

История Земли в палеозое

В основе расчленения палеозоя – эволюция органического мира.

Трехчленное деление палеозоя было предложено академиком Д.В. Наливкиным (по структурным перестройкам на Урале). В 1930 г. американские геологи предложили двучленное деление палеозоя (по развитию фауны).

Трехчленное деление:

Нижний палеозой – кембрий, ордовик.

Средний палеозой – силур, девон, нижний карбон.

Верхний палеозой – средний и верхний карбон, пермь.

Двучленное деление:

Нижний палеозой – кембрий, ордовик, силур.

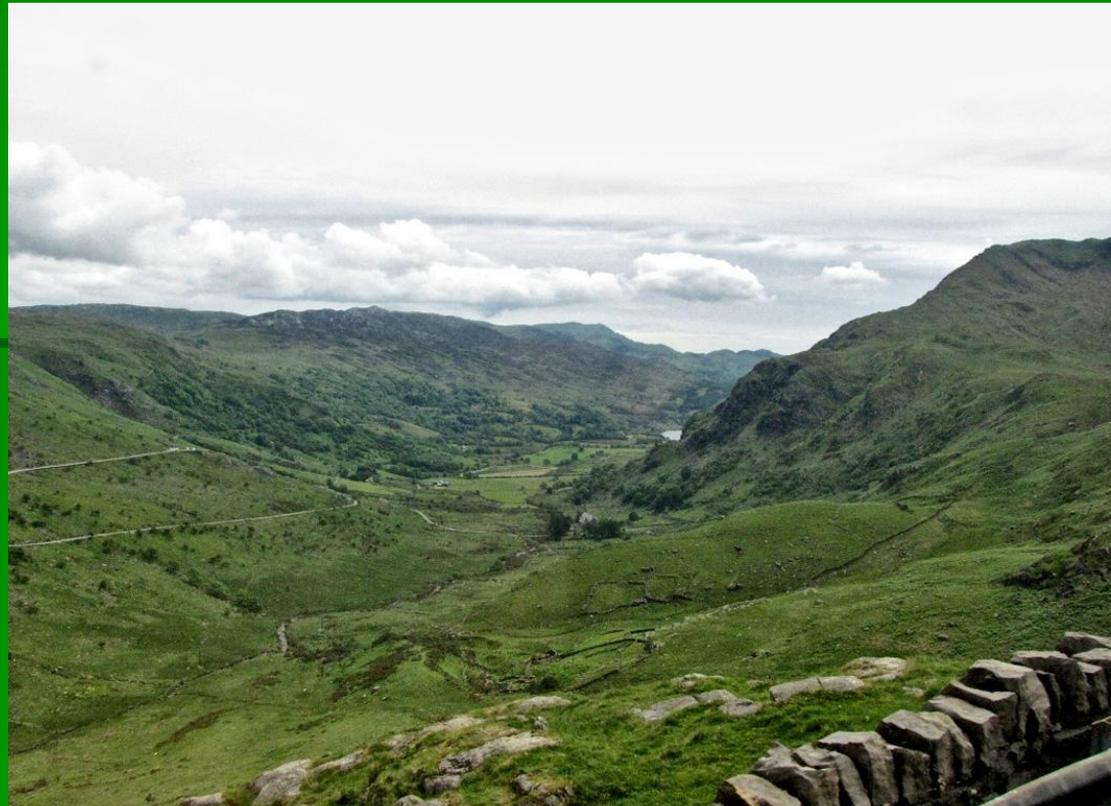
Верхний палеозой – девон, карбон, пермь.

ПАЛЕОЗОЙСКАЯ		Пермская		251.8 253.8 260.4 265.8 268.0 270.6 275.6	ФАНЕРОЗОЙСКАЯ		Пермская		294.6 299.0 303.4 307.2 311.7 318.1											
		Лопинский	Вучагинский				Татарский	Северодвинский												
Каменноугольная Миссиссиппская	Верхний	Гваделупский	Кептенский	284.4	Камменноугольная	Верхний	Приуральский	Артинский	284.4											
		Приуральский	Сакмарский	284.4			Средний	Сакмарский	Ассельский	294.6										
		Верхний	Ассельский	294.6							Средний	Ассельский	299.0							
			Верхний	Гжельский										303.4	Средний	Гжельский	307.2			
			Средний	Касимовский										307.2				Средний	Касимовский	311.7
			Нижний	Московский										311.7						
Нижний	Башкирский	318.1	Средний	Башкирский	328.3															
Верхний	Серпуховский	328.3				Средний	Серпуховский	345.3												
Средний	Визейский	345.3							Средний	Визейский	359.2									
Нижний	Турнейский	359.2										Средний	Турнейский	374.5						
Девонская	Верхний	Фаменский	374.5	Девонская	Верхний										Фаменский	374.5				
		Средний	Франский			385.3	Средний	Франский									385.3			
			Живетский			391.8			Средний	Живетский	391.8									
		Нижний	Эйфельский			397.5	Нижний	Эйфельский				397.5								
			Эмский			407.0			Нижний	Эмский	407.0									
			Празжский			411.2							Нижний	Празжский			411.2			
Лоховский	416.0		Нижний	Лоховский	416.0															
Людловский	418.7	Нижний				Людловский	418.7													
Пожилдовский	422.9							Нижний	Пожилдовский	422.9										
Силурий-ская	Верхний										Людловский	422.9	Силурий-ская	Верхний	Людловский	422.9				
			Верхний	Венлокский	428.2						Верхний	Венлокский					428.2			
		Шейнвудский		436.0	Верхний	Шейнвудский	436.0													
		Нижний	Теличский	436.0				Нижний	Теличский	436.0										
			Аэронский	443.7	Нижний	Аэронский	443.7													
			Рудданский	445.6							Нижний	Рудданский					445.6			
Хирнантский	445.6		Нижний	Хирнантский									445.6							
Ордовикская	Верхний	Катийский						455.8	Ордовикская	Верхний				Катийский	455.8					
		Средний			Сандбийский	460.9	Средний	Сандбийский								460.9				
					Дарривилский	468.1					Средний	Дарривилский					468.1			
		Нижний	Далниский	471.8	Нижний	Далниский	471.8													
			Флоский	478.8				Нижний			Флоский	478.8								
			Тремадокский	478.8									Нижний			Тремадокский	478.8			
Кембрийская	Верхний		Ярус 10	488.3					Кембрийская	Верхний				Ярус 10	488.3					
		Серия 3	Ярус 9	492.0	Серия 3	Ярус 9	492.0													
			Ярус 8	496.0				Серия 3			Ярус 8	496.0								
		Серия 2	Пайбский	499.0	Серия 2	Пайбский	499.0													
			Гужангский	503.0				Серия 2			Гужангский	503.0								
			Друмский	506.5									Серия 2			Друмский	506.5			
Ярус 5	510.0		Серия 2	Ярус 5					510.0											
Ярус 4	515.0	Серия 2			Ярус 4	515.0														
Ярус 3	521.0						Серия 2	Ярус 3		521.0										
Ярус 2	528.0										Серия 2	Ярус 2	528.0							
Терреновский	528.0		Терреновский	Терреновский					528.0											
Фортунский	542.0	Фортунский			Фортунский	542.0														
Фортунский	542.0						Фортунский	Фортунский		542.0										
Фортунский	542.0										Фортунский	Фортунский	542.0							
Фортунский	542.0		Фортунский	Фортунский					542.0											

Рис. 10. Соотношение подразделений фанерозоя МСП-2008 и ОСП-2008

Кембрийский период

- Кембрий выделен А. Седжвиком в 1835 году в Англии. Название происходит от Cambria (латинское название Уэльса).



- Международная шкала кембрия до сих пор не разработана.

Ордо	Нижний	Флоский	471.0		Ордо	Нижний	Аренигский
		Тремадоковский	478.8				Тремадоковский
Кембрийская	Фуронгский	Ярус 10	488.3		Кембрийская	Верхний	Батырбайский
		Ярус 9	492.0				Аксайский
		Паибский	496.0				Сакский
		Гужангский	499.0				Алсокалганский
	Серия 3	Друмский	503.0			Средний	Майский
		Ярус 5	506.5				Амгинский
	Серия 2	Ярус 4	510.0			Нижний	Тойонский
		Ярус 3	515.0				Ботомский
	Терреновский	Ярус 2	521.0				Атдабанский
		Фортунский	528.0				Томмотский
		542.0					

Рис. 10. Соотношение подразделений фанерозоя МСШ-2008 и ОСШ-2008

Органический мир кембрия

- «Взрыв ископаемых» - появление организмов с твердым скелетом.
- Наиболее известные местонахождения кембрийской фауны – сланцы Берджес (Канада, Британская Колумбия) и Чэнцзянская фауна (Китай).
- Сланцы Берджес были открыты более 100 лет назад (в 1909 году). Фауна из них произвела переворот в науке (понятие «кембрийский взрыв»).

- Среди кембрийской фауны имеется очень много форм, положение которых в системе животного мира остается неясным. Многие из них сочетают в себе признаки разных типов (например, моллюсков и кольчатых червей, членистоногих и червей, хордовых и иглокожих). Разные исследователи по-разному трактуют эти формы, то выделяя их в отдельные типы, то относя к известным типам в качестве «стволовых» (предковых) групп, то сближая с общими предками нескольких известных типов. Сложность проблемы усугубляется тем, что многие формы известны лишь по разрозненным скелетным фрагментам, и не так-то просто выяснить, какие фрагменты принадлежали одному и тому же существу, а какие — разным.

Самое известное ископаемое сланцев Берджес – *Marrella* (близкое к членистоногим).





