

**Догеологическое развитие  
Земли. Докембрий –  
особенности и методы  
изучения**

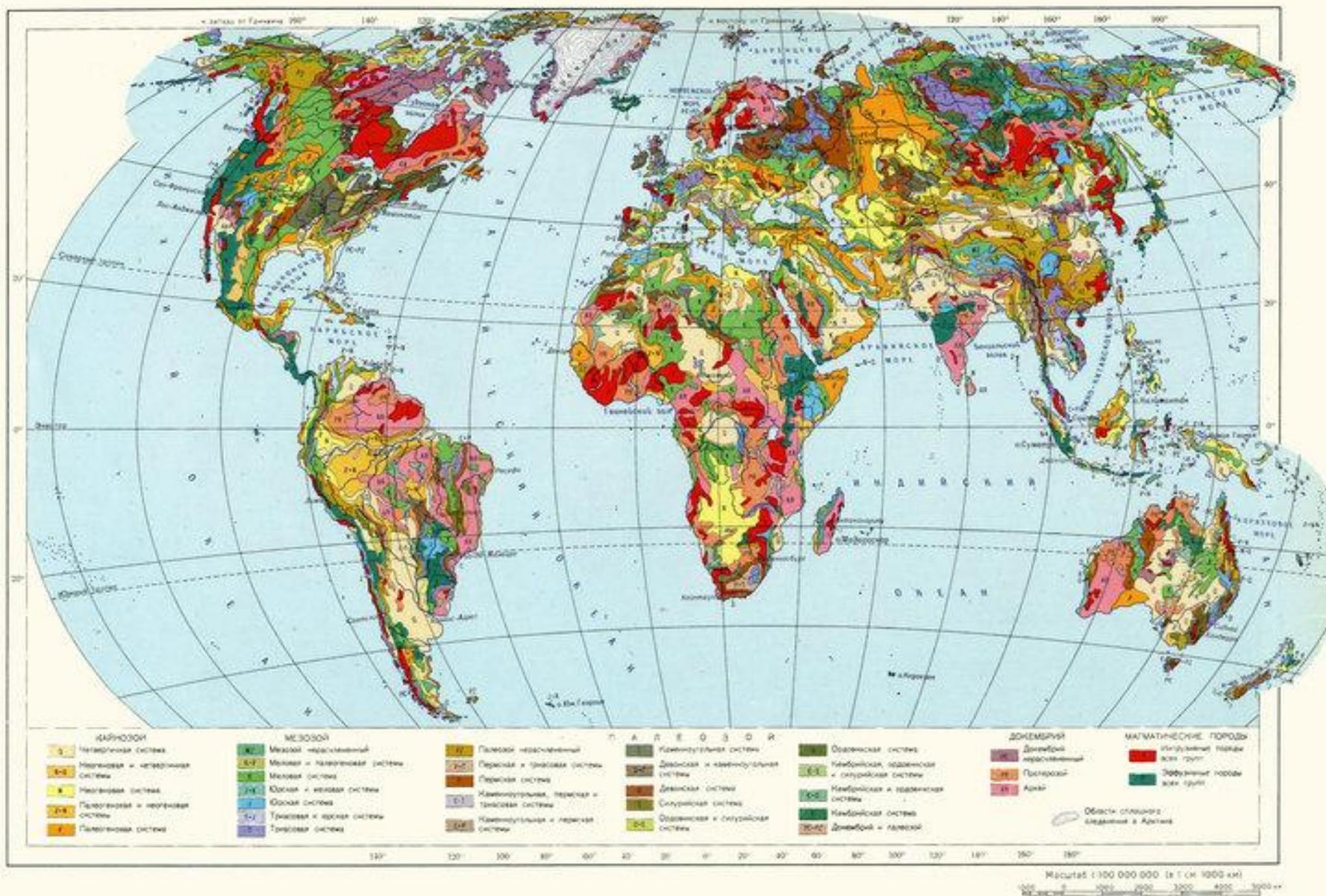
## Догеологическая стадия

- Ранние этапы эволюции Земли (около 600 млн. лет (от момента рождения нашей планеты приблизительно 4,6 млрд лет тому назад до начала раннего архея)): ее строение, состав, тепловое состояние, тектоника резко отличались от всех последующих режимов геологического развития Земли
  - К концу догеологической стадии развития сформировались первые блоки океанической коры

## Вспомнить что входит в понятие докембрий, как еще называют докембрий

- Особенности докембрия:
- 1. 4 млрд.л.н. – 535 млн.л.н.: 7/8 истории Земли
- 2. Широкое распространение пород докембрия на континентах
- 3. Большое количество полезных ископаемых, связанных с отложениями докембрия: большинство месторождений железа, никеля, урана, золота; все месторождения мусковита и флогопита

# Геологическая карта



## Трудности изучения докембрия?

- 1. Сильная складчатость
- 2. Большое количество разрывных нарушений
- 3. Сильный метаморфизм (преимущественно развиты породы амфиболитовой – гнейсы и кристаллические сланцы и гранулитовой (для нижнего архея) – гранулиты и чарнокиты – стадий метаморфизма)
- 4. Отсутствие достоверных органических остатков (за исключением рифея и венда)

