

***Влияние многолетних изменений  
солёности Аральского моря на  
биоразнообразие в сообществах  
водных макрофитов***

***Impact of long-term changes in the salinity of  
the Aral Sea on biodiversity in communities  
of aquatic macrophytes***

**Жакова**

Любовь Васильевна

Зоологический институт РАН

***Zhakova Liubov Vasil'evna (Russia)***

***e-mail: luba\_zhakova@mail.ru***

15 3 04

# Условные периоды изменений растительности Арала в зависимости от уменьшения зеркала и увеличения солёности

1. 1849-1903 гг. слабосоленоватоводный мелководный олиготрофный водоем без существенных колебаний уровня и солёности.
2. 1904-1960 гг.: мезогалинное олиготрофное мелководное озеро с периодическими незначительными колебаниями уровня и солёности.
3. 1960-1996 гг.: значительное уменьшение площадей зеркала Арала (рис.1, 2), осолонение и эвтрофикация; солёность увеличилась от 10 до 50 ‰ (рис.3). Отделились Сарбас, Муйнак и некоторые другие заливы в дельте Аму-Дарьи. Озеро разделилось на Южный или Большой Арал и Малый или Северный Арал.
4. В 1998-2010 гг.: окончательное разделение Большого Арала на несколько небольших гипергалинных водоемов и солоноватоводный Северный Арал (САМ).

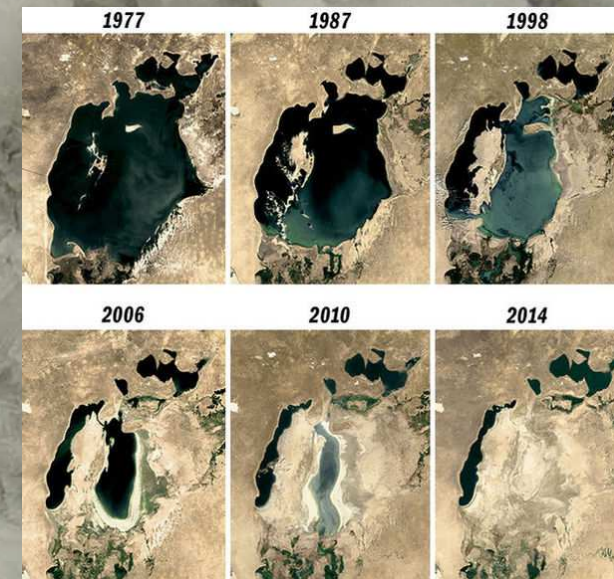


Рис.1



Рис.2

Рис.3

| Годы | Уровень моря, м абс. | Площадь моря, тыс. км² | Объем моря, км³ | Минерализация, г/л | Уловы рыбы, т | Суммарный речной сток в Арал, км³ |
|------|----------------------|------------------------|-----------------|--------------------|---------------|-----------------------------------|
| 1960 | 53,3                 | 67,9                   | 1090            | 10                 | 43 740        | 40                                |
| 1965 | 52,5                 | 63,9                   | 1030            | 10,5               | 31 040        | 31                                |
| 1970 | 51,6                 | 60,4                   | 970             | 11,1               | 17 460        | 33                                |
| 1975 | 49,4                 | 57,2                   | 840             | 13,7               | 12 520        | 11                                |
| 1980 | 46,2                 | 52,5                   | 670             | 16,5               | 2 940         | 0                                 |
| 1985 | 42,0                 | 44,4                   | 470             | 23,5               | —             | 0                                 |
| 1990 |                      |                        |                 |                    |               |                                   |

