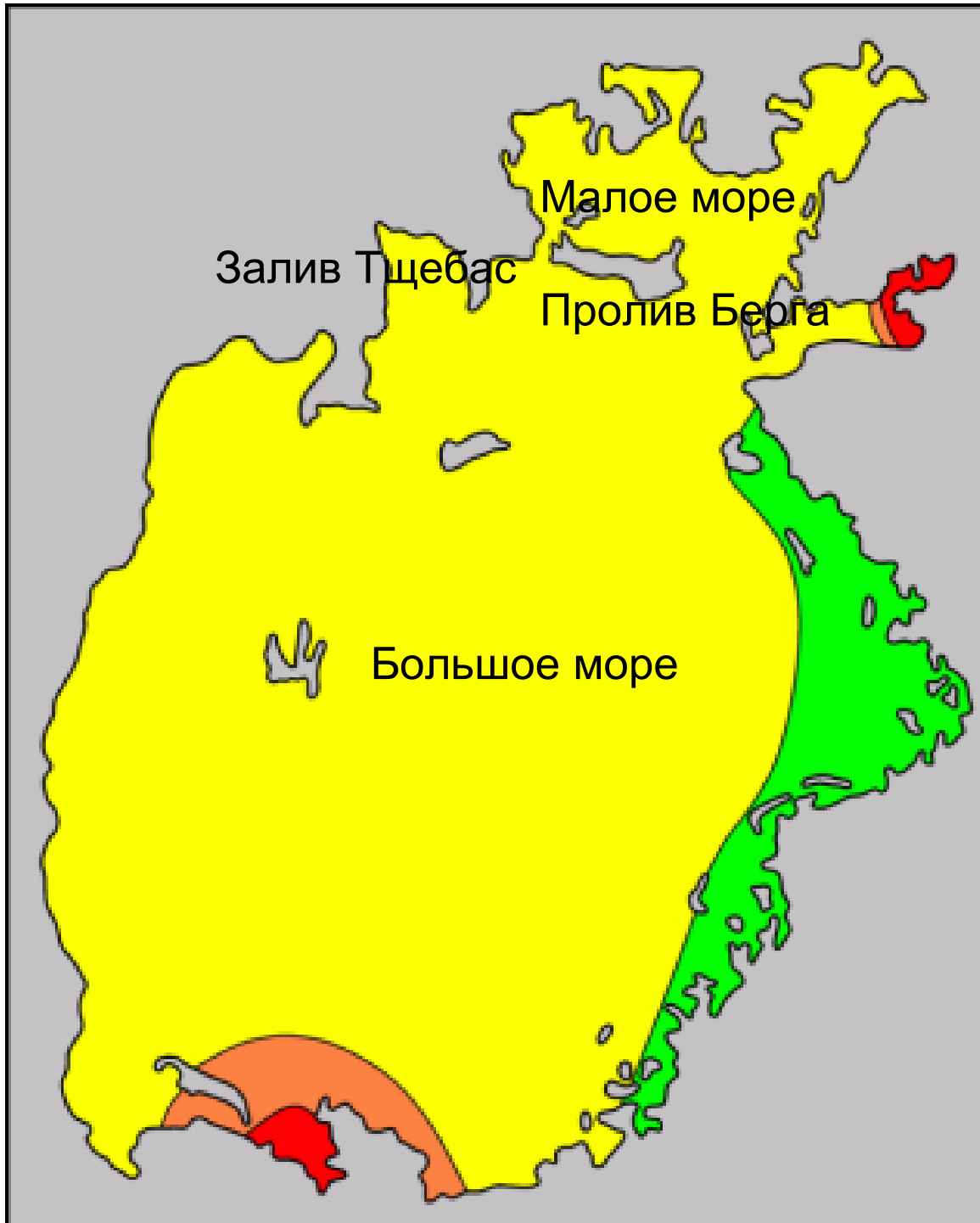


**Вторая Международная конференция  
по Аральскому морю  
15-18 ноября 2019 г.**

**Изменение видового состава  
свободноживущих водных  
беспозвоночных  
Аральского моря**

Плотников И.С.  
ЗИН РАН

# Аральское море до 1961 г.



- Видовое разнообразие фауны свободноживущих беспозвоночных Аральского моря невысокое. В ее составе известно несколько более чем 200 их видов.
- Наибольшим числом видов были представлены коловратки (около 90 видов) и ракообразные (около 60 видов).
- Подавляющее большинство видов свободноживущих беспозвоночных в Арале составляли обитатели пресных и солоноватых континентальных вод, меньше было представителей каспийской фауны и совсем немного морских (в основном средиземноморско-атлантических) видов.
- Таким образом, в Аральском море преобладали виды, имеющие пресноводное происхождение.

Первым антропогенным фактором, повлиявшим на состав фауны Аральского моря было намеренное вселение новых видов беспозвоночных и рыб с целью повысить его продуктивность в интересах рыбного хозяйства.

- Со 2-й половины 1950-х гг. на состав фауны Арала начинает влиять деятельность людей.
- Первым из антропогенных факторов, повлиявших на состав фауны Аральского моря, было намеренное вселение новых видов беспозвоночных и рыб с целью повысить его продуктивность в интересах рыбного хозяйства.

# Свободноживущие беспозвоночные, вселенные в Арал

## **Polychaeta**

*Hediste diversicolor* (Müller) – 1960-1961 гг.

## **Mollusca**

*Abra segmentum* (Récluz) – 1960-1963 гг.

[= *Syndosmya segmentum* Récluz; *Abra ovata* Philippi]

## **Copepoda**

*Calanipeda aquaedulcis* Kritschagin – 1965-1970 гг.

## **Mysidacea**

*Paramysis lacustris* (Czerniavsky) – 1958-1960 гг.

*P. intermedia* (Czerniavsky) – 1958-1960 гг.

*P. ullskyi* (Czerniavsky) – 1960-е гг.