# Вспомнить основные подразделения докембрия? Какие стратиграфические методы используют для расчленения пород докембрия?

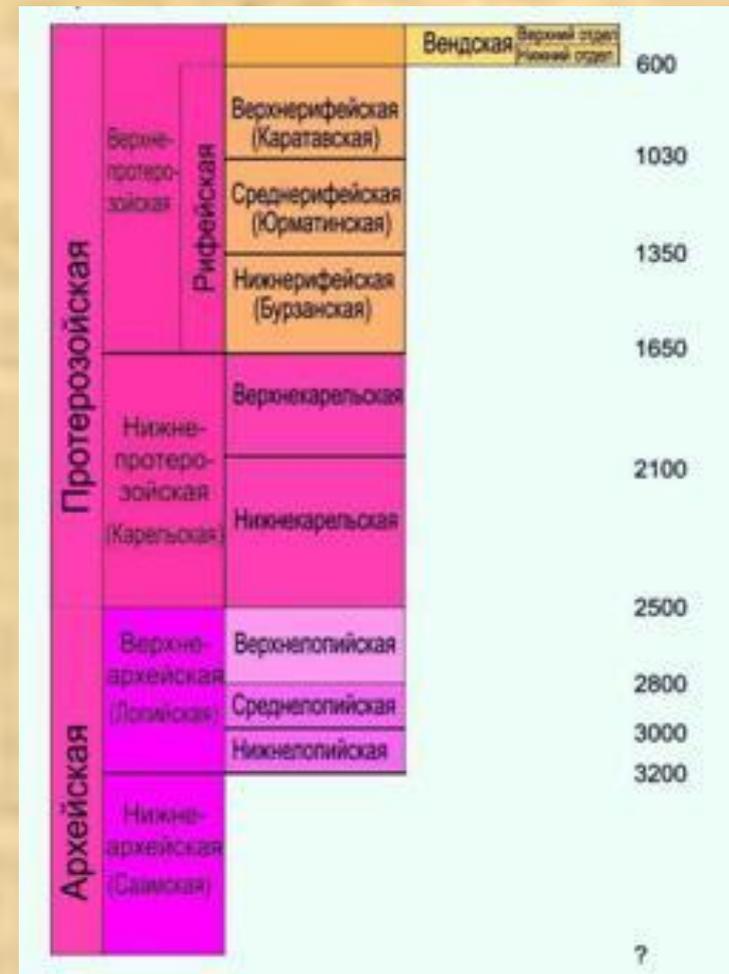
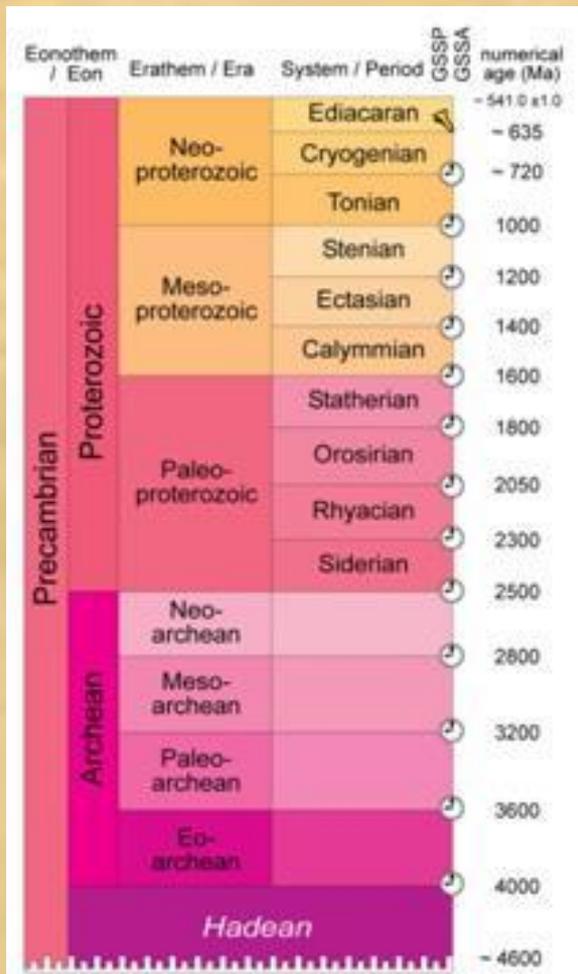
Акротема	Эонотема		Эратема	Система	Отдел
Протерозойская 2 500 – 542 млн.л.н. (535 млн.л. – 2015)	Верхнепротерозойская <b>PR<sub>2</sub></b> : (рифей) <b>R</b> 1 650 -535 млн.л.н.	Рифейская RF 1650 – 600 млн.л.	Верхнерифейская ( <b>RF<sub>3</sub></b> ) (каратавий)	<u>Вендская</u> <u>V</u>	Верхний V <sub>2</sub>
			Среднерифейская ( <b>RF<sub>2</sub></b> ) (юрматий)		Нижний V <sub>1</sub>
			Нижнерифейская ( <b>RF<sub>1</sub></b> ) (бурзяний)		
	Нижнепротерозойская <b>PR<sub>1</sub></b> : (Карелий) <b>KR</b> 2 500 – 1 650 млн.л.н.		Верхнекарельская эратема ( <b>KR<sub>2</sub></b> )		
			Нижнекарельская эратема ( <b>KR<sub>1</sub></b> )		
Архейская 4000-2 500 млн.л.н.	Верхнеарейская AR <sub>2</sub> (Лопийская) <b>L</b> 3 150- 2 500 млн.л.н.		Верхнелопийская <b>L<sub>3</sub></b>		
			Среднелопийская <b>L<sub>2</sub></b>		

# Почему при различном сочленении совпадают абсолютные датировки стратонов?

## Какие различия видите между шкалами?

Международная хроностратиграфическая шкала, 2015

ОСШ, 2013



# **РАННИЙ АРХЕЙ**

**ТЕКТОНИЧЕСКИЙ РЕЖИМ И  
ОСНОВНЫЕ ТИПЫ ПОРОД**

- **Пангеосинклиналичная стадия, 2** цикла
- 1. отсутствие дифференциации земной коры на платформы и «геосинклинали»;
- 2. отсутствие контрастного рельефа;
- 3. отсутствие грубообломочных отложений;
- 4. однообразие **супракристалльных** пород (регионально метаморфические породы поверхностного вулканогенного, хемогенного и осадочного исходного генезиса) на всех континентах – признак **Панталассы** – общего планетарного океана;
- 5. тонкая и достаточно пластичная первичная кора, не способствующая образованию сводовых поднятий и глубинных разломов;
- 6. внедрение огромных масс гранитоидов и утолщение земной коры до 25-30 км.

# Расслоенная интрузия (плутонический аналог коматиитовых базальтов о. Кий, Белое море)



Расслоенная серия (слева)  
мигматизированные нориты

- Основные районы:  
Алданский щит,  
Анабарское поднятие

# **РАННИЙ АРХЕЙ**

**ФИЗИКО-ГЕОГРАФИЧЕСКИЕ  
УСЛОВИЯ**

- Горячая гидросфера (около  $100^{\circ}\text{C}$ ), температура поверхности Земли ( $70-100^{\circ}\text{C}$ ).
- Первичная атмосфера – углекислота, водяной пар, азот, аммиак, метан.

# РАННИЙ АРХЕЙ

## ОРГАНИЧЕСКИЙ МИР -

органические молекулы –

Более достоверно – 3,8 млрд.л.н. –

следы биогенного углерода

# **ПОЗДНИЙ АРХЕЙ**

**ТЕКТОНИЧЕСКИЙ РЕЖИМ И  
ОСНОВНЫЕ ТИПЫ ПОРОД**

- 4 цикла
- 1. первые **«протоплатформы» - протоплатформенная стадия;**
- 2. развитие узких областей с «геосинклинальным режимом» – **«гранит-зеленокаменных поясов»** - обширных прогибов, окаймленных разломами и возникших в обстановке глобального растяжения земной коры – **«протогеосинклинали»;**
- 3. преобладание вулканитов, терригенные от пелитов до граувакк – **почему?**
- 4. между верхнеархейскими и нижнепротерозойскими толщами почти повсеместно крупное несогласие. **Почему?**
- 4. утолщение земной коры и уменьшение суммарного количества радиогенного тепла

*Останец выветривания архейского мрамора  
"Слоник" на Большом Ушканьем острове, Байкал*

