

Жизнь на больших глубинах океана



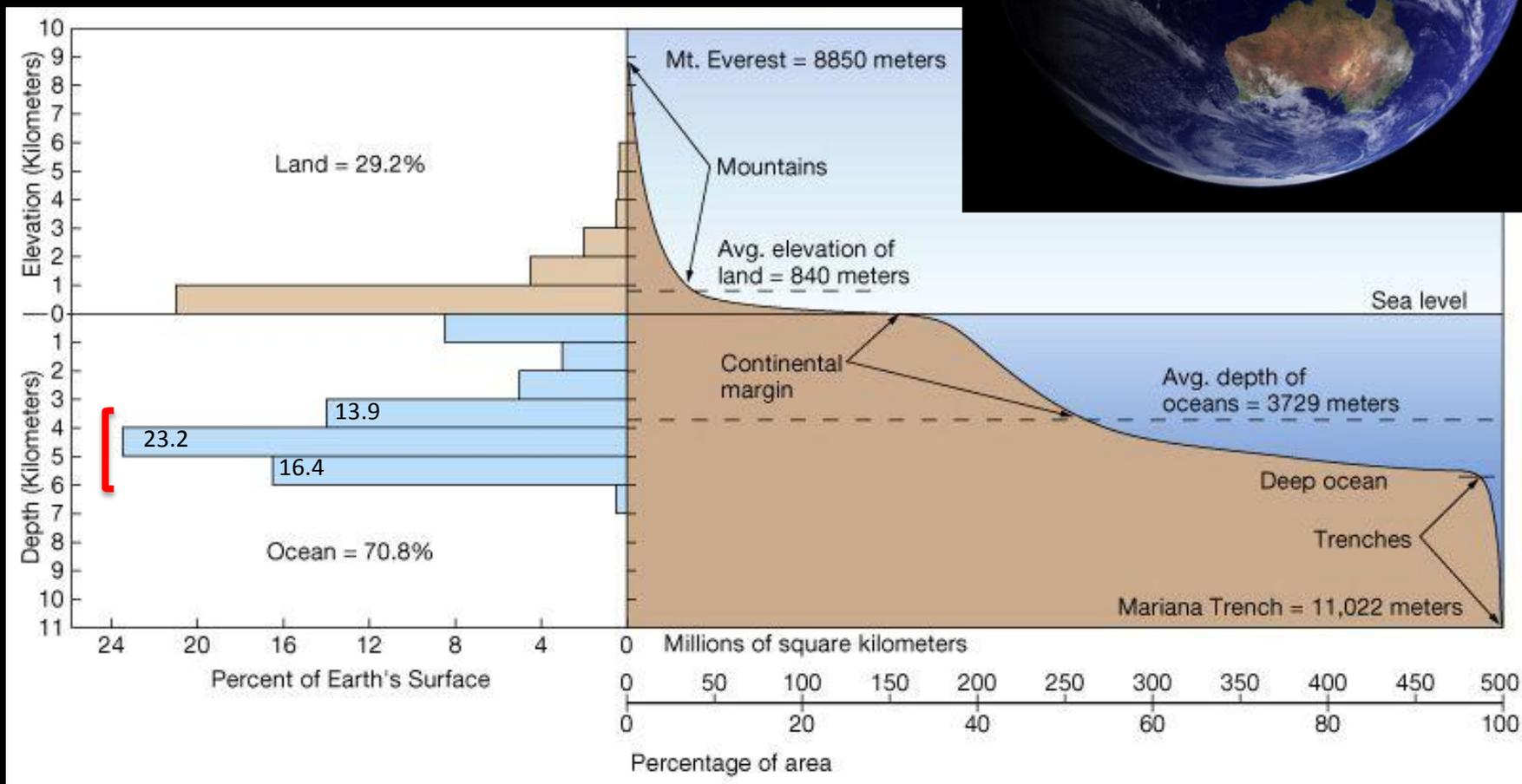
Гебрук А.В.
Институт океанологии им. П.П. Ширшова РАН
Лаборатория донной фауны океана
agebruk@ocean.ru



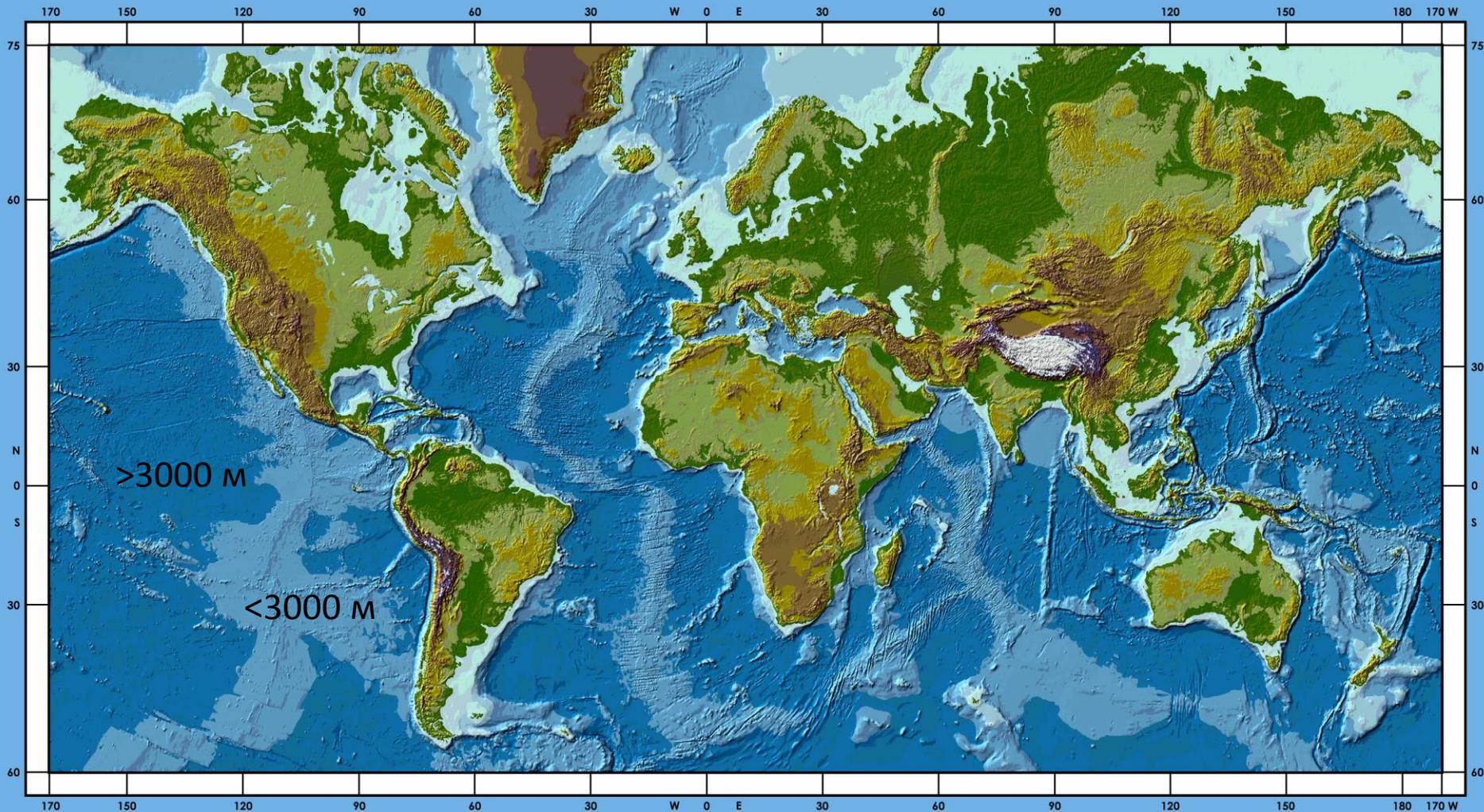
На глубины ложа океана приходится ~53% поверхности планеты (самая большая поверхность для жизни на Земле)



«Глубоководный» океан - >200 м



Карта глубин океана



Глубоководные типы местообитания (habitat)



- Всего 28
- Для многих характерна специфическая фауна

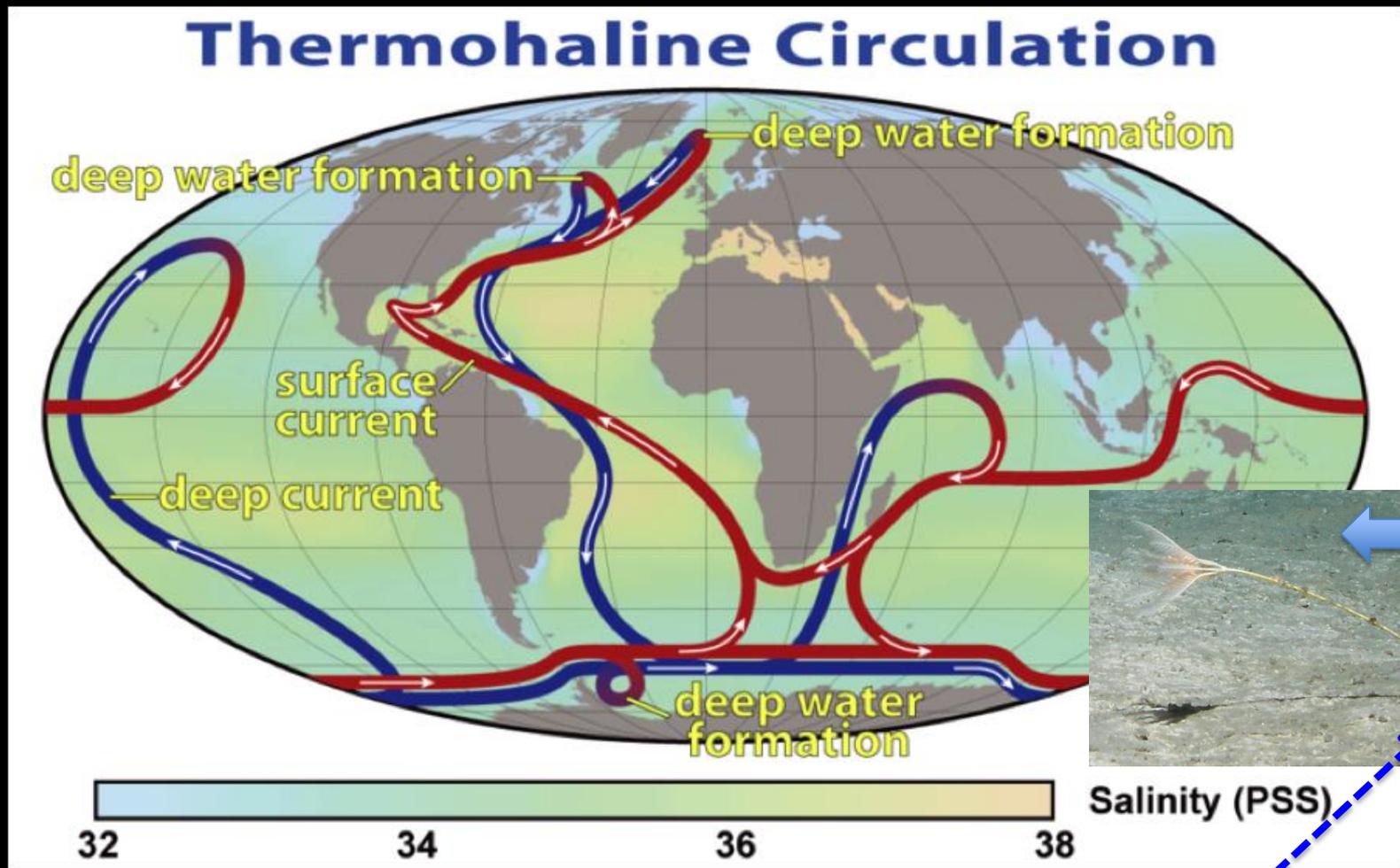
Тип местообитания	Год
Fine sediment (400 m)	1840
Fine sediment (600 m)	1849
Fine sediment (2000 m)	1862
Submarine canyons	1863
Seamounts (geologic feature)	1869
Sponge fields	1870
Open water	1876
Fine sediment (abyssal)	1876
Manganese nodules	1876
Cold-water corals	1922
OMZ pelagic	1925
OMZ benthic	1928
Whale falls (as source of food)	1934
Mud volcanoes	1934
Trenches	1948
Wood falls	1952
MOR (as spreading ridges)	1963
Back-arc basins	1971
MOR (fast spreading)	1977
Xenophyophore fields	1979
Deep hypersaline anoxic basins	1983
Cold seeps	1984
MOR (slow spreading)	1986
Whale falls (as chemosynthetic habitat)	1989
Brine pool (as chemosynthetic habitat)	1990
Asphalt habitat (Chapopote)	2004
Large bare rock region South Pacific	2006



