

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	Лопинский	Чансинский	251.0	Пермская	Татарский	Северодвинский	Вятский
				Вучагинский <td>253.8</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>Уфимский</td>	253.8				
	Гваделупский	Кептенский	260.4			Биармийский	Казанский	Уральский	Кунгурский
		Волжский	265.8						
	Приуральский	Рудский	268.0			Приуральский	Артинский	Артинский	
		Кунгурский	270.6				Сакмарский	Сакмарский	
		Артинский	275.6				Ассельский	Ассельский	
	Каменноугольная Миссиссиппская	Верхний	Сакмарский	284.4		Верхний	Гжельский	Гжельский	
			Ассельский	294.6			Средний	Касимовский	Касимовский
		Средний	Гжельский	299.0		Средний		Московский	Московский
			Касимовский	303.4			Нижний	Башкирский	Башкирский
		Нижний	Московский	307.2		Нижний		Серпуховский	Серпуховский
			Башкирский	311.7			Нижний	Визейский	Визейский
	Серпуховский	318.1		Нижний	Турнейский	Турнейский			
	Визейский	328.3							
	Девонская	Верхний	Турнейский	345.3		Верхний	Фаменский	Фаменский	
			Фаменский	359.2			Средний	Франский	Франский
		Средний	Франский	374.5		Средний		Живетский	Живетский
			Живетский	385.3			Нижний	Эйфельский	Эйфельский
		Нижний	Эйфельский	391.8		Нижний		Эмский	Эмский
			Эмский	397.5			Нижний	Празжский	Празжский
	Нижний	Празжский	407.0		Нижний	Лохковский		Лохковский	
		Лохковский	411.2			Нижний	Лохковский	Лохковский	
	Силурий- ская	Верхний	Лохковский	416.0			Верхний	Лохковский	Лохковский
			Лохковский	418.7		Нижний		Лудловский	Лудловский
		Верхний	Лудловский	422.9			Нижний	Лландоверийский	Лландоверийский
			Лландоверийский	428.2		Нижний		Лландоверийский	Лландоверийский
		Верхний	Лландоверийский	436.0			Нижний	Лландоверийский	Лландоверийский
			Лландоверийский	443.7		Нижний		Лландоверийский	Лландоверийский
	Ордовикская	Верхний	Хирнантский	445.6			Верхний	Ашгиллский	Ашгиллский
			Катийский	455.8		Средний		Карадокский	Карадокский
		Средний	Сандбийский	460.9			Средний	Лланвирнский	Лланвирнский
			Дарривилльский	468.1		Нижний		Аренгский	Аренгский
		Нижний	Дарривилльский	471.8			Нижний	Тремадокский	Тремадокский
			Флоский	478.8		Нижний		Тремадокский	Тремадокский
	Кембрийская	Верхний	Тремадокский	488.3			Верхний	Тремадокский	Тремадокский
			Тремадокский	492.0		Средний		Батырбайский	Батырбайский
		Средний	Ярус 10	492.0			Средний	Аксакий	Аксакий
			Ярус 9	496.0		Средний		Сакский	Сакский
		Средний	Пайский	499.0			Средний	Алтайский	Алтайский
			Гужанский	503.0		Средний		Майский	Майский
	Средний	Друмский	506.5		Средний		Амгинский	Амгинский	
		Ярус 5	510.0			Средний	Томский	Томский	
	Средний	Ярус 4	515.0		Средний		Ботомский	Ботомский	
		Ярус 3	521.0			Средний	Атдабанский	Атдабанский	
	Средний	Ярус 2	528.0		Средний		Томмотский	Томмотский	
		Терреновский	528.0			Средний	Томмотский	Томмотский	
	Кембрийская	Терреновский	Фортунский	542.0			Средний	Томмотский	Томмотский
			Фортунский	542.0		Средний		Томмотский	Томмотский

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
	Серия 3	Гужангский	499.0			Алсокалганский	
		Друмский	503.0			Майский	
	Серия 2	Ярус 5	506.5			Амгинский	
		Ярус 4	510.0			Тойонский	
	Терреновский	Ярус 3	515.0			Ботомский	
		Ярус 2	521.0			Атабанский	
		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