- Основные районы: Ю. Африка, Канада, З. Австралия



# **ПОЗДНИЙ АРХЕЙ**

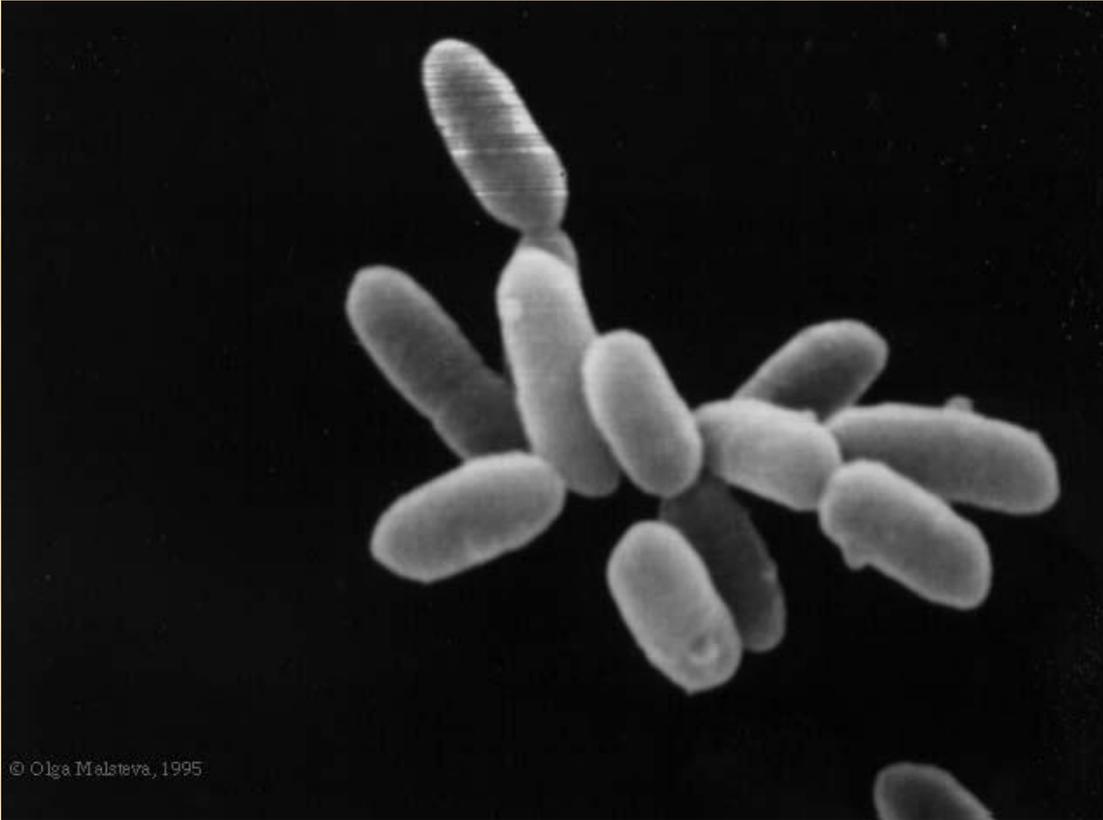
**ФИЗИКО-ГЕОГРАФИЧЕСКИЕ  
УСЛОВИЯ**

- Температура воды  $70^{\circ}\text{C}$ , кислотность и агрессивность уменьшились.

# **ПОЗДНИЙ АРХЕЙ**

**ОРГАНИЧЕСКИЙ МИР –  
начало биологической  
эволюции**

- Первые обитатели планеты прокариоты - бактерии и цианобинты (синезеленые водоросли)
- Первые определимые органические остатки – строматолиты, онколиты, микрофоссилии.
  - **Вспомните особенности бактерий и цианобионтов**
  - Деятельность цианобионтов привела к увеличению кислорода в атмосфере: около 3 млрд.л.н. – точка Юри 0,001 кислорода в атмосфере от современного



- Бактерии и цианобионты – микроорганизмы: бескислородная среда, мелководные водоемы (10-60 м)

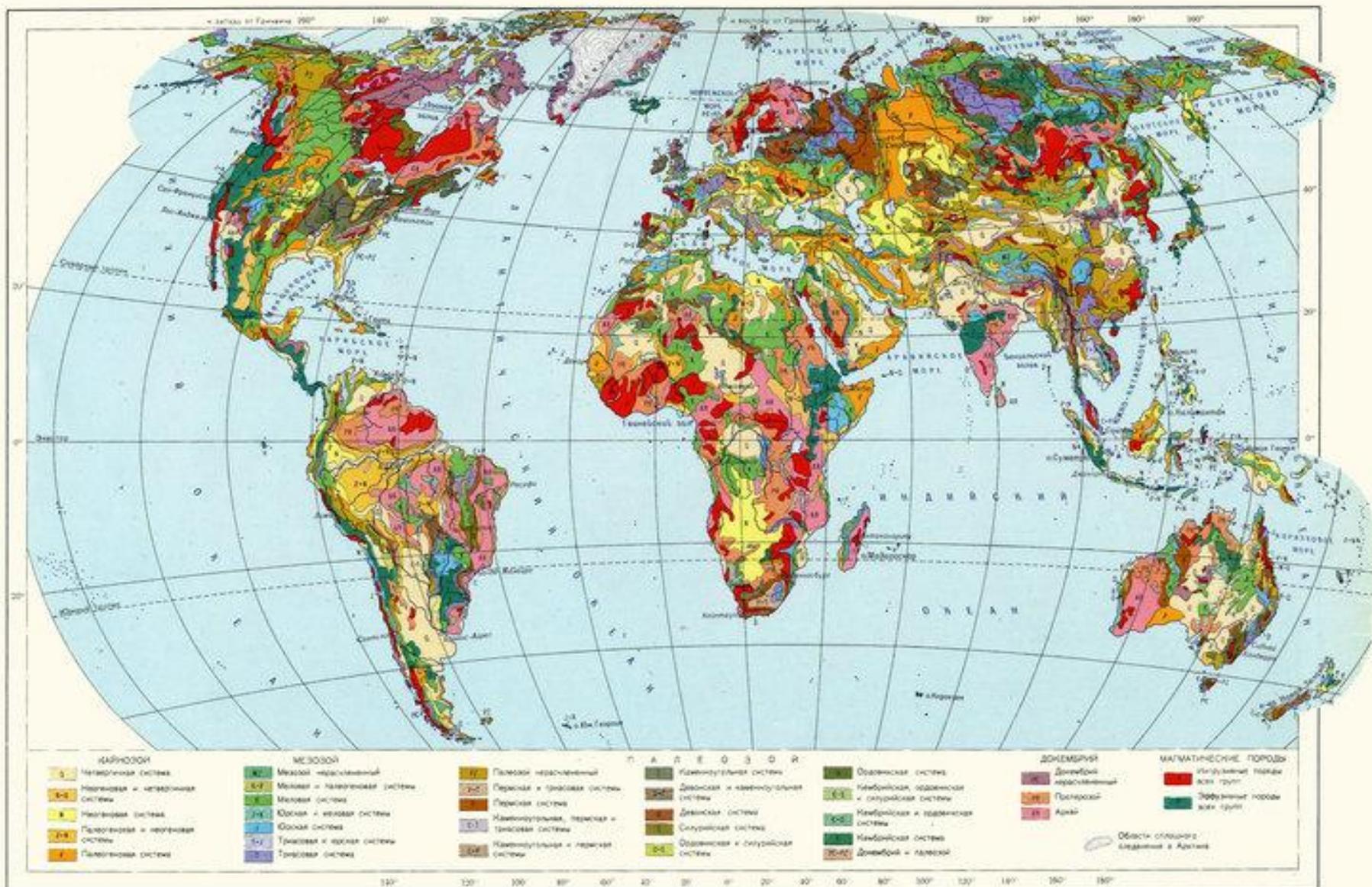
# **РАННИЙ ПРОТЕРОЗОЙ**

**ТЕКТОНИЧЕСКИЙ РЕЖИМ И  
ОСНОВНЫЕ ТИПЫ ПОРОД**

## Какая складчатость в конце раннего протерозоя?

- Сформированы платформы: Восточно-Европейская, Сибирская, Китайско-Корейская и Таримская, Южно-Китайская, Индийская, Австралийская, Северо-Африканская, Южно-Африканская и Аравийская, Северо-Американская, 2 Южно-Американских, Антарктическая *эпикарельские платформы*.

