Международная научная конференция

ЗООЛОГИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ В КАЗАХСТАНЕ В XXI ВЕКЕ: ИТОГИ, ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ

посвященная 90-летию РГП «Институт зоологии» КН МНВО РК

13.04-16.04. 2023, Алматы

Прошлое, настоящее и будущее фауны Аральского моря

Смуров А.О., Плотников И.С., Аладин Н.В.

Зоологический институт РАН, Санкт-Петербург, Россия

The International Scientific Conference

ZOOLOGICAL RESEARCH IN KAZAKHSTAN IN THE XXI CENTURY: RESULTS, PROBLEMS AND PROSPECTS

dedicated to the 90th anniversary RSE «Institute of Zoology» CS MSHE

13.04-16.04. 2023, Almaty

Past, present and future of the Aral Sea fauna

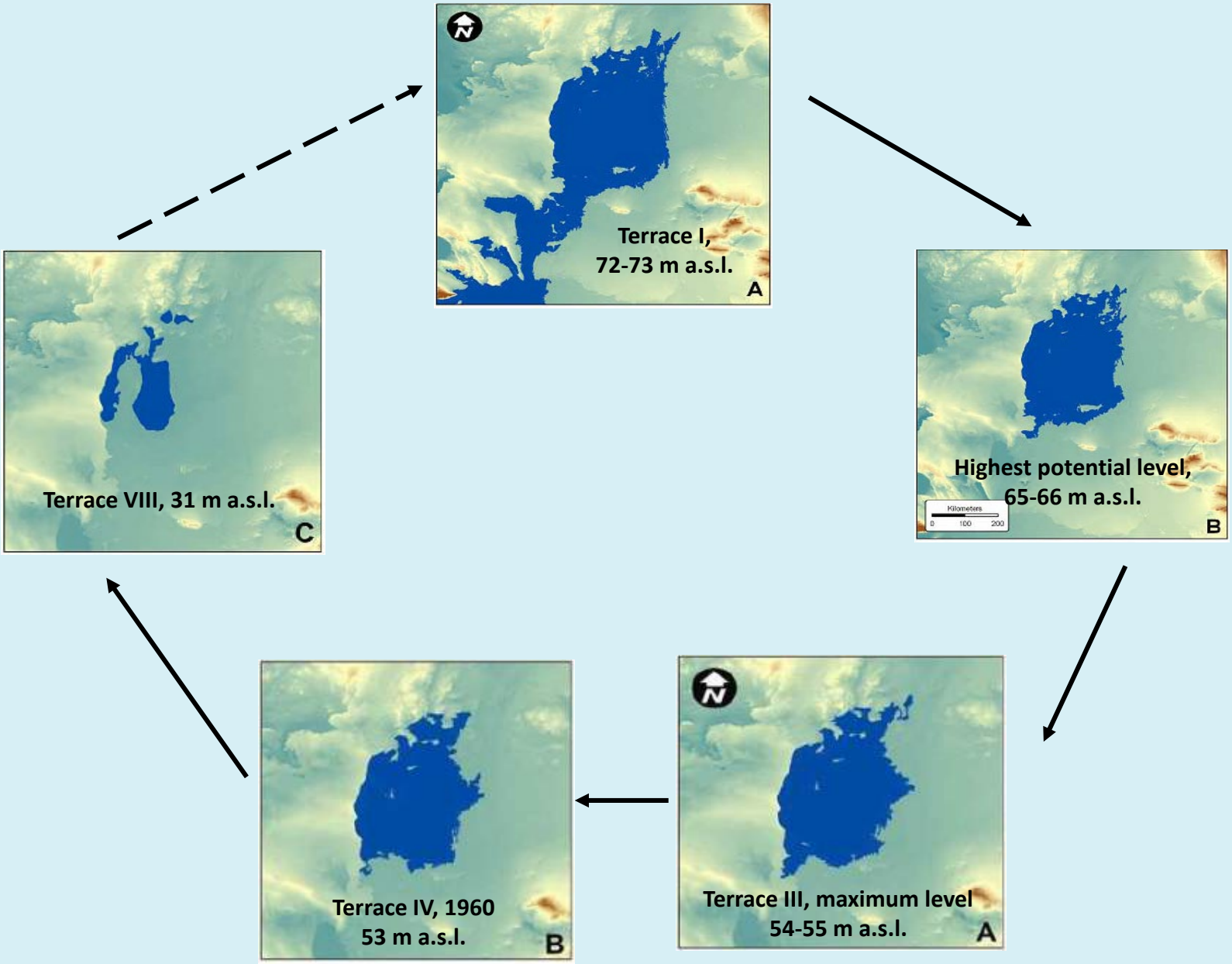
A.O. Smurov, I.S. Plotnikov, N.V. Aladin

Zoological Institute RAS, St. Petersburg, Russia

Площадь бассейна Аральского моря около 1.8 миллиона км^2

Площадь поверхности Арала при разном уровне

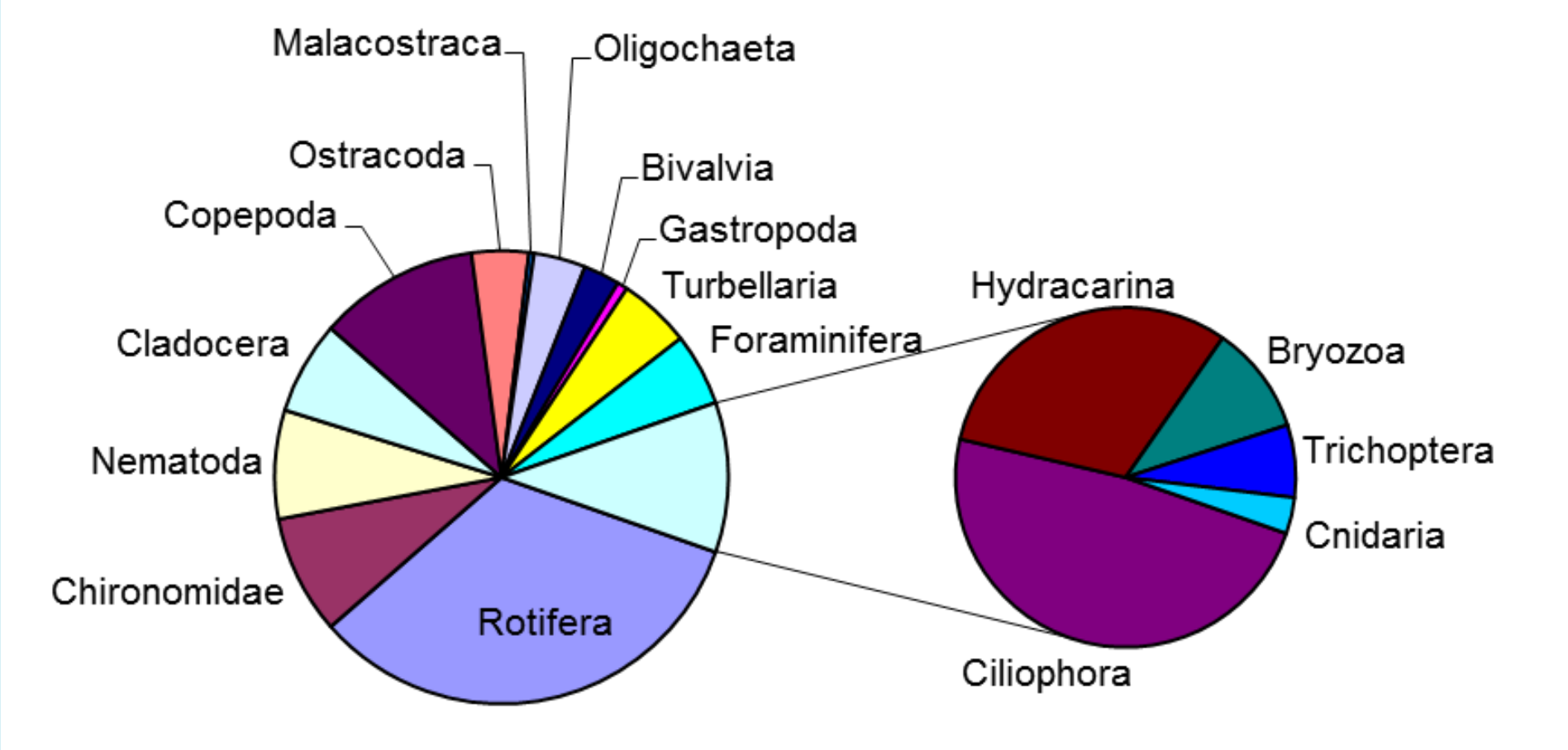
По: Ch. Reinhardt, 2006, 2007



Аральское море до 1961 г.