## Аральское море в 1848-1903 гг.:

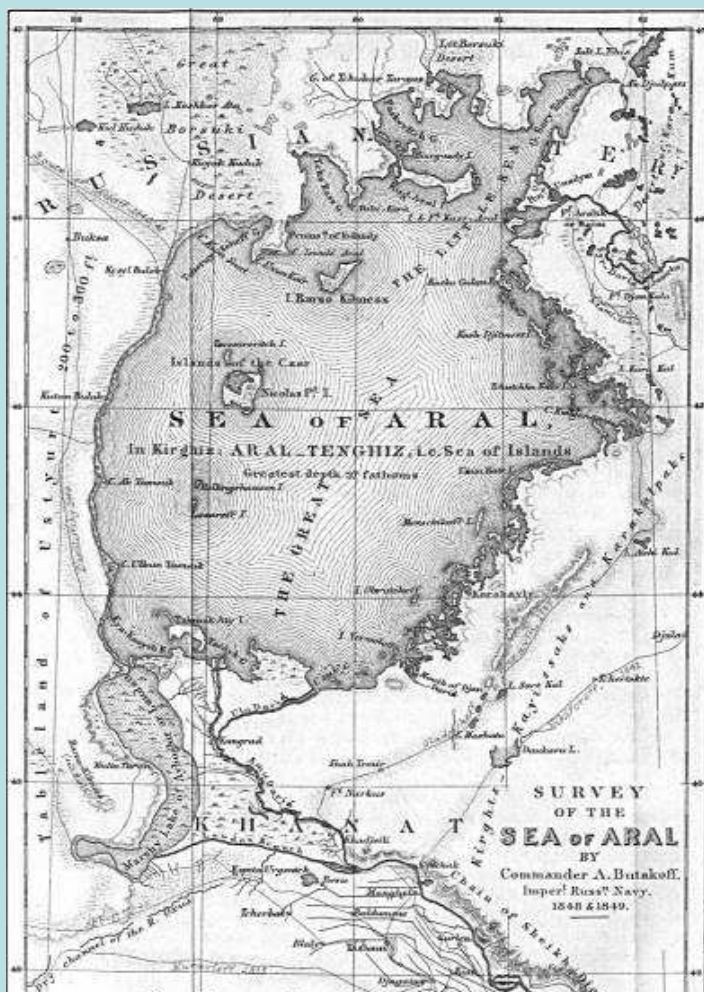
Хорошо прогреваемый, слабосоленоватоводный, мелководный, олиготрофный водоем с высокой прозрачностью воды. Колебание солености в разных районах моря:

- в центральных - от 10 до 12 ‰,
- на открытых мелководьях - от 5 до 10 ‰,
- в дельтовых заливах - менее 5 ‰,
- в заливах юго-восточного побережья - > 30 ‰

Водоём с большой степенью зарастания. Характерно было наличие трёх поясов растительности: воздушно-водной, погружённой и фитобентоса. Фитоценозы немногочисленные, преимущественно одновидовые или маловидовые.

Доминирующие сообщества макрофитов :

- на прибрежных мелководьях - тростник,
- на глубинах до 11 м - zostера,
- на глубинах более 11 м - харовые водоросли



Карта Аральского моря, составленная по результатам экспедиции А.И.Бутакова 1848-49 гг.

Видовой состав сообществ макрофитов:

Макроводоросли – 30 видов:

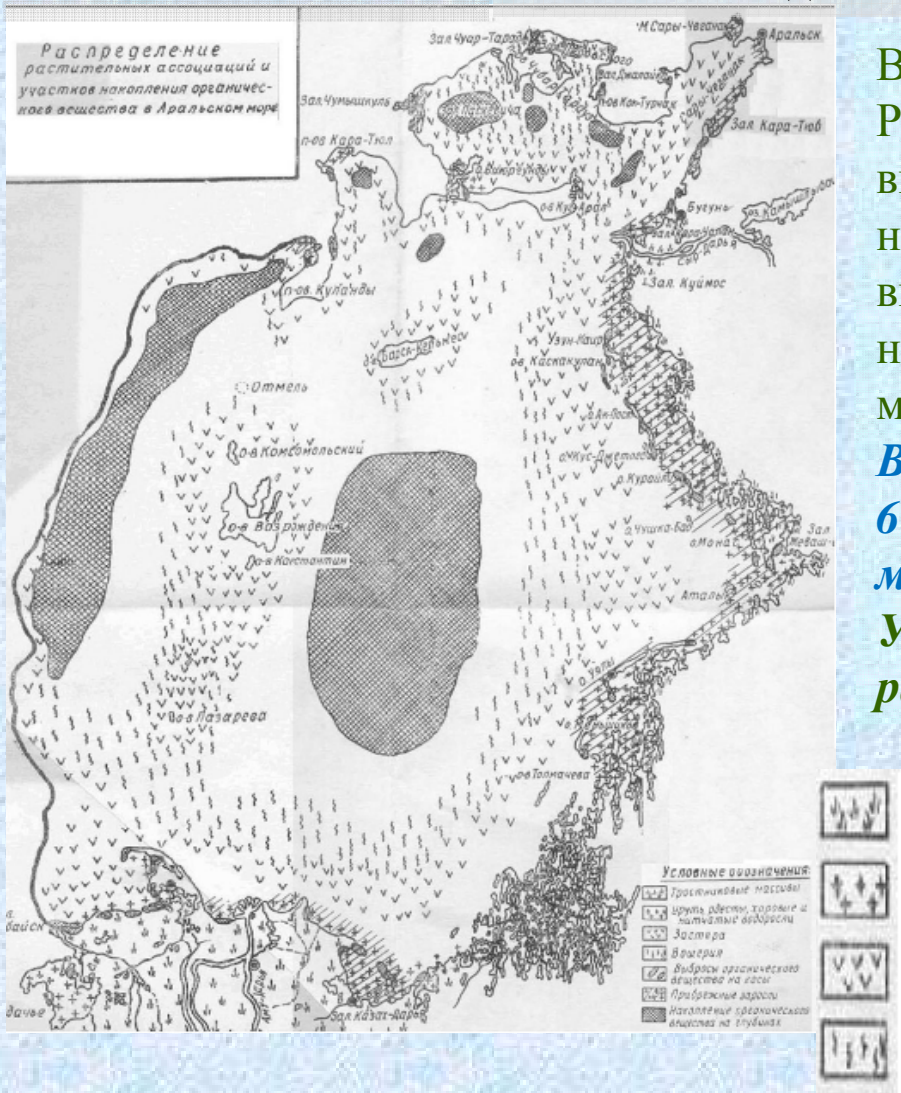
- Charophyta – 1
- Rhodophyta - 10
- Chlorophyta – 19