Ramirez-Llodra et al. (2010)

Океан – взаимосвязанная система

Глобальный океанический конвейер

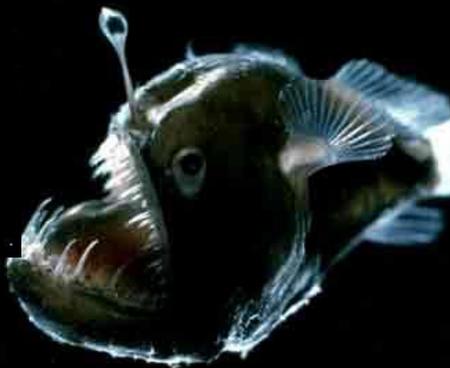


Глубоководные течения 5-10 (20) см сек⁻¹

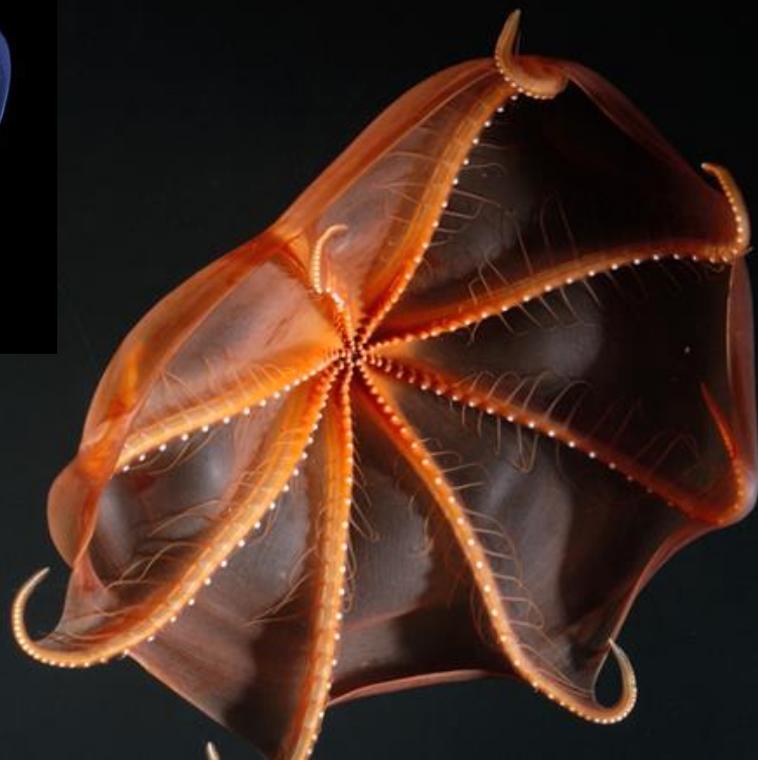
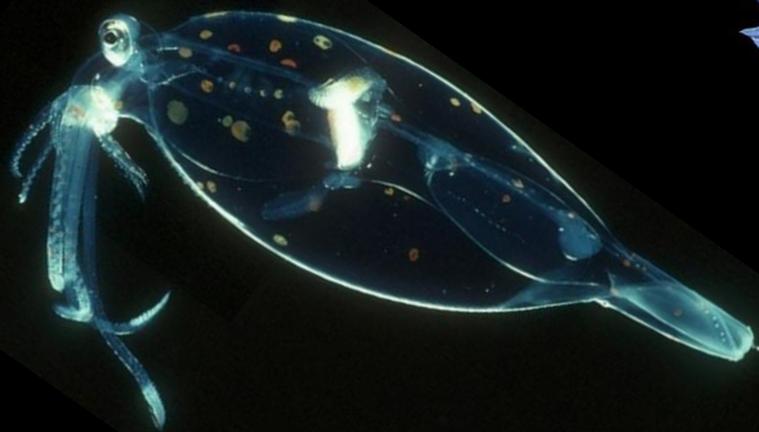


Фотографии D.Shale, монтаж А.Рогачева.

РЫБЫ



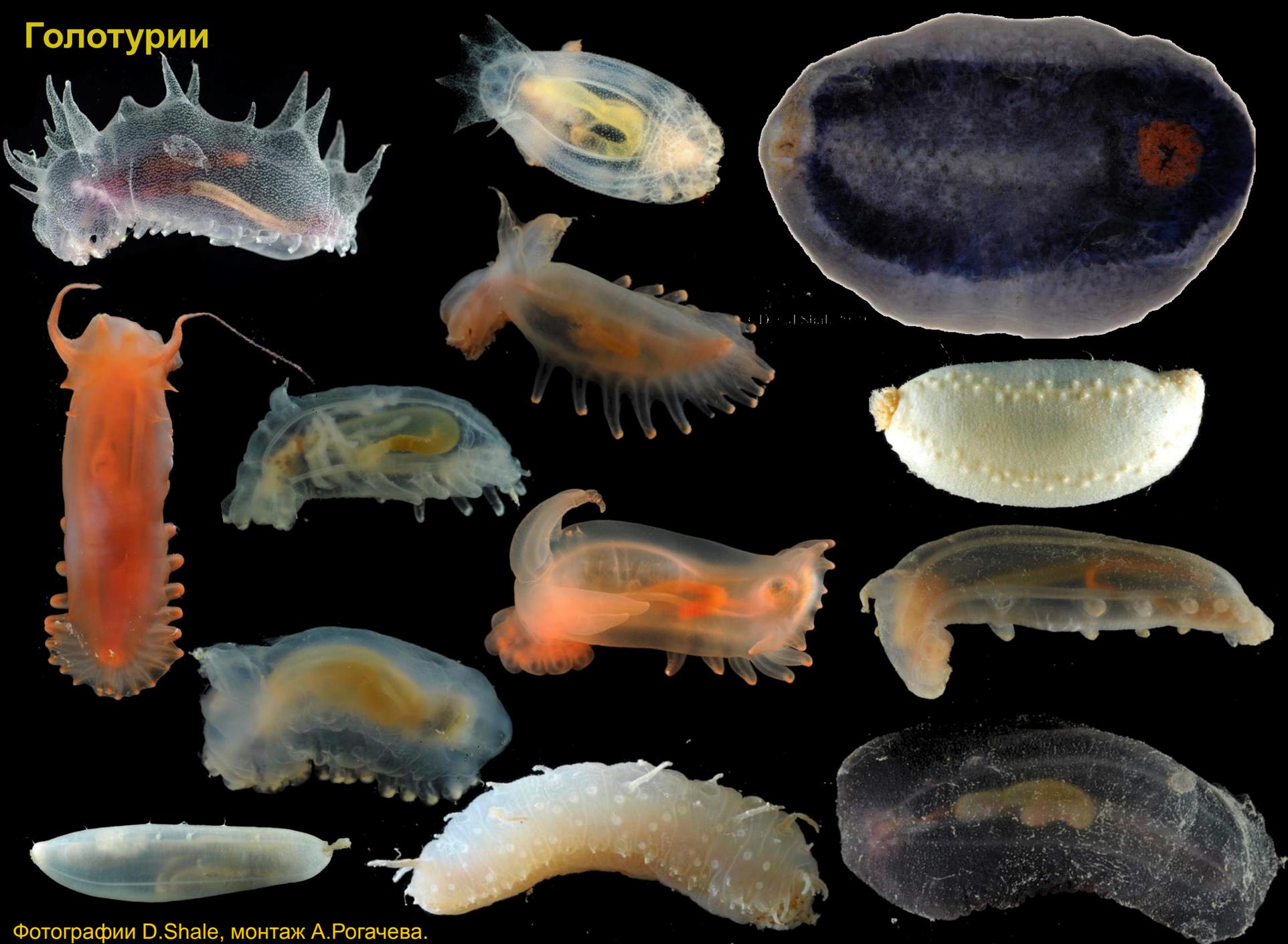
Головоногие



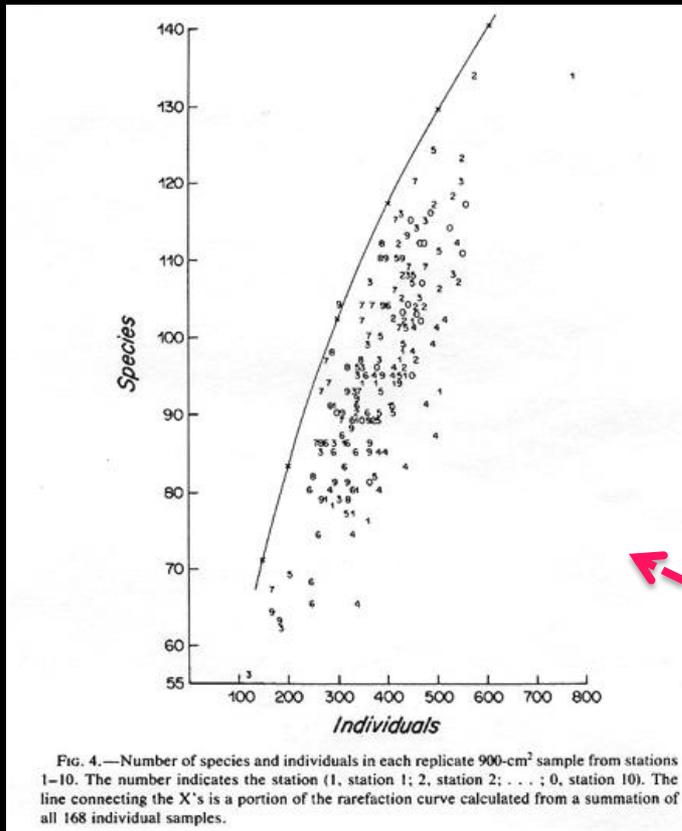
«Желетелые»



Голотурии



Число видов животных в океане?



Mora et al. (2011)
Всего на Земле 8.7 млн видов,
в океане 2.2 млн.
Описано ~10%.

Census of Marine Life (2010)
(«Перепись морской жизни»):
В океане живет > 1 млн видов
животных.
Описано ~250 тыс. (25%).

Grassle & Maciolek (1992)
В океане от 10 до 100 млн
(!) видов животных.

