



# Жизнь в морской среде

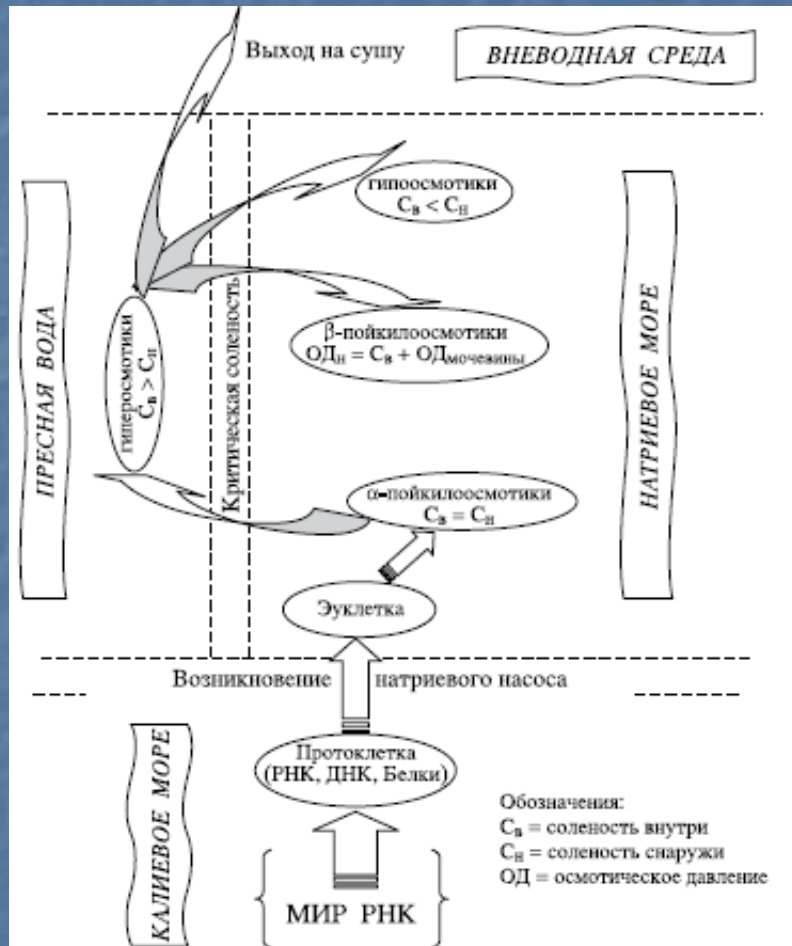
*Море интереснее суши  
И. Бродский*

В.А. Спиридонов  
Институт океанологии РАН

# Введение в введение в

- Гидробиологию – науку о биологических процессах в водной среде
- Морскую биологию – науку о биологических процессах в морской среде
- Биоокеанологию – науку о связи физико-химических и биологических процессов в океане

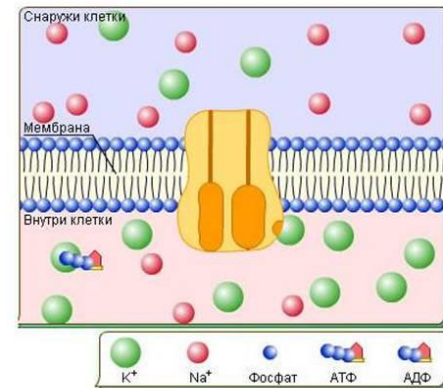
# Калий-натриевая революция



Эволюция солёностных отношений животных по В.В. Хлебовичу (1974) с изменениями Хлебович (2014а).

## НАТРИЙ-КАЛИЕВЫЙ НАСОС

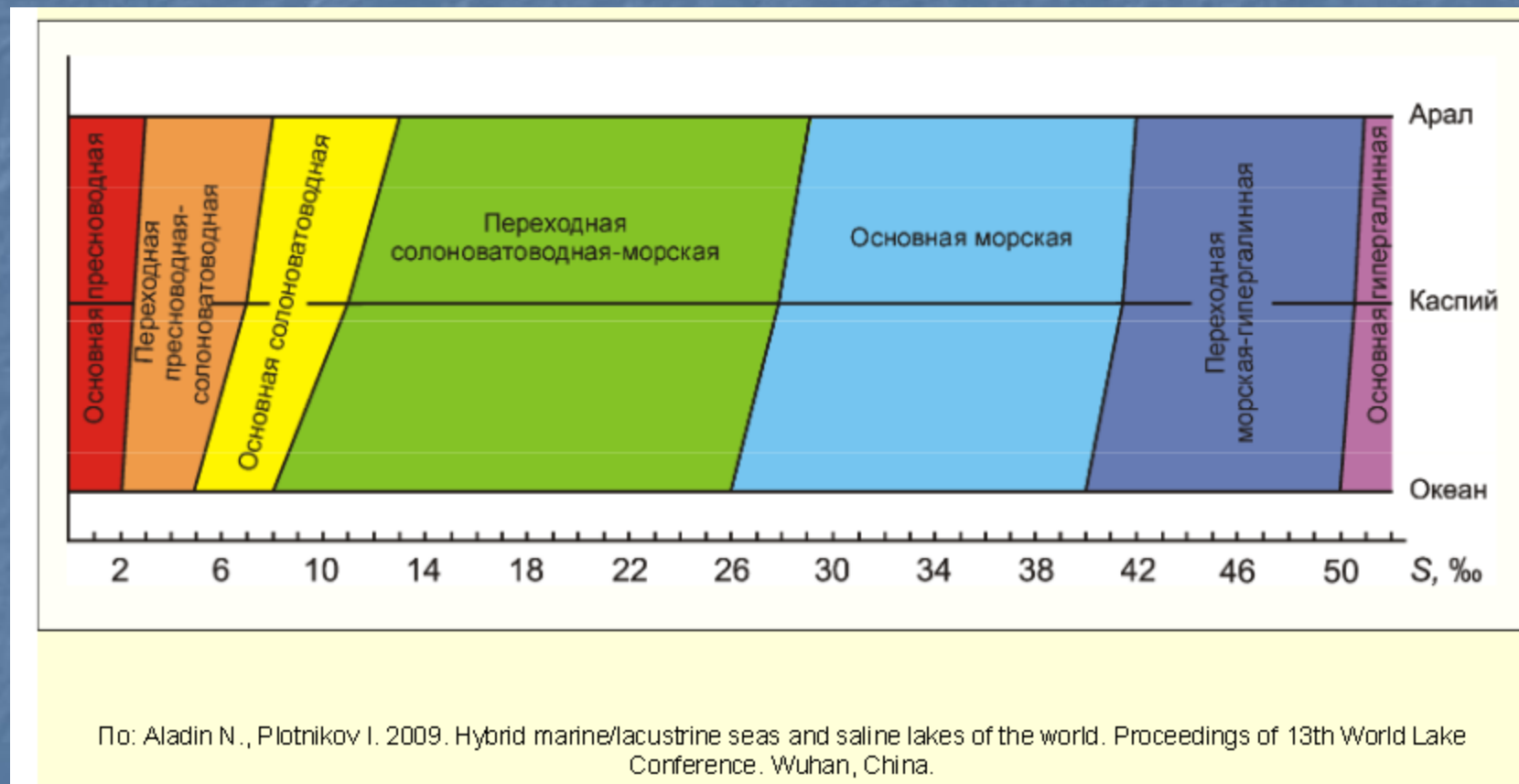
- Обмен осуществляется при помощи специальных белков, образующих в мембране так называемые каналы. На рисунке показана работа такого канала (насоса), обеспечивающего движение ионов натрия и калия через клеточную мембрану.



КРИТИЧЕСКАЯ СОЛЁНОСТЬ КАК МАРКЕР СМЕНЫ КАЛИЕВОЙ ЭПОХИ РАЗВИТИЯ ЖИЗНИ НА НАТРИЕВУЮ

© 2015 г. В. В. Хлебович

# Где начинается морская среда



# Основные экологические группы морской биоты

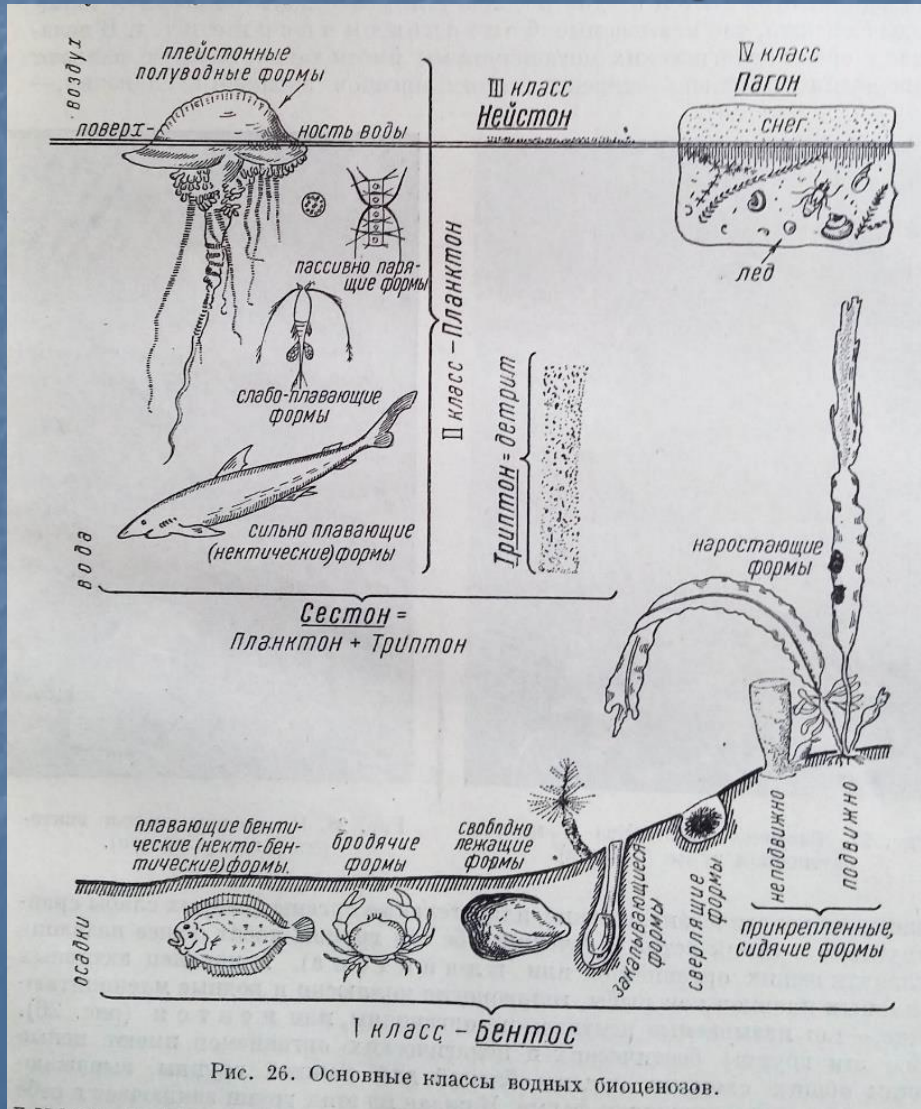
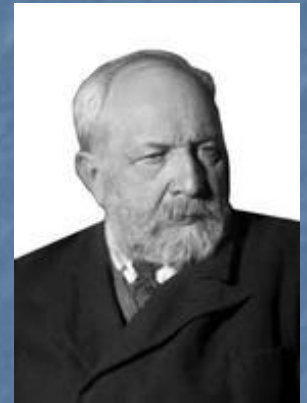
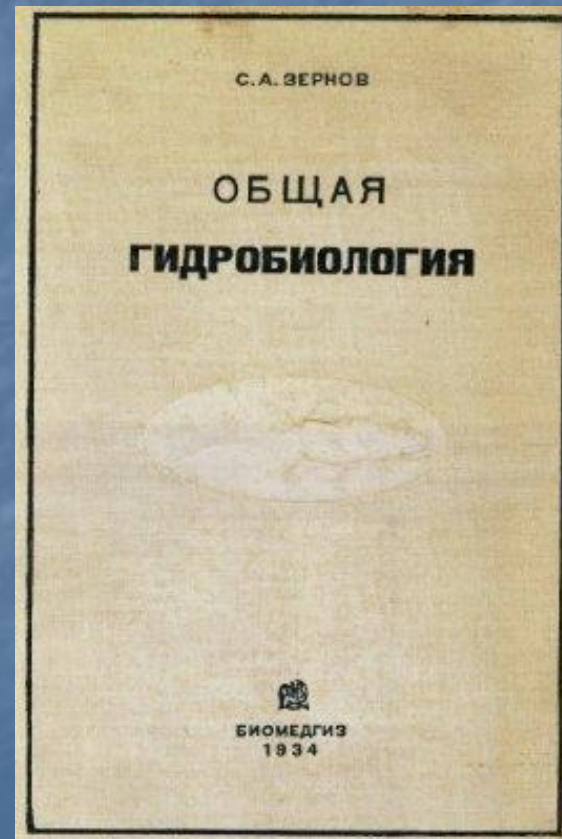


Рис. 26. Основные классы водных биоценозов.