- Площадь 67499 км^2
  Большой Арал 61381 км^2
  Малый Арал 6118 км^2
- Объем 1089 км^3
  Большой Арал 1007 км^3
  Малый Арал 82 км^3
- Уровень +53.4 м
- Максимальная глубина 69 м
- Соленость ~10 г/л

Состав аборигенной фауны Аральского моря



- Видовое разнообразие фауны свободноживущих беспозвоночных Аральского моря невысокое. В ее составе известно несколько более 200 видов.
- Наибольшим числом видов были представлены коловратки (~ 90 видов) и ракообразные (~ 60 видов).

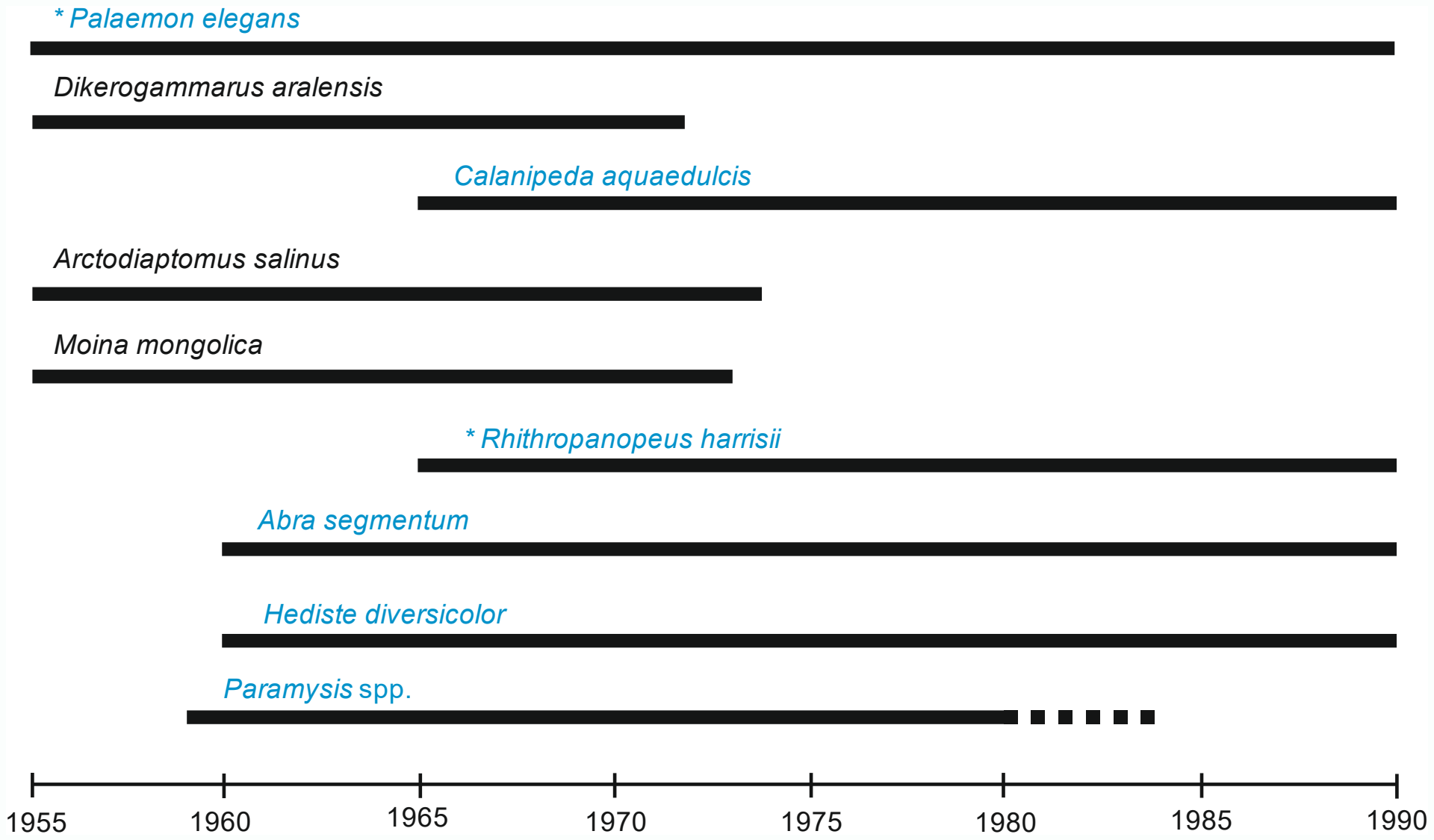
В аборигенной фауне свободноживущих беспозвоночных Аральского моря представлены три фаунистических комплекса

1. Комплекс видов, широко распространенных в Палеарктике, Голарктике, а также всесветно, имеющих пресноводное происхождение и населяющих континентальные водоемы, не только пресные, но и соленые, а в ряде случаев и гипергалинные. В Арале он преобладал до современной регрессии. Сюда относятся все Oligochaeta, большинство Rotifera, Cladocera, кроме Podonidae и Cercopagididae, почти все Cyclopoida, личинки насекомых, водяные клещи и часть видов из других групп.
2. Эндемичный солоноватоводный понто-каспийский комплекс: большинство Foraminifera, коловратка *Trichocerca caspica*, все Podonidae и Cercopagididae, бокоплав *Dikerogammarus aralensis*, брюхоногий моллюск *Theodoxus pallasi*, двустворки *Adacna* spp. и *Dreissena* spp., мшанка *Victorella bergi*.
3. Морской (средиземноморско-атлантический) комплекс представлен небольшим числом видов: остальные Foraminifera, плоские черви, часть коловраток, циклоп *Halicyclops rotundipes aralensis*, и многие Harpacticoida, *Cerastoderma glaucum* из Bivalvia, мшанка *Amathia imbricata.*

Со 2-й половины 1950-х гг. на фауну Арала воздействуют антропогенные факторы. Происходившие в ней изменения были вызваны двумя причинами:

1. Вселение прежде отсутствовавших видов беспозвоночных, а также рыб, с целью повышения продуктивности Арала в интересах рыбного хозяйства.
2. Антропогенная регрессия этого водоема и сопровождающее ее осолонение.