Высшие водные растения - 7 видов:

- Phragmites australis*
- Myriophyllum sp.*,
- Potamogeton perfoliatus*,
- Potamogeton pectinatus*,
- Najas marina*,
- Zanichellia sp.*,
- Zostera sp.*

## Аральское море в период 1904-1960 гг.:

Мезогалинный солоноватоводный водоем с периодическими небольшими колебаниями солёности, которые были благоприятны для существования как пресноводных, так и солоноватоводных сообществ растительности



Водоём с очень большой степенью зарастания. Распределение растительности носило хорошо выраженный поясной характер. Характерно было наличие трёх поясов: воздушно-водной, погружённой высшей растительности и фитобентоса. Фитоценозы настоящей водной растительности разнообразные, но маловидовые.

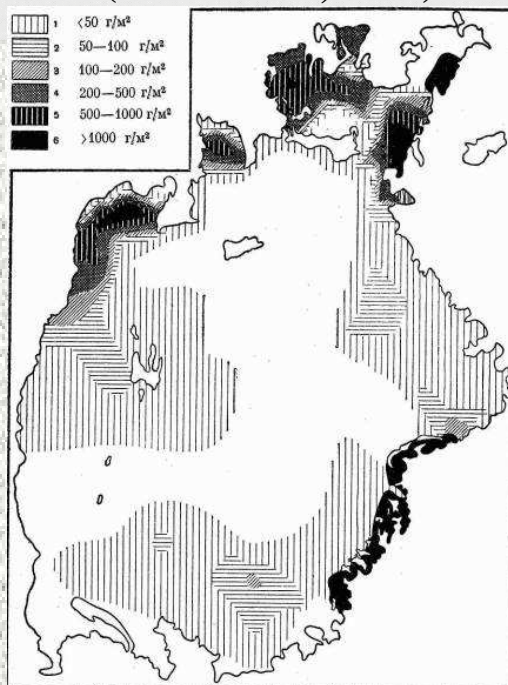
*В фитоценозах встречено: 24 вида высших растений, 6 видов харовых водорослей (+ 40 видов других макроводорослей).*

*Увеличение видового разнообразия высшей водной растительности и макроводорослей*

1. Фитоценозы с доминированием Тростника
2. Разнообразные фитоценозы гидрофитов урути, рдестов и др.; с зелеными и харовыми макроводорослями
3. Фитоценозы Зостеры
4. Фитоценозы жёлто-зелёной водоросли *Vausheria* sp.

Распределение растительных ассоциаций и участков накопления органического вещества в Аральском море (Э.А.Бервальд по сборам 1946-1956 гг.)

Распределение биомассы  
макрофитобентоса летом 1956 г.  
(Яблонская, 1964)



Погруженный  
макрофитобентос  
(глубина 2-60 м):

|                    |        |
|--------------------|--------|
| Charophyta -       | > 70 % |
| Vaucheria -        | 13 %   |
| Zostera -          | 9 %    |
| Другие гидрофиты - | < 1 %  |

## Продуктивность доминирующих сообществ фитобентоса (1950-1960 гг.)

### Гелофиты:

*Phragmites australis* – средняя  $bm$  0.8 кг/м<sup>2</sup>  $ww$ ,  $max$  до 23 кг/м<sup>2</sup>  $ww$ .