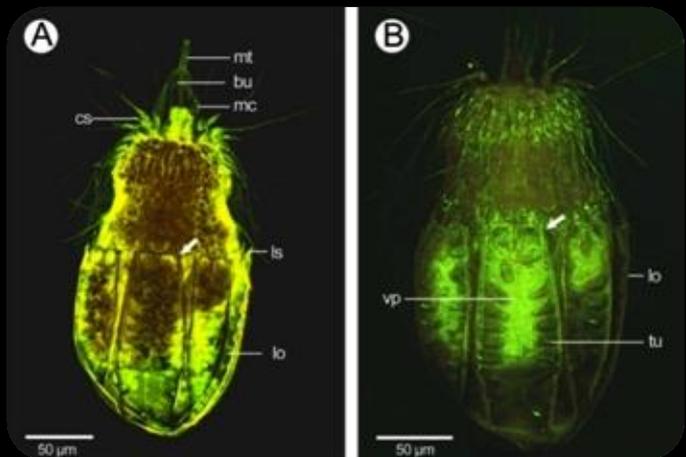
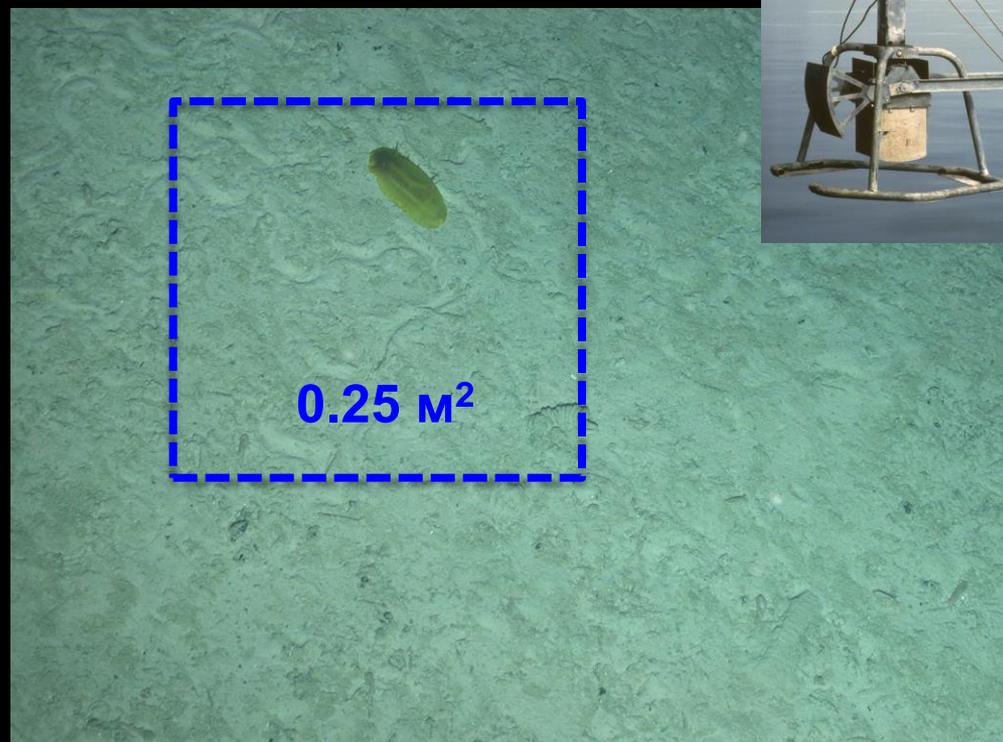
По учебникам: на Земле ~1.5 млн видов животных, в т.ч. ~0.8 млн видов насекомых.

Огромное видовое богатство на больших глубинах океана!

Большая доля редких видов

В «типичной» абиссальной (3000-6000 м) пробе бокс-корера:

- 39 видов в единственном экземпляре
- 19 видов – 2 экз.
- 14 видов – 3 экз.
- 37 видов – 5 экз.



Скрытое видовое богатство океана

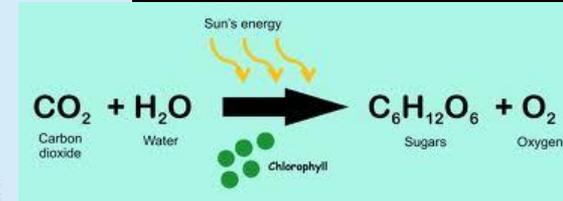
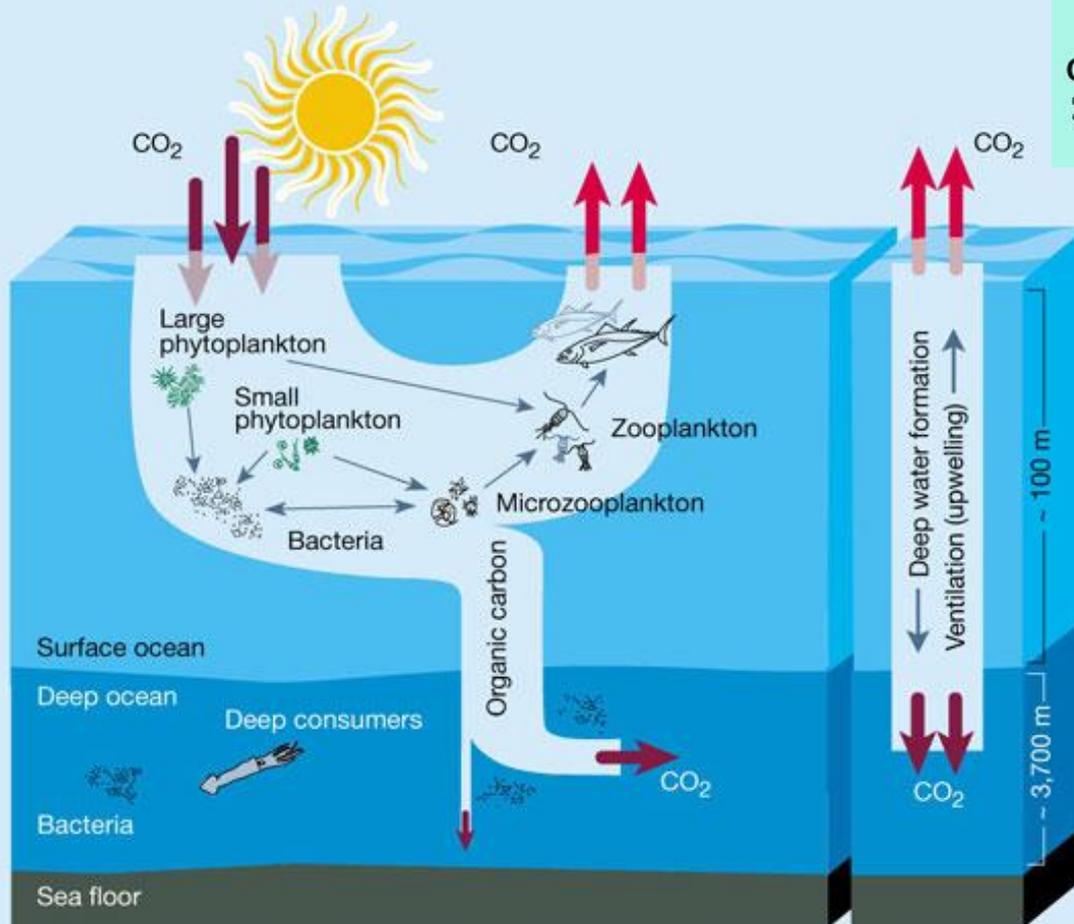
Высокое видовое разнообразие мелкоразмерных видов: < 1 мм.

Результаты отдельных экспедиций:

Ангольская котловина: > 800 видов Copepoda, большинство новые
Южная Атлантика: > 700 видов Isopoda, >500 новые

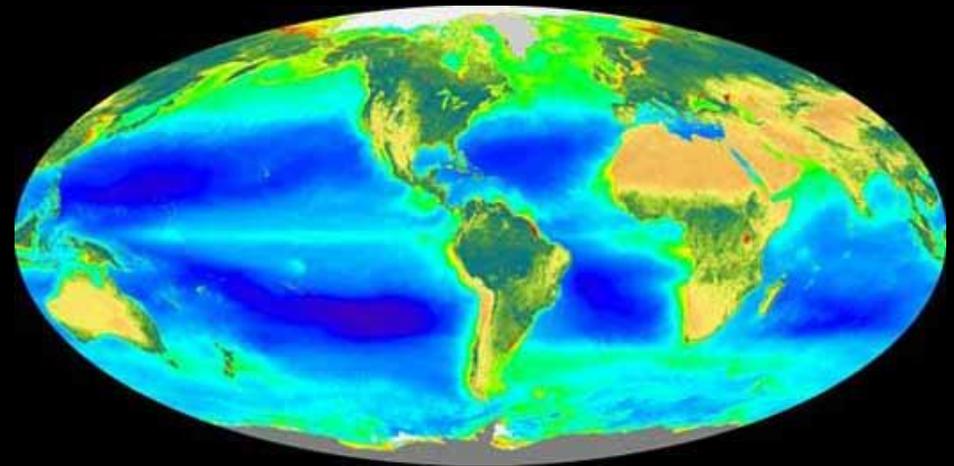
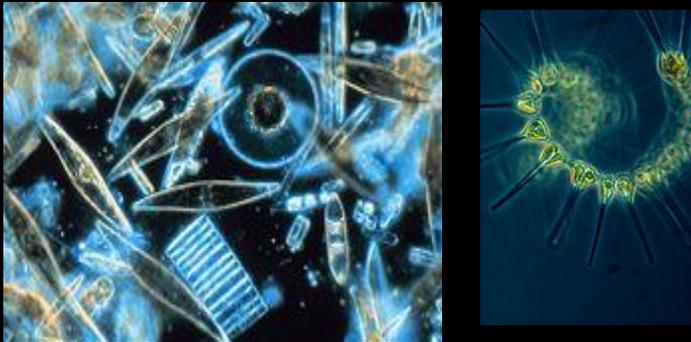


Солнечный свет/энергия – основа жизни



ФОТОСИНТЕЗ

Фитопланктон



50% (?90%) продукции кислорода на Земле

Бактерии

Число клеток бактерий в океане 10^{29} **(90% биомассы Земли)**

Разнообразие микробов в 100 раз больше, чем растений и животных

В 1 л морской воды может быть 20 000 видов микробов

В 1 г морского грунта от 5 000 до 19 000 видов микробов

A DECADE OF DISCOVERY
CENSUS OF MARINE LIFE 2010



Диатомовые, динофлагелляты, цианобактерии ~5000 видов

«Морской снег»

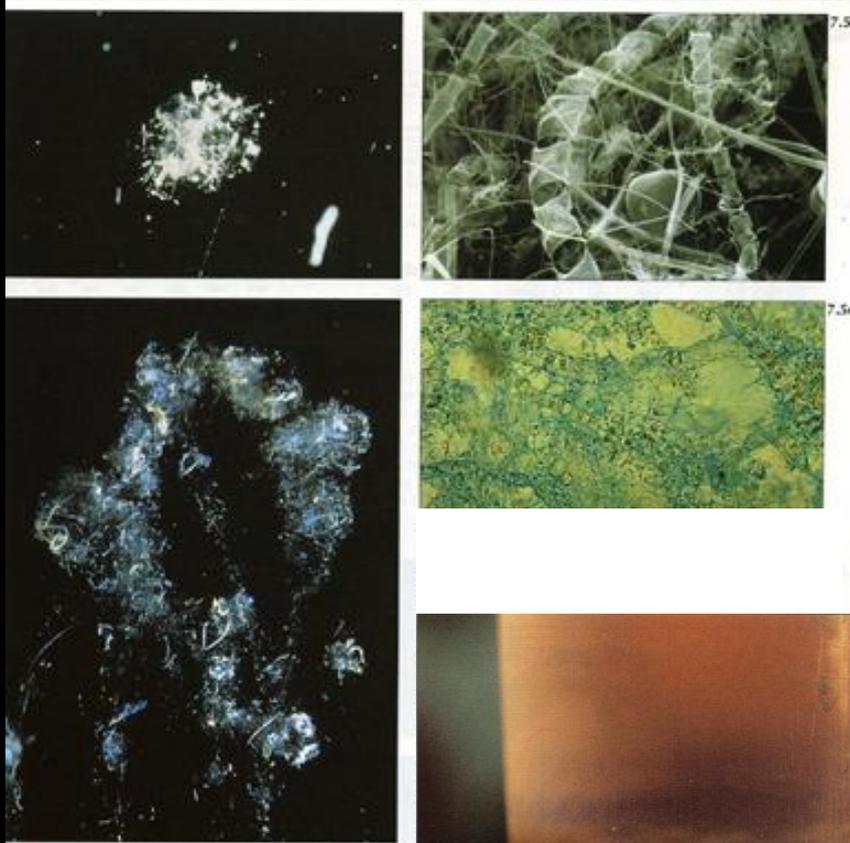
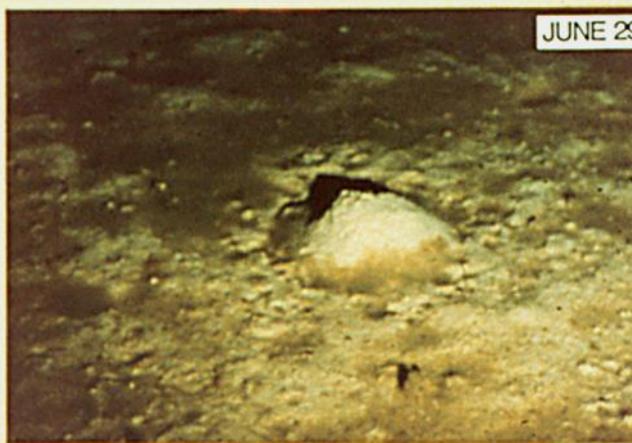


Figure 7.5 (a) Miscellaneous aggregate containing a variety of planktonic particles. (Courtesy of Dr Alldredge, University of California.) (b) Scanning electron micrograph of snow particles dominated by diatoms. In this one they are primarily of the genus *Chaetoceros*. The spherical cell body on the right hand side is about 10 μm in diameter. (Courtesy of Dr Gotschalk, University of California.) (c) *In situ* marine snow aggregate dominated by diatoms; the aggregate is about 1 mm in diameter. (Courtesy of Dr Gotschalk, University of California.) (d) Diatom aggregate after staining with Alcian blue to show intransparent exopolymeric material gluing cells together (scale bar = 100 μm). (Courtesy of Dr Alldredge, University of California.)