Вселение в Арал свободноживущих беспозвоночных и его последствия

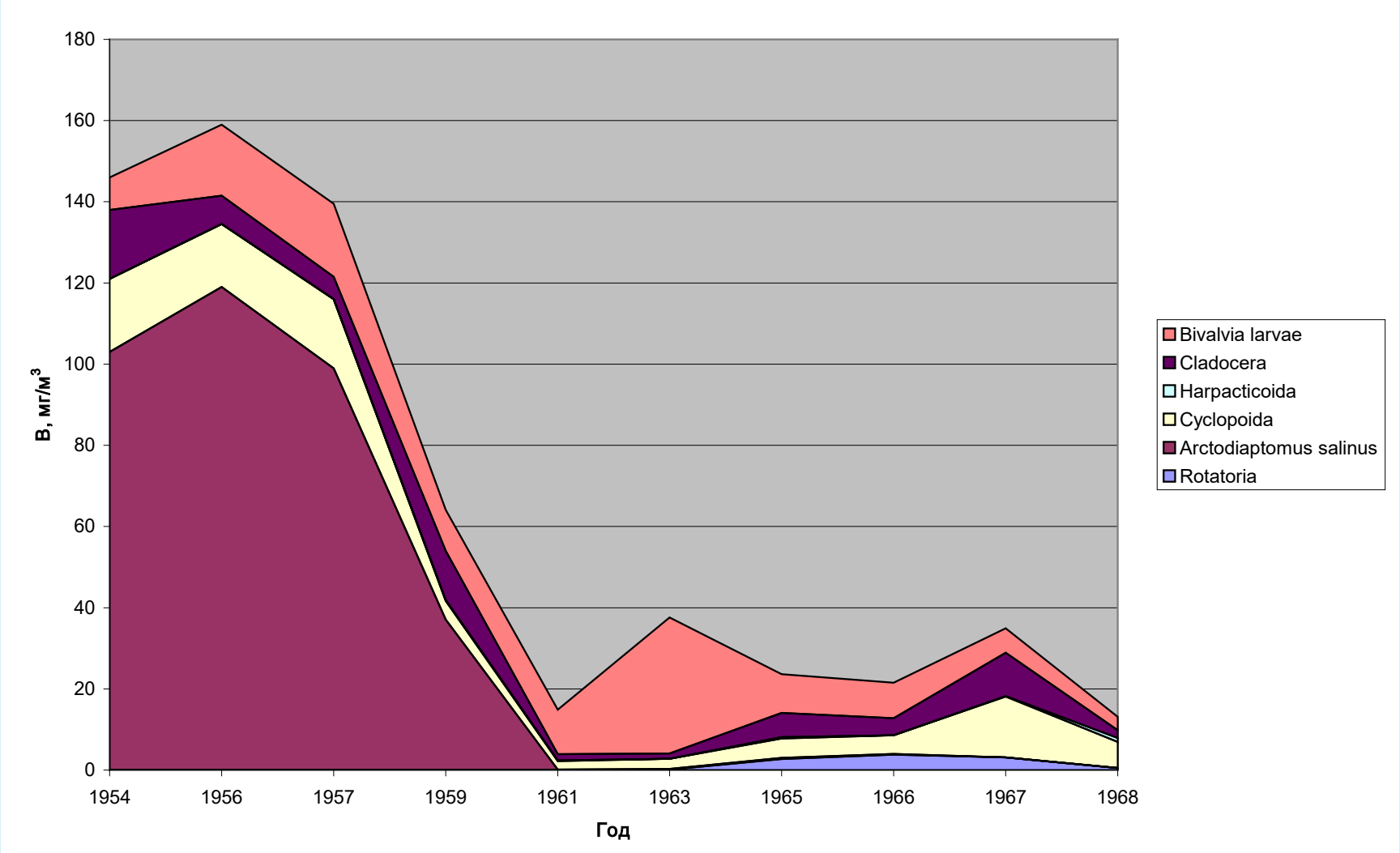


С середины XIX века и до 1961 г. очертания и соленость Аральского моря практически не менялись. Однако следует отметить, что из-за планового и случайного вселения новых видов, начавшегося в 1920-х гг., увеличилось число видов свободноживущих беспозвоночных и рыб.

В Арале появились:

- Рыбы – 17
- Mysidacea – 5
- Decapoda – 2
- Copepoda – 1
- Polychaeta – 1
- Bivalvia - 1
- ВСЕГО: 27

Изменение структуры зоопланктона после вселения планктоноядных рыб

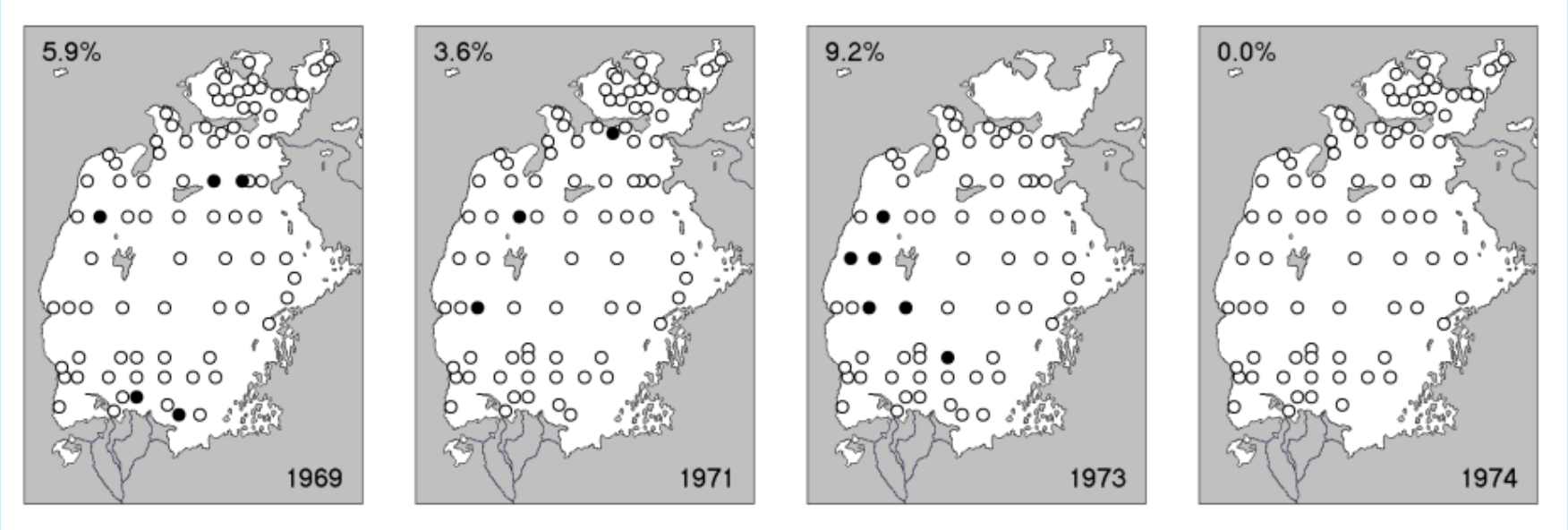


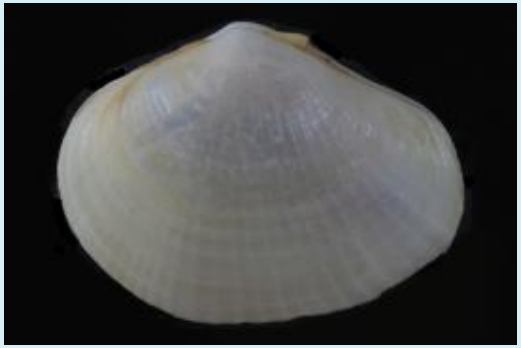
Первый кризисный период

- В 1971–1976 гг. фауна Аральского моря прошла через первый кризисный период, связанный с осолонением до 12–13‰ и выше.
- Для Арала эта соленость является верхней границей α-хорогалиникума или первой барьерной (критической) солености (8-12‰) - зоны стыка морской и пресноводной фаун.