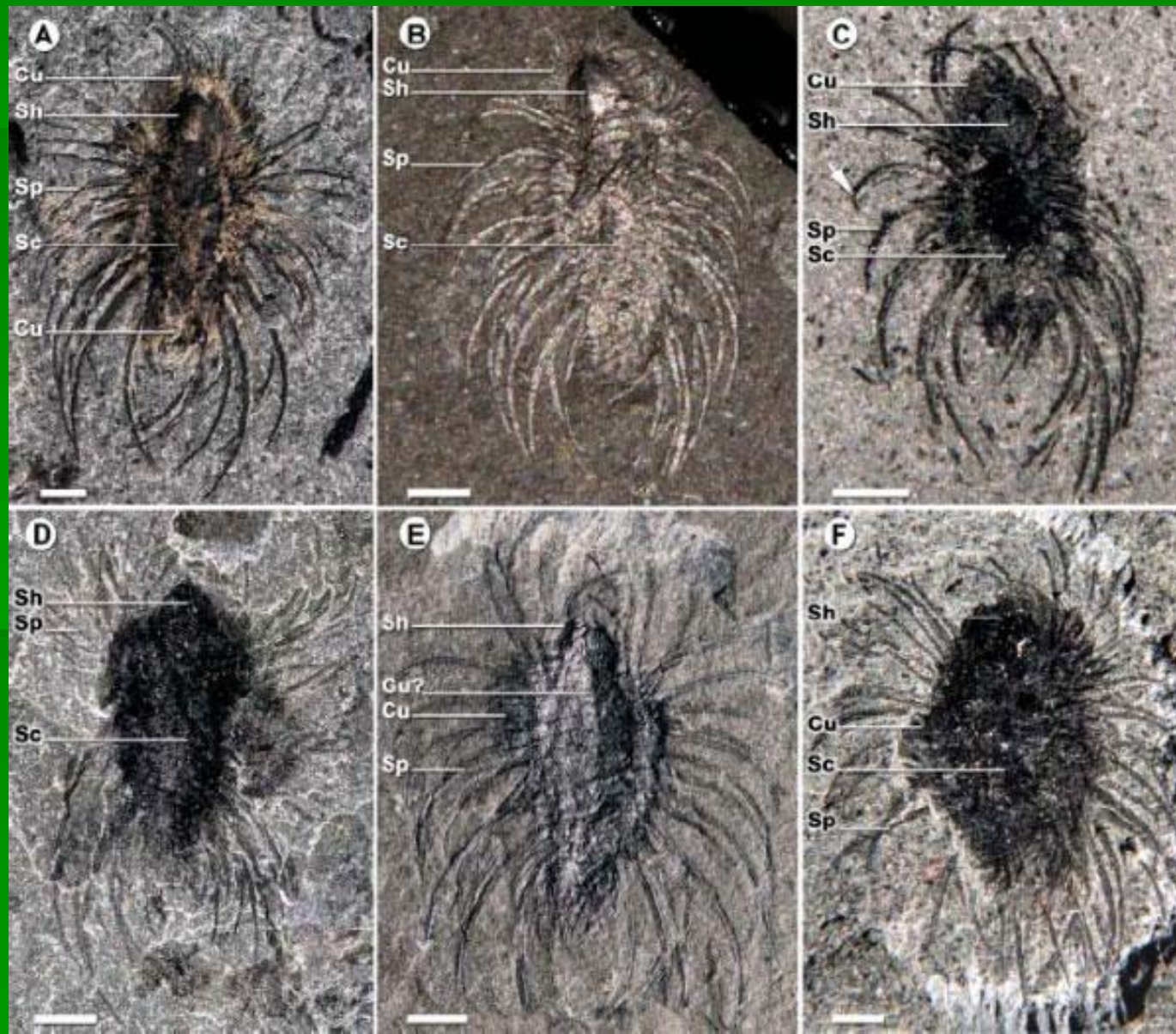


Hallucigenia sparsa



- 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.

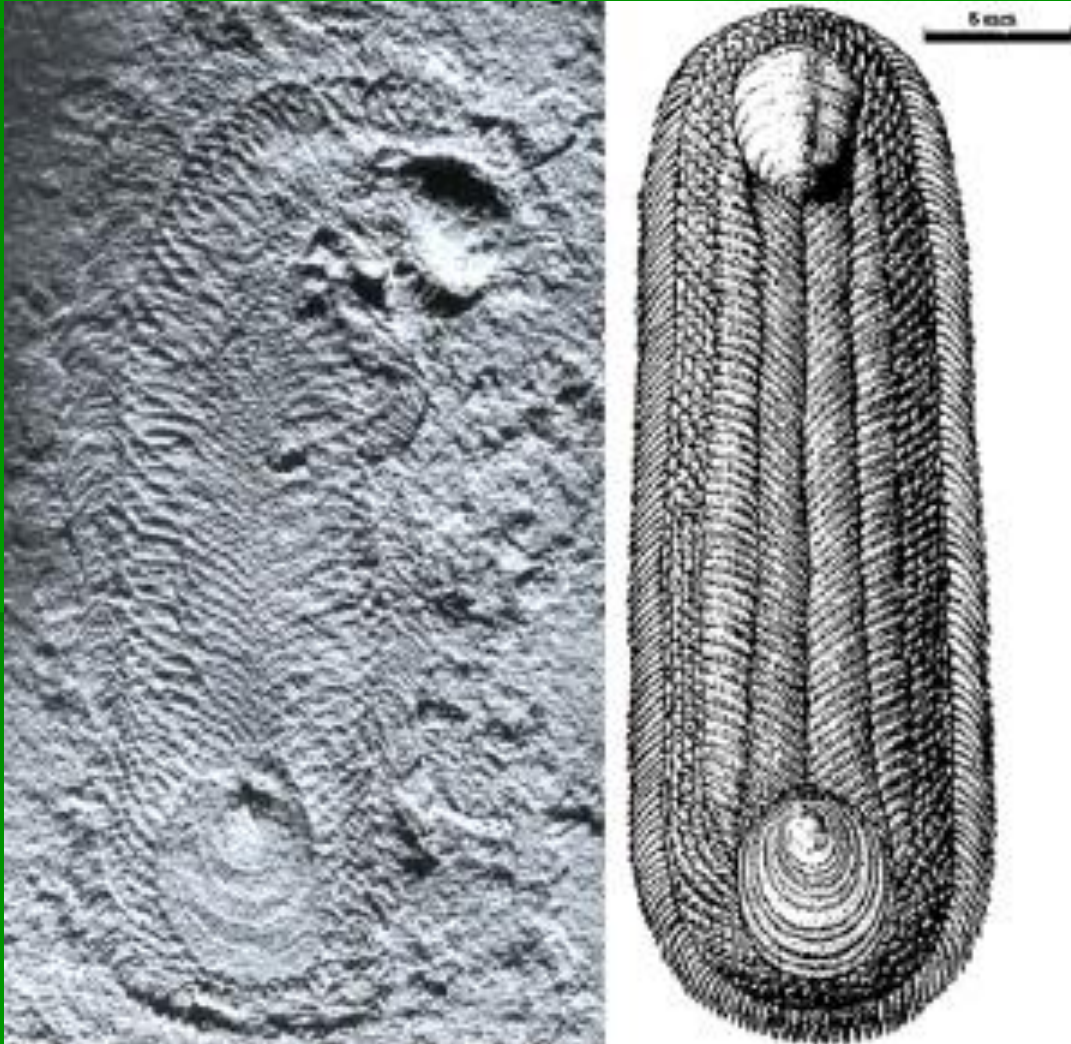
Отпечатки *Orthrozanclus reburrus*, найденные в сланцах Берджес. Масштаб – 1 мм.