• С РАННЕГО ПРОТЕРОЗОЯ  
НАЧИНАЕТСЯ ПЛАТФОРМЕННАЯ  
СТАДИЯ РАЗВИТИЯ



Масштаб 1:500 000 000 (в 1 см 1000 км)

0 100 200 300 400 500 км

- 1. все формационные типы отложений: МГС, ЭГС, платформенные. Почему?
- 2. отложения морские, дельтовые, континентальные, тиллиты. Почему?
- 3. много гранитных массивов
- 4. метаморфизм амфиболитовой и зеленосланцевой фаций

Формы  
отдельности в  
долеритах  
палеовулкана



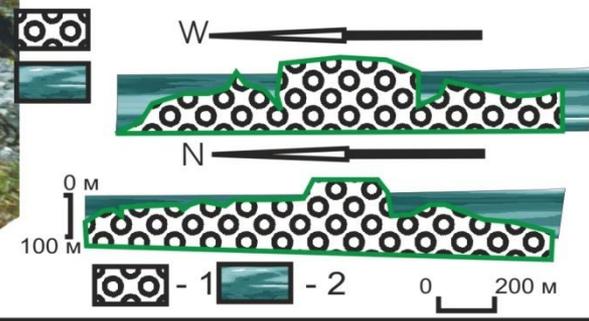
Трещинова-  
тость пород  
по овалам

Концентрическая

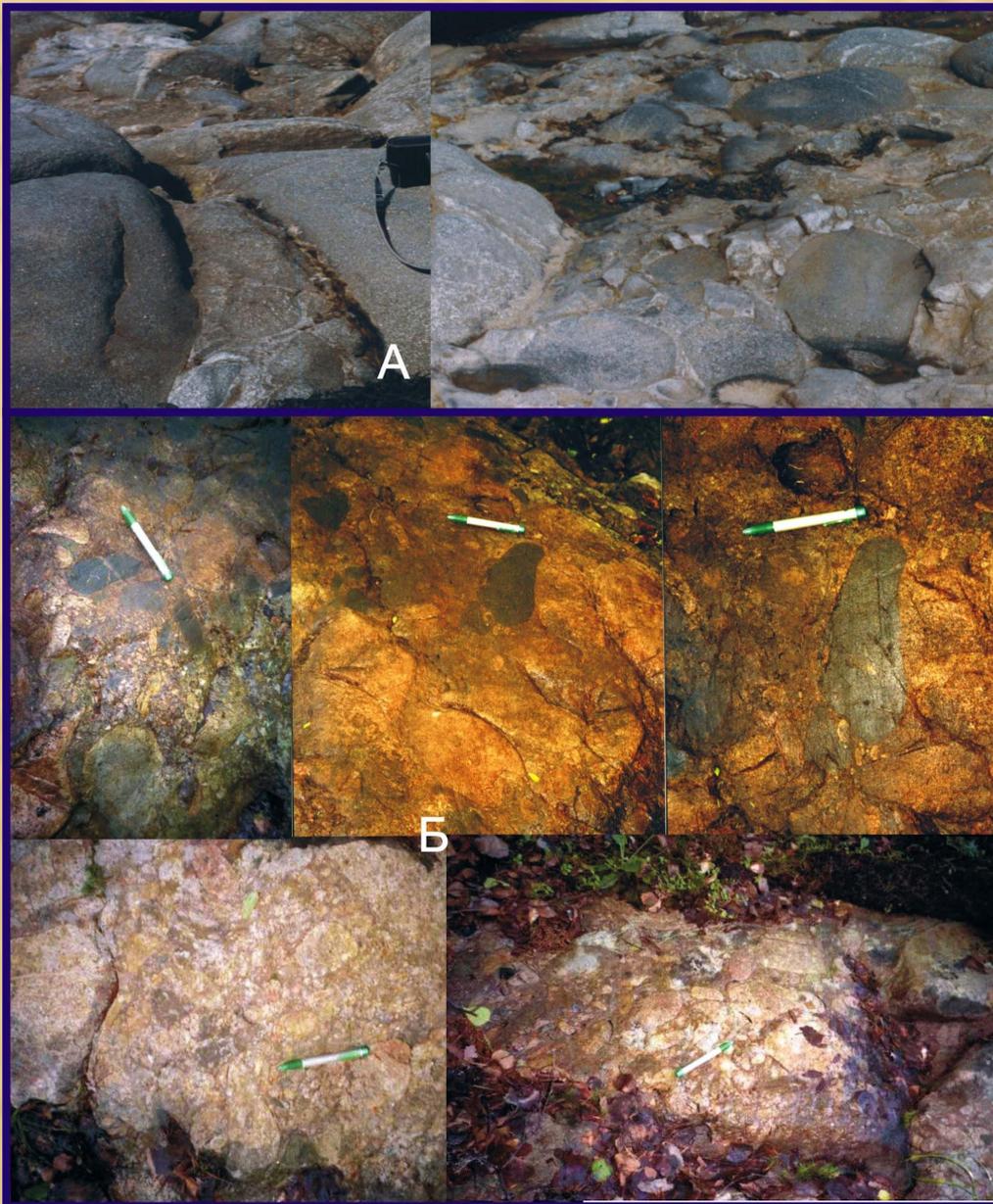


Профиль  
через  
остров  
(некк  
габбро-  
долеритов

Цилиндрическая



палеовулкан «Василисин», о. Дедовец



**Полимиктовые конгломаты: А – на о. Кий, Б – к югу от пос. Гирвас**

# Инtruзии в Мончетундрах



# **РАННИЙ ПРОТЕРОЗОЙ**

**ФИЗИКО-ГЕОГРАФИЧЕСКИЕ  
УСЛОВИЯ**

- Температура моря в среднем  $60^{\circ}\text{C}$ . Широкое развитие карбонатных пород
  - снижение углекислого газа в атмосфере
- снижение парникового эффекта; 4 глобальных похолодания (резких и кратковременных) – **первое оледенение в истории Земли** (тиллиты этого возраста обнаружены на юге Африки, Индостане, Австралии, Канадском щите, Байкальском щите, Таймыре, оз. Байкал, ЮВ Азии). **В середине зона атмосфера из бескислородной стала кислородсодержащей – уровень Пастера (1% от современного).**

