



ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ

ИНСТИТУТ ОКЕАНОЛОГИИ им. П.П. ШИРШОВА
РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

Вторая научная
школа «Плавучий
университет»



2 - 4 апреля 2019г.
Москва, ИО РАН

Морская геология: вчера, сегодня, завтра

А.Н. Новигатский





«Вода стоит особняком в истории нашей планеты. Нет природного тела, которое могло бы сравниться с ней по влиянию на ход основных, самых грандиозных геологических процессов. Нет земного вещества — минерала, горной породы, живого тела, которое ее бы не заключало. Все земное вещество ... ею проникнуто и охвачено».

В.И. Вернадский «История природных вод», 1931 г.

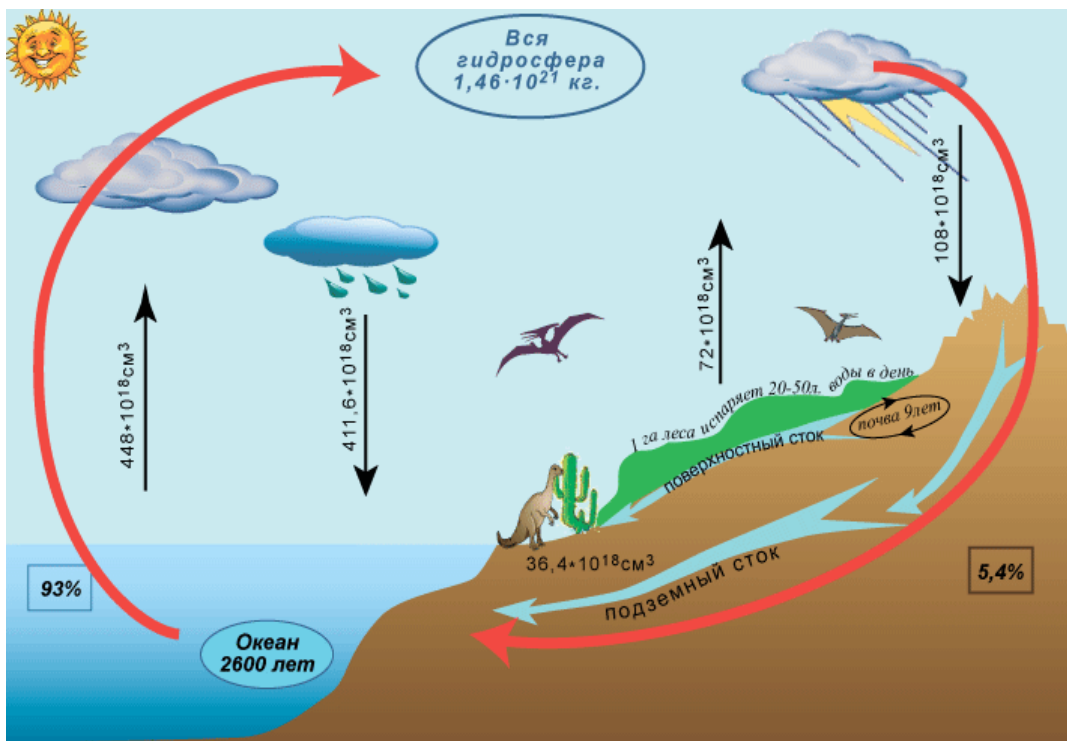


Но ни одна геохимическая система не является ни закрытой, ни, тем более, изолированной. Все они обмениваются с окружающей средой и веществом, и энергией.

Илья Пригожин Современная термодинамика. От тепловых двигателей до диссипативных структур. М.: Мир, 2002.

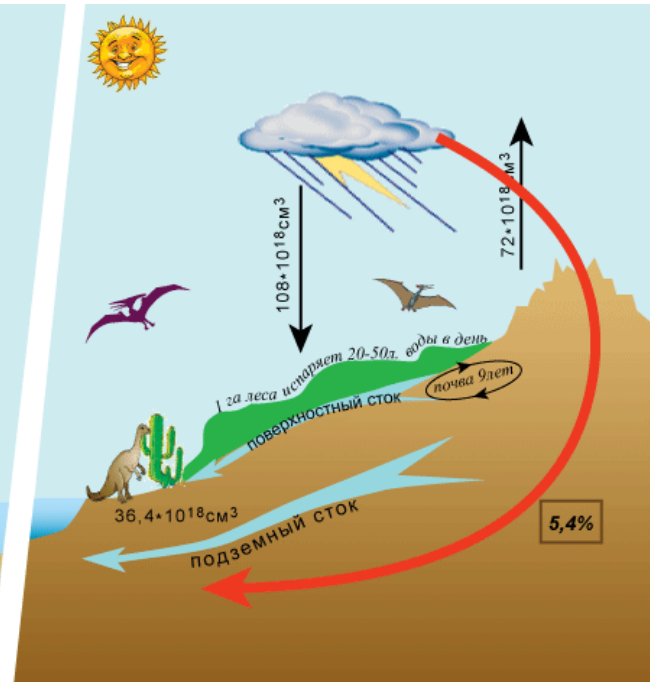
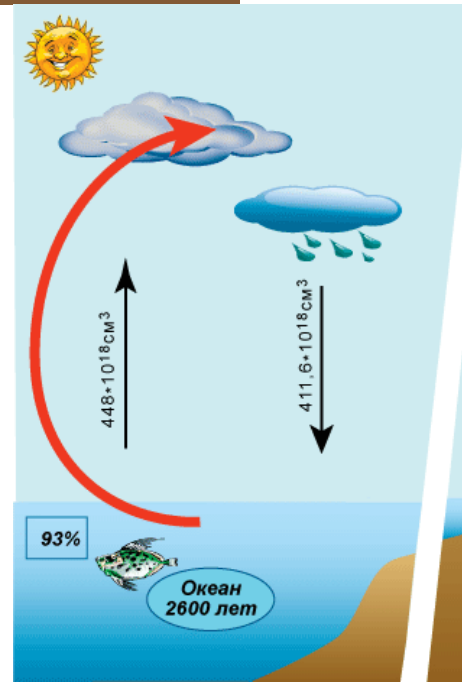
Системный подход в Геологии

Взаимодействие литосферы с гидросферой образует глобальную открытую природную систему возрастом более 4.0 млрд. лет, имеющую иерархическую структуру и включающую в себя целый ряд подсистем.



**Игнорирование связи
изучаемой системы с
более общей
системой, в которую
она входит, может
приводить к грубым
ошибкам**

Наумов Г.Б., 22 ШМГ, 2017





ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ

ИНСТИТУТ ОКЕАНОЛОГИИ им. П.П. ШИРШОВА
РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

Вторая научная
школа «Плавучий
университет»



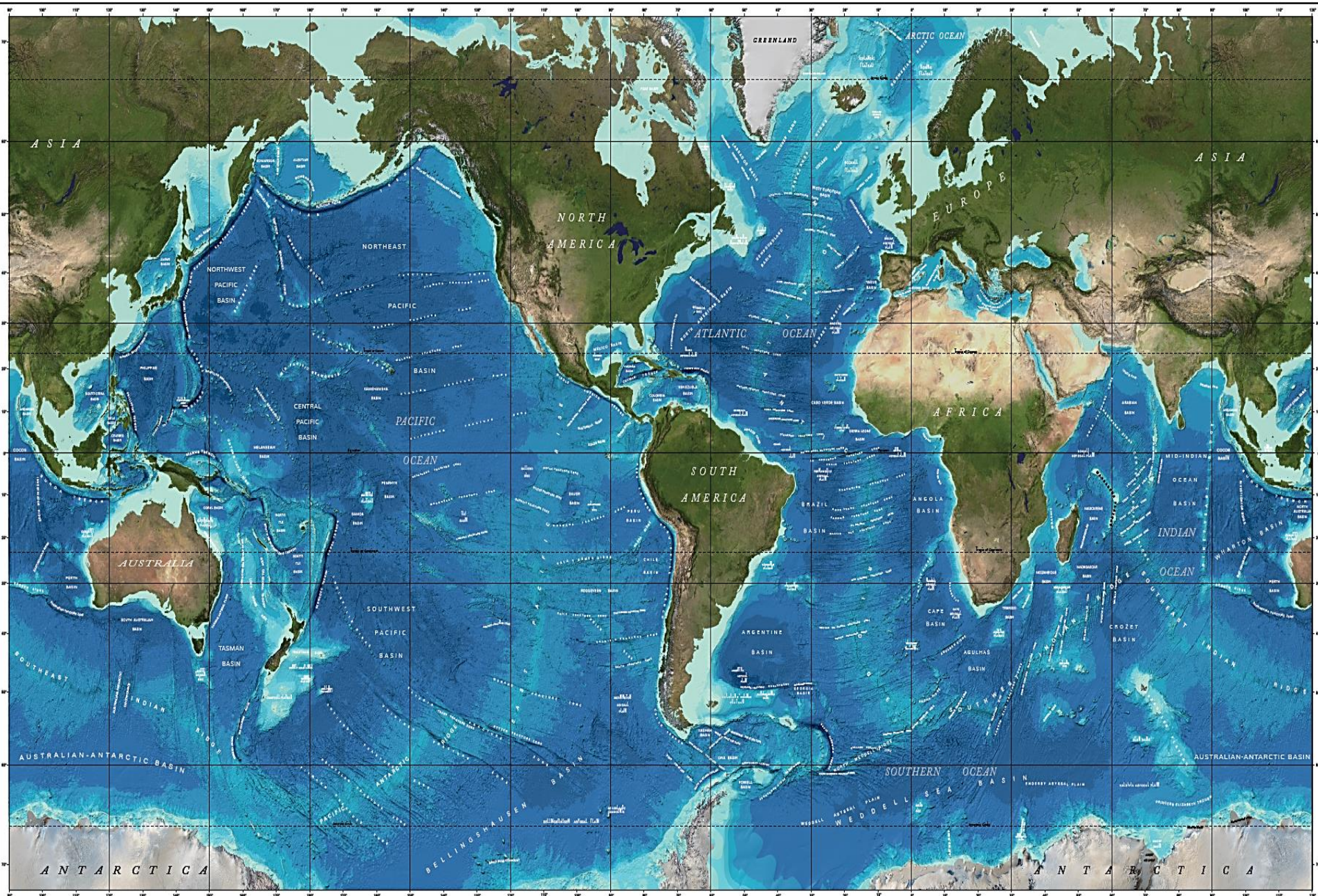
2 - 4 апреля 2019г.
Москва, ИО РАН

Морская геология: фундаментальная революция в науках о Земле

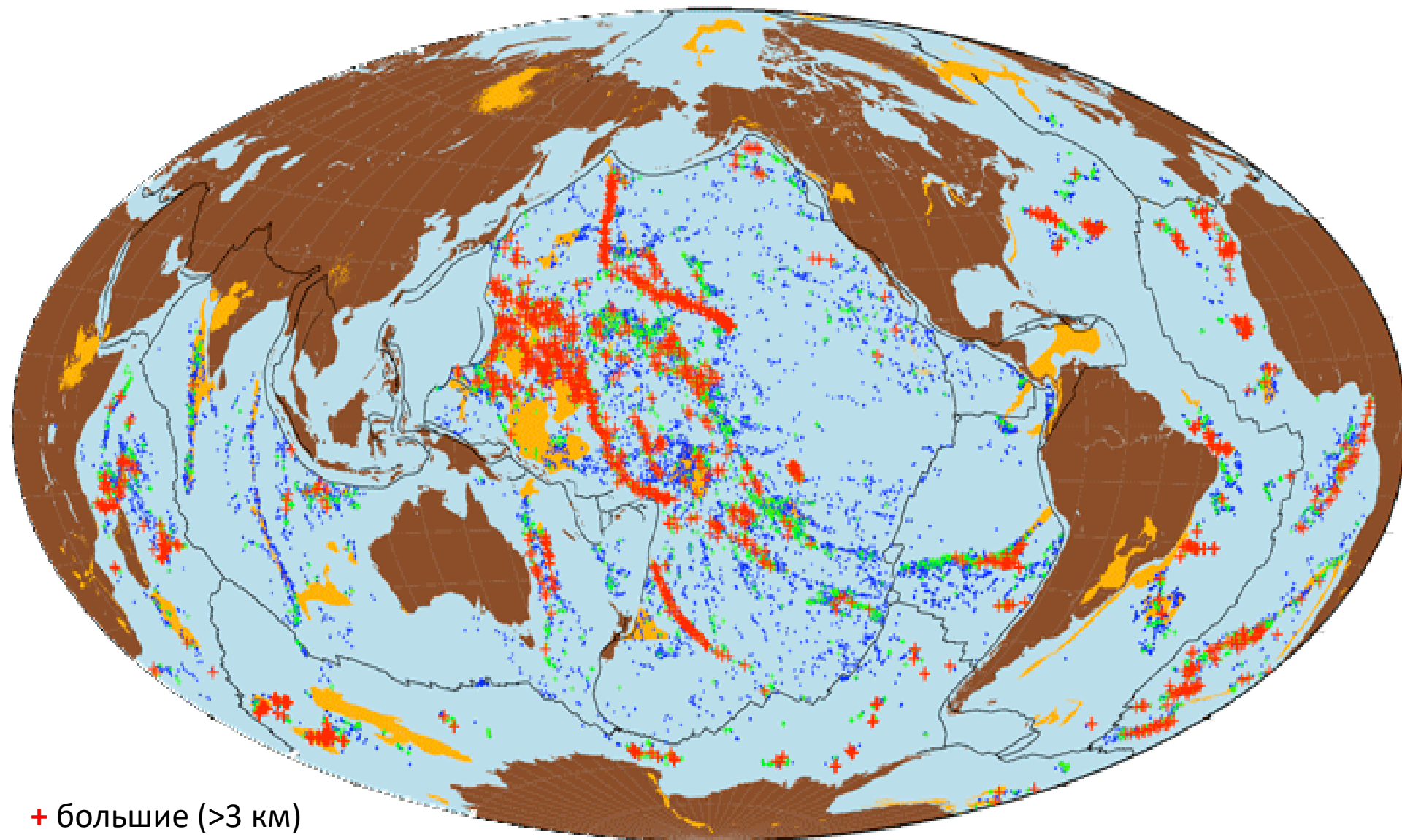


GENERAL BATHYMETRIC CHART OF THE OCEANS (GEBCO)