Скорость оседания 100-150 м сут⁻¹
для крупных агрегаций 800 м сут⁻¹
для пеллет, птеропод и сальп –
до 2100 м сут⁻¹ (по Thiel, 1995)

Lampitt (1996)



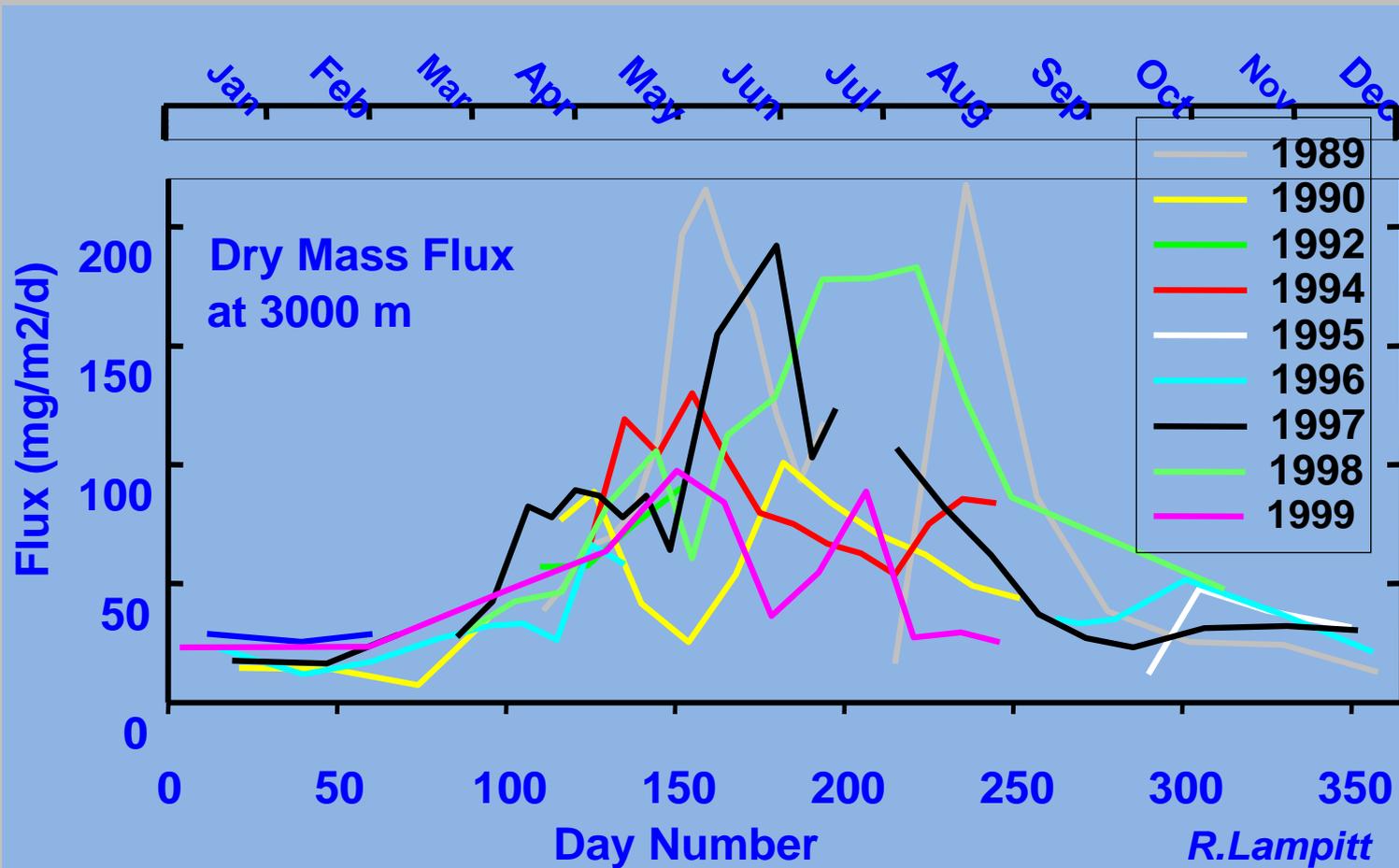
Lampitt (1985)

Сезонная динамика



DEEPSEAS
Benthic Biology Group
Southampton
Oceanography Centre
UNIVERSITY OF SOUTHAMPTON AND
NATURAL ENVIRONMENT RESEARCH COUNCIL

Сезонные изменения потока фитодетрита на дно в северной Атлантике

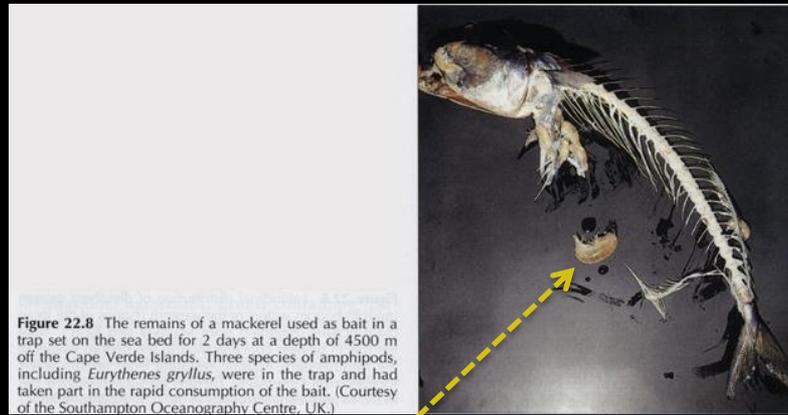


«Дождь трупов»

5000 м
5 дней



4500 м
2 дня

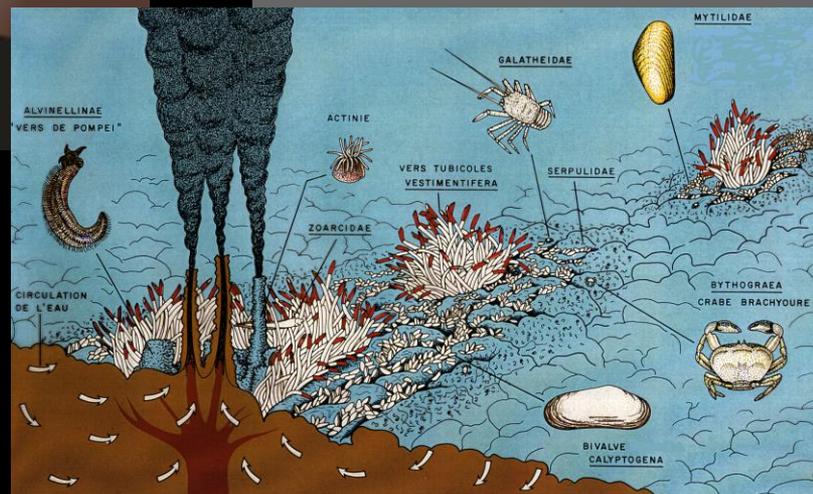
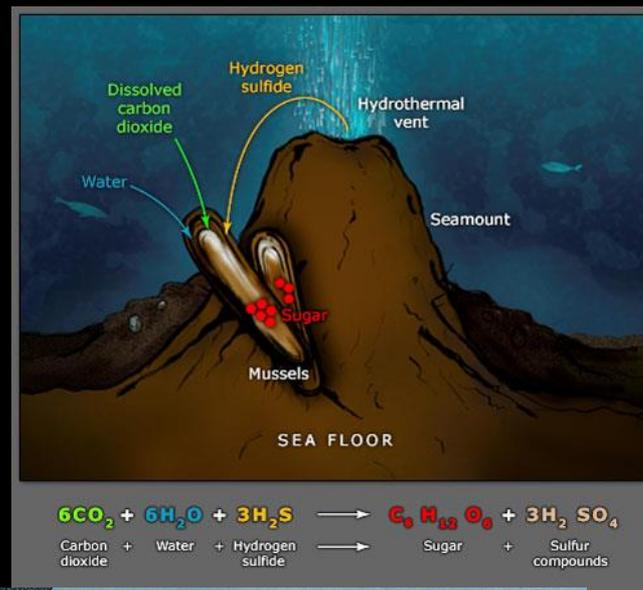
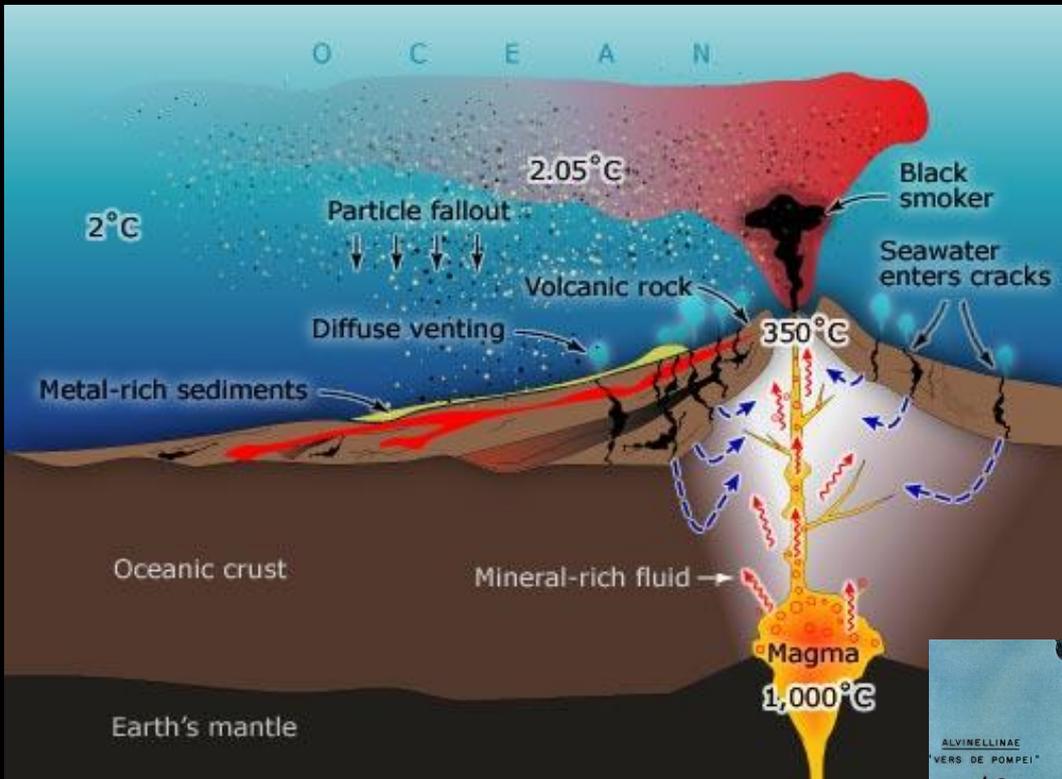


длина до 15 см



Гидротермальные источники

Жизнь на основе хемосинтеза



HO: гидротермальным животным нужен ещё и кислород – продукт фотосинтеза!