Hallucigenia sparsa

Marc Boulay/Sylvia Lorrain © ADAGP - Paris 2006
Hallucigenia



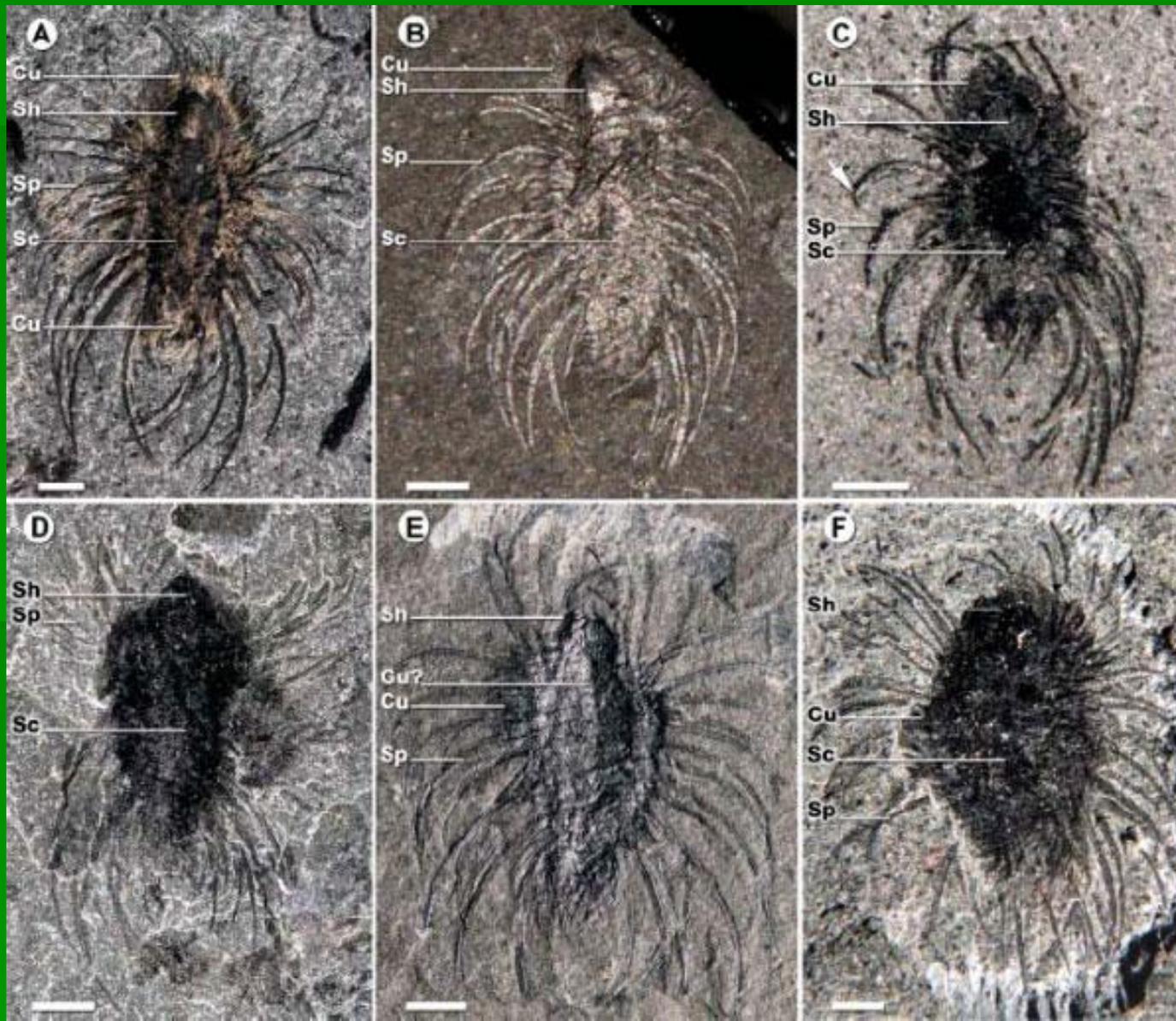


Hallucigenia sparsa



- Галлюцигения была небольшим (0,5–3,5 см) червеобразным существом, снабженным двумя рядами брюшных ходильных ножек и шипами на спине. Она была впервые найдена в 1970-х годах в сланцевом месторождении Бёрджесс в Канаде. Жила она около 500 млн лет назад, разгуливая на своих ножках по дну кембрийского океана.
- Странный вид животного неоднократно ставил в тупик исследователей. Первоначально ученые даже перепутали верх и низ галлюцигении, посчитав ножки – щупальцами, а спинные шипы – ногами. Были споры и о том, какой конец у нее головной, а какой – хвостовой. Вопросы вызывало и положение этого животного в систематике.
- Авторы исследования утверждают, что галлюцигения была близка онихофорам – отдельному типу беспозвоночных животных. Онихофоры также известны с эпохи кембрия, современные представители этого типа обитают в различных районах Центральной и Южной Америки, Африки, Юго-Восточной Азии и Австралии, преимущественно в тропиках. Это червеобразные существа, живущие во влажной лесной подстилке.

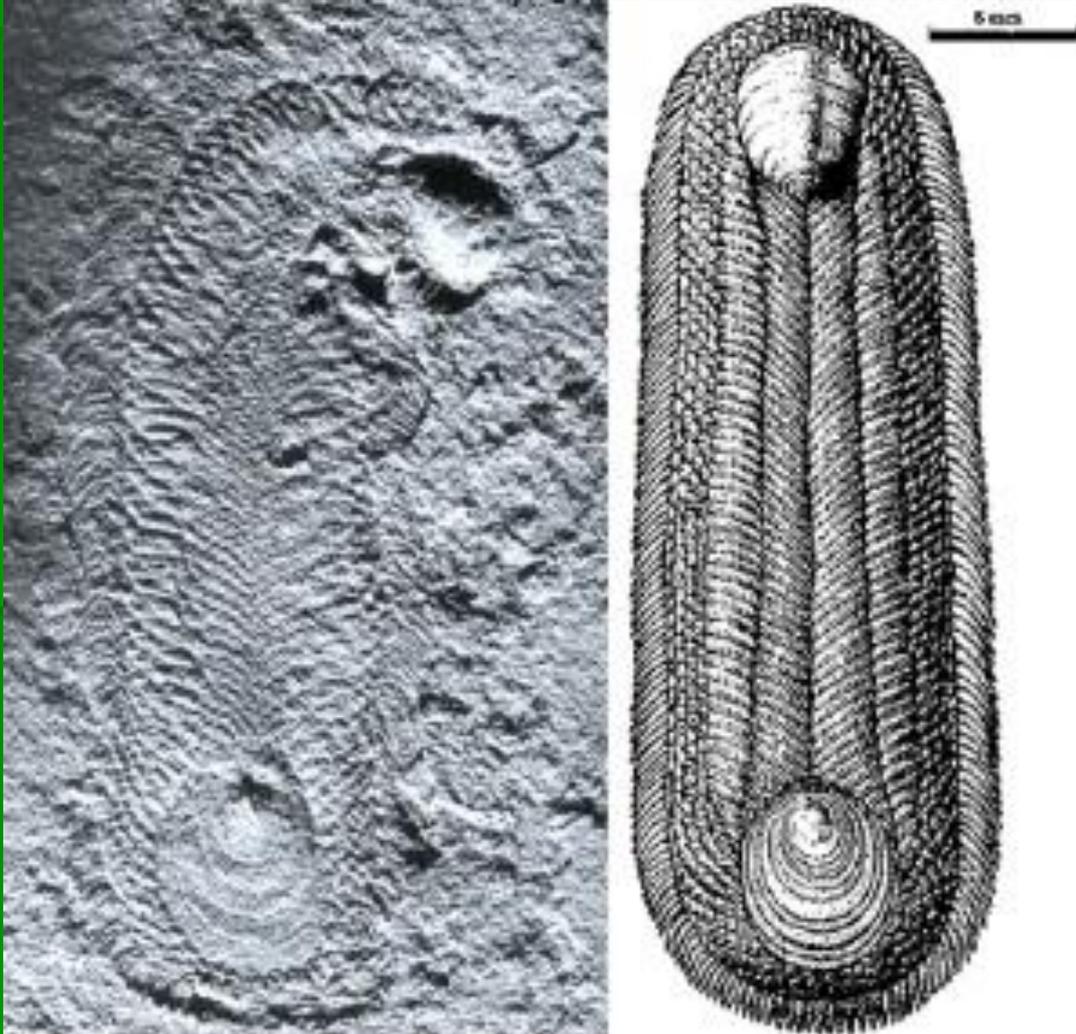
Отпечатки *Orthrozanclus reburrus*, найденные в сланцах Берджес. Масштаб – 1 мм.



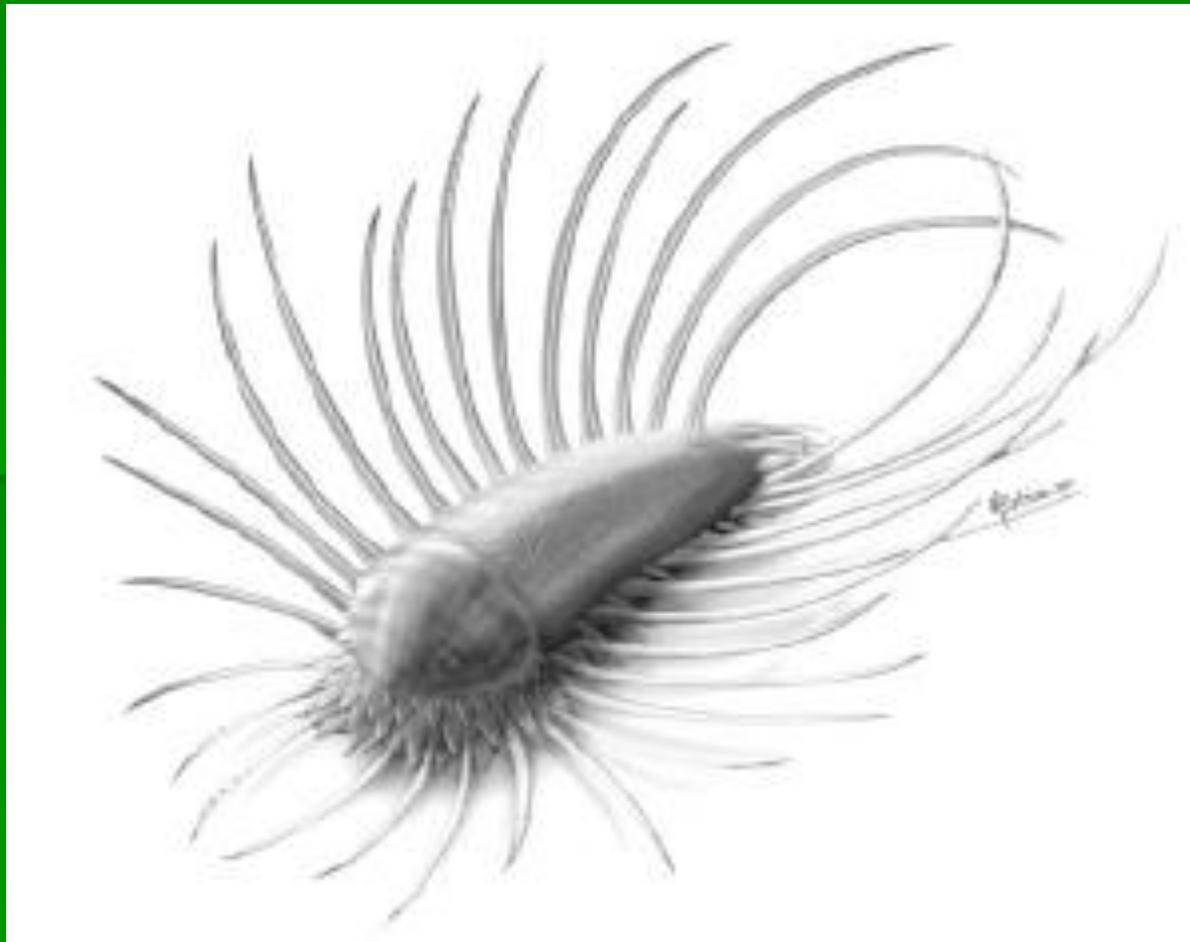
Orthrozanclus reburrus

Мягкое тело животного было покрыто сверху и с боков твердыми, но не минерализованными склеритами — щетинками и шипами разнообразной формы и длины, располагавшимися в несколько рядов. Кроме того, передний конец тела был прикрыт небольшой раковиной. По мнению авторов, животное вело донный образ жизни и ползало на брюшной стороне, подобно слизню. Шипы и щетинки выполняли защитную, а также, возможно, сенсорную функцию. Назначение раковинки не вполне ясно. Может быть, она служила опорой для мышц ротового аппарата.