С.А. Зернов  
(1871 – 1945)



# Планктон: жизнь в мире турбулентности и течений

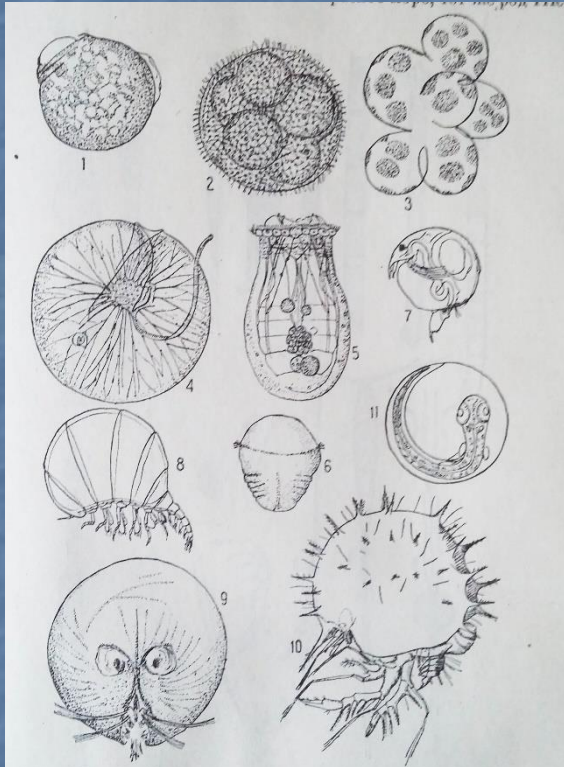


Рис. 58. Шаровидные планктонические организмы.

1—водоросль *Halosphaera viridis* (из Heterosontae); 2—*Volvox globator* с дочерьями внутри; 3—водоросль *Rhizosolenia hebetata* (из *Syringonadinae*); 4—*Noctiluca miliaris*; 5—*Planorbis*; 6—личинка (trochophera) червя; 7—*Chydorus sphaericus*; 8—*Mimoneustes* (амфипод); 9—остранода *Gigantocypris gigaxii* (наподобие двух глаз выступают светящиеся амфипод); 10—личинка десятиного рака *Polychaetes* (младшая стадия); 11—яйцо наемки *Pleuconectes platessa*.

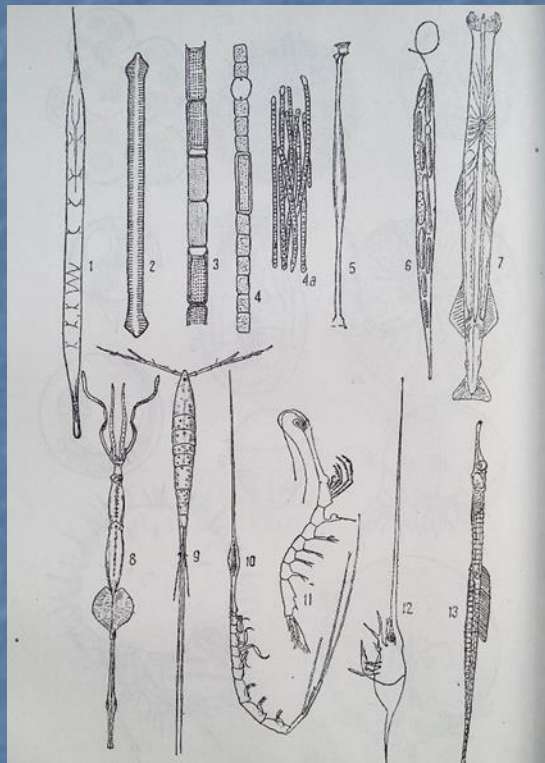


Рис. 59. Вытянутые палочковидные планктонические организмы.

1—*Rhizosolenia hebetata*; 2—диатомея *Synedra*; 3—диатомея *Melosira islandica*; 4—*Planorbis*; 5—*Planorbis*; 6—*Planorbis*; 7—*Planorbis*; 8—*Planorbis*; 9—*Planorbis*; 10—*Planorbis*; 11—*Planorbis*; 12—*Planorbis*; 13—*Planorbis*.

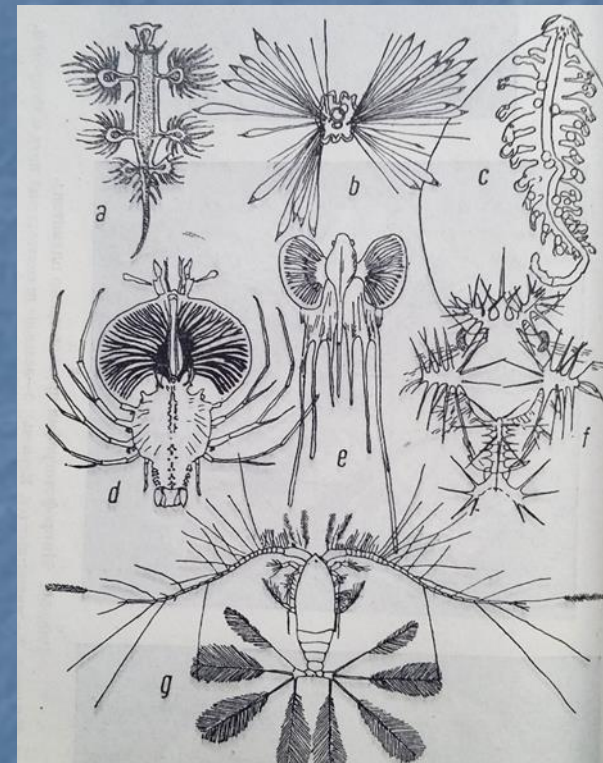
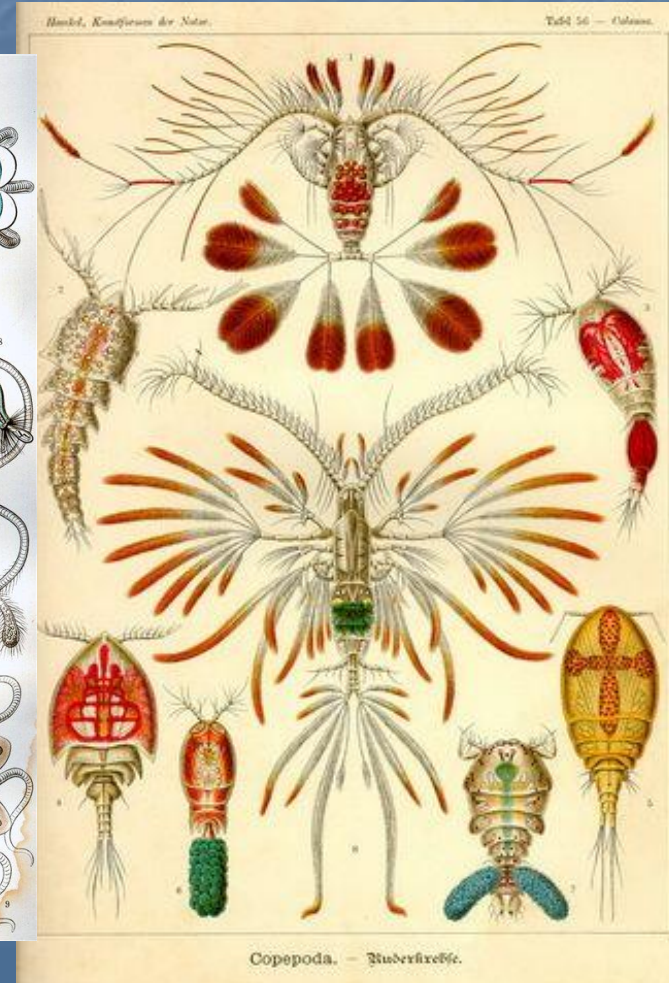
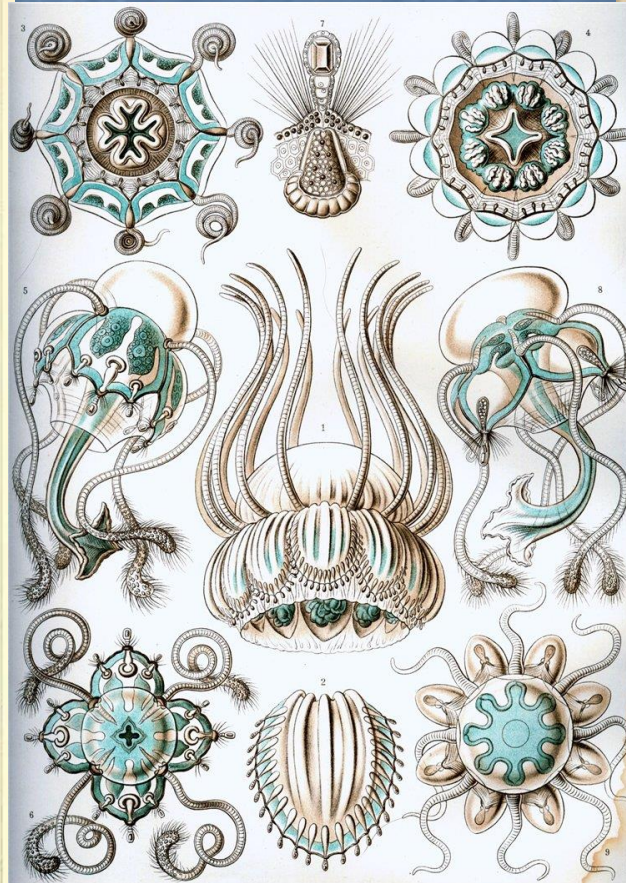
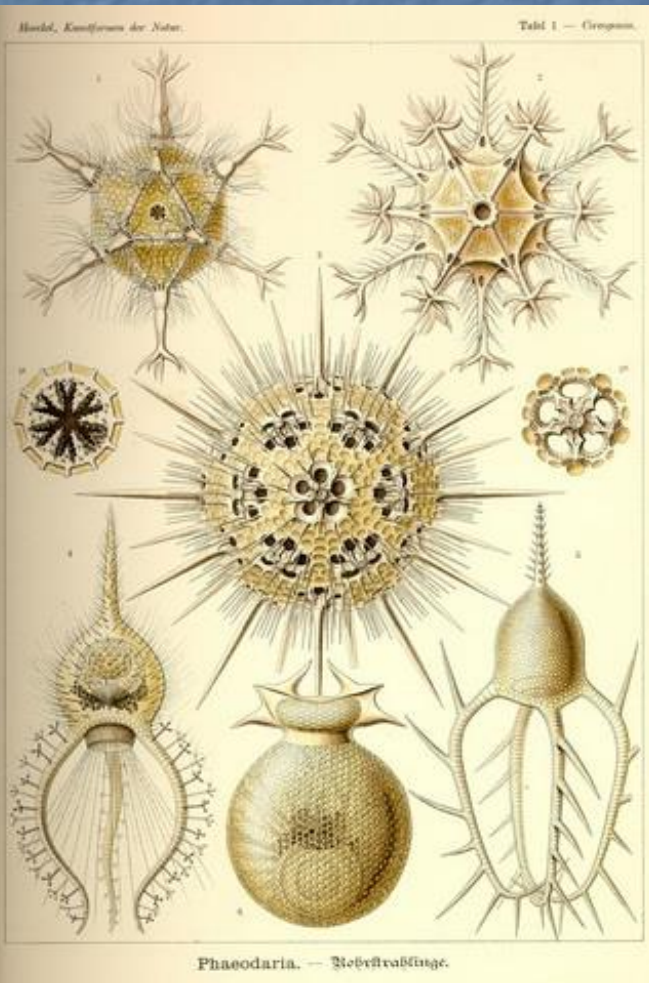


Рис. 61. Планктонические организмы ежевидной и дисковидной формы.

1—*Glaucus atlanticus*; 2—личинка червя, так наз. *Mitraria mülleri*; 3—червь *Mitraria mülleri*; 4—личинка рака *Pallanus*; 5—личинка морского чорта *Lophius*; 6—личинка десятиного рака *Elaphocaris* (*Sergestes*); 7—взрослый рачок *Calocalanus pavo*.

# Таксономические группы, включающие преимущественно планктонные организмы



# Нектон: активные и не очень активные ПЛОВЦЫ

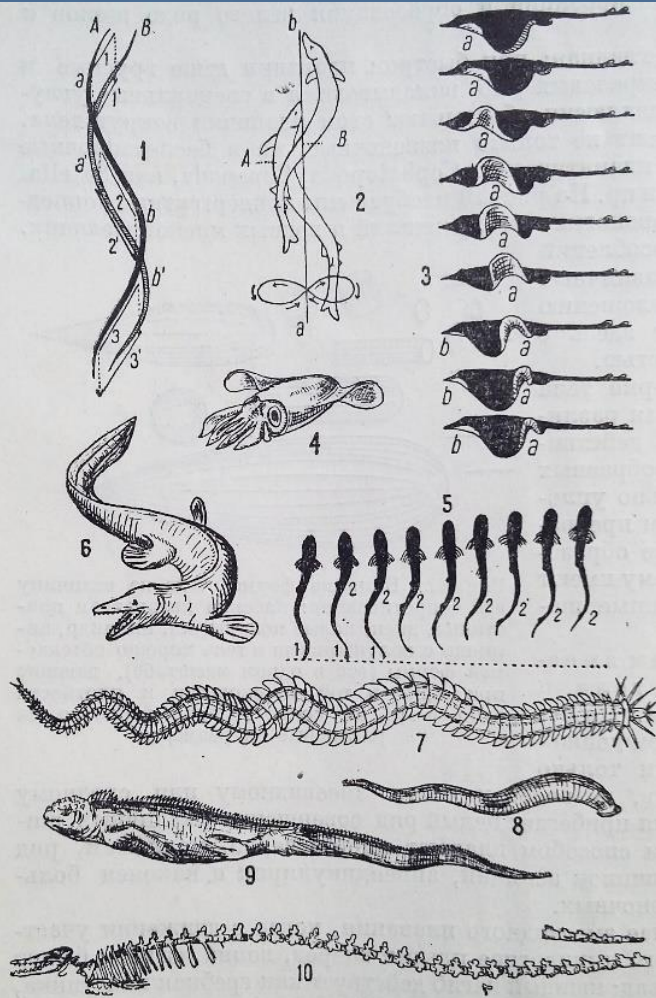


Рис. 63. Плавательные движения.

