

# Докембрийская история Земли

- Происхождение планеты Земля и её развитие на догеологическом этапе
- Формирование земной коры в архее
- Выделение земного ядра и образование первого суперконтинента
- Развитие земной коры в раннем протерозое
- Развитие земной коры в позднем протерозое

# Стратиграфическая шкала докембрия в России

Эонотема	Общее расчленение		Время начала, млн. лет	
Фанерозойская	Палеозой	Кембрийская система	590	
Протерозойская	Верхний протерозой	Венд (юдомий)	670	
		Рифей	Верхний	1050
			Средний	1400
			Нижний	1650
	Нижний протерозой		2600	
Архейская	Верхний архей		3000	
	Нижний архей		3500	
	Глубокий архей (катархей)		4000	

# Древнейшие горные породы Земли



Древние породы старше 2,5 млрд. лет выходят на поверхность или залегают неглубоко (красный), а также скрыты более молодыми породами (розовый). Здесь могут быть открыты кристаллы цирконов такого же возраста, что и в Джек-Хиллз в Западной Австралии.

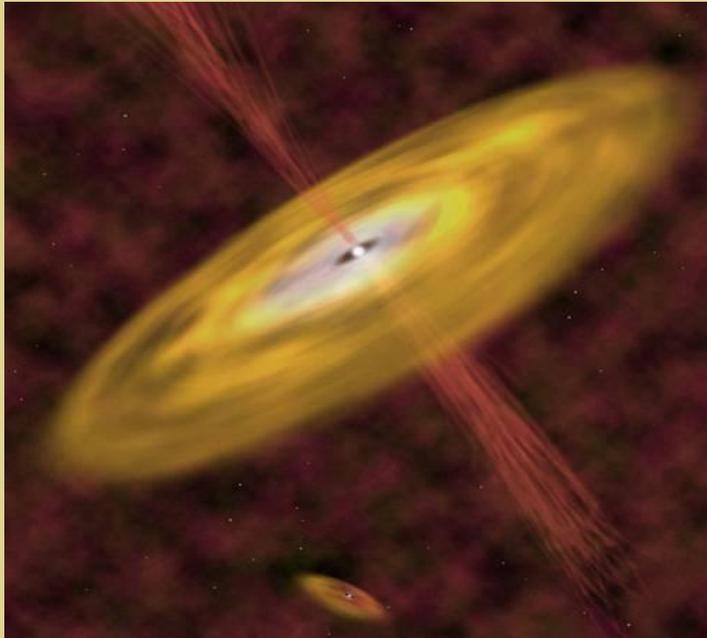
# Образование Солнечной системы

Туманность



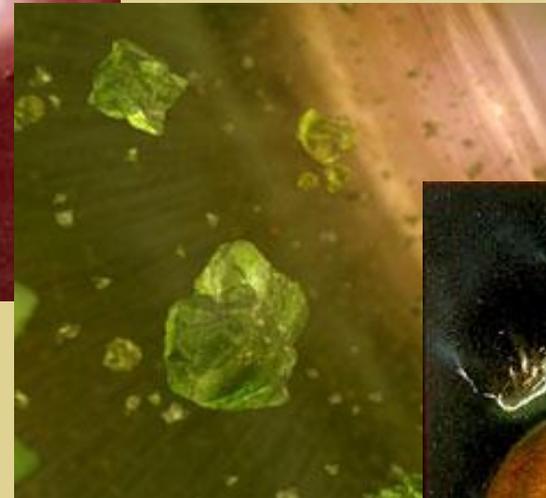
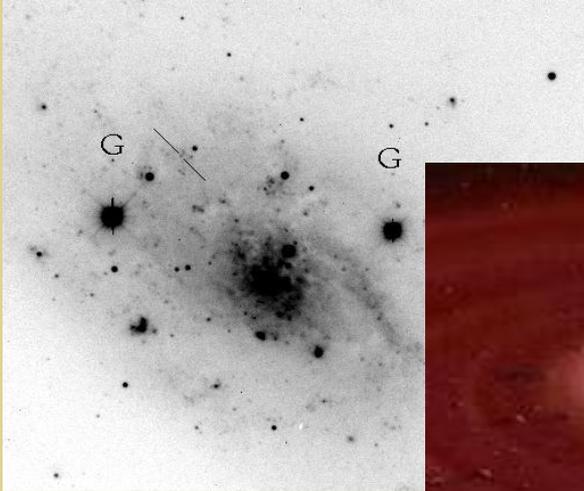
Взрыв сверхновой звезды

Сплюснутое  
в диск облако  
раскаленного  
газа с  
протосолнцем  
в центре

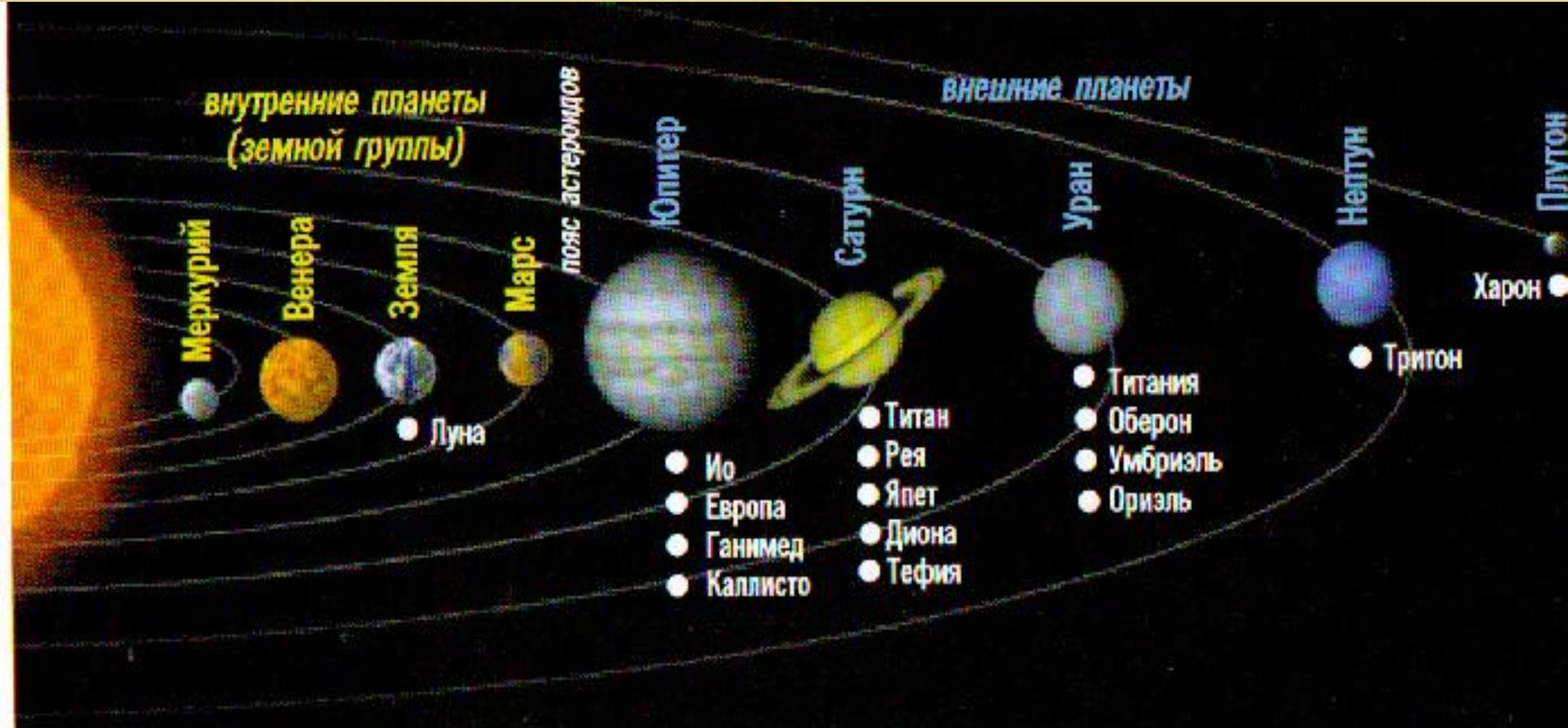


# Аккреция планет

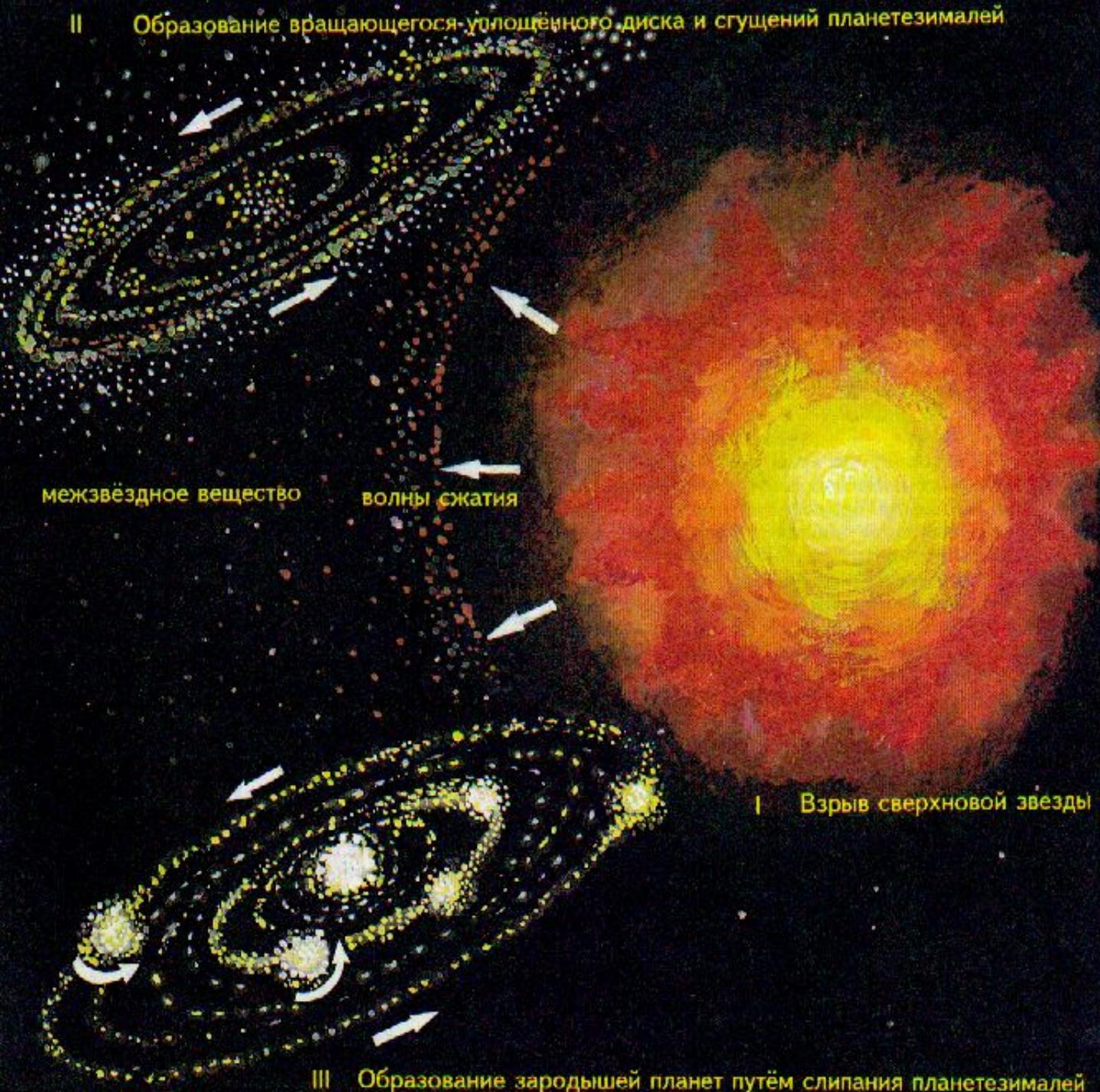
Аккреции (от лат. «приращение», «увеличение») – то есть слипания частиц и дальнейшего падения обломков размером от нескольких мм до нескольких км из космического пространства на формирующиеся космические тела под воздействием сил взаимного притяжения.



# Планеты Солнечной системы



II Образование вращающегося-уплощённого диска и сгущений планетезималей



межзвёздное вещество

волны сжатия

I Взрыв сверхновой звезды

III Образование зародышей планет путём слипания планетезималей

# Этапы формиро- вания Солнечной системы

# Гомогенная и гетерогенная аккреция

- **Гомогенная аккреция** – гипотеза, предполагающая, что изначально Земля формировалась в результате аккреции планетезималей, состоящих из смеси никелистого железа и силикатов, образовавших однородно перемешанный земной шар, который в дальнейшем в результате полного или частичного (зонного) плавления подвергся дифференциации на железо-никелевое ядро и силикатную мантию.
- **Гетерогенная аккреция** - гипотеза, предполагающая, что Земля сформировалась в результате последовательной аккреции сначала тугоплавких железо-никелевых планетезималей, составивших ее ядро, на которое затем налипли более легкоплавкие силикатные планетезимали, сейчас слагающие мантию Земли.

# Реголит

Реголит (от греч. «покрывало») - разнородный обломочно-пылеватый материал, сформировавшийся из раздробленных и спекшихся частиц, образовавшихся в результате падения многочисленных планетезималей.



