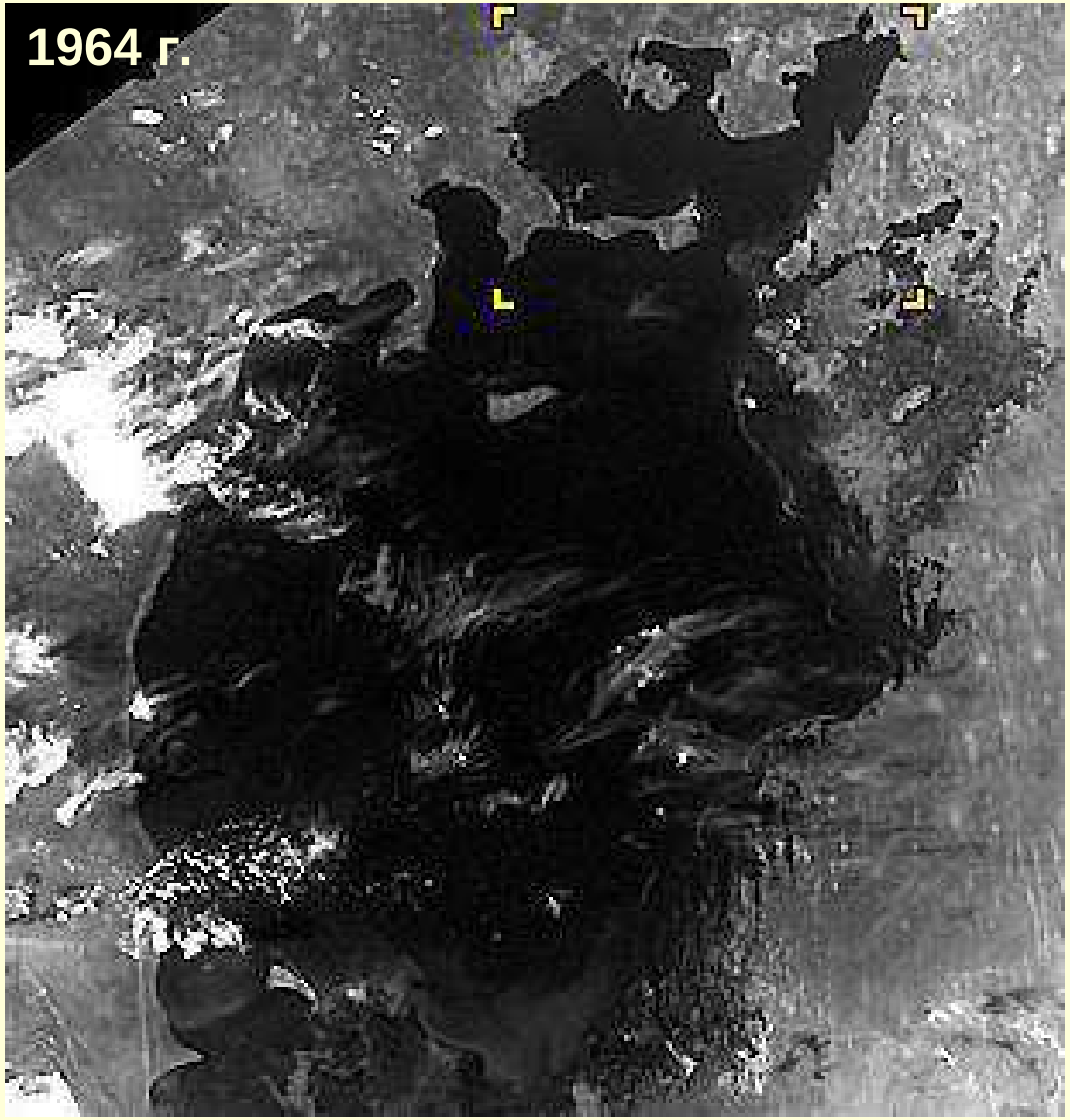
- В конце 1950-х гг. сотрудниками ВНИРО на основе рекомендаций А.Ф. Карпевич была начата плановая интродукция чужеродных видов ракообразных.
- Первыми плановыми вселенцами в Арале стали реликтовые понто-каспийские мизиды (Mysida: Mysidae), которых завозили из дельты Дона в 1958–1960 гг..
- Из трех вселяемых видов – *Paramysis lacustris* (Czerniavsky), *P. intermedia* (Czerniavsky) и *P. baeri* Czerniavsky натурализовались только первые два.
- Еще один вид – *P. ullskyi* Czerniavsky – самостоятельно проник в Арал из водохранилищ на Сырдарье, куда ранее он был вселен.

