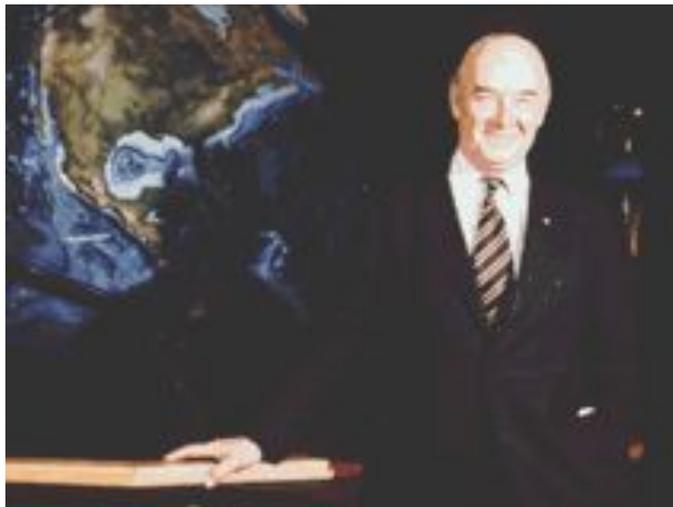


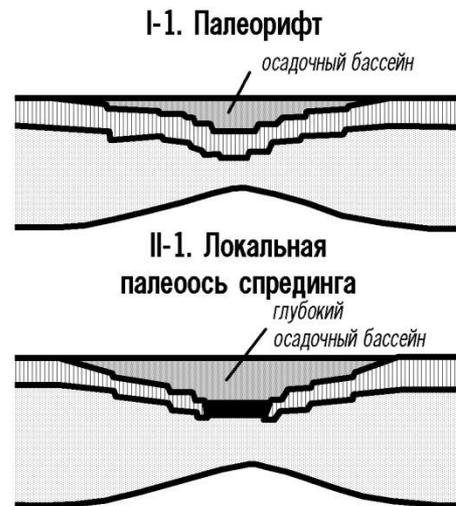
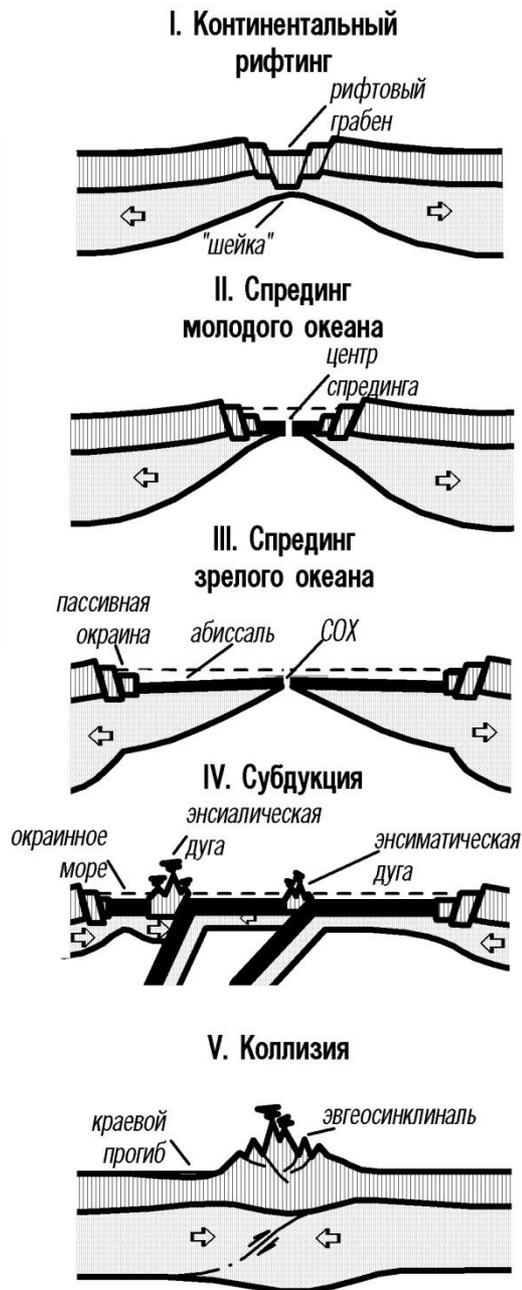
An aerial photograph of a large white research vessel with a tall mast, sailing on a deep blue ocean. The vessel is viewed from an elevated angle, showing its deck and superstructure. The text is overlaid in the center of the image.

# ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ ЭВОЛЮЦИЯ ОКЕАНА

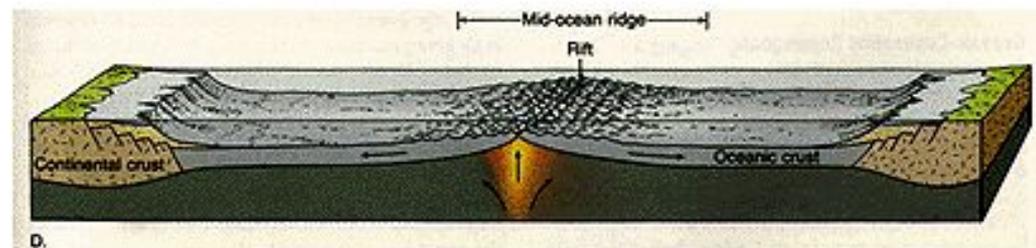
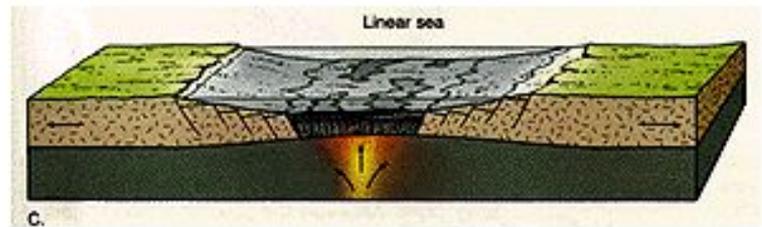
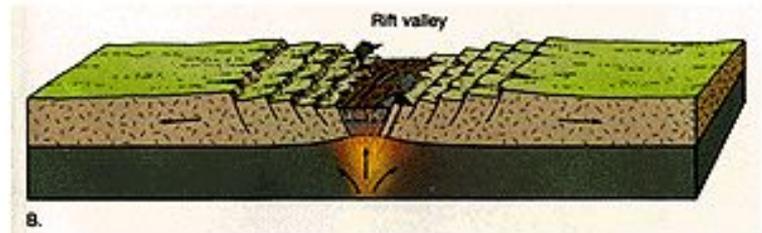
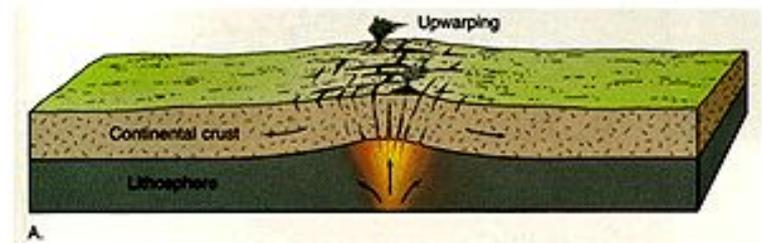
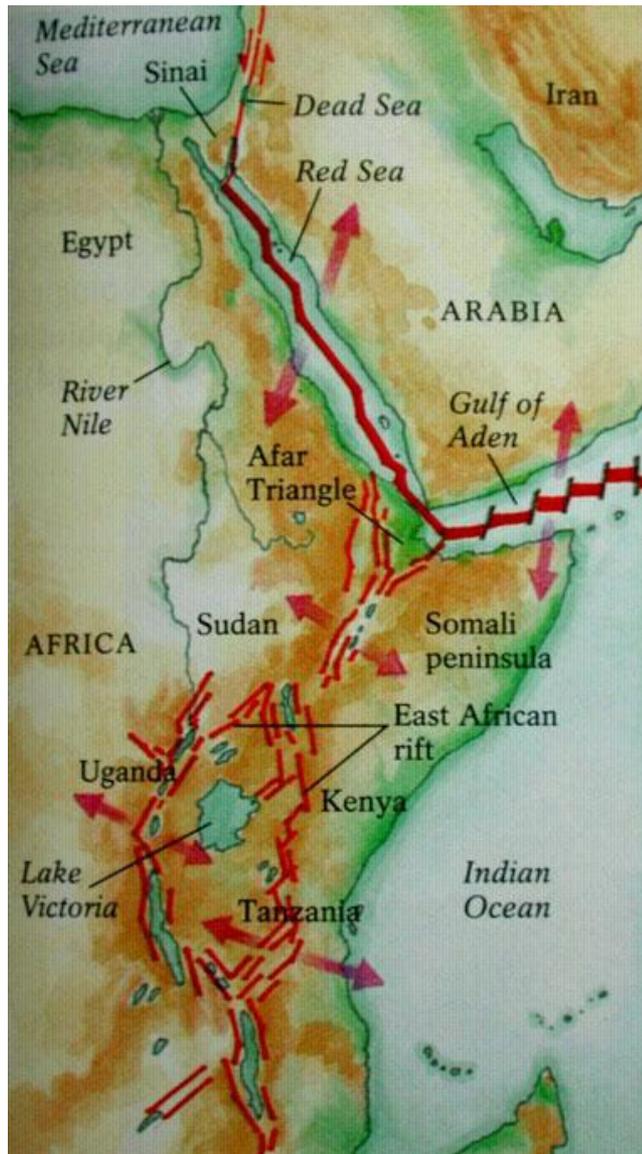
# Цикл Вильсона



George Wilson

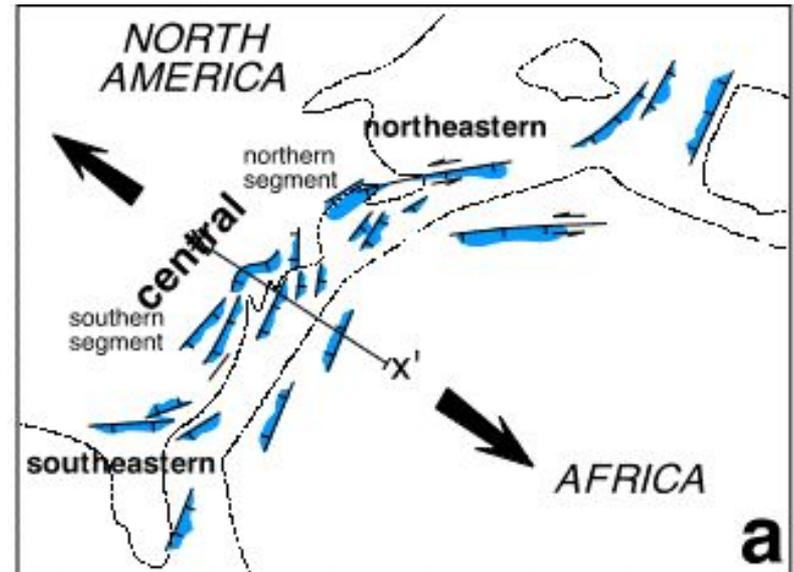


## Последовательные стадии раскрытия океана

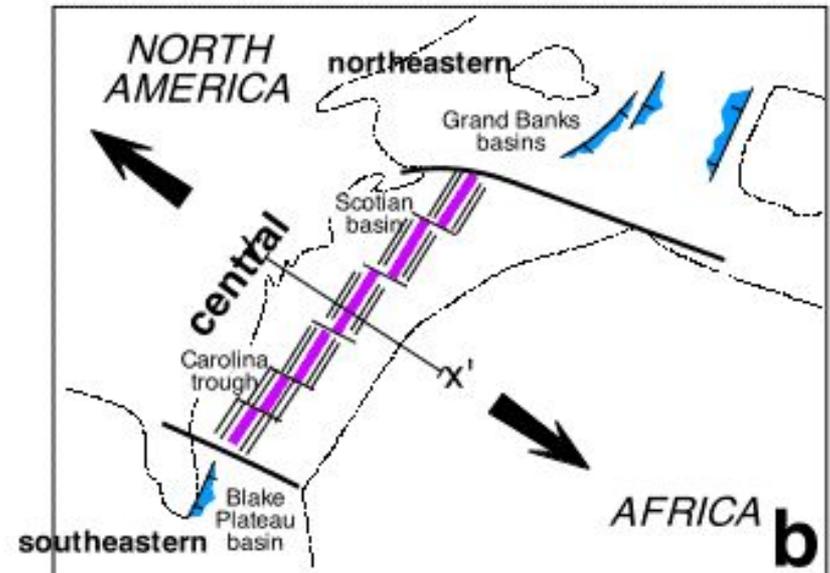


## Начальная стадия раскрытия Центральной Атлантики

- Рифтинг в среднем триасе (210 млн лет) – ранней юре (190 млн лет)



- Начало спрединга океанского дна (190 млн лет – настоящее время)