Coronatella rectangula (Sars)

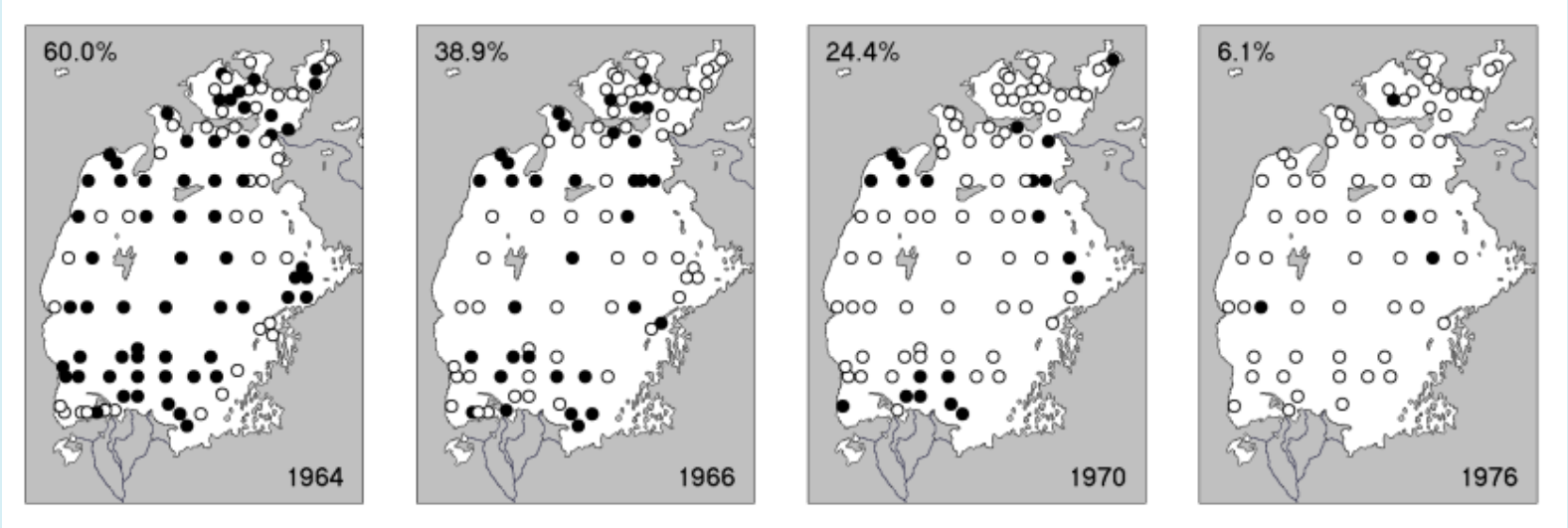
Ceriodaphnia reticulata (Jurine)





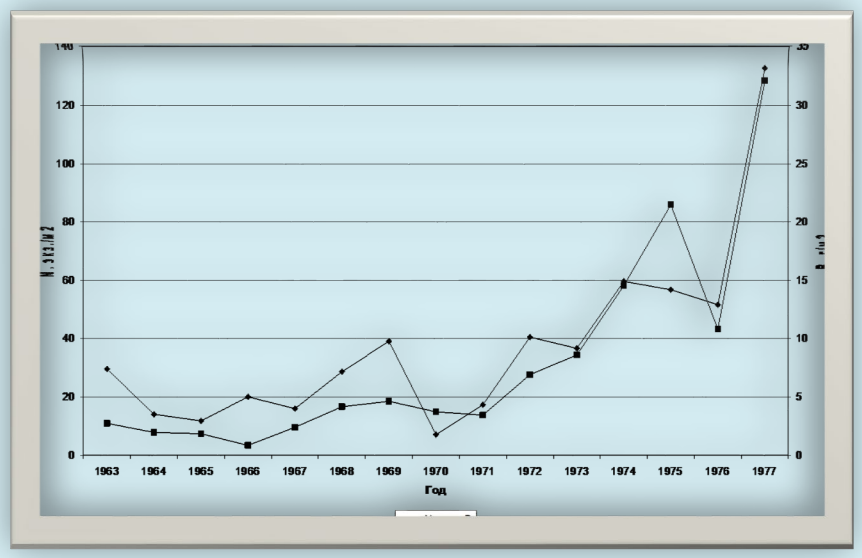
Adacna ninima Ostroumoff

Adacna vitrea (Eichwald)

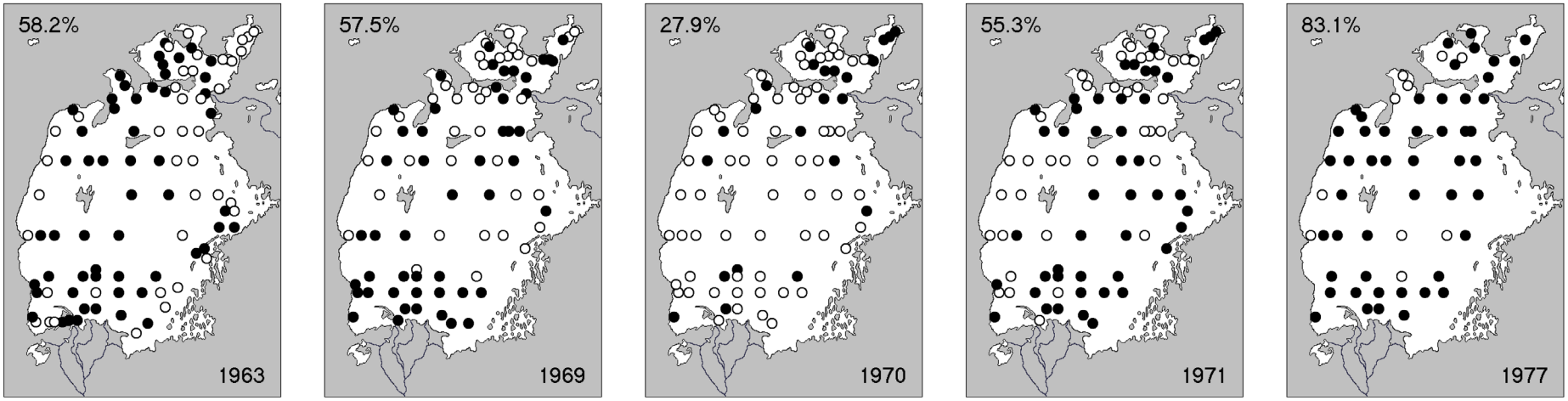


Cerastoderma sp. A

C. glaucum Bruguière



Плотность поселения и биомасса



Cerastoderma glaucum сменила *Cerastoderma* sp. A

- Во время первого кризиса произошло значительное сокращение видового разнообразия фауны свободноживущих беспозвоночных Аральского моря.
- Выпали пресноводные виды и солоноватоводные виды пресноводного происхождения.
- Сохранились каспийские и морские эвригалинные (средиземноморско-атлантические) виды и галофилы из континентальных вод.
- Несмотря на продолжающийся рост солености, после первого кризисного периода наблюдался в 1976–1985 гг. период относительной стабилизации. Эта стабилизация не означала полной неизменности состава фауны беспозвоночных. Исчезли *Cercopagis pengoi*, *Dreissena caspia*, *Adacna* spp., *Theodoxus pallasi*.

- Вследствие 2-го кризиса в фауне свободноживущих беспозвоночных остались преимущественно морские и эвригалинные виды морского происхождения, а также эвригалинные галофилы континентальных вод.
- Из массовых видов остаются только коловратки *Synchaeta* spp., веслоногие *Calanipeda aquaedulcis* и *Halicyclops rotundipes*, несколько видов Harpacticoida, моллюски *Cerastoderma glaucum*, *Abra segmentum* и *Ecrobia grimmi*, остракода *Cyprideis torosa*, полихета *Hediste diversicolor*, креветка *Palaemon elegans* и краб *Rhithropanopeus harrisii tridentata*.
- После 2-го кризисного периода еще более обедненная фауна Аральского моря вступила в очередной период своей относительной стабилизации.

В конце 1980-х гг., когда уровень снизился на 13 м и достиг отметки +40 м, Аральское море перестало быть единым водоемом и разделилось на Малый и Большой Арал.

Площадь 40000 км^2

(60% от 1960 г.)