*Scirpus kasachstanicus* -  $max$   $bm$  до 1.85 кг/м<sup>2</sup>  $sw$ .

### Гидрофиты:

*Zostera noltii* –  $bm$  0.1 кг/м<sup>2</sup>  $sw$ ,

*Potamogeton pectinatus* -  $bm$  1.24-3.16 кг/м<sup>2</sup>  $sw$ ,

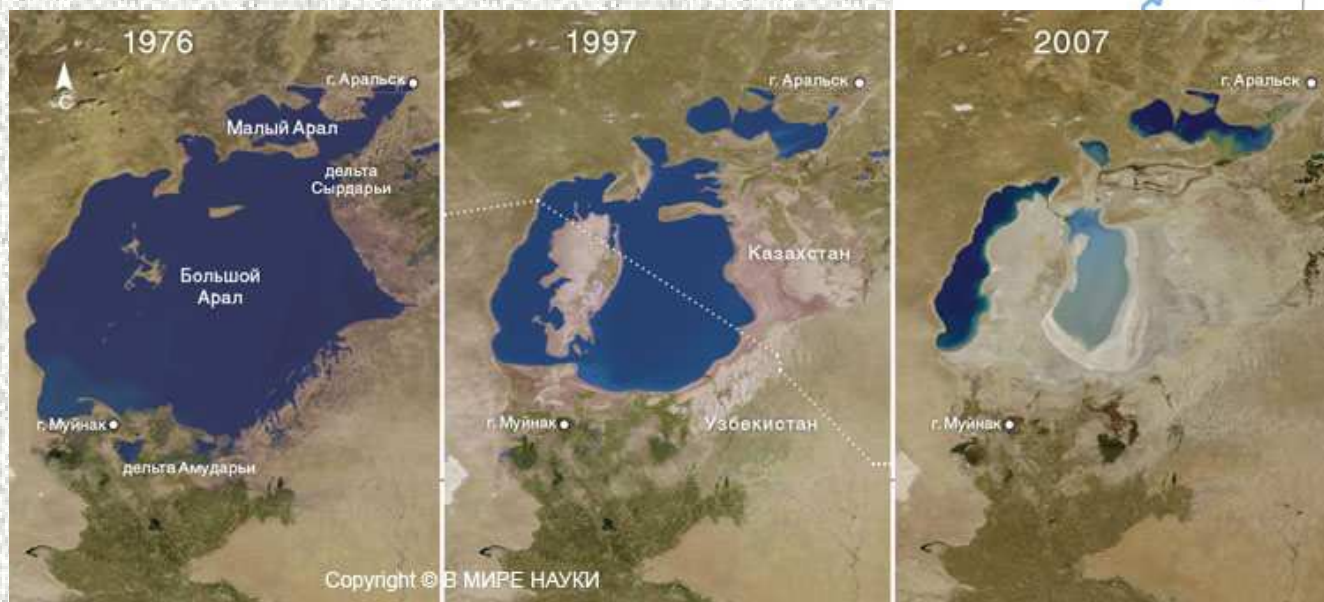
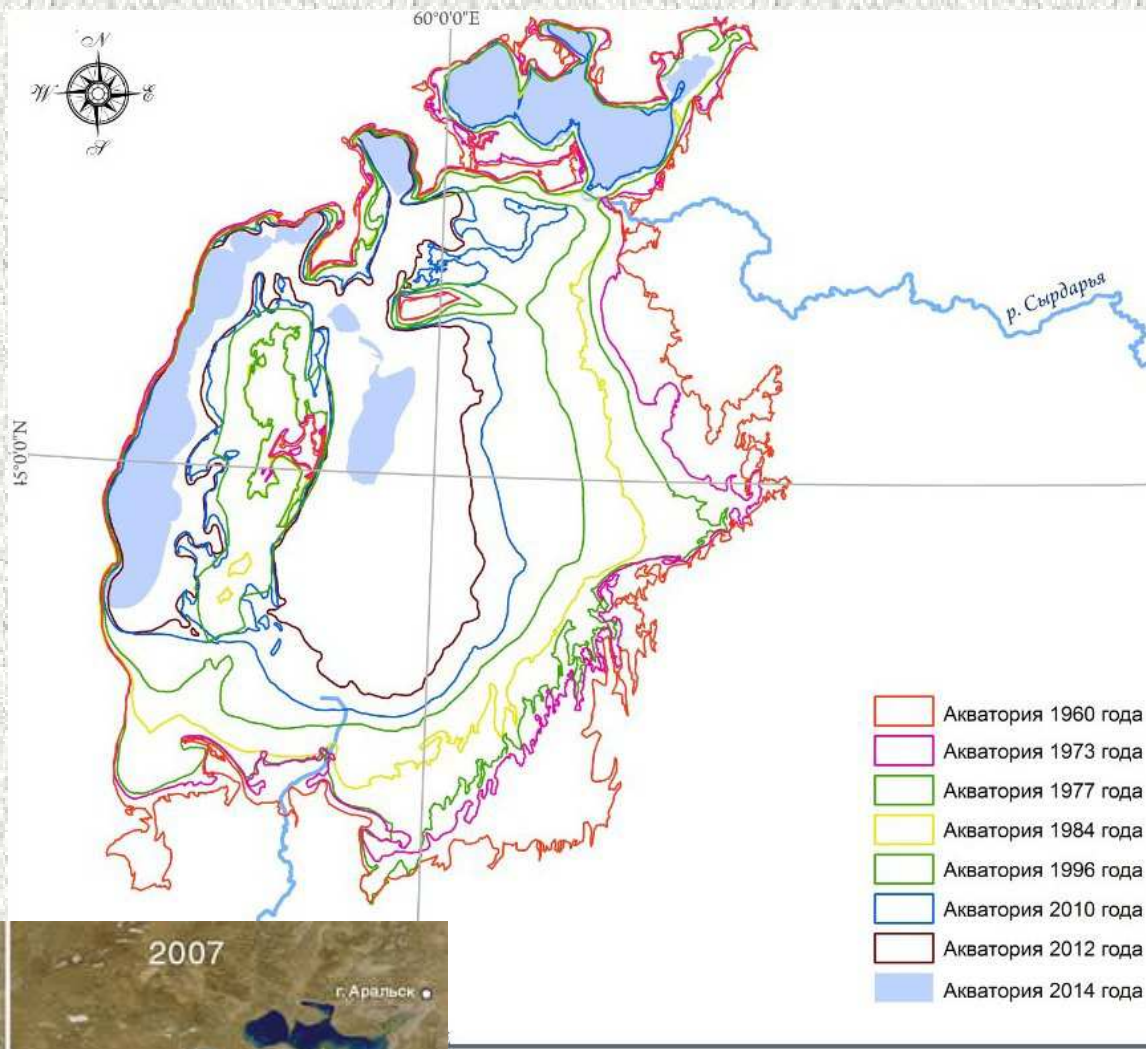
*Myriophyllum sp.* -  $bm$  0.86 кг/м<sup>2</sup>  $sw$ .