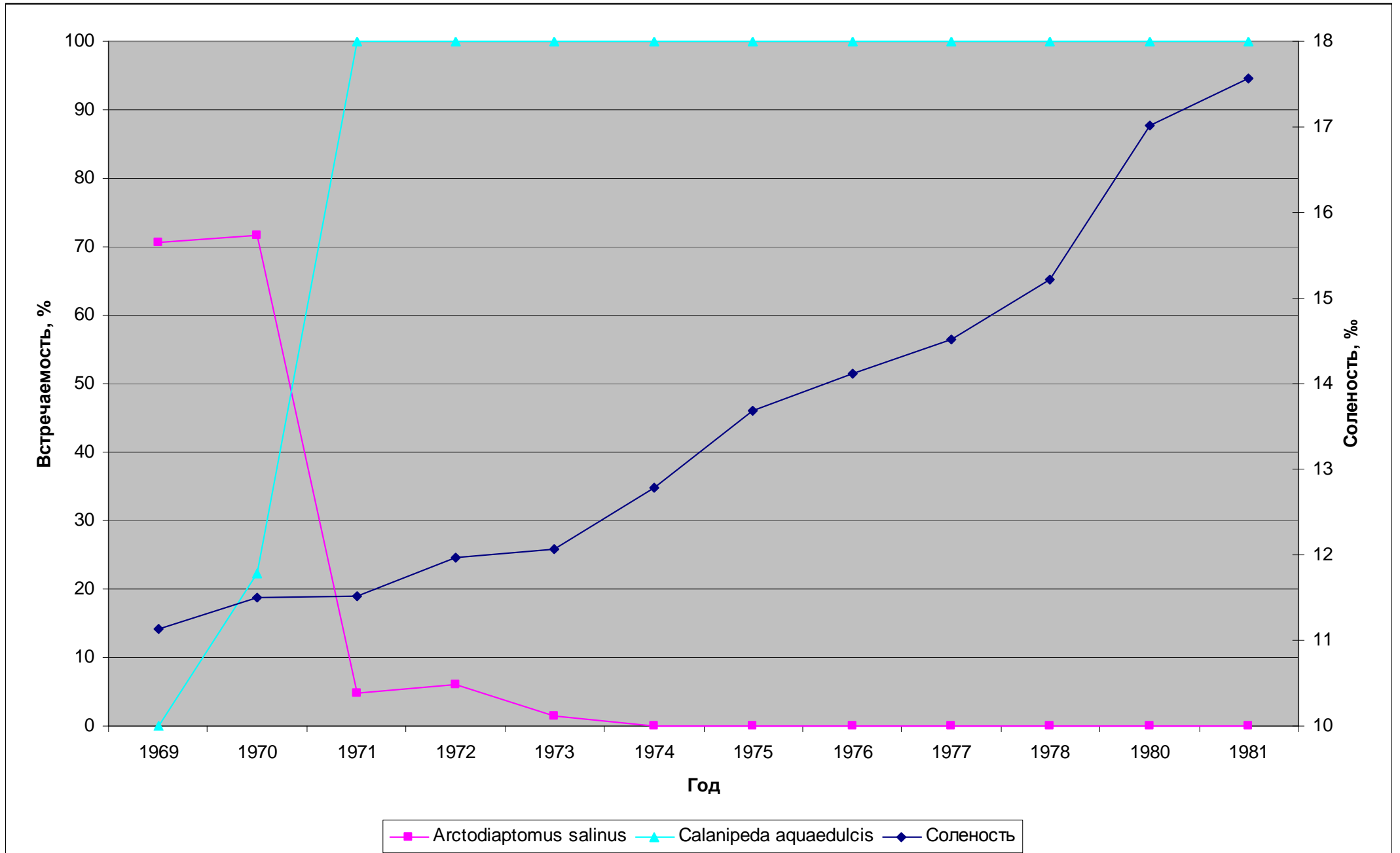
## **Decapoda**

\* *Palaemon elegans* Rathke – 1954-1956 гг.

\* *Rhithropanopeus harrisi tridentata* (Maitland) – 1965-1966 гг.

\* - вселены случайно вместе с планово вселявшимися видами

# Вытеснение вселенной *Calanipeda aquaedulcis* аборигенного *Arctodiaptomus salinus*



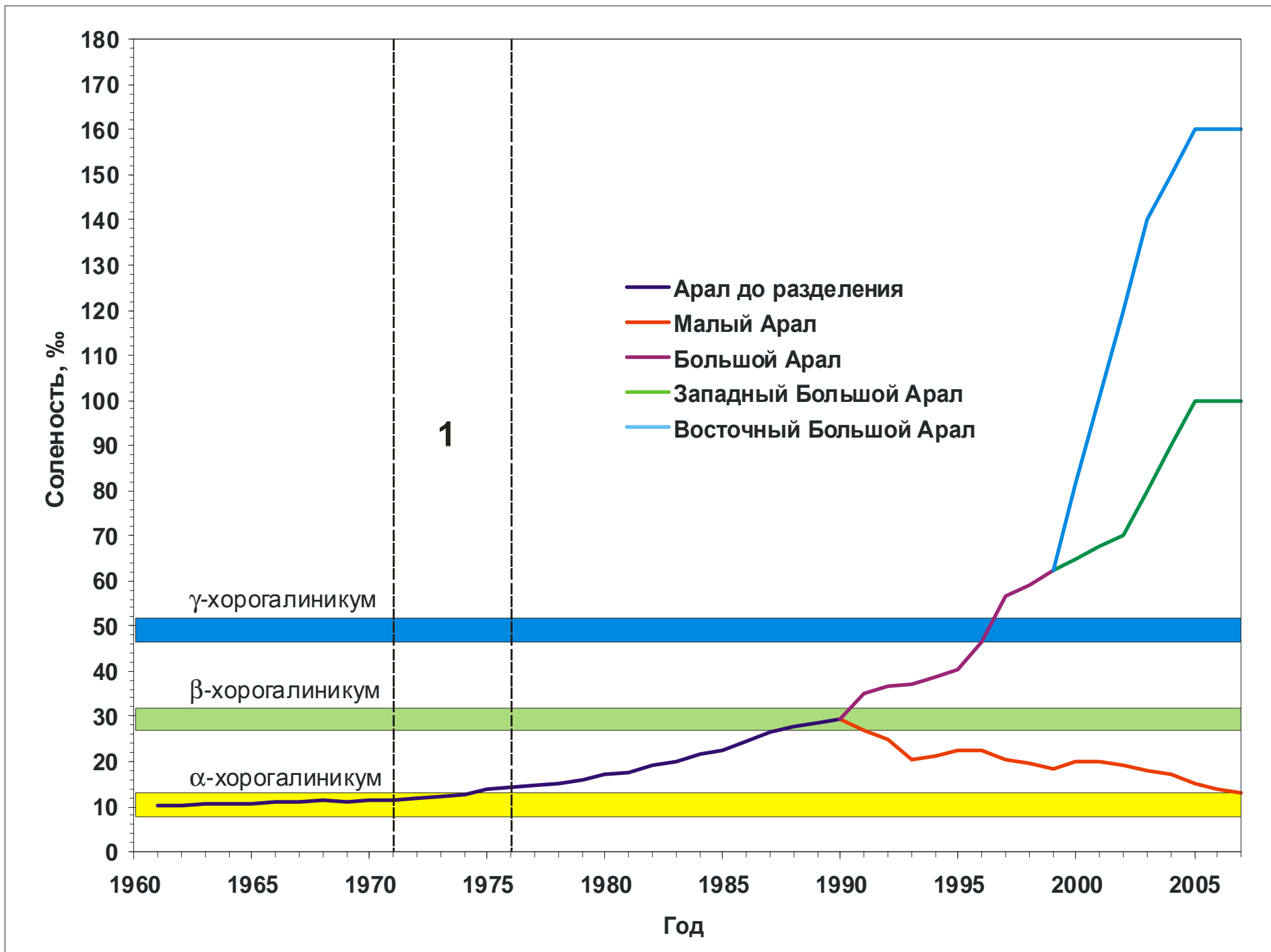
Следующим по времени своего проявления антропогенным фактором, повлиявшим на состав фауны, стало высыхание Аральского моря, сопровождающееся ростом солености.