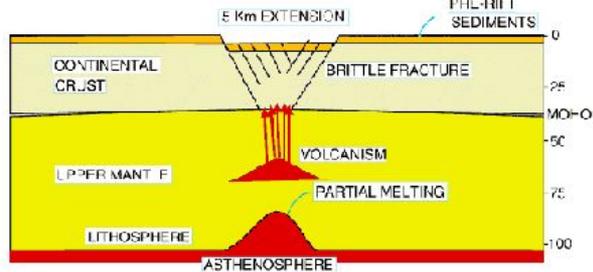


**Континентальные  
рифты,  
предшествующие  
раскрытию  
Атлантического океана**

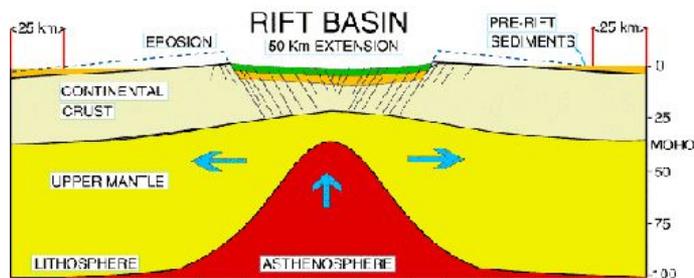


# Формирование пассивной континентальной окраины

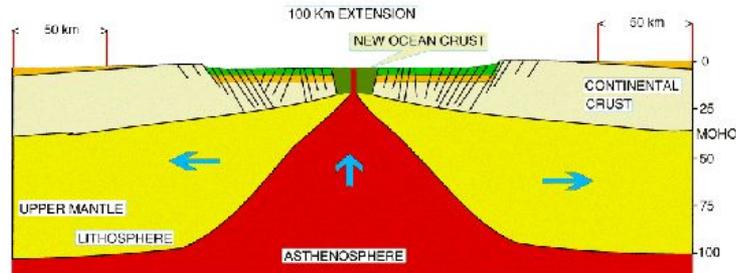
## GRABEN FORMATION



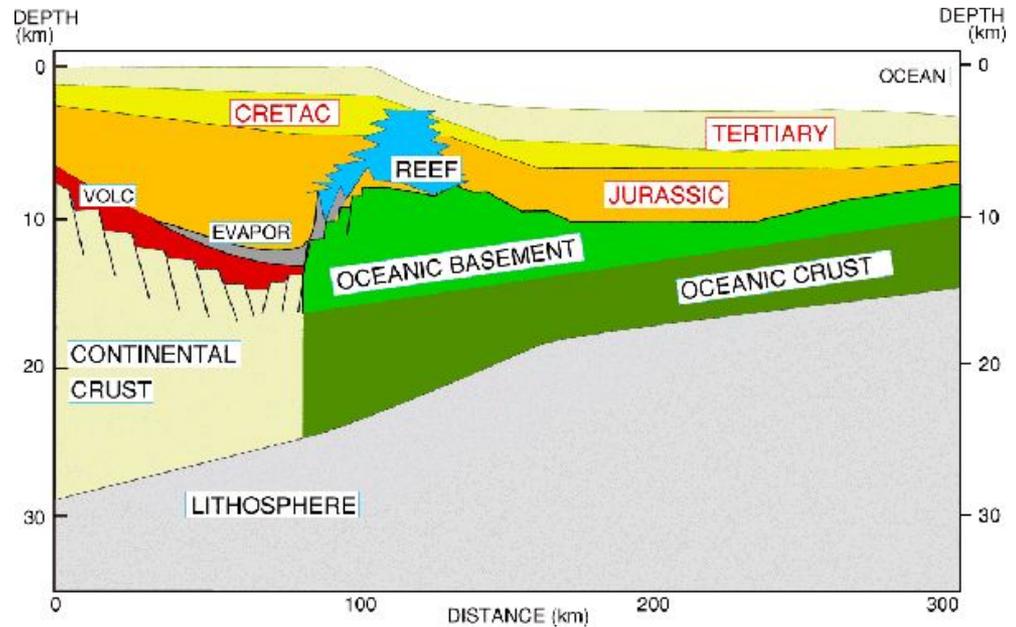
## RIFT BASIN



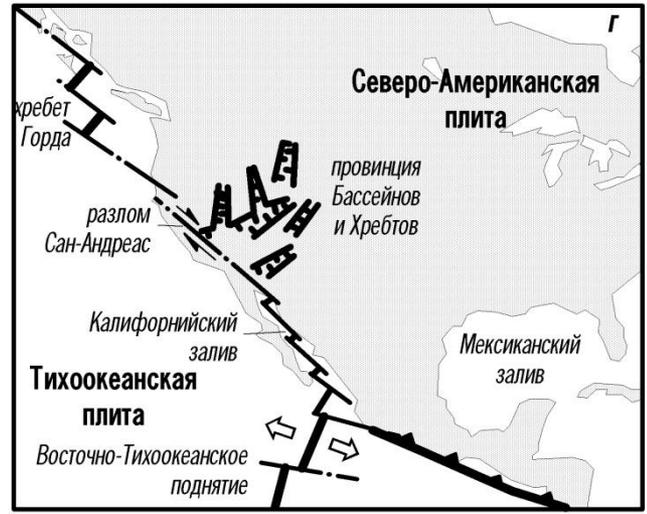
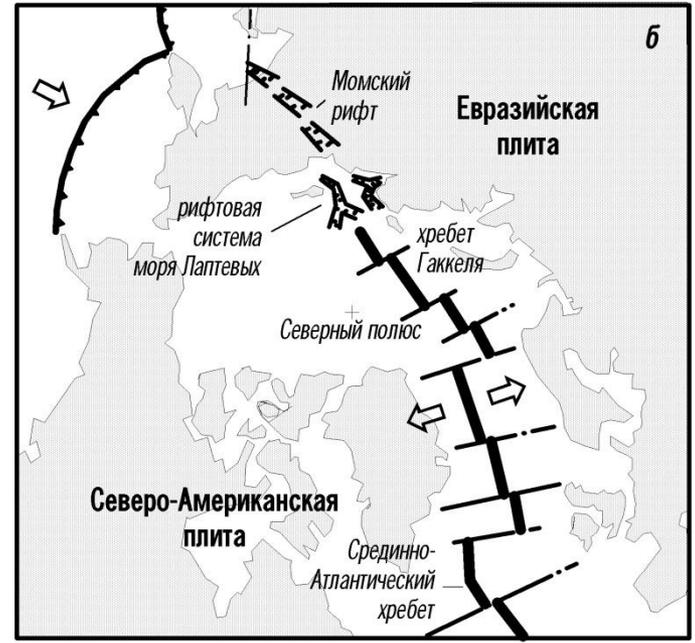
## INITIAL OCEAN BASIN



## MATURE CONTINENTAL MARGIN

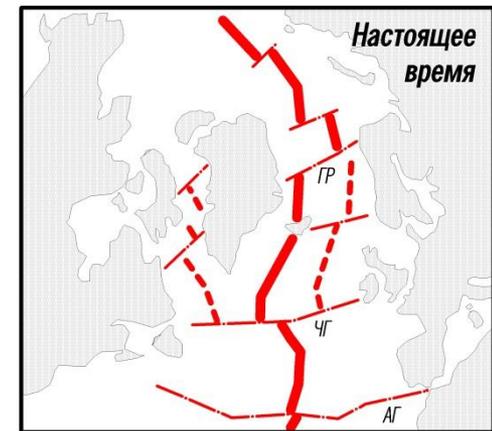
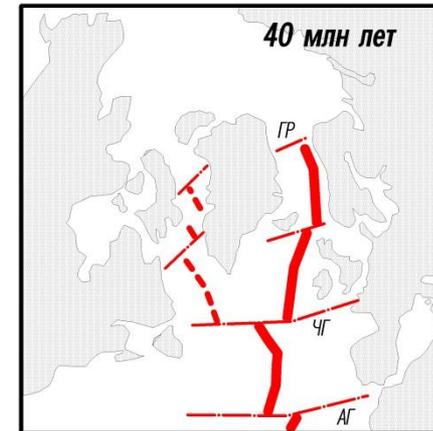
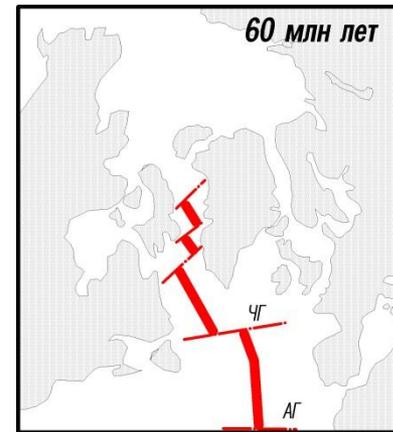


# Соотношение океанских и континентальных рифтов



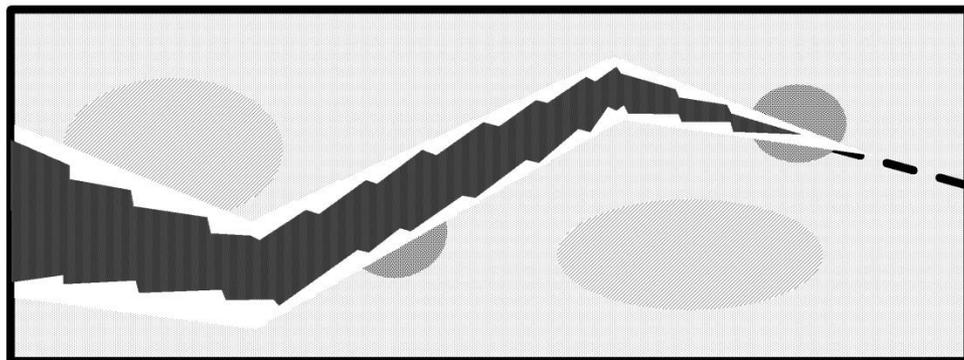
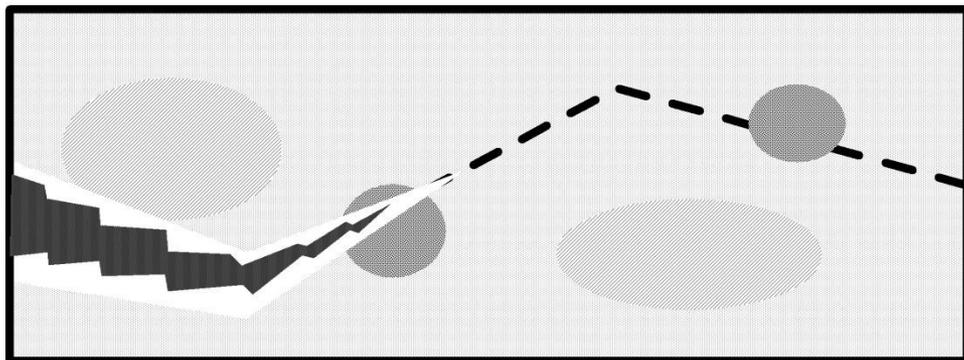
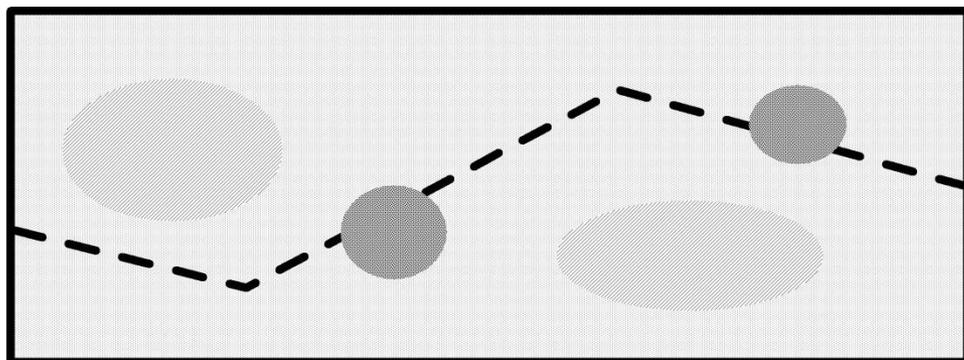
## Продвижения и прескоки дивергентных границ в процессе раскрытия Северной Атлантики

- 60 млн лет – начало раскрытия в море Лабрадор (Гренландия – часть Евразийской плиты)
- 40 млн лет – восточный перескок дивергентной границы (Гренландия – самостоятельная плита)
- 20 млн лет – западный перескок дивергентной границы
- Настоящее время – отмершие дивергентные границы в море Лабрадор и Норвежском море

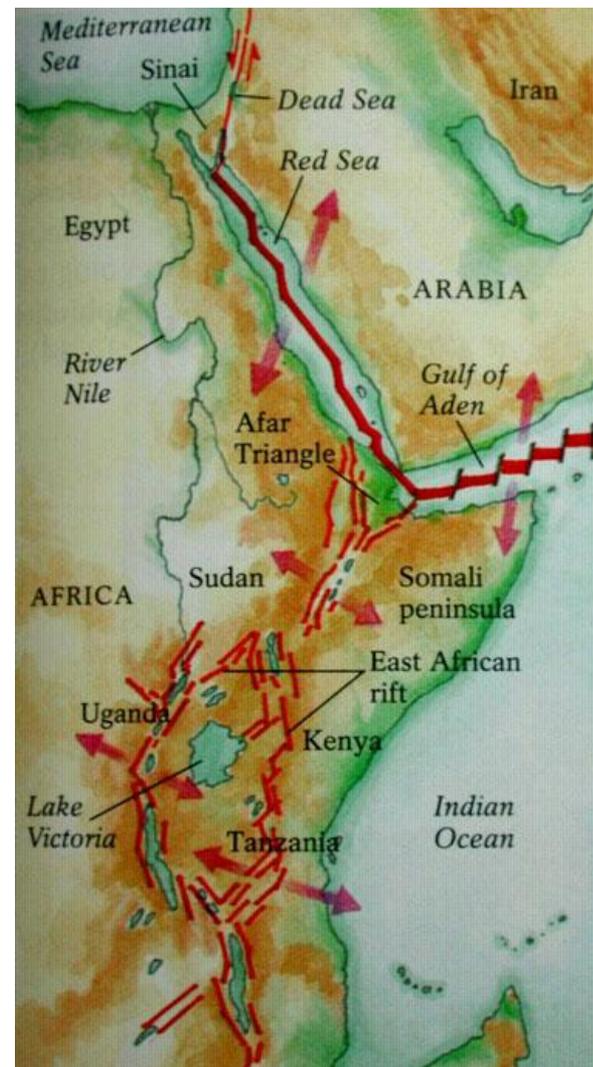
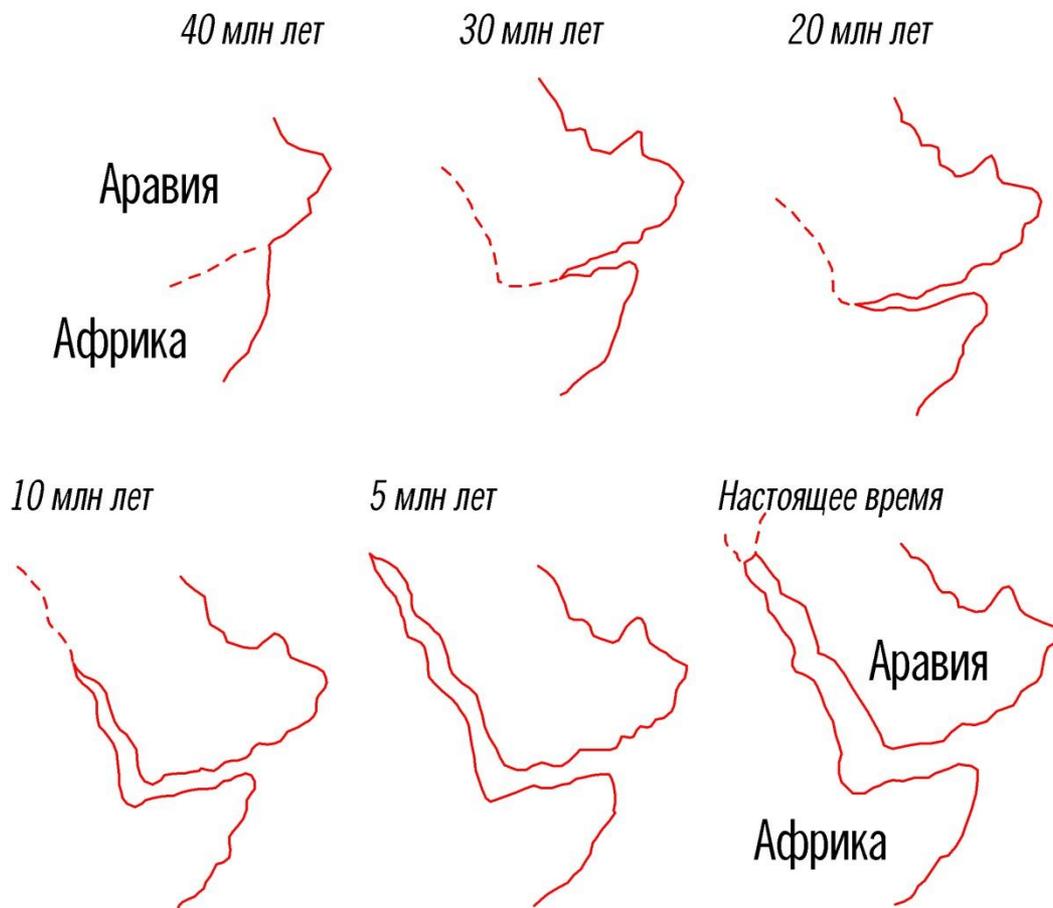