Гидротермальная фауна

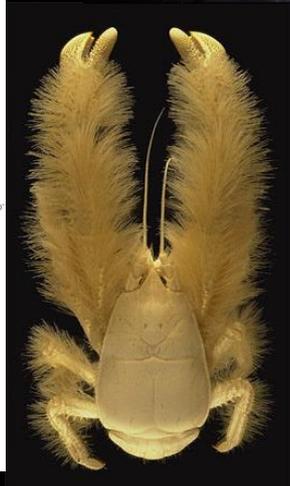
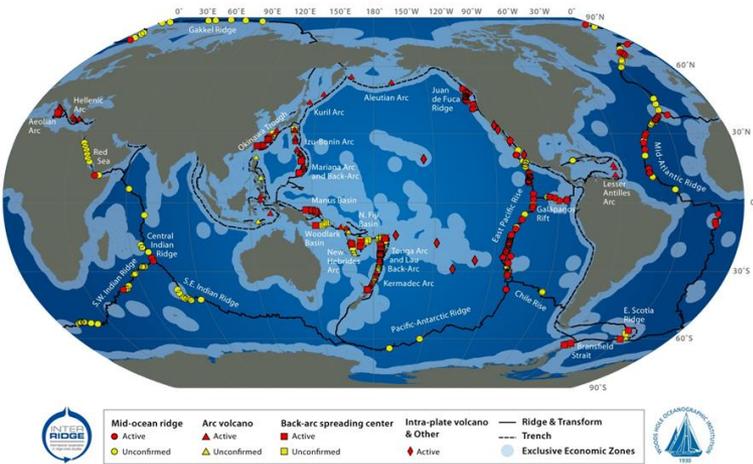


$T > 400^{\circ} \text{C}$

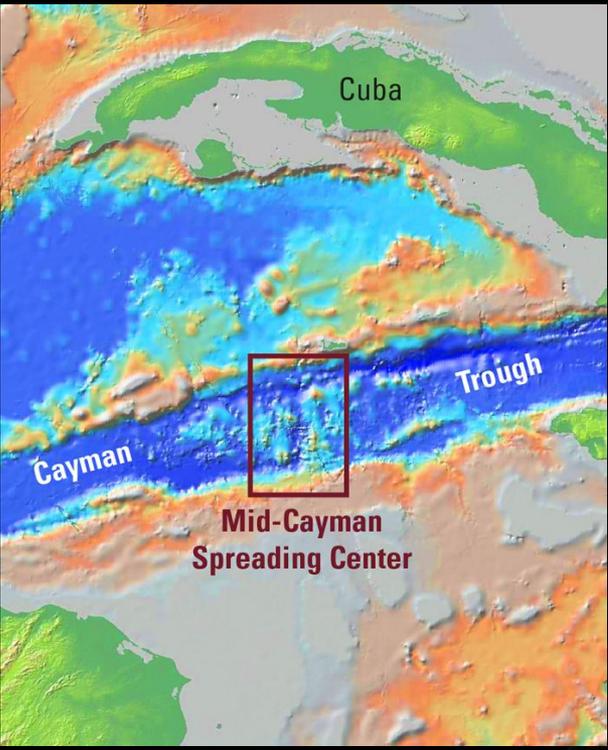
Хемосинтез



Global Distribution of Hydrothermal Vent Fields



Максимальная глубина современной гидротермальной активности на дне океана



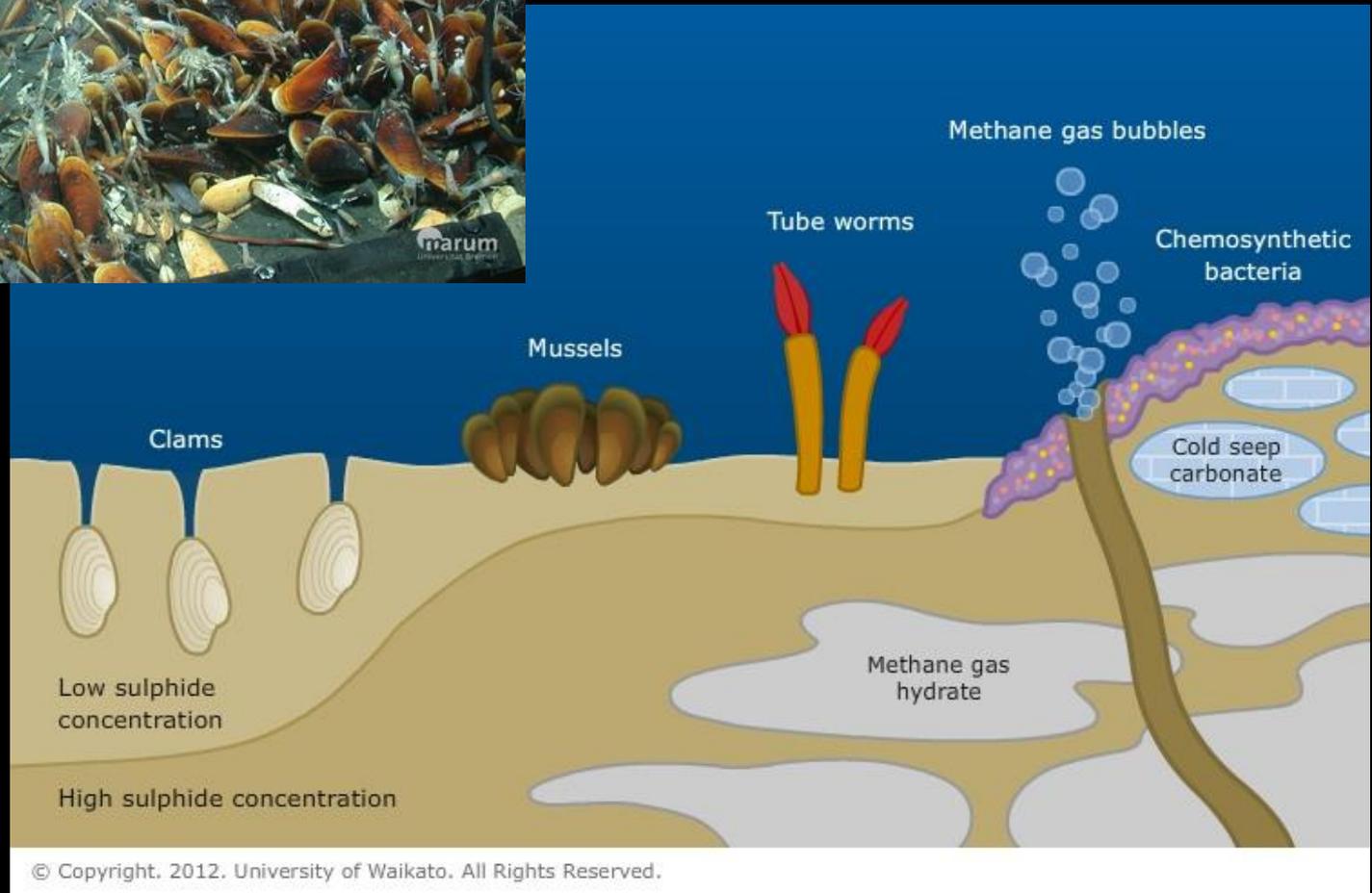
Желоб Кайман,
поле Веебе 4960 м,
поле Von Damm, 2300 м



Rimicaris hybisae (Nye et al., 2012)

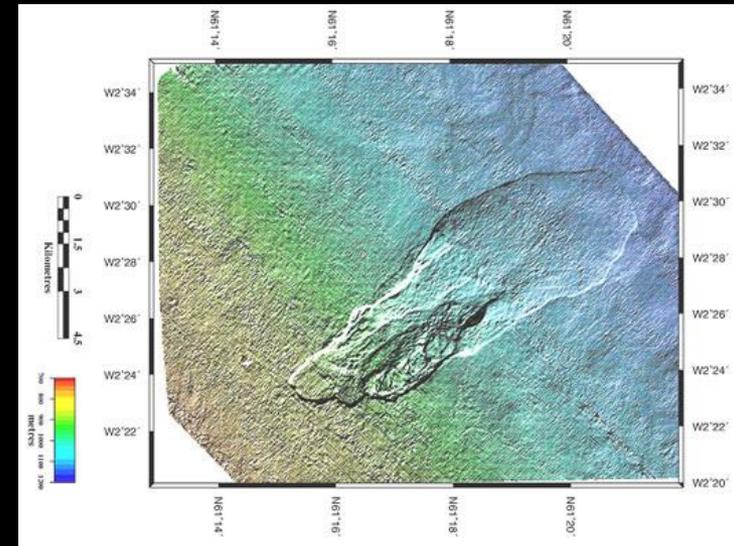
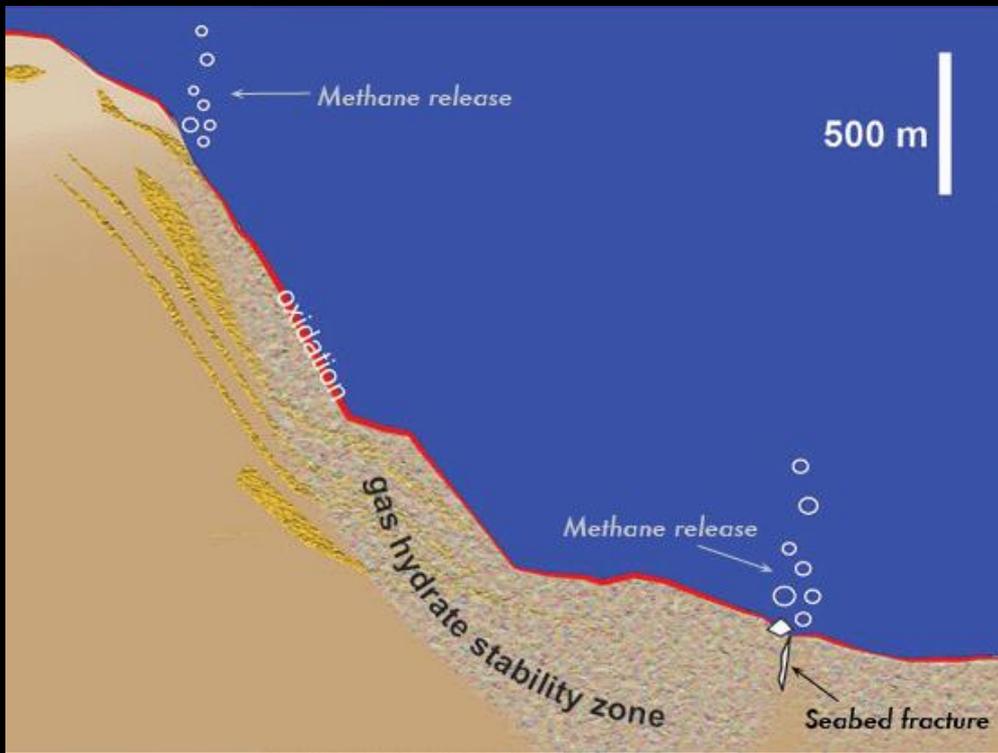
Фауна метановых выходов

Жизнь на основе хемосинтеза



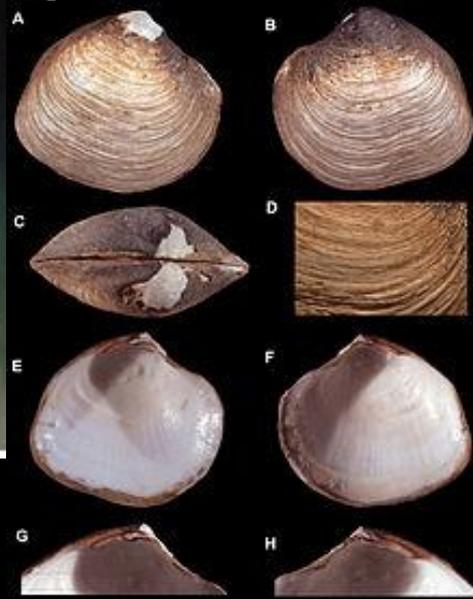
Выходы метана

Часто на континентальном склоне



The deepest chemosynthesis-based community yet discovered from hada zone, 7326 m deep, in the Japan Trench (Fujikura et al., 1999)

Maorithyas hadalis



Перуано-Чилийский желоб, ~ 5000 м.