Halkieria— загадочное животное, встречающееся в отложениях раннего и среднего кембрия (500–540 млн лет назад), — попеременно трактовалось разными исследователями как близкое к предкам кольчатых червей, моллюсков или брахиопод. Масштаб 5 мм.



Orthrozanclus reburrus — морское животное, жившее 505 млн лет назад, — по-видимому, является близким родственником общего предка моллюсков и кольчатых червей



Аномалокарис



- **Аномалокарис** - «необычная креветка» — род ископаемых членистоногих «необычная креветка» — род ископаемых членистоногих из класса динокарид (*Dinocarida*). Обитали в морях, использовали для плавания гибкие боковые лопасти. Одни из самых крупных организмов, известных из кембрийских отложений: длина тела могла достигать 60 см и даже 2 м. Описаны из отложений Северной Америки, Китая и Австралии, датируемых возрастом 520—535 млн лет. Было показано, что древние аномалокарисы обладали отличным зрением, которое обеспечивала пара фасеточных глаз. Зоркость аномалокарисов обеспечена как минимум 16 тысячами гексагональных линз. Наличие столь сложных глаз у аномалокариса позволяет утверждать, что фасеточное зрение начало развиваться у членистоногих много раньше, чем считалось до сих пор. Примечательно, что, вероятно, по остроте зрения древний аномалокарис превосходил многих своих современных родственников. Так, для сравнения, количество линз в глазу мухи Зоркость аномалокарисов обеспечена как минимум 16 тысячами гексагональных линз. Наличие столь сложных глаз у аномалокариса позволяет

Wiwaxia - другое загадочное кембрийское животное: то ли древний моллюск, то ли родственник первых кольчатых червей



Чэнцзянская фауна (Китай)

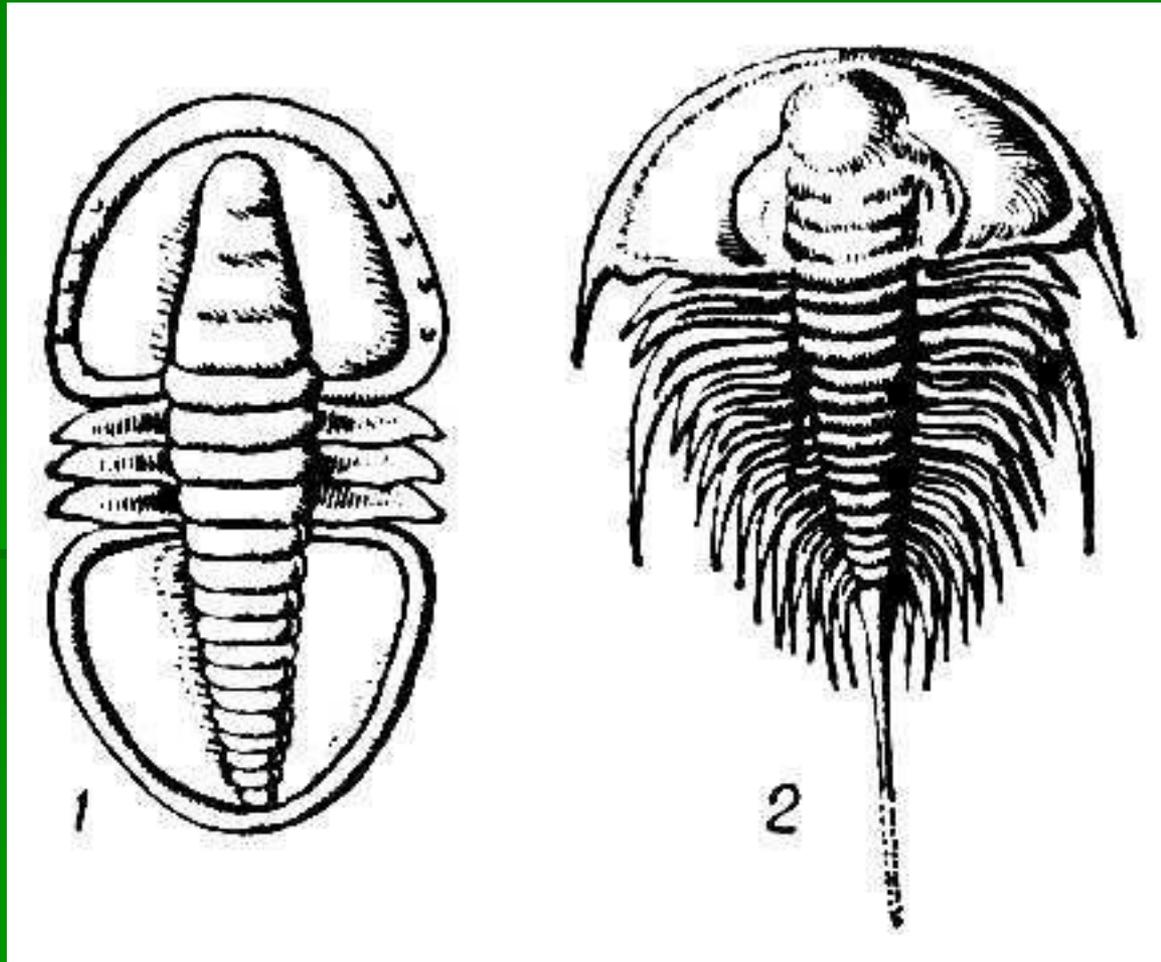
- Губки
- Брахиоподы
- Черви
- Стрекающие
- Гребневики
- Иголкокожие
- Членистоногие

Самое известное животное среди Чэнцзянских ископаемых – *Anomalocaris* – «необычная креветка». Примитивный родственник членистоногих, длиной до 70 см.

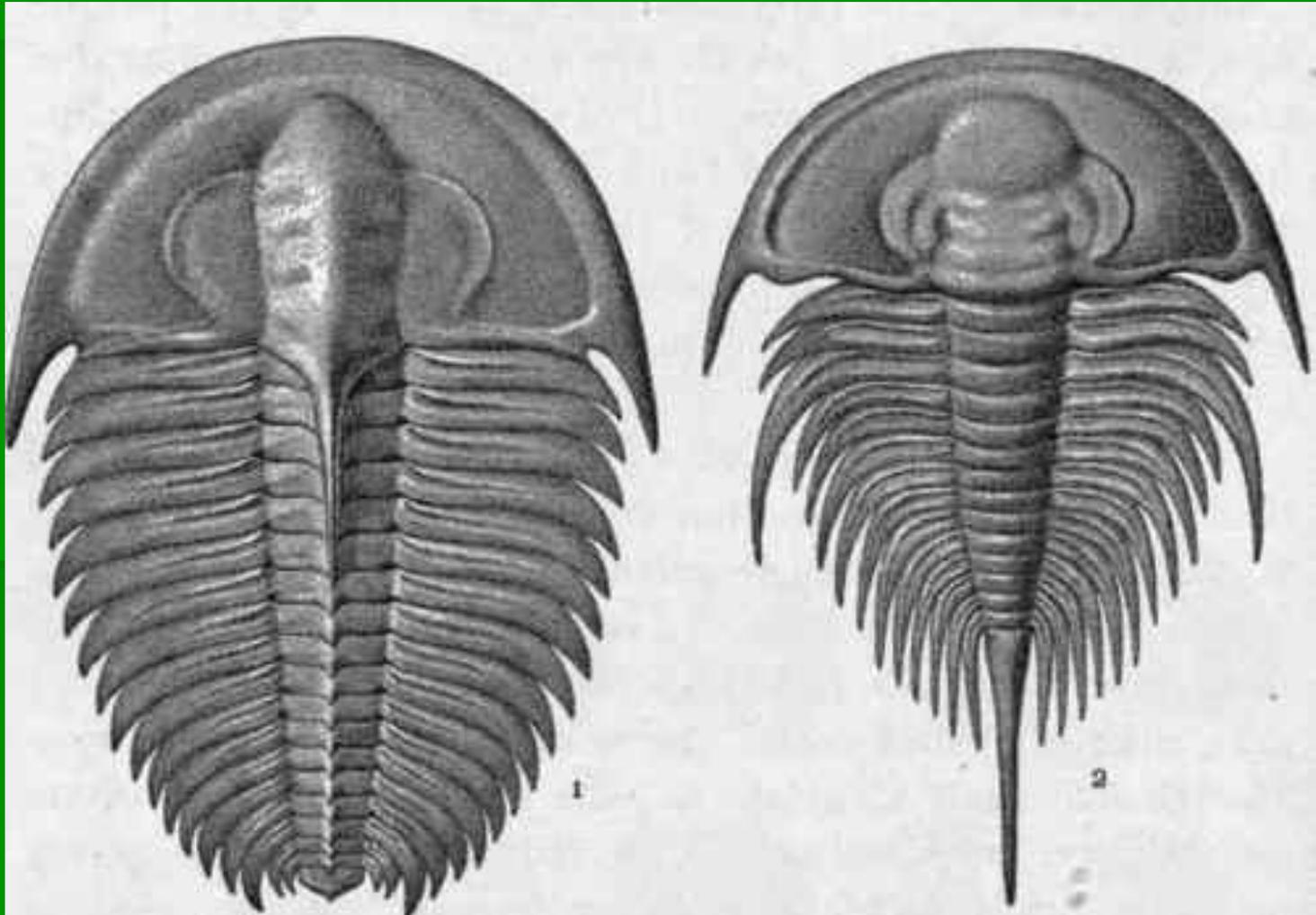


Основные группы кембрийской фауны:

- Трилобиты (миомеры, полимеры)