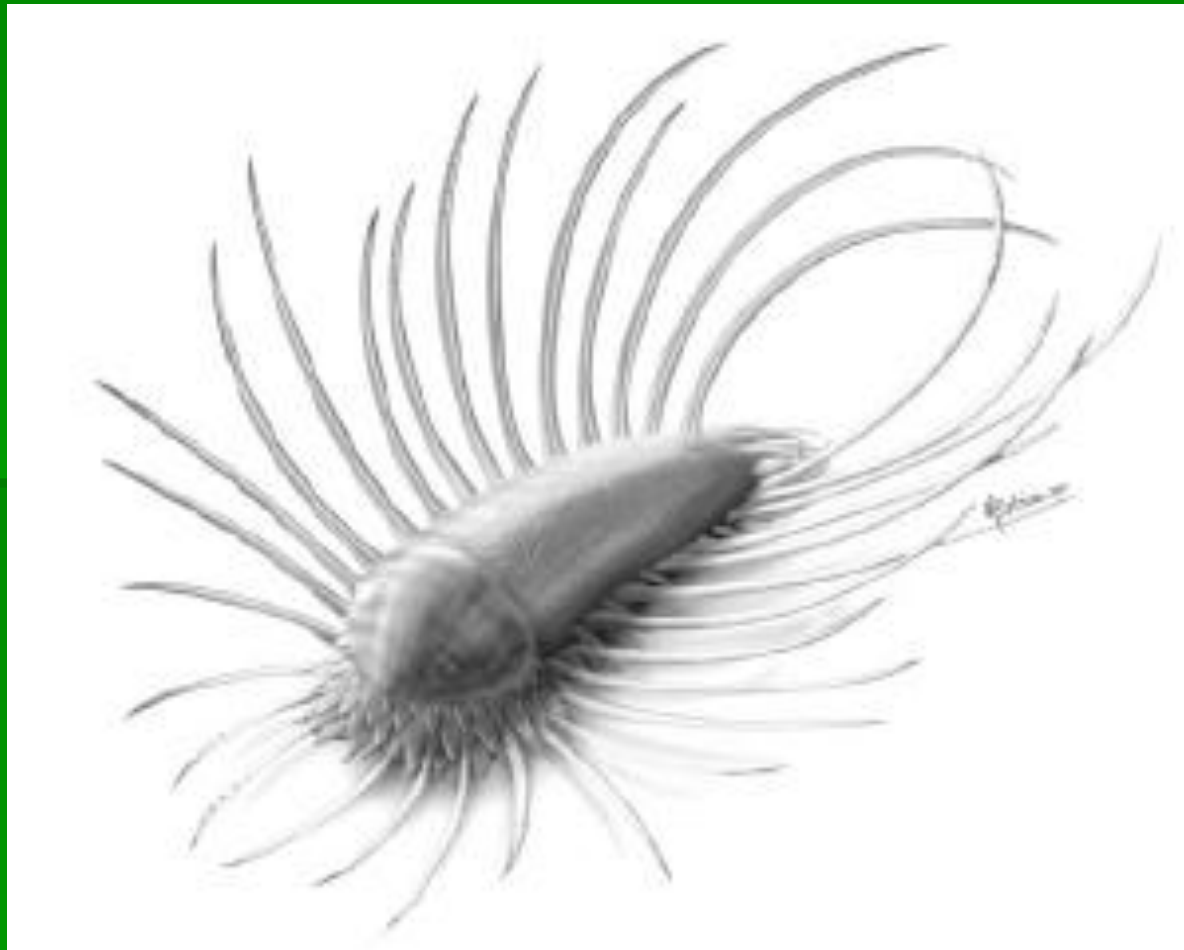
Orthrozanclus reburrus

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)