- В 1965 и в 1970 гг. из Азовского моря вселяли морского планктонного рачка *Calanipeda aquaedulcis* Kritchagin (Calanoida: Pseudodiaptomidae).
- Этот рачок стал одним из видов, доминирующих в зоопланктоне Арала и вытеснил аборигенных *Arctodiaptomus salinus* и *Moina mongolica*.

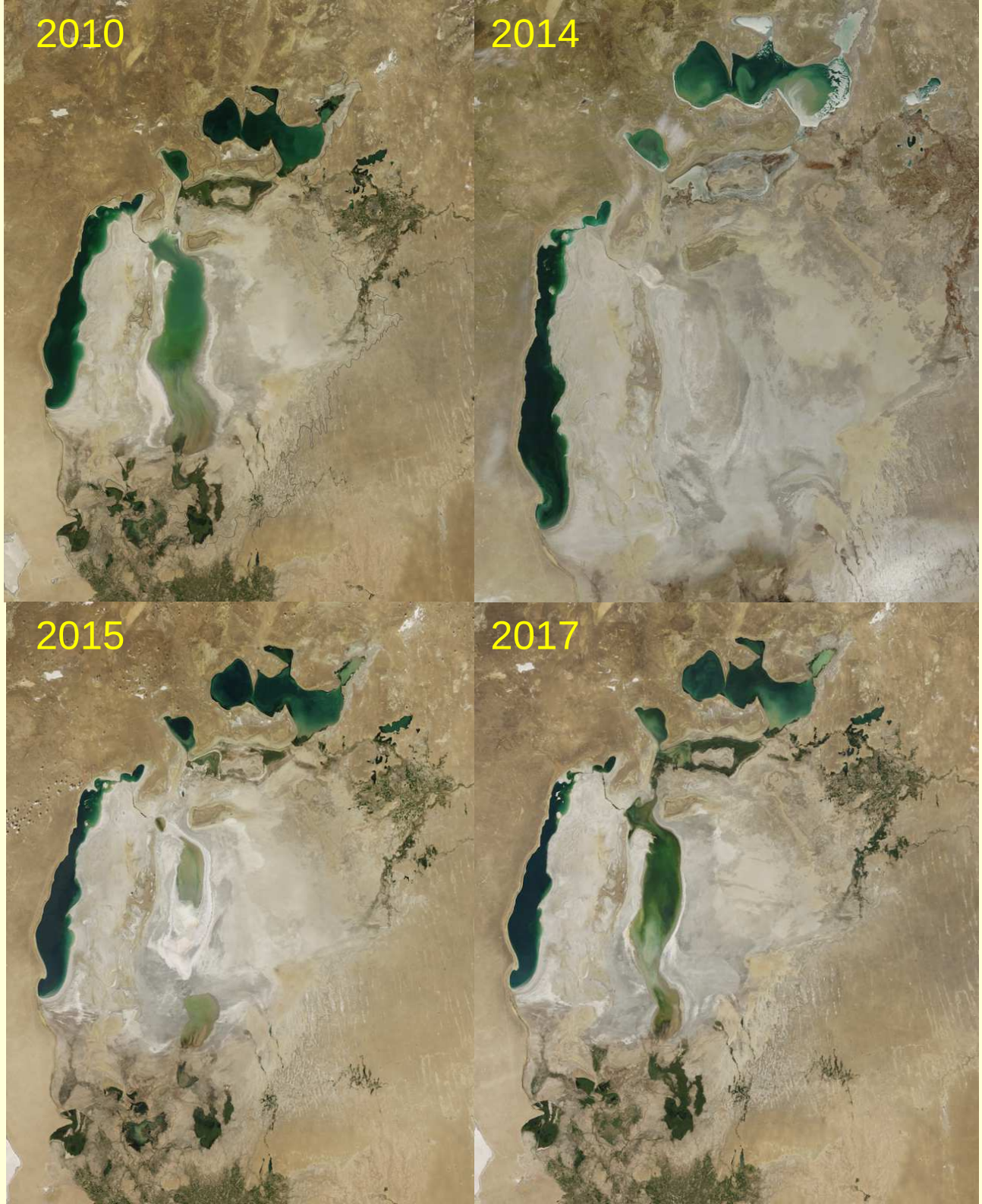
- Вместе с *Calanipeda aquaedulcis* в Арал случайно занесли планктонных личинок краба *Rhithropanopeus harrisii tridentatus* Maitland (Decapoda: Panopeidae).