### Макрофитобентос:

*Charophyta* – средняя  $bm$  1.5 кг/м<sup>2</sup>  $sw$

- Средняя  $bm$  погружённых гидрофитов на единицу площади - около 0.3 кг/м<sup>2</sup> сырого веса, что ниже таковых для гелофитов.
- **Но, в целом для озера, продуктивность зарослей гелофитов была в два раза ниже, чем гидрофитов и макроводорослей .**
- В 50-60-е годы валовая фитомасса погруженного макрофитобентоса на гл. от 2 до 60 м составляла около 9 млн.т сырого и 1.3 млн.т сухого вещества.

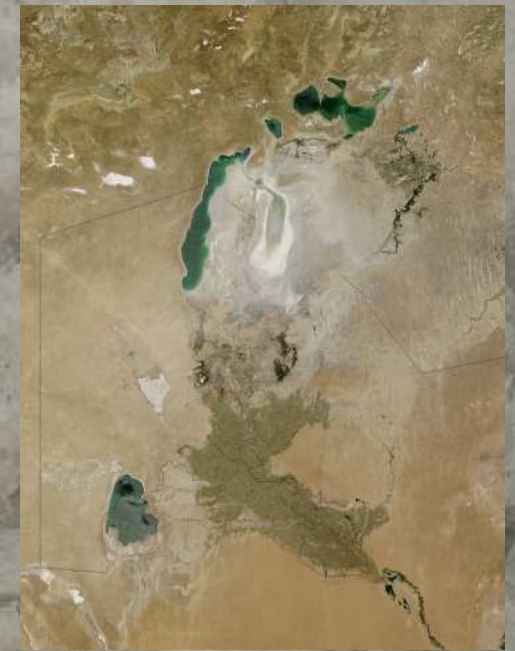
Катастрофическое усыхание в период с 60-х по 90-е годы привело к разделению Арала на два водоема: Южный и Северный. Из-за высокой солености воды, засоления грунта и эвтрофикации погибло большинство растительных сообществ. Главную роль стали играть сообщества микрофитобентоса.