**РАННИЙ ПРОТЕРОЗОЙ**

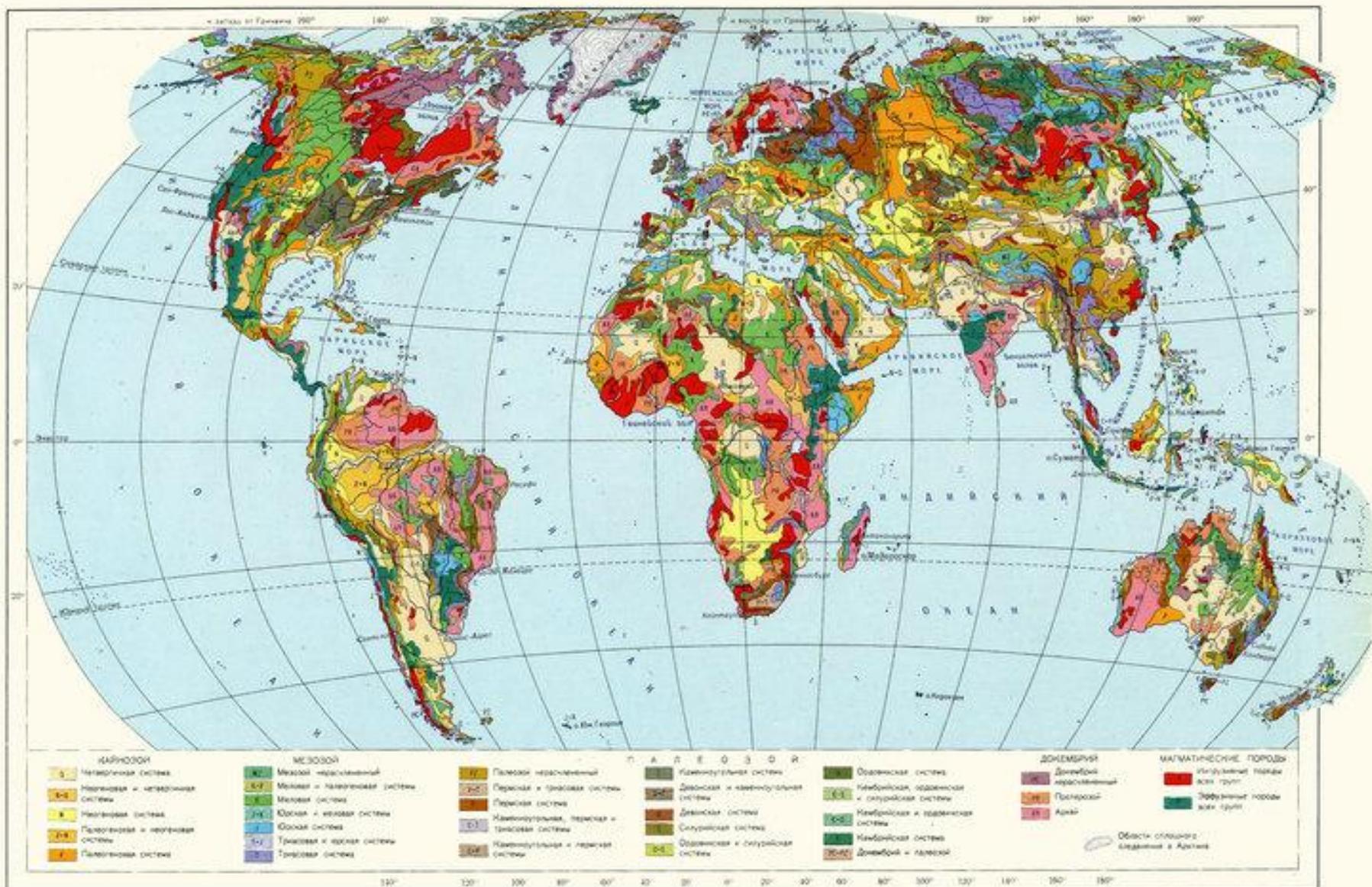
**ОРГАНИЧЕСКИЙ МИР**

- Строматолитовые биогермы (что это?) первые в истории Земли органические постройки, прокариоты, продукты их жизнедеятельности (микрофитолиты), возможно эукариоты
  - Цианобионты – формирование кислородной атмосферы.

# **ПОЗДНИЙ ПРОТЕРОЗОЙ**

**ТЕКТОНИЧЕСКИЙ РЕЖИМ И  
ОСНОВНЫЕ ТИПЫ ПОРОД**

- **Вспомнить как называется складчатость в конце рифея?**
- 1. ВЕП: очертания близкие к современным – Тиман, Большеземельская тундра, п-ова: Канин, Рыбачий, Варангер
- 2. Сибирская: Западное Забайкалье, Патомское нагорье, СВ В. Саян, Енисейский и Туруханский кряж
- 3. Китайская: слияние 3 платформ
- 4. Африканская (Африкано-Аравийская): слияние 3 платформ
- 5. Ю-Американская: слияние 2 платформ
- 6. И имевшиеся платформы (Индийская, Австралийская, С-Американская)
- 7. Южные платформы: **Гондвана**
- 8. Между платформами и вокруг них – тектонически активные пояса и геосинклинали: Урало-Монгольский, Грампианская, Иннуитская, Аппалачская, Тихоокеанский (с Западно- и Восточно-Тихоокеанской областями), Средиземноморский

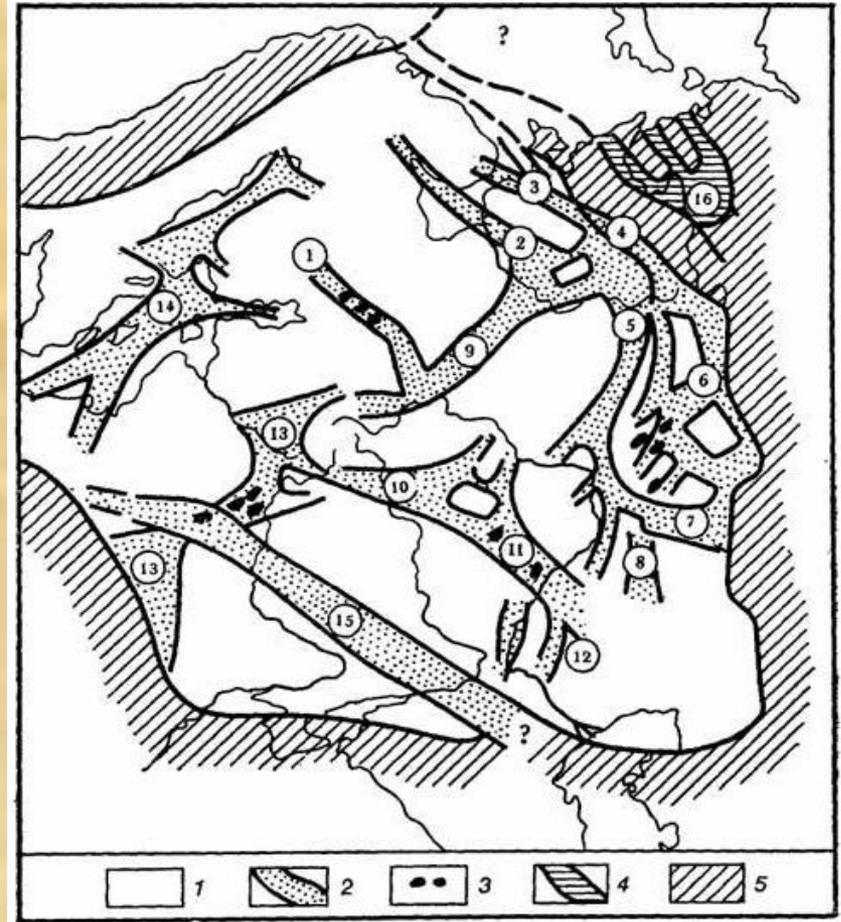


Масштаб 1:500 000 000 (в 1 см 1000 км)

0 1000 2000 3000 4000 5000 км

# Где будет рифей на платформах? Чем будет представлен и почему?

- 1 — области поднятий; 2 — авлакогены; 3 — проявления траппового магматизма; 4 — герцинские авлакогены; 5 — геосинклинали обрамления.