# С 1960 г. Аральское море постоянно мелеет из-за изъятия речных вод на орошение



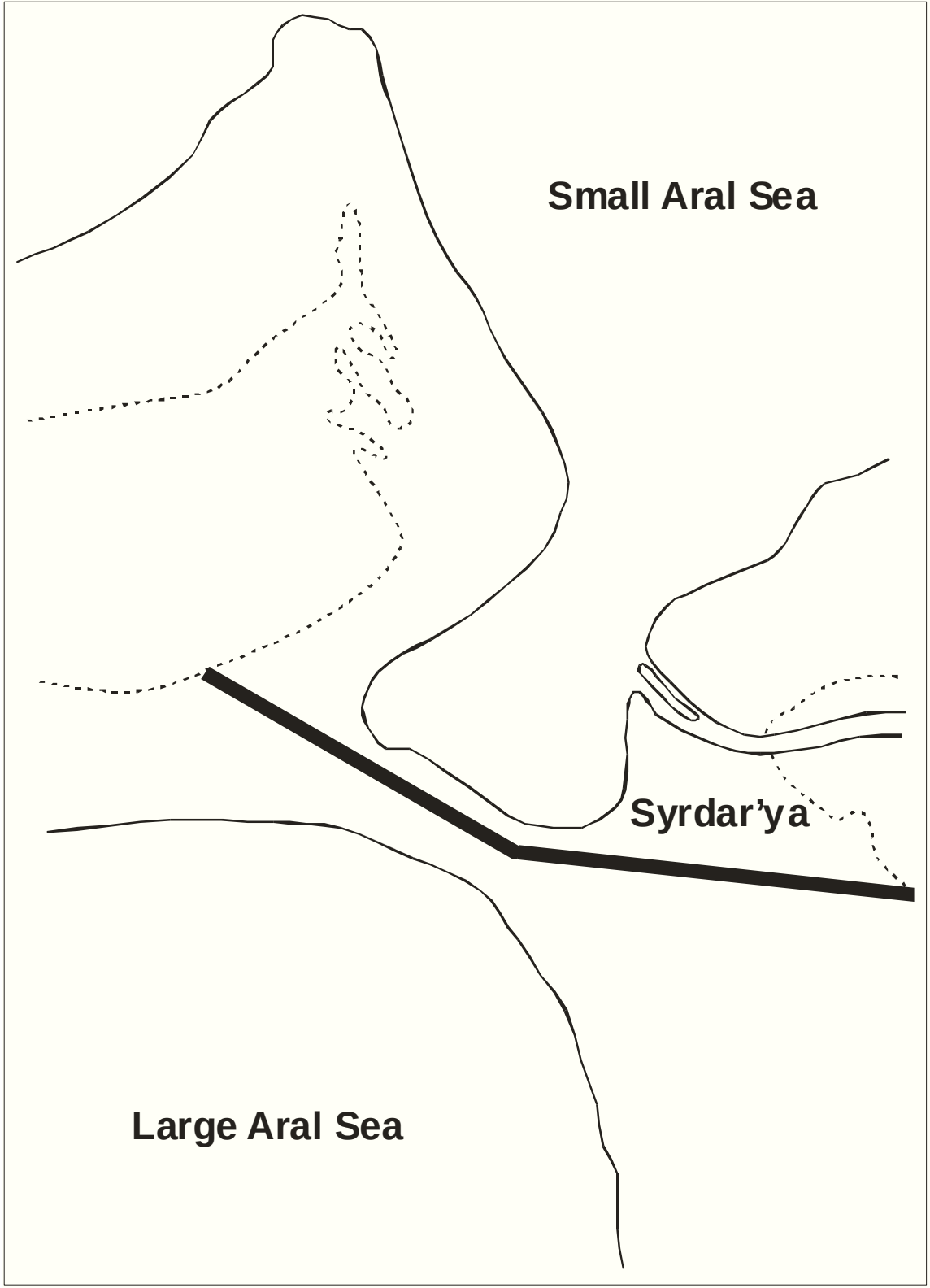
**В сентябре 2009 г. площадь Арала была – 8410 км$^2$ (13%), объем – 85 км$^3$ (7.5%); Большой Арал – 4920 км$^2$ (8%), 58 км$^3$ (6%), соленость >100 г/л; Малый Арал – 3487 км$^2$ (57%), 27 км$^3$ (33%), соленость 10-14 г/л**


2010
2014
2015
2017

- Начавшийся в после 1960 г. рост солености Аральского моря привел к сокращению числа видов ракообразных.
- Первыми начали исчезать пресноводные виды, как наименее резистентные к повысившейся солености. Следующими стали солоноватоводные.
- В результате, к концу 1980-х гг. в фауне Арала сохранилась только меньшая часть видов ракообразных.
- Выпали все Cladocera.
- Из числа Copepoda пережили осолонение только *Calanipeda aquaedulcis*, *Halicyclops rotundipes aralensis* и *Megacyclops viridis*.
- Сохранилось только несколько видов Harpacticoida.
- Из Ostracoda остался только *Cyprideis torosa*. При этом вселился рачок *Cyprinotus salinus* (Brady).
- Из Malacostraca сохранились только *Palaemon elegans* и *Rhithropanopeus harrisii tridentatus*.