1—схема действия сил при змеевидных изгибах; 2—змеевидные изгибы рыб; 3—движение плавников у ската (а—первая волна, b—вторая волна); 4—плавание кальмара *Loligo vulgaris*; 5—волнообразные изгибы тела у акулы (1—первая, 2—вторая волна); 6—реставрация ископаемого плавающего ящера *Mosasaurus* меловой эпохи; 7—волнообразные изгибы червя *Phyllosoce*; 8—волнообразные движения пиявки *Haemoris sanguisuga*; 9—плавающая ящерца Галапагосских островов *Amblyrhynchus cristatus*; 10—ископаемый кит *Zeuglodon cetoides*.

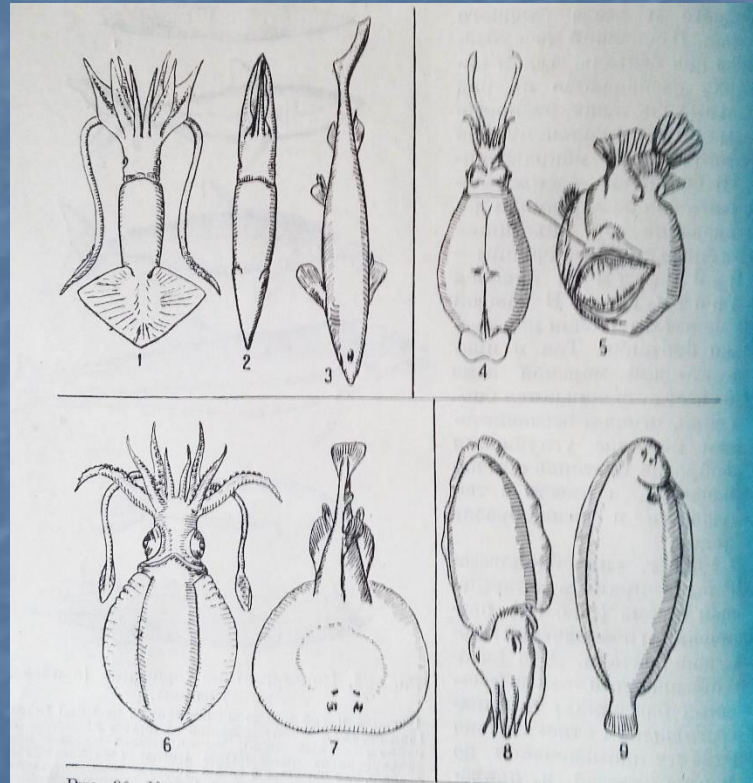


Рис. 30. Конвергентные формы тела у рыб и головоногих моллюсков.

3—торпедная форма у *Stenoteuthis bartrami* Lesueur (2—при быстром плавании) и акулы (1—форма у *Sepioteuthis blainvilliana* и ската *Torpedo*; 4—*Sepia* и *Melanocetus johnstoni* (6); 5—*Sepia* и *Melanocetus johnstoni* (7); 8—*Sepia* и *Melanocetus johnstoni* (9).



# Миграционный цикл нектонного вида: баренцевоморская треска

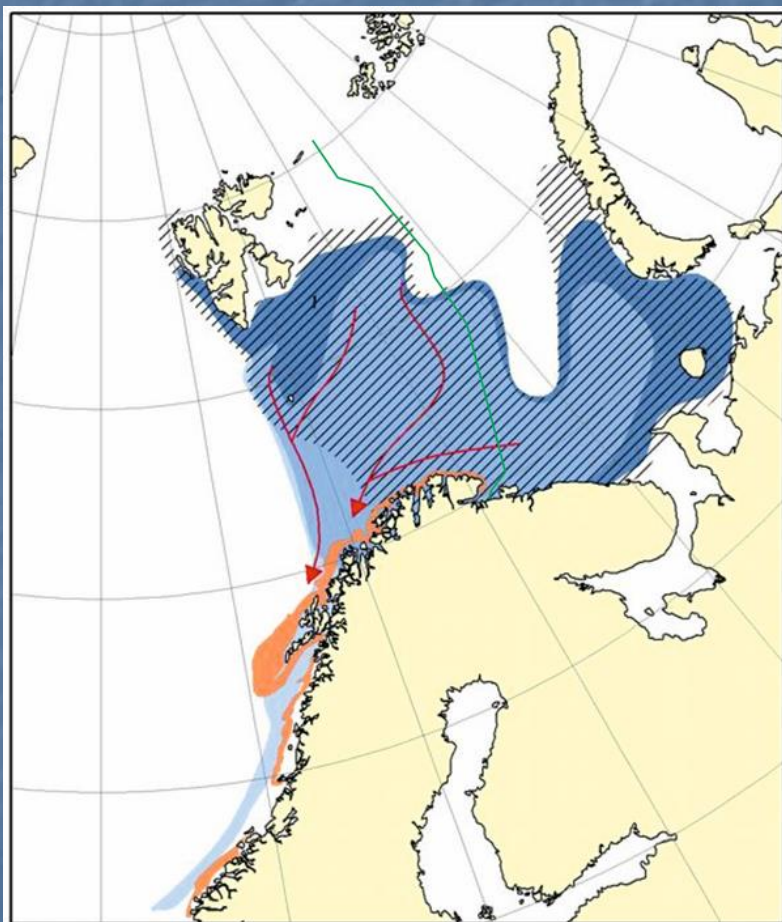


Фото: WWF



# Диаграмма миграций рыб («треугольник Харден-Джонса»)



# Другие представители нектона



# Бентос: обитатели и инженеры морского дна

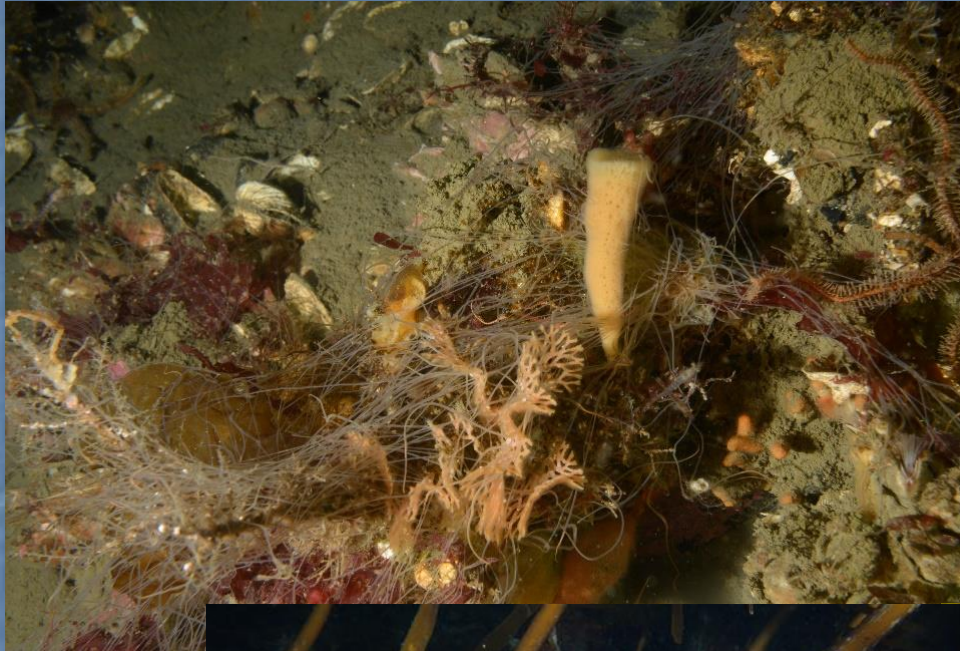
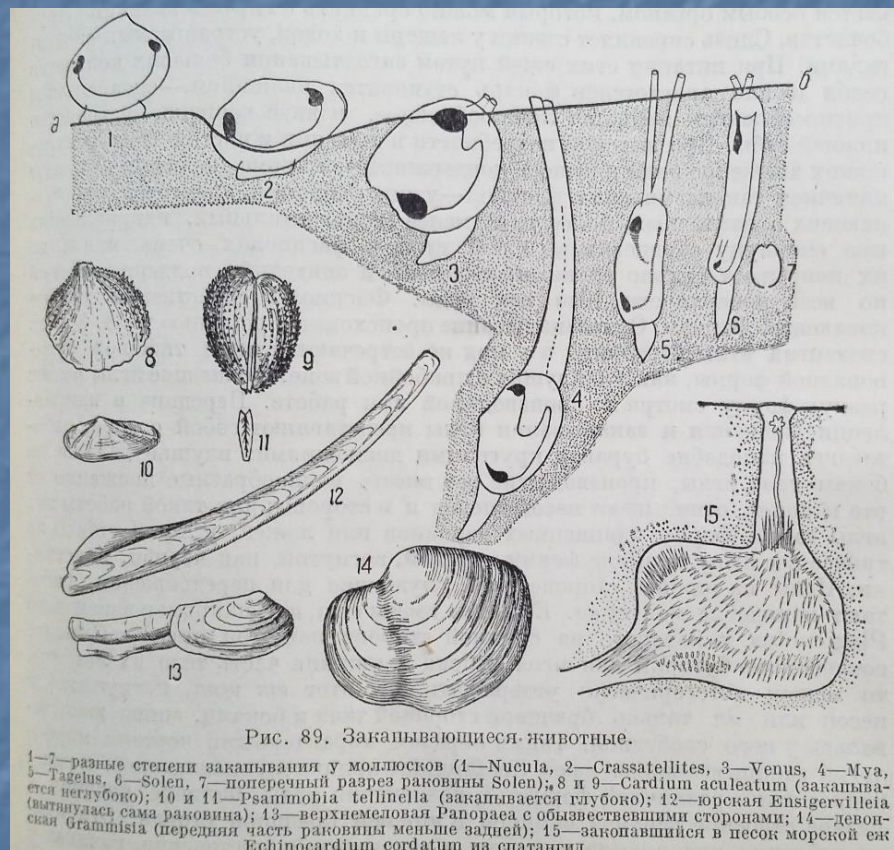
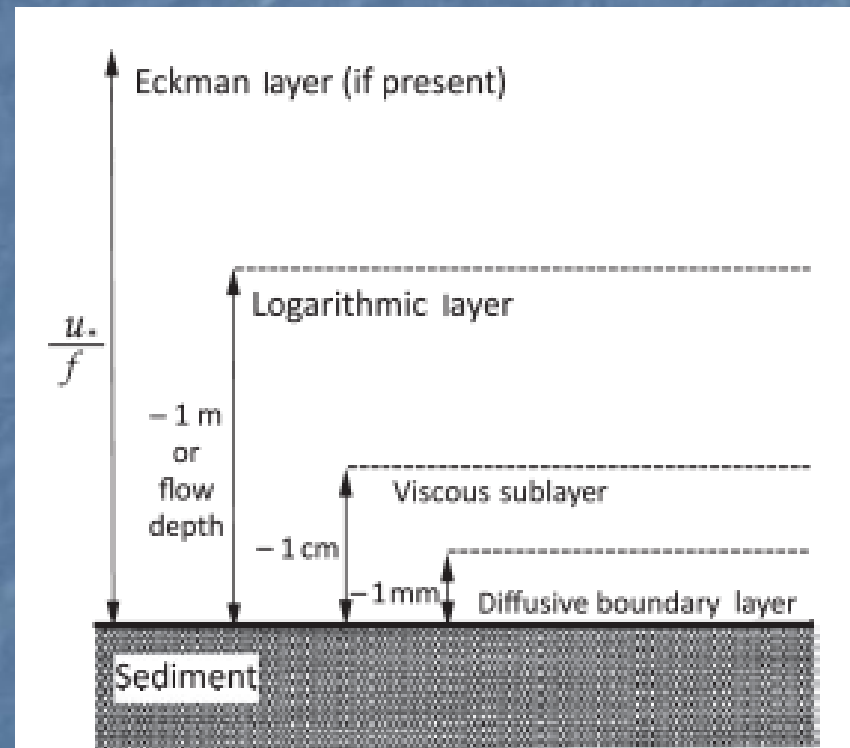
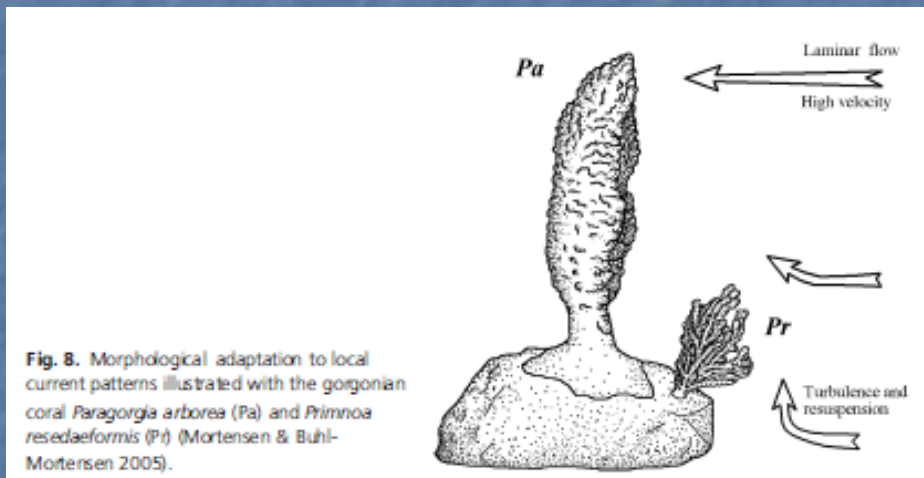