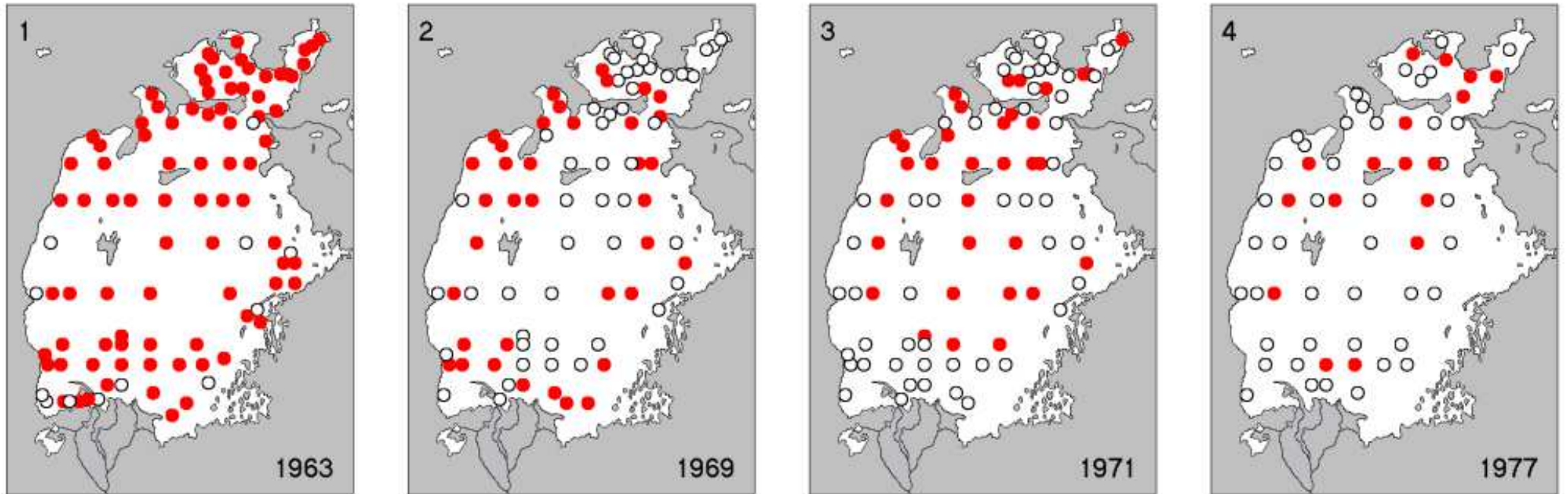
# Первый кризисный период

- 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  $\alpha$ -хорогалиникума или первой барьерной солености (8-12‰) - зоны стыка морской и солоноватоводной фаун.

# Рост солености Аральского моря и 1-й кризисный период

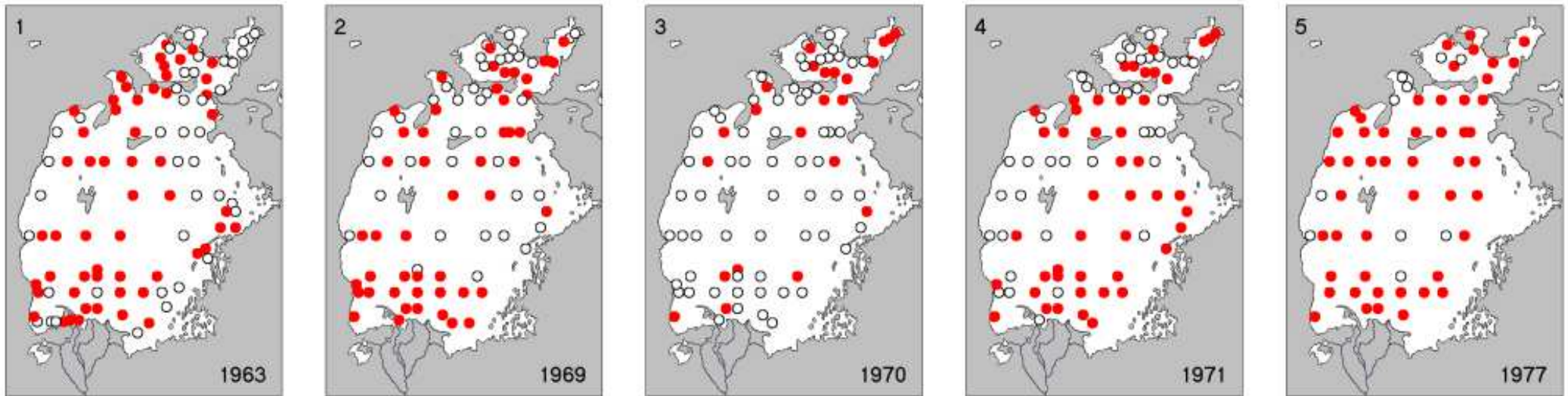


*Dreissena polymorpha aralensis*,  
*D. p. obtusicarinata* и *D. caspia pallasii*