## Большое море в 2002-2005 гг.

-гипергалинный водоем со средней соленостью 60-70 ‰, местами до 100 ‰. Доминировал микрофитобентос - диатомовые водоросли и цианобактерии. Макрофитобентос был представлен зелеными нитчатыми водорослями рода *Cladophora* и *Vaucheria*, из высших растений были найдена только стерильные особи *Ruppia* sp. (Завьялов и др. 2006).

**после 2006 г.** – произошло разделение Большого Арала на несколько гипергалинных водоёмов в которых встречается только микрофитобентос (цианобактерии и диатомовые водоросли).



август 2009

## Малое или Северное Аральское море

В 1994-2004 гг. - солоноватоводный  $\beta$ -мезосапробный водоем с преобладанием продукции микрофитобентоса и фитопланктона над макрофитобентосом.

Развитие макрофитной растительности ничтожное.

Встречены были только два моновидовых фитоценоза высшей водной растительности асс. *Ruppia cirrhosa* (гл. 0,7-1,2 м) и асс. *Zostera noltii* (гл. 1,2-4,5 м).

На мелководьях, во временных водоёмах, на остатках отмерших растений и на живых растениях развиваются зелёные нитчатые макроводоросли *Chaetomorpha linum*, *Cladophora glomerata*, *Cl. fracta*, на урезе воды *Ulva intestinalis*. Единично встречены *Ruppia maritima* и 2 вида харовых водорослей *Lamprothamnium papulosum* и *Chara aculeolata*.

В 2005 г. после строительства плотины в районе дамбы появились фитоценозы тростника.



# Littoral transects across water vegetation in Sarychaganak Gulf of the Aral Sea in different years

1. *Ruppia* sp.
2. *Salicornia europaea*
3. *Zanichellia pedunculata*
4. Charophytes
5. *Najas marina*
6. *Potamogeton pectinatus*
7. *Myriophyllum* sp.
8. *Zostera noltii*
9. Filamentous green macroalgae
10. *Ulva intestinalis*

Fig.1. situation in 1948-1949 (Dobrochotova, 1971)

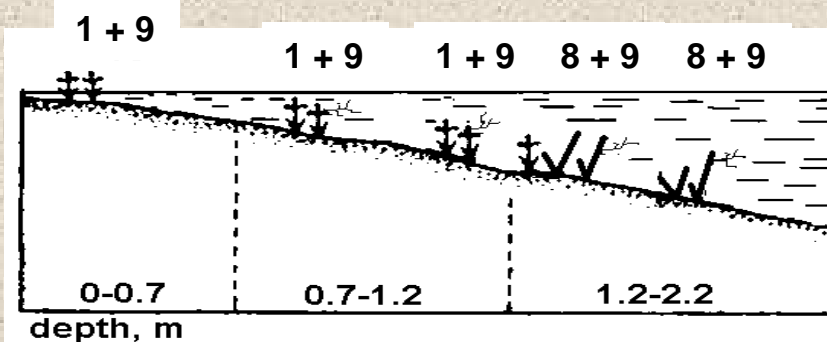
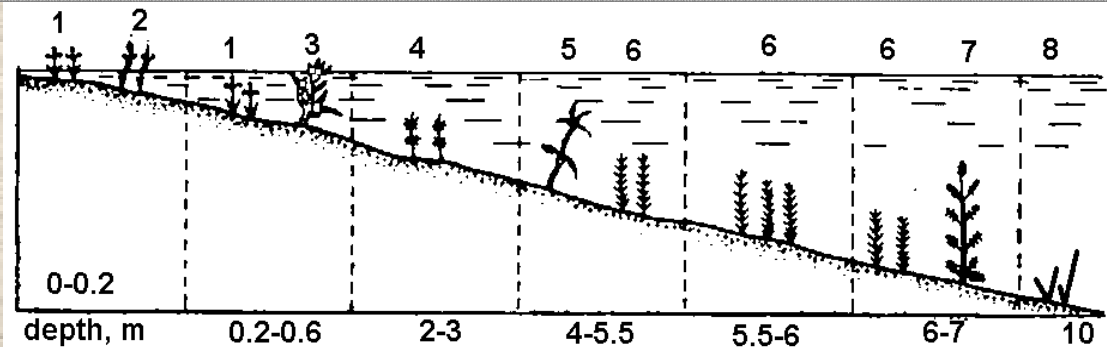
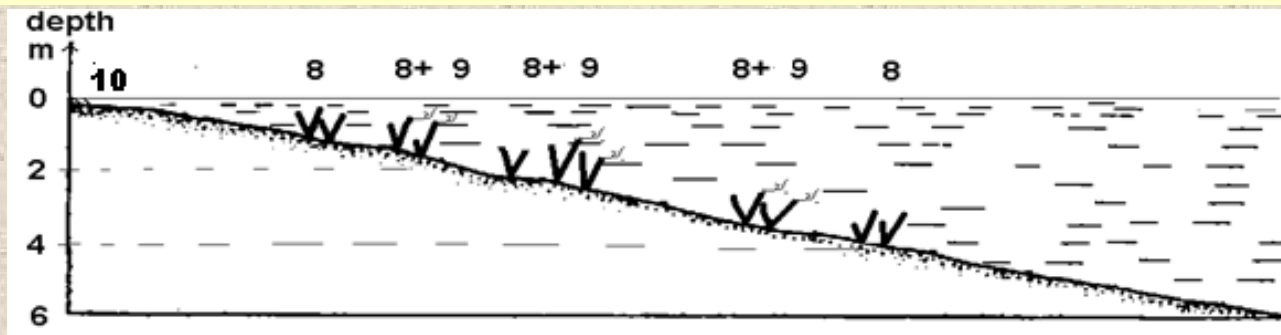