- После разделения Аральского моря и последующей постройки Кокаральской плотины соленость Малого Арала снижается. Перед устьем Сырдарьи вновь появилась опресненная зона. Это сделало возможным обратное вселение многих видов ракообразных, выпавших из фауны из-за осолонения. Это – формы, обитающие в Сырдарье и в имеющихся в ее низовьях озерах, или же виды, имеющие латентные яйца, сохраняющие свою жизнеспособность на протяжении длительного времени.
- К настоящему времени уже произошла естественная реинтродукция пресноводных и солоноватоводных ветвистоусых ракообразных – *Bosmina longirostris*, *Chydorus sphaericus*, *Diaphanosoma brachyurum*, *Ceriodaphnia reticulata*, *Podonevadne camptonyx*, *P. angusta*, *Evadne anonyx*; веслоногих ракообразных – *Phyllodiaptomus blanci*, *Cyclops vicinus*, *Mesocyclops leuckarti*. Из низовий Сырдарьи вернулись мизиды *Paramysis intermedia*. Ряд видов из-за своей малочисленности мог остаться необнаруженным.
- С другой стороны, циклоп *Halicyclops rotundipes aralensis* к настоящему времени из-за значительного снижения солености стал или крайне малочисленным, или даже мог выпасть из фауны Малого Арала.

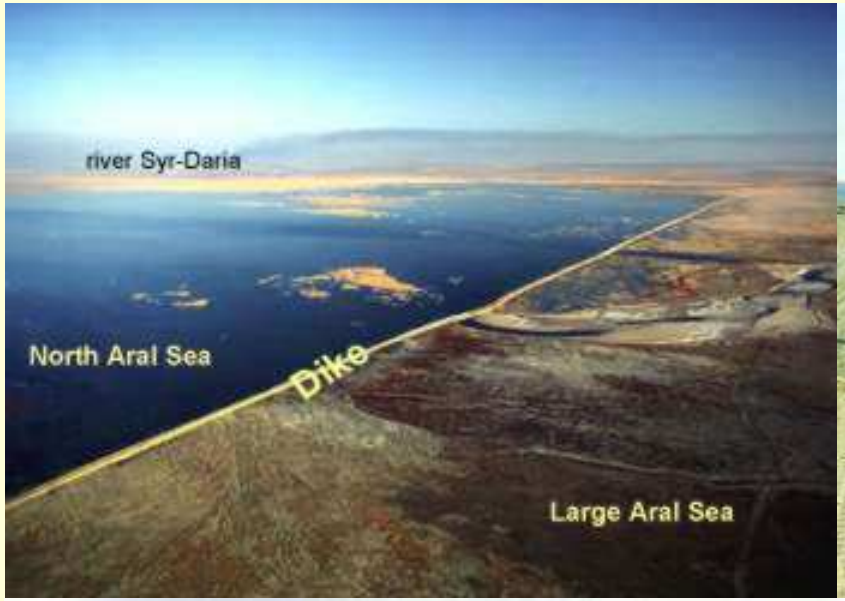
- Рост солености Большого Аральского моря продолжался, и к концу 1990-х гг. оно превратилось в гипергалинный водоем. Видовое разнообразие фауны ракообразных уменьшилось еще сильнее.
- Исчезли веслоногие рачки *Calanipeda aquaedulcis*, *Halicyclops rotundipes aralensis* и *Megacyclops viridis*. Естественным путем вселился галофильный циклоп *Apocyclops dengizicus* (Lepeschkin).
- Сократилось число видов гарпактицид. Остались только наиболее галотолерантные виды – *Cletocamptus retrogressus*, и, вероятно, *C. confluens* и *Nitocra lacustris*.
- Из ракушковых ракообразных оставался *Cyprideis torosa*, и вселился широко эвригалинный галофил *Eucypris mareotica* (Fischer).
- Исчезли все представители Malacostraca.




**Плотина в проливе Берга позволяет сохранить Малый (северный) Арал и способствует восстановлению его биоразнообразия**

По: Aladin N.V., Plotnikov I.S., Potts W.T.W., 1995. The Aral Sea desiccation and possible ways of rehabilitation and conservation of its North part // Int. J. Environmetrics. Vol. 6: 17-29.