● - здесь вид встречался, ○ - здесь этот вид не обнаружен

# *Cerastoderma rhomboides rhomboides* и *C. glaucum* [= *C. isthmicum*]

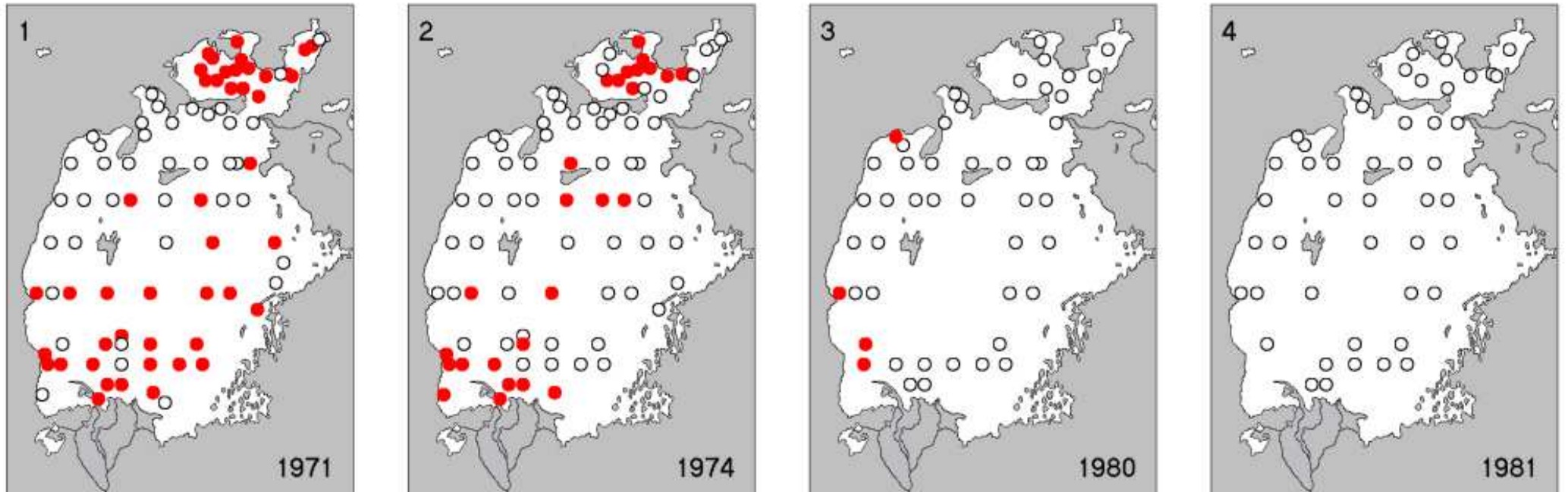


● - здесь вид встречался, ○ - здесь этот вид не обнаружен

*Cerastoderma glaucum* (Bruguère) сменила *C. rhomboides rhomboides* (Lamarck)

- Вследствие первого кризиса из фауны свободноживущих беспозвоночных Аральского моря выпали солоноватоводные виды пресноводного происхождения способные исключительно к гиперосмотической регуляции – гиперосмотики I и II порядков.
- Сохранились способные к гипоосмотической регуляции каспийские и морские эвригалинные (средиземноморско-атлантические) виды и галофилы континентальных вод.
- После первого кризисного периода наступил в 1976–1985 гг., несмотря на продолжающийся рост солености, период относительной стабилизации. Эта стабилизация была относительной и не означала полной неизменности состава фауны беспозвоночных.

# *Cercopagis pengoi aralensis*



● - здесь вид встречался, ○ - здесь этот вид не обнаружен

# Фауна беспозвоночных после 1-го периода относительной стабилизации (только массовые виды)

## Rotatoria

*Synchaeta vorax*  
*S. cecilia*

## Copepoda

*Calanipeda aquaedulcis*  
*Halicyclops rotundipes aralensis*

## Cladocera

*Evadne anonyx*  
*Podonevadne camptonyx*  
*P. angusta*

## Bivalvia

*Abra segmentum*  
*Cerastoderma glaucum*

## Gastropoda

*Ecrobia grimmeri* [= *Caspiohydrobia grimmeri*]

## Polychaeta

*Hediste diversicolor*

## Ostracoda

*Cyprideis torosa*

## Decapoda

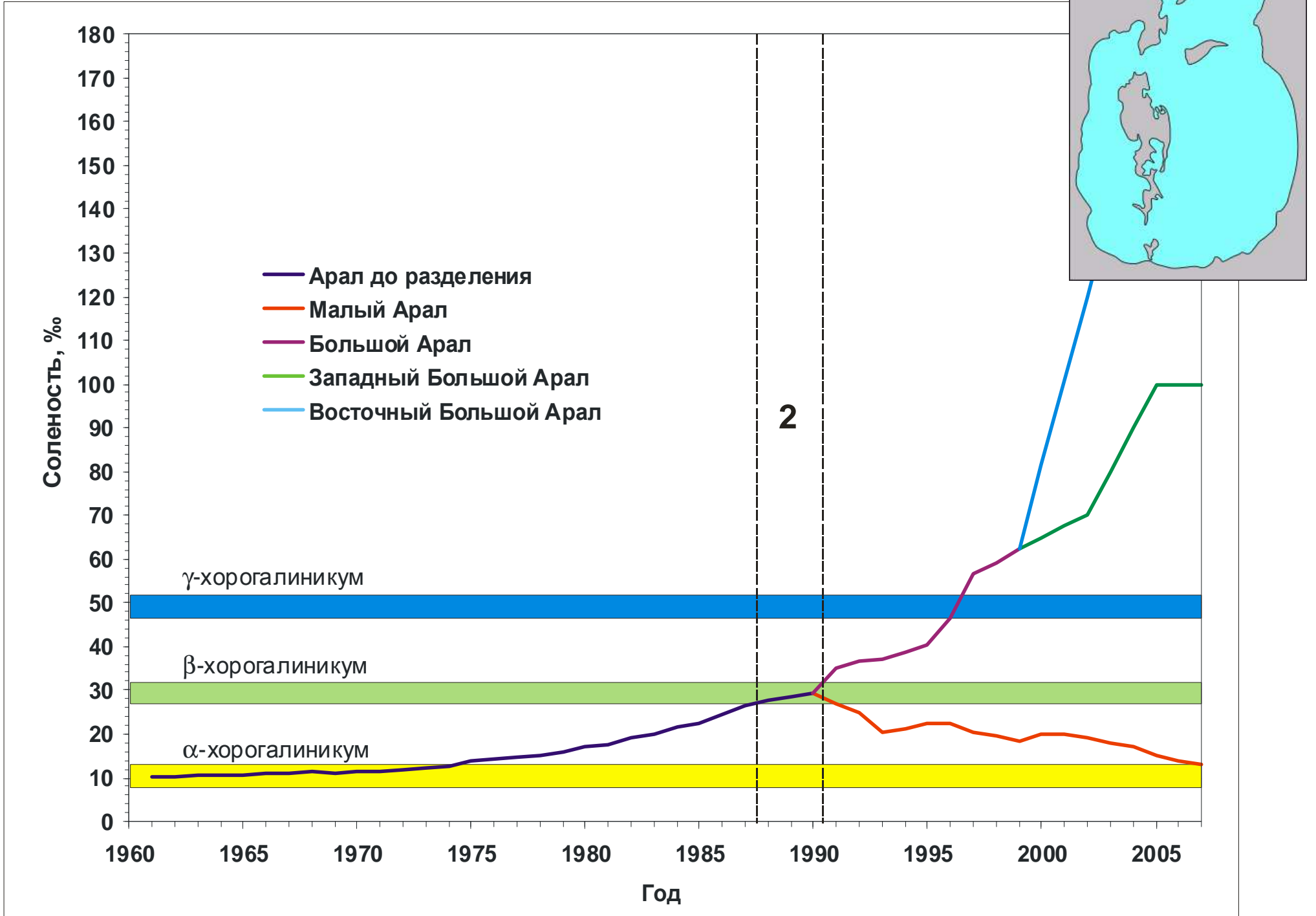
*Palaemon elegans*  
*Rhithropanopeus harrisi tridentata*