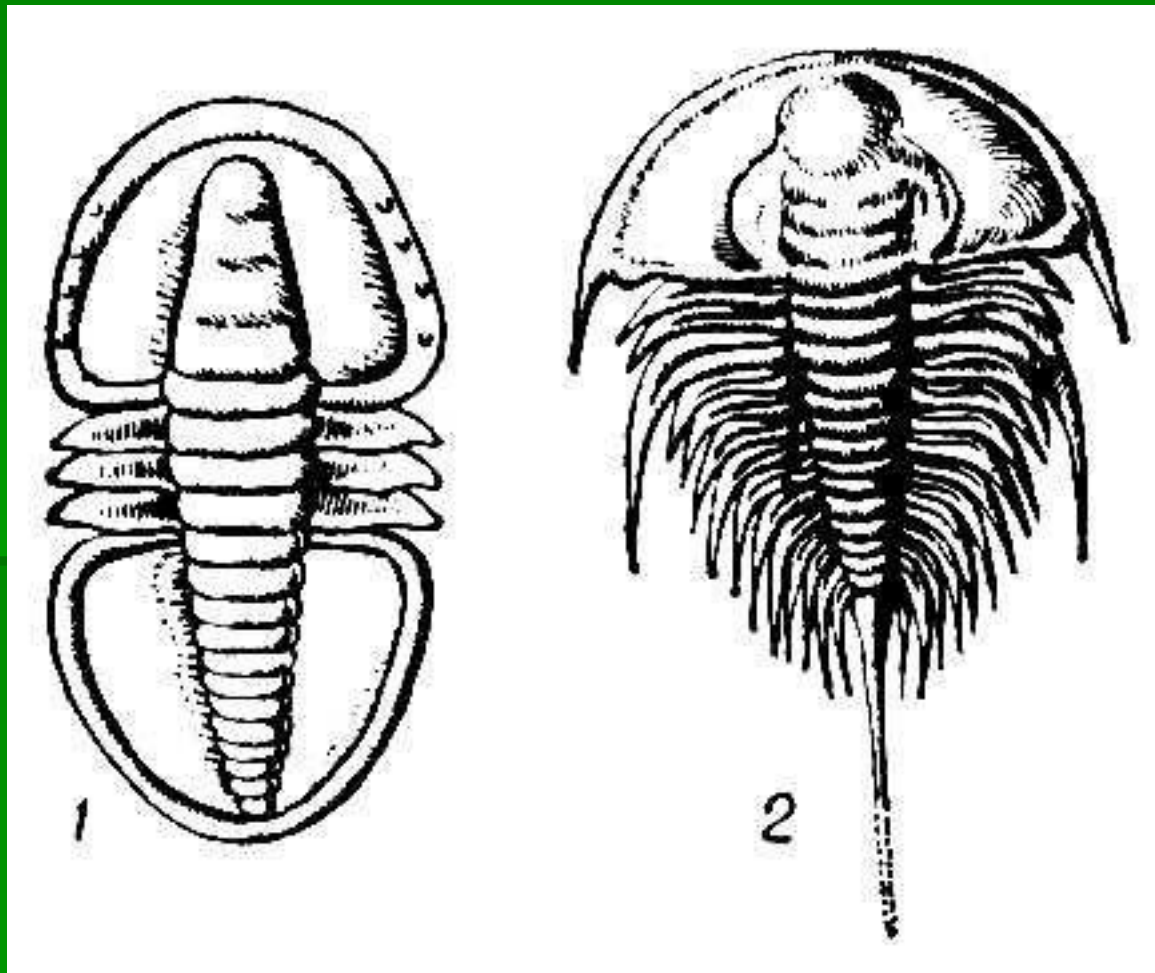
- Губки
- Брахиоподы
- Черви
- Стрекающие
- Гребневики
- Иголкокожие
- Членистоногие

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

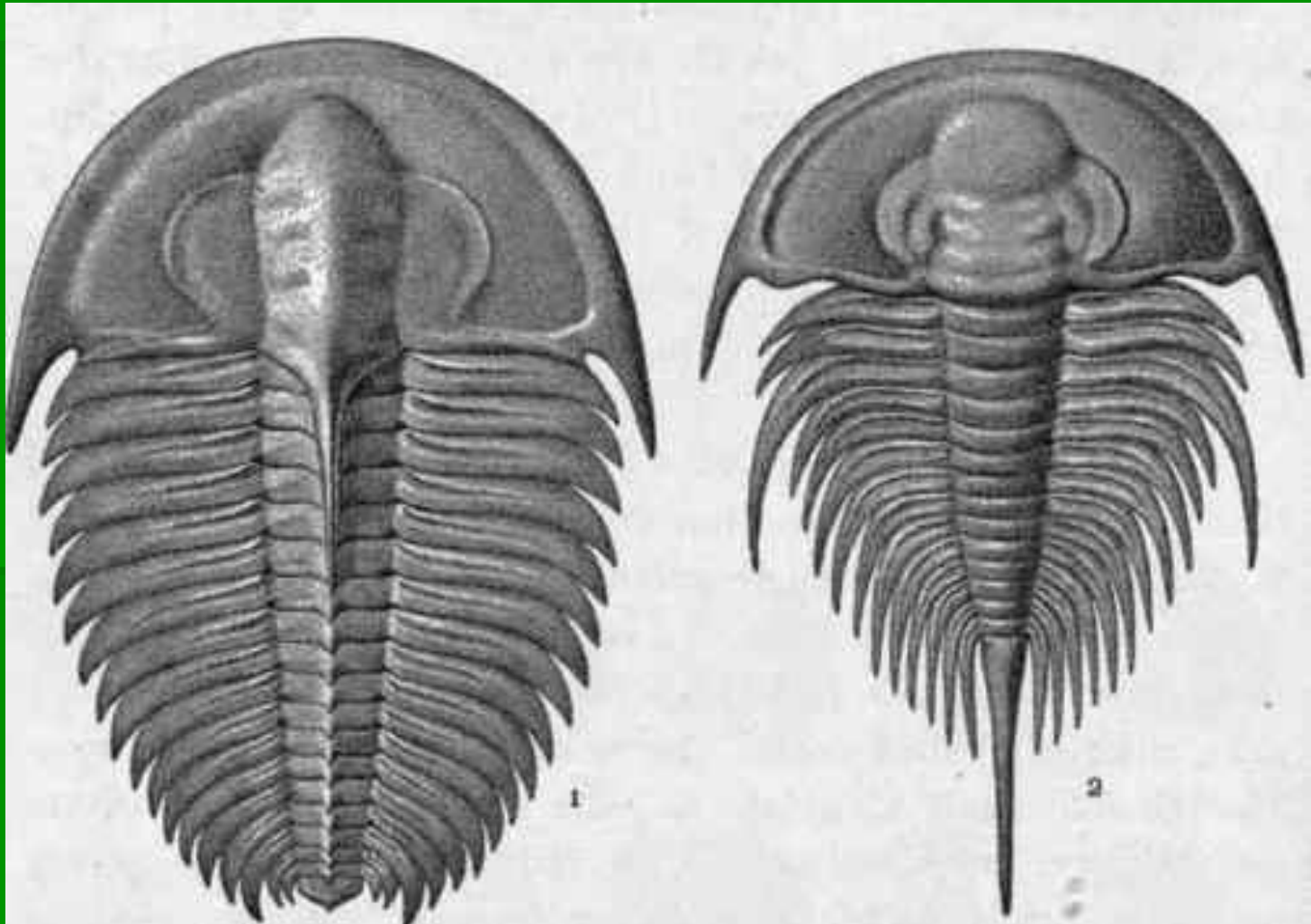


Основные группы кембрийской фауны:

- Трилобиты (миомеры, полимеры)

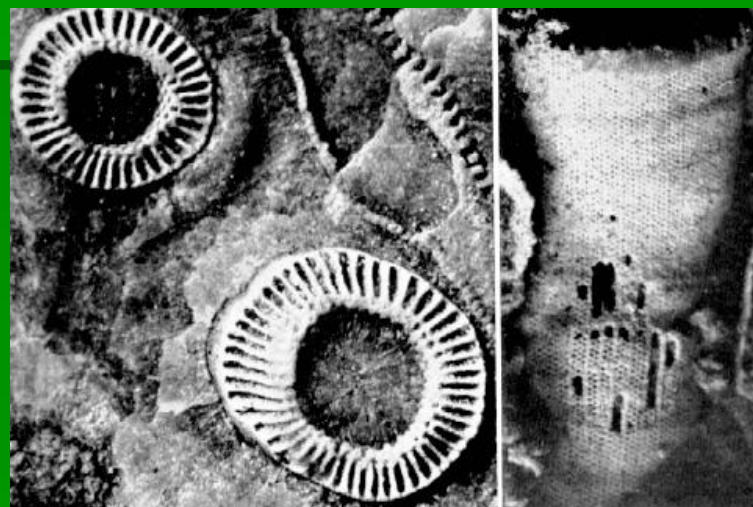
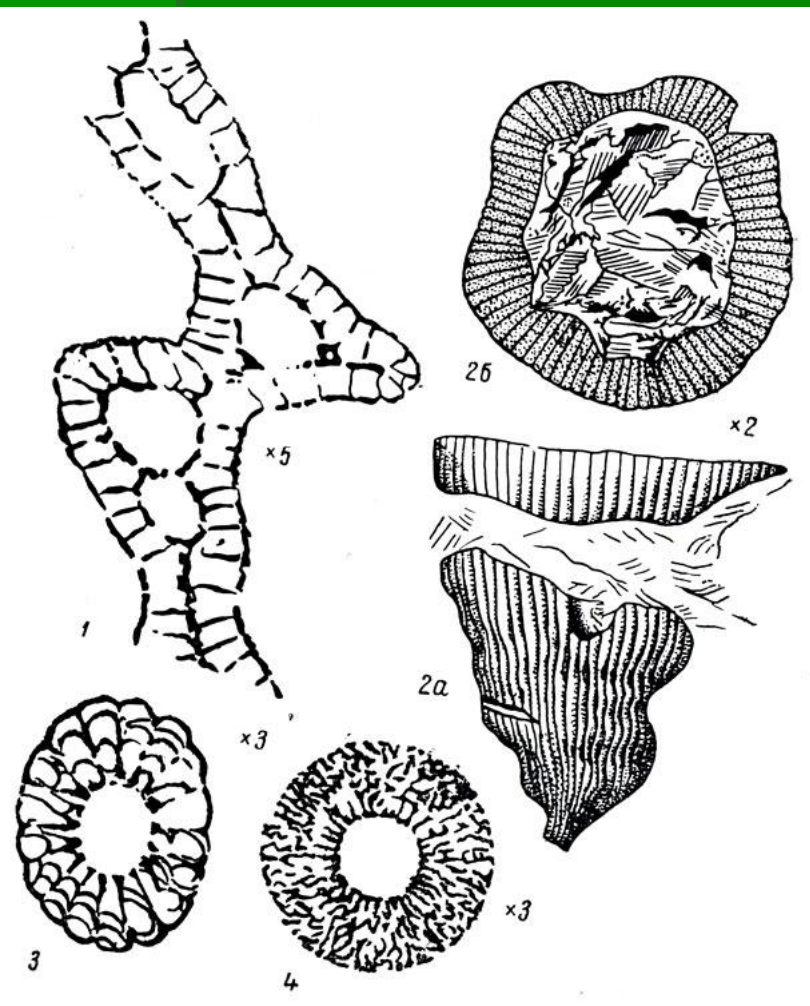