WORLD OCEAN BATHYMETRY



Подводные горы Мирового океана различной высоты



+ большие (>3 км)

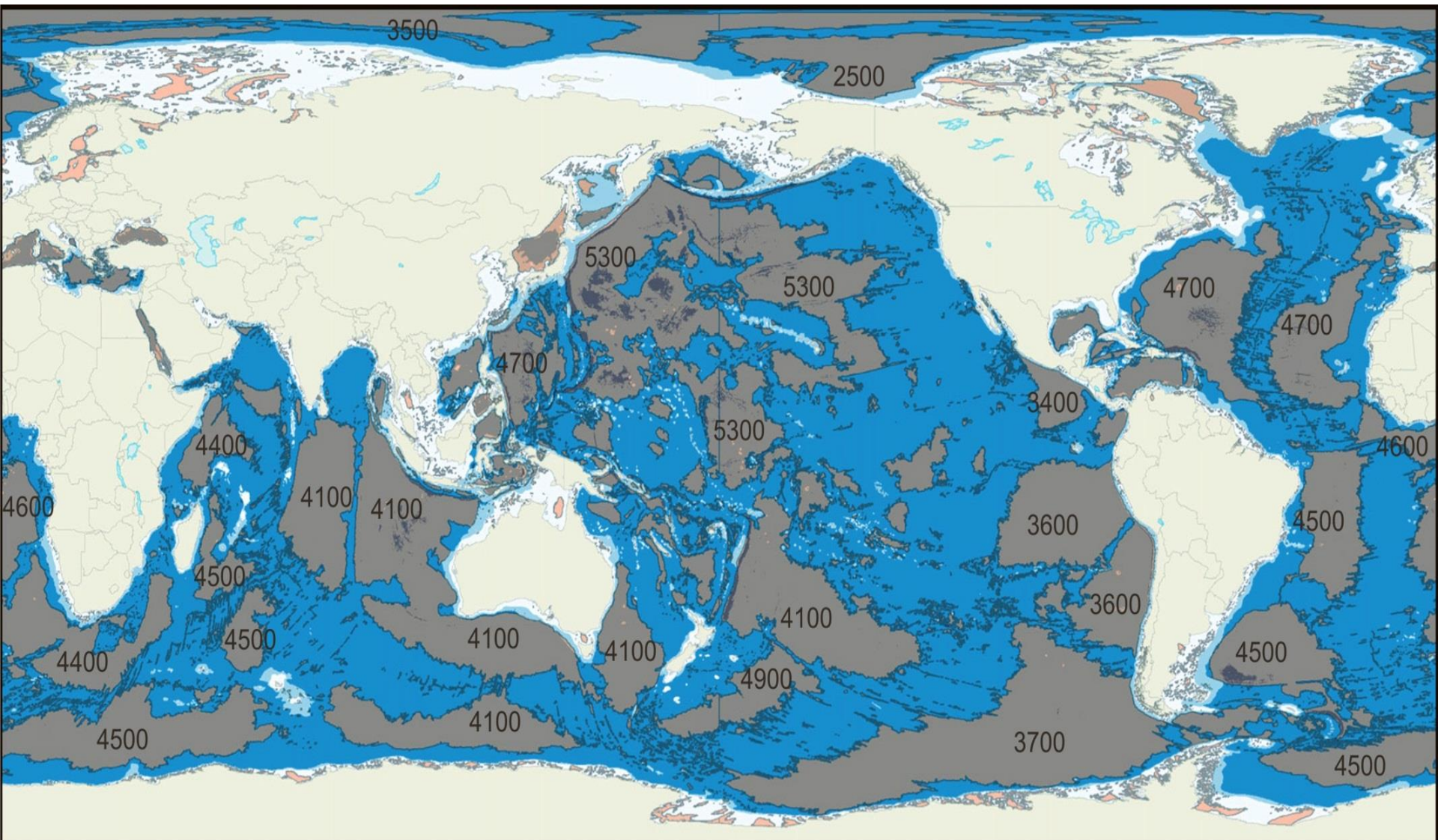
+ средние

+ малые (<1,5км)



крупнейшие изверженные провинции

Распределение глубоководных котловин в Мировом океане (Harris et al., 2014). Числами показаны максимальные глубины (м).

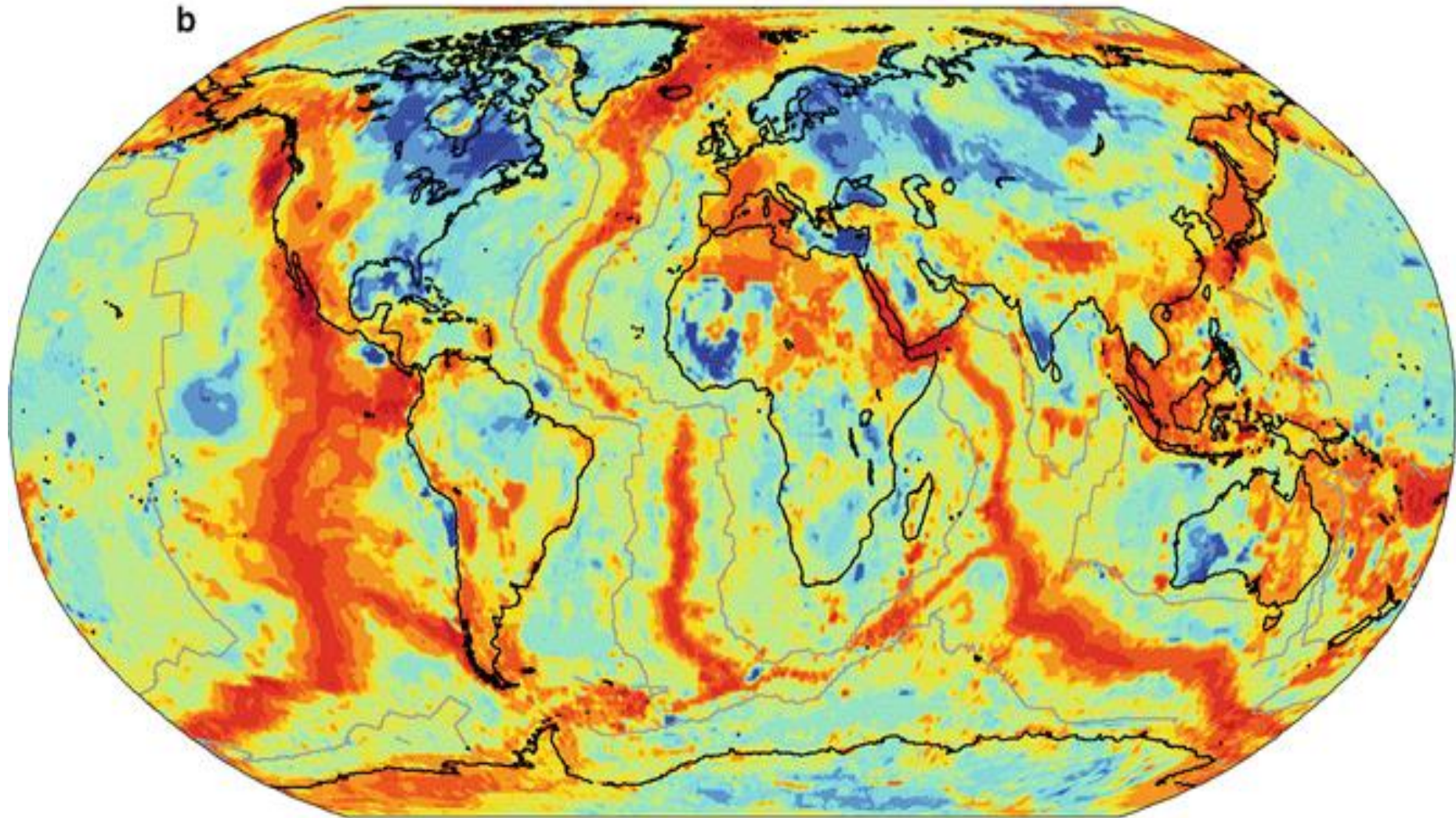


Шельф Склон Абиссальные области Котловины или бассейны

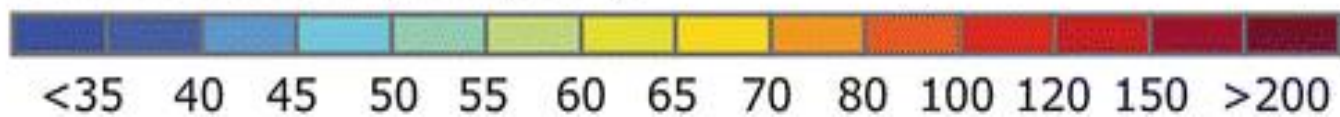


Средний тепловой поток, Davies, 2013

b



Mean heat flow (mW/m^2)



Типы взаимодействий литосферных плит и зоны спрединга.