# **ГЕОДИНАМИКА ПРОДВИГАЮЩИХСЯ РИФТОВ**

**Схема эволюции  
продвигающегося  
рифта**

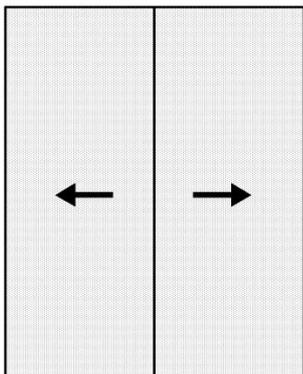


## Постепенный раскол Африканской и Аравийской плит продвигающимся рифтом

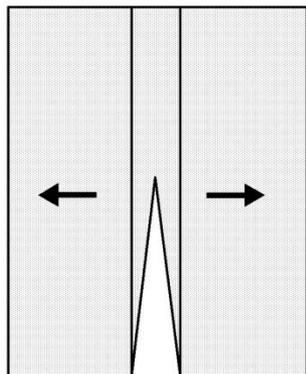


# Реконструкция дрифтового положения континентов, расколотых продвигающимся рифтом

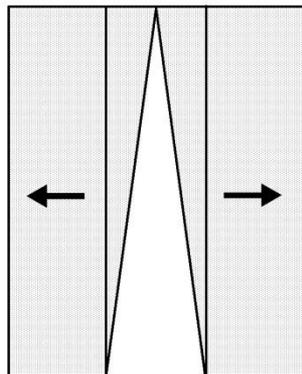
Континент до раскола



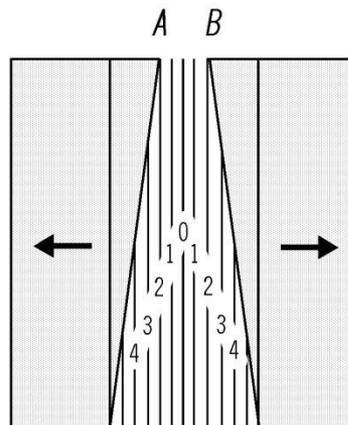
Начальный раскол



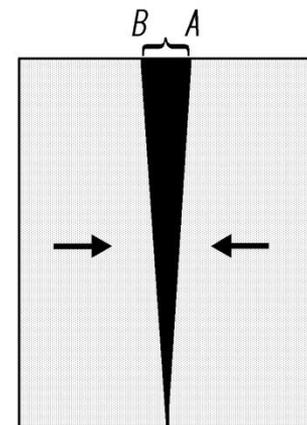
Полный раскол



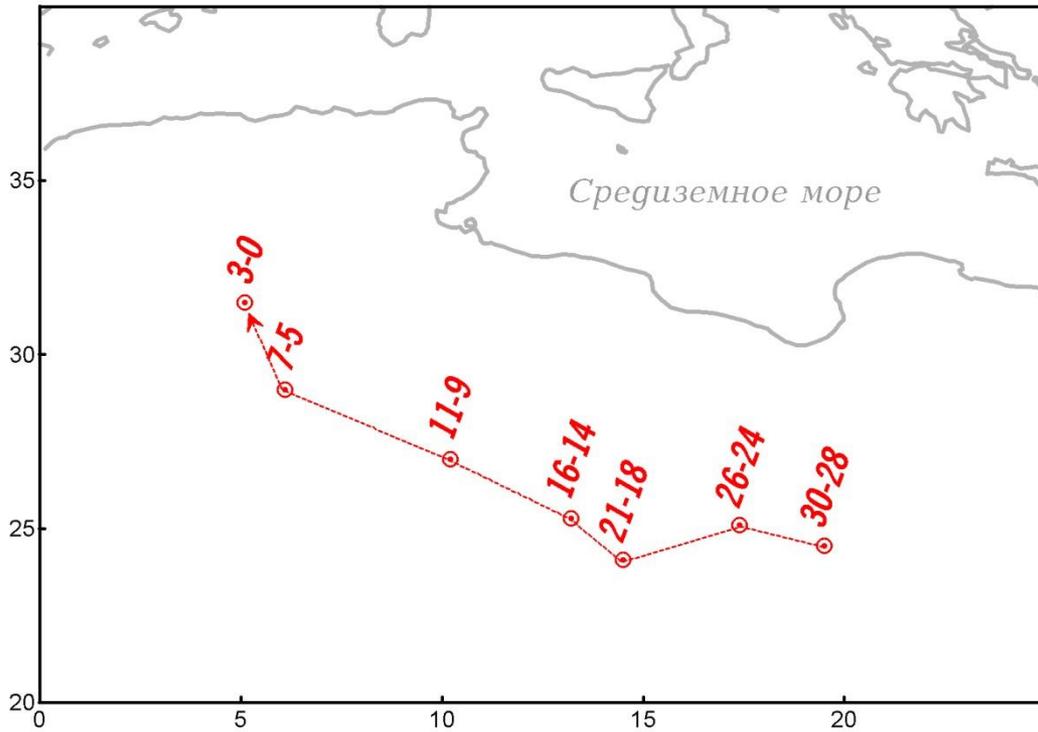
Через 2 млн лет после полного раскола  
(линии и цифры - изохроны)



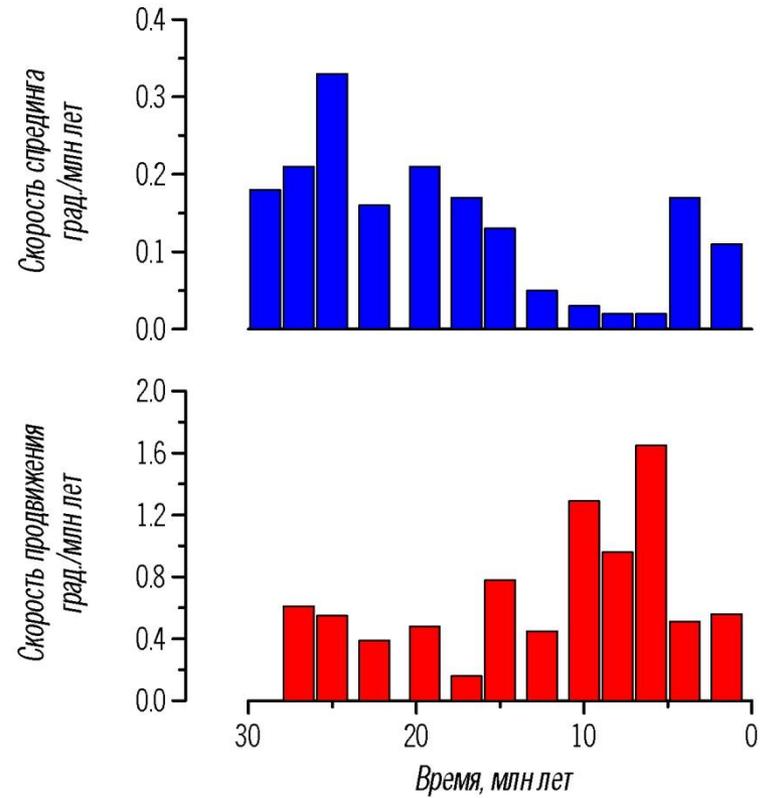
Реконструкция континента до начала раскола  
(черное - перекрытие)



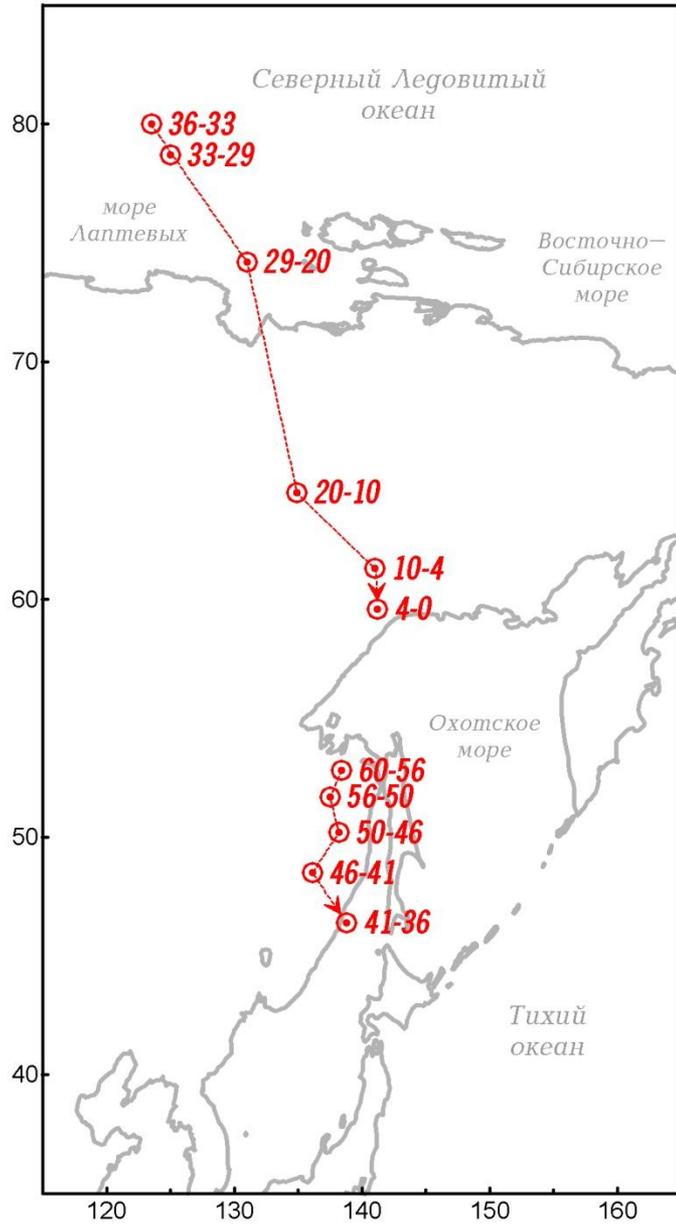
### Миграция "мгновенных" полюсов раскрытия Аденского залива - Красного моря



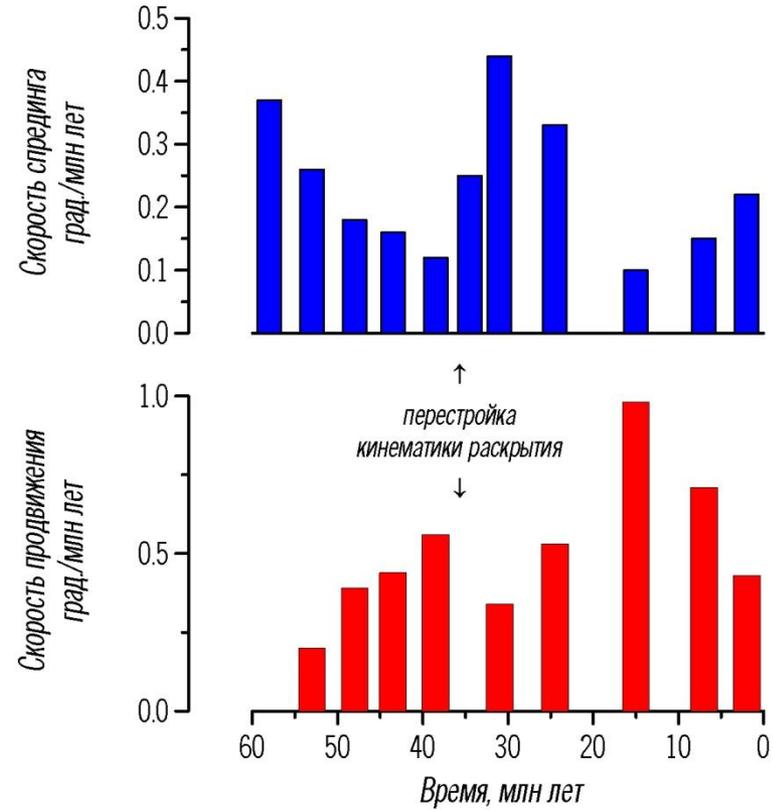
### Соотношение скоростей спрединга и продвижения



# Миграция "мгновенных" полюсов раскрытия Евразийского бассейна Северного Ледовитого океана



## Соотношение скоростей спрединга и продвижения



# Энергетический баланс в продвигающемся рифте

Диссипация энергии в продвигающемся рифте:

(1) кондуктивный и конвективный вынос тепла за счет спрединга океанского дна

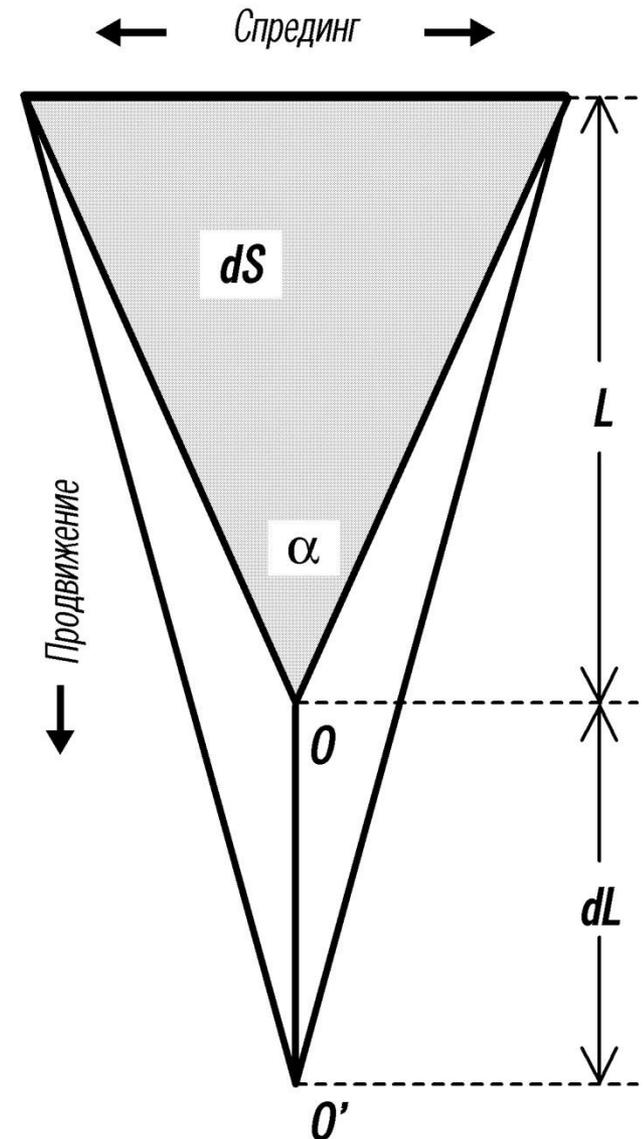
$$\frac{d\varepsilon_1}{dt} = k_1 \frac{dS}{dt} = k_1 \frac{d}{dt} \left( \frac{1}{2} L^2 \alpha \right) = \frac{1}{2} k_1 L^2 \frac{d\alpha}{dt} = \frac{1}{2} k_1 L^2 \omega$$

(2) затраты энергии на удлинение рифтовой трещины

$$\frac{d\varepsilon_2}{dt} = 2k_2 \frac{dL}{dt} = 2k_2 V$$

Суммарная скорость диссипации энергии:

$$\frac{d\varepsilon}{dt} = \frac{1}{2} k_1 L^2 \omega + 2k_2 V$$

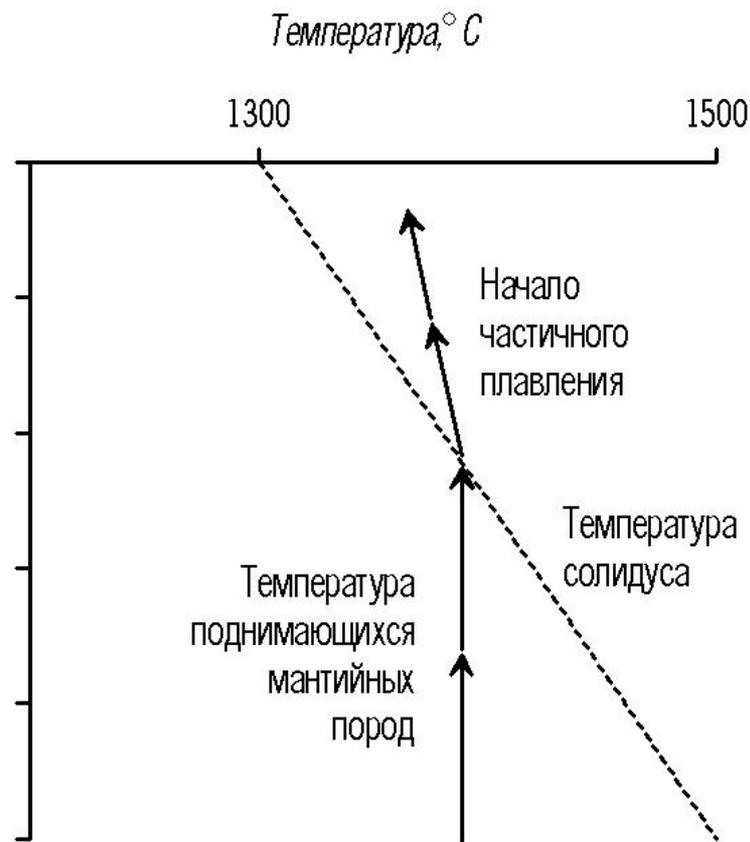
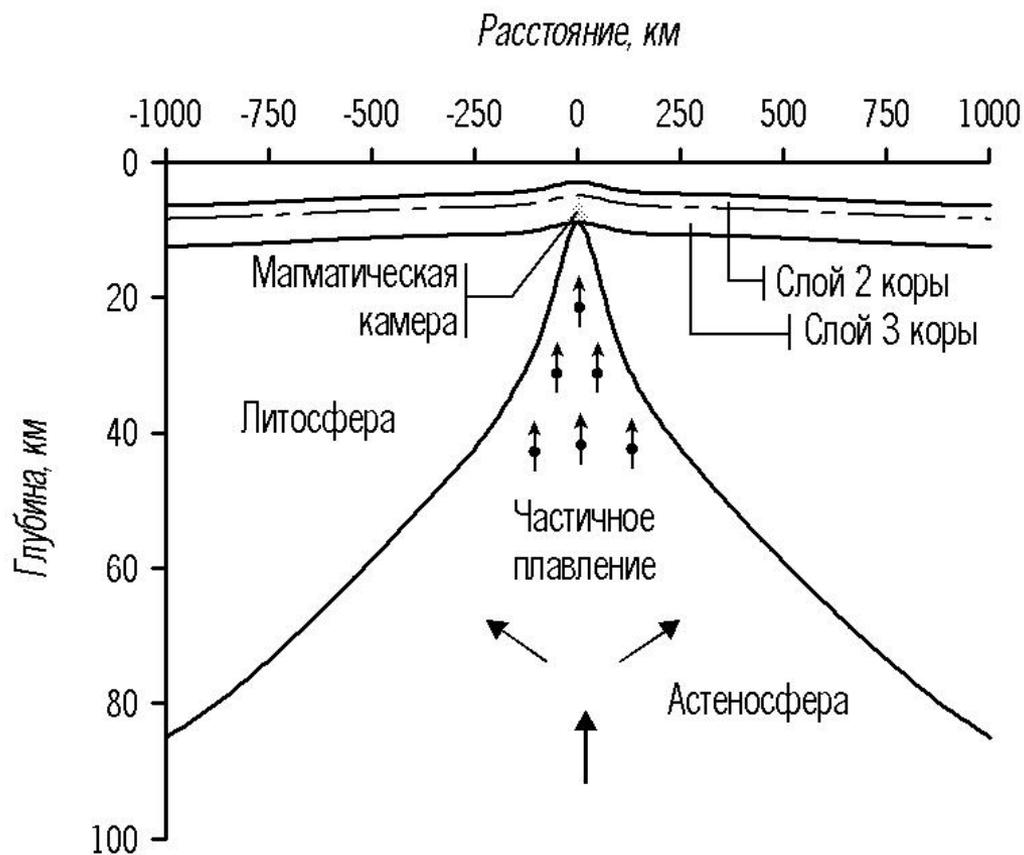


**СПРЕДИНГ ОКЕАНСКОГО ДНА,  
ЛОКАЛЬНАЯ  
НЕСТАБИЛЬНОСТЬ,  
ГИДРОТЕРМАЛЬНАЯ  
АКТИВНОСТЬ**

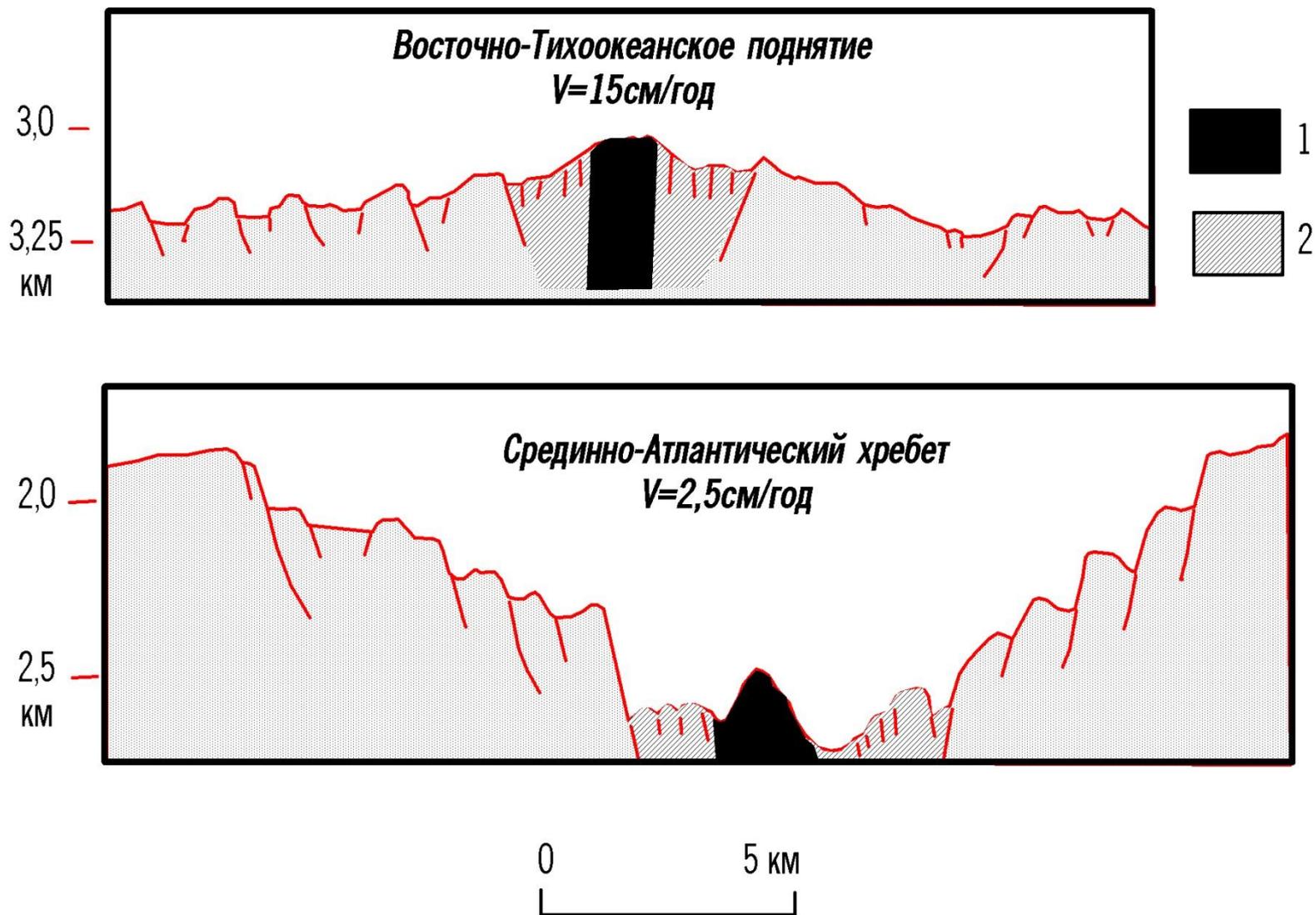
## Строение океанской коры



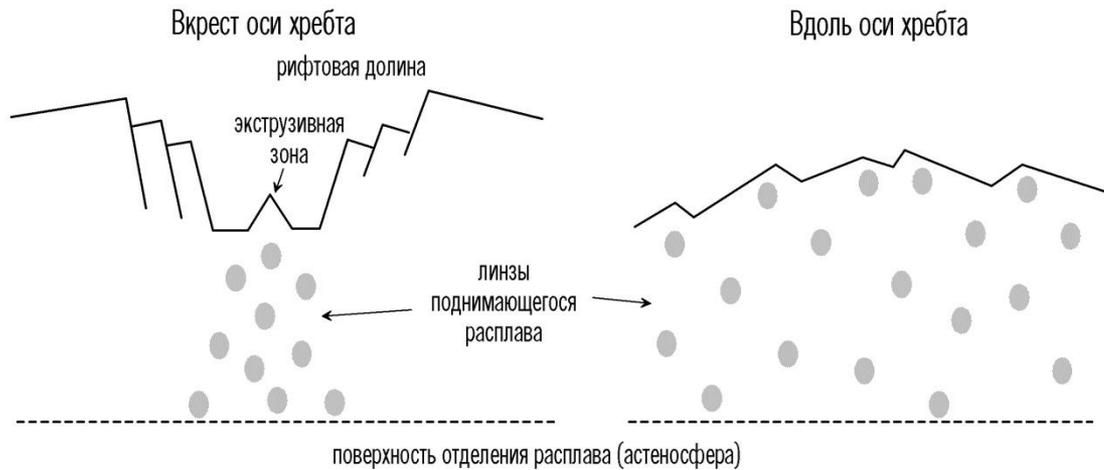
# Процесс декомпрессионного плавления мантийного вещества