# Предполагаемый облик Земли на догеологическом этапе



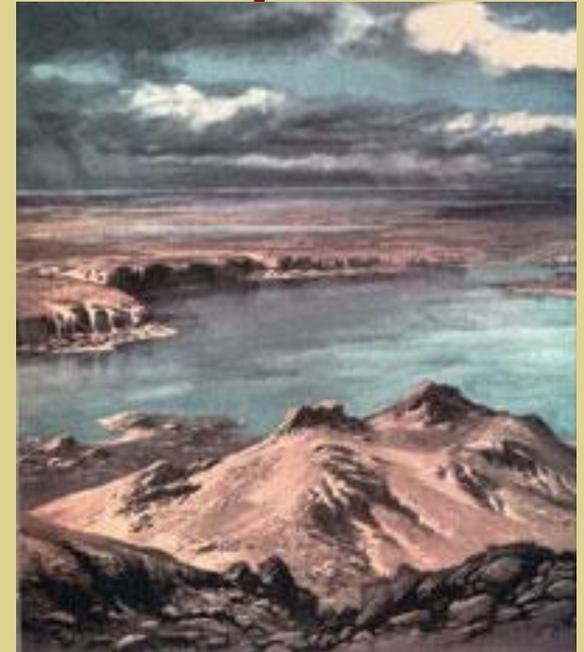
# Облик Земли в раннем архее



Земля в первые полмиллиарда лет ее существования была лишена воды. Озера огненной лавы чередовались с застывшими лавовыми полями



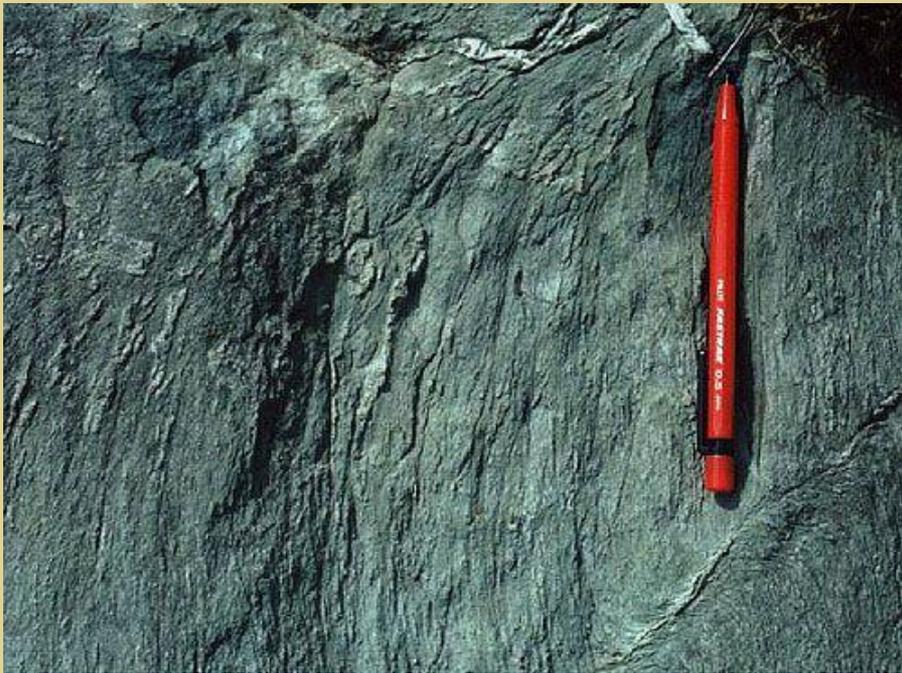
Вода, выделившаяся с вулканическими газами, проливалась на поверхность планеты. Этот процесс сопровождался мощными электрическими разрядами, которые способствовали синтезу сложных органических молекул.



Неглубокие водоемы, образовавшиеся около 4 млрд. лет назад. В них обитали первые живые организмы, близкие к современным цианобактериям.

# Коматииты

Коматииты – разновидность вулканических пород зеленоватого цвета, образующихся из высокотемпературной ультраосновной магмы с высоким содержанием MgO. Состоят из стекловатой лавы, содержащей кристаллы оливина.