# Второй кризисный период

- К 1987 г. соленость Аральского моря возросла до 27‰, что соответствует нижней границе  $\beta$ -хорогалиникума (27-32‰), и началось новое сокращение числа видов свободноживущих беспозвоночных. Фауна Арала вступает во второй кризисный период, пришедшийся на 1987-1991 годы.
- Снова началось сокращение числа видов свободноживущих беспозвоночных в фауне Аральского моря.



# Рост солености Аральского моря и 2-й кризисный период



- Вследствие 2-го кризиса в фауне свободноживущих беспозвоночных остались преимущественно морские и эвригалинные виды морского происхождения, а также эвригалинные галофилы континентальных вод.
- После 2-го кризисного периода еще более обедненная фауна Аральского моря вступила в очередной период своей относительной стабилизации.

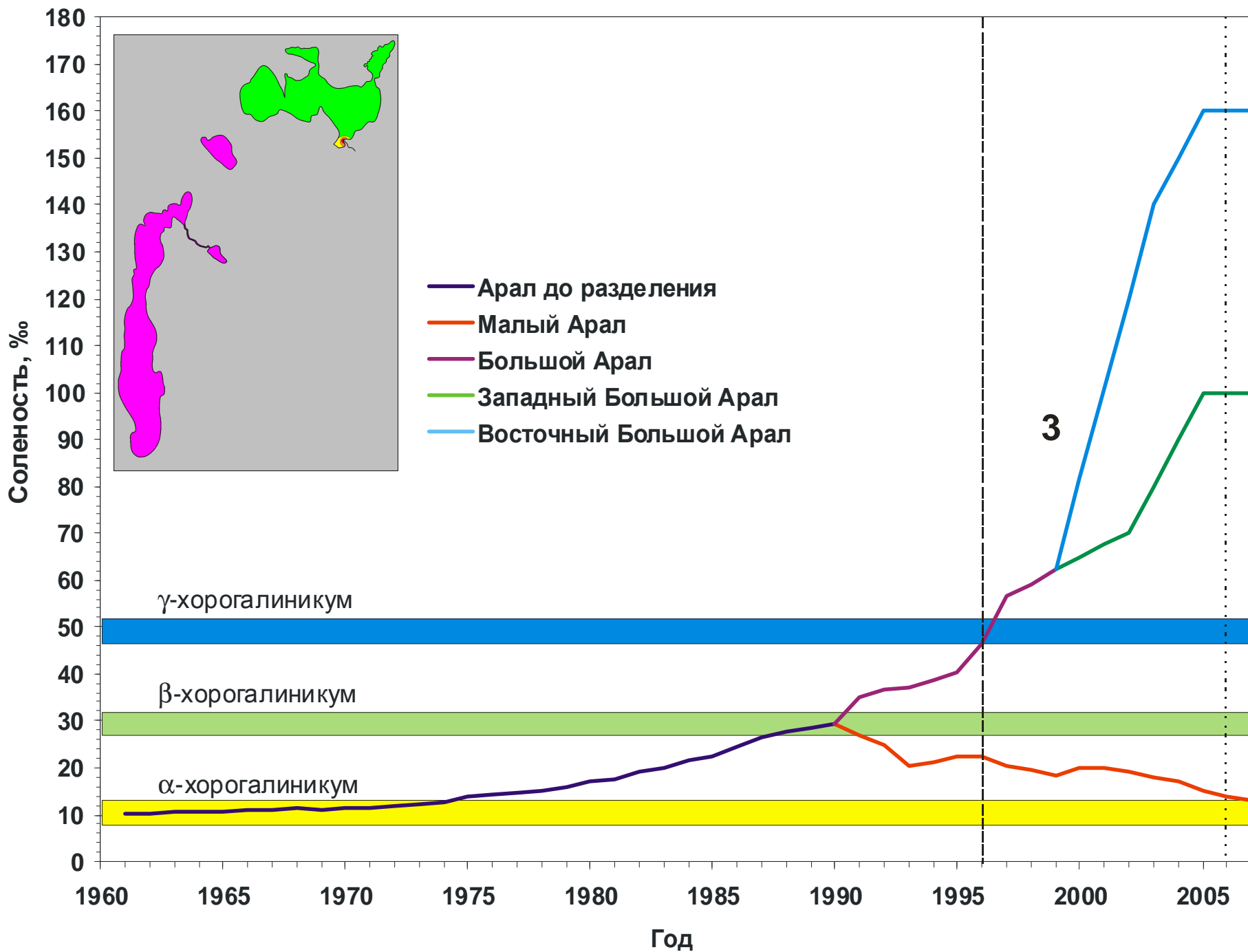
- К 1990 г. Аральское море разделилось на 2 остаточных водоема – Большой и Малый Арал. В 1992 г. сток из Малого Арала в Большой через пролив Берга был перекрыт плотиной.
- Соленость Малого Арала начала постепенно снижаться. Это стало предпосылкой для естественной реинтродукции многих ранее исчезнувших видов.
- После разделения Аральского моря соленость в Большом Арале продолжила расти.
- Фауна Большого Арала вступила в новый период своей стабилизации.