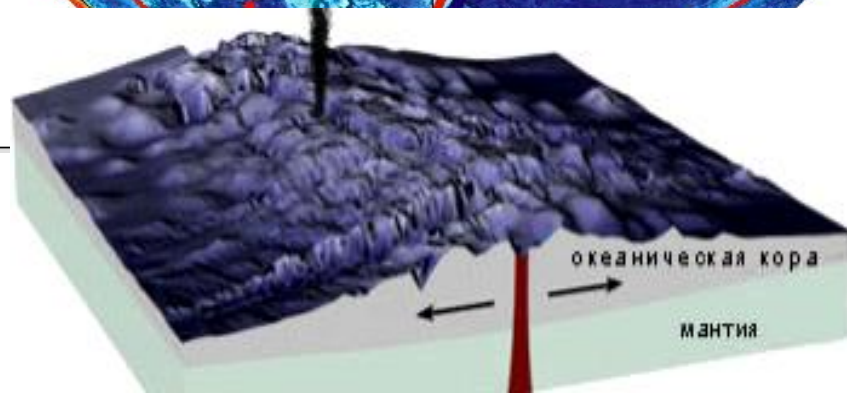
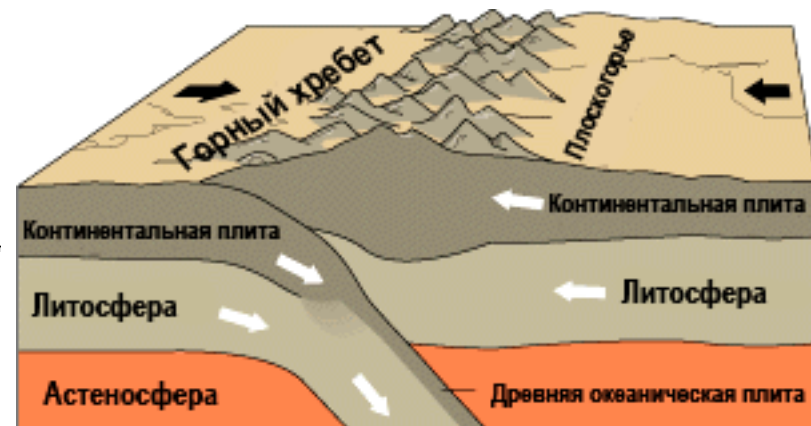
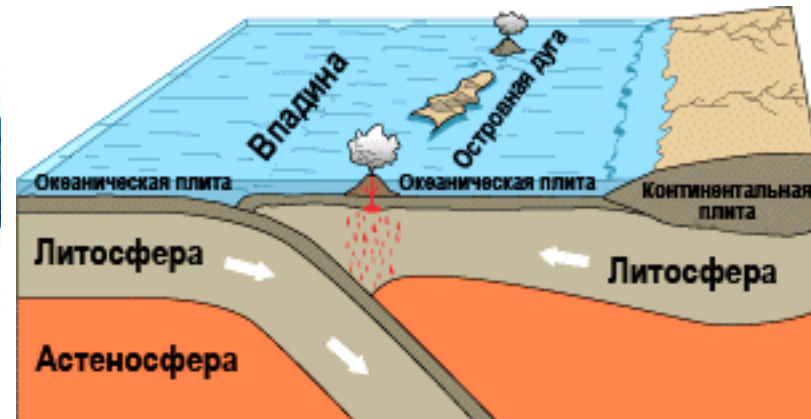
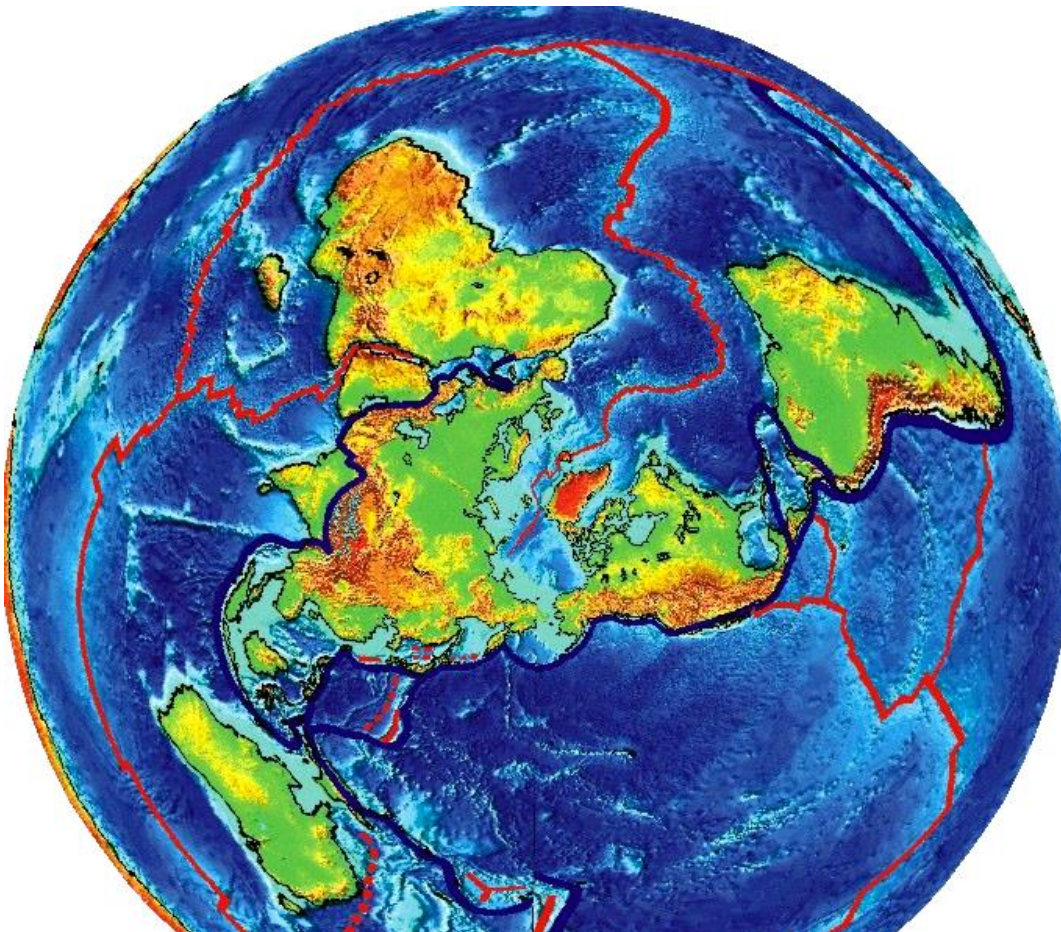
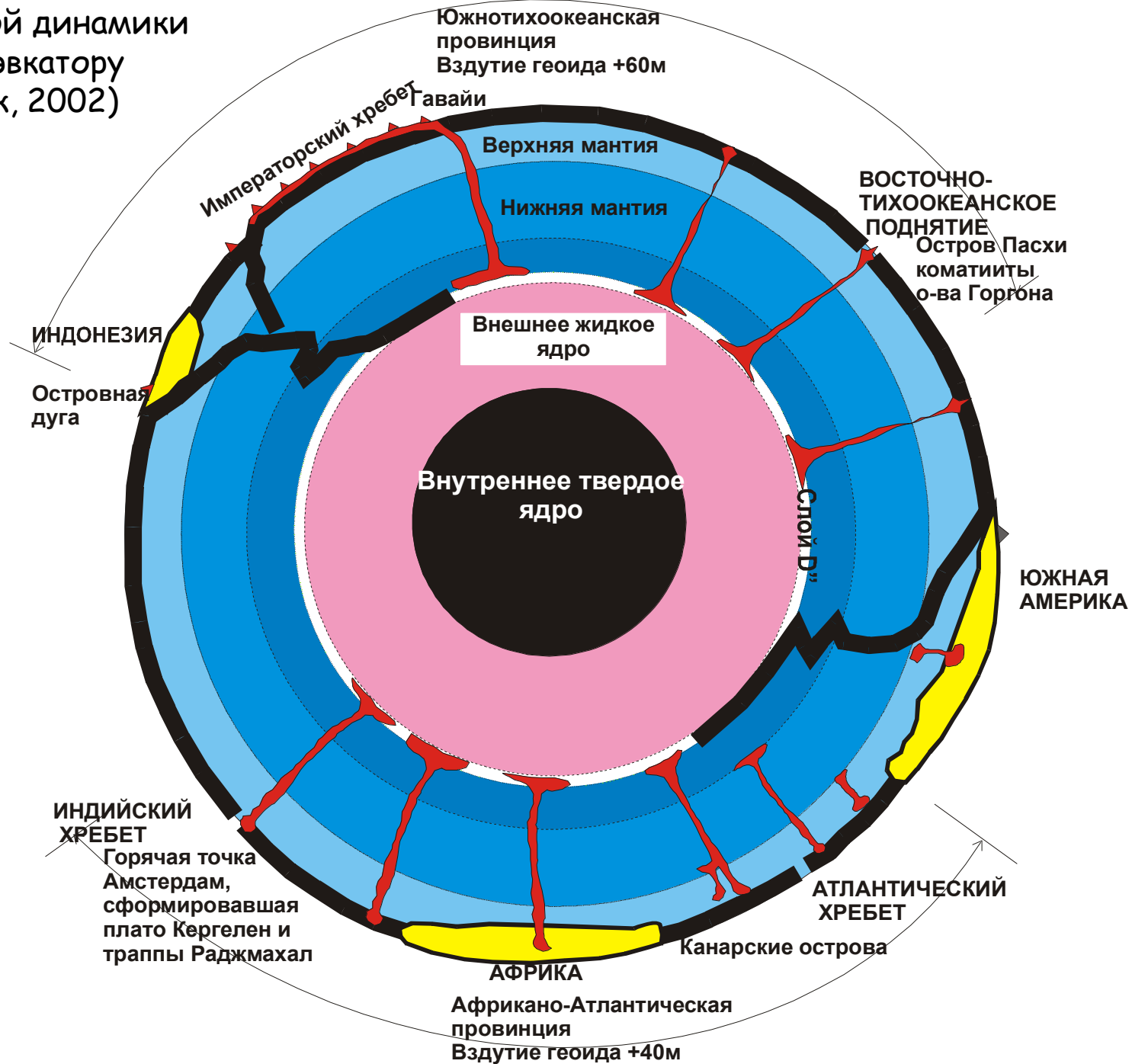
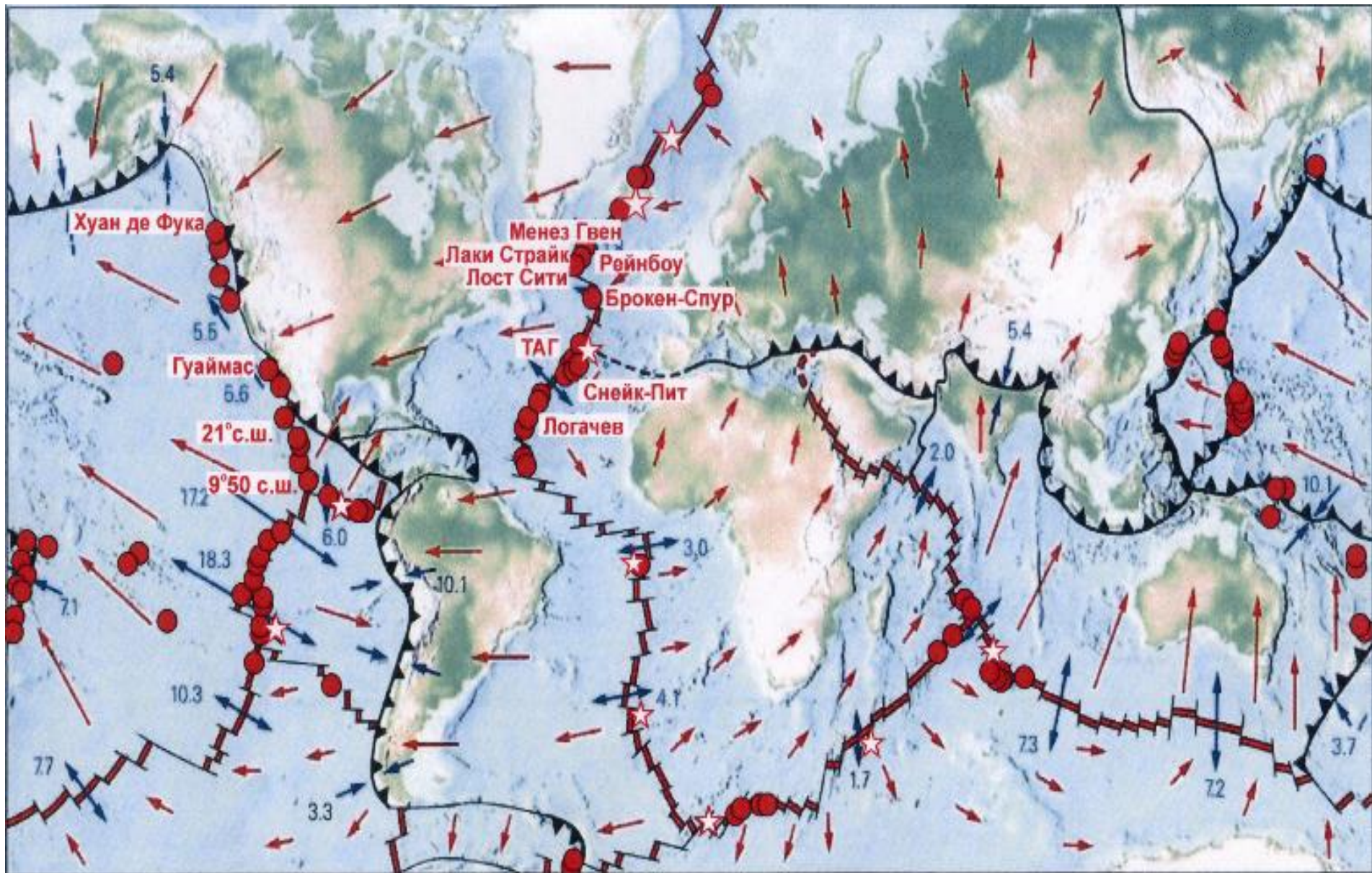


Схема современной динамики
Земли, разрез по экватору
(Никишин, Якубчук, 2002)

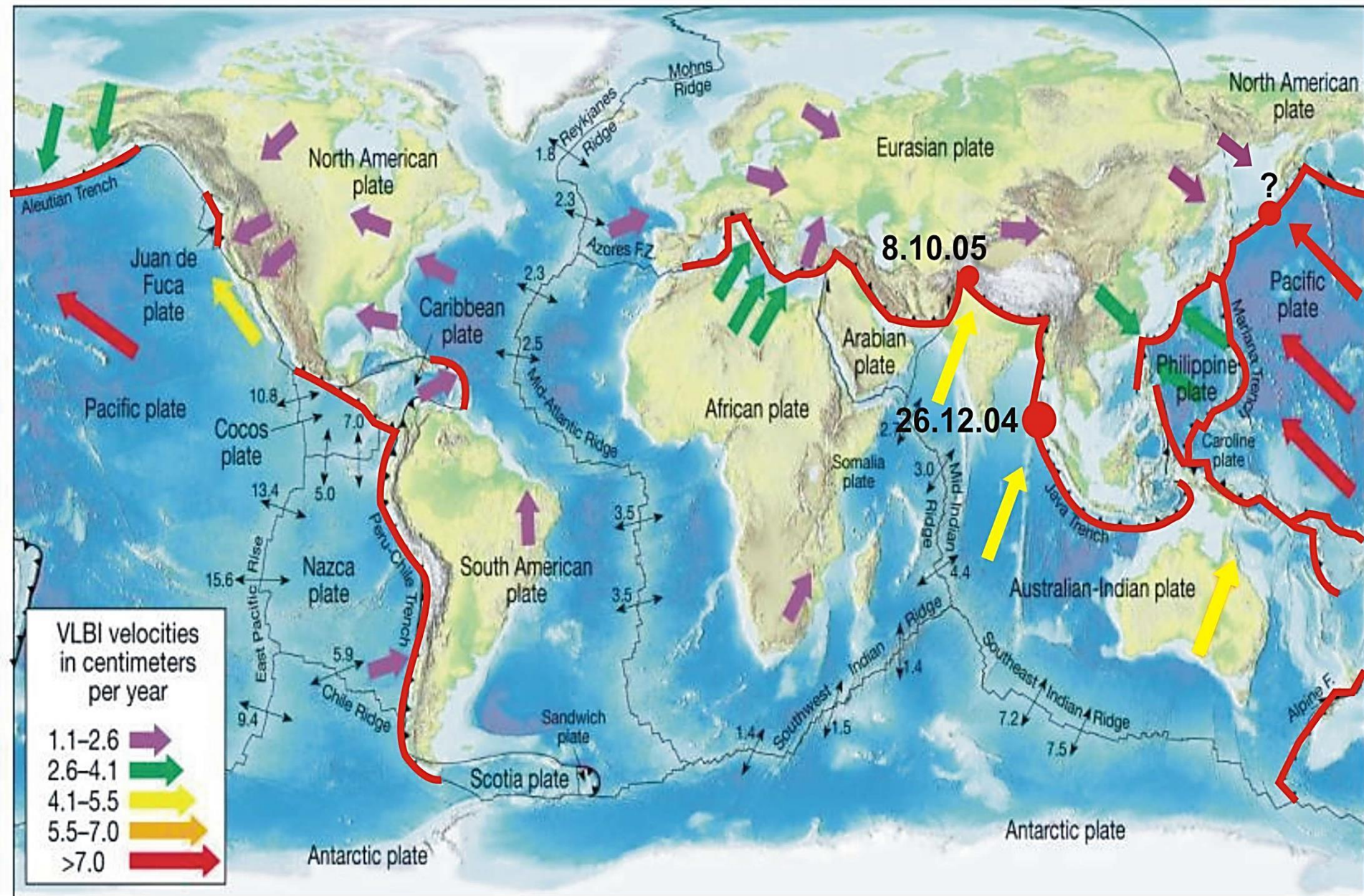


Движение литосферных плит



- | | | | | | |
|-----------|--------------------------------|------------------------|------------------------|---------------------------------|-------------------------|
| 1-Орогены | 2-Срединно-океанические хребты | 3-Направление движения | 4-Погружение аппаратов | 5-Глубоководное бурение Логачев | 6-Полигоны исследований |
|-----------|--------------------------------|------------------------|------------------------|---------------------------------|-------------------------|