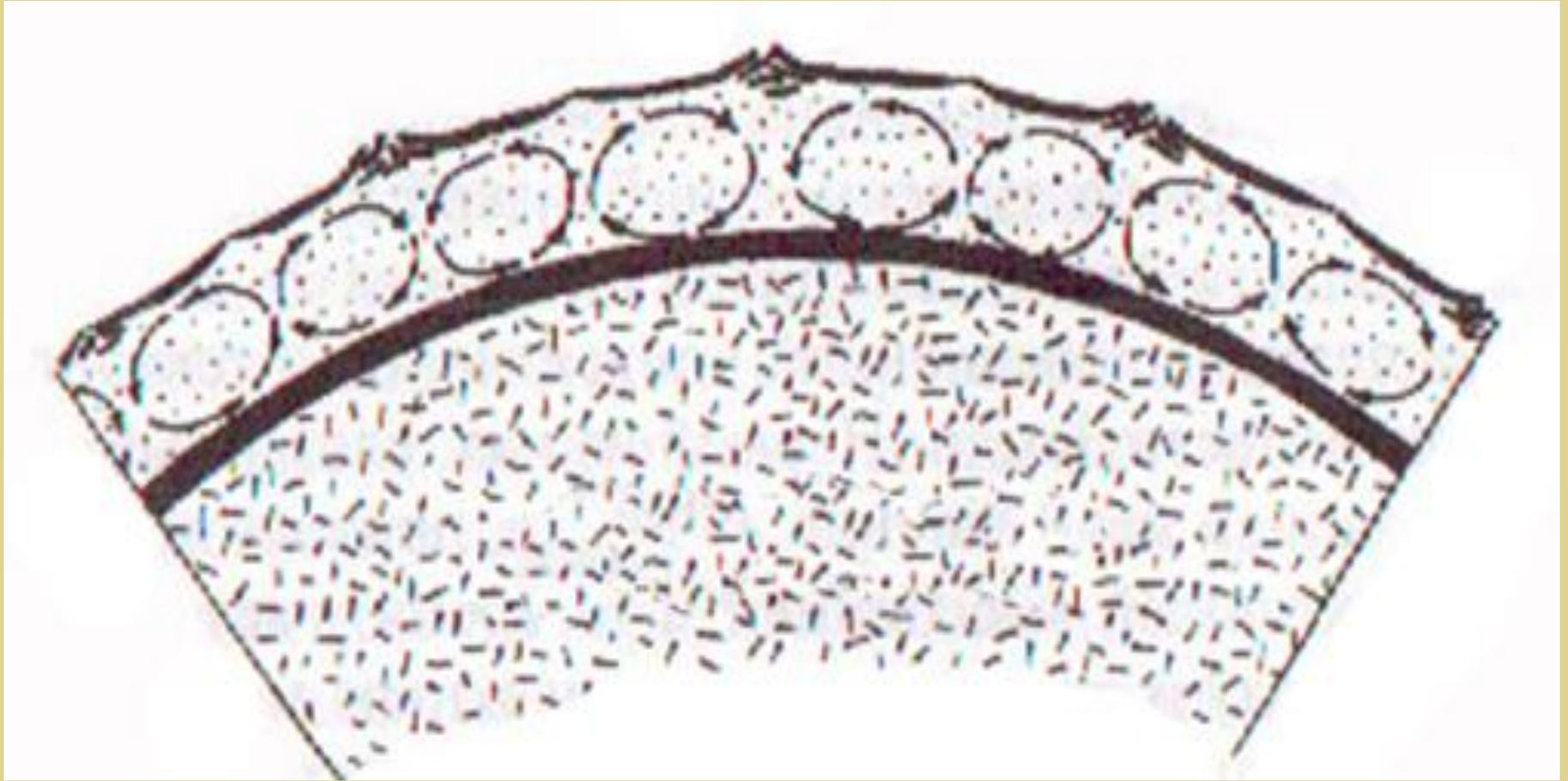


Коматиит



Коматиитовые подушечные лавы  
на Кольском полуострове

# Коматиитово-базальтовые литосферные пластины

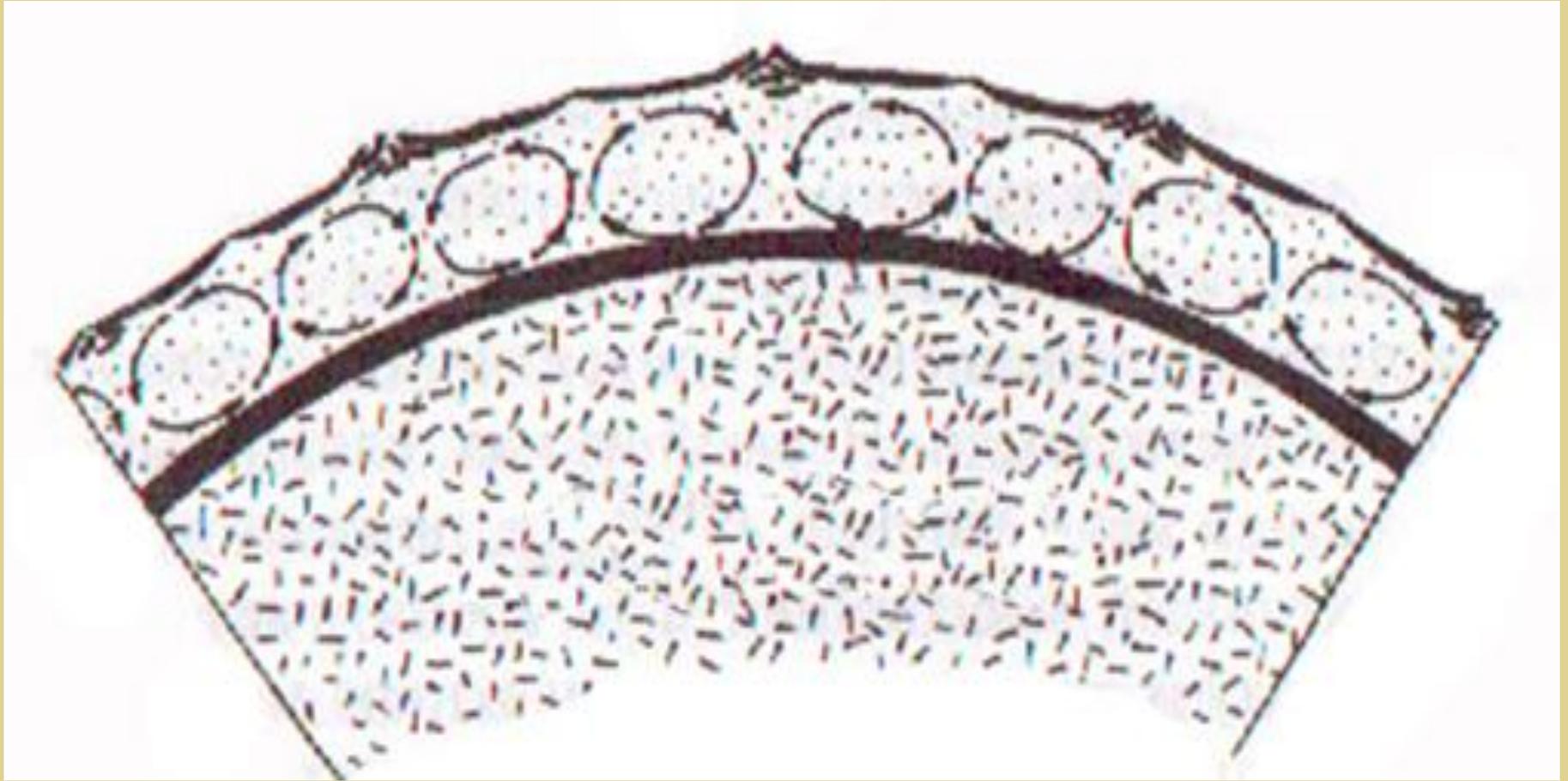


# Древнейшие горные породы Земли

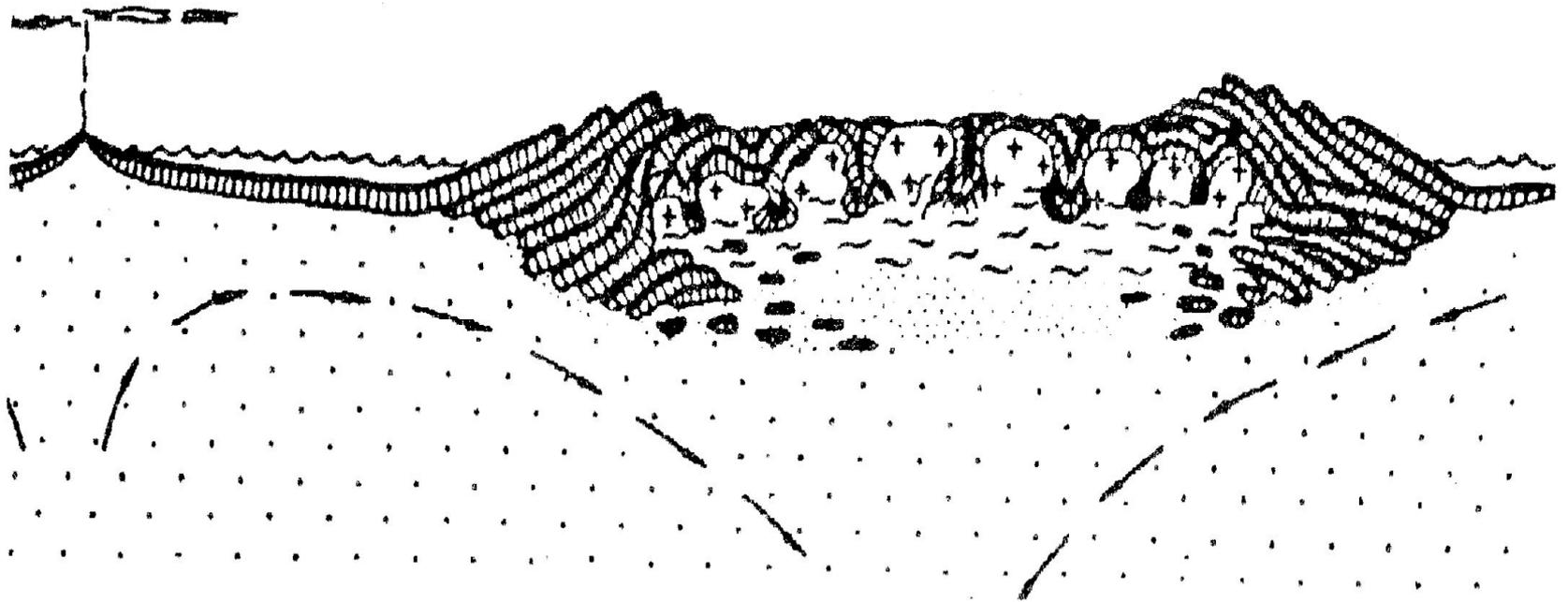


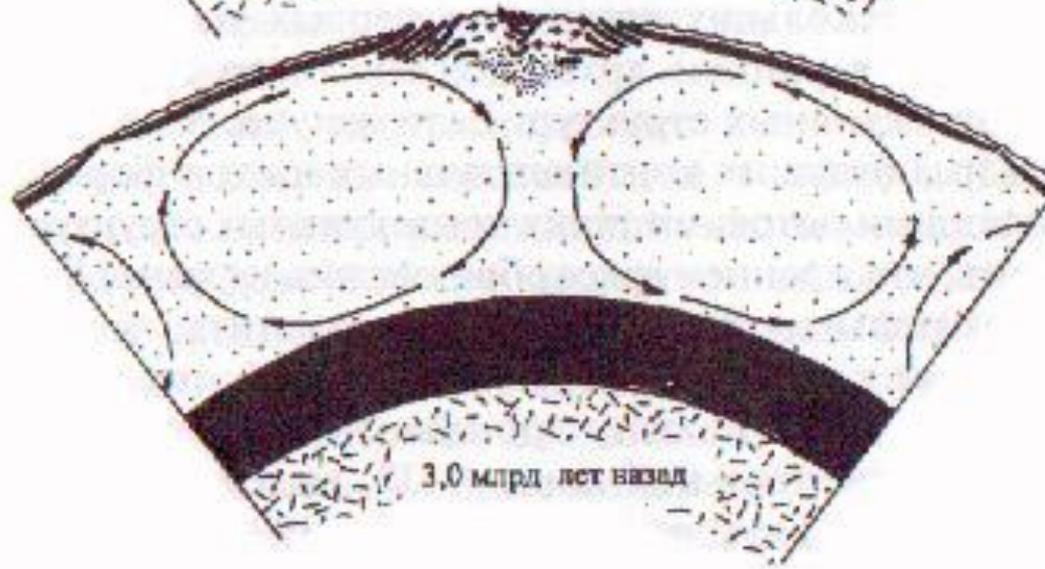
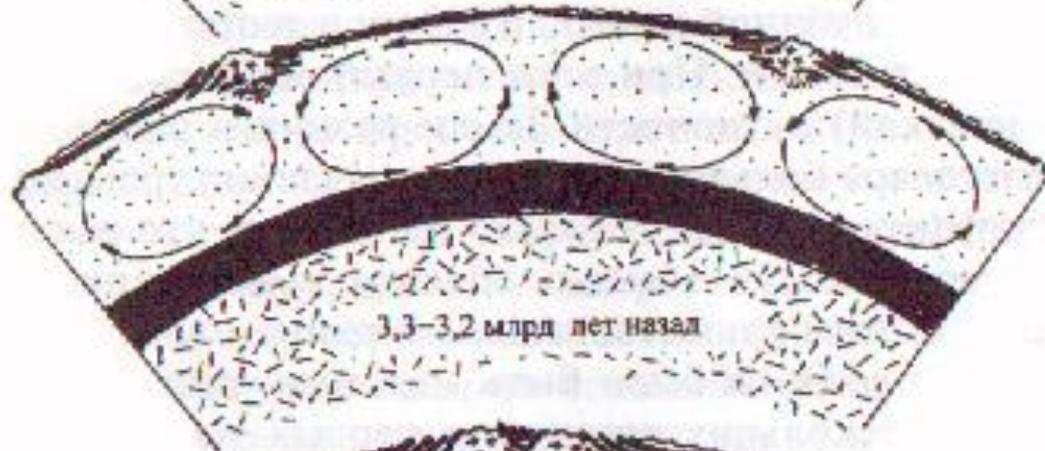
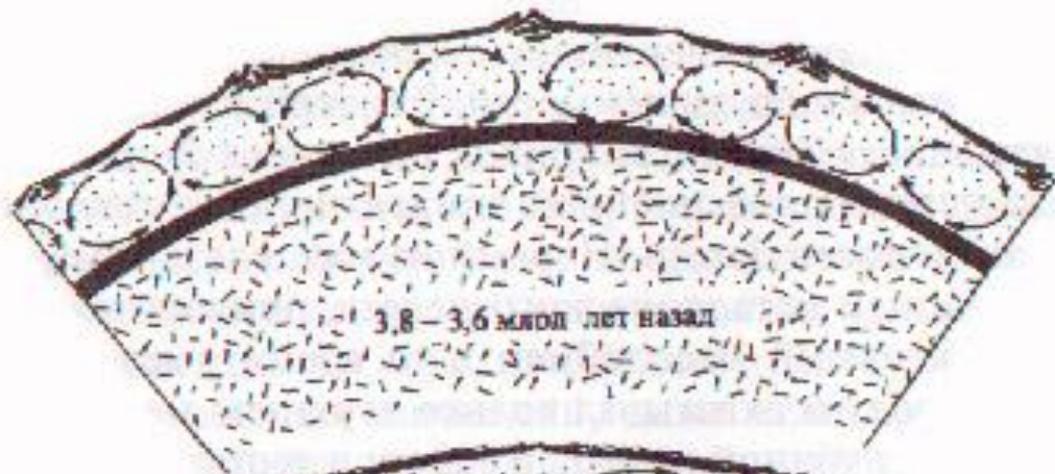
*Древние породы старше 2,5 млрд. лет выходят на поверхность или залегают неглубоко (красный), а также скрыты более молодыми породами (розовый). Здесь могут быть открыты кристаллы цирконов такого же возраста, что и в Джек-Хиллз в Западной Австралии.*

# Коматиитово-базальтовые литосферные пластины



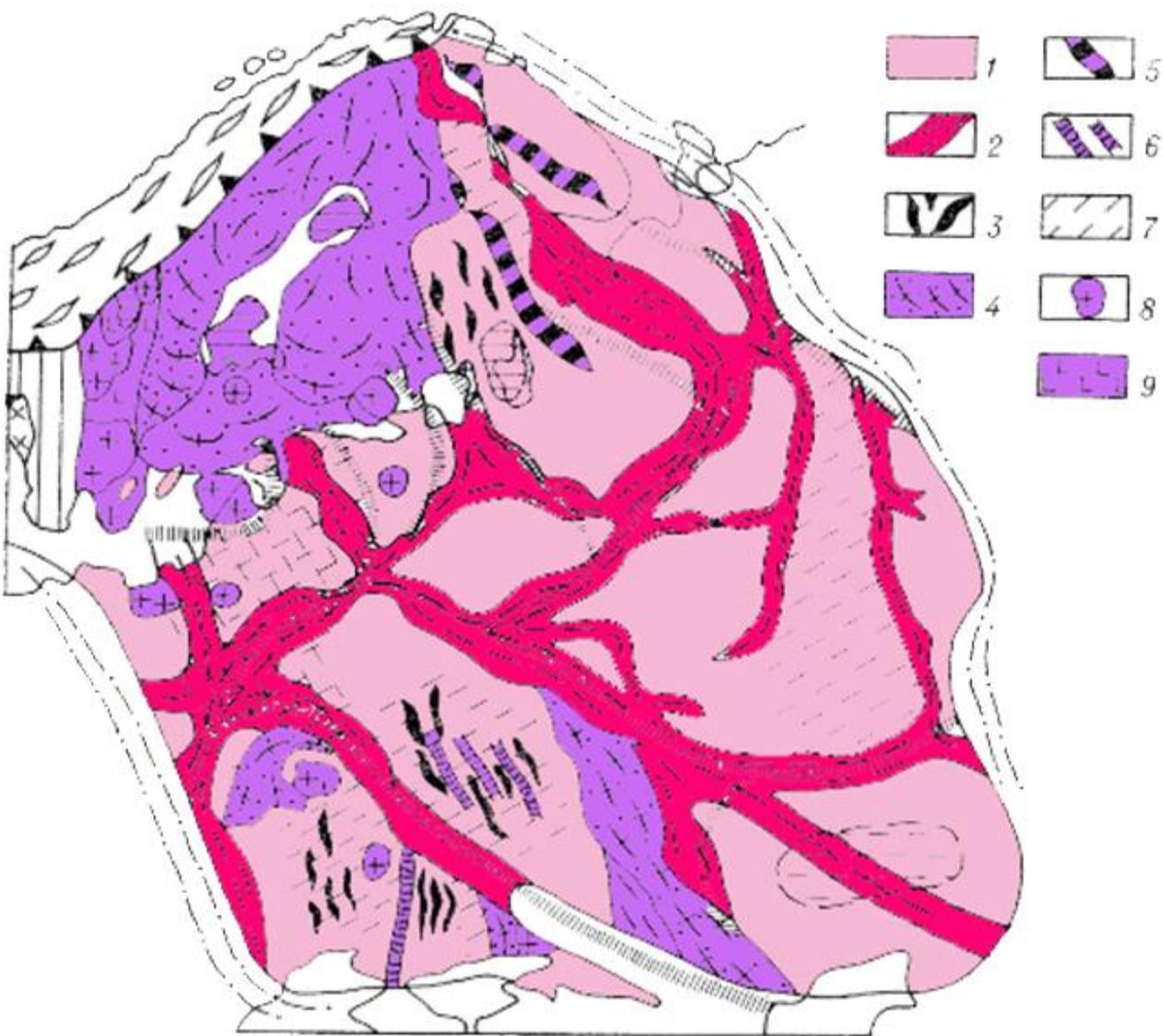
# Картина формирования континентальной коры в архее





Изменение числа  
ячеек в  
конвектирующей  
мантии архея и  
формирование  
зародышей  
архейских  
континентальных  
щитов

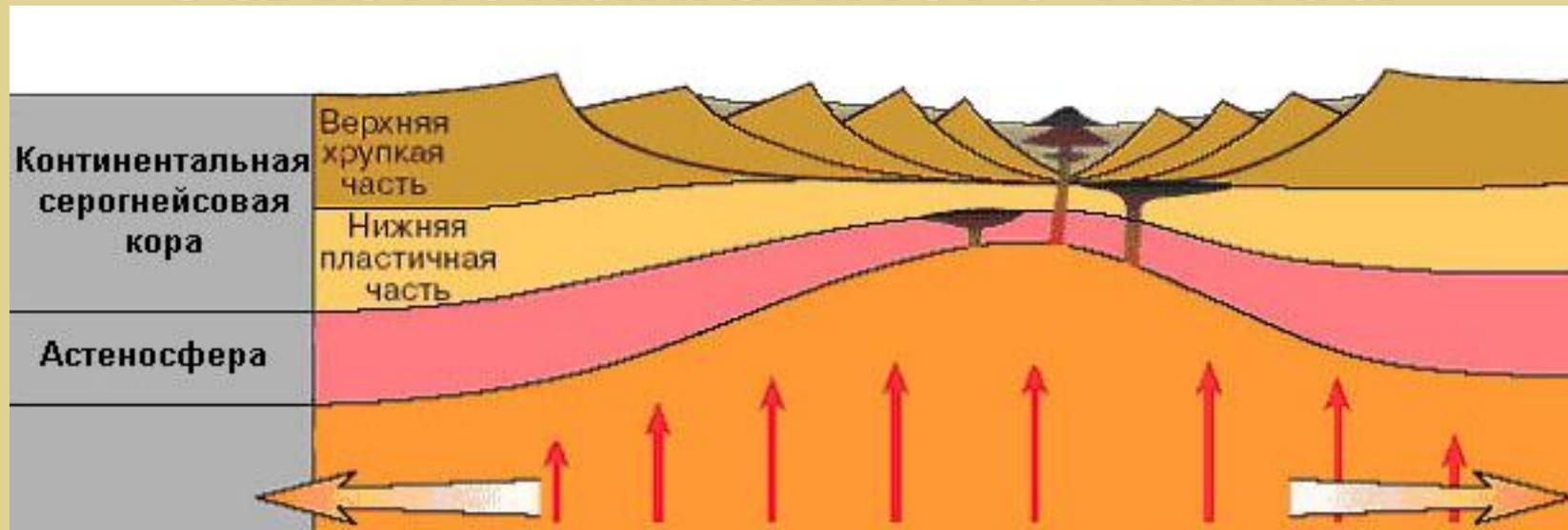
# Тектоническая схема фундамента Восточно-Европейской платформы



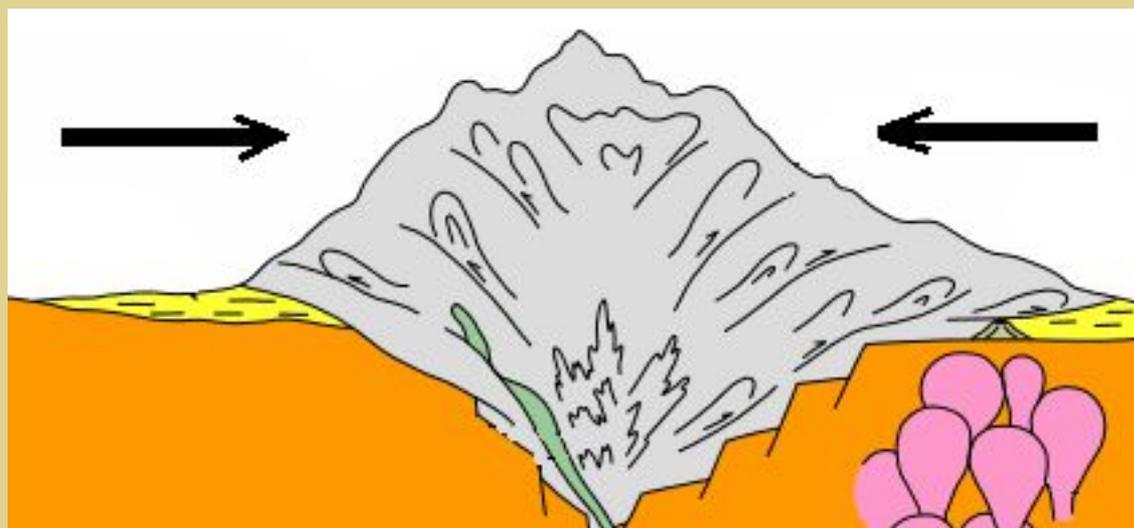
- 1 гранитогнейсовые массивы
- 2 линейные подвижные пояса с широким развитием мезозойских вулканитов
- 3 архейские метакристаллические прогибы
- 4 раннепротерозойские метакристаллические прогибы
- 5 мезозойские прогибы
- 6 раннепротерозойские метакристаллические прогибы
- 7 мезозойские прогибы
- 8 раннепротерозойские метакристаллические прогибы
- 9 мезозойские прогибы