Фото: О. Савмкин,  
В. Спиридонов,  
В. Соколов

# Эпифауна и инфауна



# Живя на дне нужно ориентироваться в разных формах движения воды



Источник: Buhl-Mortensen et al., 2010

Популяция Западно-камчатского шельфа: классическая схема миграционного цикла по работам Н.П. Навозова-Лаврова, Х. Марукава, И.Г. Закса, Л.Г. Виноградова, В.И. Чекуновой

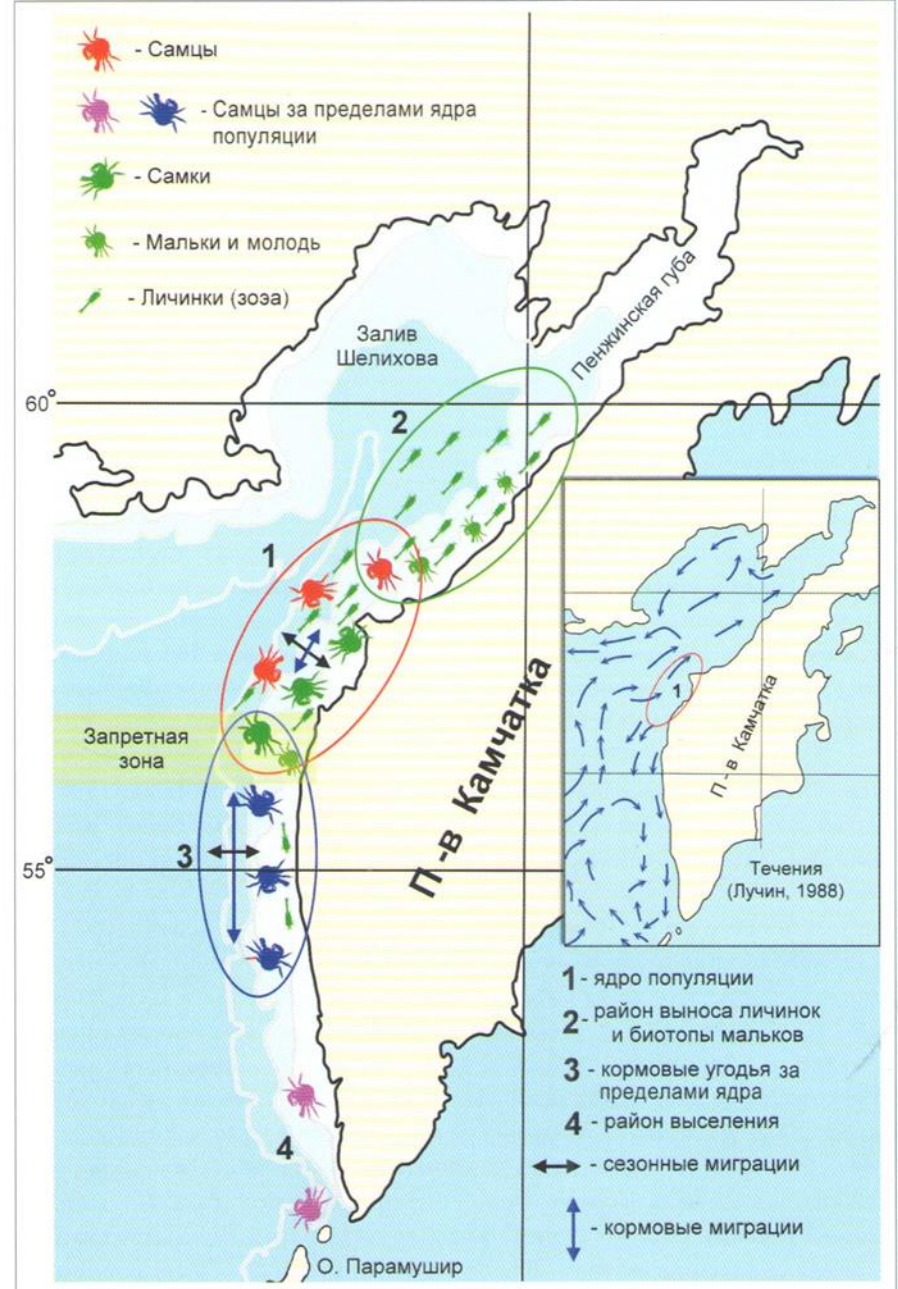
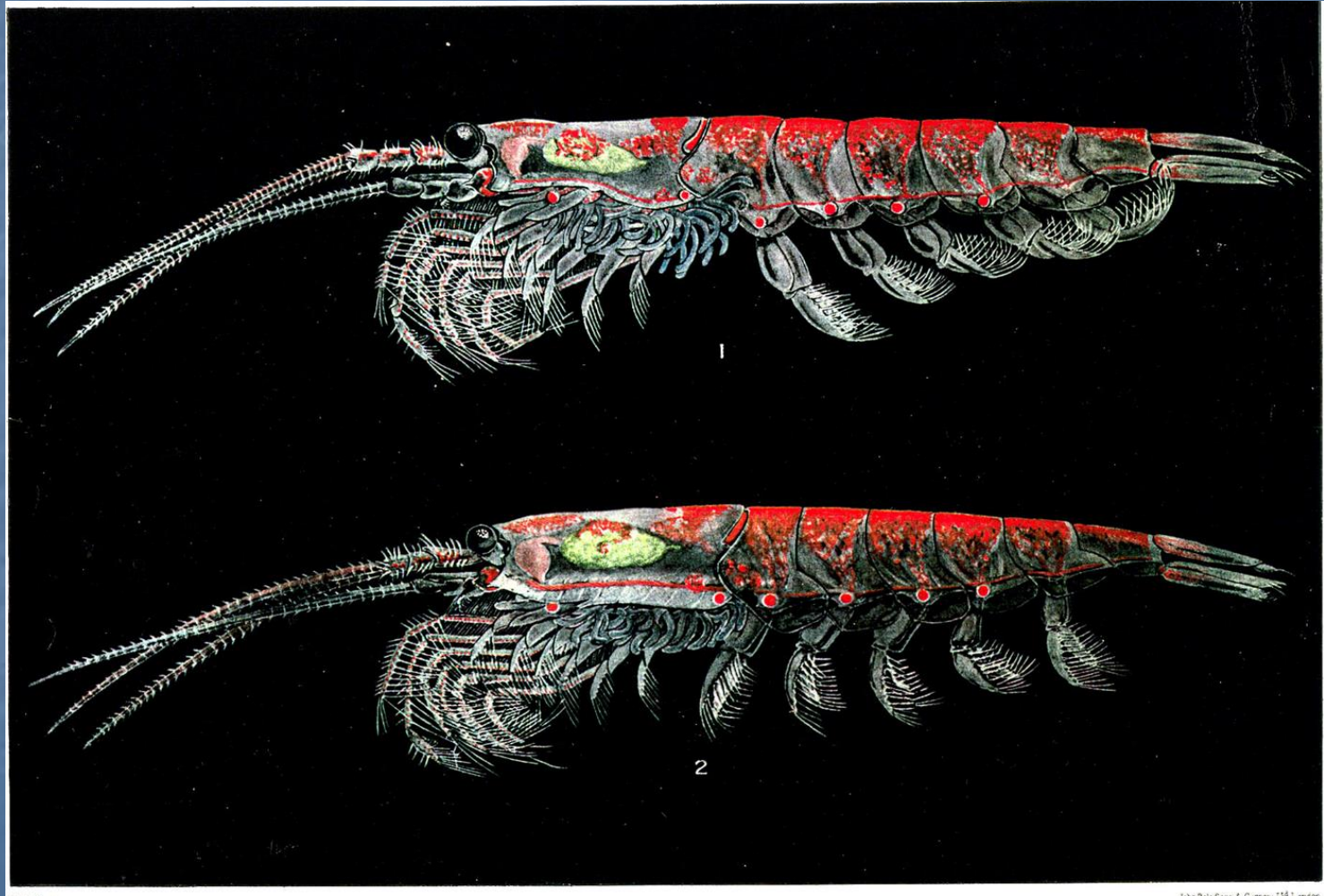


Рис. 5. Схема пространственной структуры западнокамчатской популяции камчатского краба.

Далеко не всегда так просто решить, к  
планктону, нектону или бентосу относится тот  
или иной организм



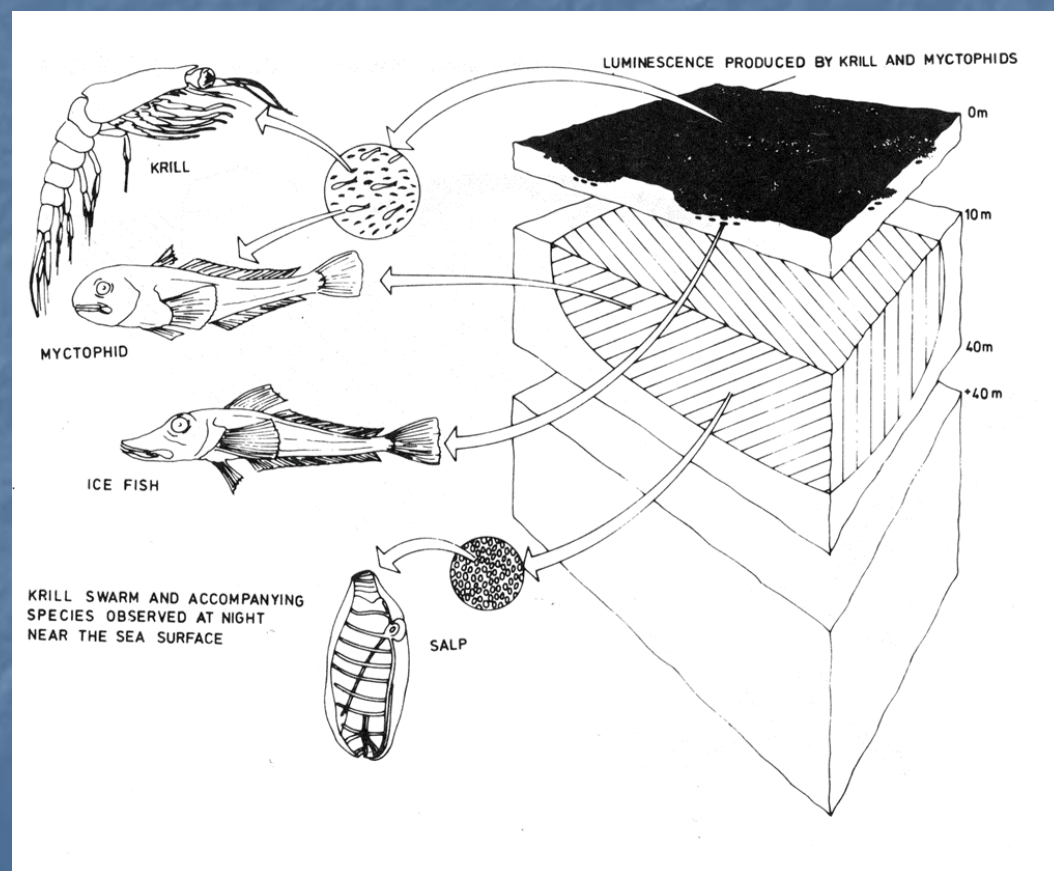
Антарктический криль, *Euphausia superba* Dana, 1852 ( из Bargmann, 1945)



# Пищевой каскад в «пятне» криля (Томо, 1983)

«Я уже упоминал, что пингвины питаются шримсами; сие служит некоторым доказательством, что проходимый нами Ледовитый океан наполнен сими морскими насекомыми»

Ф.Ф. Беллингаузен, Двукратные изыскания в Южном Ледовитом океане и плавание вокруг света в продолжение 1819, 20 и 21 годов, совершенное на шлюпах «Востоке» и «Мирном» под начальством капитана Беллингаузена командира шлюпа «Восток». Шлюпом «Мирным» командовал лейтенант Лазарев. Второе издание. М: Государственное изд-во геогр. литературы, 1949, с. 289.