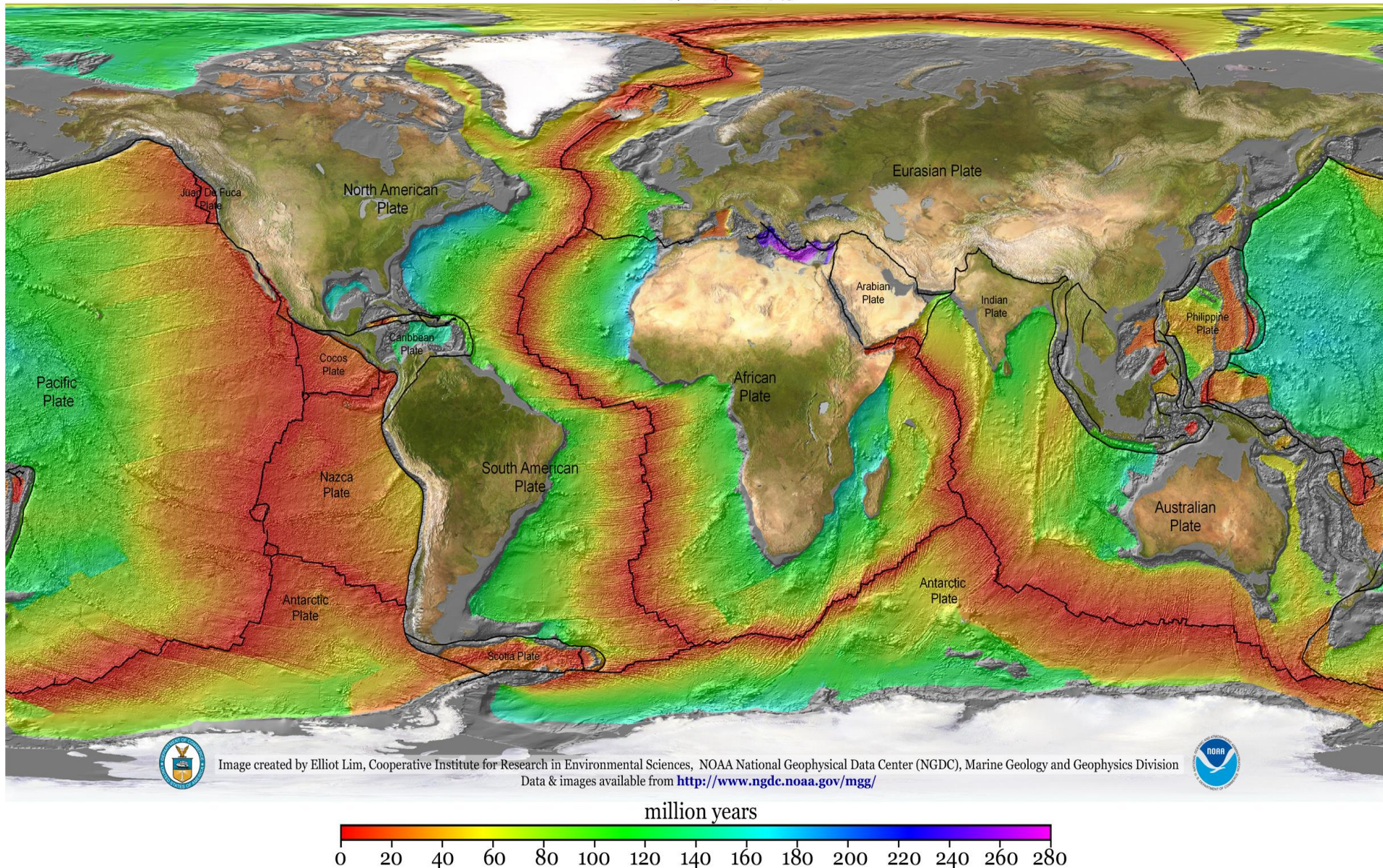
Движение литосферных плит



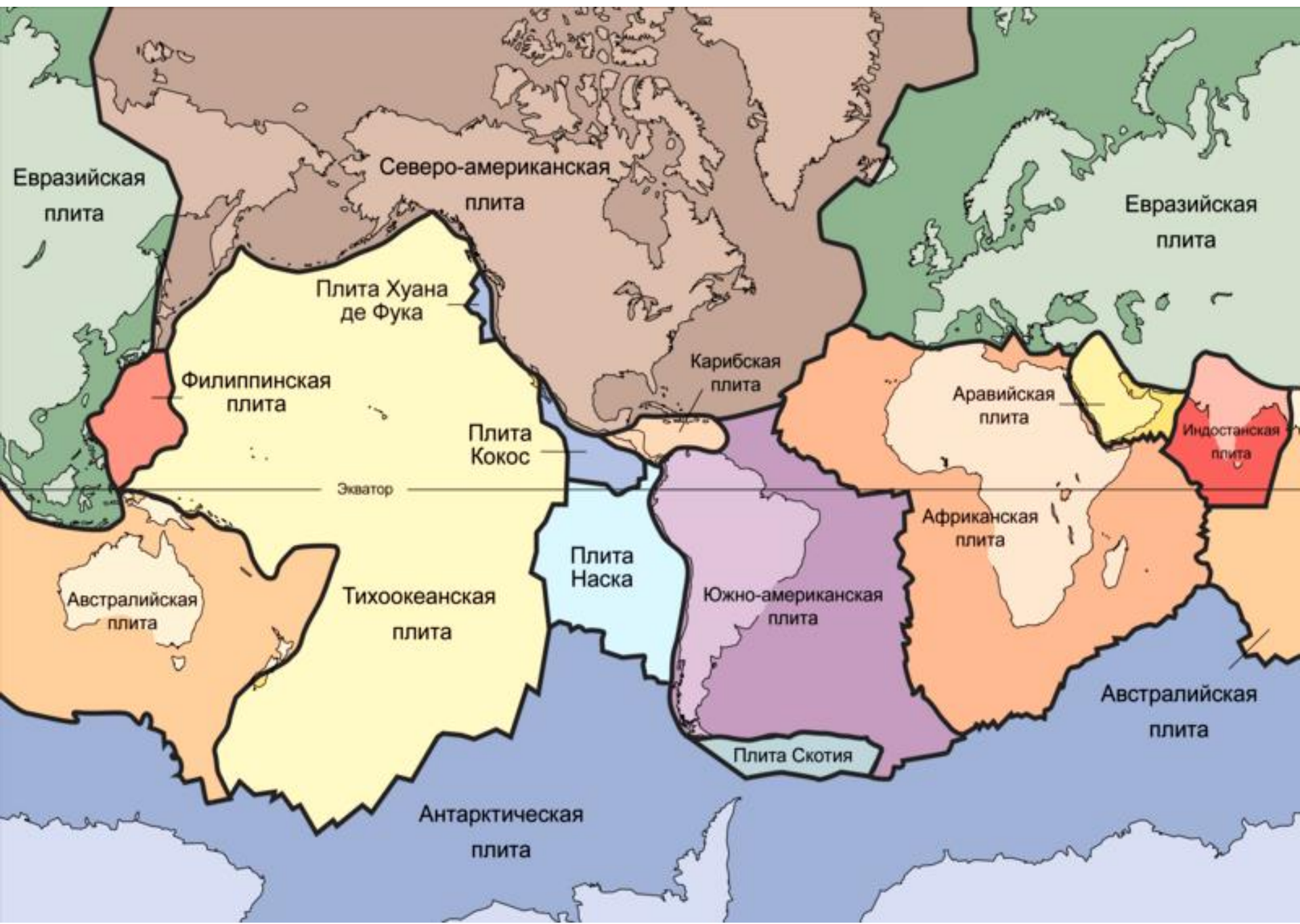
Age of Oceanic Lithosphere (m.y.)

Data source:

Muller, R.D., M. Sdrolias, C. Gaina, and W.R. Roest 2008. Age, spreading rates and spreading symmetry of the world's ocean crust, *Geochem. Geophys. Geosyst.*, 9, Q04006, doi:10.1029/2007GC001743.



Литосферные плиты





ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ

ИНСТИТУТ ОКЕАНОЛОГИИ им. П.П. ШИРШОВА
РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

Вторая научная
школа «Плавучий
университет»

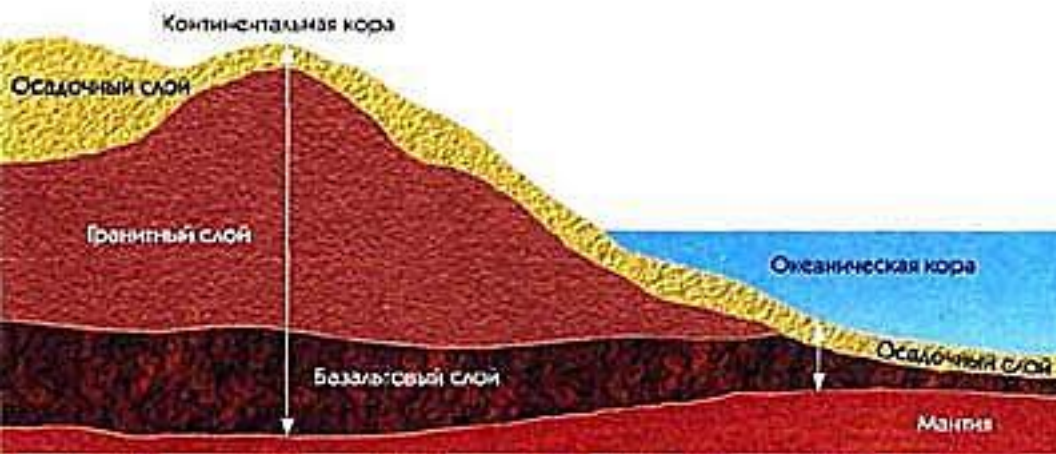


2 - 4 апреля 2019г.
Москва, ИО РАН

Морская геология: фундаментальная революция в науках о Земле *Что еще нужно сделать*



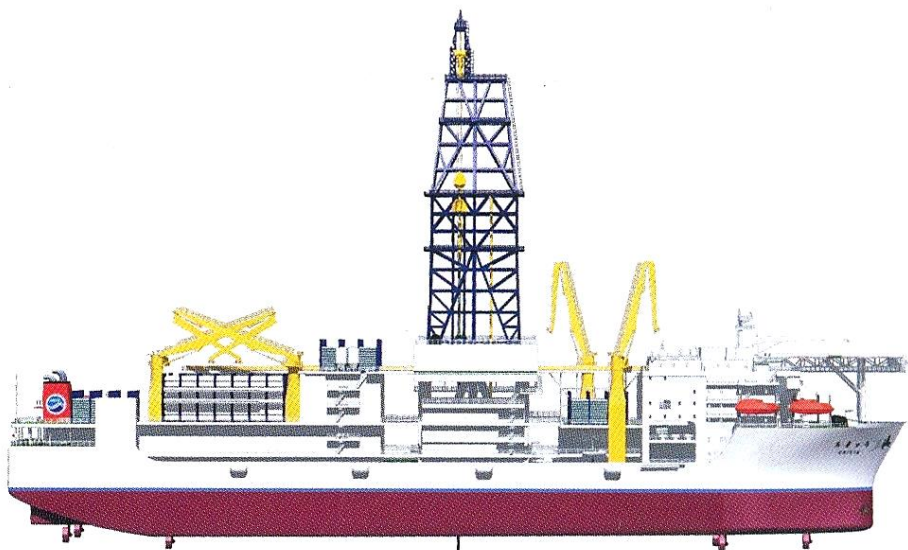
Кольская сверхглубокая скважина (12262 м)



- Ожидалось, что будет обнаружена ярко выраженная граница между гранитами и базальтами, в керне по всей глубине обнаруживались только граниты. Однако за счёт высокого давления спрессованные граниты сильно меняли физические и акустические свойства.
- Как правило, поднятый керн рассыпался от активного газовыделения в шлам, так как не выдерживал резкой смены давлений. Густота трещин на большой глубине, вопреки ожиданиям, увеличивалась. На глубине присутствовала также вода, заполнявшая трещины.
- На основании исследований не возникло чёткого понимания природы земной мантии и сущности поверхности Мохоровичича.
- На пятикилометровой глубине окружающая температура превысила 70°C , на семи — 120°C , а на глубине 12 километров датчики зафиксировали 220°C .