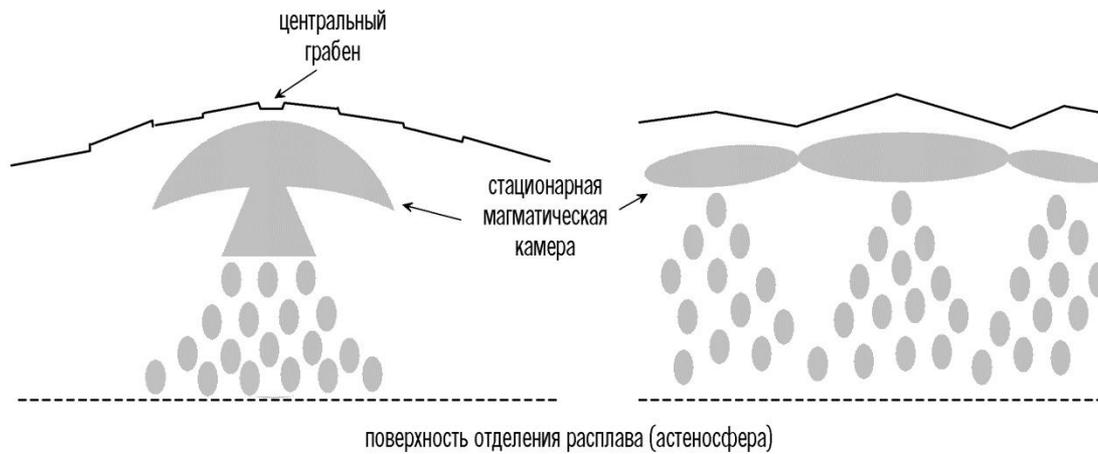
## Отличия морфологии рифтовых зон СОХ с быстрой и медленной скоростями спрединга



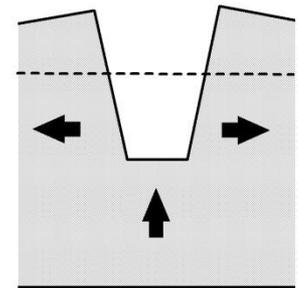
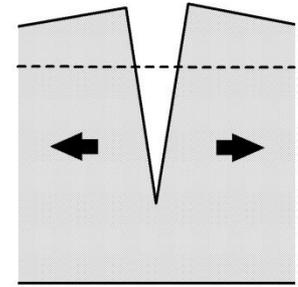
Медленный спрединг  
<6 см/год



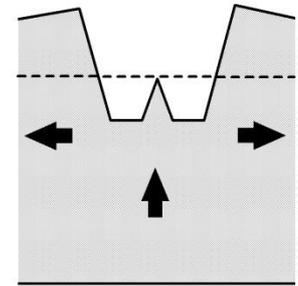
Быстрый спрединг  
>6 см/год



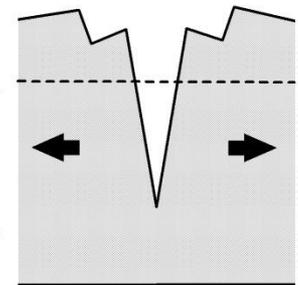
Тектоническая фаза



Магматическая фаза



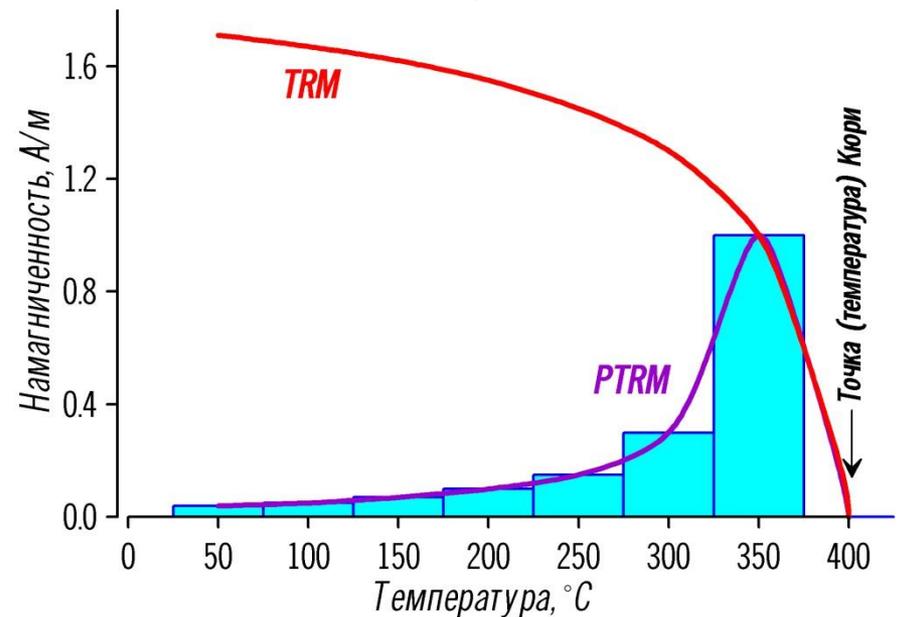
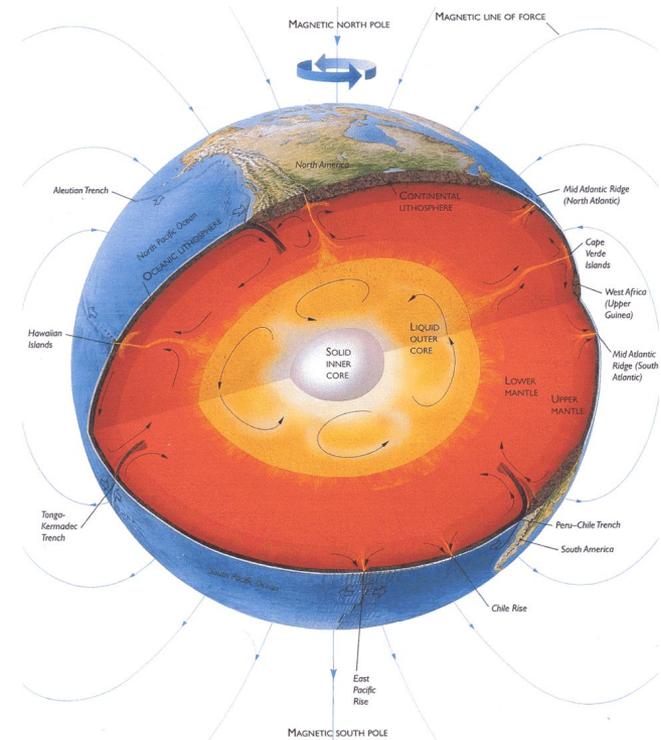
Тектоническая фаза  
(новый цикл)



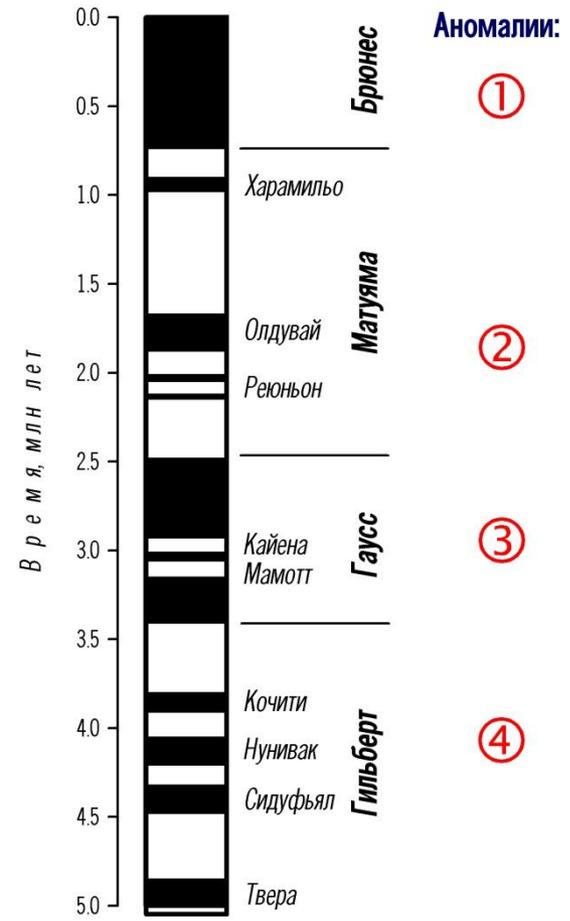
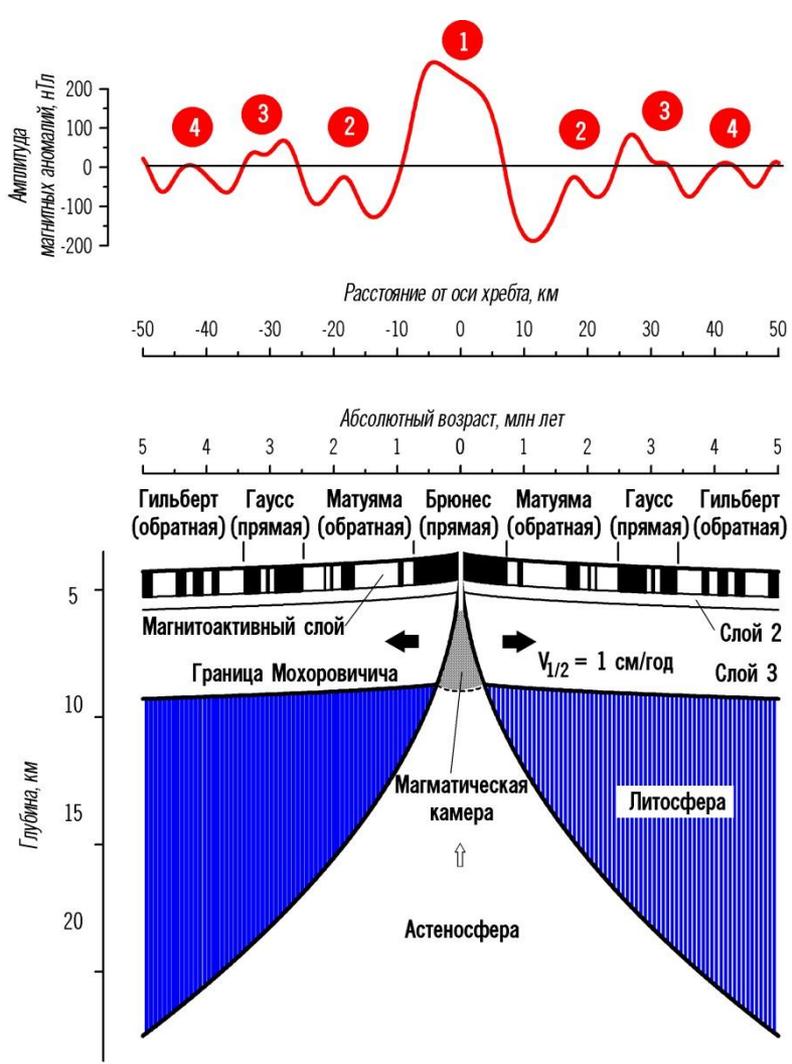
# **Определение возраста океанской коры по линейным магнитным аномалиям**

# Модель Вайна-Мэтьюза

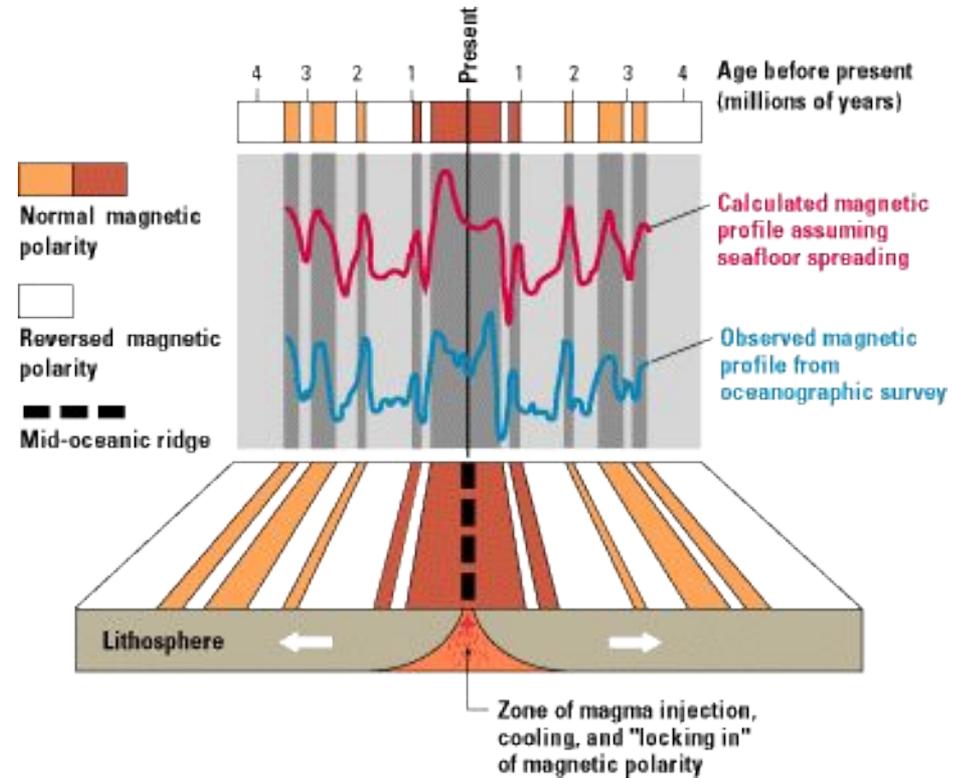
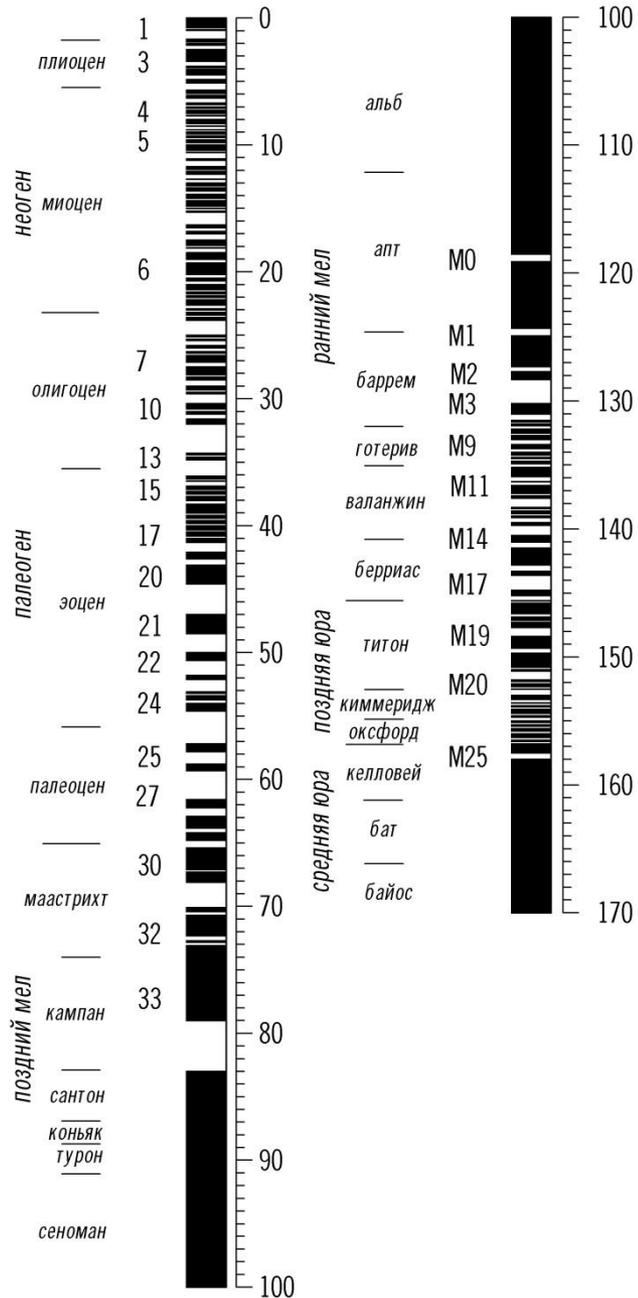
1. Непрерывное разрастание (спрединг) океанского дна от оси СОХ
2. Периодические инверсии (смены полярности) геомагнитного поля
3. Приобретение базальтами сильной термоостаточной намагненности в направлении существующего геомагнитного поля в момент излияния в рифтовой зоне СОХ