- В результате снижения солености Малого Арала, начавшейся после разделения единого водоема и постройки плотины в проливе Берга, сначала стала преобладающей не морская, а переходная солоноватоводно-морская соленостная зона.
- К настоящему времени здесь преобладает уже основная солоноватоводная соленостная зона.

# Третий кризисный период

- После разделения Аральского моря соленость Большого Арала начала быстро расти.
- К концу 1990 г. он превращается в гипергалинный водоем.
- В середине 1990-х годов, с переходом через  $\gamma$ -хорогалиникум (47-52‰), фауна этого остаточного водоема вступила в 3-й кризисный период, что привело к резкому уменьшения ее видового разнообразия.

# Рост солености Большого Аральского моря и 3-й кризисный период



# Изменения в фауне беспозвоночных Большого Арала при его превращении в гипергалинный водоем и в ходе 3-го кризиса

- *Synchaeta* spp. – исчезли в 1997 г.
- *Calanipeda aquaedulcis* – исчезла в 1997 г.
- *Hediste diversicolor* – исчез в 2001 г.
- *Cerastoderma glaucum* – исчезает к 2001 г.
- *Abra segmentum* – исчезает в 2003 г.
- *Ecrobia grimmeri* – исчезает к началу 2000-х гг.
- *Rhithropanopeus harrisi* *tridentata* – исчезает
- *Artemia parthenogenetica* – вселилась в 1998 г.
- *Moina mongolica* – вновь появилась в 1996 г., но после 2002 г. исчезла
- *Aprocyclops dengizicus* – вселился в 2004 г.
- *Eucypris mareotica* – вселился к 2005 г.
- *Baeotendipes noctivaga* – вселился в начале 2000-х гг.
- *Frontonia marina* – вселилась в конце 1990-х гг.
- *Fabrea salina* – вселилась в конце 1990-х гг.
- *Hexarthra fennica* – становится массовым видом
- *Brachionus plicatilis* – становится массовым видом

# Большой Арал



- Ситуация с остаточными гипергалинными водоемами Большого Арала совершенно иная, чем в Малом Арале.
- Режим Восточного Большого Арала нестабилен, т.к. сток Амударьи в отдельные годы может достигать Восточного Большого Арала, как это было в 2010 г., и на время пополнять его и очень сильно снижать его соленость.
- Западный Большой Арал и отделившийся Тщebas получают немного воды из атмосферных осадков, и, возможно, существенную роль в настоящее время играет подземный сток. Кроме того, часть воды, сбрасываемой из Малого Моря, достигает бывшего залива Тщebas.
- Западный Большой Арал может подпитываться из Восточного бассейна при пополнении последнего из Амударьи.



# Малый Арал

- После разделения Аральского моря соленость Малого Арала, достигавшая 30‰, стала снижаться.
- К настоящему времени она достигла прежних значений, и этот остаточный водоем снова стал солоноватоводным.
- Значительное снижение средней солености и образование обширной опресненной зоны у устья Сырдарьи, сделало возможным обратное вселение многих видов беспозвоночных, выпавших из фауны при осолонении моря.
- Это – формы, обитающие в Сырдарье и в существующих в ее низовьях озерах, а также же виды, имеющие латентные яйца, способные сохранять жизнеспособность на протяжении длительного времени.

# Фауна беспозвоночных Малого Арала

(основные вернувшиеся виды)