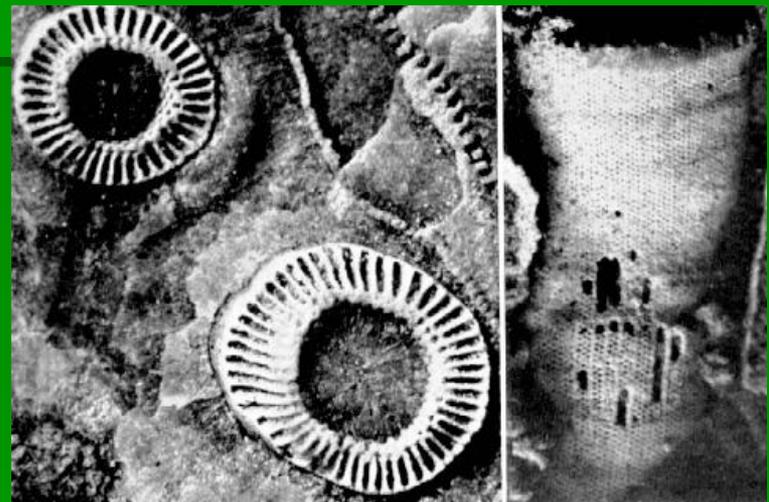
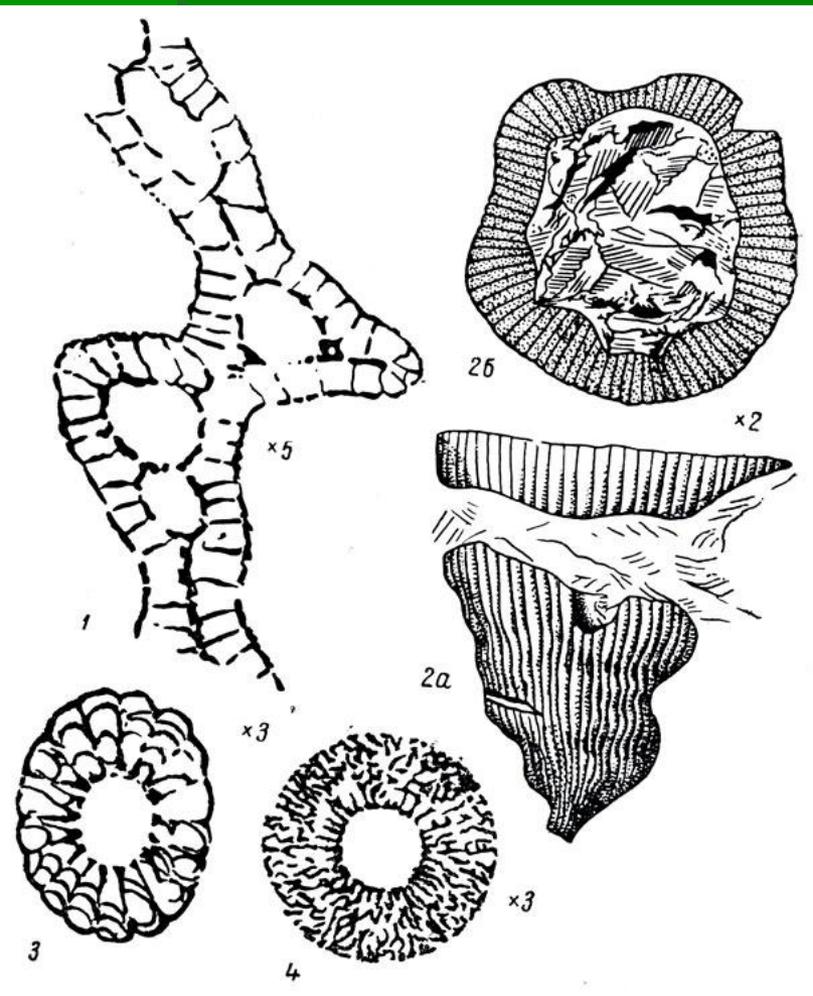


Кембрийские трилобиты





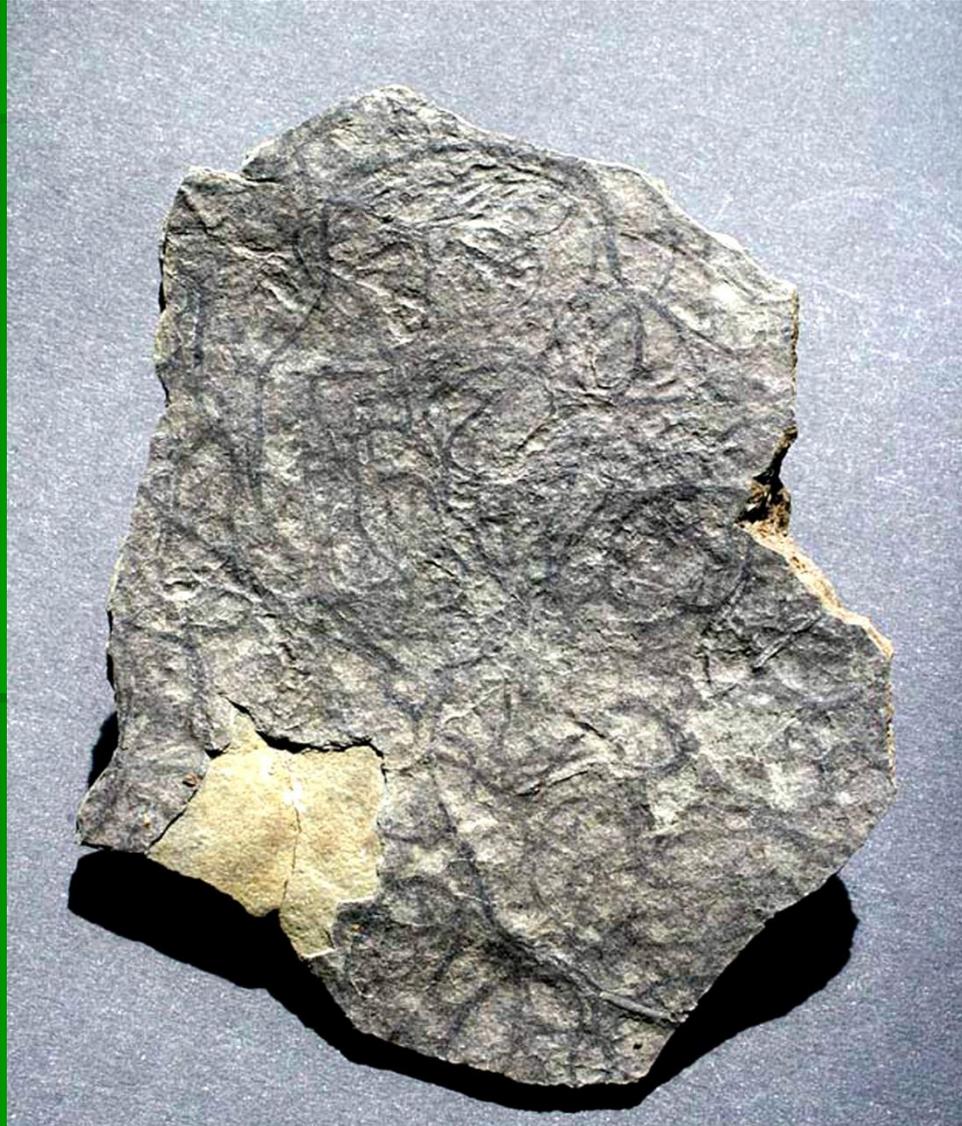
■ Археоциаты. Рифообразователи.



- Беззамковые брахиоподы (*Lingula*, *Obolus*) с хитиново-фосфатным скелетом.



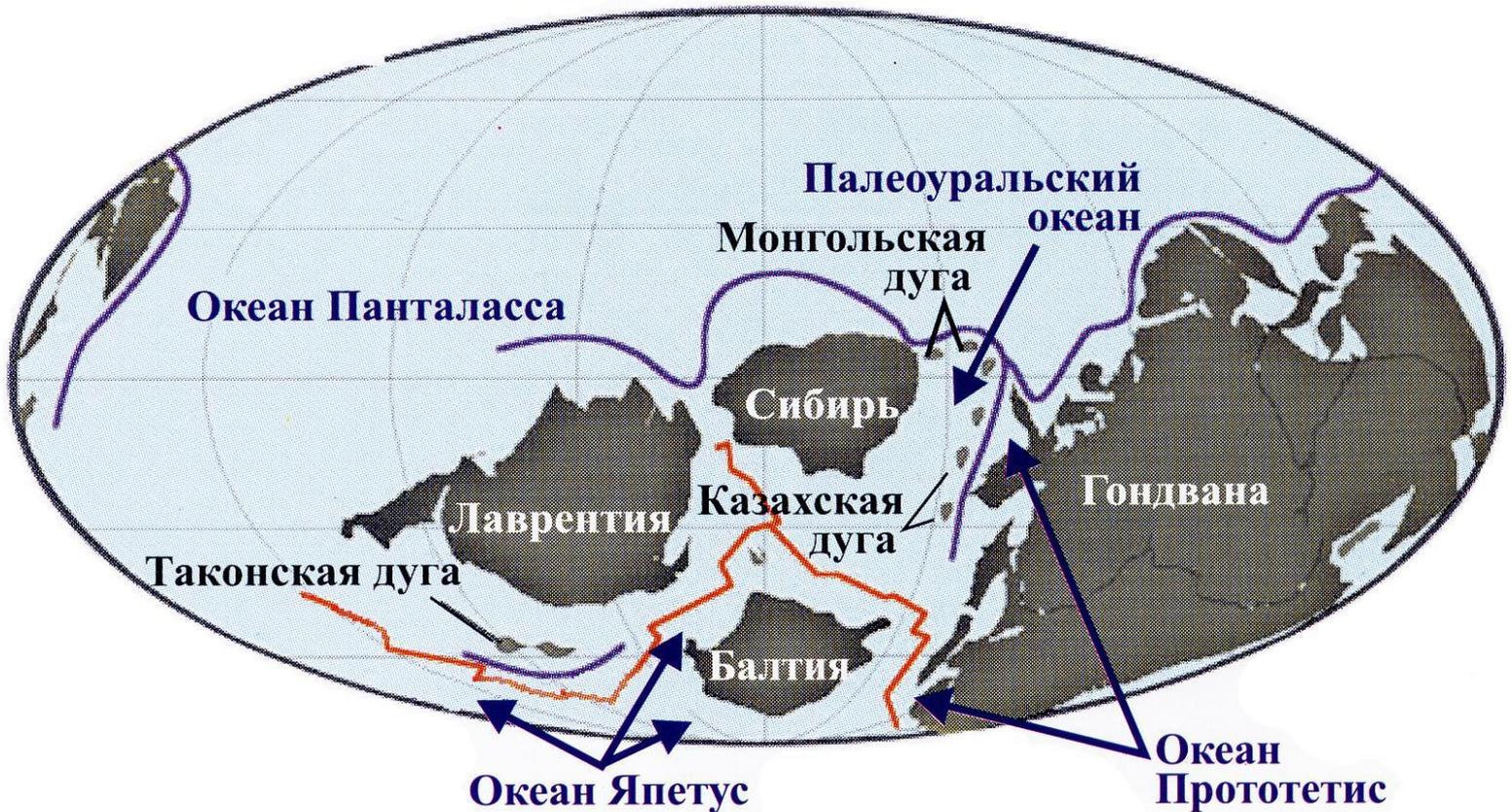
Водоросль *Vendotaenia antiqua* (нижний кембрий)



Одна из реконструкций органического мира кембрия



Палеогеография раннего кембрия (540 млн лет назад)
(реконструкция положения материков по П.В. Федорову, 2006)



- Наиболее активная зона – между Балтией и Лаврентией. Океан Япетус. На этой территории в раннем палеозое господствуют процессы растяжения.
- В Гренландии и северной части Аппалачей кембрий представлен основными эффузивами с подушечной отдельностью. В Англии – обломочные породы (конгломераты, песчаники, алевролиты) большой мощности.
- Ранний кембрий – время формирования рифта в Северной Атлантике. Возникает Таконская энсиматическая вулканическая дуга (то есть возникшая на океанической коре).