# Формирование зеленокаменного пояса

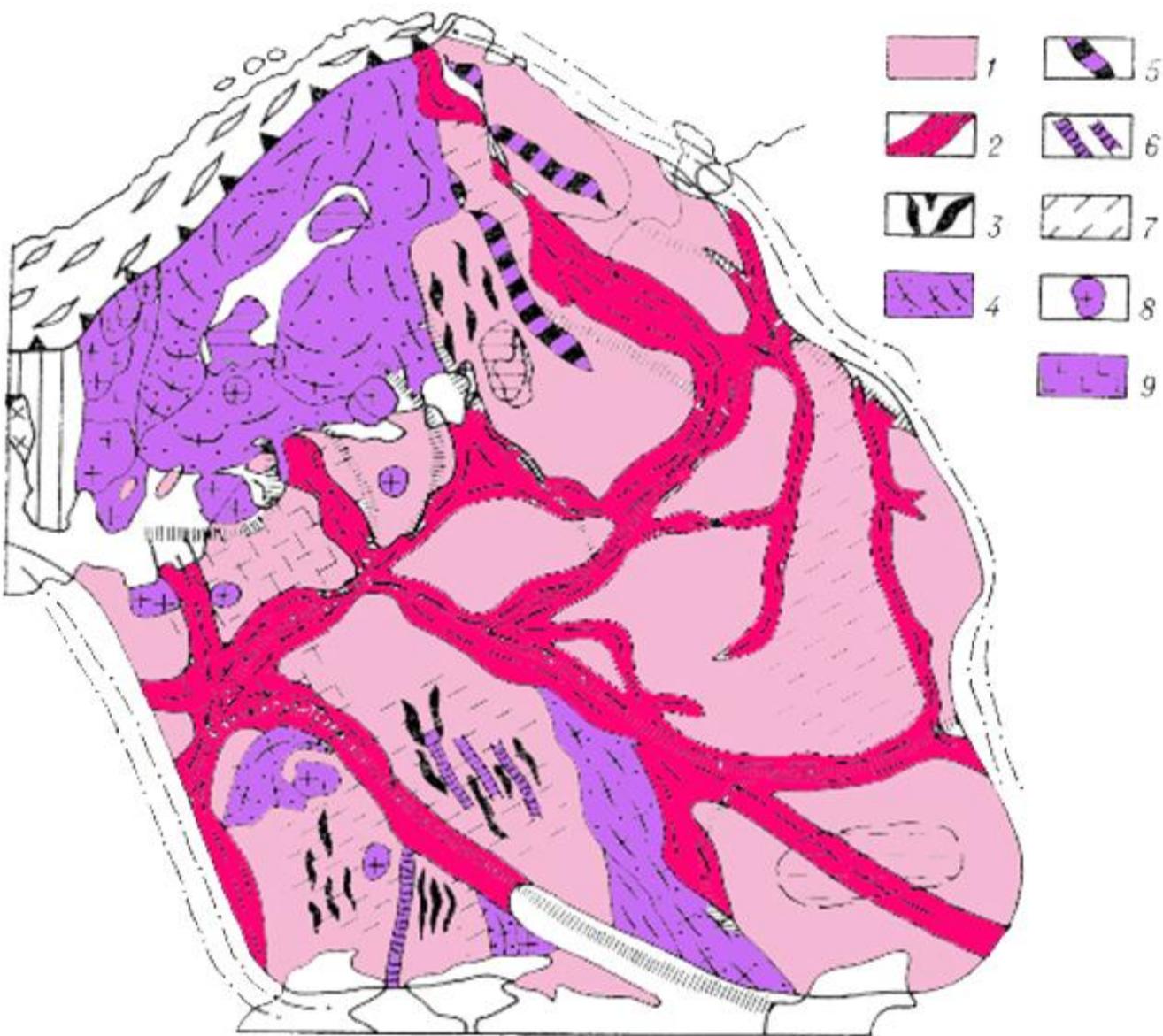
I



II



# Тектоническая схема фундамента Восточно-Европейской платформы

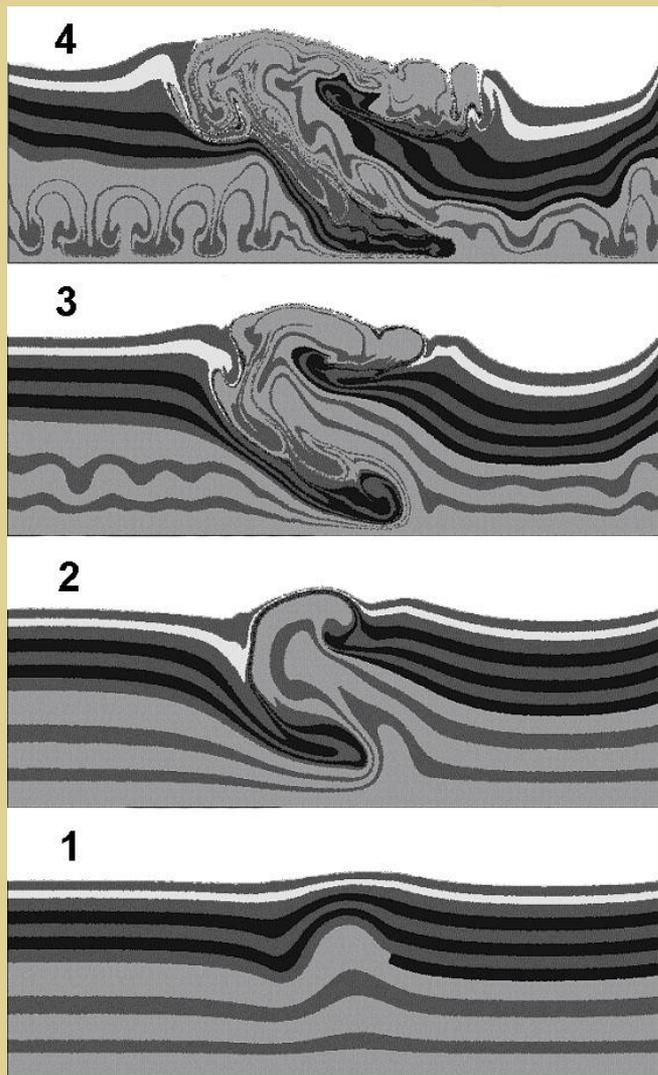


- 1 гранитогнейсовые массивы
- 2 линейные подвижные пояса с широким развитием мезокайнозойских вулканитов
- 3 архейские метакристаллические прогибы
- 4 раннепротерозойские метакристаллические прогибы
- 5 раннепротерозойские метакристаллические прогибы
- 6 раннепротерозойские метакристаллические прогибы
- 7 раннепротерозойские метакристаллические прогибы
- 8 раннепротерозойские метакристаллические прогибы
- 9 раннепротерозойские метакристаллические прогибы

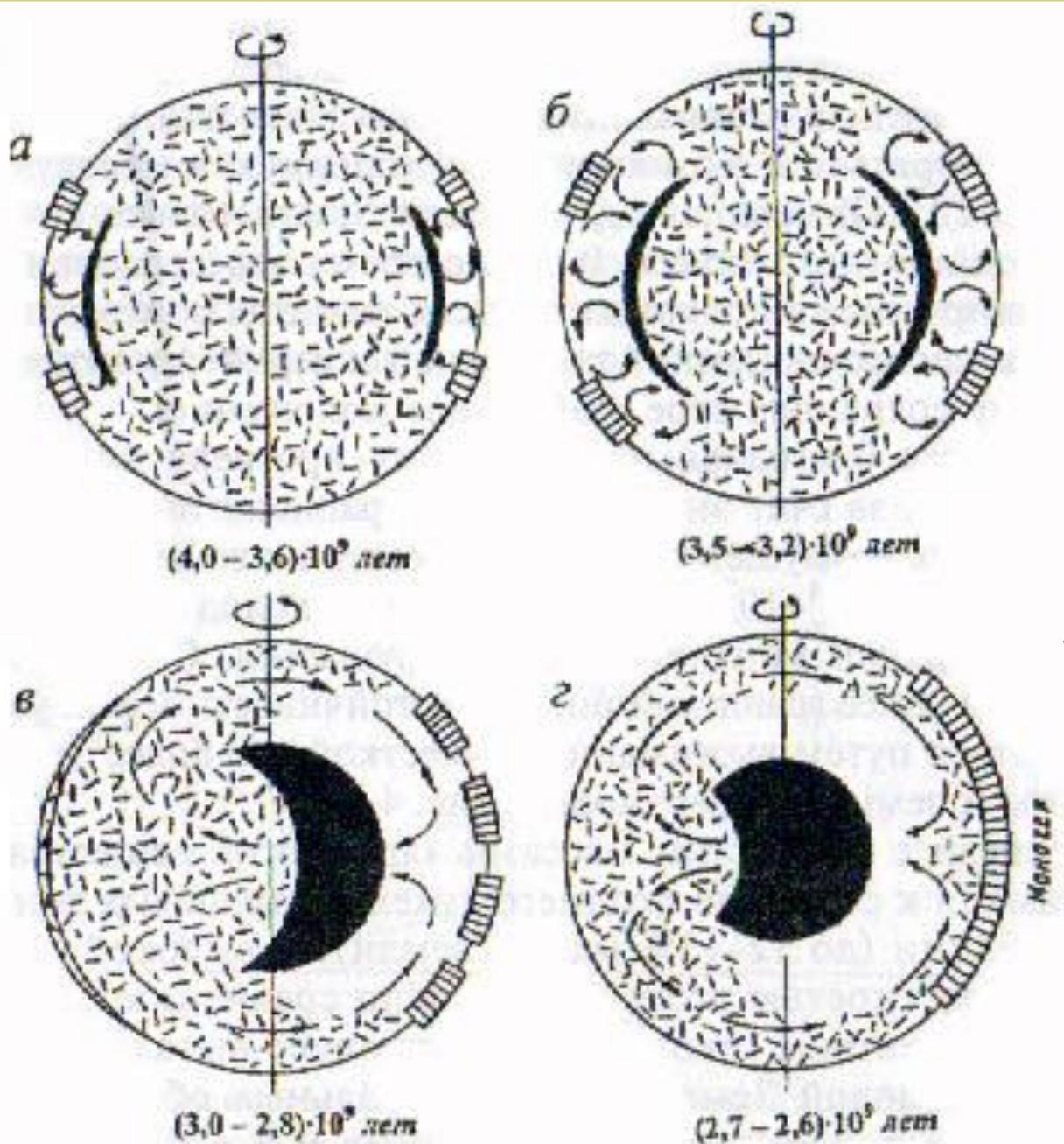
# Гранулитовые пояса



пояс Лимпопо

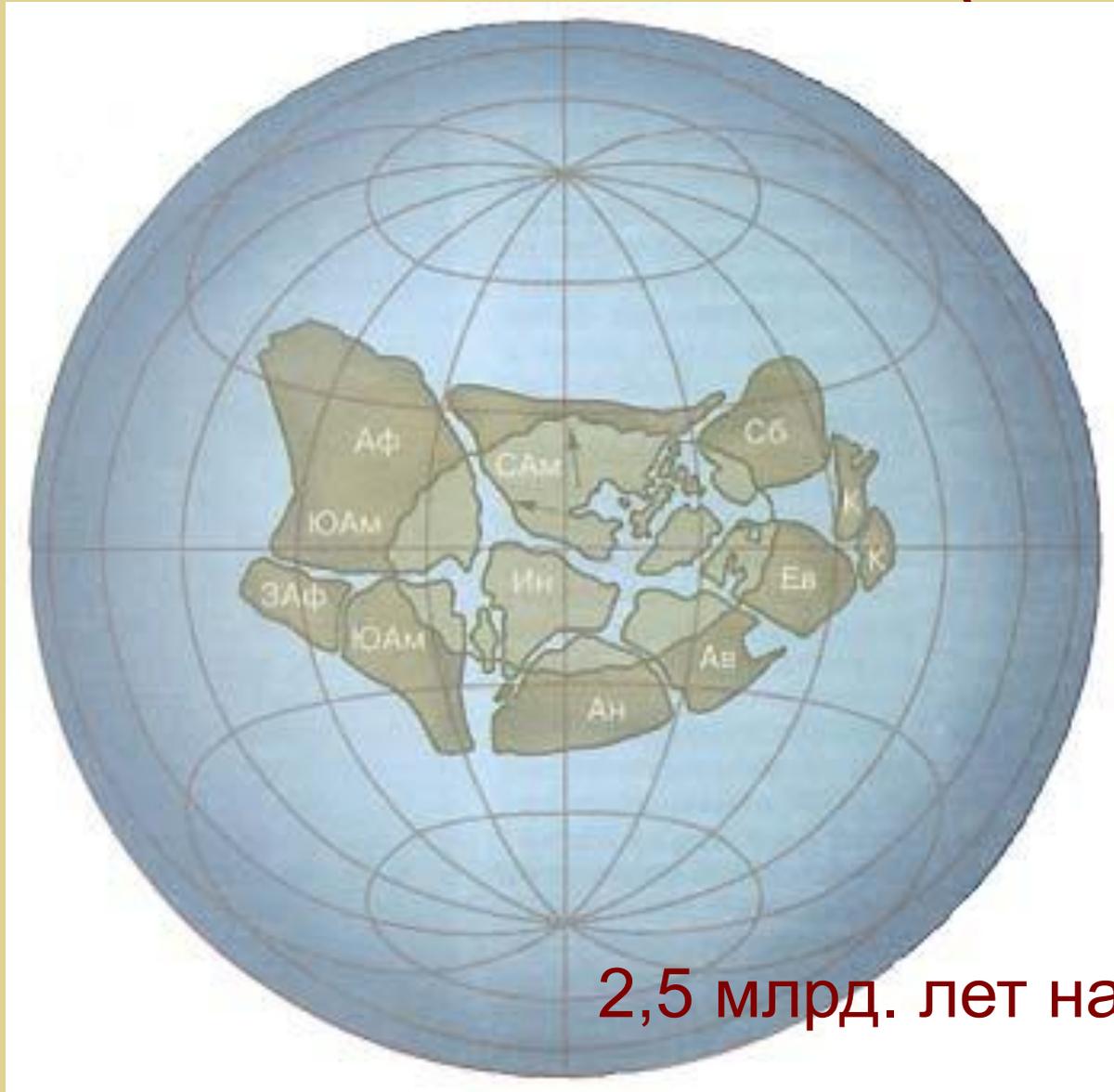


Механизм  
формирования  
гранулитового  
пояса



Последовательные этапы развития процесса зонной дифференциации земного вещества и формирования плотного ядра Земли

# Первый в истории Земли суперконтинент Моногея (Пангея 0)



# Тектоно-магматические эпохи архея

Тектоно-магматические эпохи	Время, млрд. лет назад
Кеноранская (Беломорская)	2,7
Барбетонская	3,0
Свазилендская	3,2
Белингвийская	3,4
Кольская (Саамская)	3,6
Готхобская	4,0