Затонувшая древесина



Жизнь на хемосинтезе

Hypoxic regions of the world's oceans



Зоны кислородного минимума



Останки китов



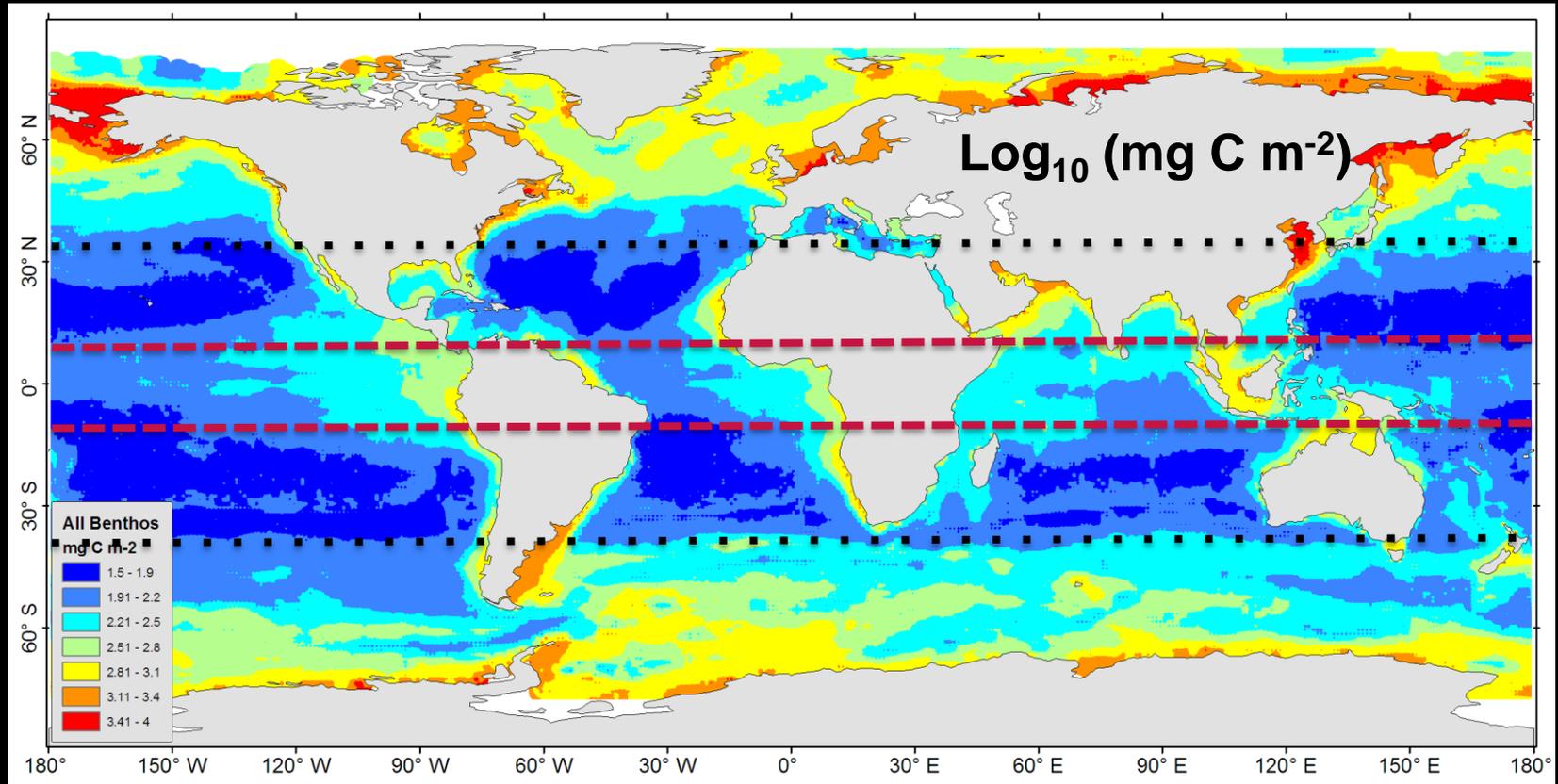
Костоеды



Osedax spp.
(Siboglinidae,
Polychaeta)



Распределение биомассы на дне океана

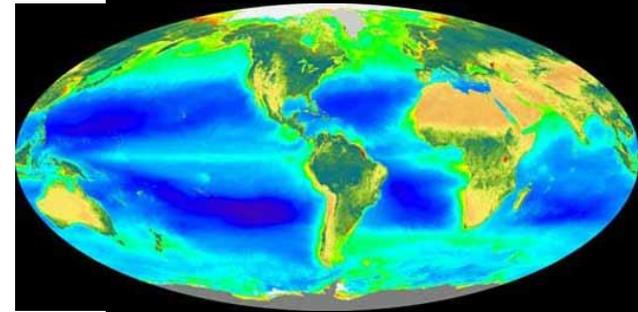
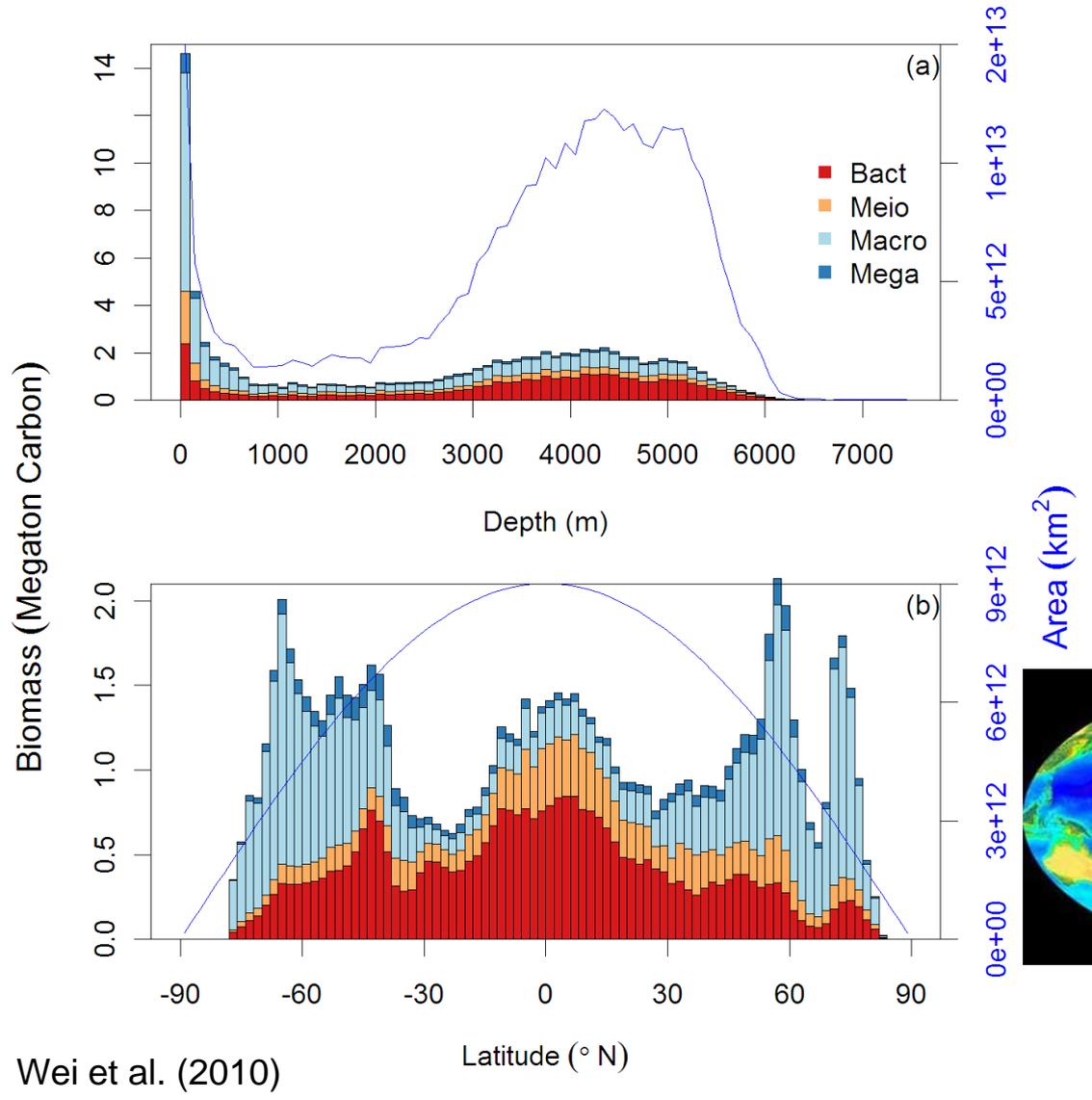


(Bacteria + Meiofauna + Macrofauna + Megafauna)

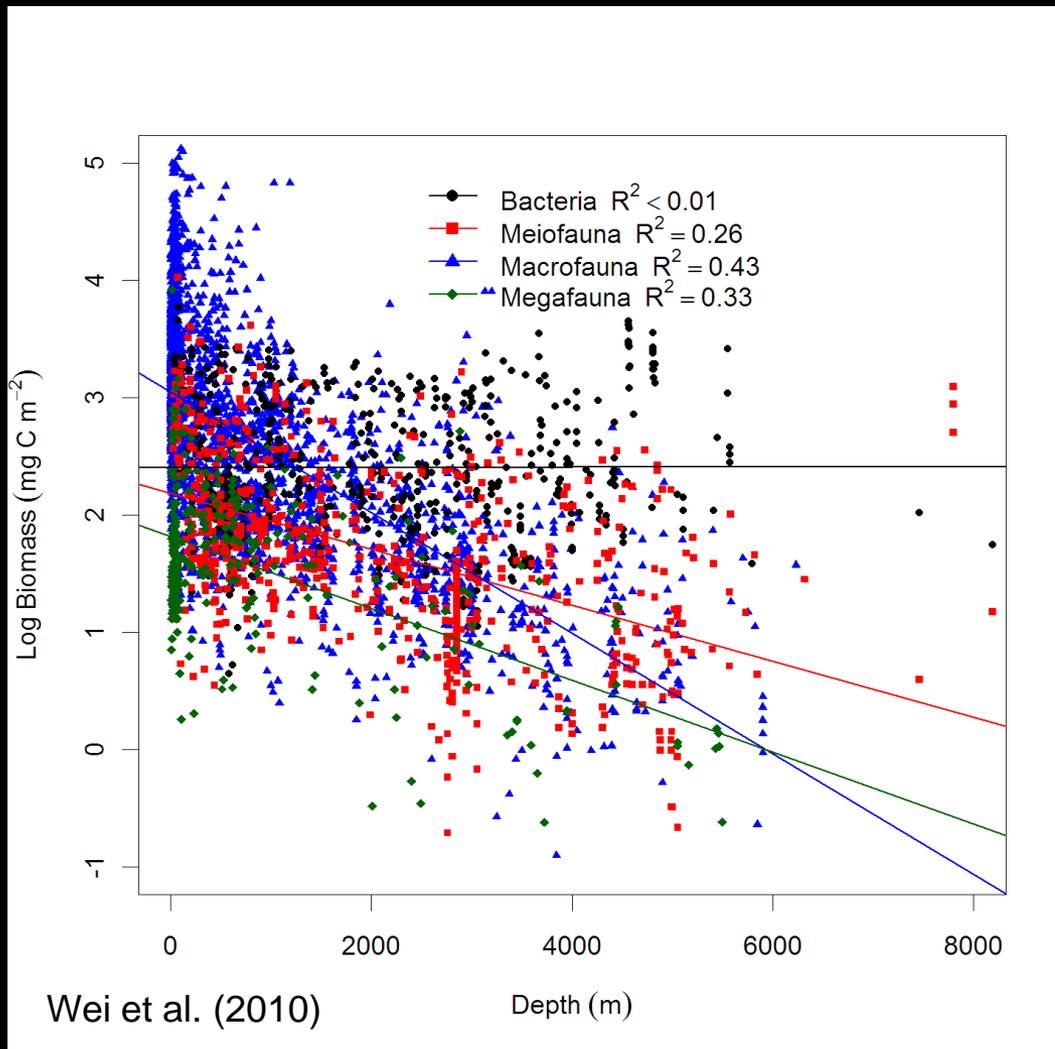
Бентос

Wei et al. (2010)