Объем 333 км^3

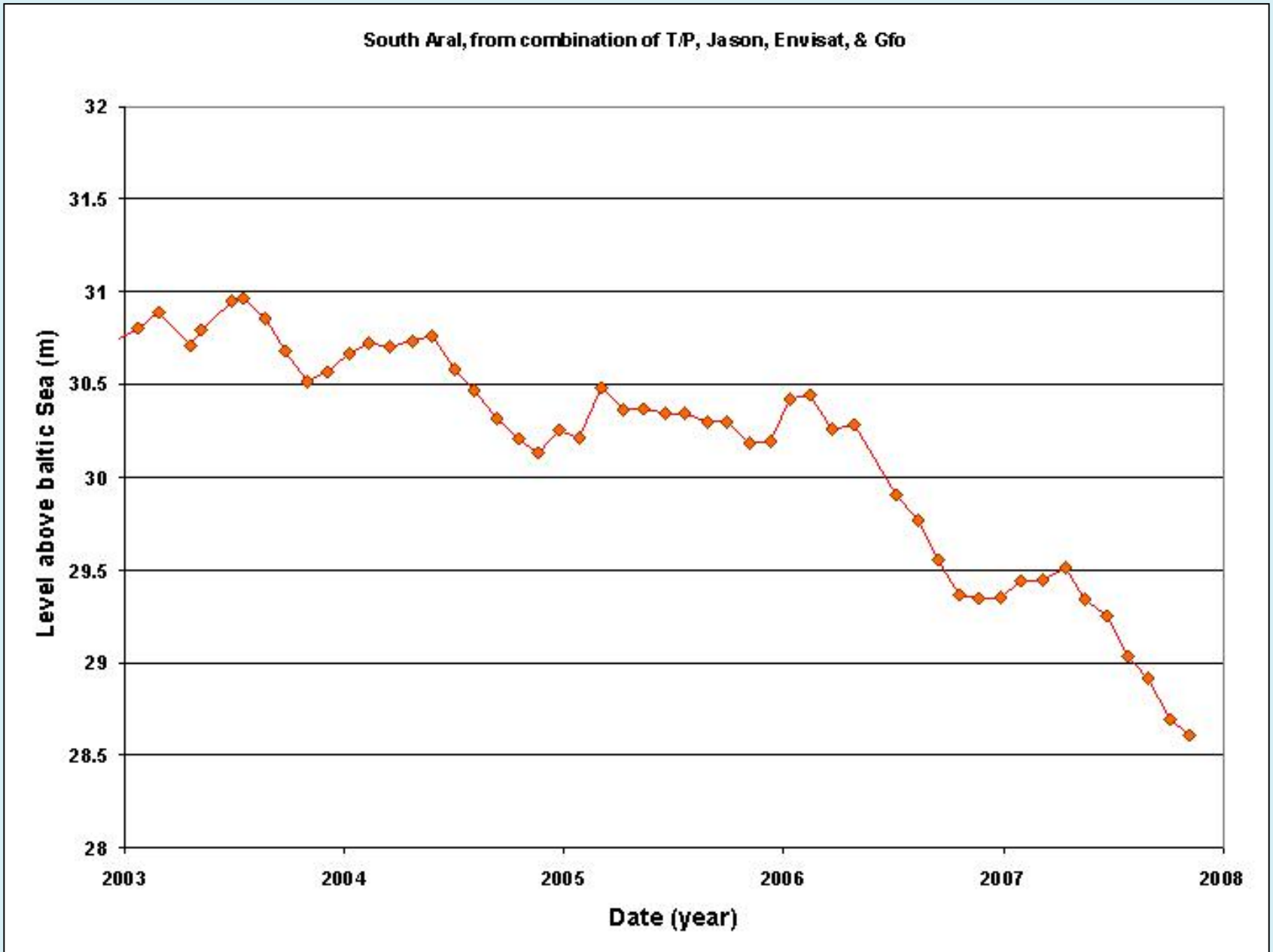
(33% от 1960 г.)

Соленость 30 г/л

(10 г/л в 1960 г.)

Изменение уровня и солености Аральского моря

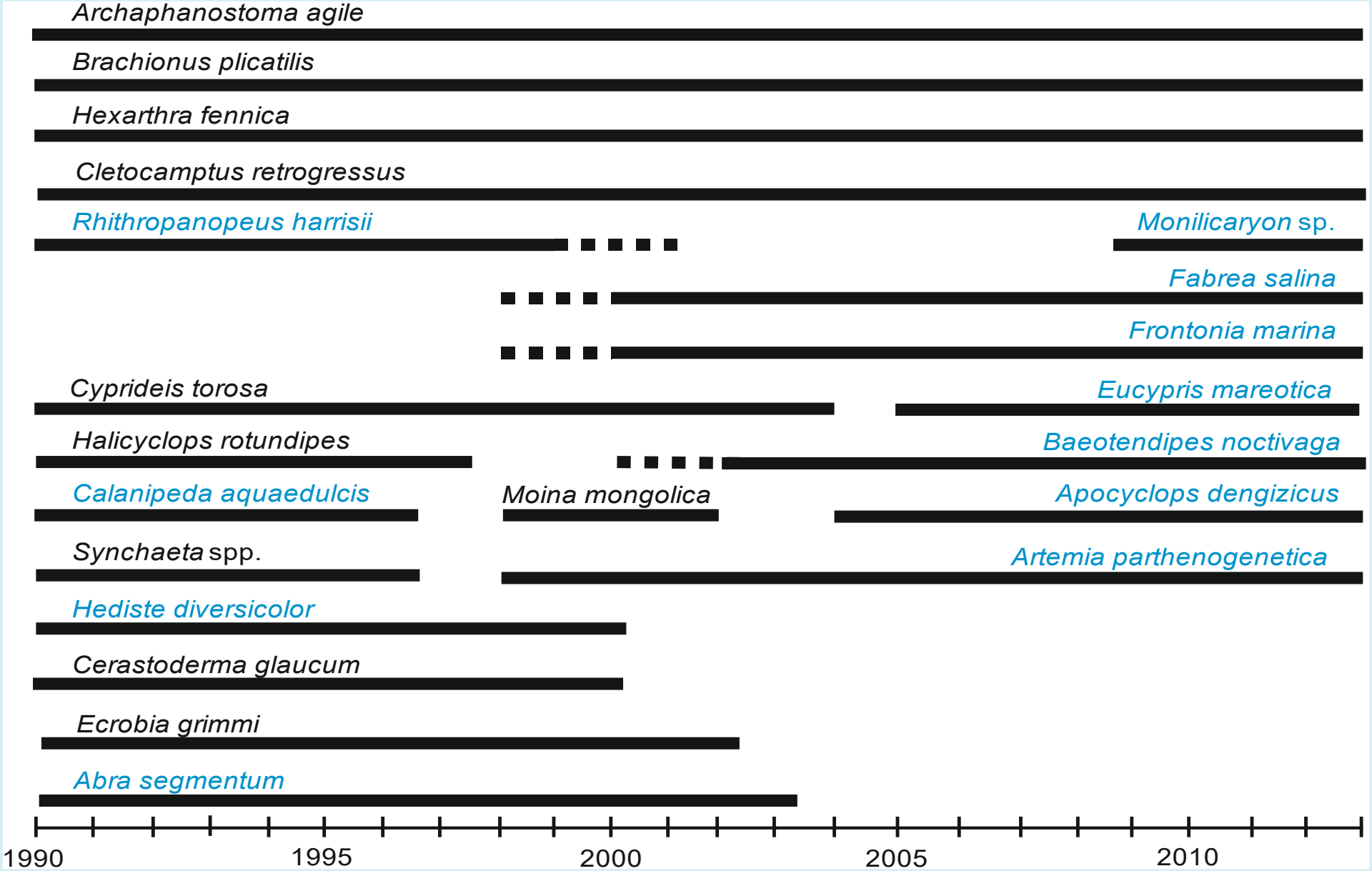
С момента разделения Арала на 2 озера в конце 1980-х гг. уровень Большого Арала неуклонно снижается



Третий кризисный период

- После разделения Аральского моря рост солености Большого Арала ускорился.
- В середине 1990-х гг., с переходом через γ-хорогалиникум (47-52‰), фауна свободноживущих беспозвоночных этого остаточного водоема вступила в 3-й кризисный период, и ее и так уже низкое видовое разнообразие резко сократилось.
- Исчезли аборигенные и вселенные морские виды. Остаются широко эвригалинные гидробионты пресноводного происхождения.
- К концу 1990-х гг. Большой Арал превращается в гипергалинный водоем.