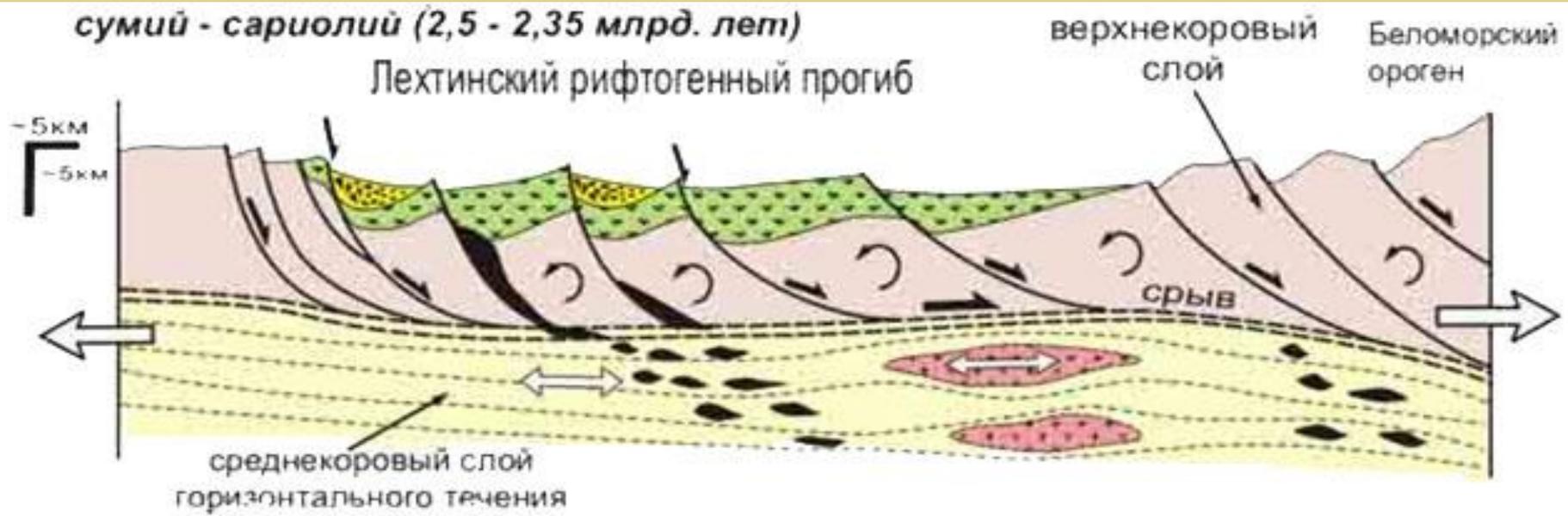
# Распад Моногеи около 2,2 млрд лет назад



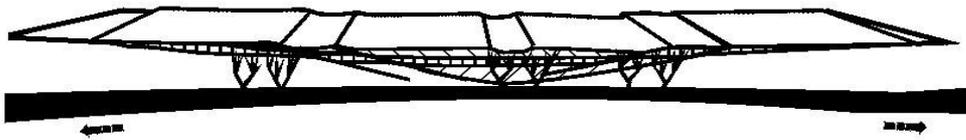
# Ансамбль эпиархейских плит континентальной коры и раннепротерозойских подвижных поясов



# Протоавлакогены раннего протерозоя



# Развитие протогеосинклинали в Северной Карелии



2.15?- 2.08

Рифтогенез и формирование осадочно-вулканогенных  
толщ



2.0-1.95

Формирование литосферы океанического типа и  
вулканогенно-осадочных отложений



~1.95-1.90

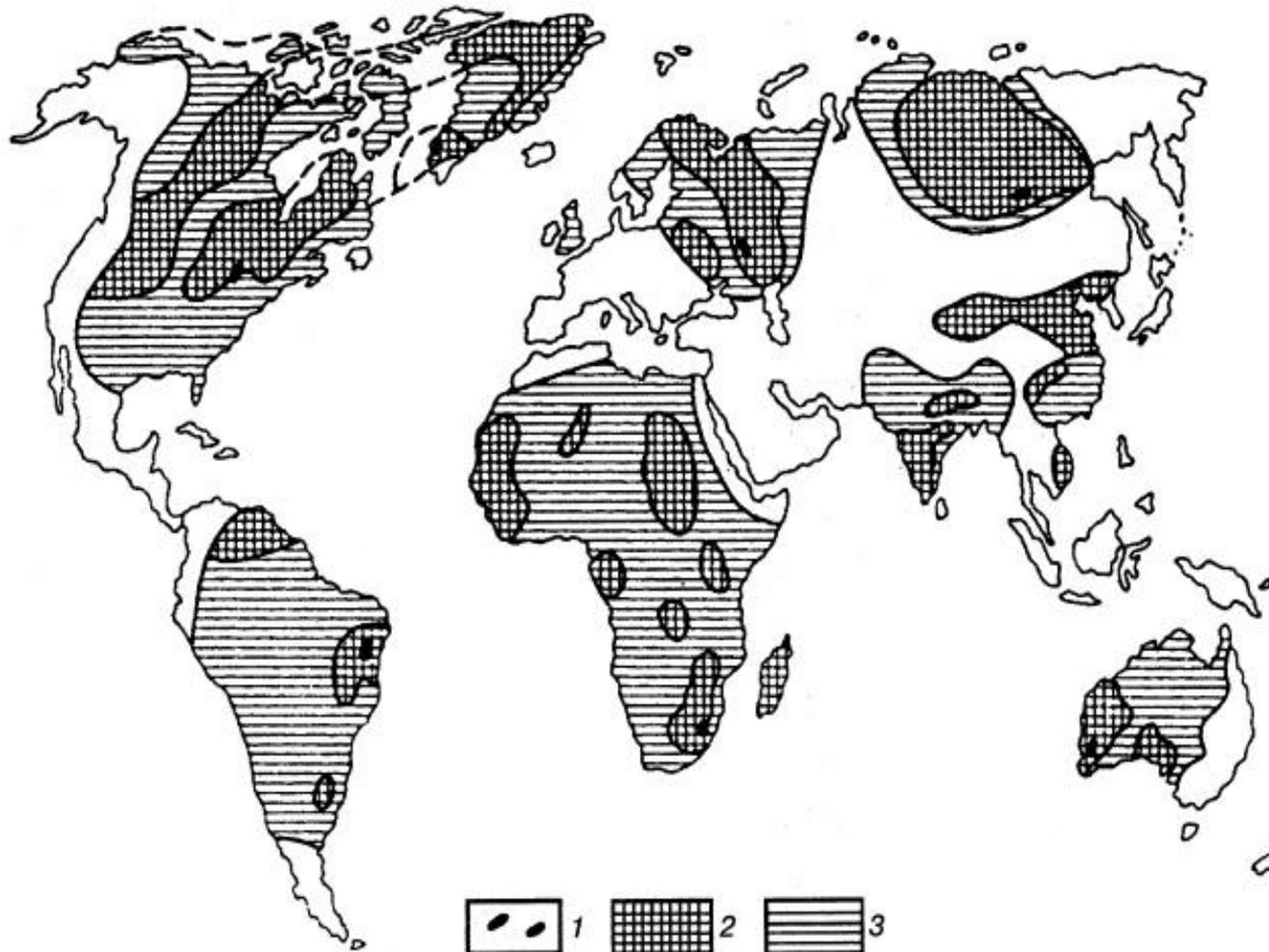
Предполагаемая субдукция



1.9-1.8

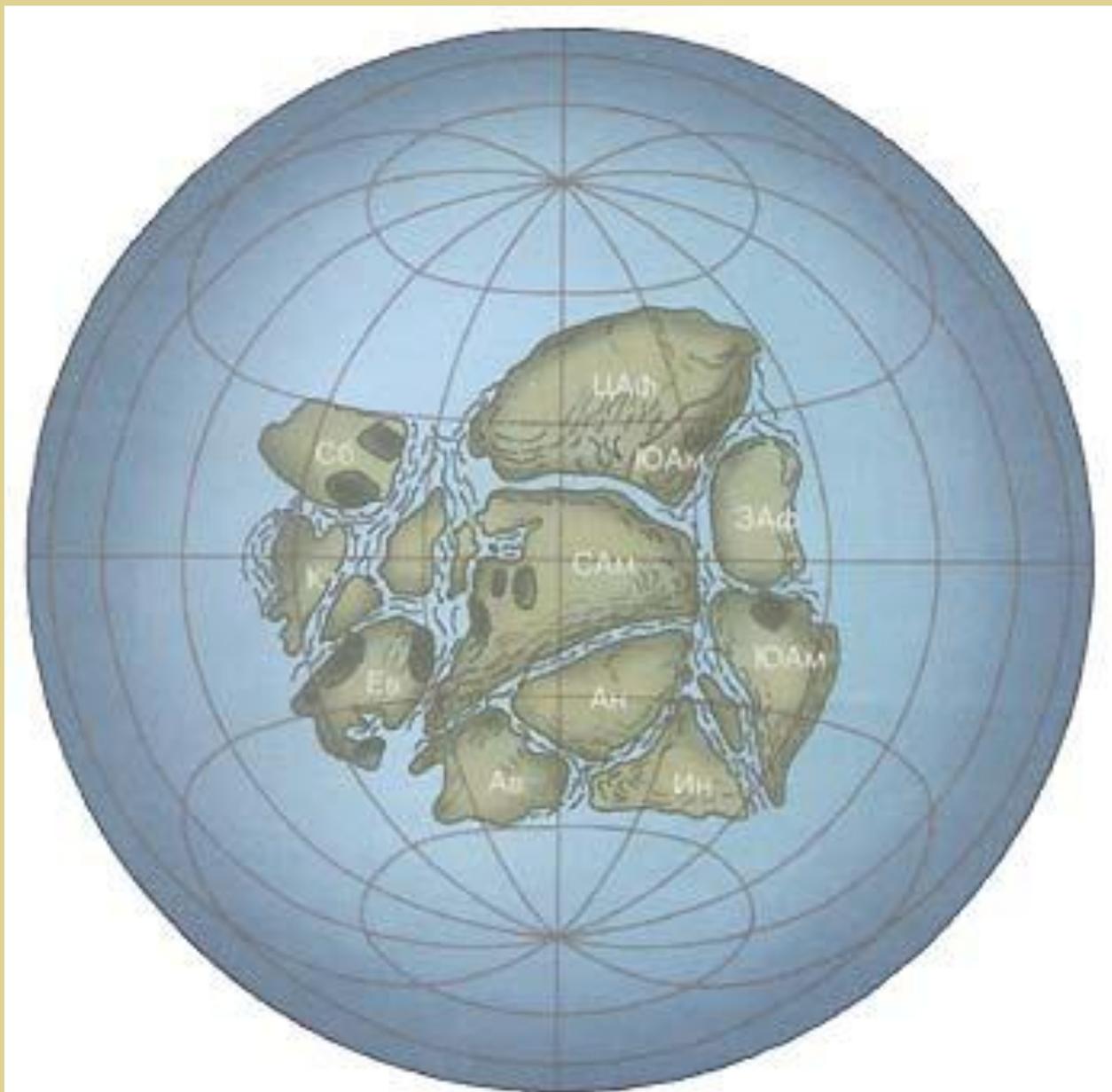
Формирование конвергентной складчатой структуры

# Архейские протоплатформы и раннепротерозойские подвижные пояса



- 1 – выявленные участки древнейшей (более 3,5 млрд. лет) коры (серые гнейсы)
- 2 – архейские эократоны
- 3 – континентальная кора, образованная в раннем протерозое (частично регенерированная архейская)

# Мегагея 1,8 млрд лет назад

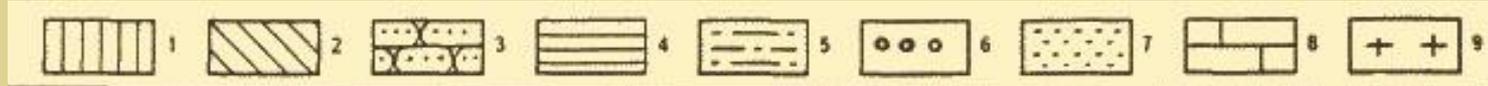
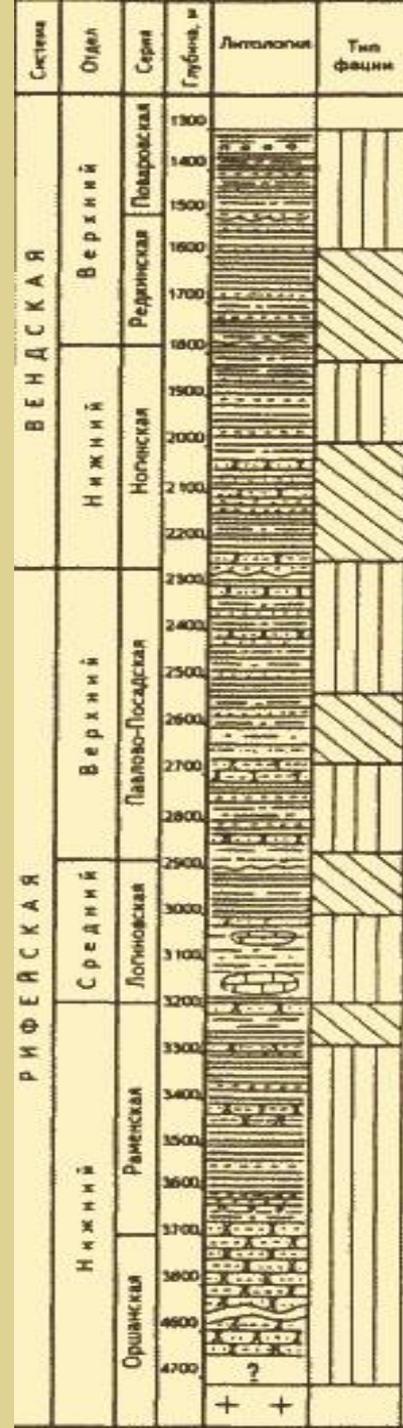


складчатые  
са  
красноцветы

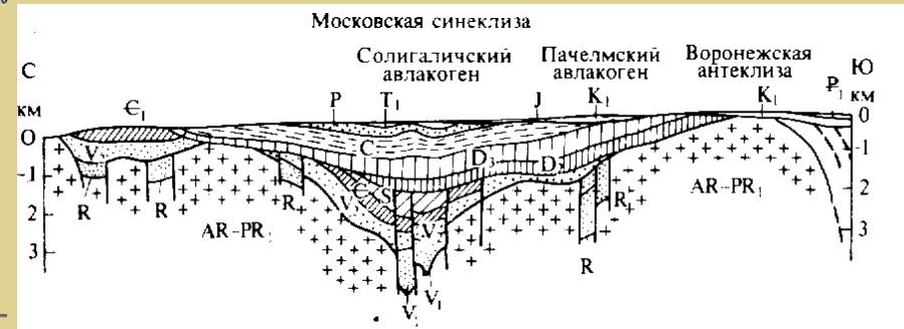
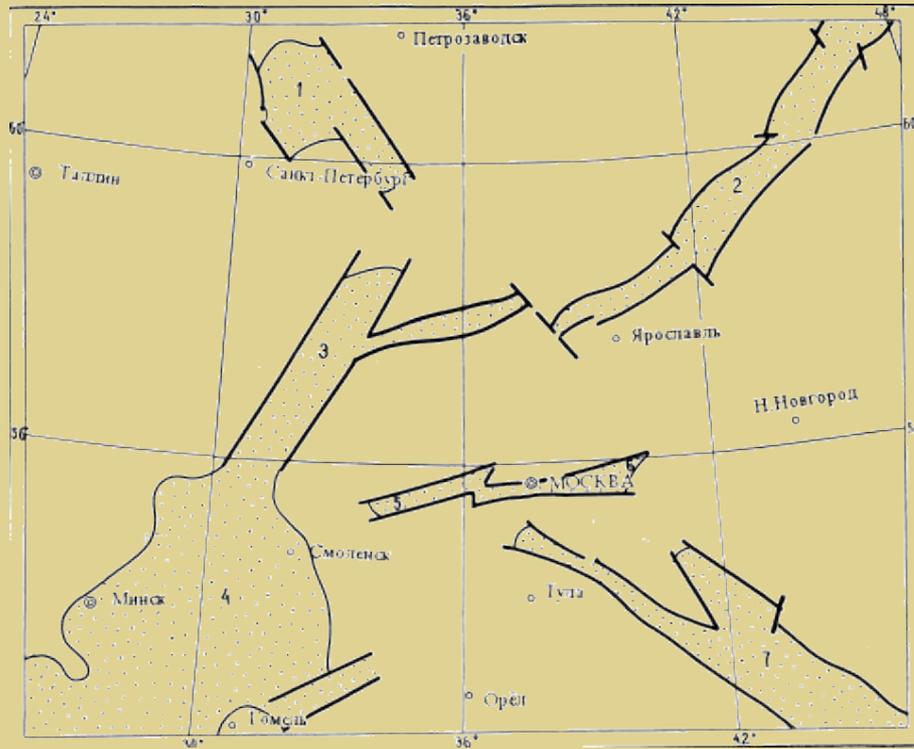
# Разрез Павлово-Посадского авлакогена