Кембрийские трилобиты





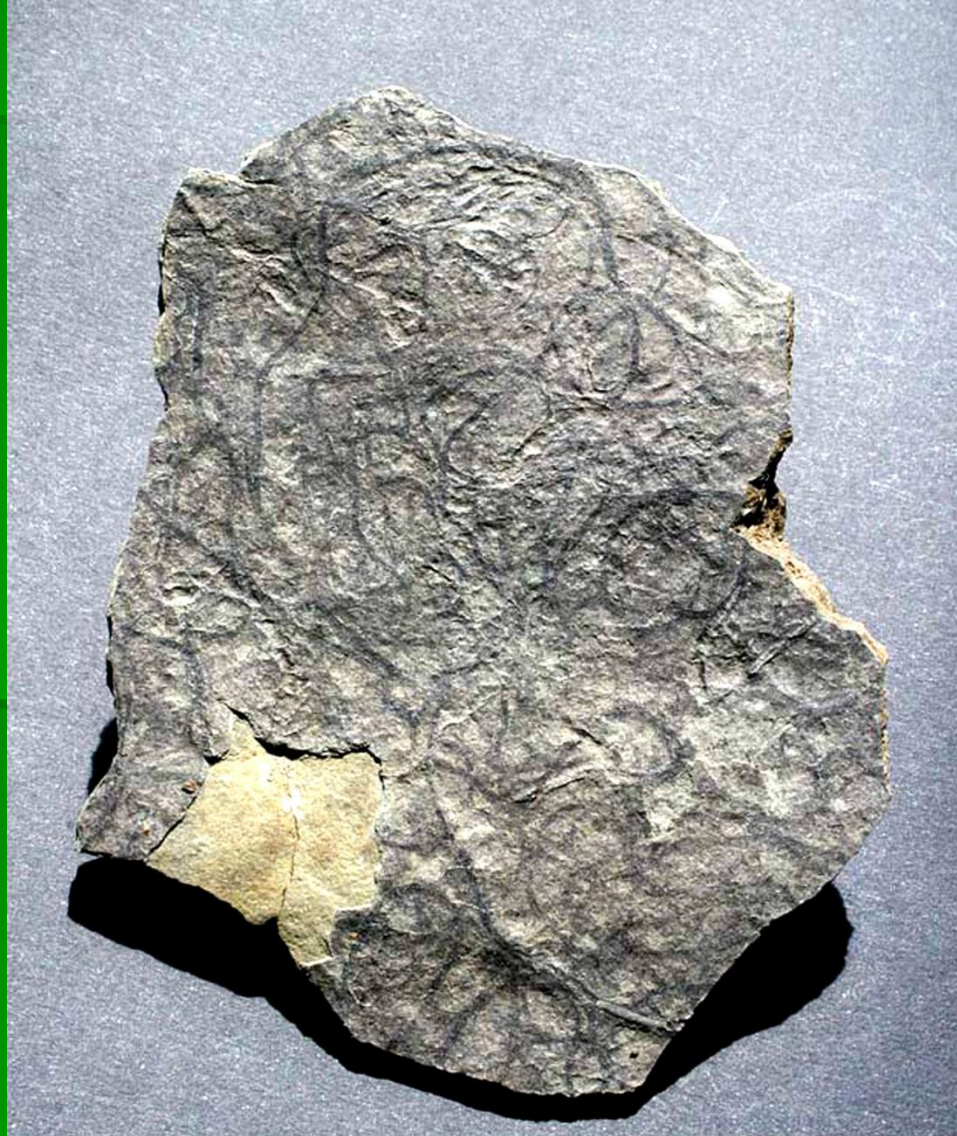
■ Археоциаты. Рифообразователи.



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



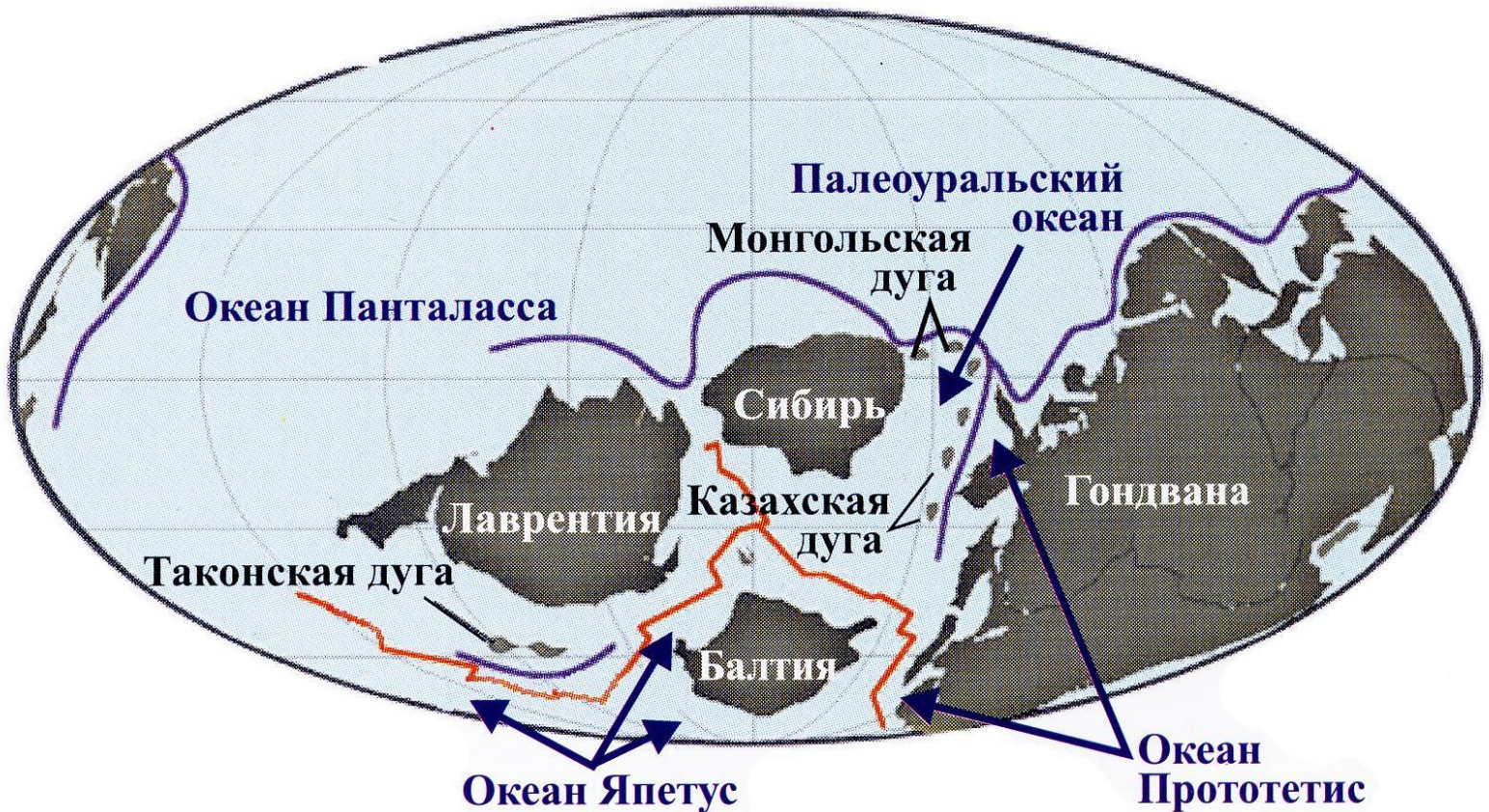
Водоросль *Vendotaenia antiqua* (нижний кембрий)