Глубоководное бурение Мирового океана

Судно Chikyu (Земля) для глубоководного бурения



Conceptual figure: Deep sea
drilling vessel "CHIKYU"





ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ

ИНСТИТУТ ОКЕАНОЛОГИИ им. П.П. ШИРШОВА
РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

Вторая научная
школа «Плавучий
университет»



2 - 4 апреля 2019г.
Москва, ИО РАН

Морская геология: прикладная революция в науках о Земле



Роль воды в формировании руд

Колчеданные месторождения – одни из древнейших рудных скоплений в геологической истории Земли.

Считалось, что они образованы в геологическом прошлом и образуются в настоящее время на дне морей и океанов из флюидных систем, отделяющихся от глубинной базальтоидной магмы и её дифференциатов.

Детальное изучение черных курильщиков кардинально изменило эти представления. Магма оказалась только источником необходимой для этого процесса энергии.

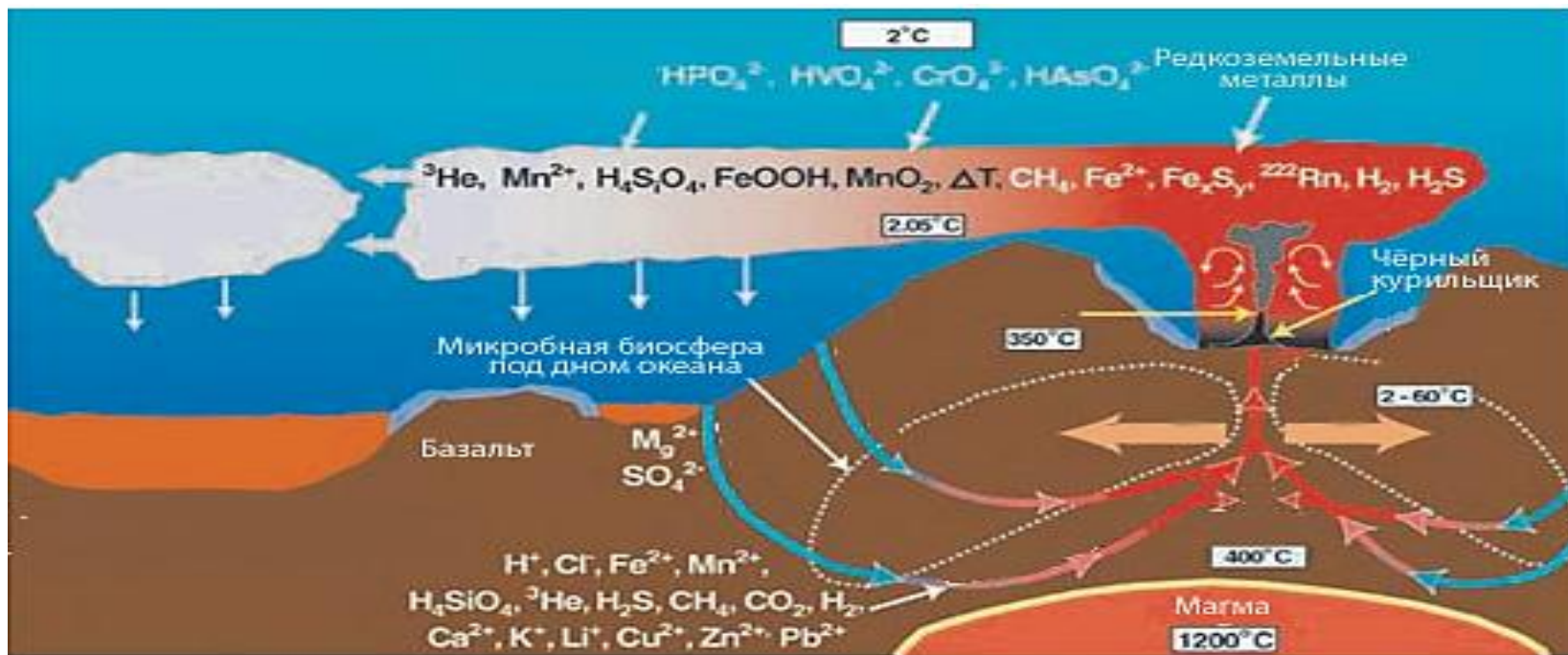


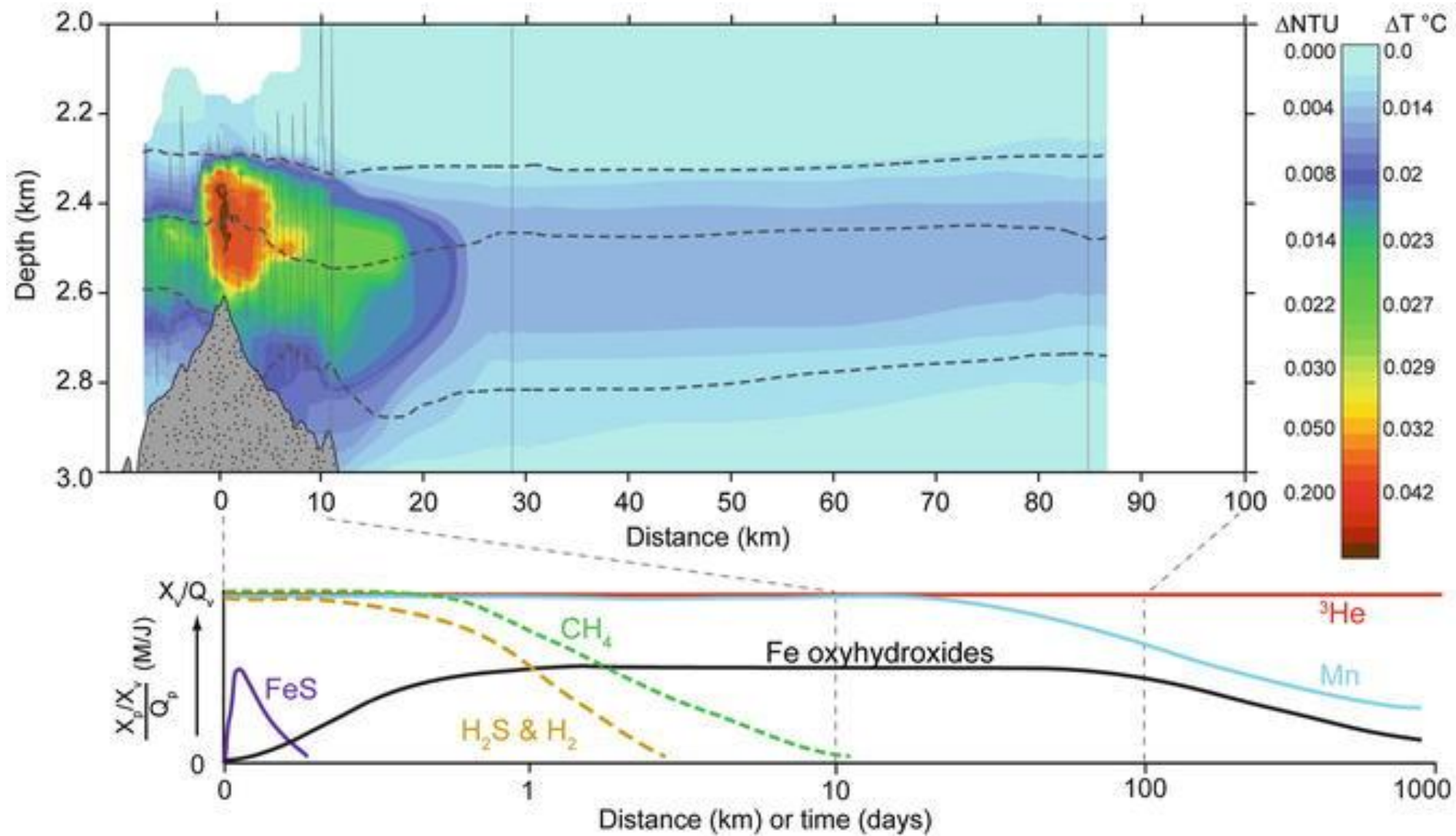
Схема обогащения морской воды различными веществами (иллюстрация с сайта oceanexplorer.noaa.gov)

Эти данные внесли существенные коррективы в анализ процессов рудообразования на континенте.

«Черные курильщики» и гидротермальная фауна

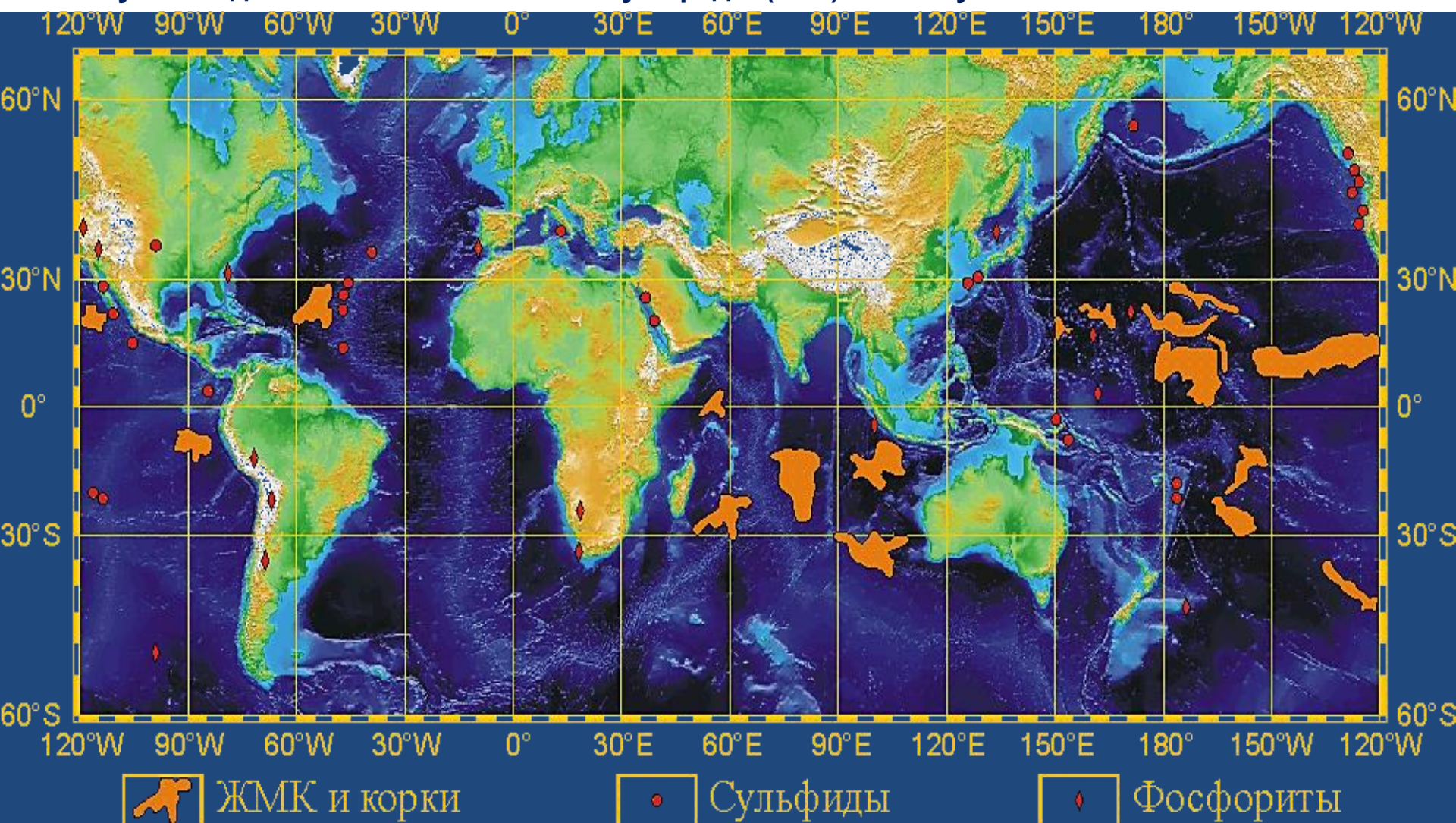


Распространение гидротермального плюма



Минеральный потенциал Мирового океана рассматривается, согласно основным положениям Морской доктрины РФ на период до 2020 года, как стратегический резерв России с ориентировочными сроками промышленного освоения через 20-25 лет.

Сюда входят месторождения ЖМК в Тихом океане (поле Кларион-Клиппертон), кобальтмарганцевых корок в Магеллановых горах Тихого океана, фосфориты и глубоководные полиметаллические сульфиды (ГПС) САХ на участках 10°-34° с.ш.