Фации:

- 1 – красноцветные;
- 2 – темноцветные;
- 3 - песчаники;
- 4 - аргиллиты;
- 5 - алевролиты;
- 6 - гравелиты;
- 7 - пески;
- 8 - известняки;
- 9 - фундамент



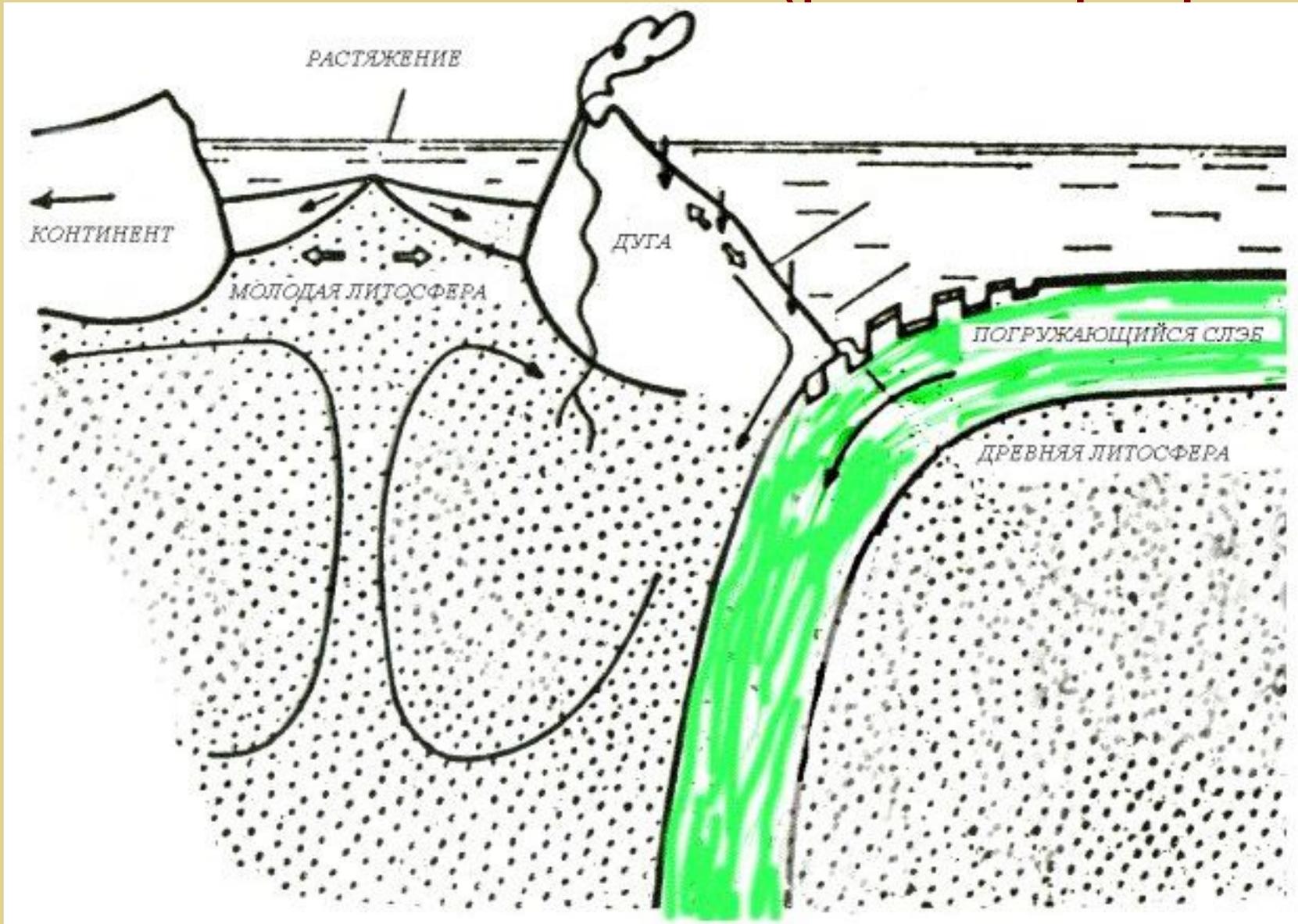
# Авлакогены Московской синеклизы



Система рифейско-ранневендских палеорифтов под отложениями Московской синеклизы:  
1 - Ладожский грабен; 2 - Среднерусский авлакоген;  
3-4 - Волыно-Оршанский авлакоген: 3 - Крестцовский грабен, 4 - Оршанская впадина;  
5 - Гжатский грабен; 6 - Московский грабен; 7 - Пачелмский авлакоген



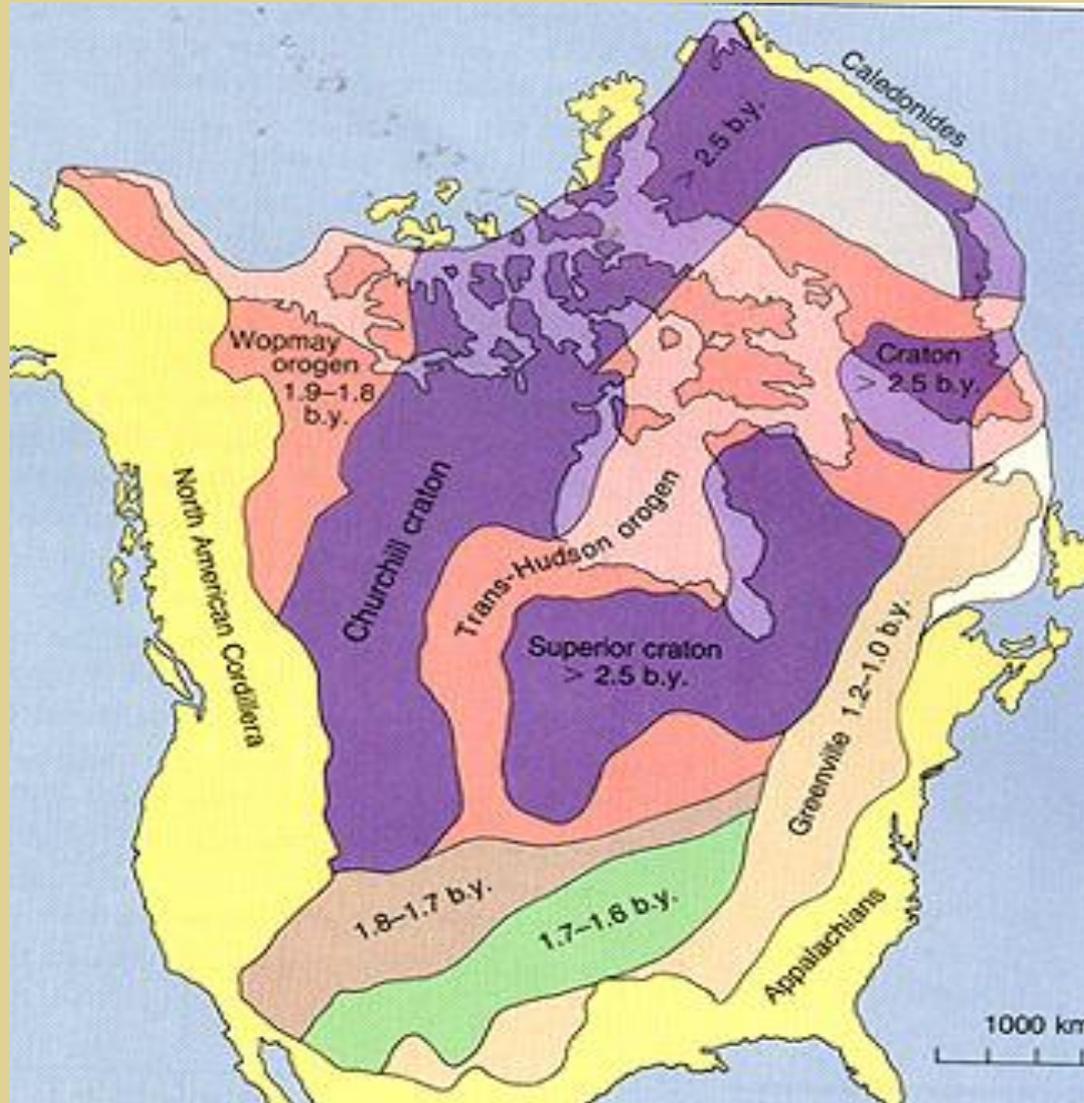
# Древнейшие остороводужные окраины Юго-Восточной Азии (ранний рифей)



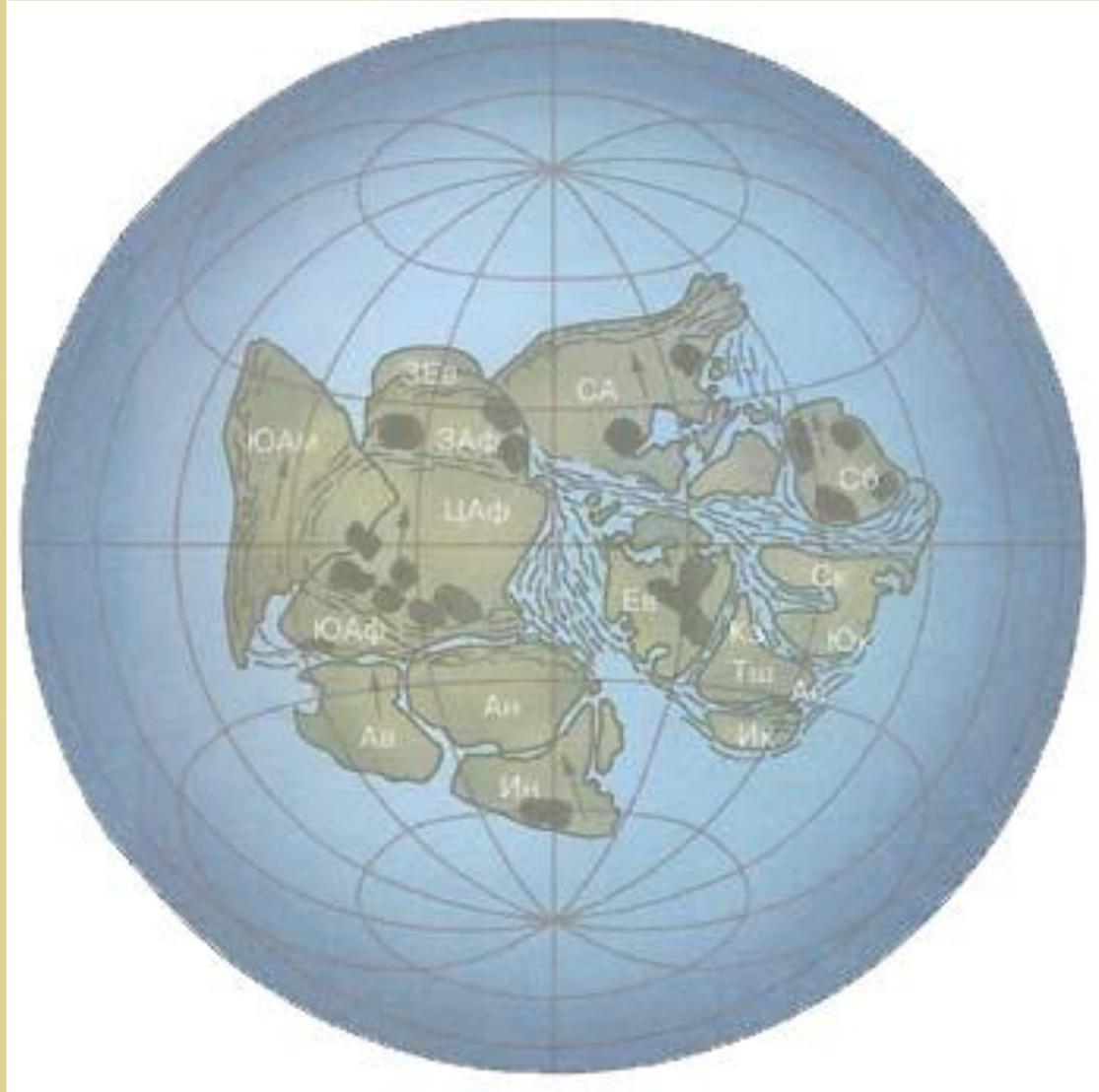
# Тектоно-магматические эпохи позднего протерозоя

Тектоно- магматические эпохи	Время, млрд. лет назад
Байкальская (Катангская, Бразильская)	0,67
Гренвильская	1,05
Авзянская	1,25
Кибарская	1,4
Выборгская	1,6