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



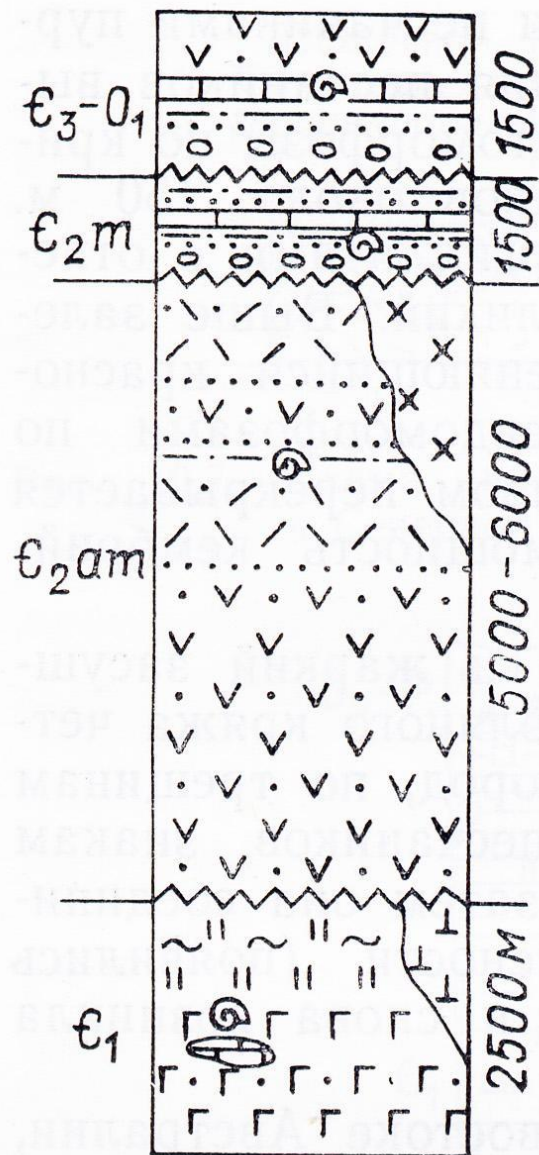


Рис. 10.9. Схематический разрез кембрия хр. Чингизтау.