MINING SYSTEM

Пример разработки
месторождения полезных
ископаемых на океанском дне



Пример разработки
месторождения полезных
ископаемых на океанском дне





Воздействие на фауну и окружающую среду

Донные экосистемы

- Уничтожение поселений животных
- Удаление/уничтожение твердого субстрата
- Удаление/уничтожение верхнего слоя осадка
- Нарушение целостности биотопа (фрагментация)
- Мутьевые потоки – от воздействия на дно и промывных растворов
- Токсическое воздействие

= Ущерб экосистеме





ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ

ИНСТИТУТ ОКЕАНОЛОГИИ им. П.П. ШИРШОВА
РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

Вторая научная
школа «Плавучий
университет»

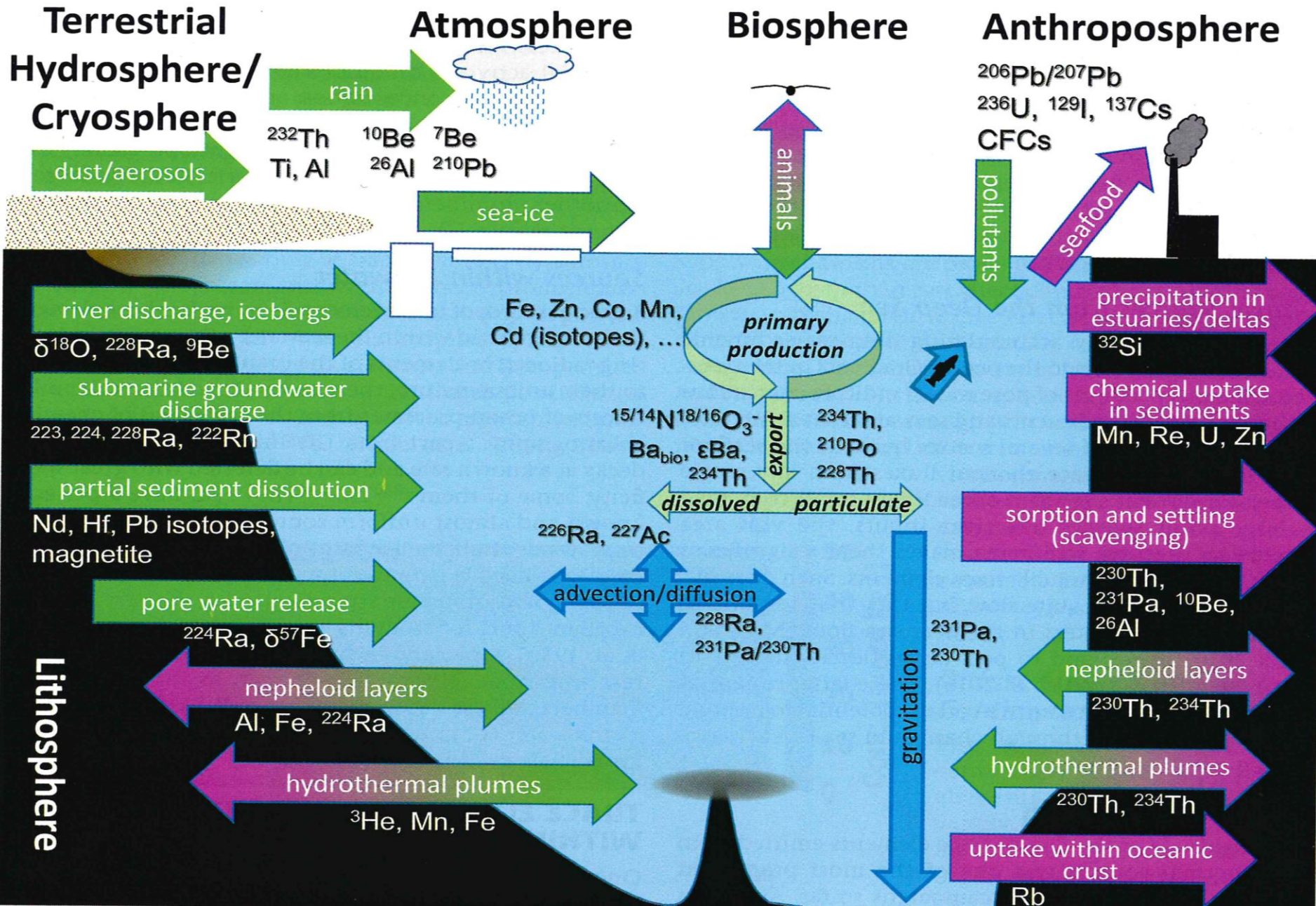


2 - 4 апреля 2019г.
Москва, ИО РАН

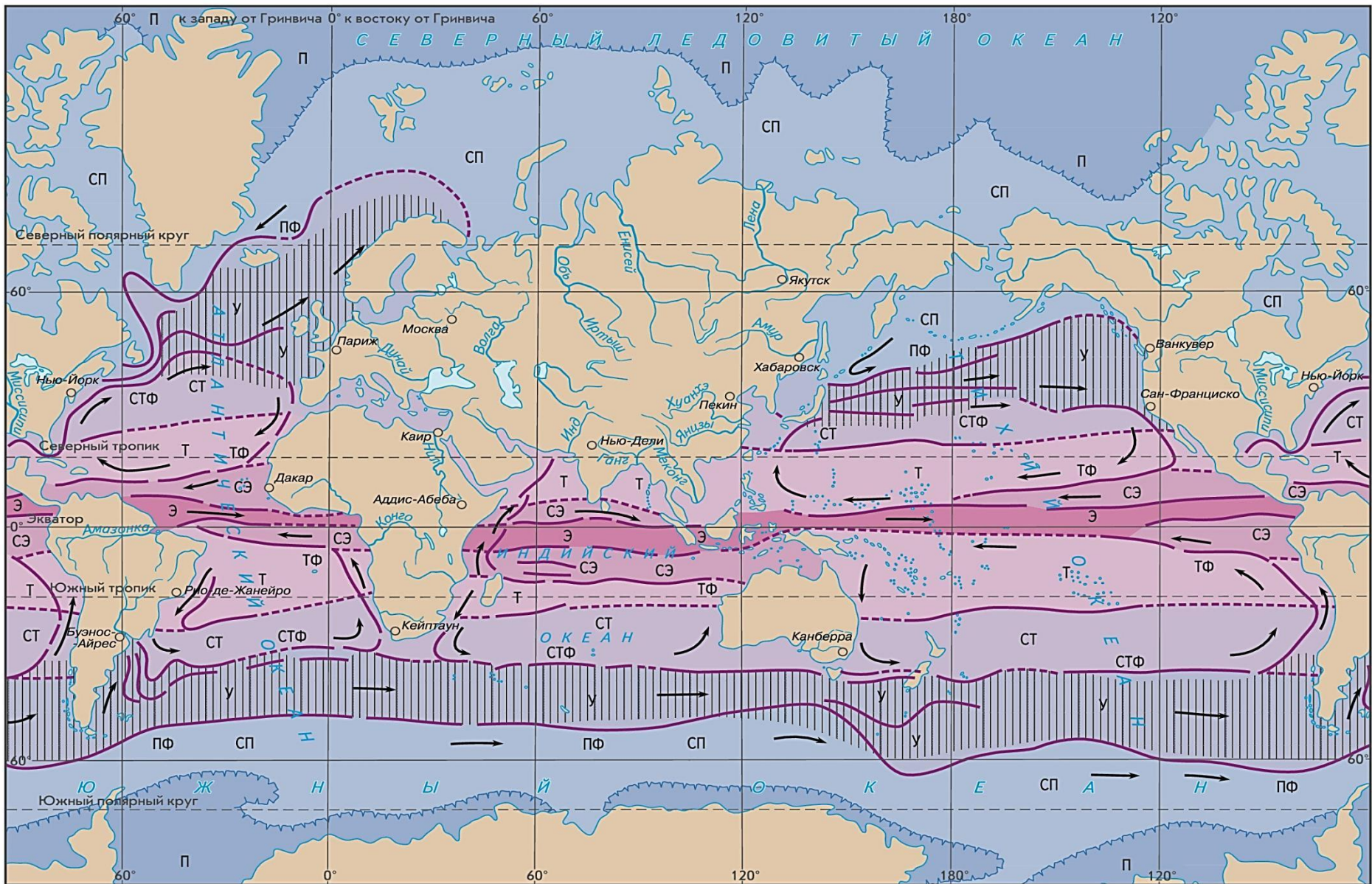
Морская геология: революция в научном подходе



Концентрация и состав микроэлементов являются диагностическими инструментами состояния океана и его роли как части динамической системы Земли. Geibert, 2018



ГЕОГРАФИЧЕСКАЯ ЗОНАЛЬНОСТЬ МИРОВОГО ОКЕАНА



- Граница постоянных льдов
- Границы океанских фронтов
- Экстраполяция океанских фронтов
- Течения

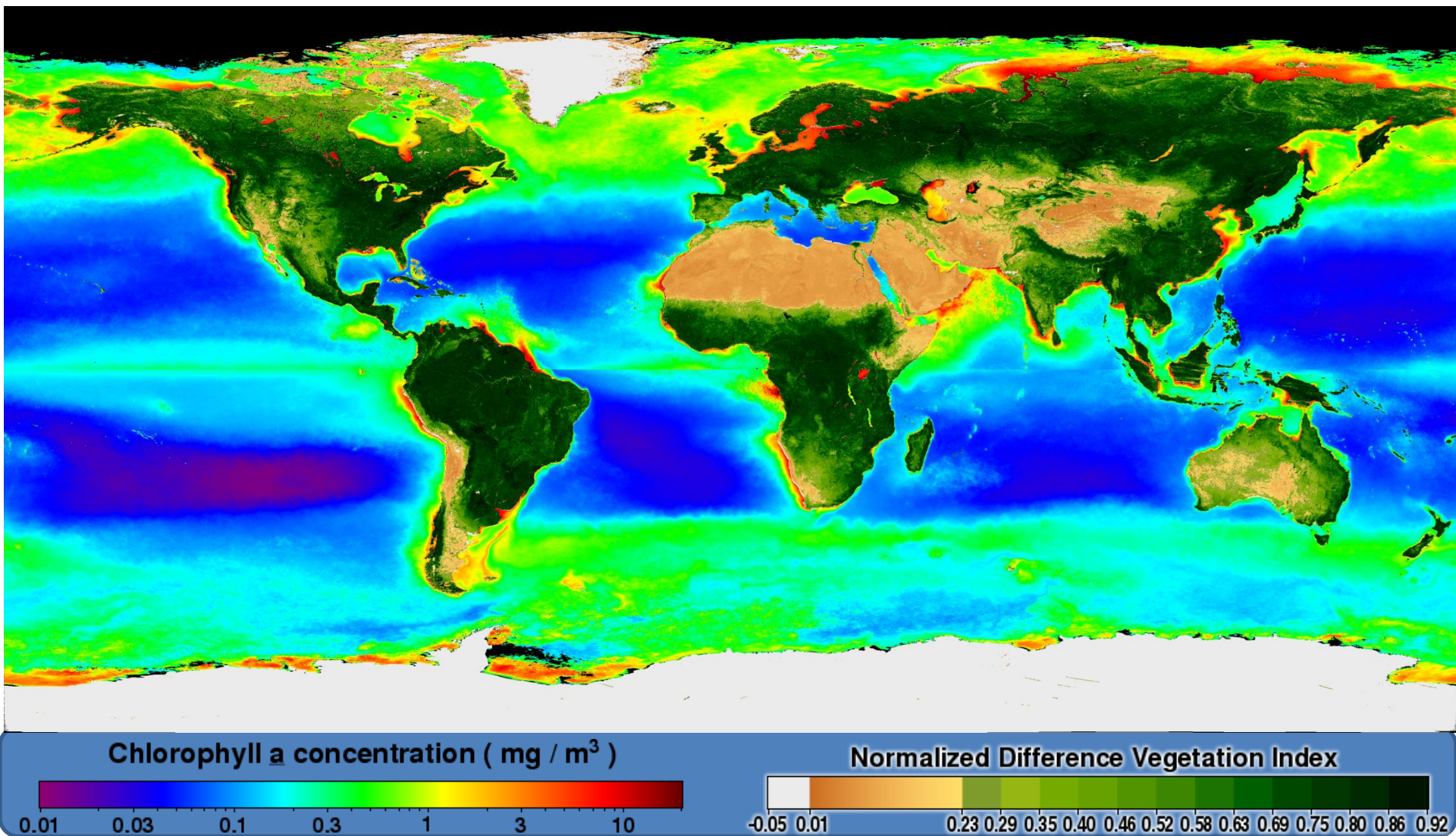
- Зона смешения холодных и тепловодных видов фитопланктона
- ГЕОГРАФИЧЕСКИЕ ПОЯСА
- Холодный пояс
- П Полярная зона
- СП Субполярная зона

- Умеренный пояс
- У Умеренная зона
- Тёплый пояс
- СТ Субтропическая зона
- Т Тропическая зона