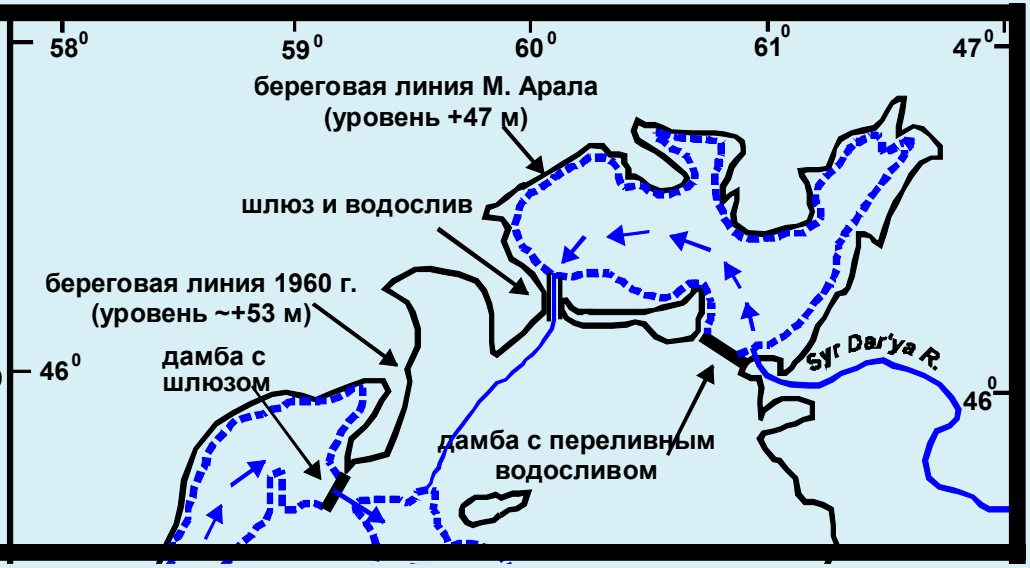
Основные изменения в фауне Большого Арала при его превращении в гипергалинный водоем



Российская компания «Зарубежводстрой» благодаря финансированию Мирового банка приступила к строительству новой постоянной плотины и завершила его осенью 2005 г.

Малый Арал

уровень 47 м, площадь 4310 км^2, объем 46.5 км^2, приток речных вод 4.5 км^3, сток в Б. Арал 1.4 км^3, соленость 7.6 г/л (?), начало реализации проекта – 2004 г.



К сожалению, по ряду причин работы были выполнены по сокращенной схеме. Уровень Малого моря поднялся не до отметки +47 м, а только до отметки +42-43 м, что не позволило достичь ранее запроектированных объема и площади Малого Арала. Соленость в нем составила 11-14 г/л. Водослив на месте бывшего пролива Аузы-Кокарал построен не был, сооружен только главный водослив в проливе Берга.

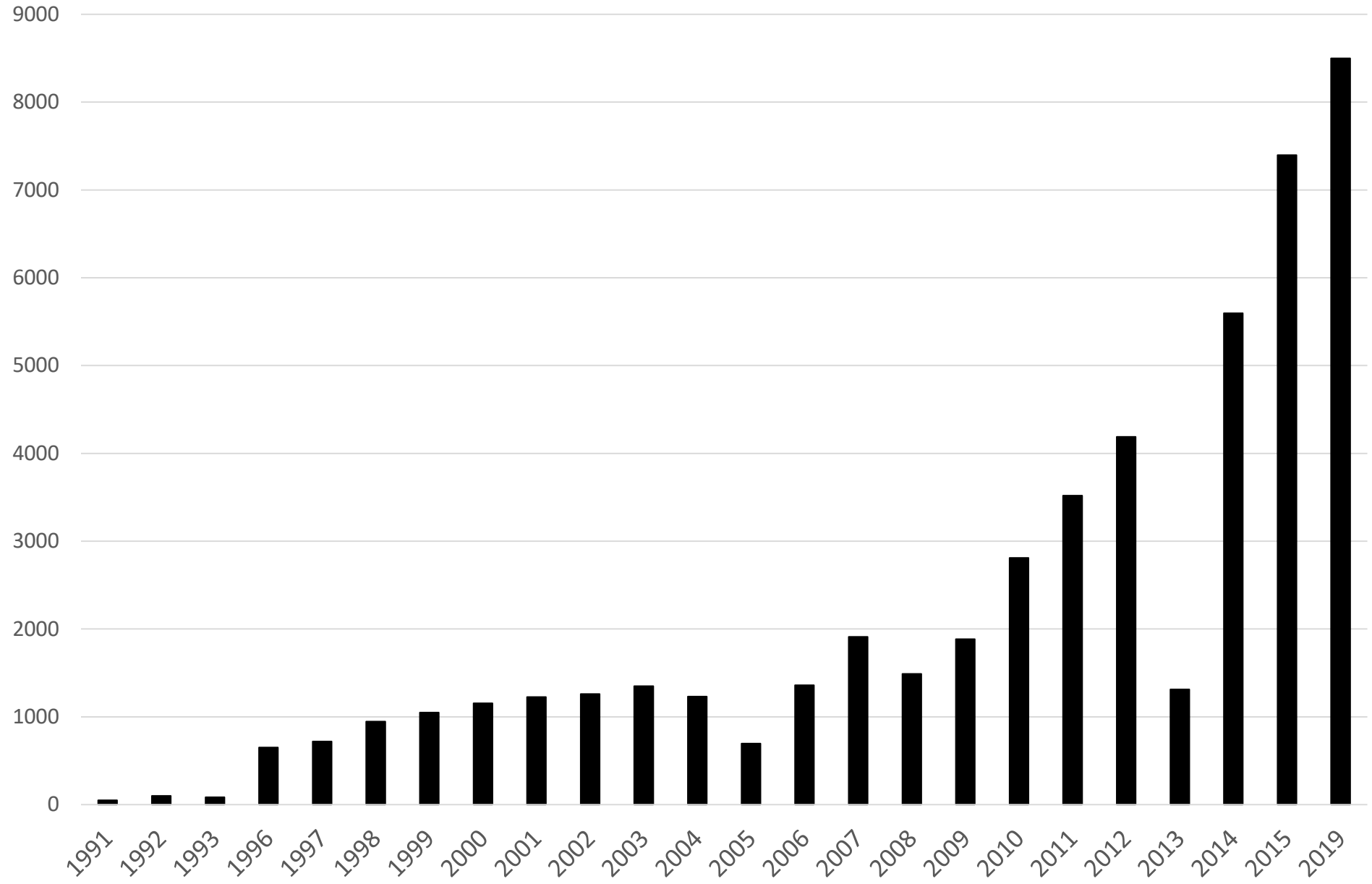
Соленость в разных районах Малого Арала

Благодаря Кокаральской плотине уровень Малого Арала стабилизировался, его соленость снижалась, и он постепенно стал почти весь солоноватоводным.

Данные З.К. Ермаханова

- Значительное снижение солености и образование сильно опресненной зоны около дельты Сырдарьи сделало возможным естественное возвращение в Малое море многих видов пресноводных и солоноватоводных беспозвоночных, а также пресноводных рыб.
- Это виды, обитающие в Сырдарье, ее низовьях и связанных с ней озерах, или же виды беспозвоночных, которые имеют покоящиеся яйца, способные долго сохранять жизнеспособность.
- Биологическое разнообразие этого остаточного водоема восстанавливается. Возобновился рыбный промысел.

Динамика уловов рыбы в Малом Арале



Видовой состав рыб Малого Арала

лещ - *Abramis brama*	* белый толстолобик - *Hypopthalmichthyx molitrix*
судак - *Sander lucioperca*	* змееголов - *Channa argus*
щука - *Esox lucius*	* язь - *Leuciscus idus*
жерех - *Aspius aspius*	* белоглазка - *Ballerus sapa*
сазан - *Cyprinus caspio*	* окунь - *Perca fluvatilis*
карась - *Carasius auratus*	** камбала глосса - *Platichthys flesus*
плотва - *Rutilus rutilus*	** сом - *Silurus glanis*
чехонь - *Pelecus cultratus*	** шемая - *Alburnus chalcoides*
красноперка - *Scardinius erythropthalmus*	
	* немногочисленные виды
По Berdiakhmetkyzy et al., 2021	** единично присутствуют

Вместе с водой из Малого Арала сбрасывается и рыба

Рыбы, прошедшие через Кокаральскую плотину

Для решения проблемы массового скопления рыб у Кокаральской плотины казахстанскими учеными был предложен проект по установке гидроакустического рыбозащитного сооружения, которое было установлено в мае 2020 г. Данная рыбозащитная установка основана на гидроакустическом методе отпугивания рыб.