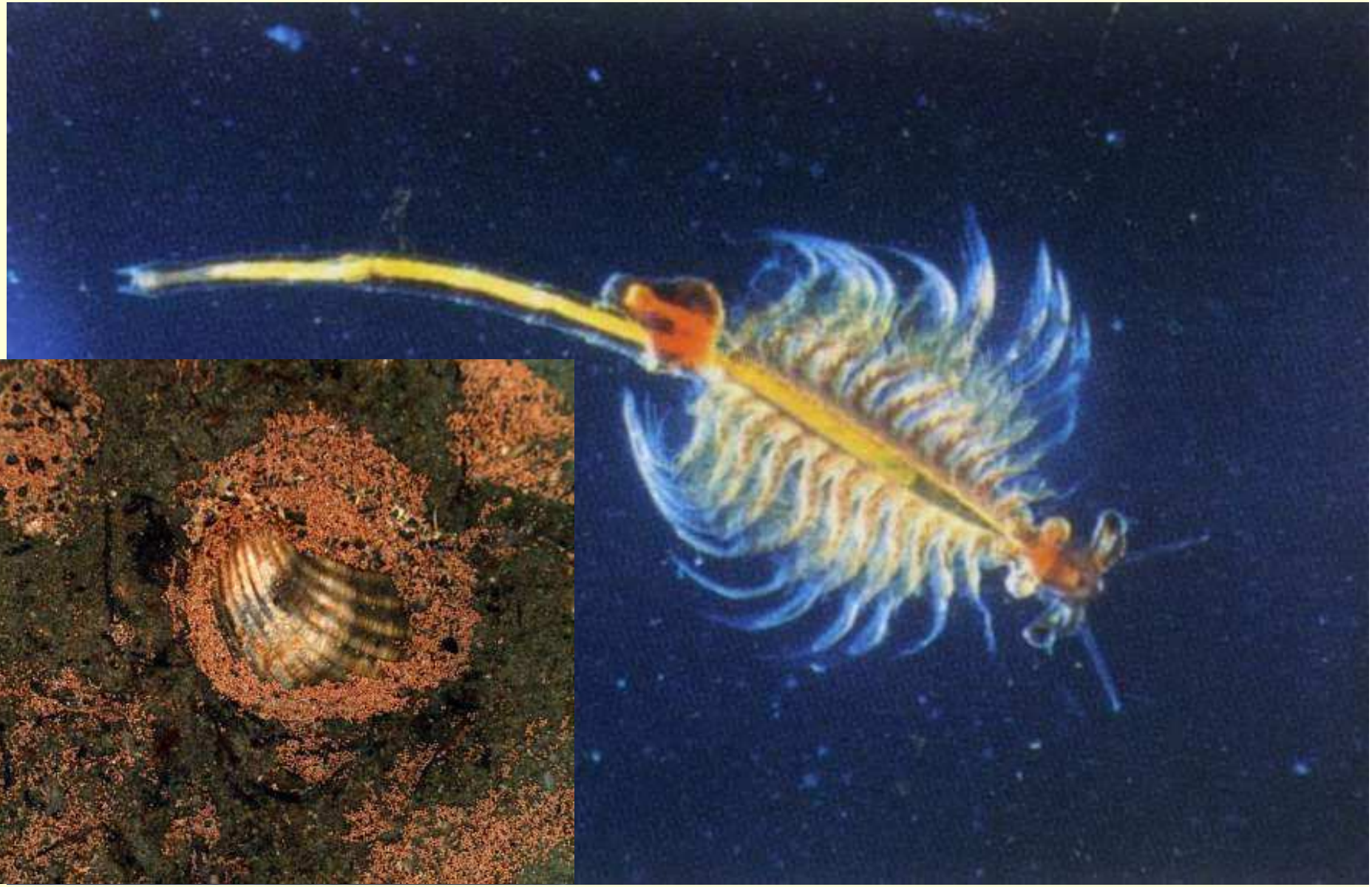
# Плотина впервые была построена по нашему предложению в августе 1992 г.



Новая плотина, построенная российской компанией «Зарубежводстрой»