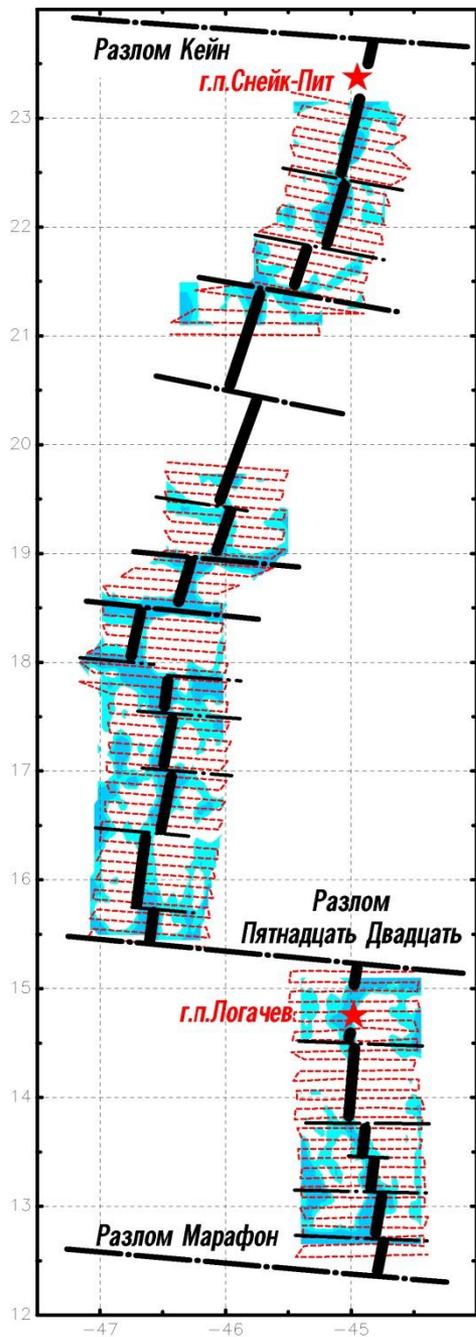


# Модель формирования магнитоактивного слоя океанской коры (модель Вайна-Мэтьюза, 1963)

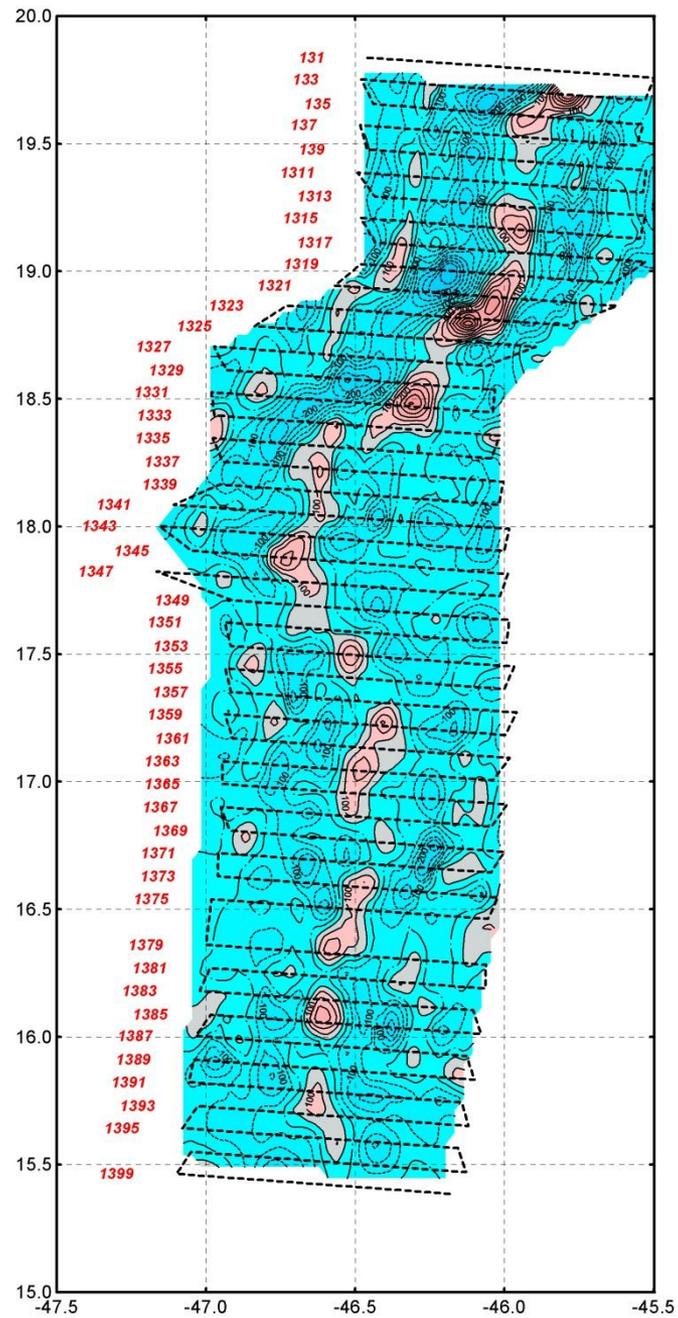
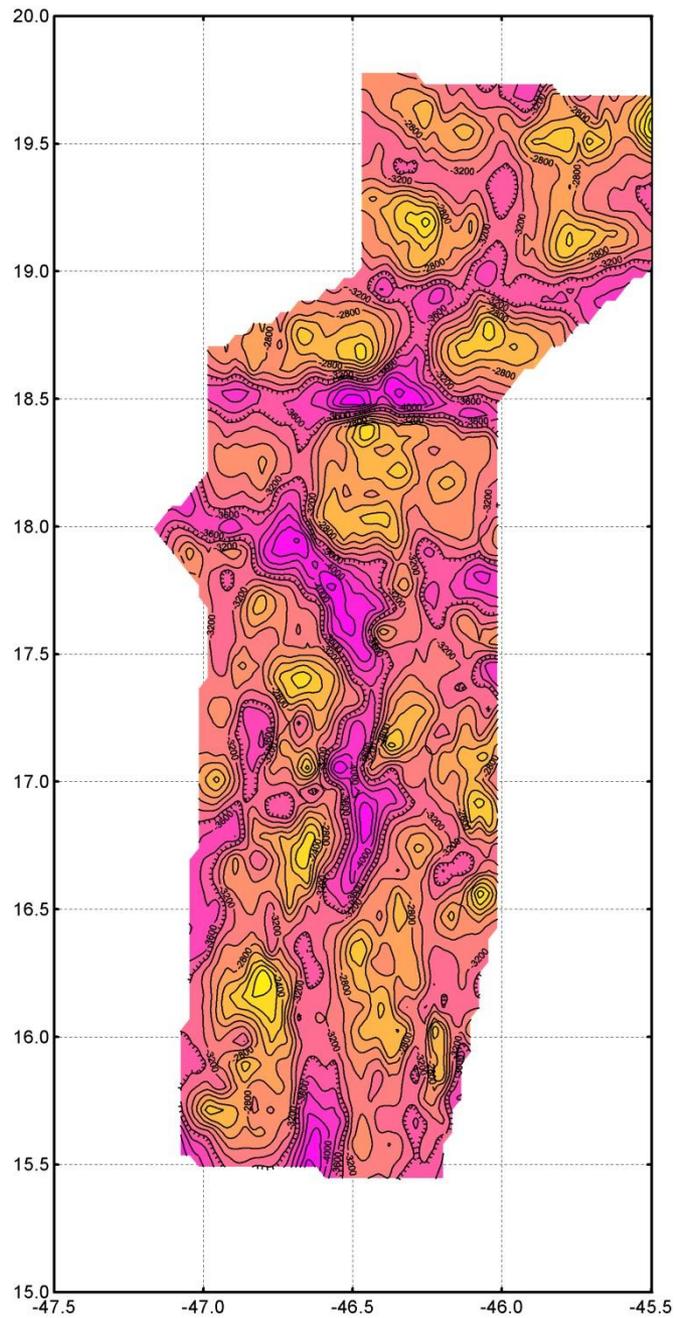


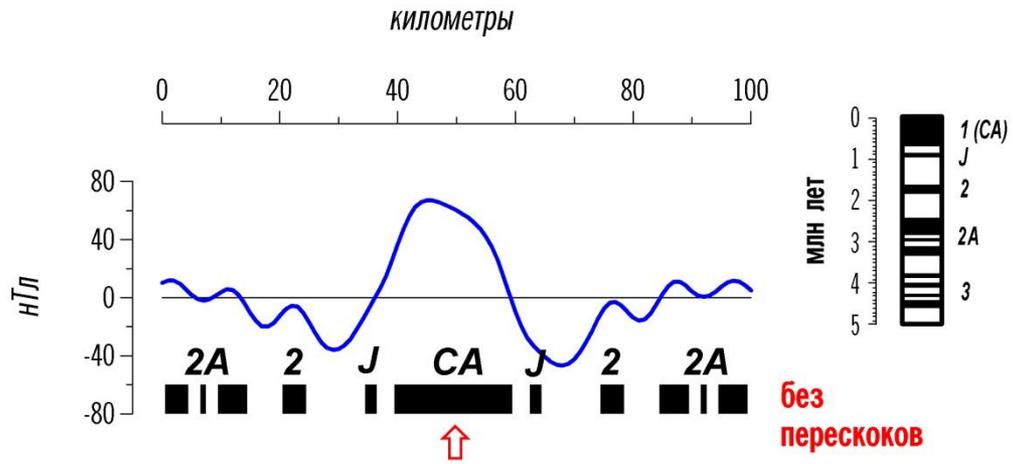
# Шкала линейных магнитных аномалий океана (Ламонтская шкала)



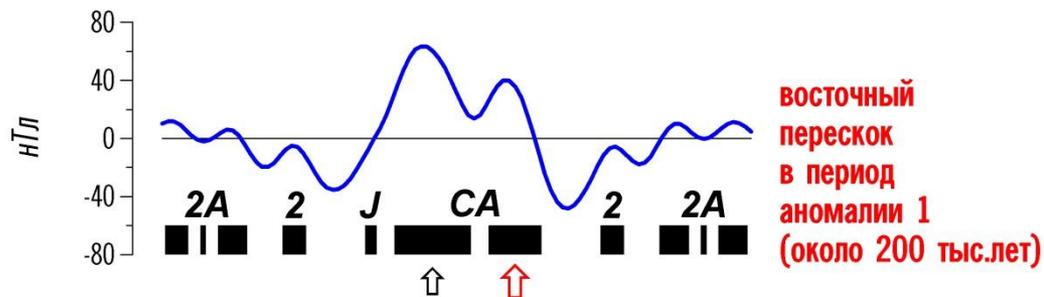
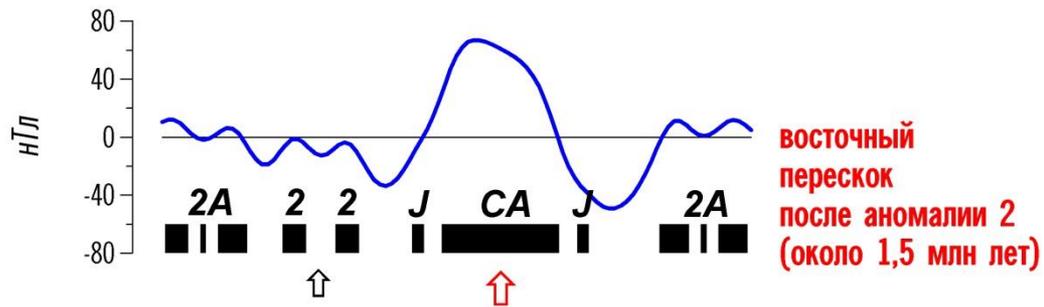