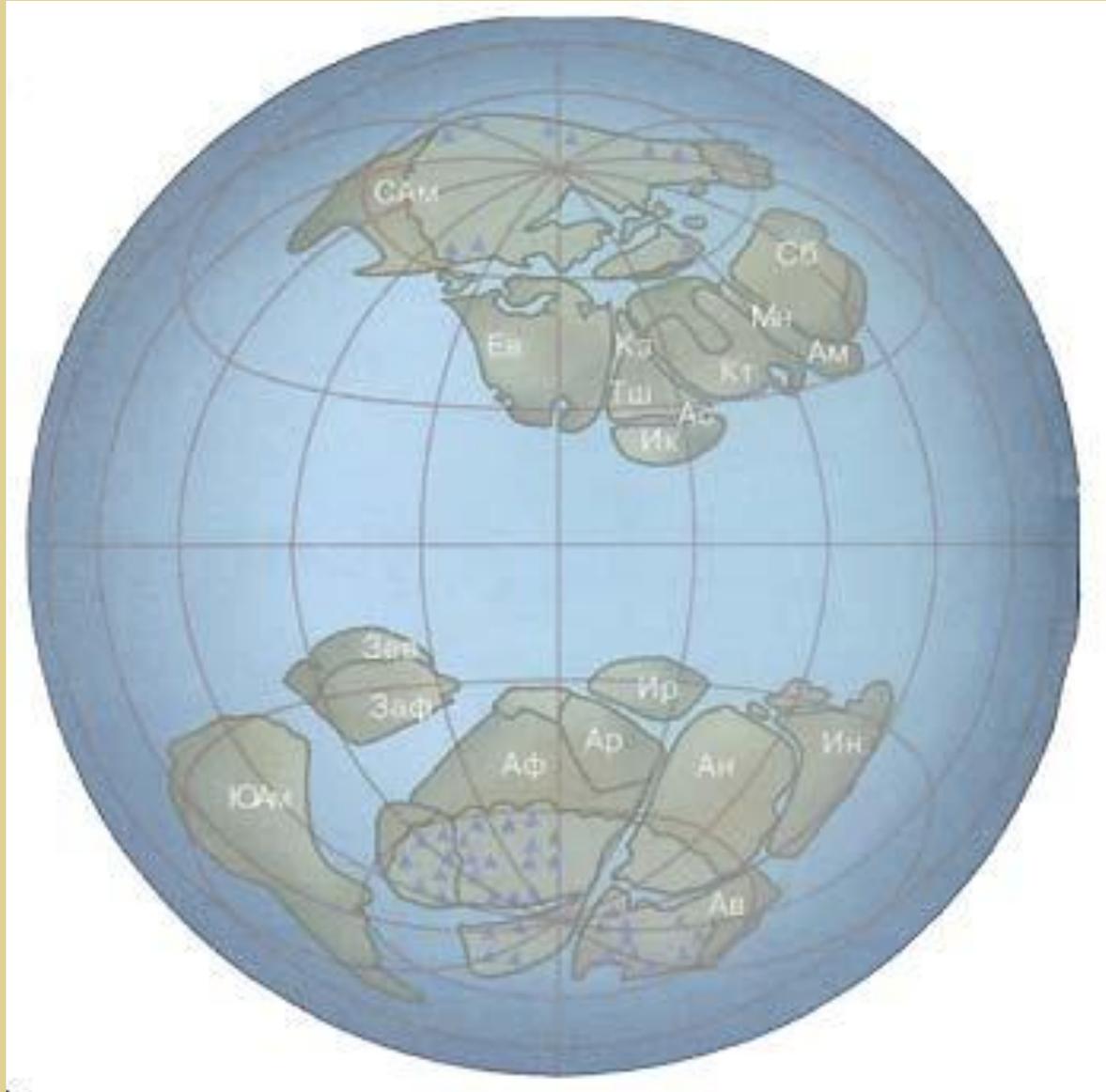
# Разновозрастные комплексы Северной Америки



# Суперконтинент Мезогея около 1 млрд лет назад



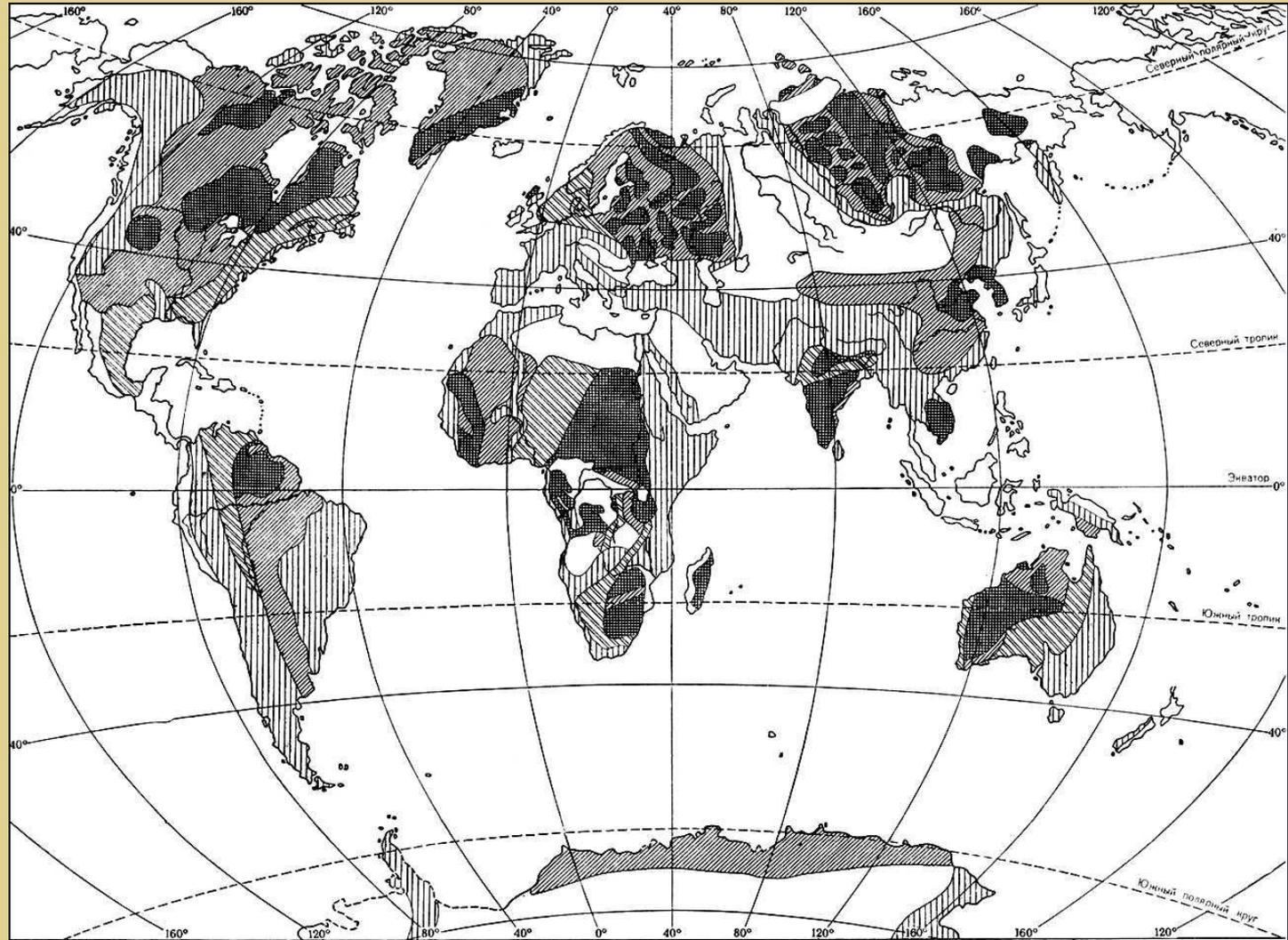
# Распад Мезогеи на Лавразию и Гондвану около 800-750 млн лет назад



# Палеотектоническая схема венда



# Докембрийские эпохи складчатости и тектоно-магматической активизации



ДОКЕМБРИЙСКИЕ ЭПОХИ СКЛАДЧАТОСТИ И ТЕКТОНО-МАГМАТИЧЕСКОЙ АКТИВИЗАЦИИ

- 1500 0 1500 3000 4500 км
- Кеноранская (~2700–2500 млн. лет) и более ранние
  - Раннекарейская (~2000 млн. лет) и позднекарейская (~1700 млн. лет)
  - Готская (~1450 млн. лет) и гренвилльская (~1000 млн. лет)
  - Байкальская (~600 млн. лет)



# Древние платформы и складчатые геосинклинальные пояса фанерозоя



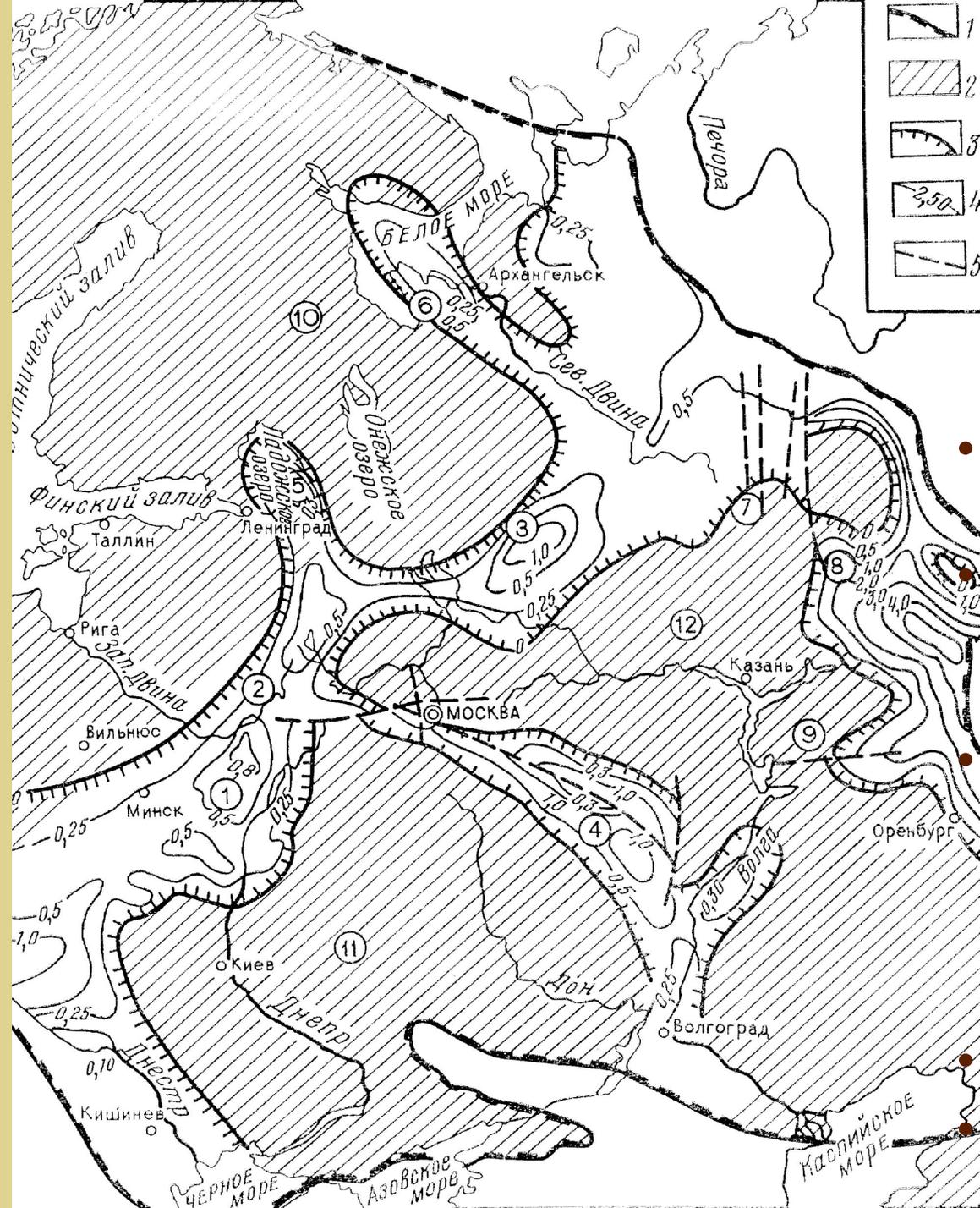
- 1 – древ-  
ние плат-  
формы
- 2 – склад-  
чатые  
геосинкли-  
нальные  
пояса  
фанерозоя



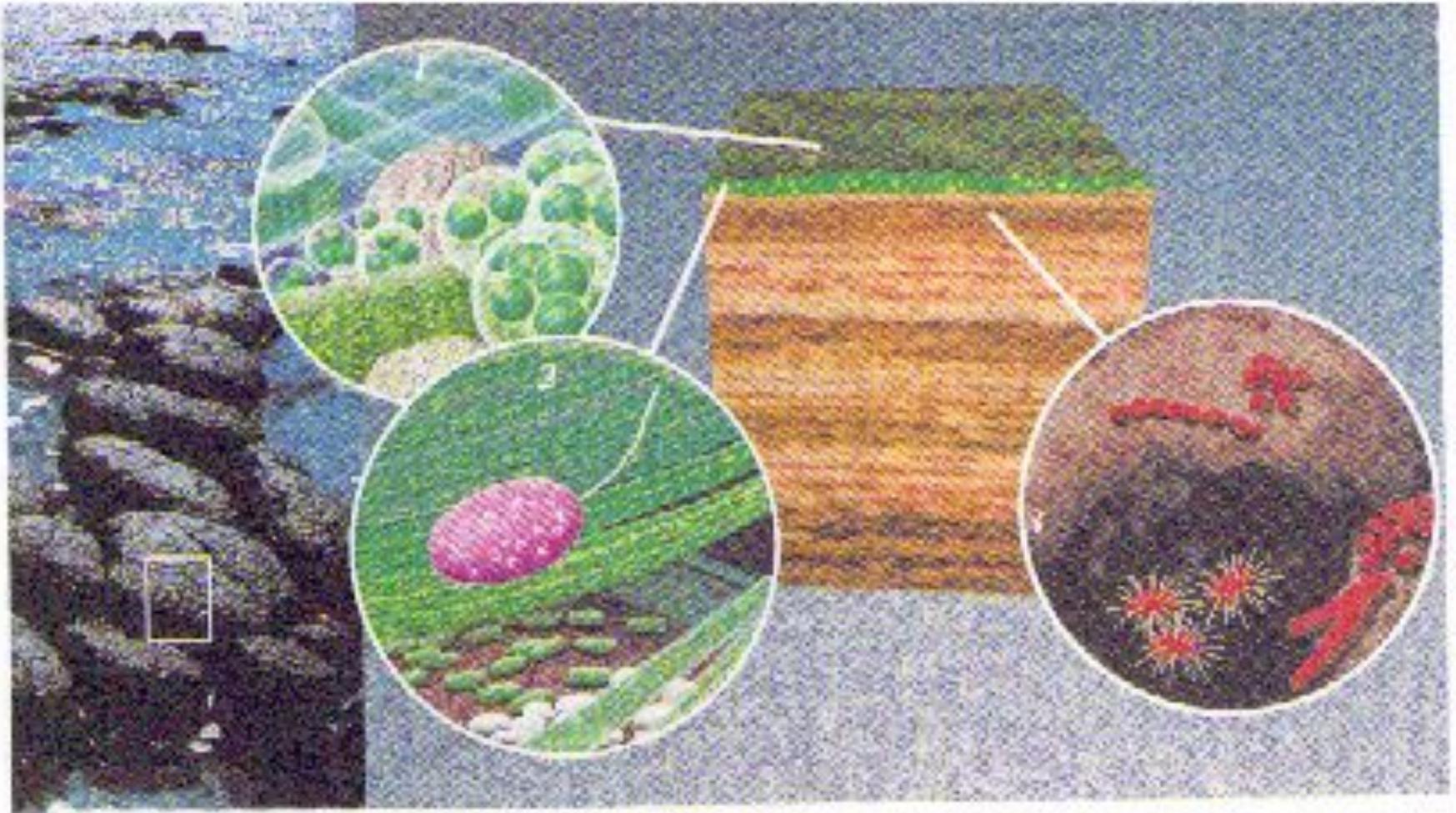
Распад  
Лавразии и  
Гондваны  
около 650  
млн лет  
назад