# Криль способен питаться фитодетритом у дна вплоть до абиссальных глубин



## Adult Antarctic Krill Feeding at Abyssal Depths

Andrew Clarke<sup>1,\*</sup> and Paul A. Tyler<sup>2</sup>

Current Biology 18, 282–285, February 25, 2008

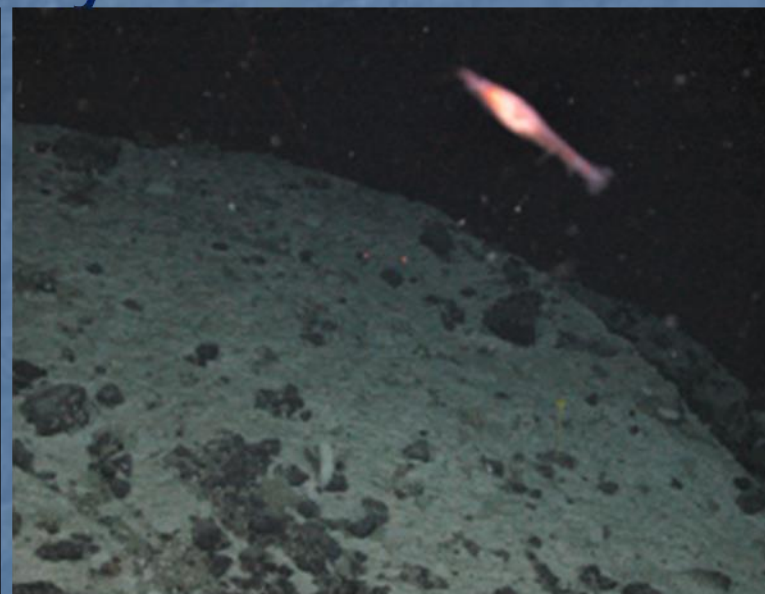
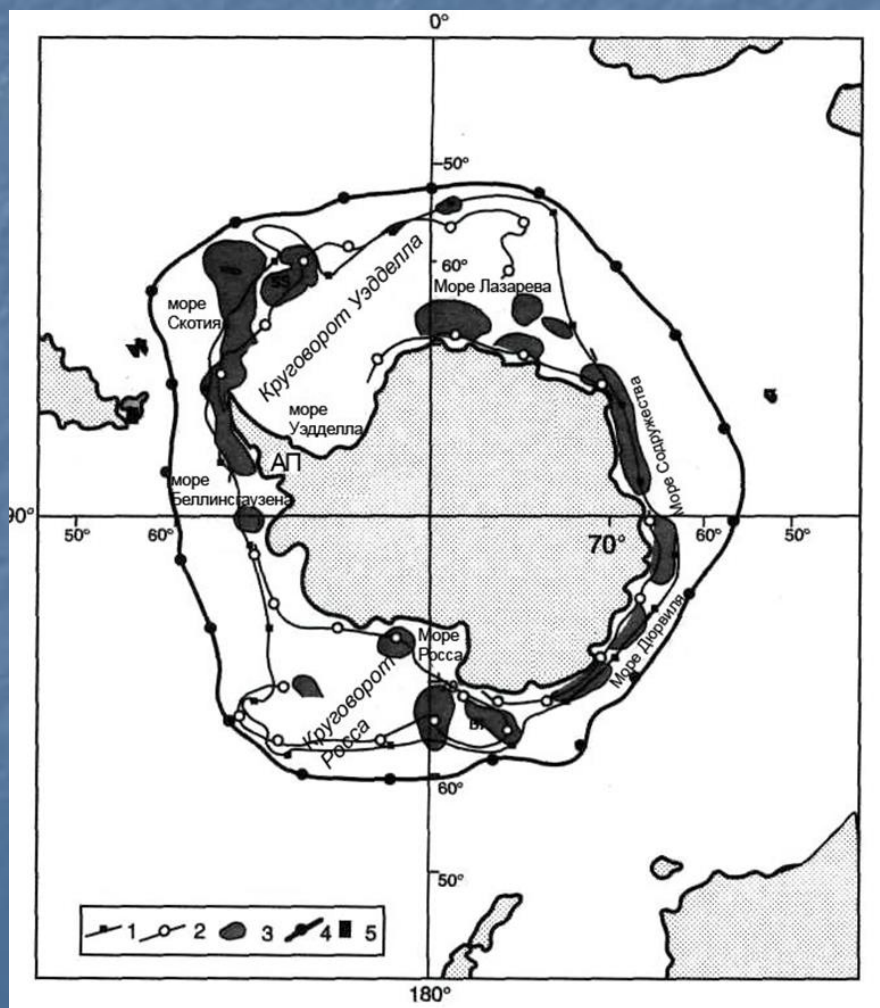


Figure 4. Antarctic Krill, *Euphausia superba*

(A) Gravid female *Euphausia superba* showing the markedly swollen thorax caused by the maturing ovary (image copyright British Antarctic Survey).  
(B) Image taken from *Isis* at 3000 m (dive 8), showing adult Antarctic krill just above the seabed (image copyright Paul Tyler, National Oceanography Centre, Southampton).

# И все же непонятно, откуда берется и куда деваается криль



Районы концентрирования  
в летний период.

Источник: Spiridonov, 1996

# *Charybdis smithii* – краб, который относится к бентосу, нектону и планктону одновременно

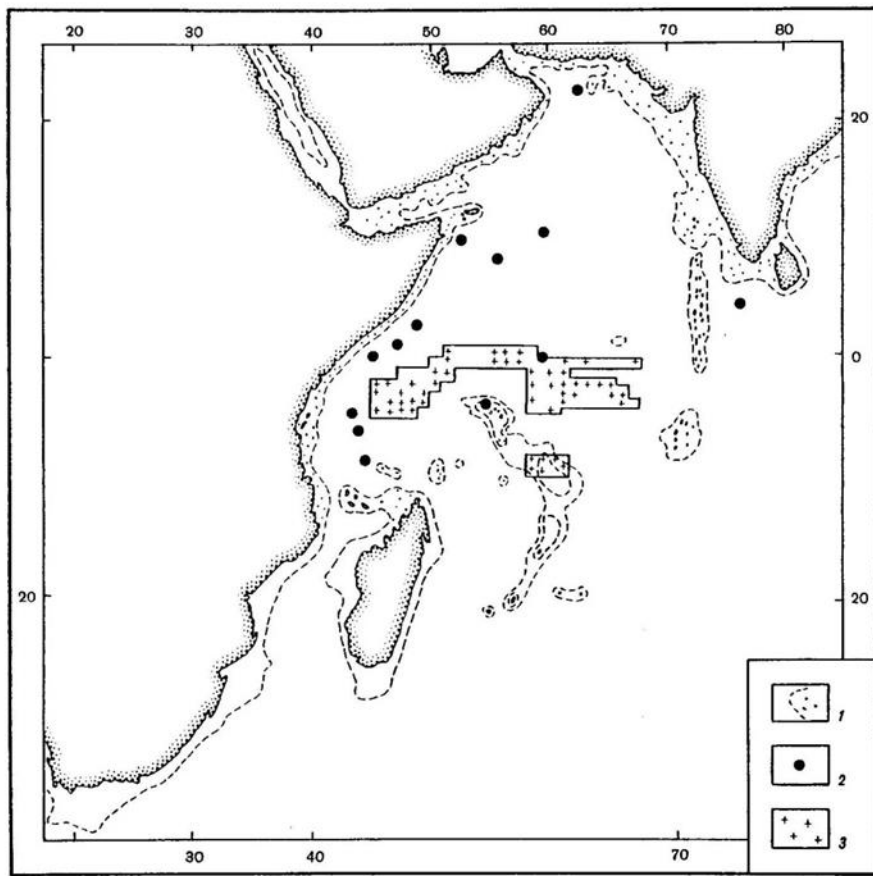


Рис. 4. Географическое распространение *Charybdis (G.) smithi* McLeay (по Заморову и др., 1991 с изменениями и дополнениями)

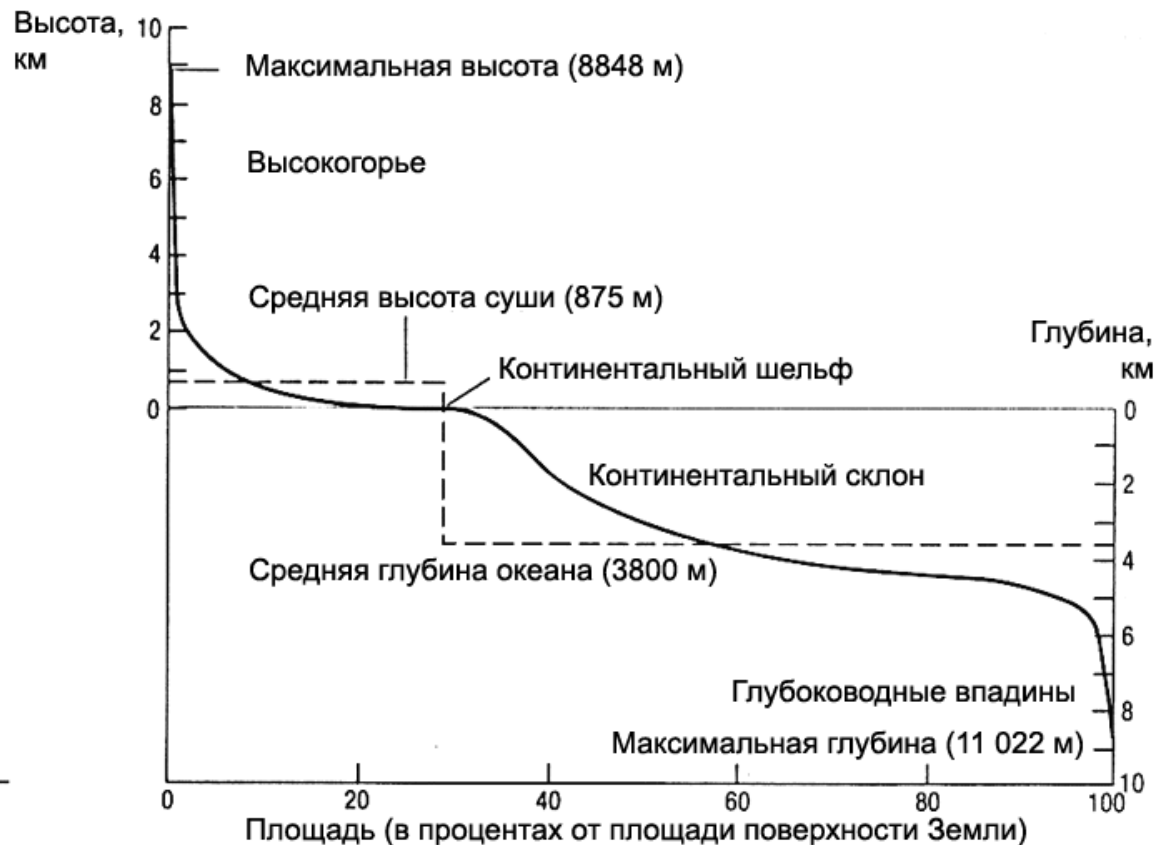
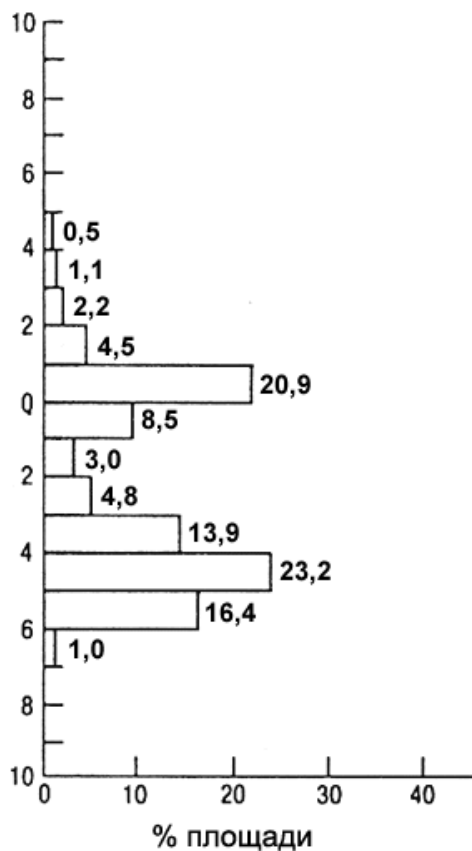
1 — область обитания вида на континентальном и островном шельфах; 2 — находки за пределами континентальной окраины (в основном в пелагиали); 3 — места находок вида в желудках тунцов

# Миграционный цикл *Charybdis smithii*

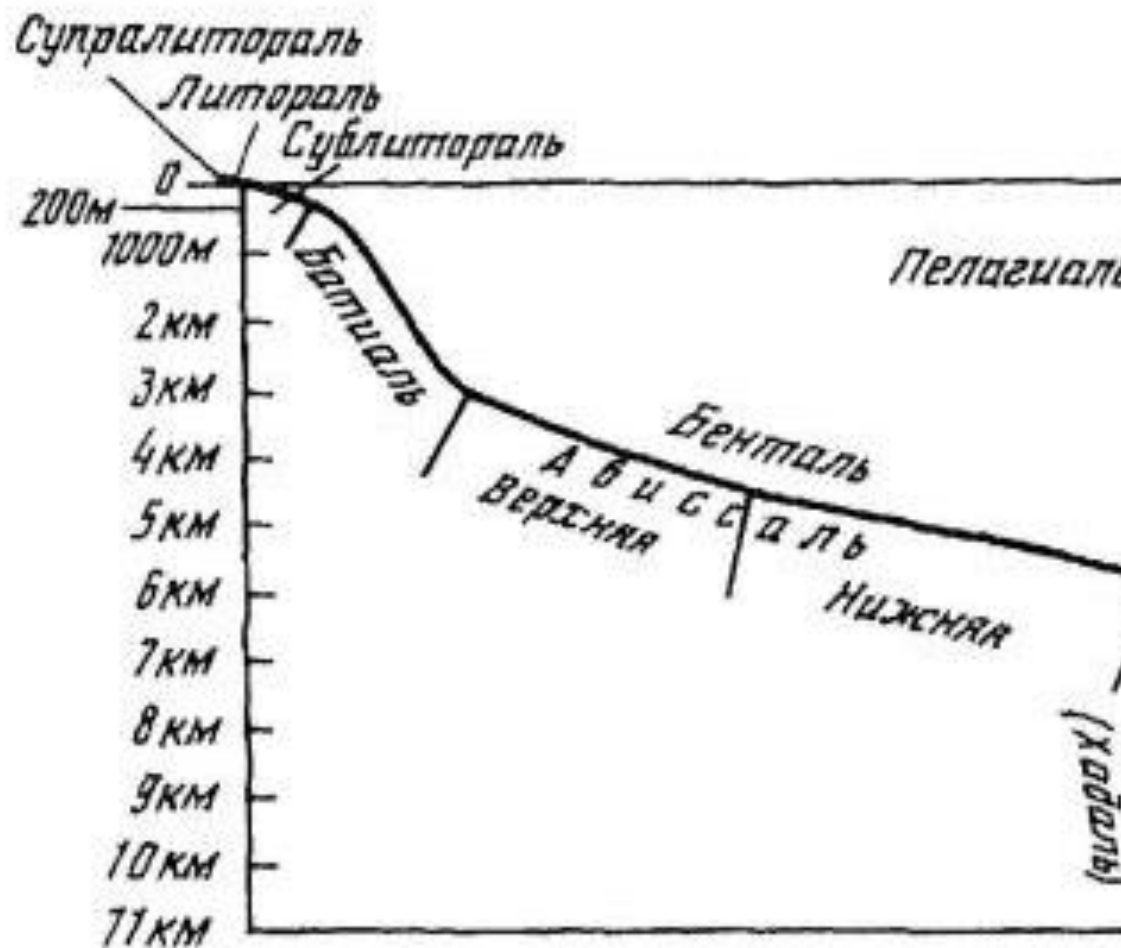
Аденский залив, шельф Восточной Африки  
и Аравийского моря



# Основные подразделения морской среды основаны на гипсографической кривой



# Основные вертикальные зоны (пояса) жизни в море



# Литораль

## ЗОНА ЗАПЛЕСКА

Под водой оказывается редко, подвергается воздействию солнца и ветра и потому наименее обитаема.