**Район исследования  
локальной  
нестабильности  
спрединга (Срединно-  
Атлантический хребет  
между 12 и 24 с.ш.)**



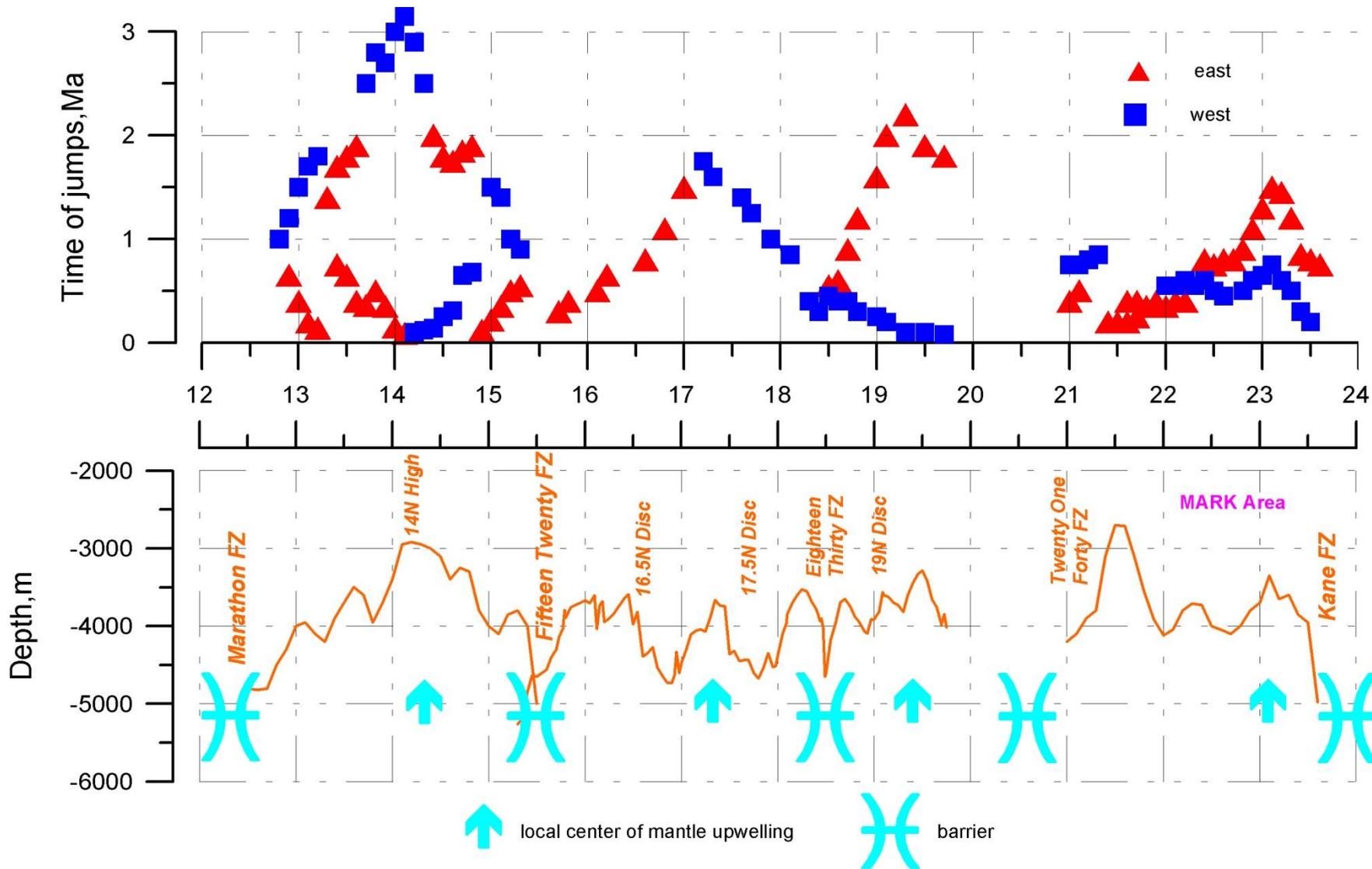


## Диагностика локальной неустойчивости спрединга по магнитным аномалиям



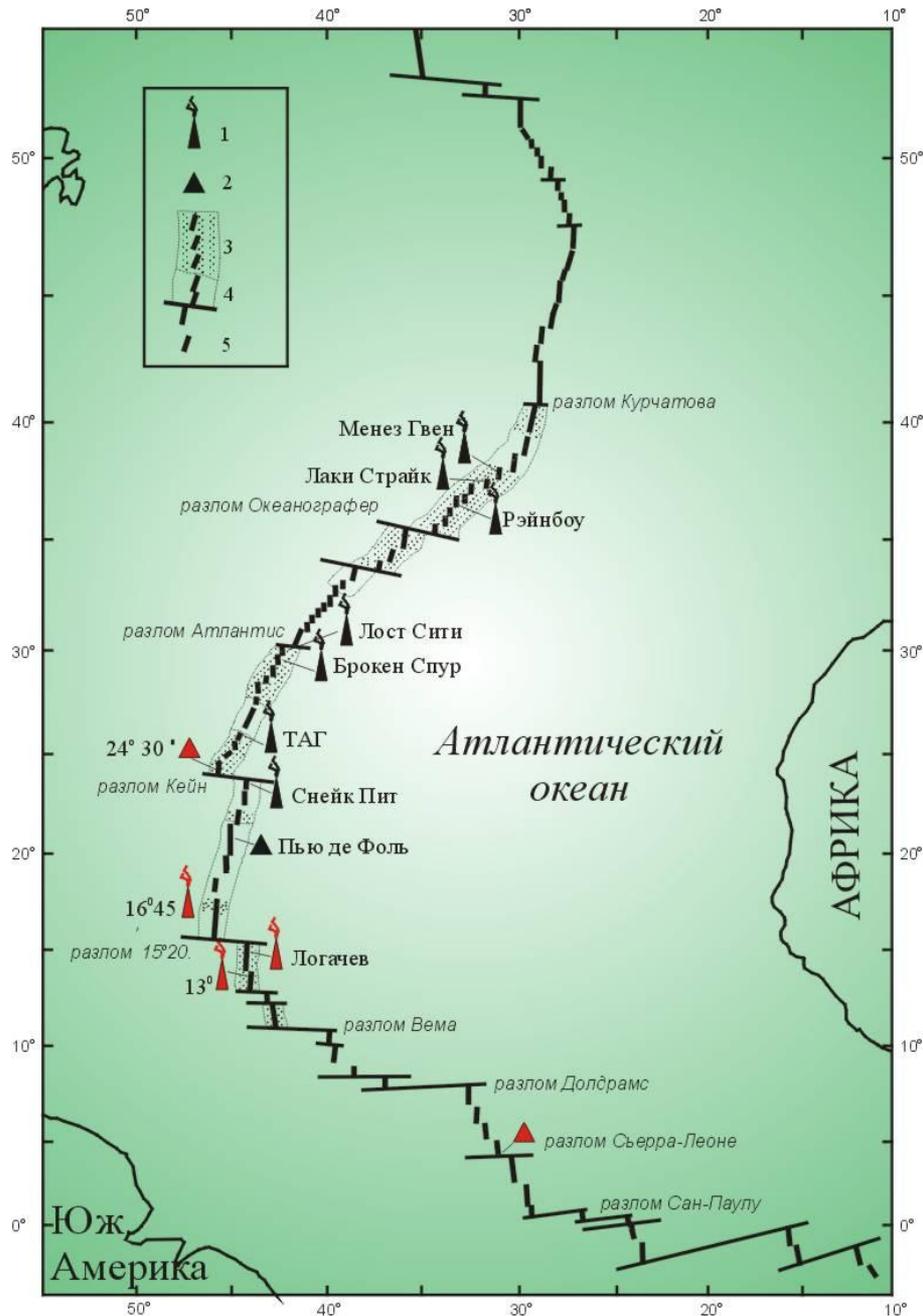


# Продвижение локальной нестабильности спрединга вдоль оси Срединно-Атлантического хребта между 12 и 24 с.ш.

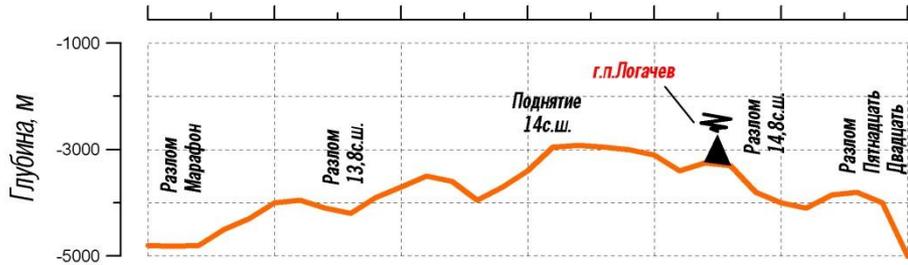
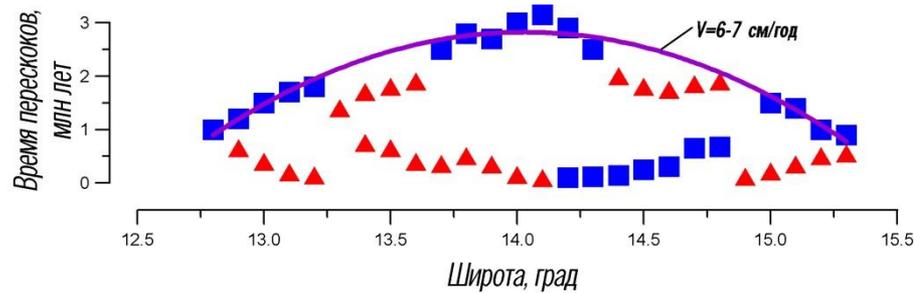


# Гидротермальные проявления на Срединно-Атлантическом хребте

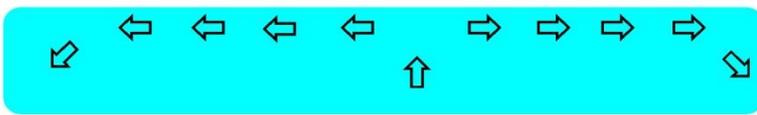
(проявления, открытые во время рейсов  
Российских судов, выделены красным цветом)



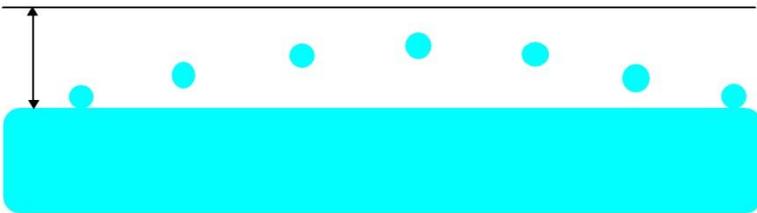
- 1- Действующие гидротермальные постройки
- 2- Древние гидротермальные постройки
- 3- Участки хребта с признаками гидротермальной активности
- 4- Участки хребта без признаков гидротермальной активности
- 5- Незученные участки САХ



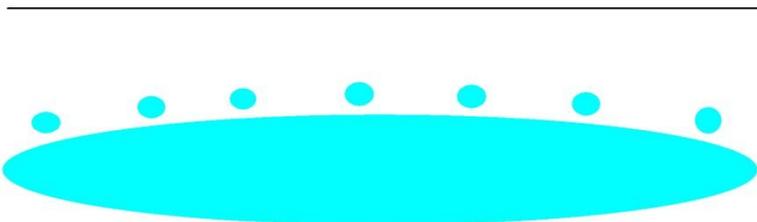
## Альтернативные объяснения причины вдольосевой миграции локальной неустойчивости спрединга



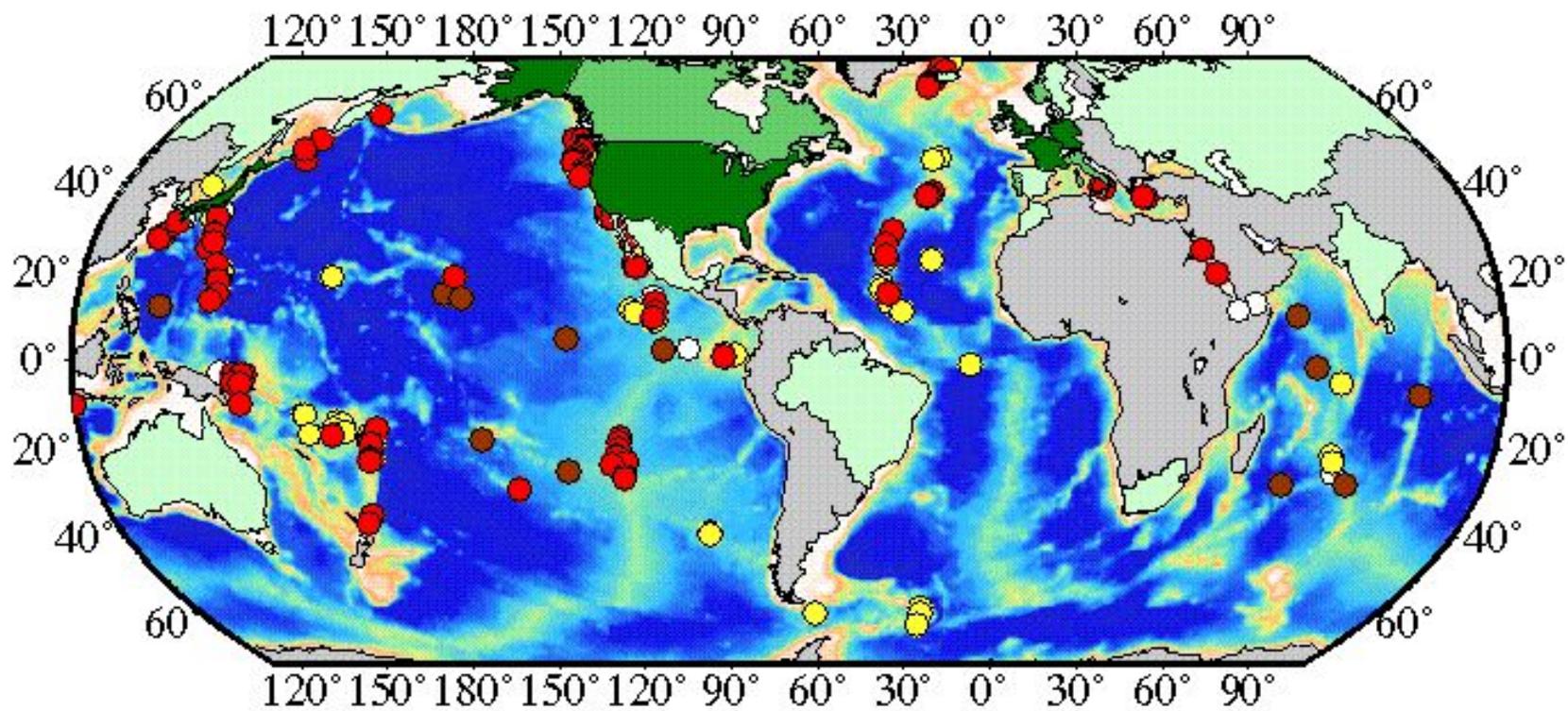
**Модель 1.**  
Подосевой астеносферный поток