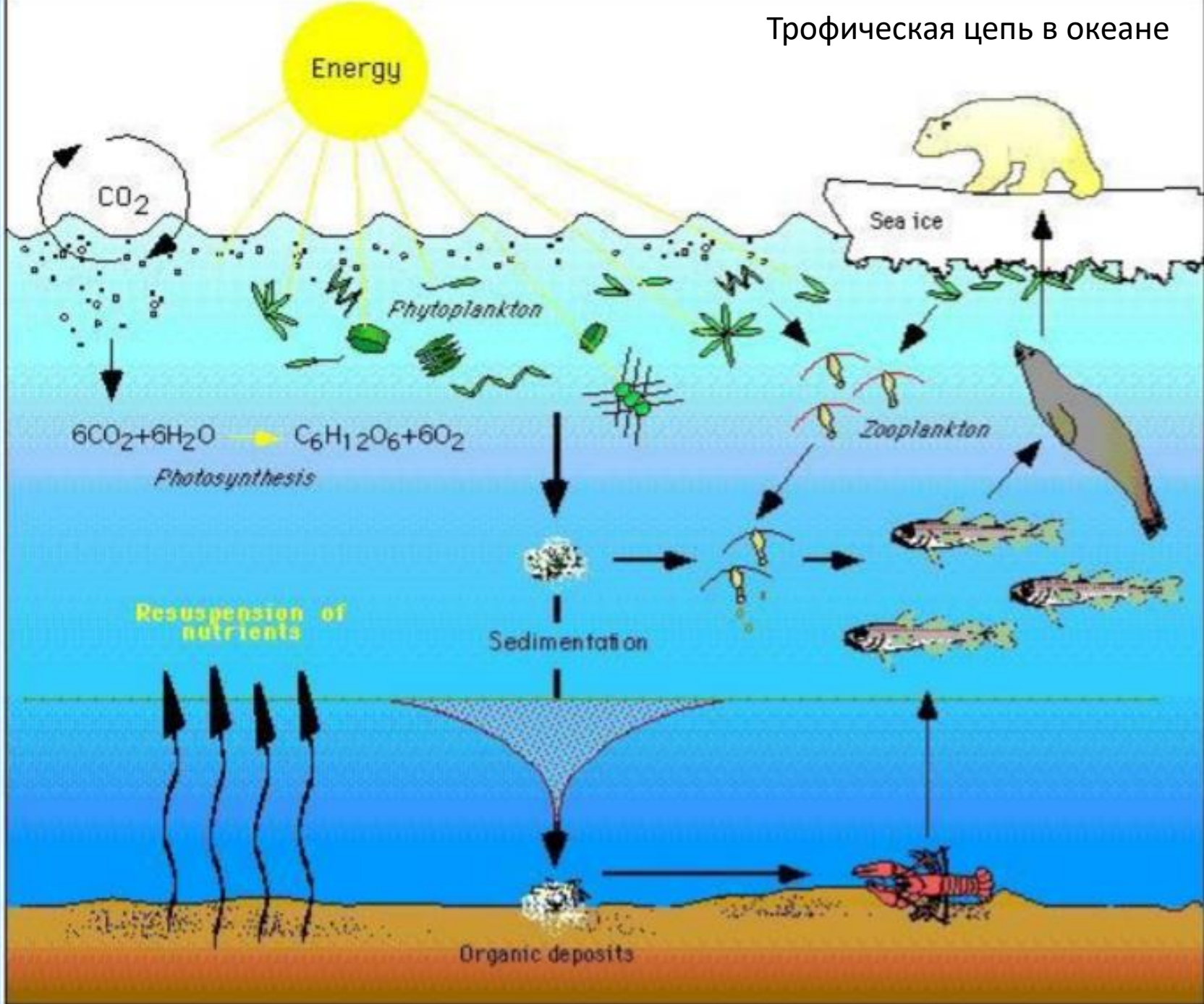
- Экваториальный пояс
- СЭ Субэкваториальная зона
- Э Экваториальная зона
- Ф Фронт

Масштаб 1:180 000 000
Специальное содержание разработал В.Л. Лебедев

Концентрация хлорофилла «а» в поверхностном слое Мирового океана
(лето для обоих полушарий)

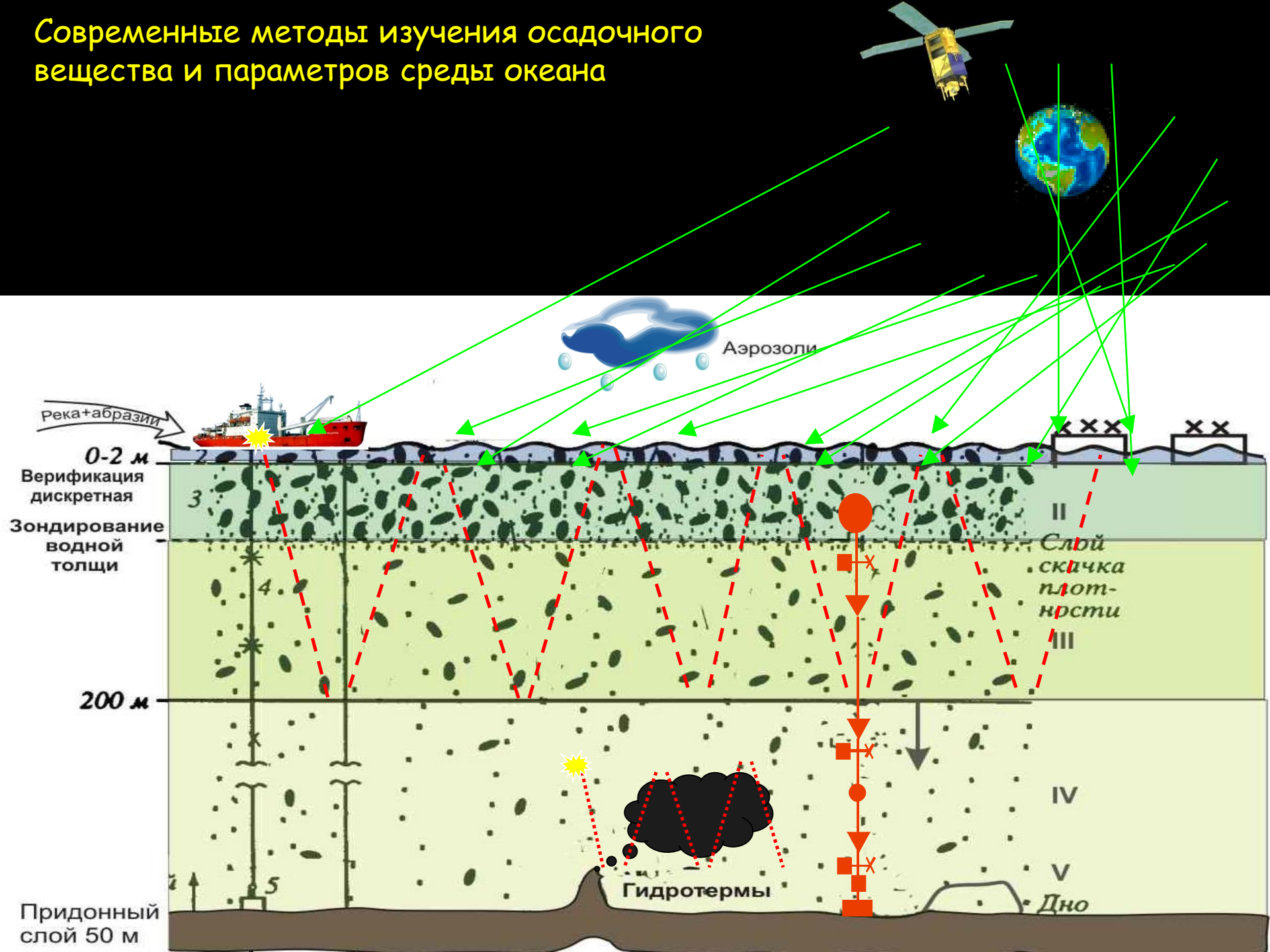


Трофическая цепь в океане



Drawn by Christopher Krembs

Современные методы изучения осадочного вещества и параметров среды океана

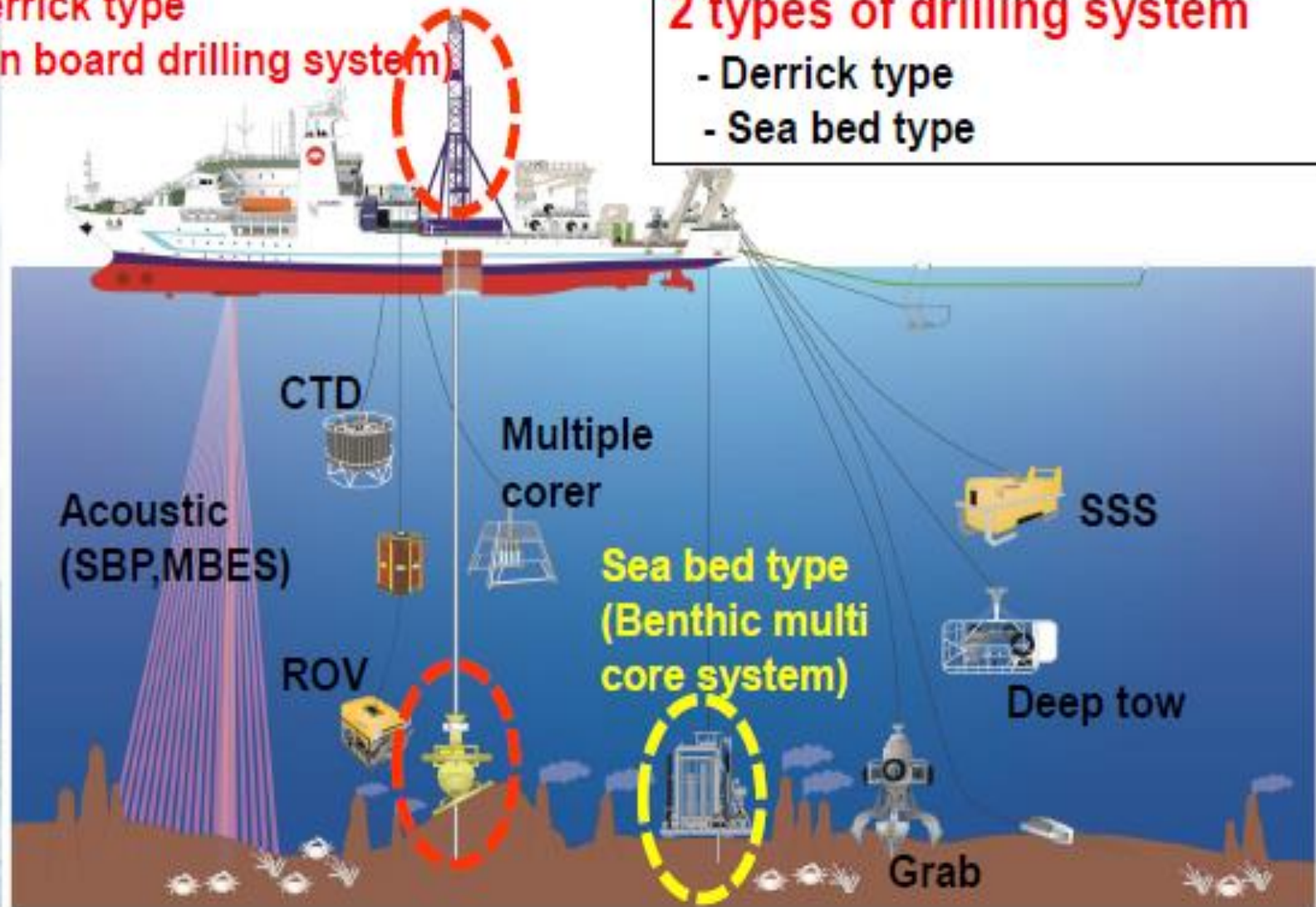


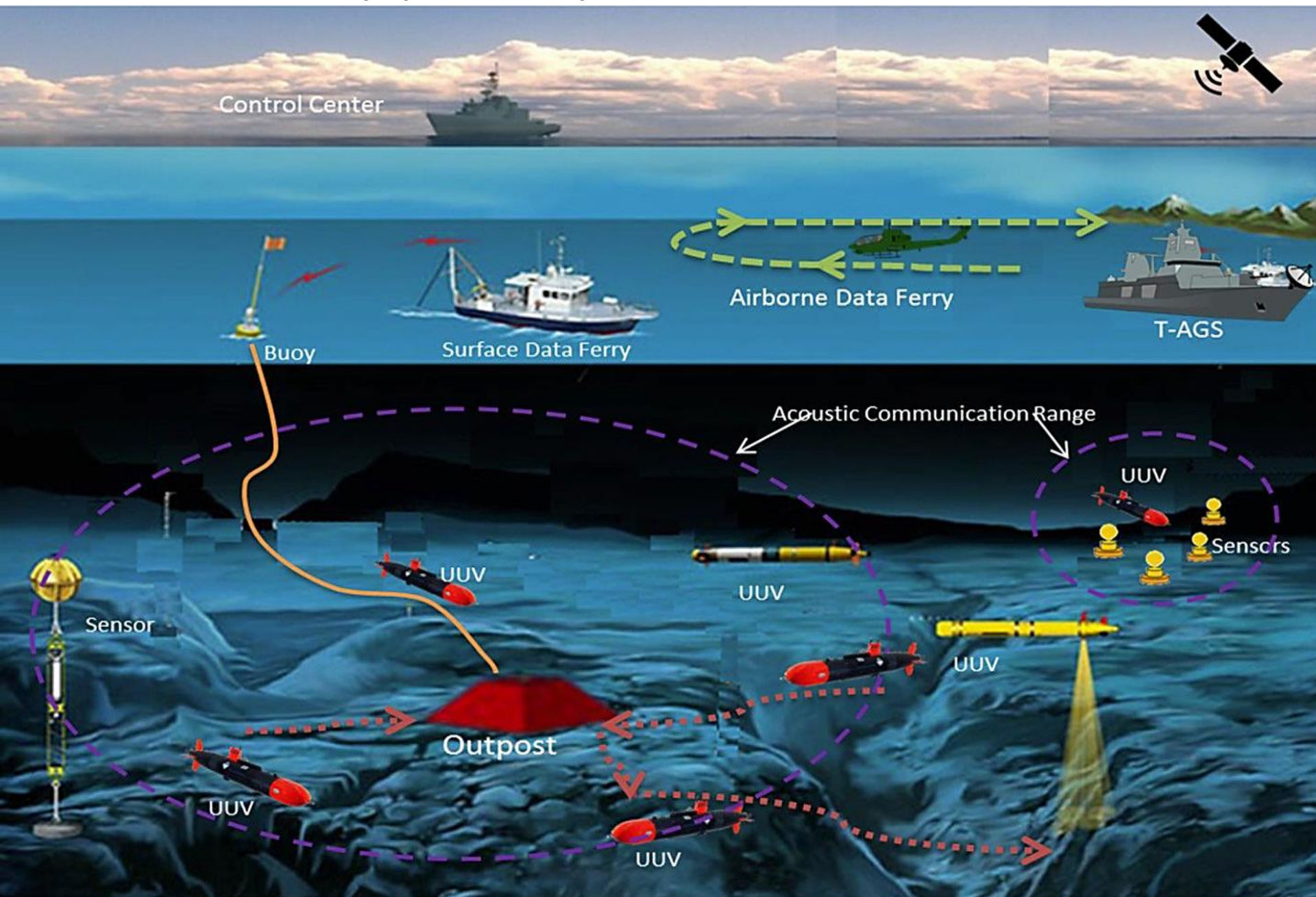
Основной судовой инструментарий морской геологии