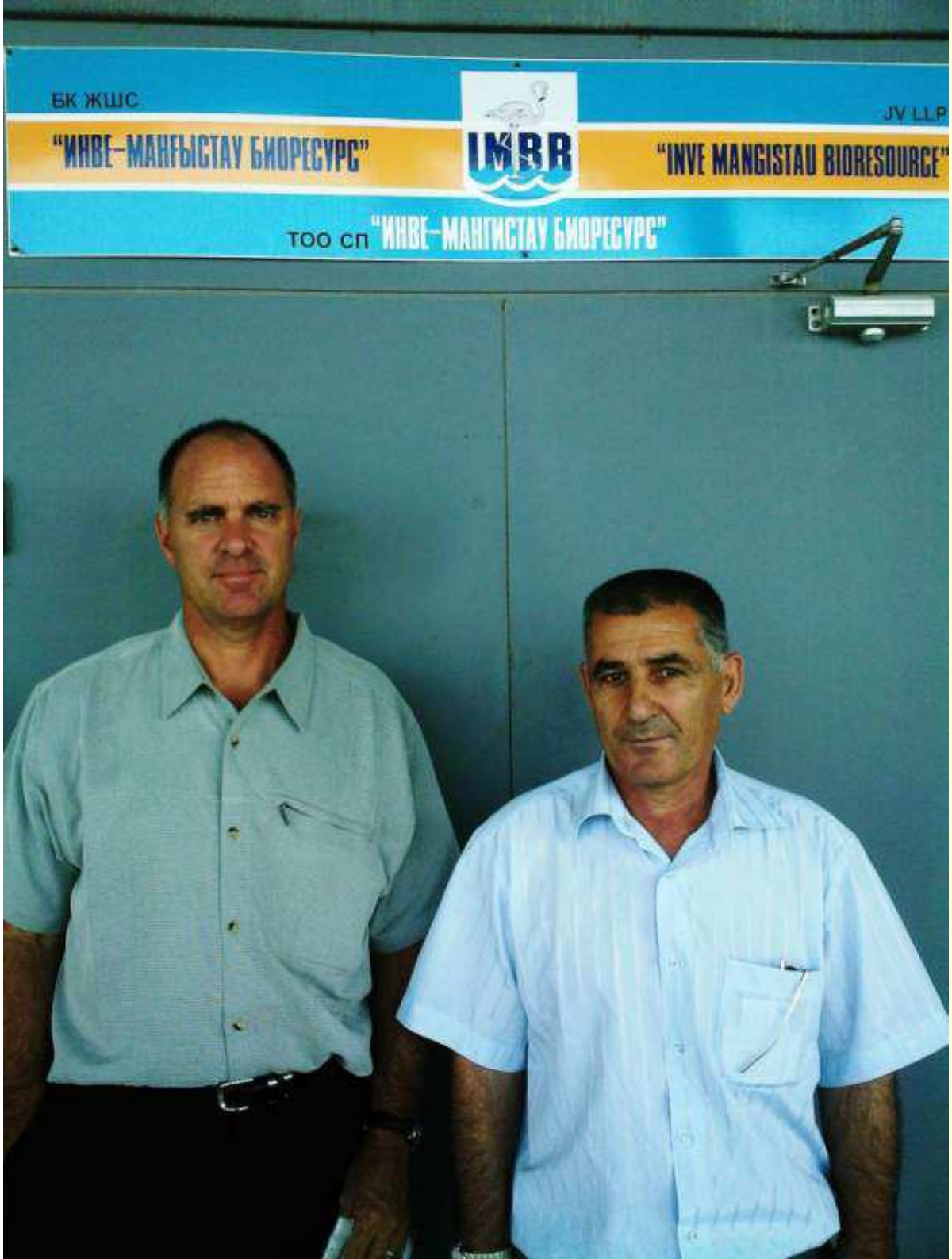
- Превращение Большого Арала в гипергалинный водоем создало все условия для вселения естественным путем галобионта – жаброногого рачка *Artemia*. Впервые он был обнаружен в 1998 г.
- Здесь *Artemia* представлена партеногенетическими популяциями (клонами), объединяемыми под одним общим названием – *A. parthenogenetica* Bowen et Sterling.

# В конце XX века в Большом Арале появилась *Artemia parthenogenetica*.



Плавающие цисты *Artemia*

# Определение качества цист *Artemia* в лаборатории (Актау, Казахстан)




Слева: глава INVE Mangistyau Bioresource Рамзан ХАНУКИЕВ (Актау, Казахстан)
Справа: главный научный специалист д-р. Brad MARDEN (Great Salt Lake Artemia Company, USA)

- Следует отметить, что вселившаяся в Арал *Artemia parthenogenetica* стала объектом весьма прибыльного промысла ее цист. В настоящее время ведется заготовка этих цист как в Казахстане на заливе Чернышова, так и в Узбекистане по всей акватории Западного Большого Арала.
- Первоначально ТОО «Мангыстау Биоресурс» из Казахстана было пионером в этом прибыльном бизнесе на Арале. Однако при финансовой поддержке бизнесменов из КНР начинают доминировать узбекские компании.