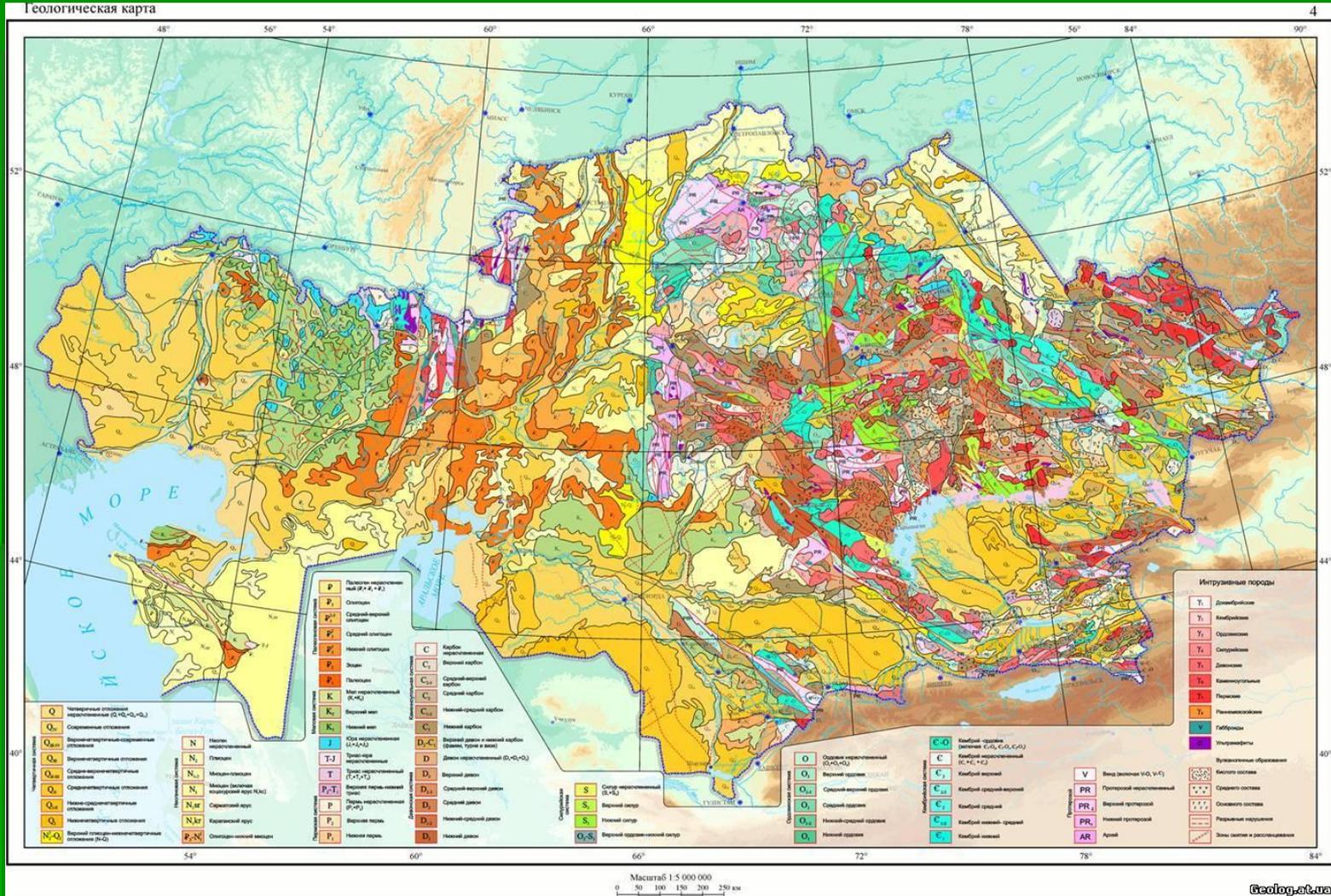
Палеоазиатский океан

- Глубоководный океан, по-видимому, с корой океанического типа, протягивался от Полярного Урала через Южный Урал в Алтае-Саянскую область.
- Типичные формации кембрия Алтае-Саянской области – спилит-кератофировая, аспидная, терригенная.
- Типичный разрез кембрия – в хребте Чингизтау.

Хребет Чингизтау



Геологическая карта Казахстана



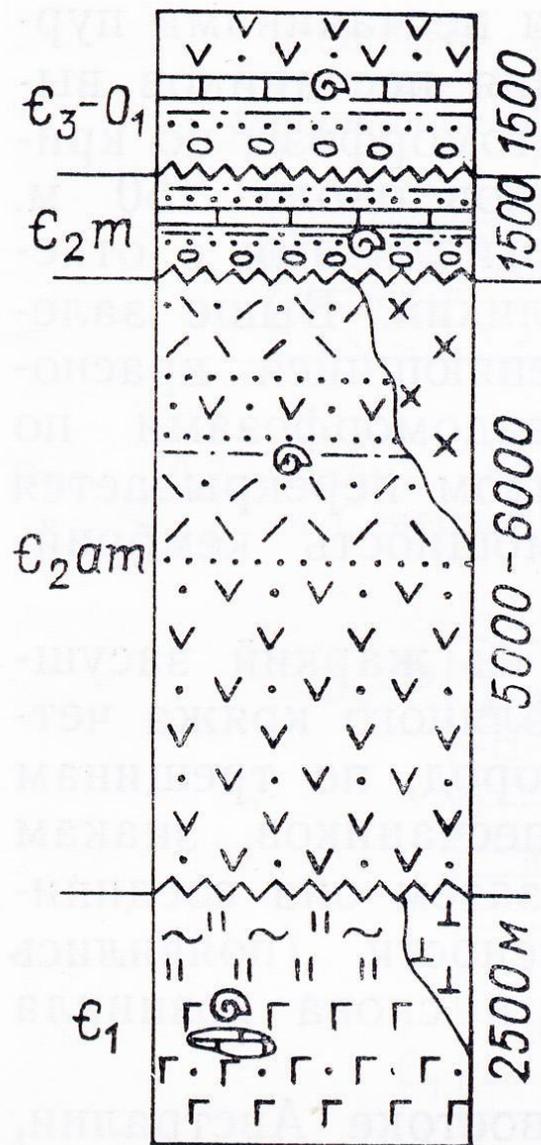


Рис. 10.9. Схематический разрез кембрия хр. Чингизтау.

- Разрез кембрия хребта Чингизтау (Владимирская и др., 1985).
- Нижний кембрий – лавы с подушечной отдельностью и туфы основного состава, кварциты, яшмы, кремнистые сланцы, известняки с археоциатами.
- Средний кембрий – лавы среднего и кислого состава и туфы с прослоями песчаников, флишевые отложения.
- Верхний кембрий – терригенные породы.
- Общая мощность кембрия – около 10 км.

- В кембрии в пределах Палеоазиатского океана возрастает тенденция новообразования вулканических дуг.
- Происходит мощный импульс сжатия, приведший к складчато-надвиговым деформациям (**Салаирская** эпоха тектоногенеза).
- Несмотря на проявление сжатия, Палеоазиатский океан в целом продолжал расширяться и достиг ширины порядка 4 000 км.
- В Китае эта эпоха тектоногенеза известна под названием **синкайская**. В обоих регионах она сопровождалась внедрением гранитоидов.

Прототетис (Средиземноморский океан)

- Океан омывал с севера Гондвану и отделял ее от Северной Америки, Восточной Европы, Таримского блока и Китайско-Корейского материка.
- Выходы кембрия известны на Кавказе и Памире – спилит-кератофировая формация с линзами известняков с археоциатами и брахиоподами.

Платформы

На платформах в кембрии развивается трансгрессия

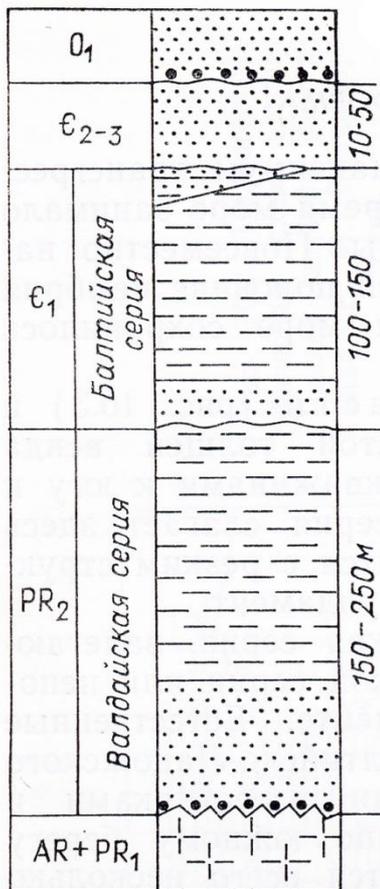


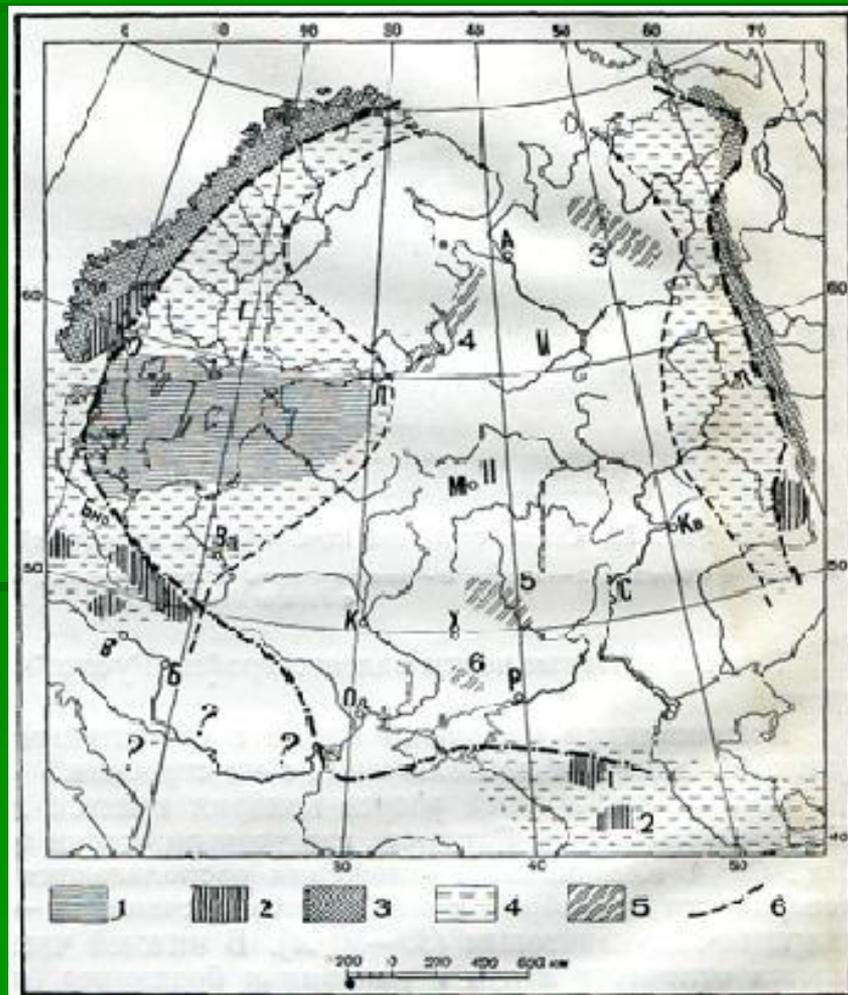
Рис. 10.3. Разрез венда и кембрия Ленинградской области.