## Rotatoria

*Filinia longiseta*

*Asplanchna priodonta*

*Brachionus calyciflorus*

## Copepoda

*Phyllodiaptomus blanci*

*Cyclops vicinus*

*Mesocyclops leuckarti*

*Megacyclops viridis*

## Cladocera

*Bosmina longirostris*

*Chydorus sphaericus*

*Diaphanosoma brachyurum*

*Ceriodaphnia reticulata*

*Evadne anonyx*

*Podonevadne camptonyx*

*P. angusta*

## Bivalvia

*Dreissena polymorpha aralensis*

## Mysidacea


*Paramysis intermedia*

## Insecta

личинки Chironomidae

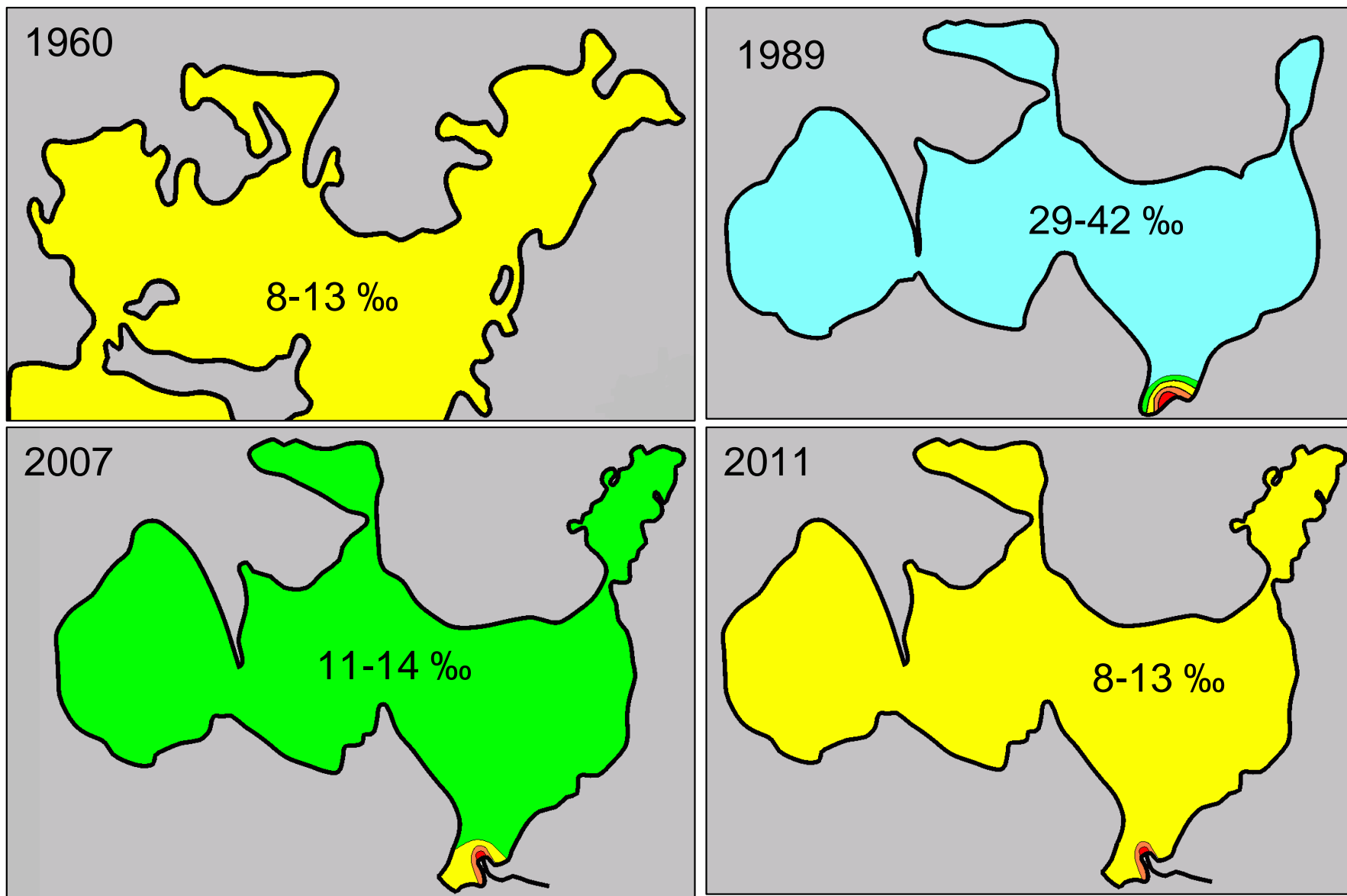
# Выводы

1. Изменение фауны беспозвоночных Аральского моря при его высыхании и осолонении происходило закономерно неравномерно путем чередования относительно спокойных периодов, для которых характерно постоянство видового состава, и кризисов, в ходе которых даже небольшое изменение солёности сопровождалось быстрым изменением видового состава.
2. Кризисные периоды связаны с переходом солёности через очередную барьерную солёность или хорогалиникум.
3. В 1971–1976 гг., в первый кризисный период, когда солёность превысила 12–14‰, исчезли солоноватоводные виды свободноживущих беспозвоночных пресноводного происхождения, способные исключительно к гиперосмотической регуляции.
4. В 1986–1989 гг., во второй кризисный период, когда солёность превысила 23–25‰, исчезли солоноватоводные виды свободноживущих беспозвоночных каспийского происхождения способные к амфиосмотической регуляции со слабо выраженной гипоосмотической регуляцией.
5. В конце 1990-х – начале 2000-х гг., Большой Арал, после того, когда его солёность превысила 52‰, вступил в третий кризисный период, и когда его солёность превысила 80–100‰, исчезли все виды свободноживущих беспозвоночных морского происхождения неспособные к активной осморегуляции.



***Благодарю за внимание***

**Плотина в проливе Берга, построенная на средства GEF и правительства Казахстана, позволила улучшить солоноватоводную среду обитания в Малом (северном) Аральском море**

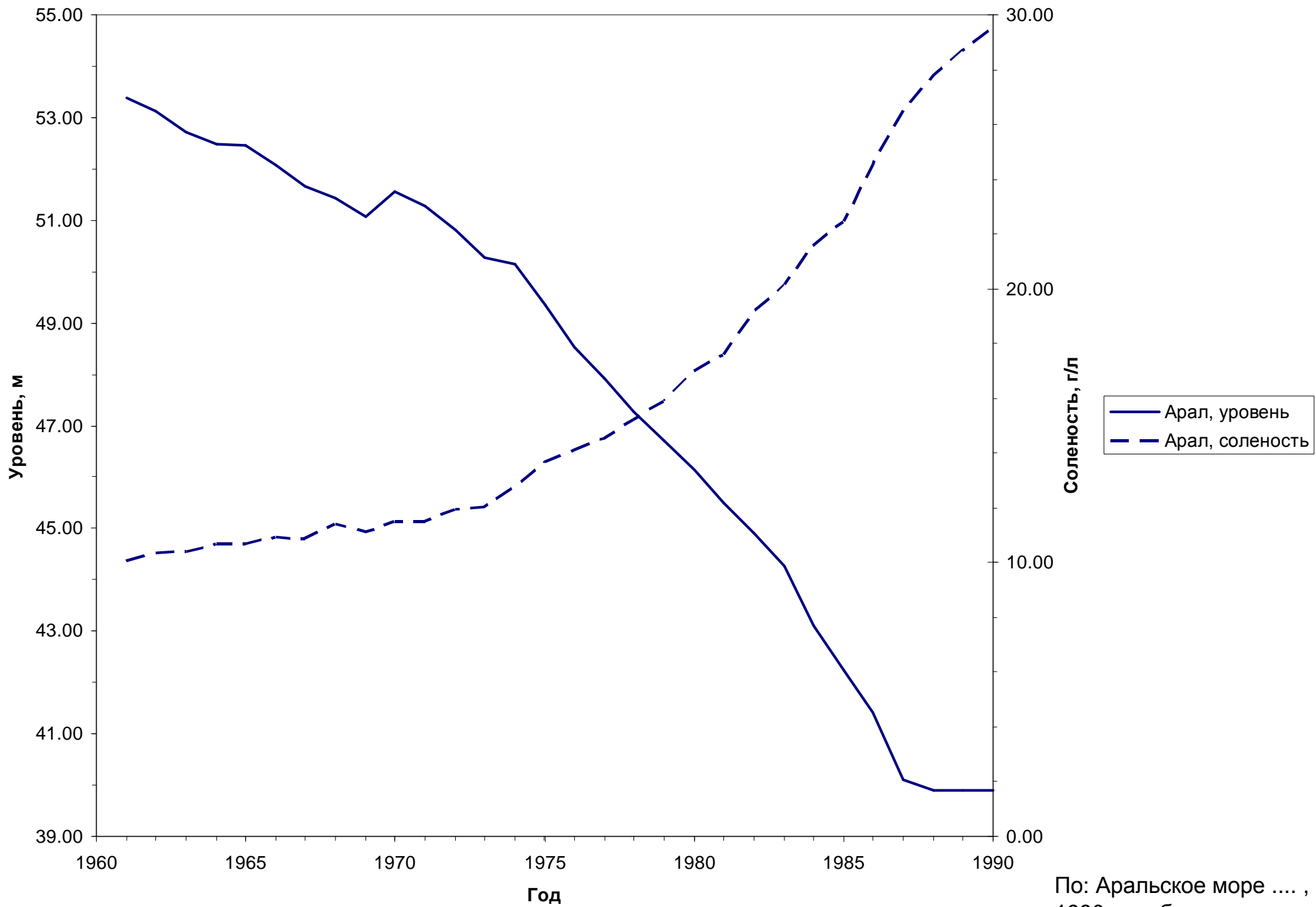


- Плотина в проливе Берга позволила поднять уровень Малого (северного) Арала до отметки +42 м.
- В настоящее время соленость Малого (северного) Арала около 11-14 г/л. В ближайшем будущем она снизится до 8-13 г/л.
- Для дальнейшего улучшения ситуации нужно повысить эффективность орошения чтобы увеличить сток Сырдарьи.
- Возможно несколько поднять уровень воды до отметки +45 м. Это позволит увеличить объем и площадь Малого (северного) Арала.