Изменение биомассы с глубиной и по широте

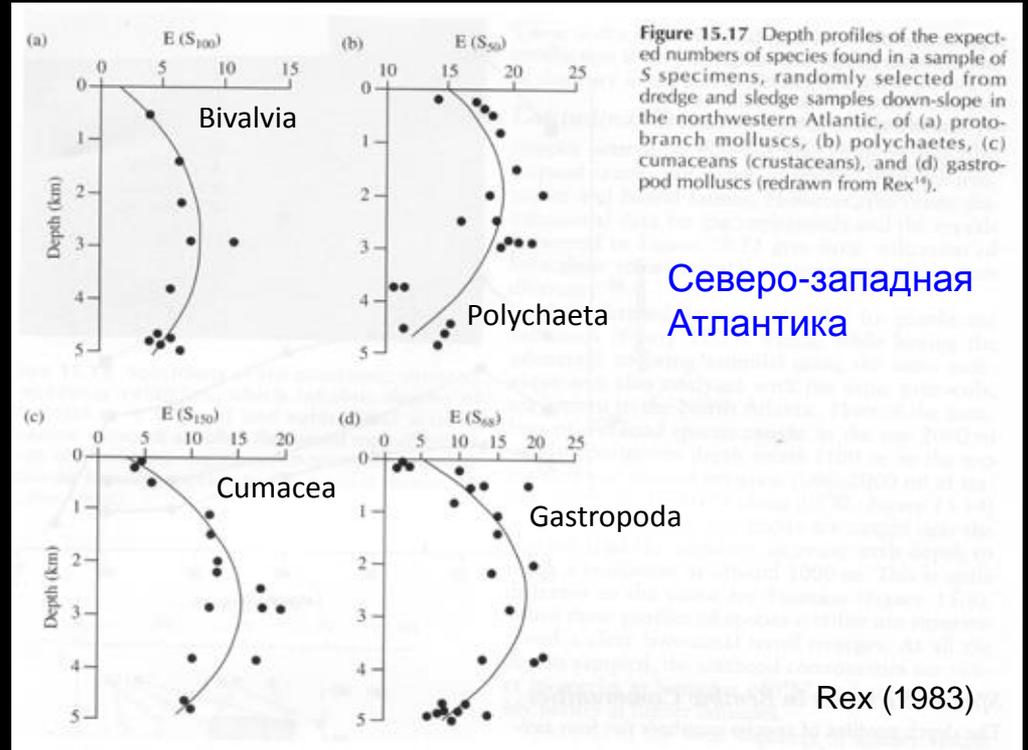
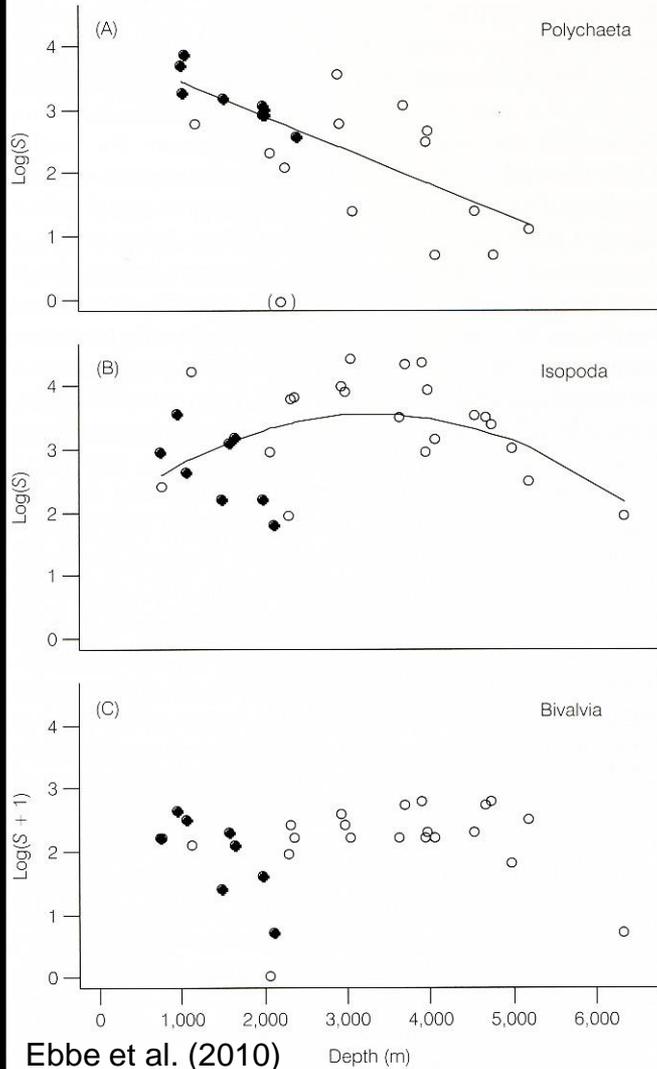


Изменение биомассы с глубиной

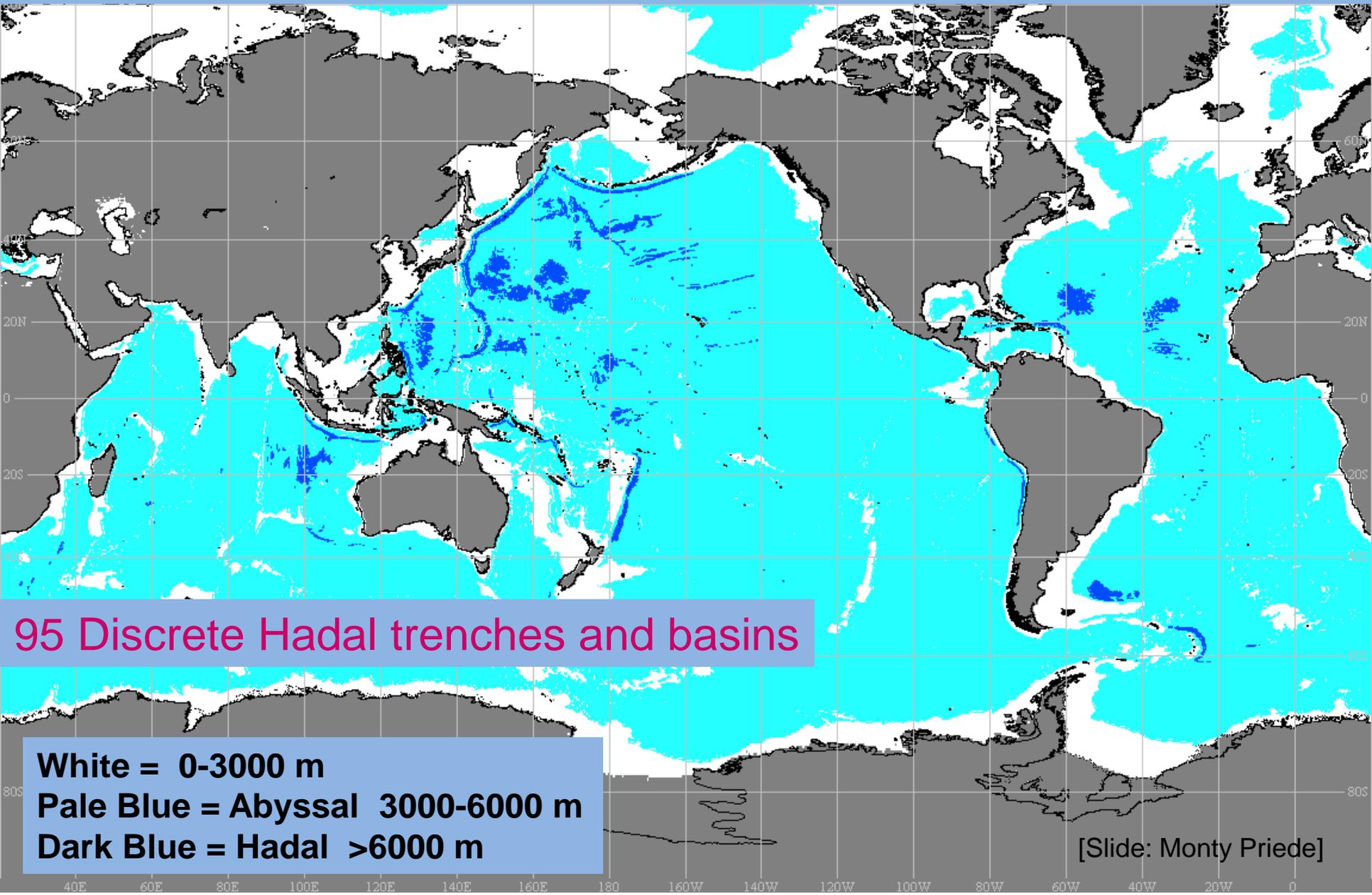


Изменение числа видов с глубиной

Южная Атлантика



Ультраабиссальные районы (глубины >6000 м) распределены в Мировом океане мозаично



95 Discrete Hadal trenches and basins

White = 0-3000 m

Pale Blue = Abyssal 3000-6000 m

Dark Blue = Hadal >6000 m

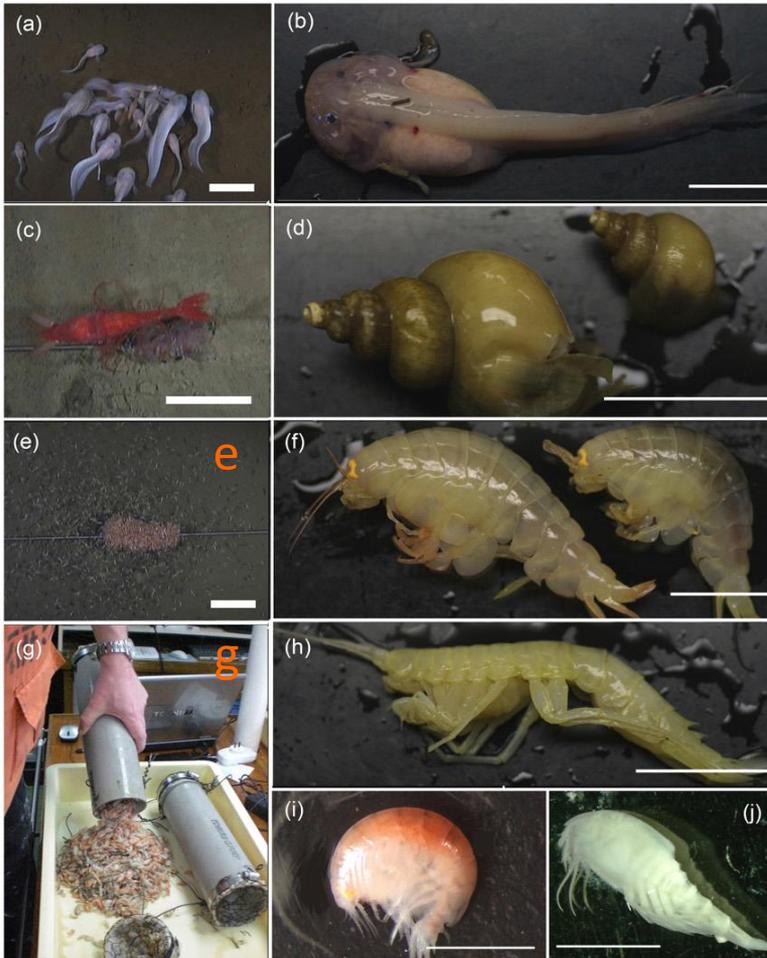
[Slide: Monty Priede]

HADES

HADal Ecosystem Studies



Eurythenes gryllus, 6400 m, Kermadec Trench
(Dr. Alan Jamieson, Oceanlab, University of Aberdeen)