- **Восточно-Европейская платформа**
- Разрез кембрия Ленинградской области (Владимирская и др., 1985)
- Наиболее типичные породы нижнего кембрия – «синие глины». Остатки кольчатых червей, гастропод, наутилоидей.
- Средний и верхний кембрий – песчаники и пески, часто косослоистые, со знаками ряби.
- Разрез типично платформенный, для него характерны небольшие мощности, частые перерывы, горизонтальное залегание.
- В кембрии – мелководный бассейн (залив океана Япетус).

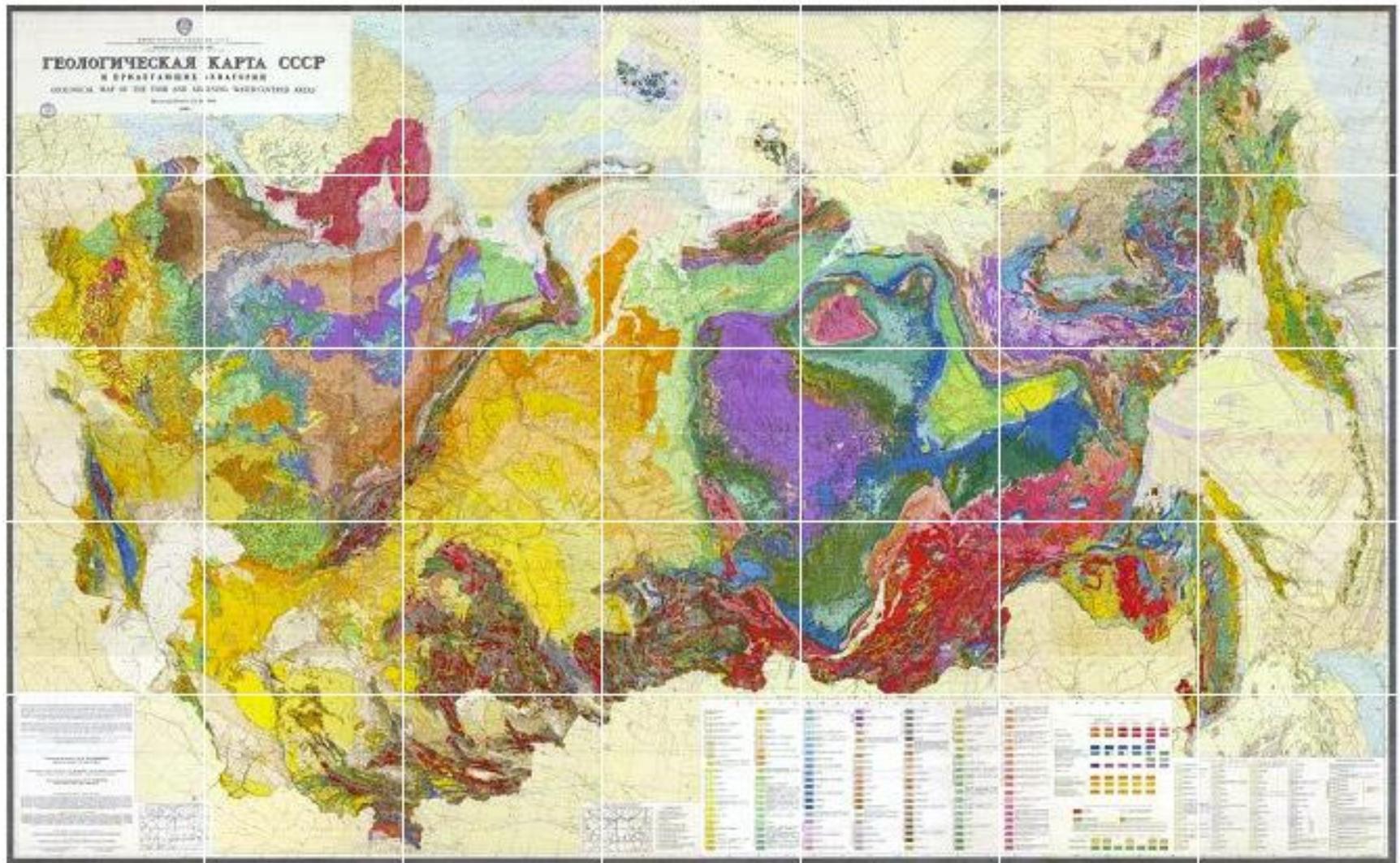
Ленинградская область, Саблино. Кембрийские кварцевые песчаники.



Распространение кембрийских отложений на Русской плите



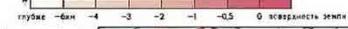
Сибирская платформа



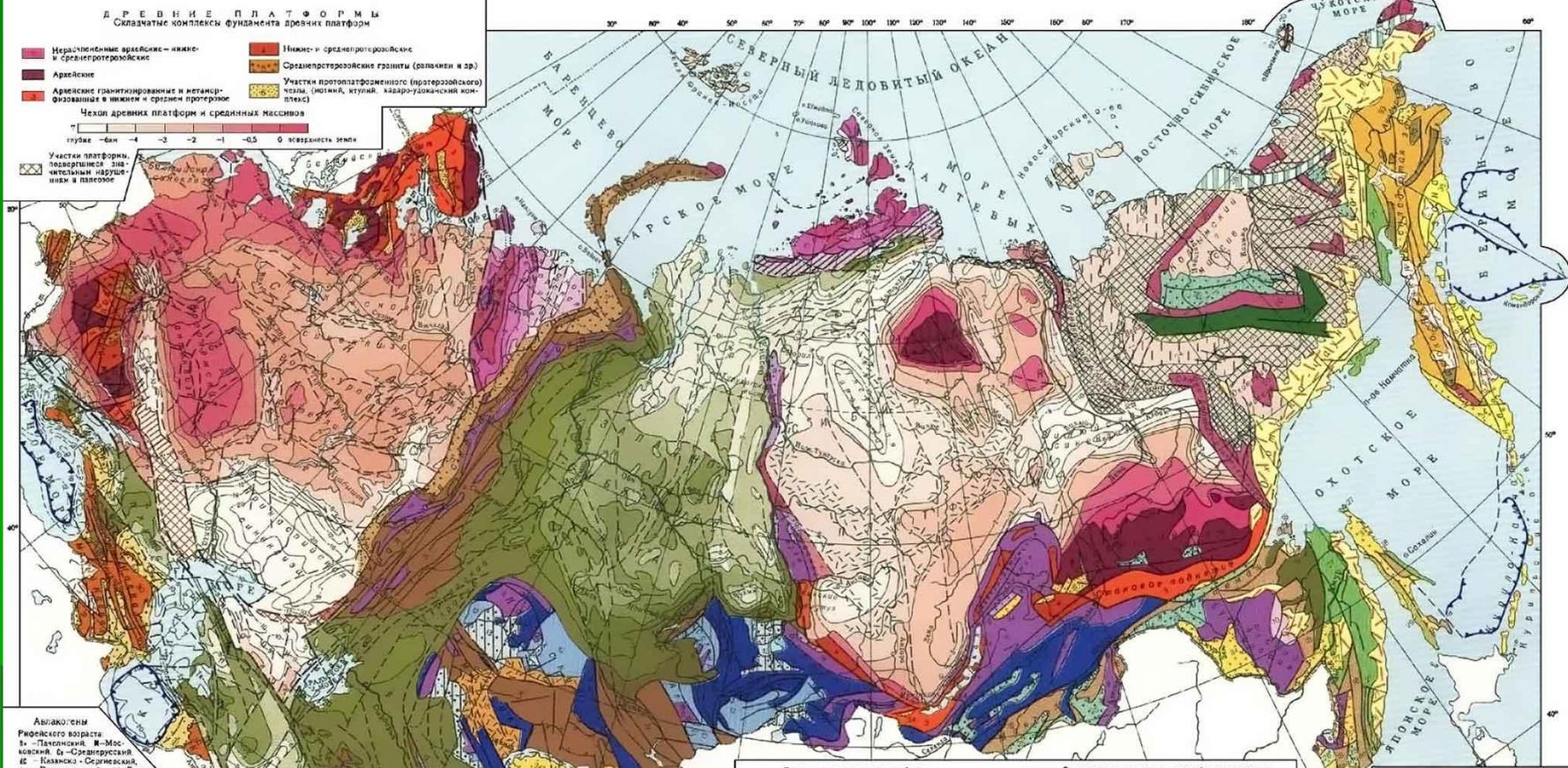
ДРЕВНИЕ ПЛАТФОРМЫ
Складчатые комплексы фундамента древних платформ

- Нерасчлененные архейские – кайно- и раннепротерозойские
- Архейские
- Архейские гранитированные и метакристаллические в нижнем и среднем протерозое
- Нижне- и среднепротерозойские
- Среднепротерозойские граниты (рапакиви и др.)
- Участки протоплатформенного (протерозойского) чехла (полюк, крупный, казаруджакский комплексы)

Чехол древних платформ и средних массивов



Участки платформ, подверженные значительным нарушениям в палеозое



Авлагены

- Рифейского возраста:
 - В – Палеозойский, И – Московский, Б – Сиверский
 - БС – Казанско-Орловский, В – Верейский, ВВ – Вирский-Каласинский
- Рифейско-палеозойского возраста:
 - БВ, ВВ, ДД – Бирюсинский, Приленский и Дзержинско-Донецкая впадины авлагены Бельского Донбасса
 - Палеопротерозойского возраста: И – Тазмирский, ИИ – Маньчжурский, ИТ – Турджунский

Выходы на поверхность складчатых комплексов

- R-PZ
- P-T

СКЛАДЧАТЫЕ ПОЯСА, ВКЛЮЧАЯ ПЛИТЫ МОЛОДЫХ ПЛАТФОРМ

Байкальские, включая дальневосточные (среднерифейские) складчатые области

- Складчатые комплексы
- Орогенные (молассовые) комплексы межгорных впадин

Чехол плит молодых платформ (частично более древний) фундамента



Каледонские складчатые области

- Раннекаледонские складчатые комплексы (R-C)
- Позднекаледонские складчатые комплексы (C-S)
- Орогенные (молассовые) комплексы (Д) межгорных впадин
- Области, консолидированные в результате герцинского орогенеза в каледониде
- Девонский вулканический пояс