- в Малом Арале вновь появились такие пресноводные виды коловраток, как *Filinia longiseta*, *Asplanchna priodonta* Gosse, *Brachionus calyciflorus*. Биоразнообразие планктонных ракообразных также возросло. Произошла естественная реинтродукция ветвистоусых ракообразных – *Bosmina longirostris*, *Chydorus sphaericus*, *Diaphanosoma brachyurum*, *Ceriodaphnia reticulata*, *Podonevadne angusta*, *Evadne anonyx*; веслоногих ракообразных – *Phyllodiaptomus blanci*, *Cyclops vicinus*, *Mesocyclops leuckarti*, *Megacyclops viridis*. Из низовий Сырдарьи вернулись и распространились по Малому морю мизиды; известно о находке *Paramysis intermedia* в заливе Шевченко. Идет реинтродукция двустворчатого моллюска *Dreissena polymorpha aralensis* в сильно опресненную приустьевую зону моря. Самым значительным стало увеличение видового разнообразия личинок хирономид, вновь появившихся в Малом Арале
- в настоящее время не отмечен веслоногий рачок *Halicyclops rotundipes aralensis*. Раньше этот морской вид, даже когда соленость достигала максимальных значений, никогда не был многочисленным. К настоящему времени из-за значительного снижения солености он стал или крайне малочисленным, или даже мог выпасть из фауны Малого Арала.

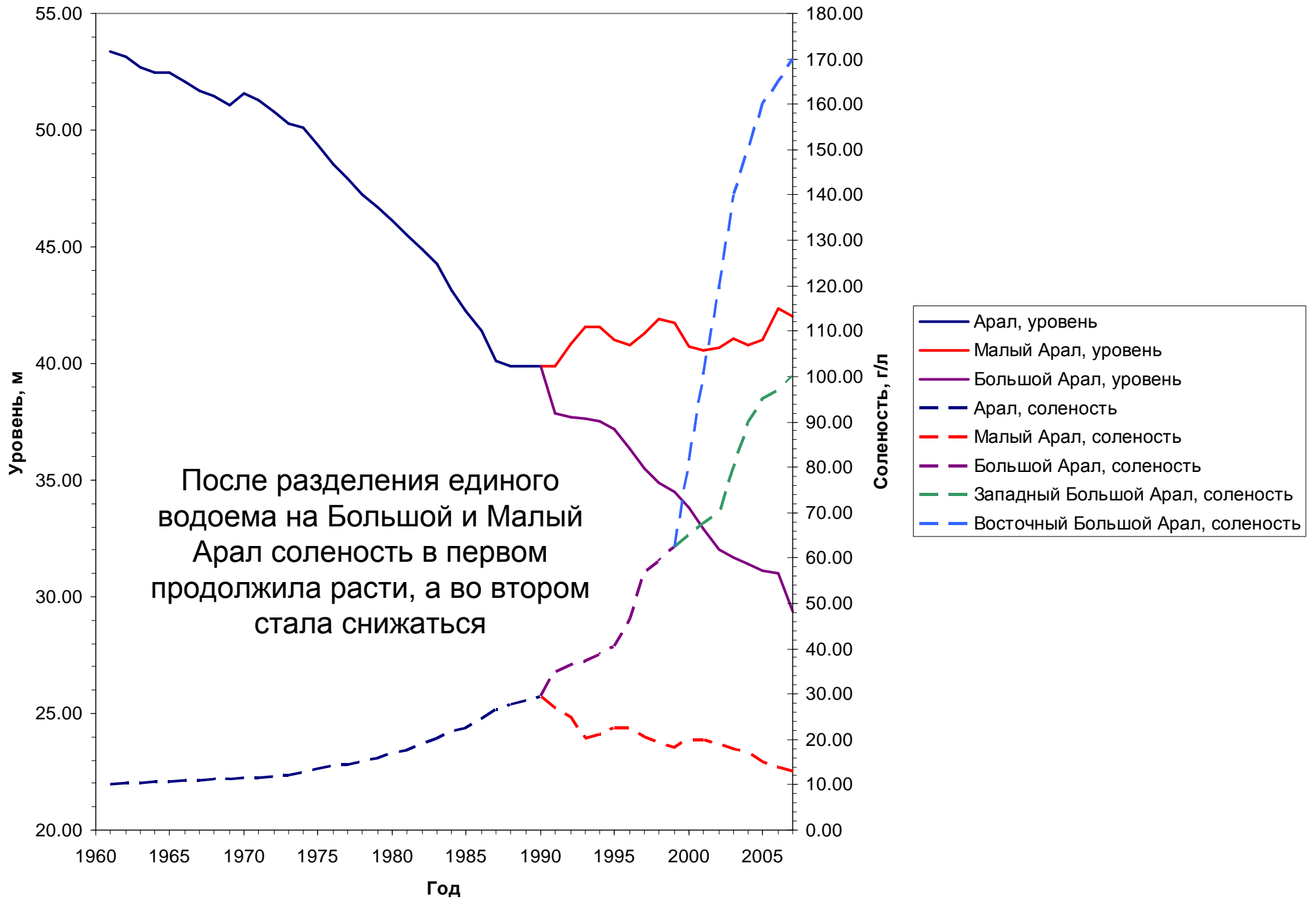
В результате 3-го кризисного периода из свободноживущих беспозвоночных фауны остаточных водоемов Большого Арала исчезают аборигенные и вселенные виды морского происхождения – осмоконформеры неспособные к активной осморегуляции. Остаются широко эвригалинные гидробионты пресноводного происхождения.

# Изменение уровня и солёности Аральского моря





# Изменение уровня и солености Аральского моря



# Изменение уровня и солёности Большого Арала