Fig.2. situation in 1994 (Zhakova)

# Littoral transect across eelgrass bed (*Zostera noltii*), Kokturnak peninsula, Northern Aral Sea, situation in 1996 (Zhakova)



# Список видов макрофитов, 1849 - 2005

(литературные данные, гербарные коллекции Ботанического института РАН, СТБ, и авторские данные)

## Погруженные водные растения - ГИДРОФИТЫ:

1. *Nymphoides peltata* (G.S.Gmel.) O.Kuntze,
2. *Myriophyllum spicatum* L.,
3. *Najas marina* L.,
4. *Potamogeton crispus* L.,
5. *P.filiformis* Pers.,
6. *P.lucens* L.,
7. *P.macrocarpus* Dobroch.,
8. *P.nodosus* Poir.,
9. *P.pectinatus* L.,
10. *P.perfoliatus* L.,
11. *P.pusillus* L.,
12. *Ruppia cirrhosa* (Petagna) Grande,
13. *R.maritima* L.,
14. *Zanichellia palustris* L.,
15. *Z.pedunculata* Reichb.,
16. *Zostera marina* L.,
17. *Z.noltii* Hornem. (=Nanozostera noltii)

## Воздушно-водные растения - ГЕЛОФИТЫ:

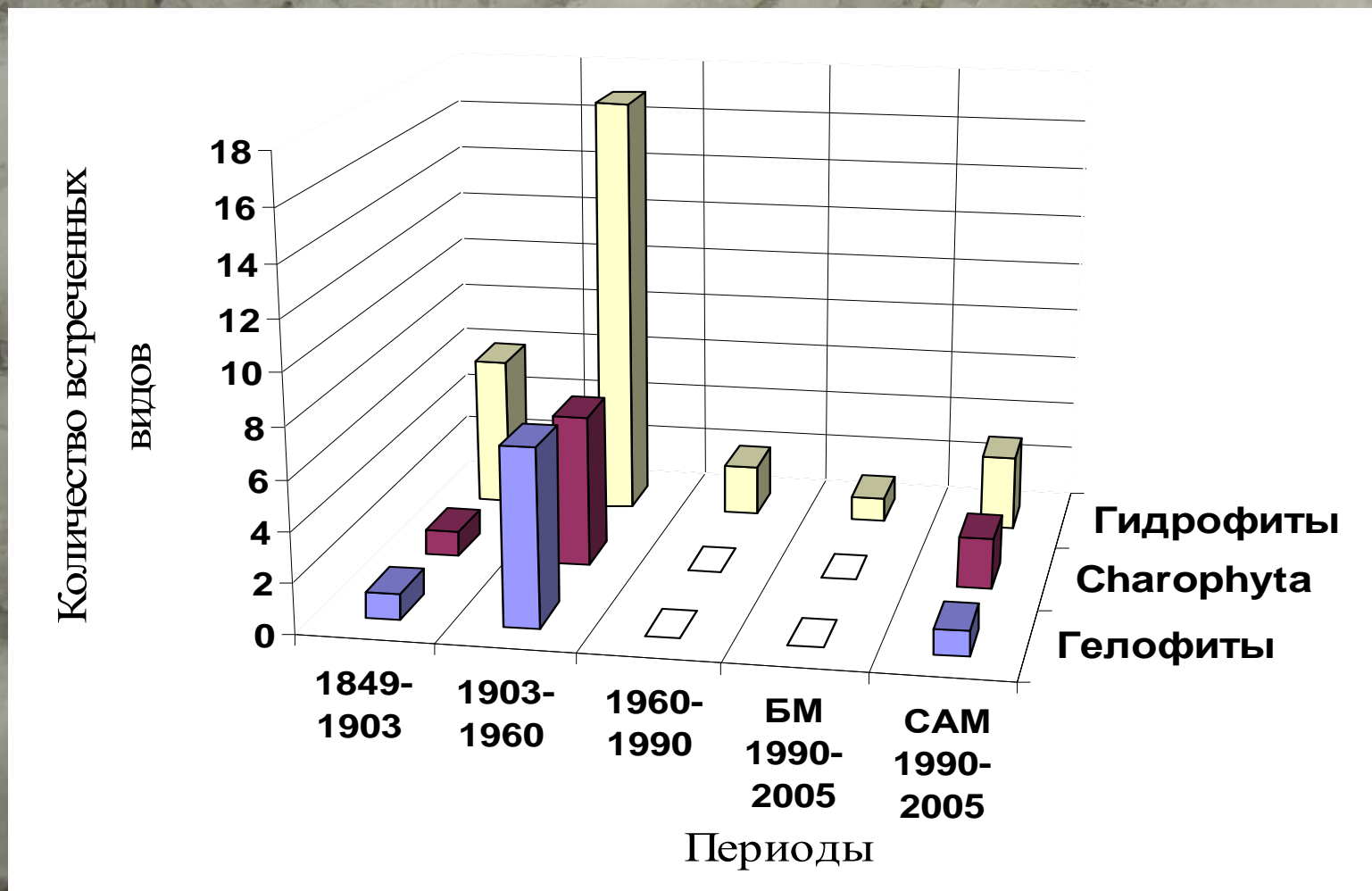
1. *Butomus umbellatus* L.,
2. *Phragmites australis* (Cav.) Trin.ex Steud.,
3. *Sagittaria trifolia* L.,
4. *Scirpus kasachstanicus* Dobroch.,
5. *S.tabernaemontani* C.C.Gmel.,
6. *S.trigueter* L.,
7. *Typha angustifolia* L.

## ХАРОВЫЕ ВОДОРΟΣЛИ

### Charophytes:

1. *Chara intermedia* (=Chara aculeolata Kutz.),
2. *Ch.polyacantha* A.Br.,
3. *Ch.tomentosa* L.,
4. *Lamprothamnium papulosum* (Wallr.) Gr.,
5. *Nitella hyaline* (DC.) Ag.,
6. *Nitellopsis obtusae* (Desv.in Lois.) Gr.