# Авлакогены на Восточно- Европейской платформе

- 1 – современная граница платформы
- 2 – области отсутствия рифейских и вендских отложений
- 3 – граница распространения рифейских и нижневендских отложений
- 4 – изопахиты
- 5 – основные разломы

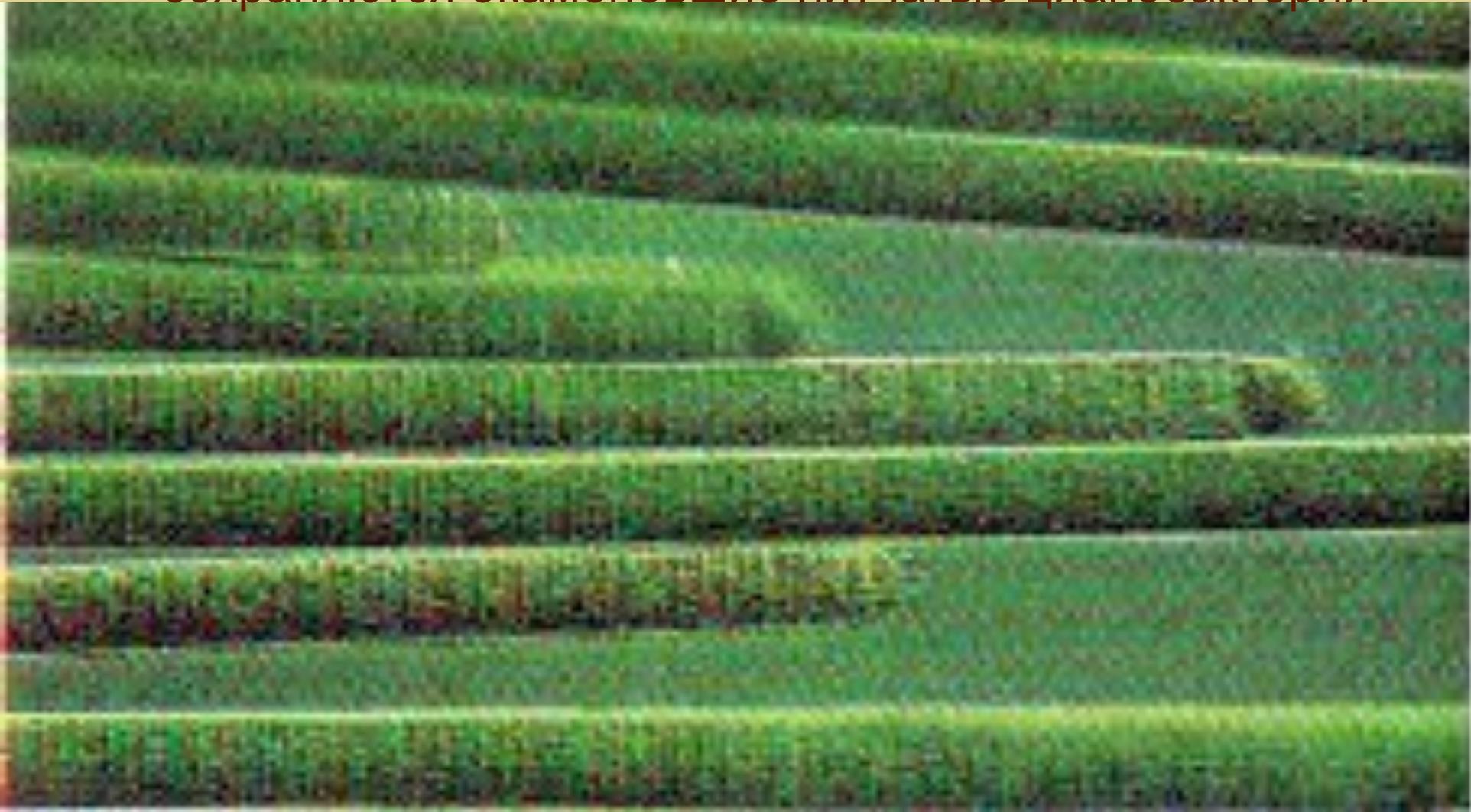


Строение строматолита: 1 – сообщество фотосинтезирующих цианобактерий; 2 – аэробные микроорганизмы в подповерхностном слое строматолита; 3 – анаэробные организмы глубоких слоев строматолита



# Нитчатые цианобактерии

- В карбонатных строматолитах остатки древних цианобактерий не сохраняются. Но иногда в строматолитах обнаруживаются кремнистые желваки, внутри которых сохраняются окаменевшие нитчатые цианобактерии



# Ископаемые строматолитовые ХОЛМЫ

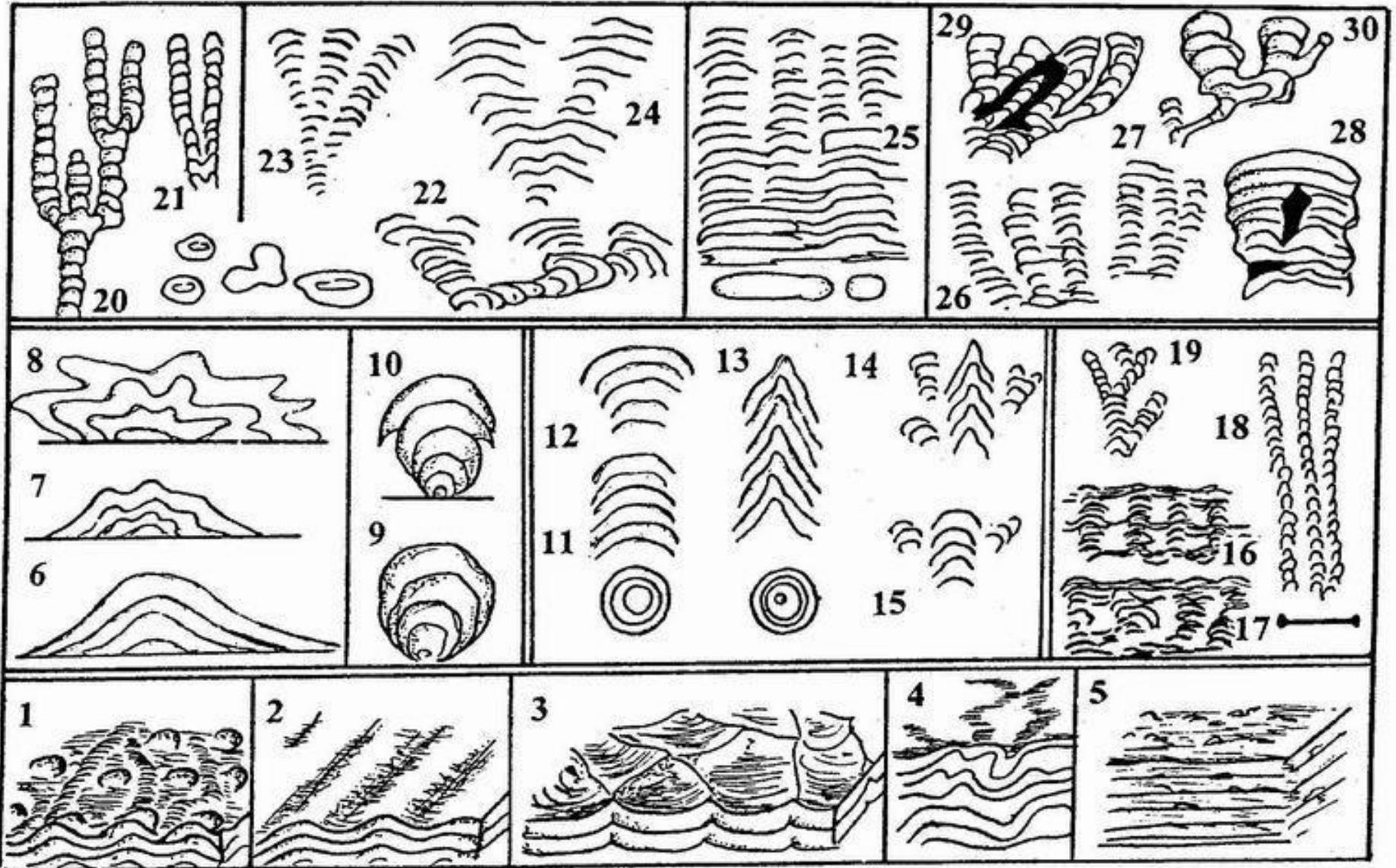


- Архейские и протерозойские строматолиты представляют собой бугристые, полосаты на срезе породы, которые могут состоять из карбонатных, фосфатных или силикатных минералов.



Конические  
стромато-  
литовые  
постройки

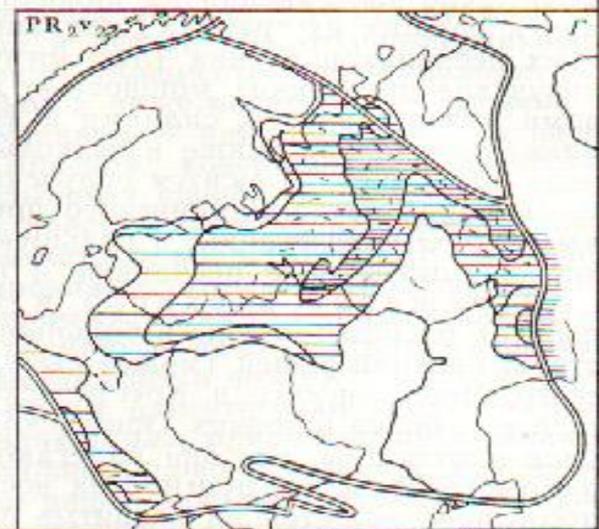
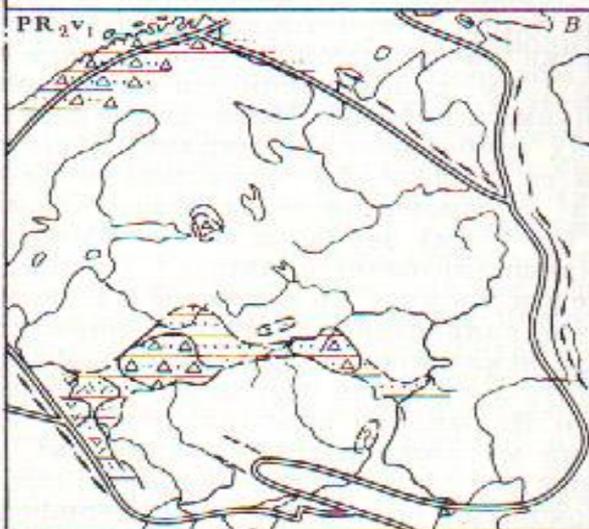
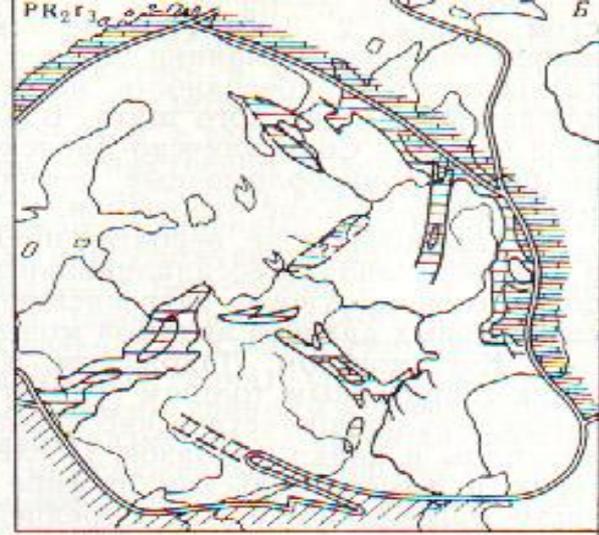
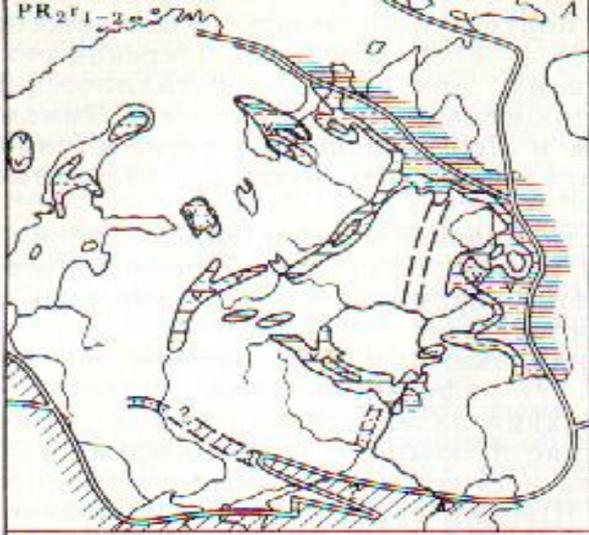
# Многообразие форм строматолитов





### Реконструкция Эдиакарской фауны

1–10 — кишечнополостные (1 — Ediacara; 2 — Beltonella; 3 — Medusinites; 4 — Mawsonites; 5–6 — Cyclomedusa; 7 — Conomedusites; 8 — Rangea; 9 — Arborea; 10 — Pteridinium); 11–14 — плоские и кольчатые черви (11 — Spriggina; 12–14 — Dickinsonia); 15–16 — членистоногие (15 — Parvancorina; 16 — Praecambridium); 17 — иглокожее Tribrachidium; 18 — шарообразные студенистые организмы



Литолого-палеогеографические схемы Восточно-Европейской платформы для позднего протерозоя