## ВЕРХНЯЯ ЛИТОРАЛЬ

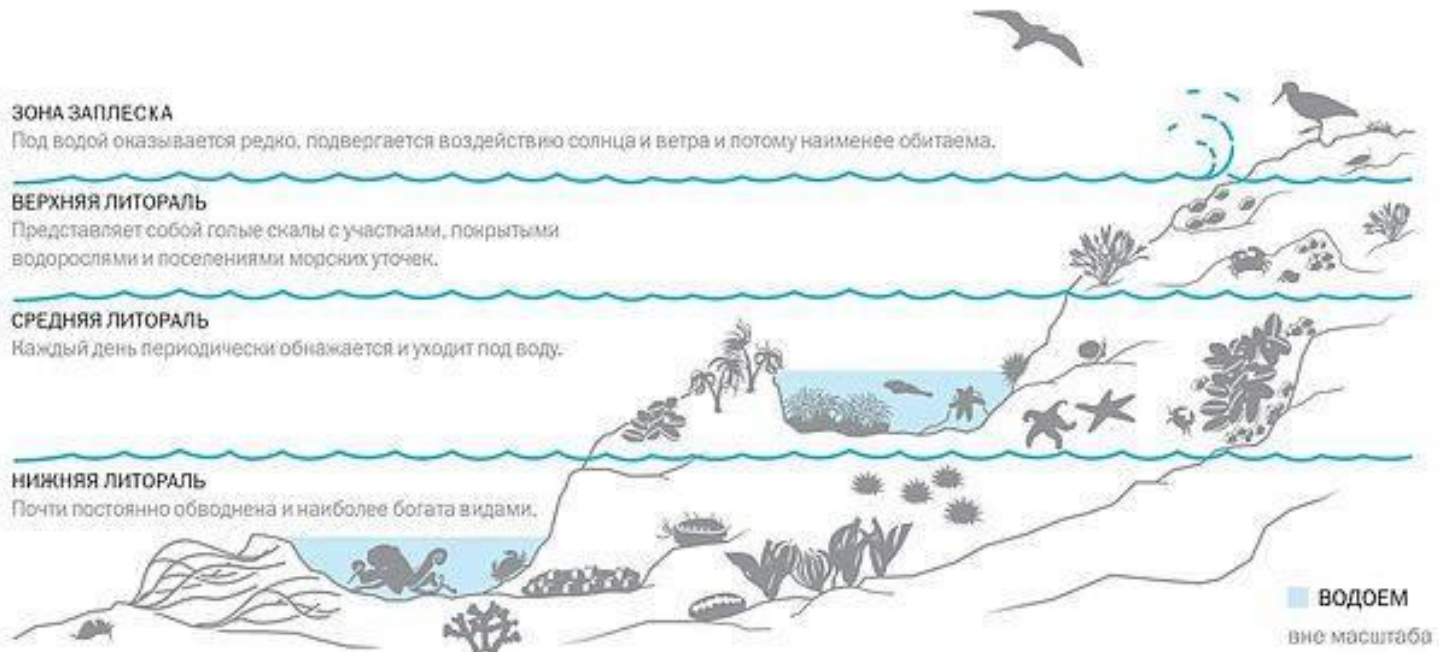
Представляет собой голые скалы с участками, покрытыми водорослями и поселениями морских уток.

## СРЕДНЯЯ ЛИТОРАЛЬ

Каждый день периодически обнажается и уходит под воду.

## НИЖНЯЯ ЛИТОРАЛЬ

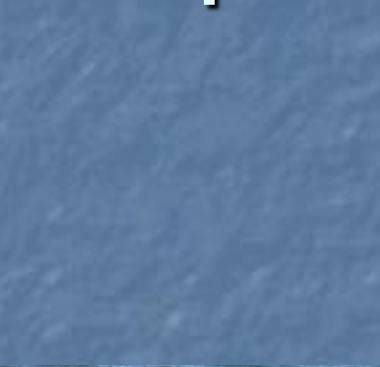
Почти постоянно обводнена и наиболее богата видами.



**ЭТАЖИ ЖИЗНИ** Условия жизни на литорали резко меняются по мере удаления от кромки моря. Самые отдаленные поселения организмов уходят под воду только на краткие промежутки времени, подвергаясь долгому иссушающему воздействию солнца и ветра. Нижняя литораль почти все время скрыта под водой. Приливные водоемы – прибежище существ, которые предпочитают постоянно находиться в воде.