Герцинские складчатые области

- Нерасчлененные складчатые комплексы
- Орогенные (молассовые) комплексы межгорных впадин и краевых прогибов
- Подтегерцинские складчатые комплексы

Чехол плит молодых платформ (частично более древний) фундамента



Раннемезозойские складчатые области

- Выступы докембрильно-палеозойского фундамента
- Складчатые комплексы (T-J)
- Сильнослоистый интросекционный интрузивный комплекс
- Сильнослоистый комплекс чехла древней платформы
- Блоки фундамента древней платформ, перекрытые слабодиссипирующим чехлом

Орогенные и нагоженные мезозойские межгорные впадины

- Мезозойские грабены (L-K)
- Позднемезозойская складчатая область длительного развития (P21-K2)
- Складчатые комплексы
- Орогенные (молассовые) комплексы межгорных впадин

Альпийские складчатые области

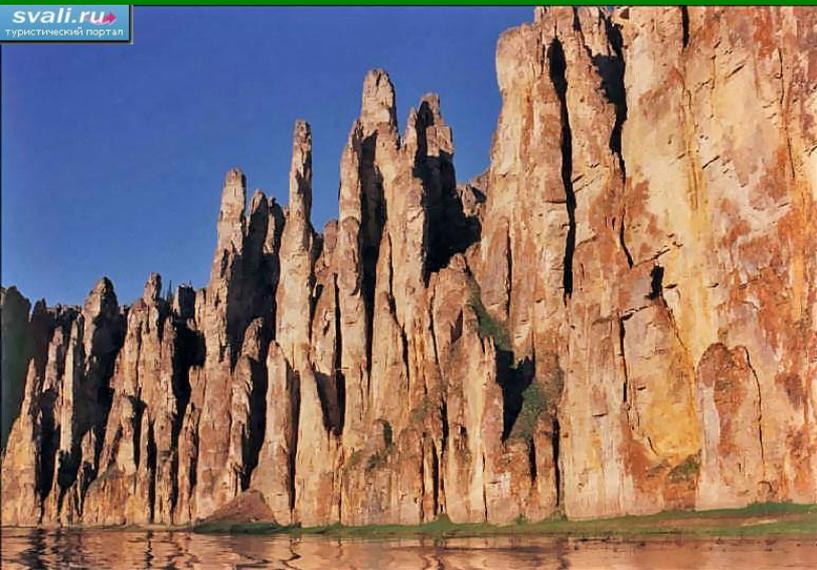
- Орогенные (молассовые) комплексы межгорных впадин и краевых прогибов
- Раннокайнозойские складчатые области
- Комплексные основания (палеозойские – позднемезозойские)
- Складчатые комплексы (K-N)
- Орогенные и нагоженные кайнозойские межгорные впадины

Курильско-Камчатская область недрезерной складчатости

- Складчатые комплексы
- Орогенные (молассовые) комплексы межгорных впадин

Прочие обозначения

- Зоны наиболее широкого развития трилопов
- Кайнозойские вулканические пояса
- Краевые вулканические пояса побережья Охотского и Японского морей
- Складчатые комплексы
- Области с корой океанического типа
- Кайнозойские платформенные пояса
- Равнины: а) выходящие на поверхность б) предполагаемые и скрытые под чехлом
- Француз (границей показаны предполагаемые)
- Границы тектонических впадин
- Действующие вулканы
- Изометрические поверхности фундамента (в км)



- Ленские столбы – выходы кембрия по берегам реки Лены

Сибирская платформа

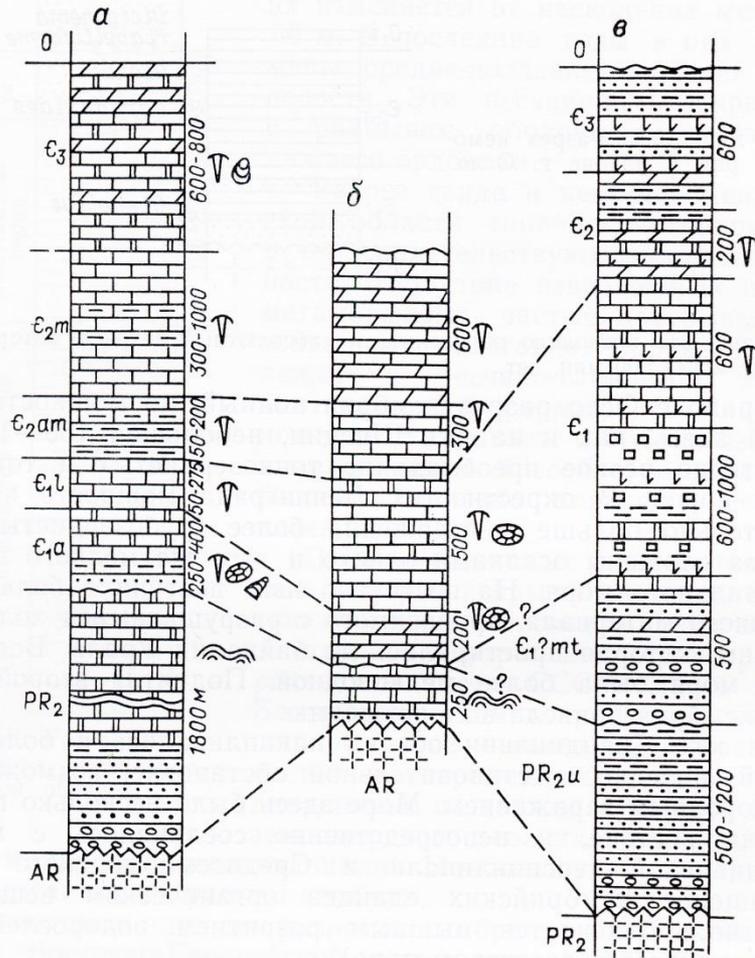
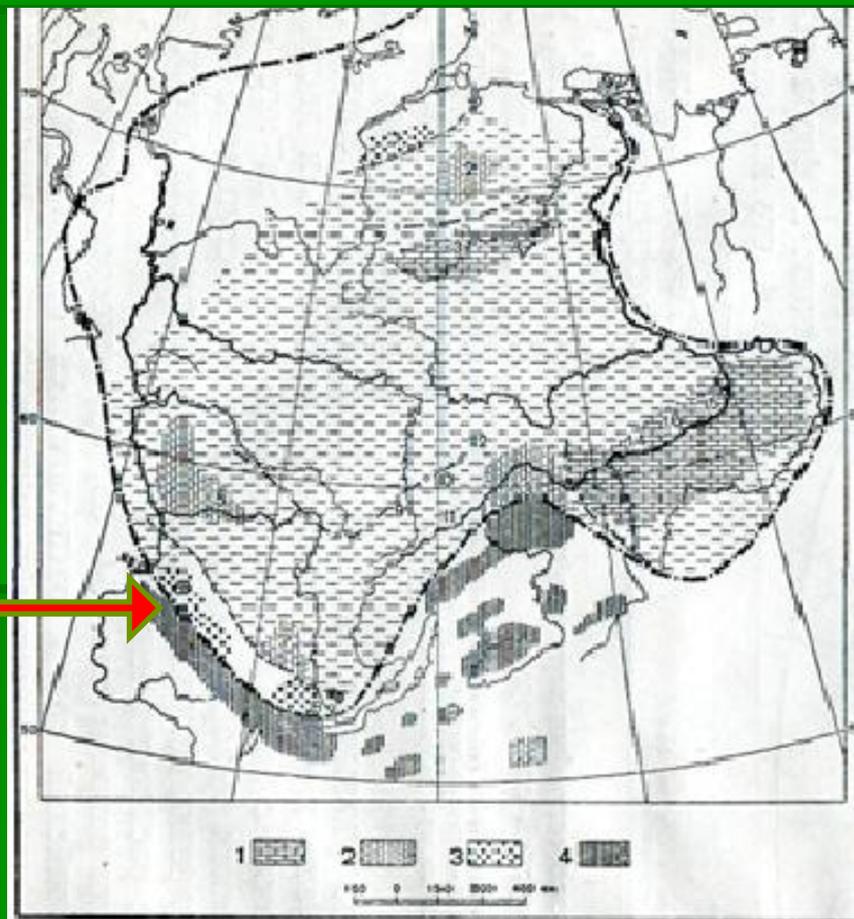


Рис. 10.5. Разрезы кембрия Сибирской платформы.
а — северо-запад; б — восток; в — юг (Иркутский амфитеатр).

- На востоке платформы находятся стратотипы ярусов нижнего и среднего кембрия (реки Лена, Алдан, Амга, Мая).
- Известняки (преобладают) красные, бордовые, серо-зеленые с археоциатами и трилобитами. В восточном направлении возрастает битуминозность, появляются темно-серые сланцы. Рифогенные известняки с археоциатами.
- Мощность — 2000 – 2500 м.
- В Иркутском амфитеатре — *усольская* свита нижнего кембрия (доломиты, ангидриты, пласты каменной соли). Средний и верхний кембрий — известняки, доломиты, выше — алевролиты с прослоями гипса и ангидрита. Знаки ряби, трещины высыхания, глиптоморфозы. Мощность — до 3000 м.

- В кембрии почти вся территория Сибирской платформы была покрыта теплым мелководным морем.
- В раннем кембрии на юге платформы существовала огромная лагунная область – Лено-Виллюйский солеродный бассейн.

Фашии кембрия на Сибирской платформе



Иркутский
амфитеатр

Гондвана

- Гондвана занимала положение в южных широтах (от южного полюса до экватора).
- Большая часть континента испытывала поднятие, и только по его периферии располагались морские бассейны.
- Континентальный базальтовый магматизм проявился на северо-западе Австралийского континента.