**Derrick type
(On board drilling system)**

2 types of drilling system

- Derrick type
- Sea bed type









ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ

ИНСТИТУТ ОКЕАНОЛОГИИ им. П.П. ШИРШОВА
РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

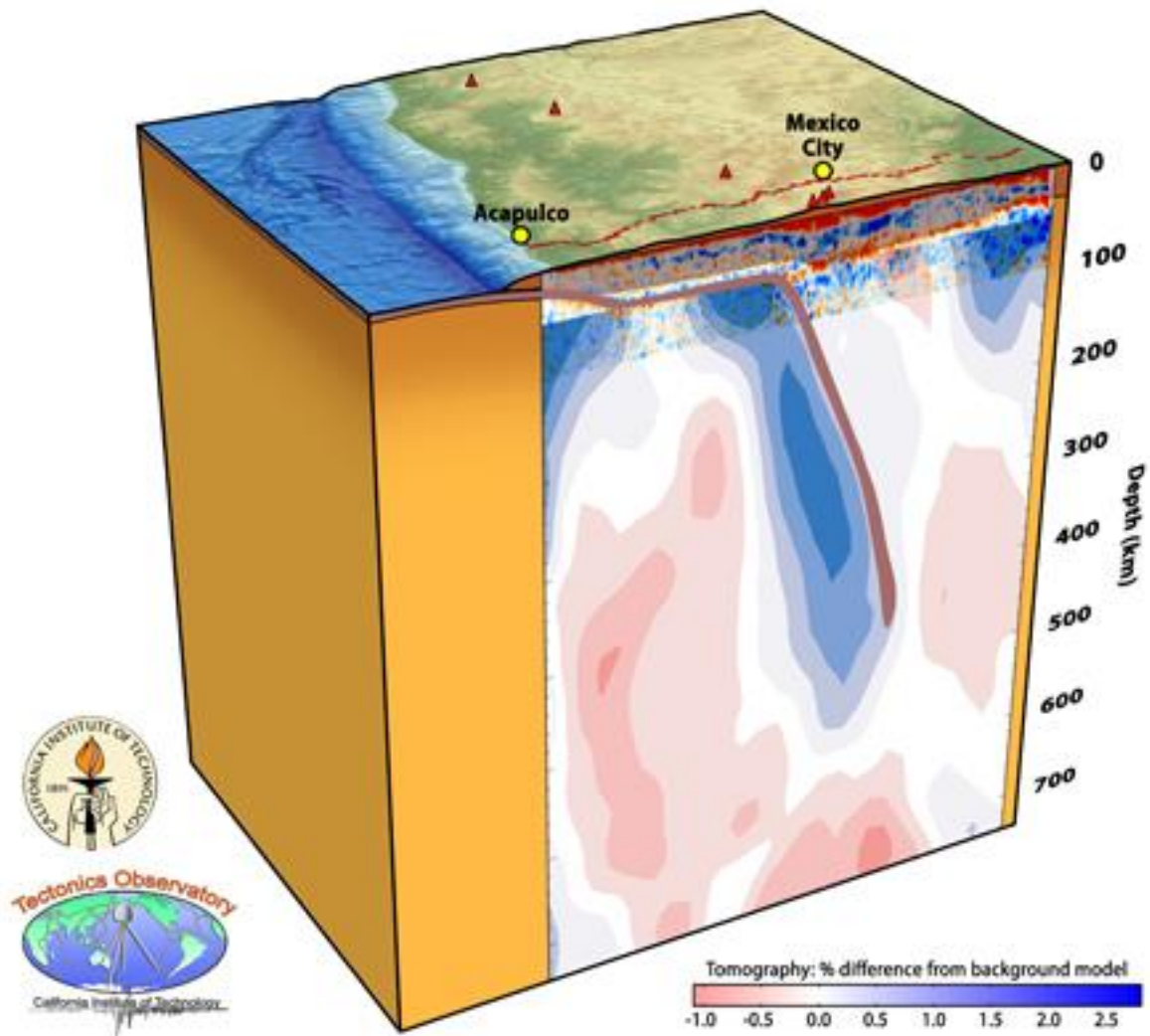
Вторая научная
школа «Плавучий
университет»



2 - 4 апреля 2019г.
Москва, ИО РАН

Спасибо за внимание!

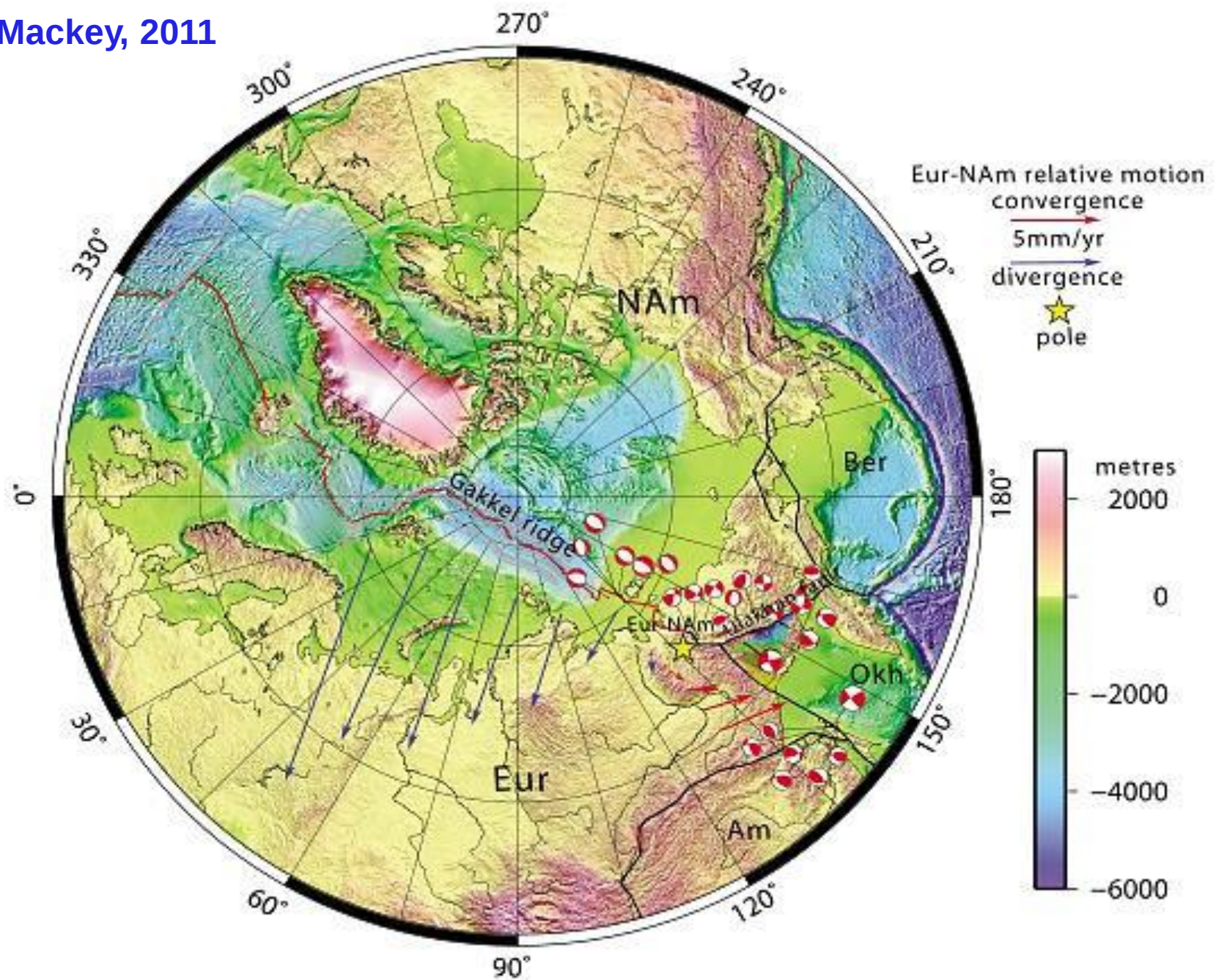




[Modified from Perez-Campos et al., GRL 2008].

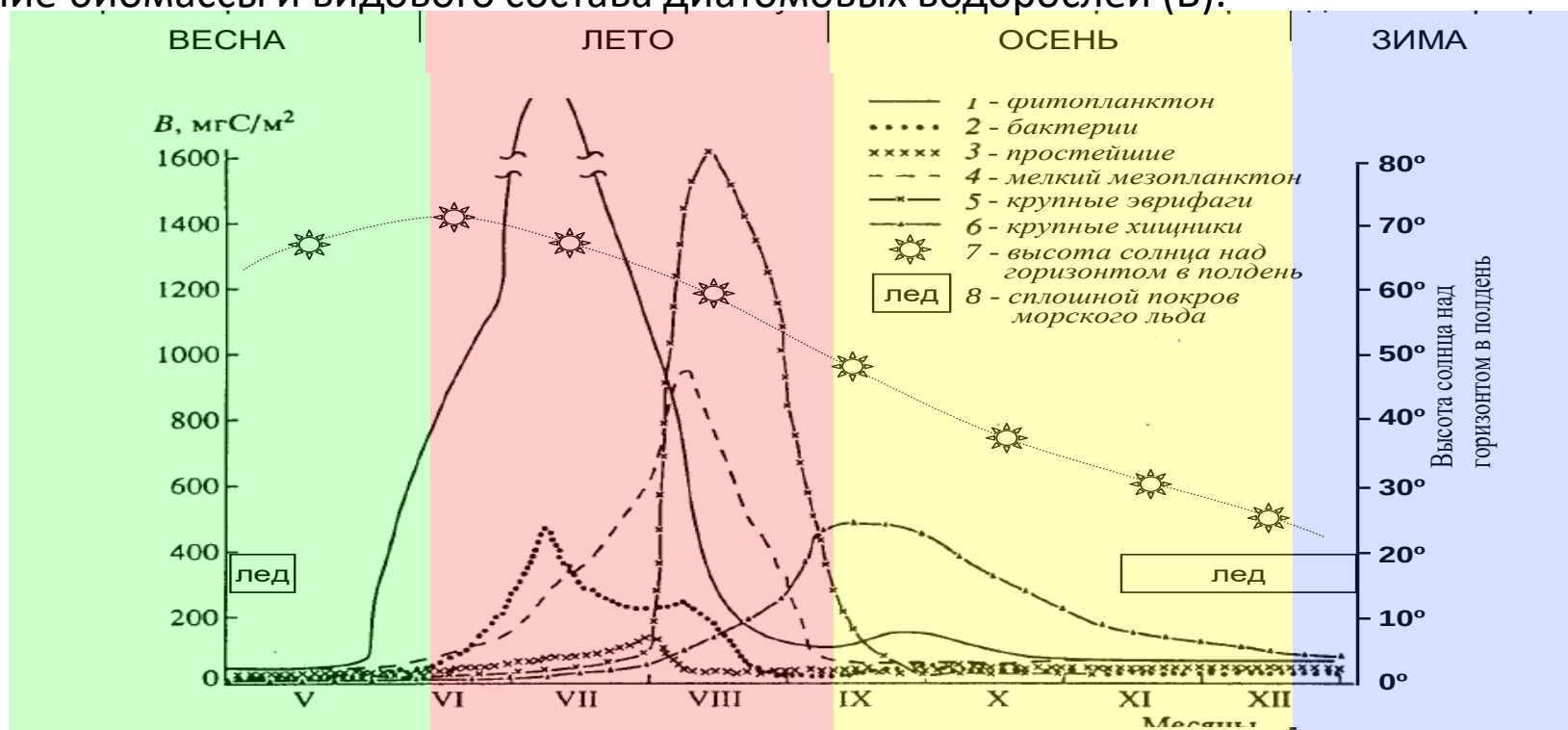
Границы плит в Арктике и на востоке РФ

Hindle, Mackey, 2011



Сезонное изменение биомассы планктона (мгС/м^3) в морях Арктики (Б) и сезонное изменение биомассы и видового состава диатомовых водорослей (В).

(Б)



(В)