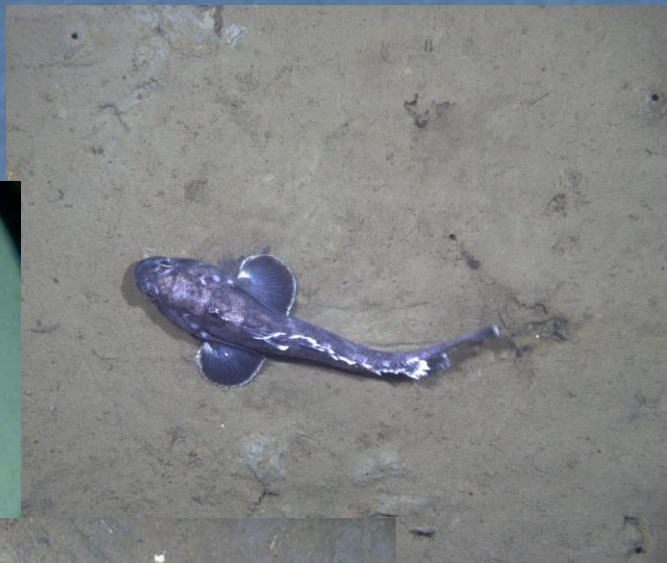
# Разнообразие биотопов литорали



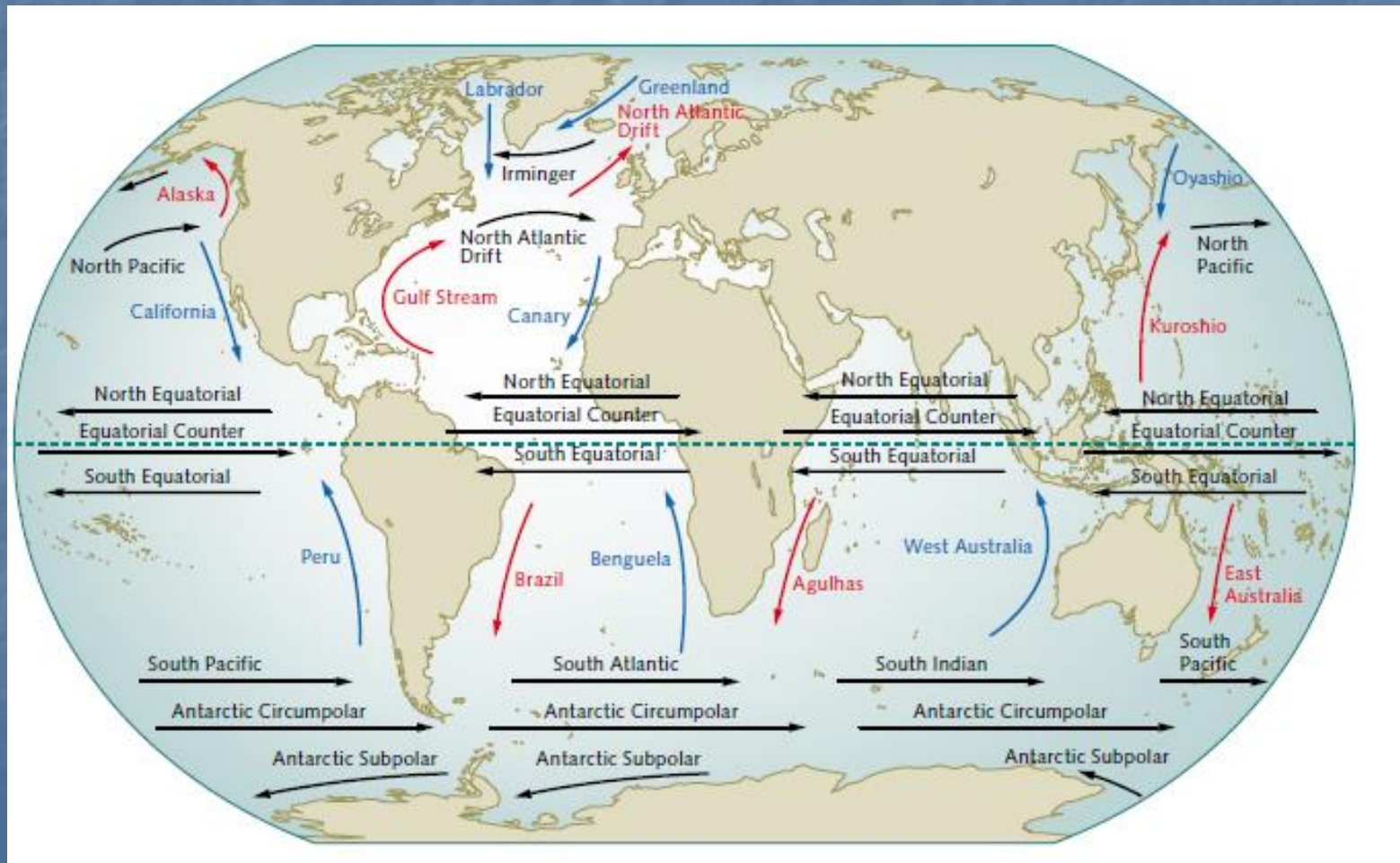
# Верхняя сублитораль



# Нижняя сублитораль и батиаль



# Циркуляция вод и биология пелагиали: крупномасштабные круговороты



# Сообщества крупномасштабных круговоротов

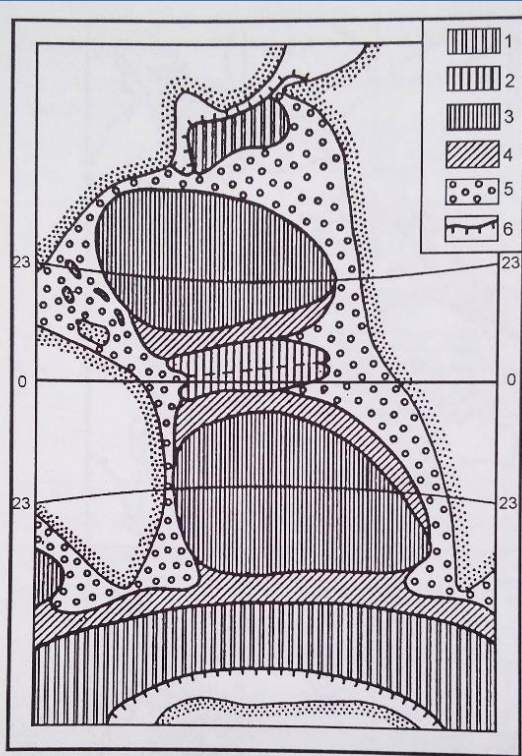
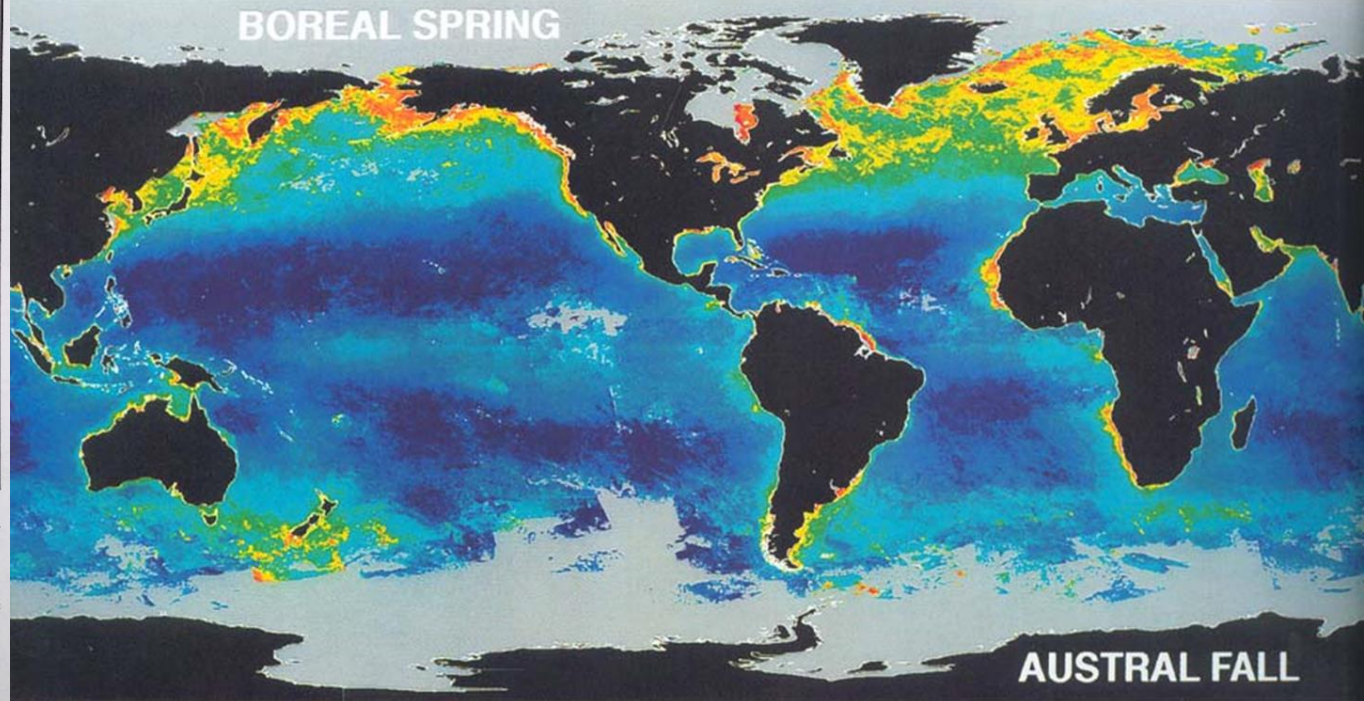
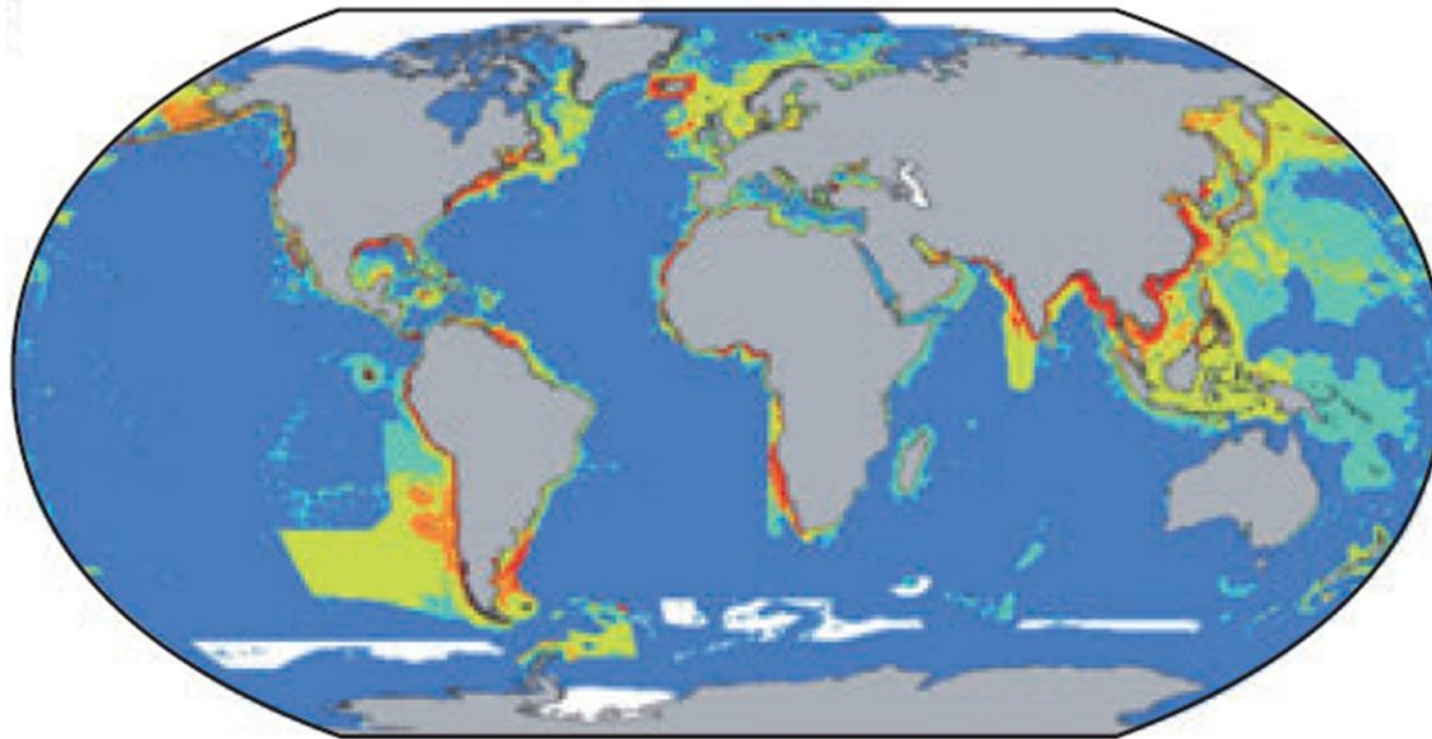


Рис. 9. Архетип океанского комплекса (по: Беклемишев, 1969; стр.76).

Сообщества: 1 — первичные умеренно-холодноводные, субполярные; 2 — первичные тепловодные тропические (стврофные); 3 — первичные тепловодные субтропические (олиготрофные); 4 — вторичные; 5 — дальне-неритические; 6 — холодноводные ледово-неритические.



# Распределение удельного вылова рыбы, 2000-2007 гг. (Sumaila et al., 2011)



Catch volume [t per year  
0.5° x 0.5° grid cell]

□	0
■	1– 5
■	6– 10
■	11– 50
■	51– 100
■	101–5,000

# Морской лед и приледовый слой – важнейшая океанская система (Антарктика)

Antarctic sea ice change and variability – Physical and ecological implications

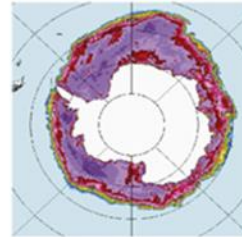
Robert A. Massom<sup>a,b,\*</sup>, Sharon E. Stammerjohn<sup>c</sup>

Polar Science 4 (2010) 149–186

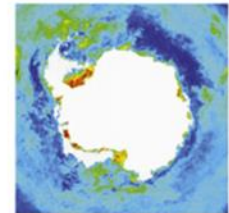
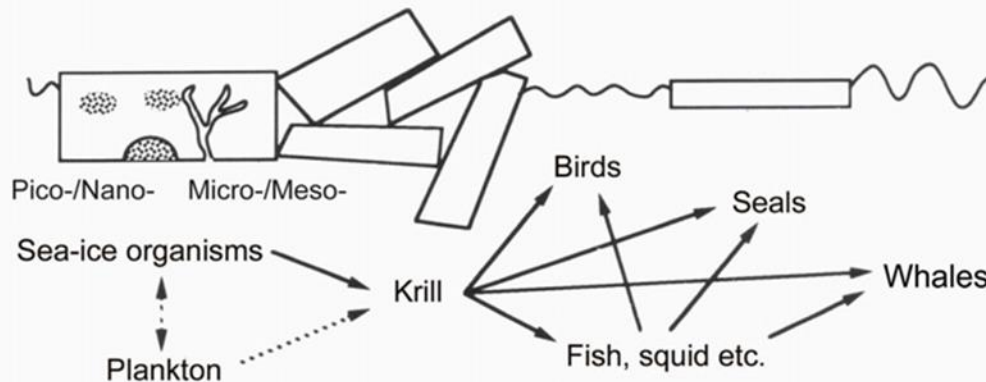
→ Increasing size & time



Feature	Primary porosity	Secondary porosity	Cracks & ridges	Leads	Floes	Polynyas & Fast ice	SSIZ & PIZ
Size	μm - mm	mm - dm	dm - ms	m - km	10s m - 10s km	km - 100s km	1000s km
Time Scale	min - d	d - 10s d	h - 100s d	h - 10s d	d - 100s d	d - 100s d	Seasons - >decades



Nutrient-rich substrate for concentration of microbial communities



Strongly affects pelagic production during spring-summer melt

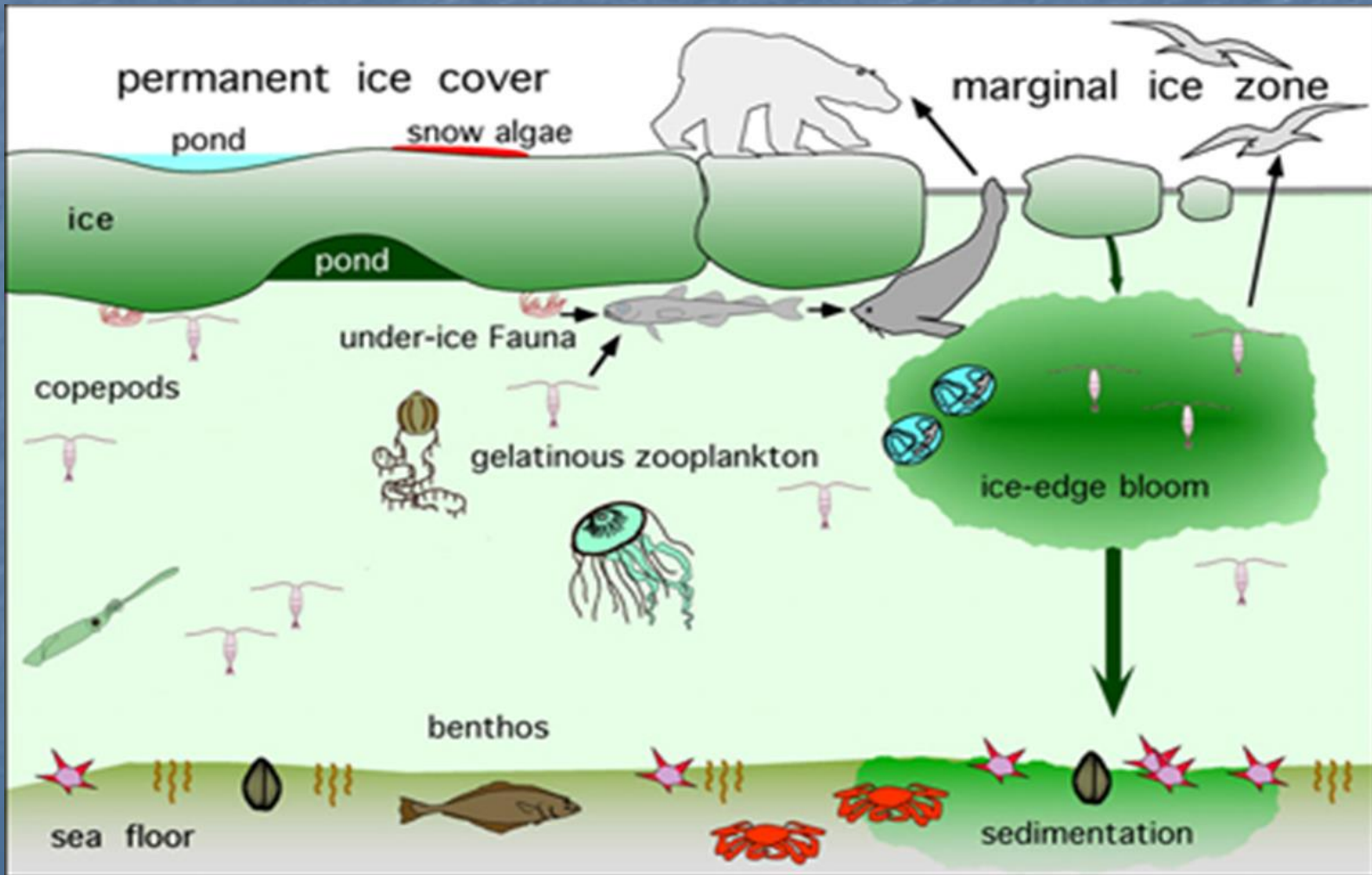
Critical food source for pelagic herbivores (particularly in winter)



Supports predators (also resting & breeding platform + refuge)