# Динамика численности видового состава экологических групп макрофитов в Аральском море с 1849 по 2005 гг.



## Выводы

- В период с 1849 по 2000 гг. Арал из слабосоленоватоводного олиготрофного озера с макрофитным типом зарастания превратился в гипергалинный мезосапробный водоем в котором доминируют сообщества микрофитобентоса.
- растительность мезогалинного олиготрофного Арала (1849-1903 гг.) была крайне однообразна по видовому составу: однородные биоценозы занимали огромные площади, доминировали тростник и зостера.
- На начальной стадии осолонения (1903-1960 гг.) произошло дробление сложившихся биоценозов на большее число новых, меньших по площади и более разнообразных по видовому составу. Но по мере осолонения ведущую роль в погруженном макрофитобентосе стали играть харовые и зеленые макроводоросли.
- Дальнейшее катастрофическое усыхание в период с 60-х по 90-е годы привело к разделению Арала на два водоема: Южный и Северный. Из-за высокой солености воды, засоления грунта и эвтрофикации погибло большинство растительных сообществ. Главную роль стали играть сообщества микрофитобентоса.
- В настоящее время Южное море разделилось на несколько гипергалинных водоемов, непригодных для существования зарослей высшей водной растительности и макрофитобентоса.
- в Северное Аральское море имеет ничтожную степень зарастания широкораспространенными галофильными космополитными и чрезвычайно полиморфными видами гидрофитов и макроводорослей, проникающими в Арал из других континентальных солоноватоводных водоемов Средней Азии.

**Благодарю за  
внимание!**



Фото Д.Пирюлина и И.Плотникова