Examples of trench fauna. Recent observations and collections of animals from the deepest parts of the ocean. All these images were taken either by baited camera or collected by baited traps.

e) Tonga, 10 000 m
g) Izu-Ogasawara, 9 316 m (8 hrs)

HADES

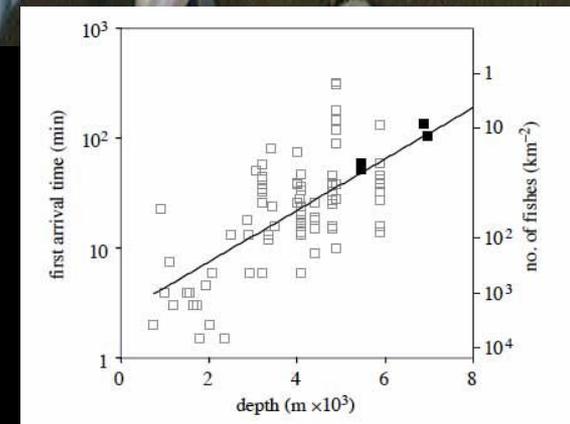
HADal Ecosystem Studies



Collage of miscellaneous fauna from the Peru-Chile Trench (4600 to 8065 m) featuring Macrouridae, ophidiidae, Liparidae and zoarcidae (all fish) plus some amphipods, ophiuroids and decapods.
(Dr. Alan Jamieson, Oceanlab, University of Aberdeen)



Pseudoliapris amblystomopsis (Liparidae, snailfish) from 7703 m in the Japan Trench (NW Pacific).
(Dr. Alan Jamieson, Oceanlab, University of Aberdeen)



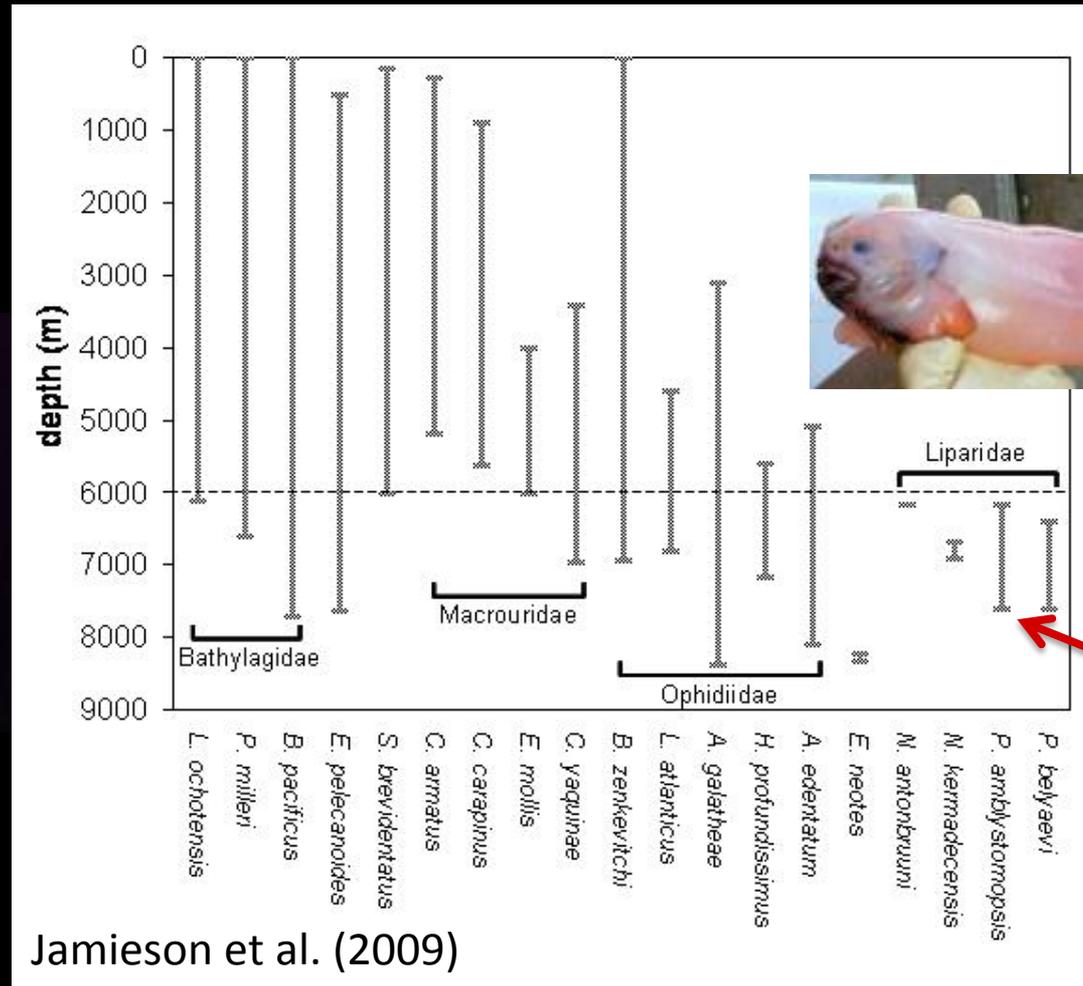
Arrivals of fishes at bait as a function of depth
(Jamieson et al., 2009)

Предельная глубина распространения рыб

Максимальная глубина нахождения костистых рыб – **8370 м** в желобе Пуэрто-Рико (**трал**): *Abyssobrotula galathea* (Nielsen, 1977).



Максимальная глубина нахождения хрящевых рыб ~4000 м (Priede et al., 2009).



7703 м – видео

Yancey et al. (2014). Marine fish may be biochemically constrained from inhabiting the deepest ocean depths. PNAS, 111(12): 4461-4465.

Осморегуляция – “The common osmolyte trimethylamine N-oxide (TMAO) stabilizes proteins against pressure and increases with depth...”

Рекордсмены глубины среди иглокожих

Holothuroidea

Elpidiidae «*Peniagone* sp.», Марианский желоб, **10 908** м (видео и фотография)

Myriotrochidae *Prototrochus bruuni* (Hansen, 1956), Марианский желоб, **10 730** (Belyaev, Mironov, 1977; Belyaev, 1989)

Asteroidea

Pterasteridae *Hymenaster* sp., Филиппинский желоб, **9990** м (Беляев, Миронов, 1977)

Crinoidea

Bathycrinidae *Bathycrinus volubilis* Mironov, 2000, Курило-Камчатский желоб, **9345** м;
Bathycrinus sp., Идзу-Бонинский желоб, **9735** м (Беляев, 1989)

Ophiuroidea

Ophiuridae *Perlophiura profundissima* Belyaev et Litvinova, 1972, Курило-Камчатский желоб, **8135** м.
На фотографиях офиуры были отмечены до **8662** м в Бугенвильском желобе (Lemche et al., 1976).

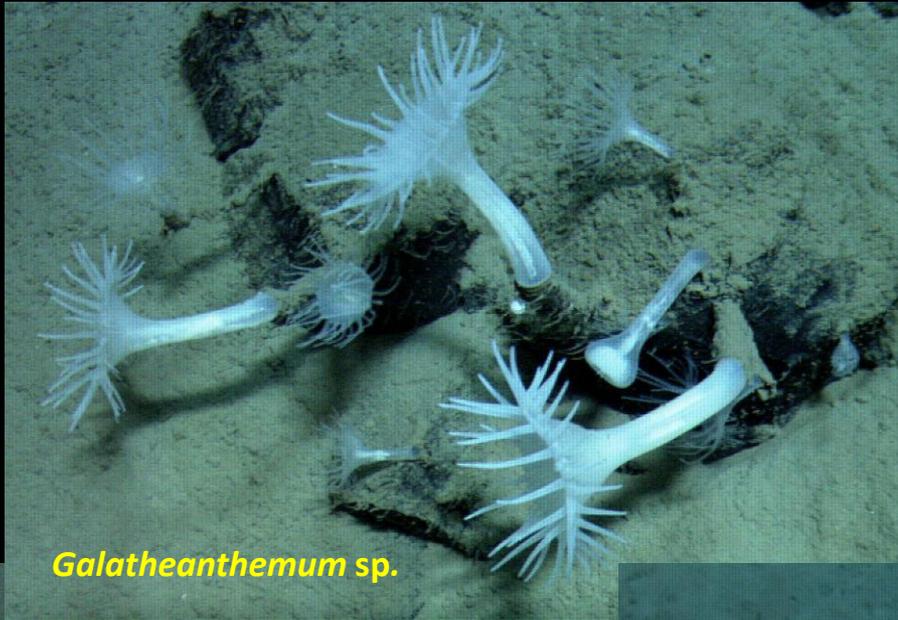
Echinoidea

Pourtalesiidae *Pourtalesia heptneri* Mironov, 1978, желоб Банда, **7340** м

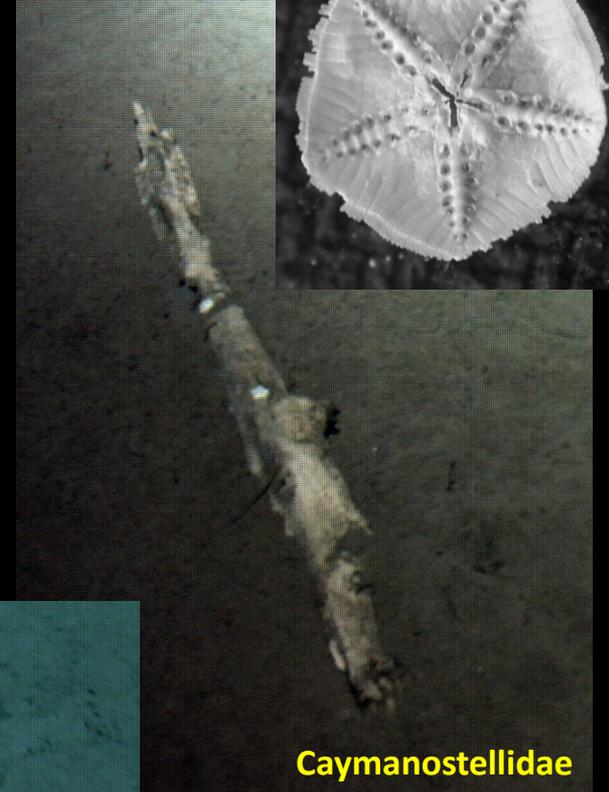
Все рекордные по глубине сборы иглокожих сделаны на станциях НИС «Витязь»

Фауна желобов Марианского и Ново-Британского

Gallo et al. (2015). Deep-Sea Res. I.



Galatheanthemum sp.



Caymanostellidae

Ново-Британский
желоб, 8233 м



Elpidia sp.



Enteropneusta

Самая глубокая точка океана

Mariana Trench, Challenger Deep, 11 022 м



Deepsea Challenge
James Cameron (2012)



© Thomas J. Abercrombie



Triest

Jacques Piccard & Don Walsh (1960)

Обитаемые



ГОА *Мир-1* и *Мир-2* (Россия)
(6 000 м)



Jialong (China) (7 000 м)



Deepsea Challenge
(до макс. глубины)

Техника

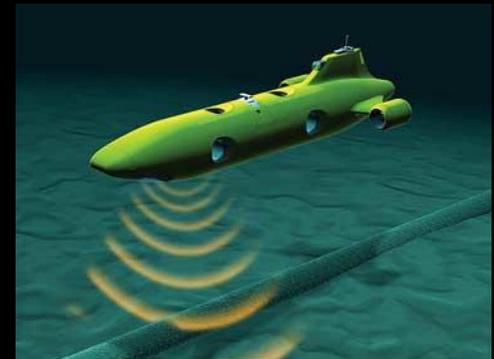
Подводные аппараты

Телеуправляемые



ROV (до макс. глубины)

Автономные



AUV (до макс. глубины)

Жизнь на больших глубинах океана

- Высокое видовое богатство.
- Большая доля «редких» видов.
- Много мелкоразмерных форм.
- Разнообразие условий местообитания.
- Сезонные волны поступления органического вещества (в умеренных и высоких широтах).
- Динамические изменения в глубоководных сообществах.