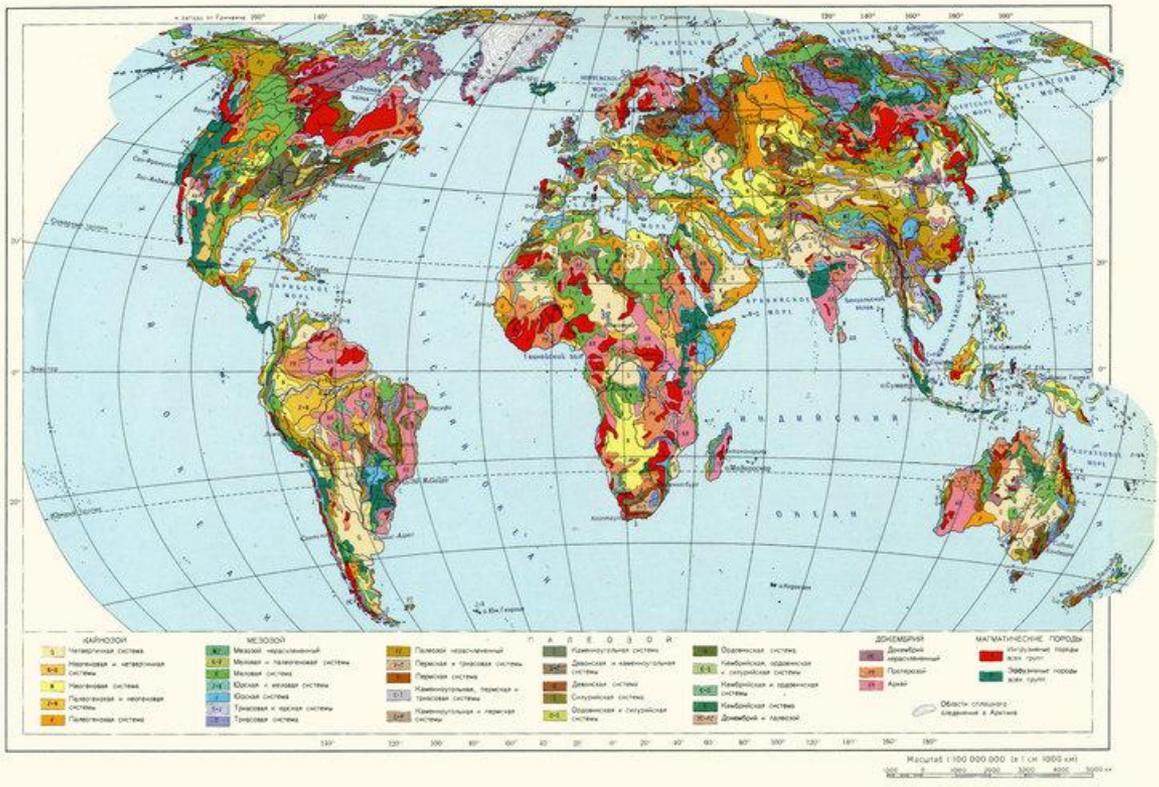


Рифейские авлакогены Восточно-Европейской платформы (по Р. Н. Валееву, с изменениями)

## Рифей Восточно-Европейской платформы

- На западе и центральных районах – красноцветные терригенные толщи и эффузивы.
- Восток – карбонатные и терригенно-карбонатные породы.

- Отложения венда – на всех платформах, особенно Восточно-Европейская (валдайская серия) и Сибирская. В складчатых областях везде МГС фации.



## Платформы в венде

- Валдайская серия ВЕП: конгломераты и гравелиты с размывом на подстилающих – 80 м.
- Алевролиты, аргиллиты. Эдиакаровая фауна.
- Сибирская платформа – кварцевые песчаники, доломиты, аргиллиты. Эдиакаровая фауна.
- САП и Австралийская – маломощные отложения. Терригенные. Эдиакаровая фауна.

# Вендские отложения на берегу Днестровского водохранилища



# Вендские отложения Подолии (юз Украины)



# **ПОЗДНИЙ ПРОТЕРОЗОЙ**

**ФИЗИКО-ГЕОГРАФИЧЕСКИЕ  
УСЛОВИЯ**

- Т-ра 40-50<sup>0</sup>С. Аридизация климата. В позднем рифее – 2 оледенения, было покровное. Увеличение кислорода.
- В венде: на рубеже рифея и венда – материковое оледенение – **Лапландское** (Скандинавия, Белоруссия, Тянь-Шань, Китай, Африка, Австралия) и глобальная регрессия. Со второй половины венда – потепление. Кислород 1/3 от современного.
- Атмосфера стала окислительной.
- Мощная трансгрессия венда была обусловлена таянием ледников
- Как называется такой тип трансгрессий?

**ПОЗДНИЙ ПРОТЕРОЗОЙ**

**ОРГАНИЧЕСКИЙ МИР**

- Средний рифей (1,3 млрд.л.н.) – грибы, водоросли.

- Поздний рифей (1 млрд.л.н.) – достоверные эукариоты животные.

Первые многоклеточные организмы:  
животные и растения

- Венд – время массового появления бесскелетных животных.