# Арктика



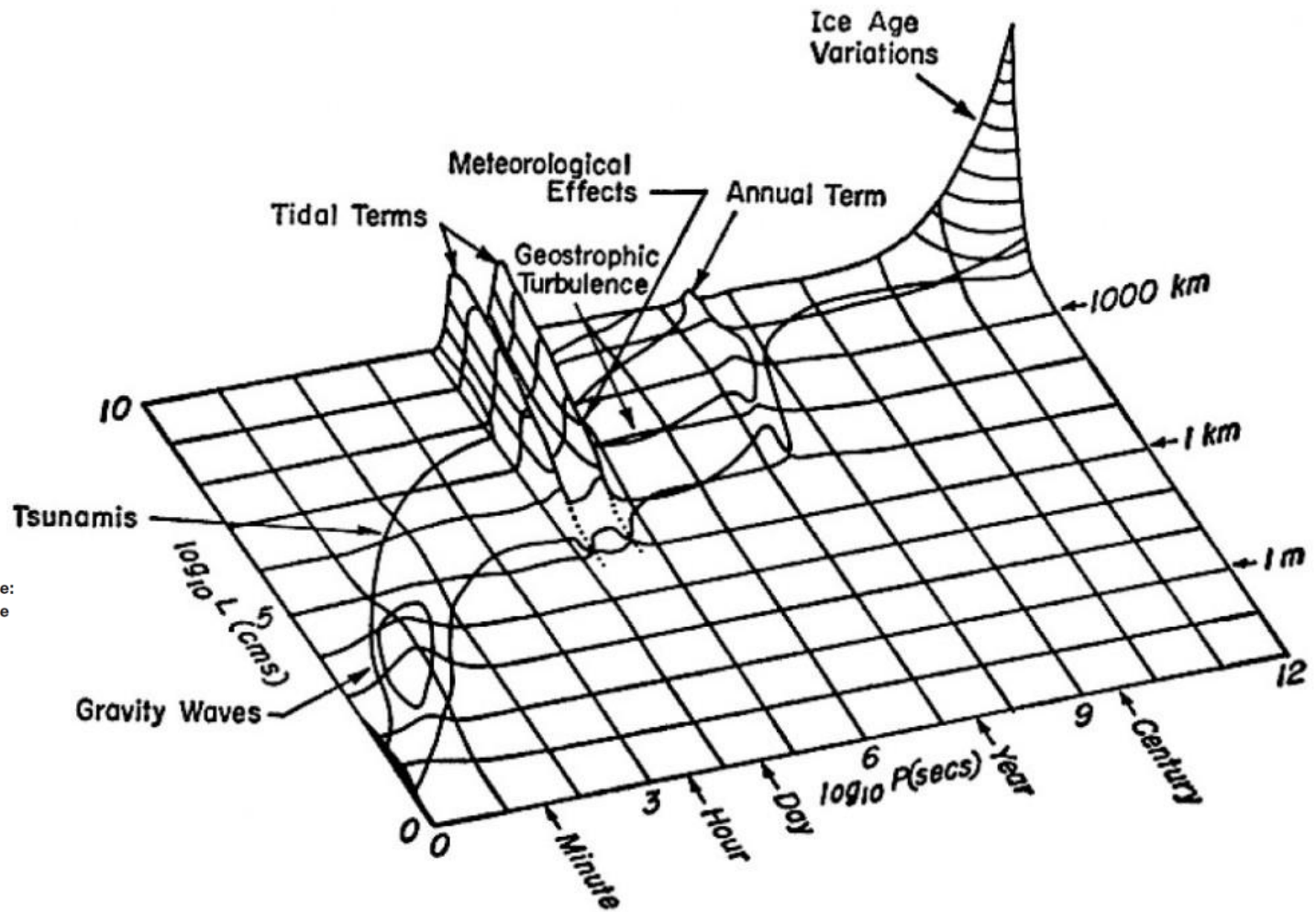




Courtesy of The Piercephis, Falmouth, Massachusetts

*Henry Stommel*

# Диаграмма Стоммела: первоначальный вариант

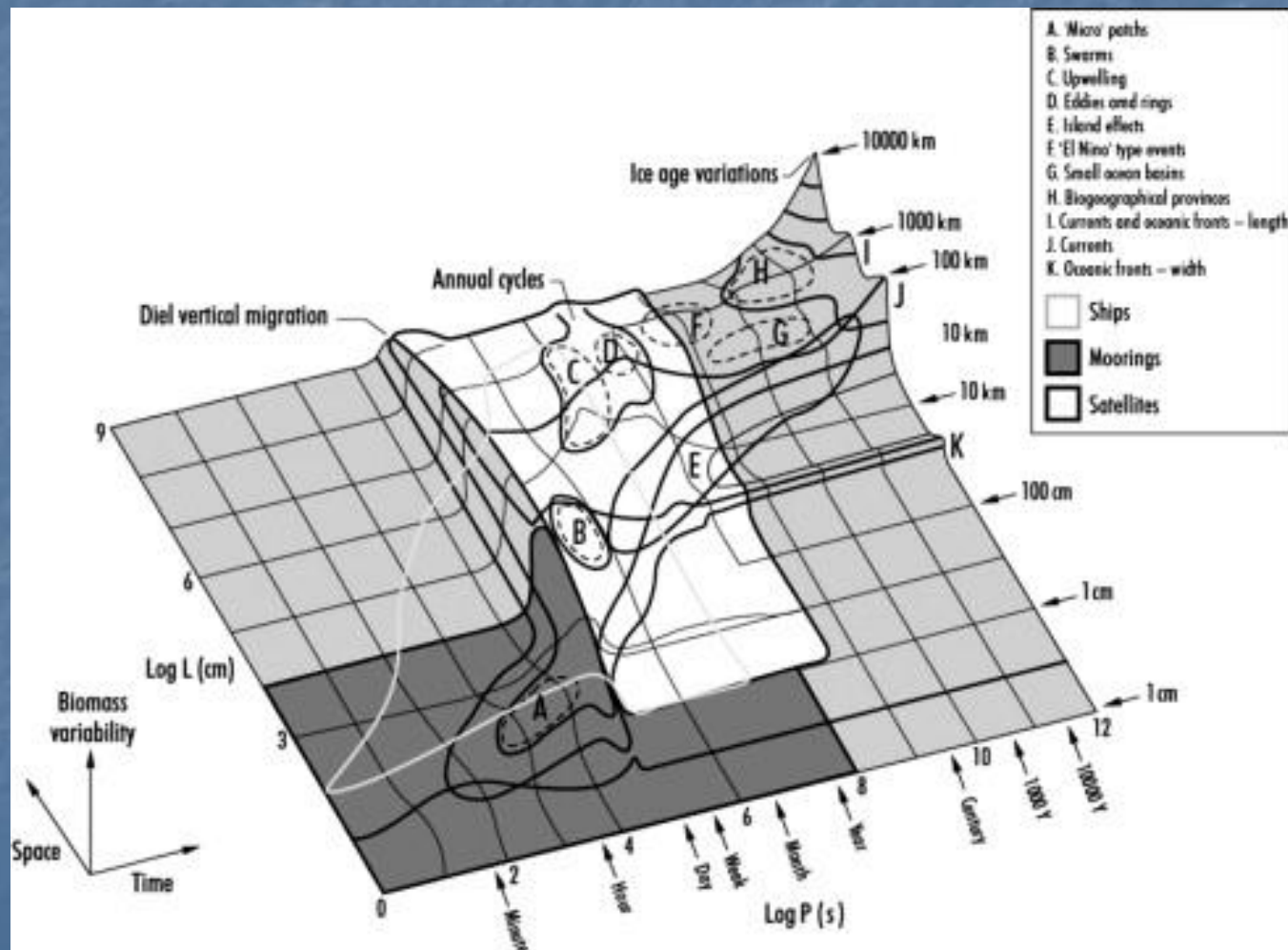


TIFFANY C. VANCE AND RONALD E. DOEL\*

Graphical Methods and Cold War Scientific Practice:  
The Stommel Diagram's Intriguing Journey from the  
Physical to the Biological Environmental Sciences

DOI: 10.1525/hsns.2010.40.1.1.

# Диаграмма Стоммела, приспособленная для биологических целей



## Человек в морской среде.

Наши предки начали освоение морских биоресурсов с собирательства на литорали, которым и теперь занимаются миллионы людей, особенно на юго-востоке Азии



# Ресурсы Арктики использовались человеком начиная со времен температурного максимума голоцена



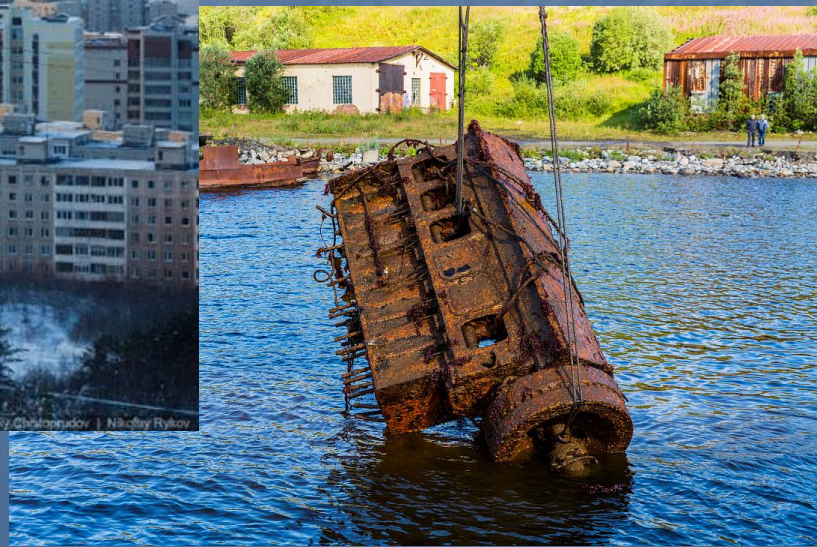
Древнее эскимосское селение Масик, Чукотка

Изображения морских животных (белуги) и сцен охоты на них. Петроглифы Залавруги (район г.Беломорска)

# Н.Я. Озерецковский «Описание города Колы», СПб, 1804

Я сказал, что китов загоняют в губу или их неприятели, которых в море имеют они множество, или заманивает туда добыча; поелику осенью в несметном количестве заходит в губу сельдь, которая китам служит пищею; иногда Кольская губа преисполнена бывает различными животными, и киты выметывая из себя воду, представляют некоторой образ селения, в котором затоплены печи и из труб поднимается дым кверху. За сельдями гонятся многие другие животные, как то тюлени, акулы, треска и проч. но при всем их истреблении остается еще с избытком для Кольских жителей, которые у дворов своих вытаскивают из губы полные сельдей неводы, и наиболее свежих употребляют в пищу, не имея ни завода, ни искусства для их соления.

# Что-то изменилось в Кольском заливе



# Ресурс как и прежде

- Мурманский прибрежный тресковый промысел играл важнейшую роль в колонизации Русского Севера (в конце XIX века вылов достиг 60 тыс. т)
- Промысел тресковых в приполярных водах сегодня составляет несколько миллионов тонн, составляя около 12% от мирового улова и по количеству и по стоимости



Из атласа рисунков к «Исследованию рыбных и звериных промыслов в Белом и Ледовитом морях», СПб, 1863

<http://www.mtf.ru/>



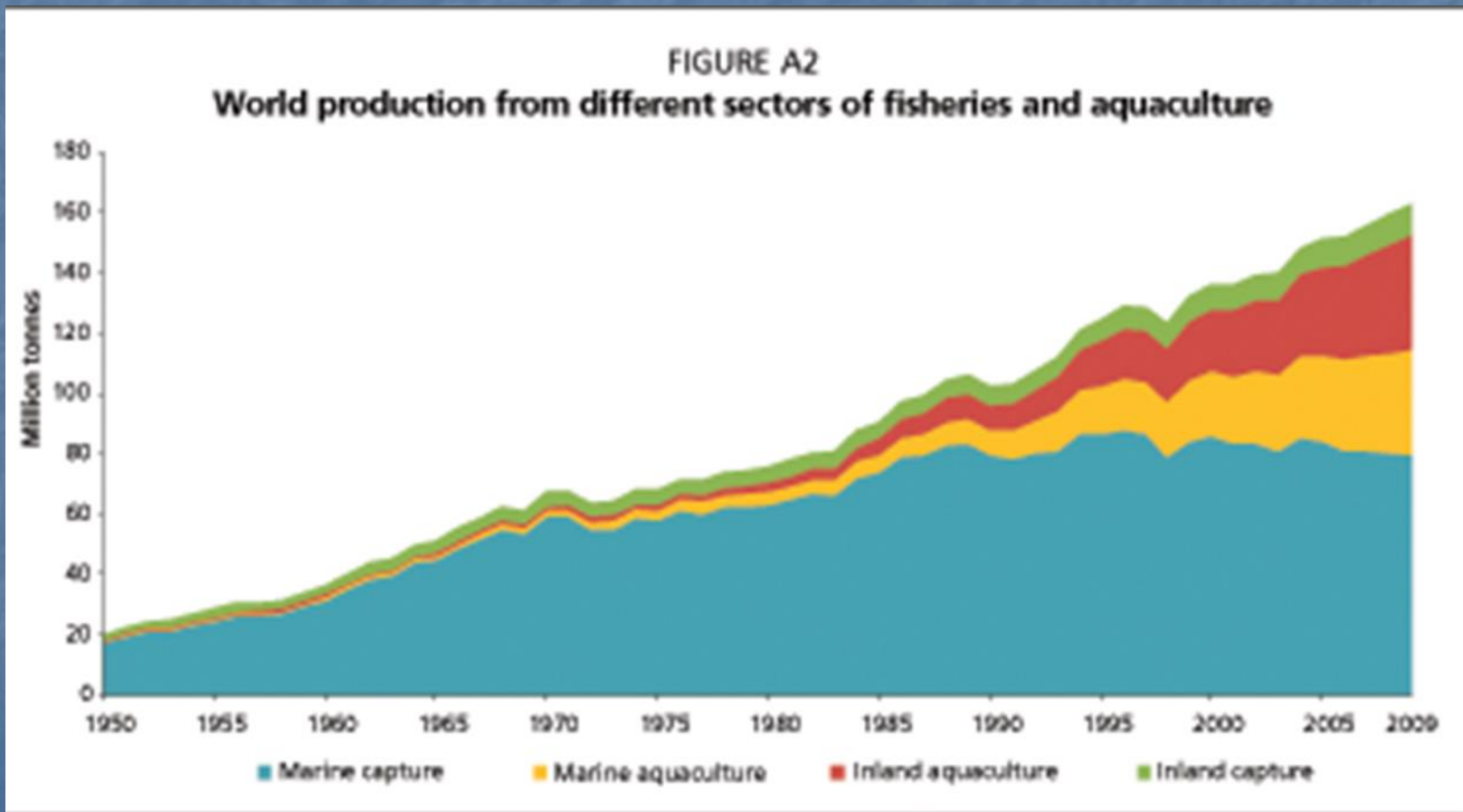
<http://www.msc.org/>

# Первый советский траулер, 1920-е гг





# Вылов рыбы и аквакультура



# Современная ситуация

- 500 миллионов человек зависят от рыболовства.
- 2.5 миллиарда человек зависят от рыбы и морепродуктов как основных источников белка.
- Экспоненциальный рост потребления сегодня превышает предложение.



An aerial view from an aircraft window showing a coastline and the ocean. The aircraft's wing and fuselage are visible in the upper portion of the frame. The ocean is a deep blue-green color, with white surf visible along the coast. The coastline is a mix of dark and light brown, suggesting a mix of land and water. The text "Спасибо за внимание!" is overlaid in the center of the image.

Спасибо за внимание!