- В 1991 г. в лабораторию солоноватоводной гидробиологии ЗИН РАН был передан Аральским отделением КАЗНИИРХ архив сохранившихся первичных материалов по зоопланктону и зообентосу Арала.
- Он представляет собой множество карточек с результатами обработки проб. Данные по зоопланктону охватывают 1969–1978, 1980 и 1981 гг., а по зообентосу – 1963–1977 гг., т.е. относятся к тому времени, когда из-за роста солености фауна моря претерпевала существенные изменения.
- Вся информация с этих карточек была внесена сотрудниками лаборатории в специально созданную для этого компьютерную базу данных.
- Для ввода, редактирования и отображения данных, а также для их последующего анализа были написаны специальные компьютерные программы.
- Создание данной компьютерной базы данных позволило не только сохранить уникальные первичные архивные материалы по зоопланктону и зообентосу Аральского моря, но и существенно облегчить их анализ. Эта база и вспомогательные программы неоднократно использовались при подготовке научных публикаций.

Аральское море - зоопланктон

Зоопланктон | Зообентос

**Сезоны**

| Год | От | До |
|---|---|---|
| 1969 | 01.07.1969 | 31.08.1969 |
| 1970 | 01.04.1970 | 30.06.1970 |
| 1970 | 01.07.1970 | 31.08.1970 |
| 1970 | 01.09.1970 | 30.11.1970 |

**Пробы**

9.5 - 0 м

Слой:
До: 0.0 м
От: 9.5 м

t, °C
S, ‰
pH

Примечание

**Станции**

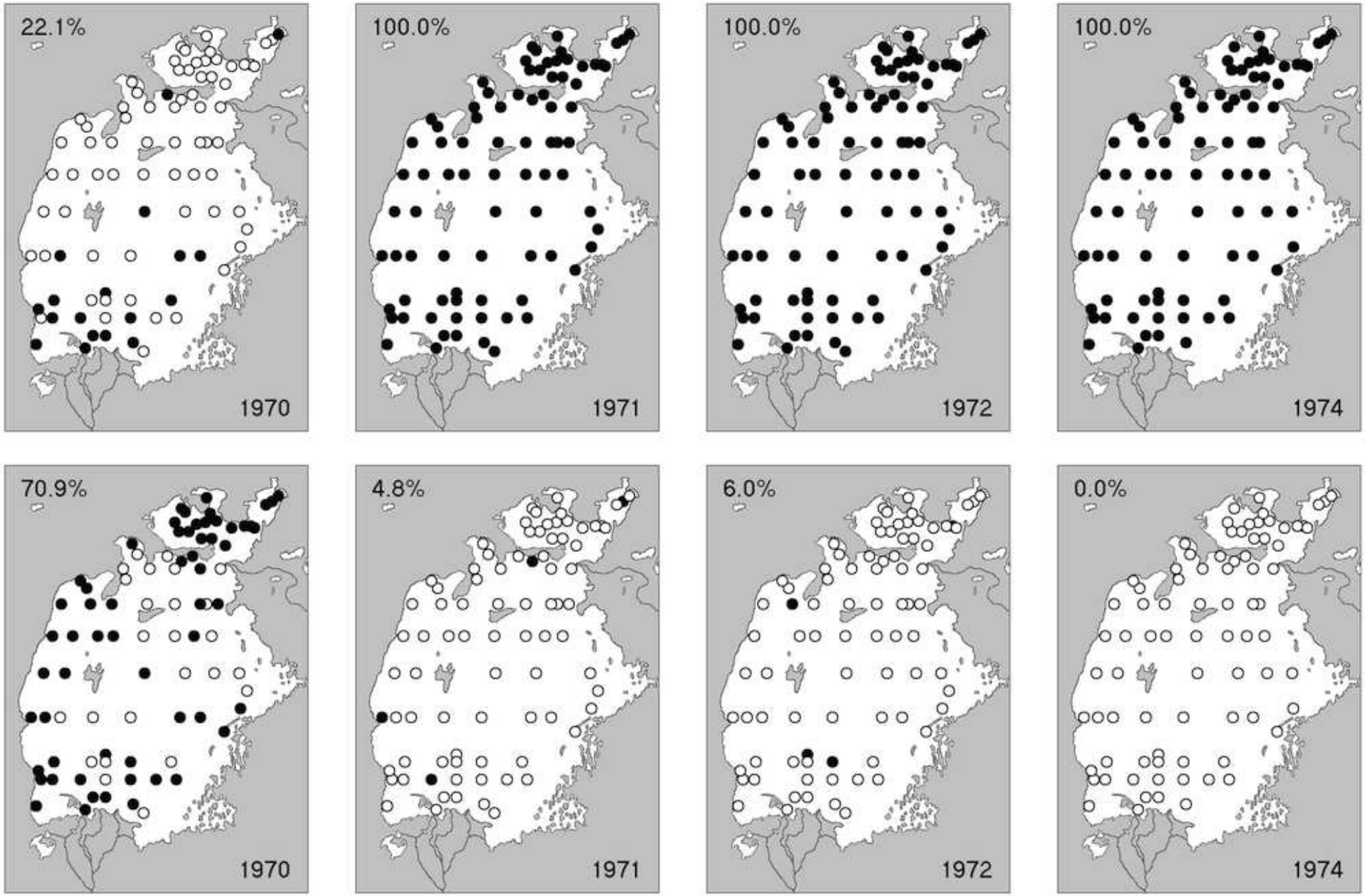
| No. | Дата | Глубина |
|---|---|---|
| 0 | 12.08.1969 | 9.5 м |
| 1 | 12.08.1969 | 10.4 м |
| 2 | 12.08.1969 | 5.5 м |
| 4 | 12.08.1969 | 11.4 м |
| 5 | 11.08.1969 | 6.1 м |
| 6 | 11.08.1969 | 18.5 м |
| 7 | 11.08.1969 | 9.5 м |
| 9 | 11.08.1969 | 26.0 м |
| 10 | 10.08.1969 | 21.4 м |
| 11 | 10.08.1969 | 19.5 м |
| 12 | 11.08.1969 | 16.0 м |
| 13 | 11.08.1969 | 27.0 м |
| 14 | 10.08.1969 | 25.5 м |
| 15 | 11.08.1969 | 20.5 м |
| 85 | | |