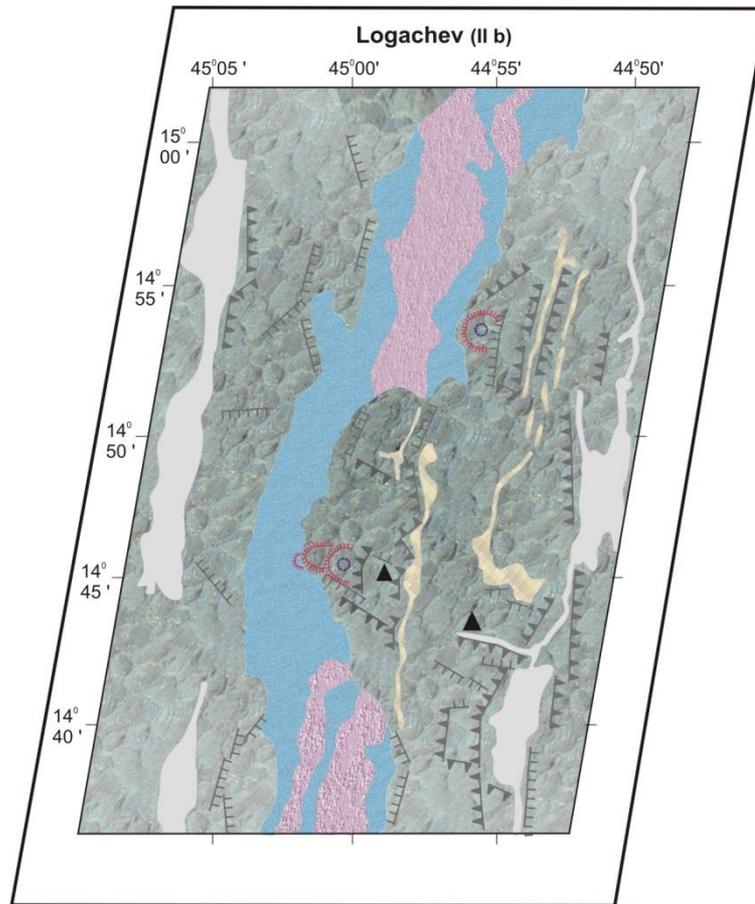


**Модель 2.**  
Последовательное отделение расплава с плоской поверхности астеносферы



**Модель 3.**  
Одновременное отделение расплава с выпуклой поверхности астеносферы

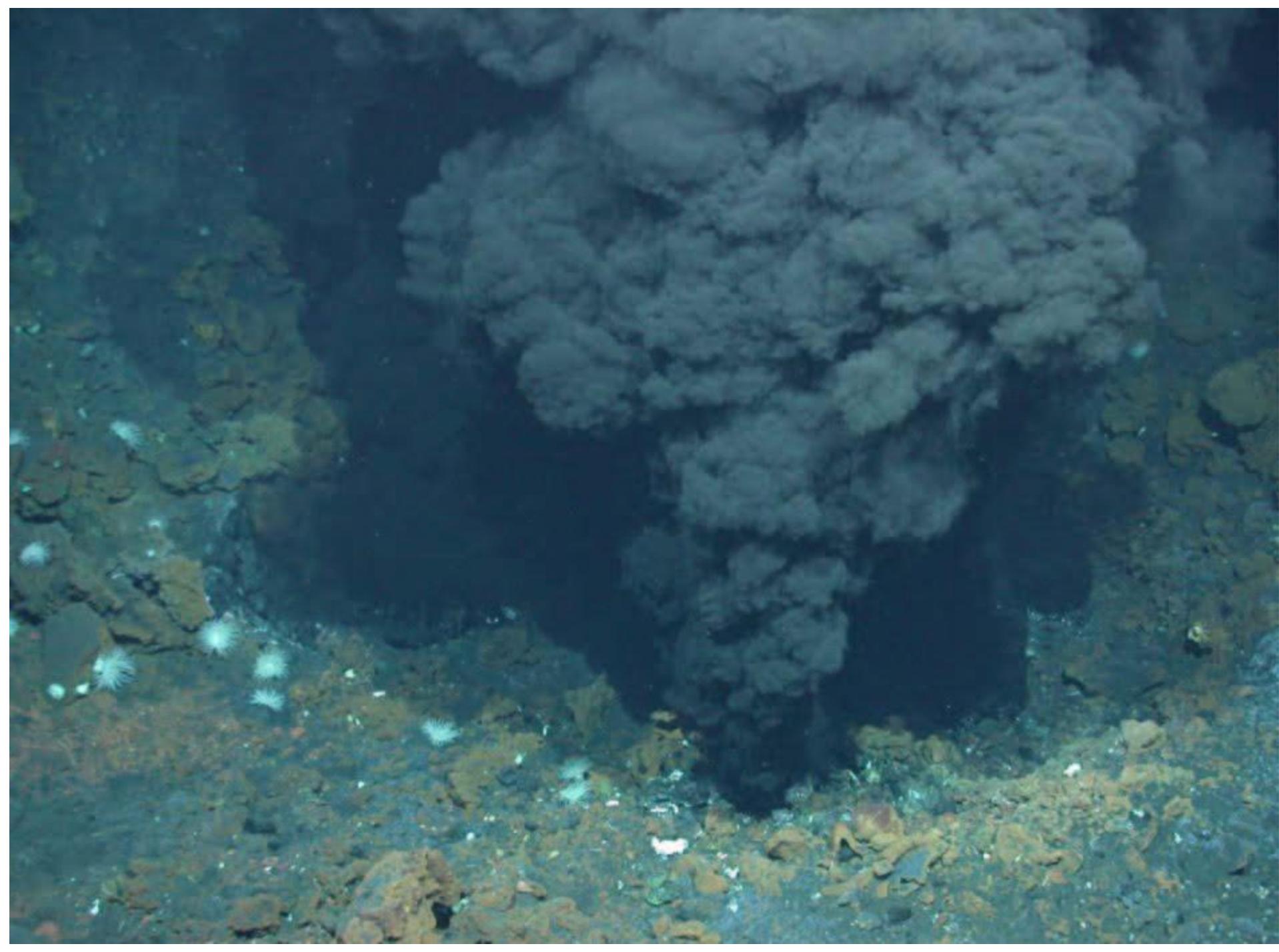




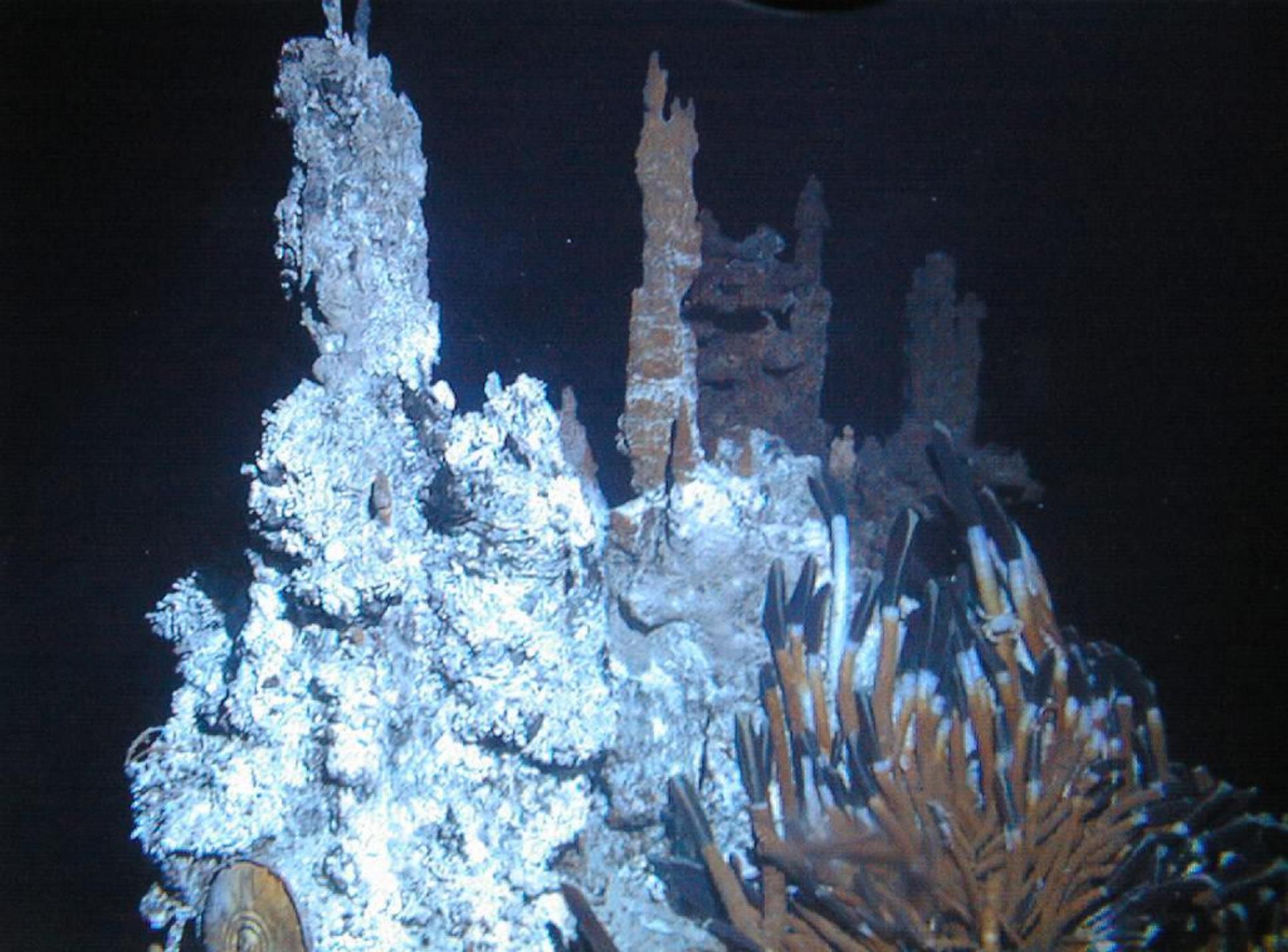
**Legend**

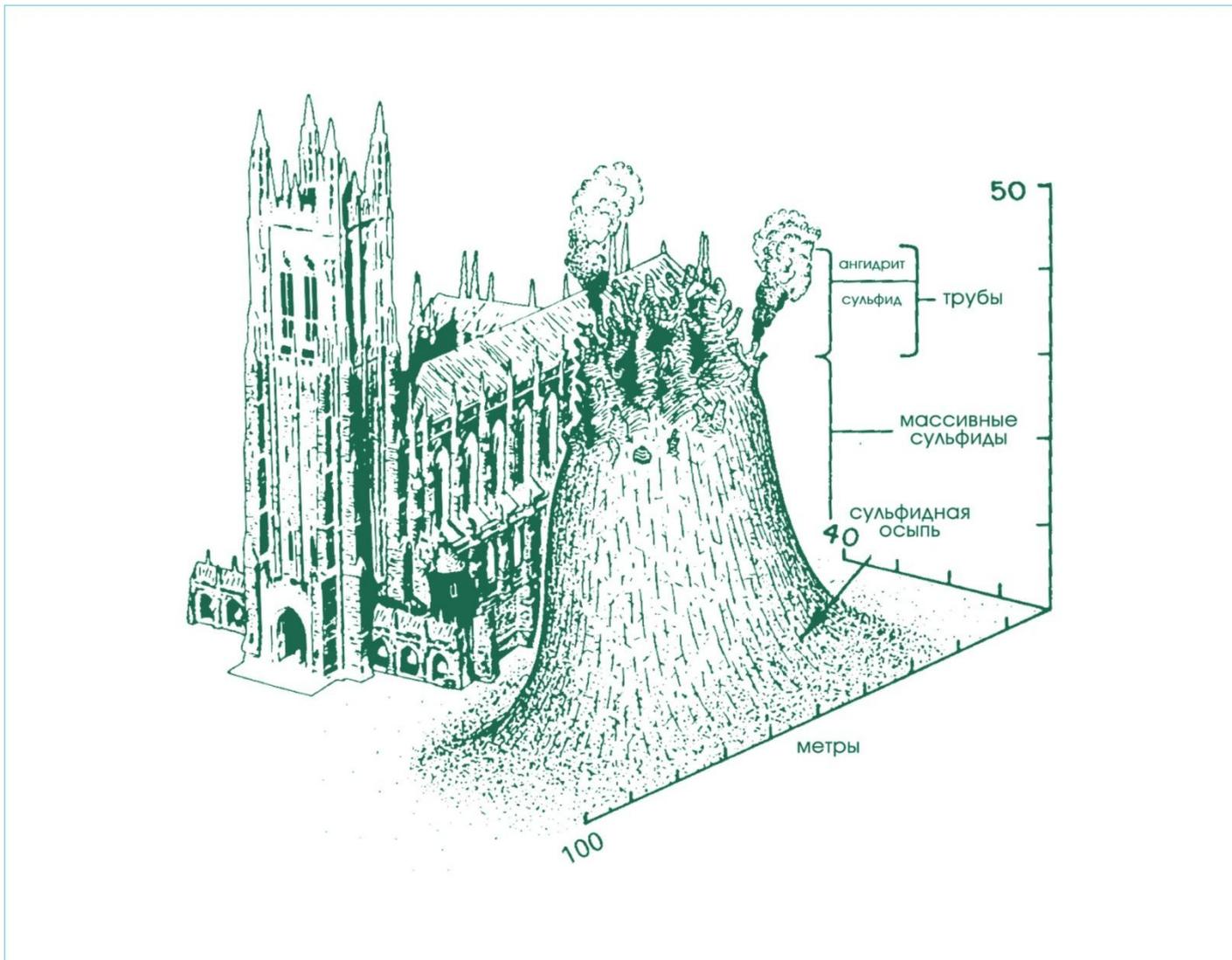
- |   |                      |   |   |
|---|----------------------|---|---|
|  | Inner-valley floor   |  | Fault scarps  |
|  | Valley walls         |  | Major faults  |
|  | Neovolcanic ridges   |  | Transverse discontinuities  |
| Summit surfaces and crests:   |                      |  | Central volcanoes   |
|  | a Upper level        |  | Volcanic craters  |
|  | b Intermediate level |  | Hydrothermal fields<br>(see the Legend for the Regional MAR map). |











Крупная сульфидная постройка  
на Срединно-Атлантическом хребте.



QUEST  
4000 METER

Alvin  
QUEST  
4000 METER



**Аппаратурно-методический комплекс «Рифт-3». Общий вид**



**Глубоководный буровой  
станок ГБУ-6/4000 для бурения  
с отбором керна  
глубоководных  
полиметаллических  
сульфидов**