Проекты реконструкции Малого Арала (САМ)

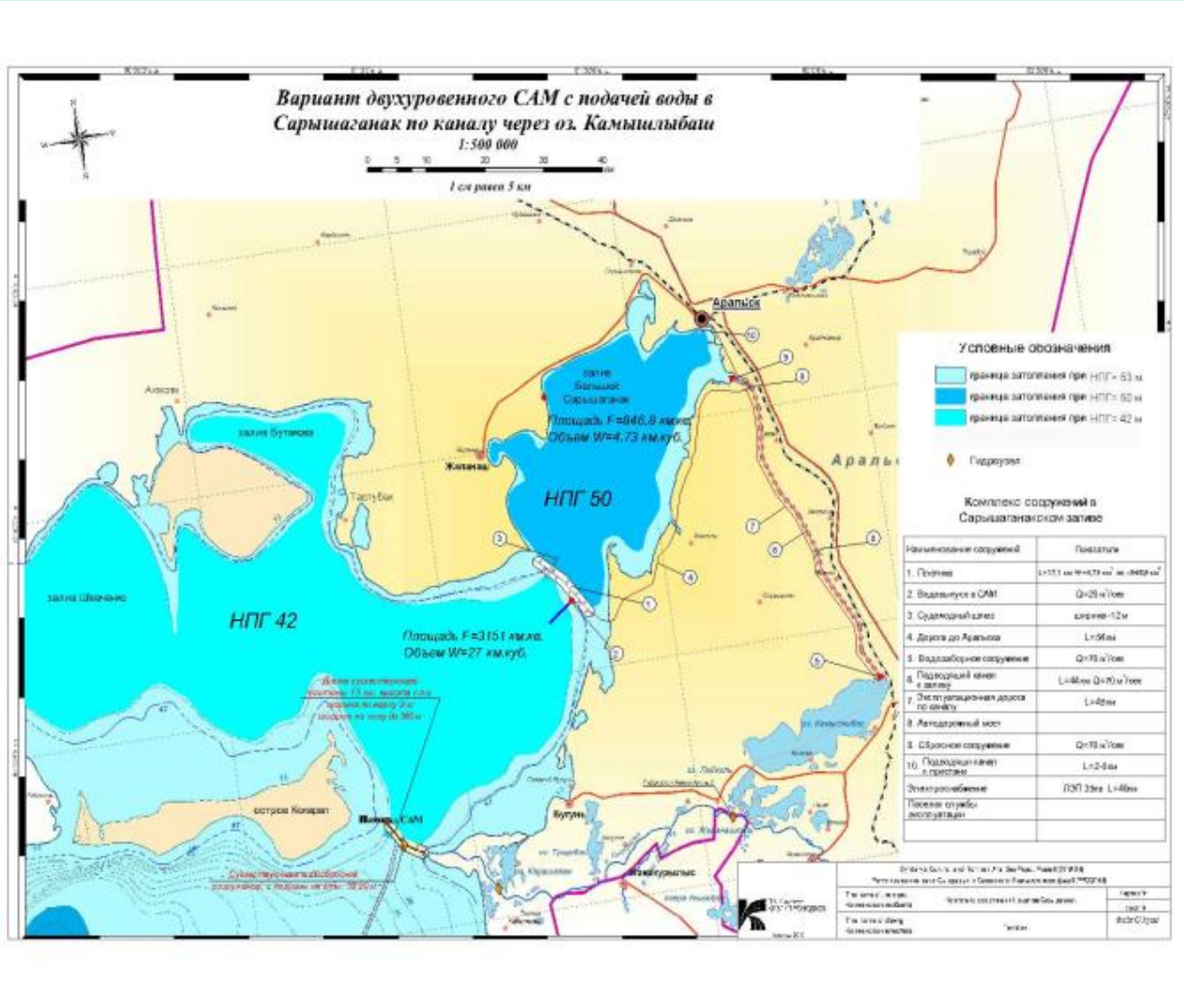
- Возможно увеличить площадь и объем Малого Аральского моря за счет сбрасываемой через плотину воды (порядка 3 км^3), сейчас частично теряющейся на обсохшем дне Большого Арала. Также море станет ближе к г. Аральску.
- Рассматриваются два способа решения этой задачи.
- Первый предполагает превращение Малого Арала в двухуровневый водоем. Для этого необходимо построить в горле залива Сарышыганак плотину с водосбросом и проложить канал для подачи воды из Сырдарьи в этот залив. На месте залива появится слабо минерализованный проточный водоем. Соленость основной части Малого Арала при этом несколько повысится.
- Второй предполагает реконструкцию плотины с увеличением ее высоты и, по возможности, создание дополнительного регулирующего гидроузла на месте пересохшего пролива Аузы-Кокарал. Малый Арал останется одноуровневым водоемом.

Варианты двухуровневого водоема

Характеристики будущего водоема	Залив Сарышыганак		САМ (параметры не изменятся)
	НПГ-46	НПГ-50	
Площадь акватории (кв.км)	593,6	846,8	3288
Объем воды (млрд. кубометров)	1,76	4,73	27,10
Подведение воды к Аральску	Нет	Да	17,0
Срок заполнения водоема	3 года	6 лет	-
Стоимость (млн. долларов)	61,37	79,00	-

Из: QMonitor, https://qmonitor.kz/economics/915

Двухуровневый водоем - уровень залива Сарышыганак 50 м.



Нужно будет построить:

- Плотину в горле залива;
- Водосброс в САМ;
- Судоходный шлюз;
- Водозаборное сооружение;
- Подводящий канал к заливу;
- Канал к пристани в Аральске.

Из: Бекнияз Б.К.Предложения по улучшению экологической ситуации Приаралья.

Двухуровневые варианты имеют существенные недостатки:

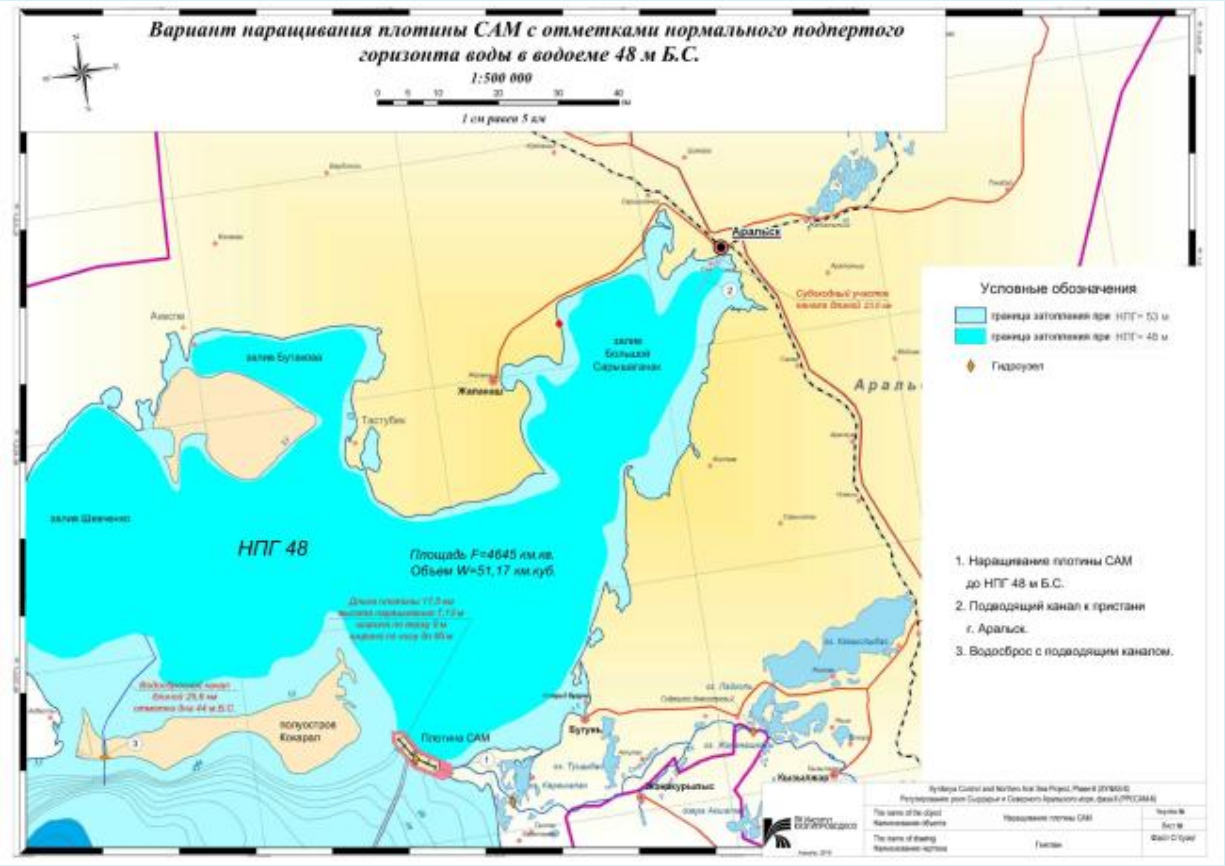
- Значительно сокращается объем поступления воды по Сырдарье, что обуславливает рост минерализации вод Малого Арала, кроме Сарышыганака.
- Такой вариант не предусматривает улучшение циркуляции вод, что обуславливает большие горизонтальные градиенты солености по акватории. Гидроэкология Малого Арала будет заметно деградировать.
- Ухудшение гидроэкологического состояния в большей части акватории водоема приведет к изменению биомассы и качества кормовой базы, что в конечном счете значительно сократит годовой улов рыбы.
- Наличие нескольких сложных гидроузлов требует больших энергозатрат и значительного числа обслуживающего персонала. Это приведет к существенному росту себестоимости конечной продукции (рыбы).
- Строительство предлагаемых комплексов гидротехнических сооружении требует больших материальных затрат.

Варианты одноуровневого водоема

Характеристики будущего водоема	1-уровневый вариант		САМ сегодня (НПГ-42)
	НПГ-46	НПГ-48	
Площадь акватории (кв.км)	4213	4645	3288
Объем водной массы (млрд. кубометров)	42,42	51,17	27,10
Расстояние от берега до Аральска (км)	4,5	2,9	20,0
Срок заполнения водоема	11-12 лет	17-20 лет	-
Стоимость (млн. долларов)	83,83	87,72	-

Из: QMonitor, https://qmonitor.kz/economics/915

Одноуровневый водоем с отметкой максимального горизонта воды 48 м



Состав работ:

- Наращивание плотины САМ до НПГ 48 м;
- Подводящий канал к пристани в г. Аральск;
- Водосброс с подводящим каналом.

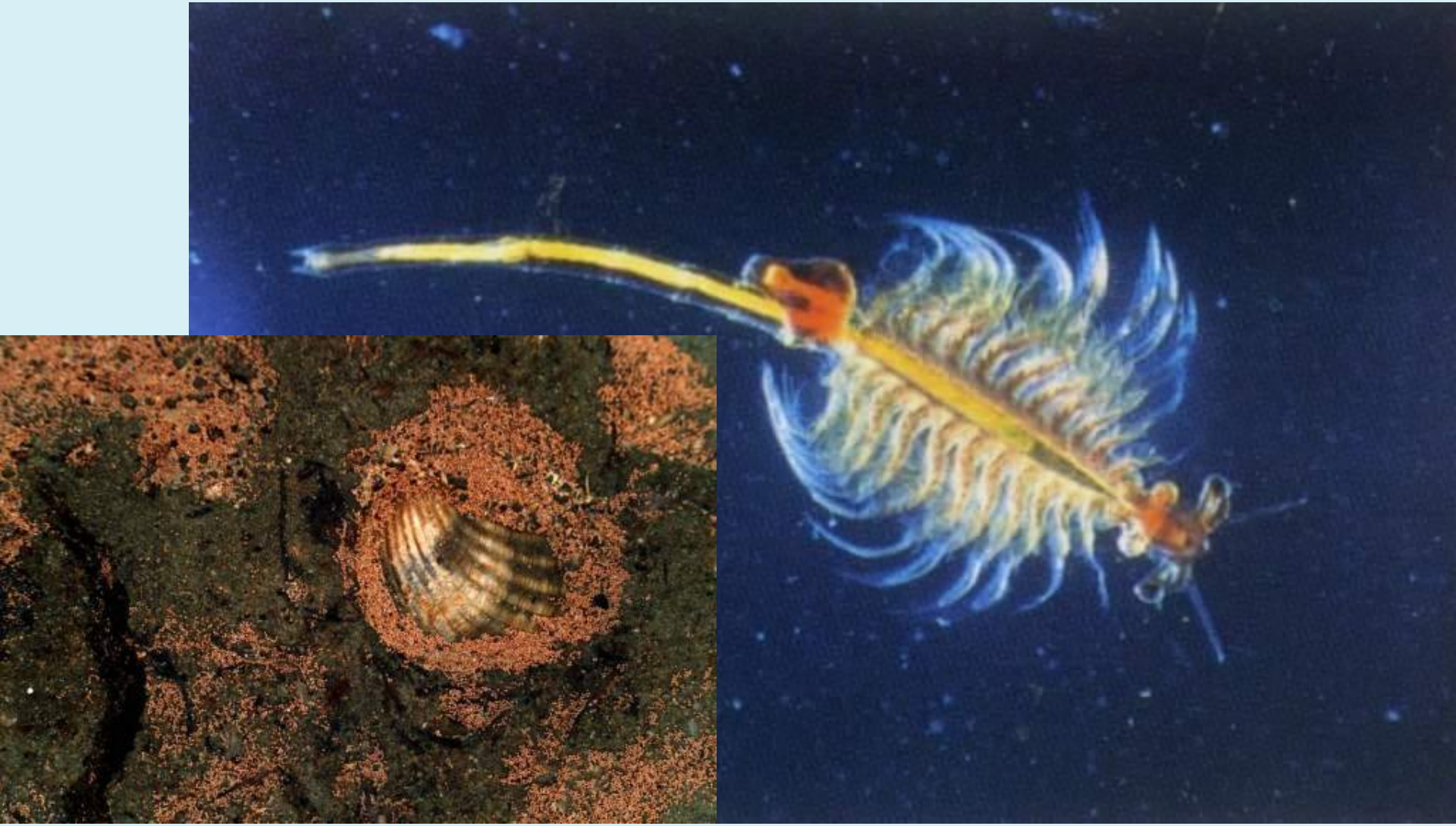
Снизится соленость всего Малого Арала, улучшится кормовая база, увеличится улов рыбы, а также существенно возрастает рекреационный потенциал водоема.

По: Бекнияз Б.К.Предложения по улучшению экологической ситуации Приаралья.

Большой Арал

- После отделения Большого Арала от Малого моря высыхание и рост солености продолжились.
- Осенью 2009 г. Большой Арал разделился на три остаточных водоема — Западный и Восточный бассейны и бывший залив Тще-Бас.
- Соленость воды глубокого Западного бассейна превысила 100‰. Восточный превратился в мелководный водоем, соленость которого может превышать 200‰.
- Превращение Большого моря в гиперсоленый водоем привело к катастрофическому сокращению биоразнообразия.
- Исчезли все рыбы. Исчезло большинство представителей морской фауны, и сохранились только наиболее устойчивые к высокой солености виды беспозвоночных.

В конце XX века в Большом Арале появился рачок *Artemia parthenogenetica*



Артемия теперь является единственным биологическим ресурсом этого остаточного водоема, и в настоящее время ведется промышленная добыча ее цист.

Спасибо за внимание

у Аральского моря есть будущее