**Планктон**

| Таксон | Численность экз./куб.м | Биомасса мг/куб.м |
|---|---|---|
| Arctodiaptomus salinus | 602.98 | 7.189 |
| Cyclopoida gen. sp. | 4270.42 | 32.264 |
| Copepoda ova | 177.59 | 0.195 |
| Harpacticoida gen. sp. | 24.78 | 0.991 |
| Podonevadne camptonyx | 532.77 | 2.664 |
| Evadne anonyx | 8.26 | 0.041 |
| Всего: | 23825.97 | 174.98 |

| Таксон | Численность | Биомасса |
|---|---|---|
| Arctodiaptomus salinus (nauplii) | 532.77 | 1.438 |
| Arctodiaptomus salinus (I) | 4.13 | 0.026 |
| Arctodiaptomus salinus (f.) | 41.3 | 4.213 |
| Всего: | 602.98 | 7.188 |

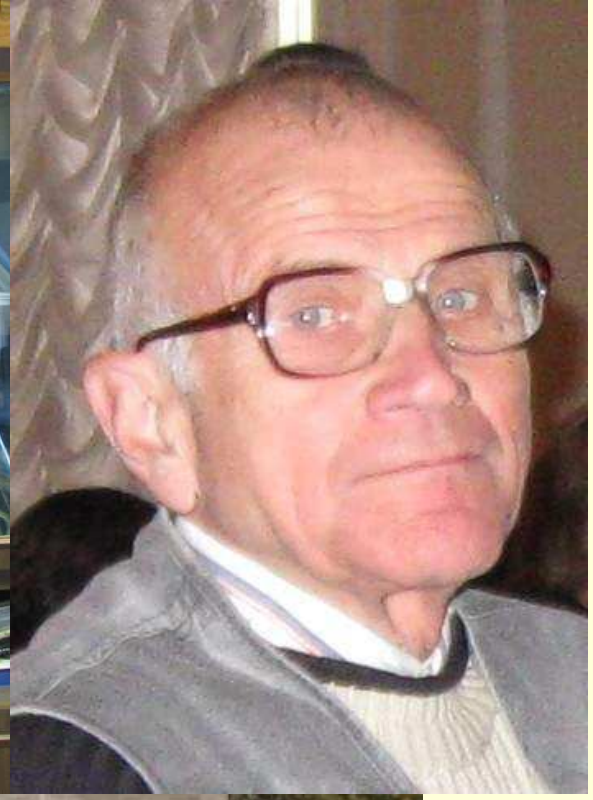
# Встречаемость *Calanipeda aquaedulcis* и *Arctodiaptomus salinus*



- После постройки Кокаральской плотины в проливе Берга исследования ракообразных как кормовых объектов для рыб интенсифицировались. Причем исследования стали вестись и в зимние месяцы.
- Следует отметить, что в настоящее время ракообразные изучаются не только как кормовые объекты рыб, но и как виды-индикаторы, которые помогают контролировать состояние биоразнообразия и биоресурсов современного Аральского моря.

# Маршрут экспедиции в сентябре 2017 г.

ST1
ST2
ST3
ST6
ST7
ST8
ST9
ST10
ST11
ST12
ST13
ST14
© 2018 Google
US Dept of State Geographer
Image Landsat / Copernicus
46°02'23.13" С 61°00'17.70" В Высота над уровнем моря: 54 м
Высота камеры над уровнем моря: 137.49 км
Google



# Спасибо за внимание