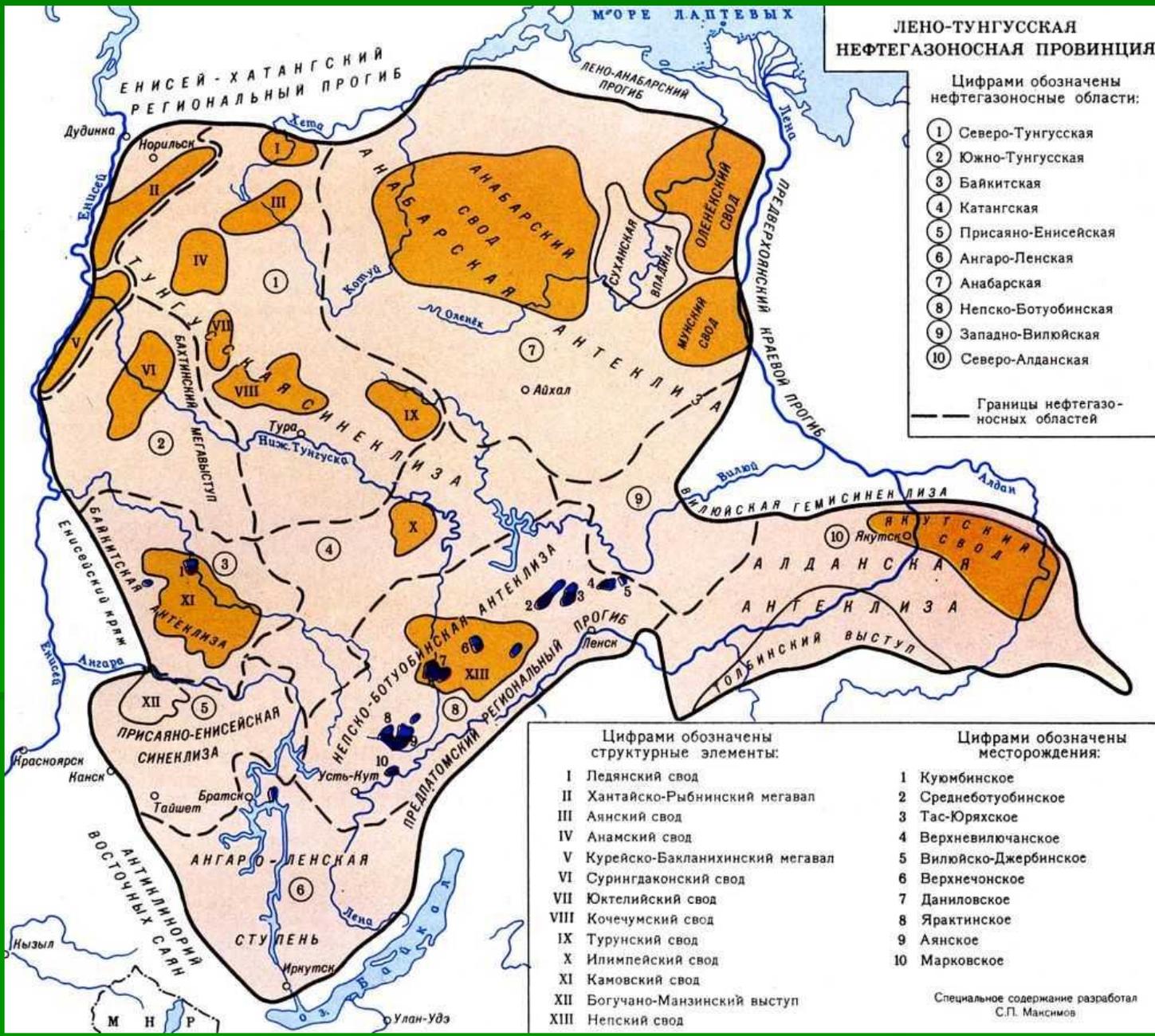
Климатическая зональность

- В начале кембрийского периода произошло дальнейшее потепление. Практически на всех континентах возникли условия, близкие к тропическим (широкое распространение сульфатно-карбонатных и эвапоритовых формаций).
- Выделяются зоны аридного климата (Северная Америка, Южная Америка, Сибирь, Австралия).

Полезные ископаемые

- Венд-кембрийский возраст имеют нефтеносные горизонты Иркутского амфитеатра и Прибалтики.
- Гигантское месторождение Хасси-Месауд (Алжирская Сахара) – кембрий-ордовик.
- Битуминозные квасцовые сланцы (Швеция) кембрия – топливо и урановый концентрат.
- Рудные месторождения кембрия: марганец (Кузнецкий Алатау), железные руды (Горная Шория), хромиты, медь, кобальт (Норвегия) и др. Месторождения невелики.
- Фосфориты и соли (одна из крупнейших эпох в истории Земли). Фосфориты – Каратау (Казахстан), Китай, Вьетнам.

ЛЕНО-ТУНГУССКАЯ НЕФТЕГАЗОНОСНАЯ ПРОВИНЦИЯ



Цифрами обозначены нефтегазоносные области:

- 1 Северо-Тунгусская
- 2 Южно-Тунгусская
- 3 Байкитская
- 4 Катангская
- 5 Присяжно-Енисейская
- 6 Ангаро-Ленская
- 7 Анабарская
- 8 Непско-Ботуобинская
- 9 Западно-Вилюйская
- 10 Северо-Алданская

Границы нефтегазоносных областей

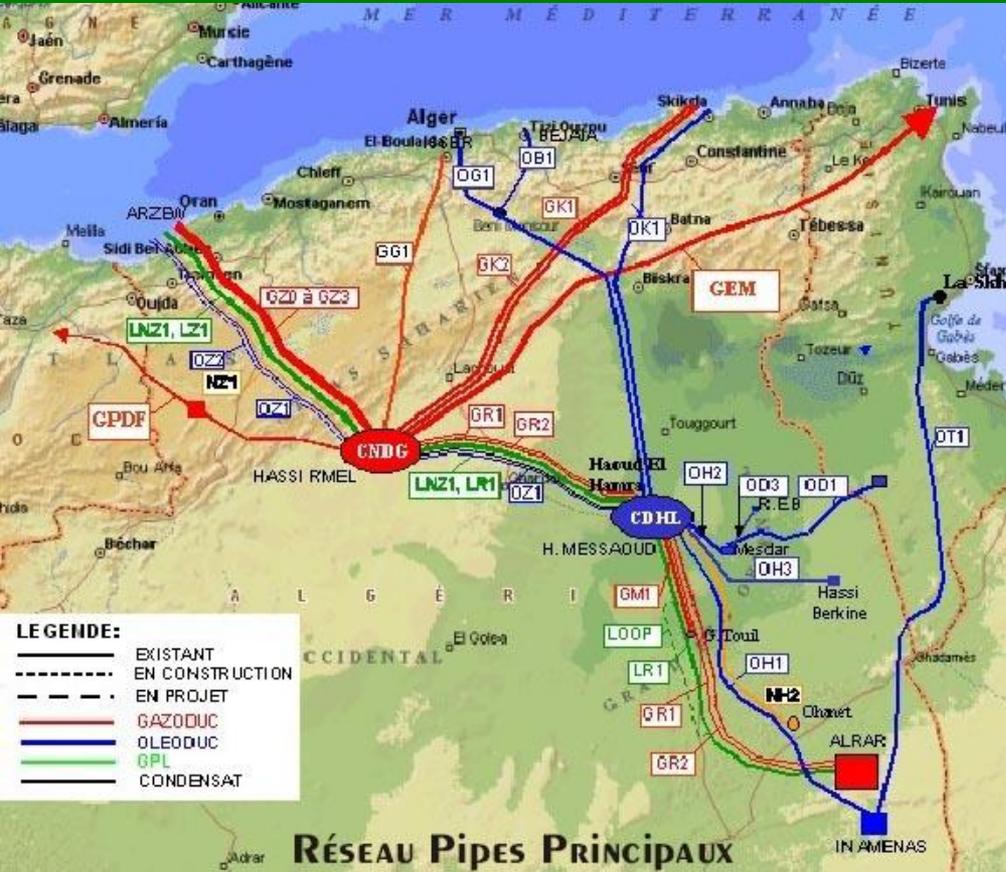
Цифрами обозначены структурные элементы:

- I Ледянский свод
- II Хантайско-Рыбнинский мегавал
- III Анянский свод
- IV Анамский свод
- V Курейско-Бакланихинский мегавал
- VI Сурингдаконский свод
- VII Юктелыйский свод
- VIII Кочечумский свод
- IX Турунский свод
- X Илимпейский свод
- XI Камовский свод
- XII Богучано-Манзинский выступ
- XIII Непский свод

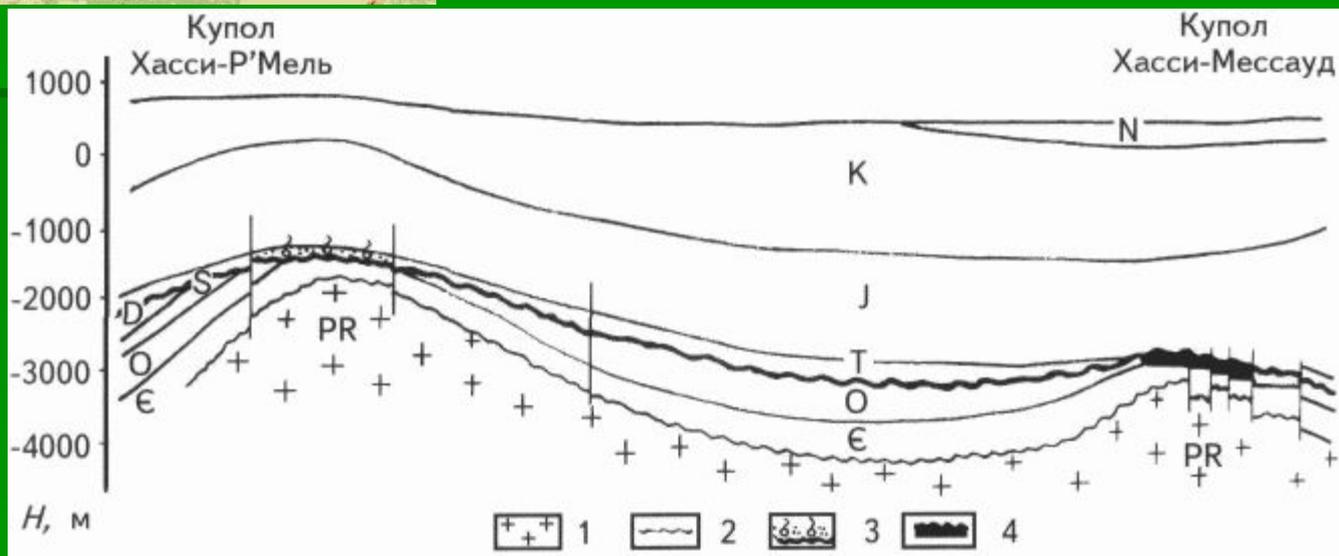
Цифрами обозначены месторождения:

- 1 Куумбинское
- 2 Среднеботуобинское
- 3 Тас-Юряхское
- 4 Верхневилючанское
- 5 Вилюйско-Джербинское
- 6 Верхнечонское
- 7 Даниловское
- 8 Ярактинское
- 9 Аянское
- 10 Марковское

Специальное содержание разработал С.П. Максимов



Месторождение Хасси-Месауд





Здоровье физическое и моральное -
это самое большое богатство на нашей планете
Евгений Нападовский.

ЮБИЛЕЙНАЯ
нам 10 лет
+10%
В ПОДАРОК
АКЦИЯ

ГЛИНА
БЕЛО-ГОЛУБАЯ

КРЫМСКАЯ ГОРНАЯ КЕМБРИЙСКАЯ
целительная лечебно-косметическая

Основные выводы:

- Появление и бурный расцвет многообразной фауны беспозвоночных с минеральным скелетом.
- Господство теплого климата и широкого распространения эпиконтинентальных морей.
- Сформирована Гондвана.
- Будущие северные материки – Лаврентия, Балтика, Сибирь – оказались разделенными океанами.
- Материки концентрировались преимущественно вблизи экватора.
- В конце кембрия – проявление салаирской эпохи орогенеза.

Палеогеография раннего кембрия (540 млн лет назад)
(реконструкция положения материков по П.В. Федорову, 2006)