# Строматолиты докембрия

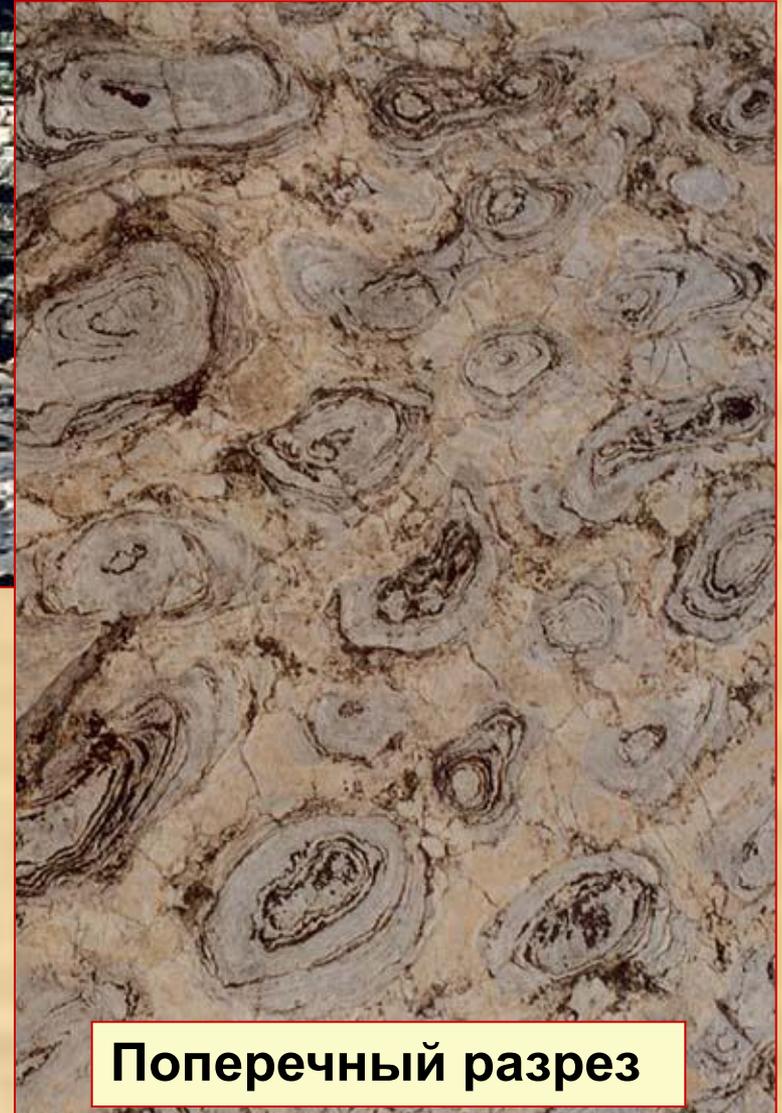




**Строматолитовые образования на берегу р. Мая,  
Сибирская платформа**



**Продольный разрез**



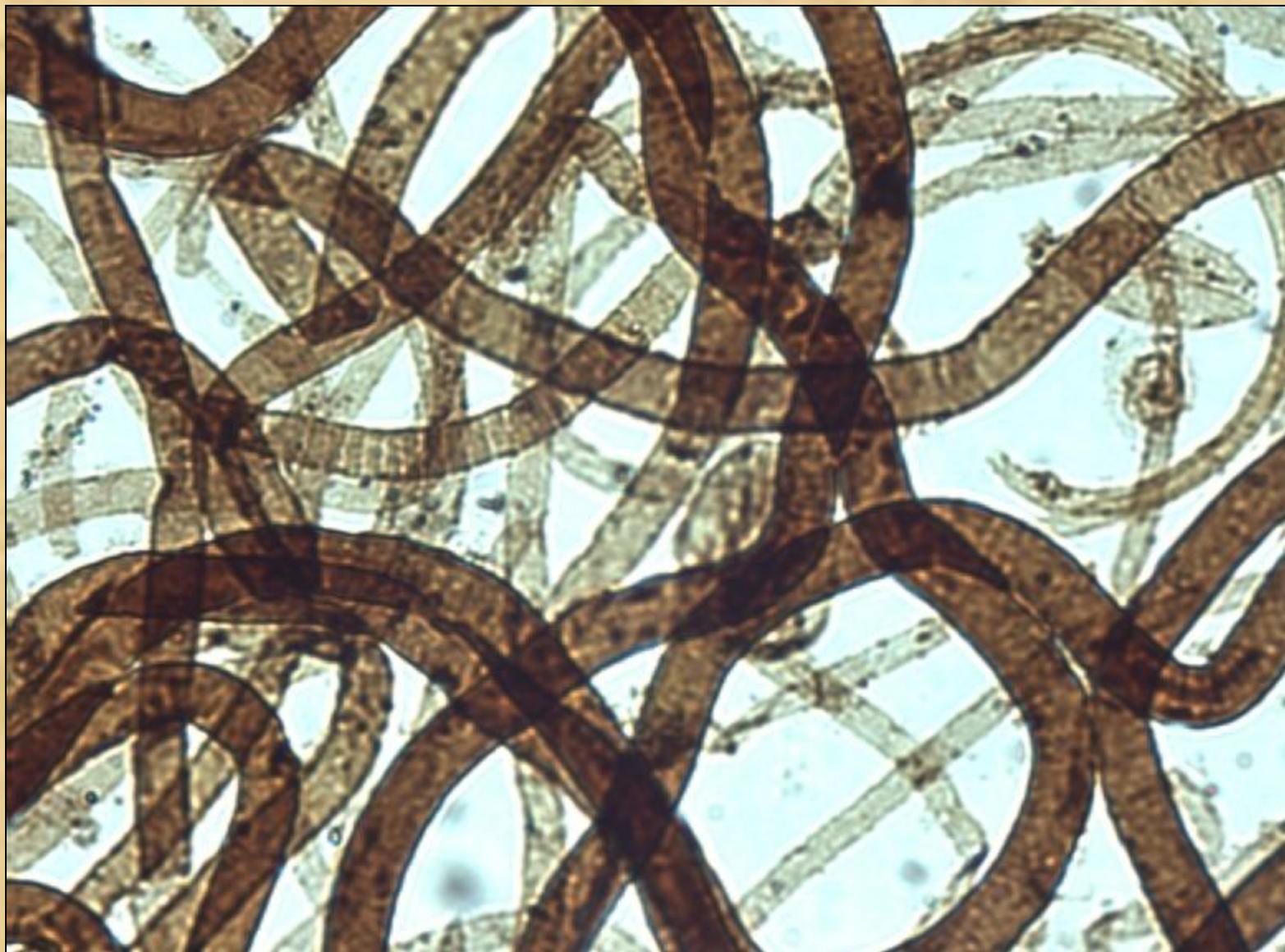
**Поперечный разрез**

**Фрагменты докембрийских  
строматолитов, р. Анабар,  
Сибирская платформа**

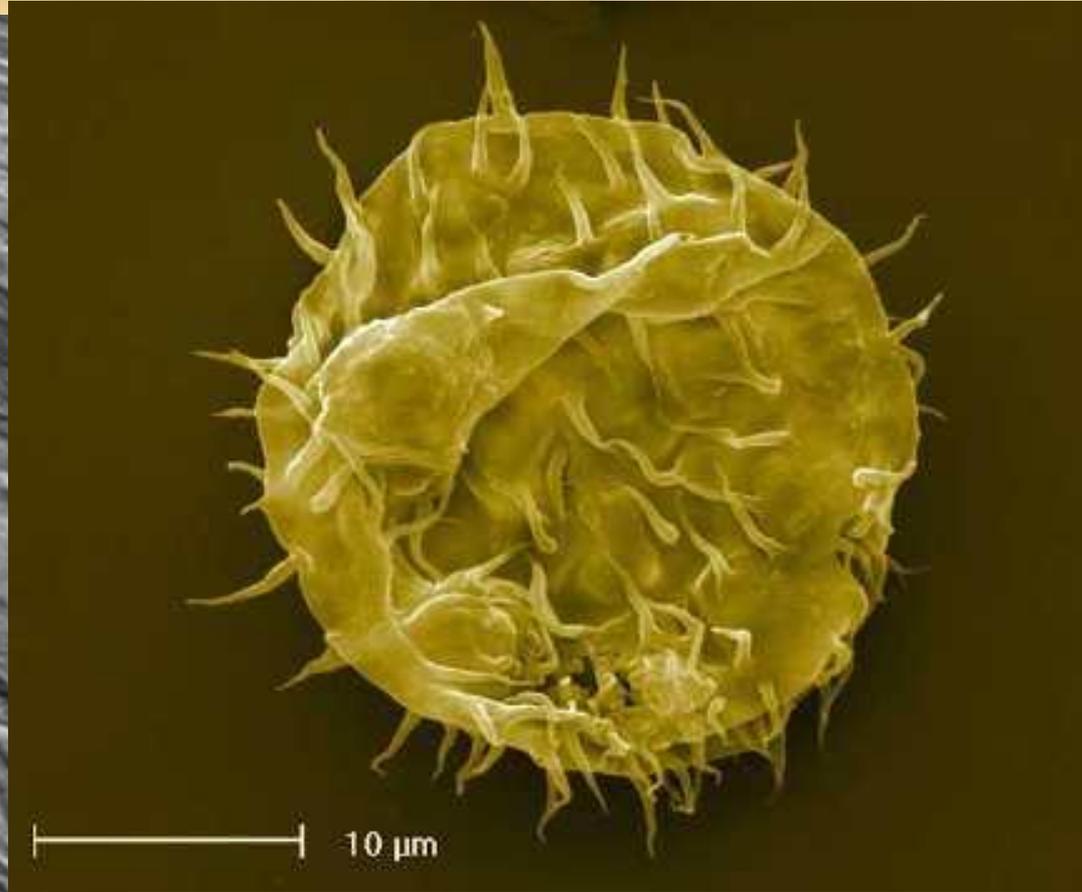
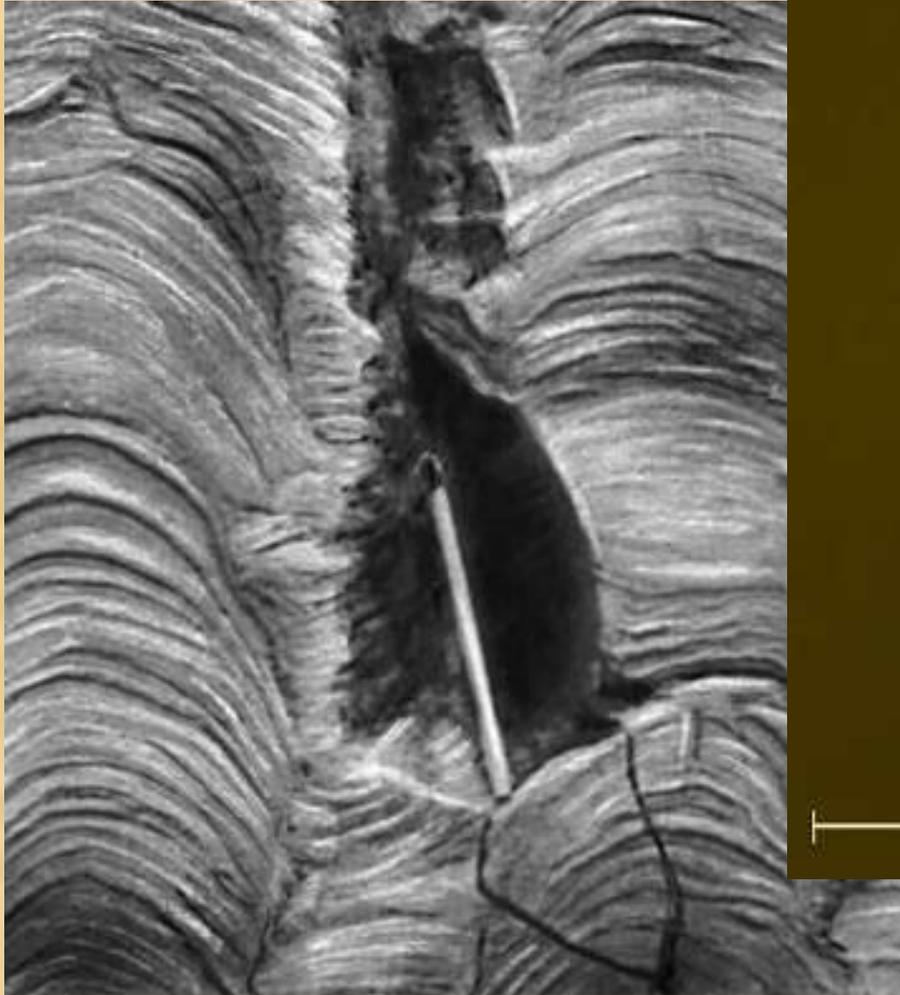


**Глыба строматолитового известняка, Сибирь**

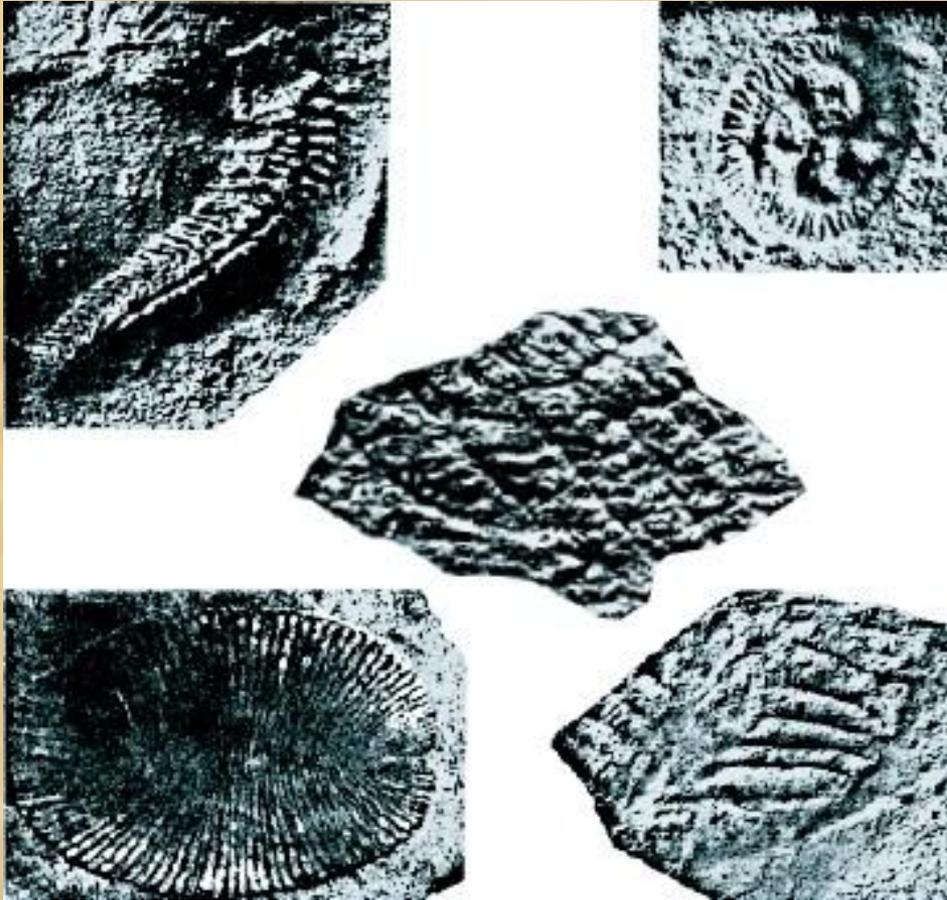
***Нитчатые скопление цианид, Рифей Восточной Сибири***



# Рифейские строматолиты (слева) и акритархи (остатки фито- и зоопланктона)



# Органический мир венда – эдиакарская фауна



- Отличительная черта всей вендской биоты – бесскелетность. Животные достигали уже крупных размеров, некоторые – до метра, но имели желеобразные студенистые тела, оставившие отпечатки на мягких грунтах. Хорошая и массовая сохранность отпечатков косвенно свидетельствует об отсутствии трупоедов и крупных хищников в вендских биоценозах.



# Полезные ископаемые докембрия

- 1. **Ранний архей** – корунд (Алданский щит), апатит, лазурит, флогопит (Прибайкалье), джеспилиты.
- 2. **Поздний архей** – хром, никель, асбест (С. Америка, Австралия, Балтийский щит). Джеспилиты Канады, Карелии.
- Слюды
- 3. **Ранний протерозой** - джеспилиты (КМА, Кривой Рог, Кременчуг, Лабрадор, Верхнее, Бразилия, Индия, Австралия). Золото, уран (Витватерсранд, Енисейский кряж). Медь, никель, кобальт, платина (Канада, ЮАР, Зимбабве). Медь, никель (Кольский, Канада). Марганец (ЮАР, Гана, Индия). Хромиты (Зимбабве).
- 4. **Венд** – нефть (Лено-Тунгусская впадина). ВЕП – рифей и венд перспективны на нефть.