- 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

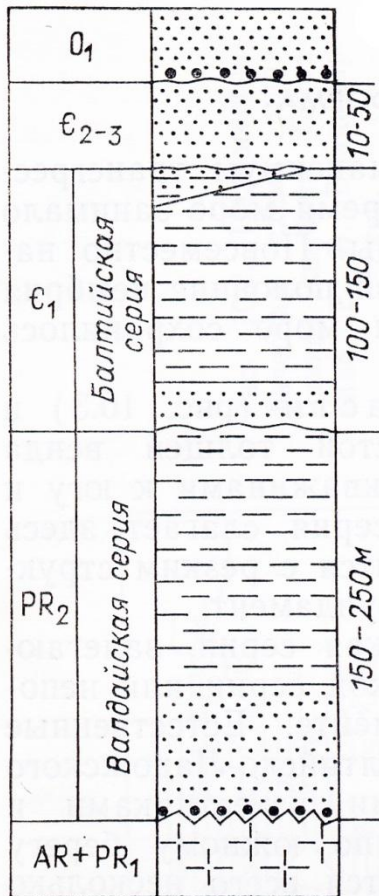
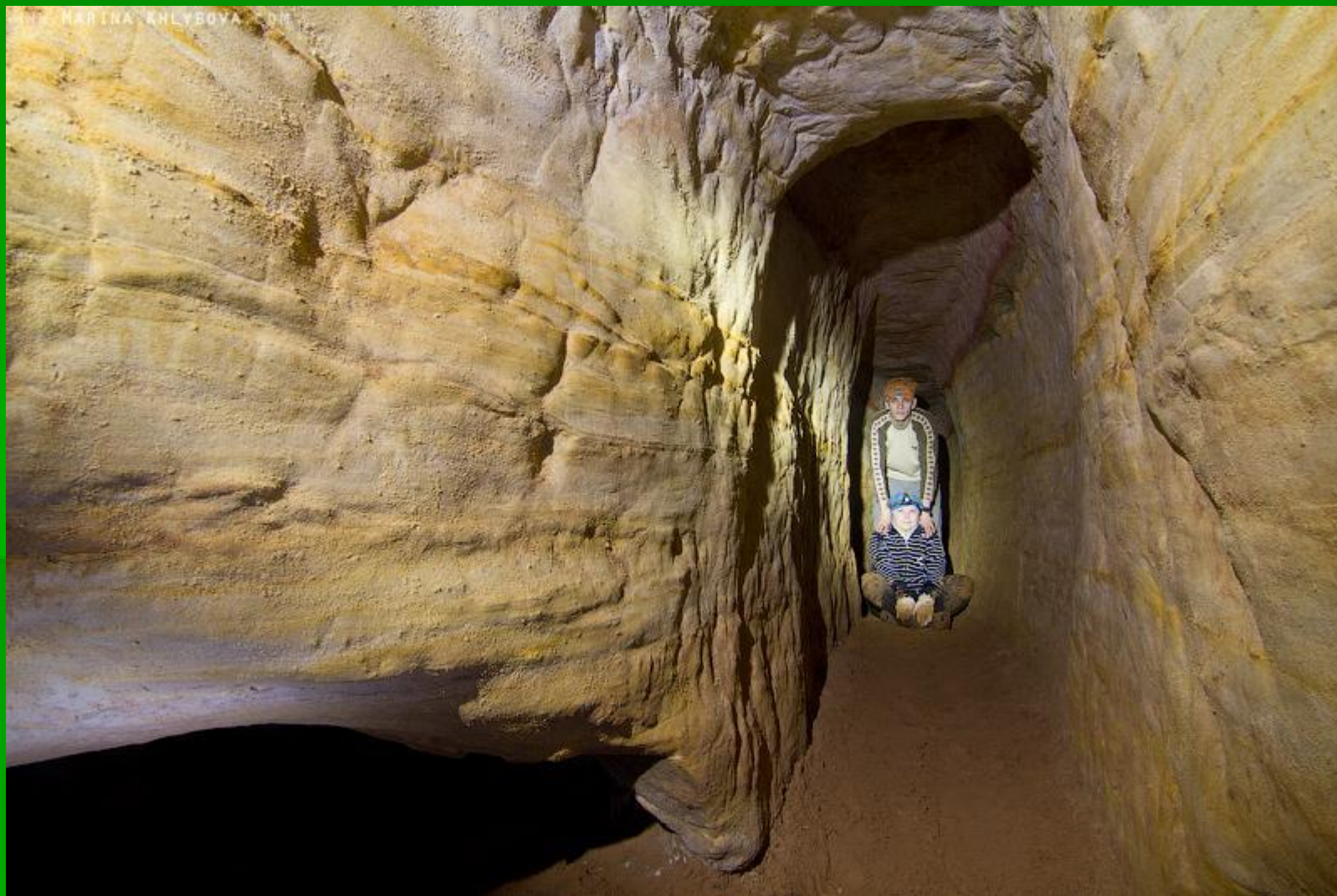


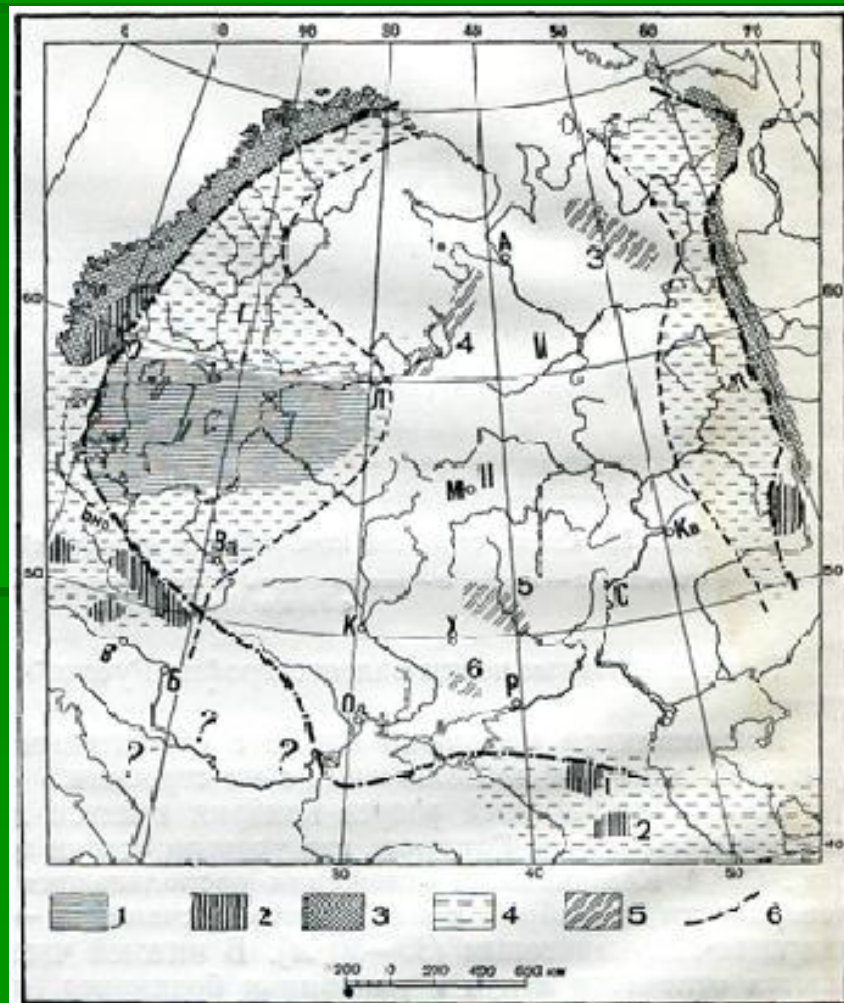
Рис. 10.3. Разрез венда и кембрия Ленинградской области.

- **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).

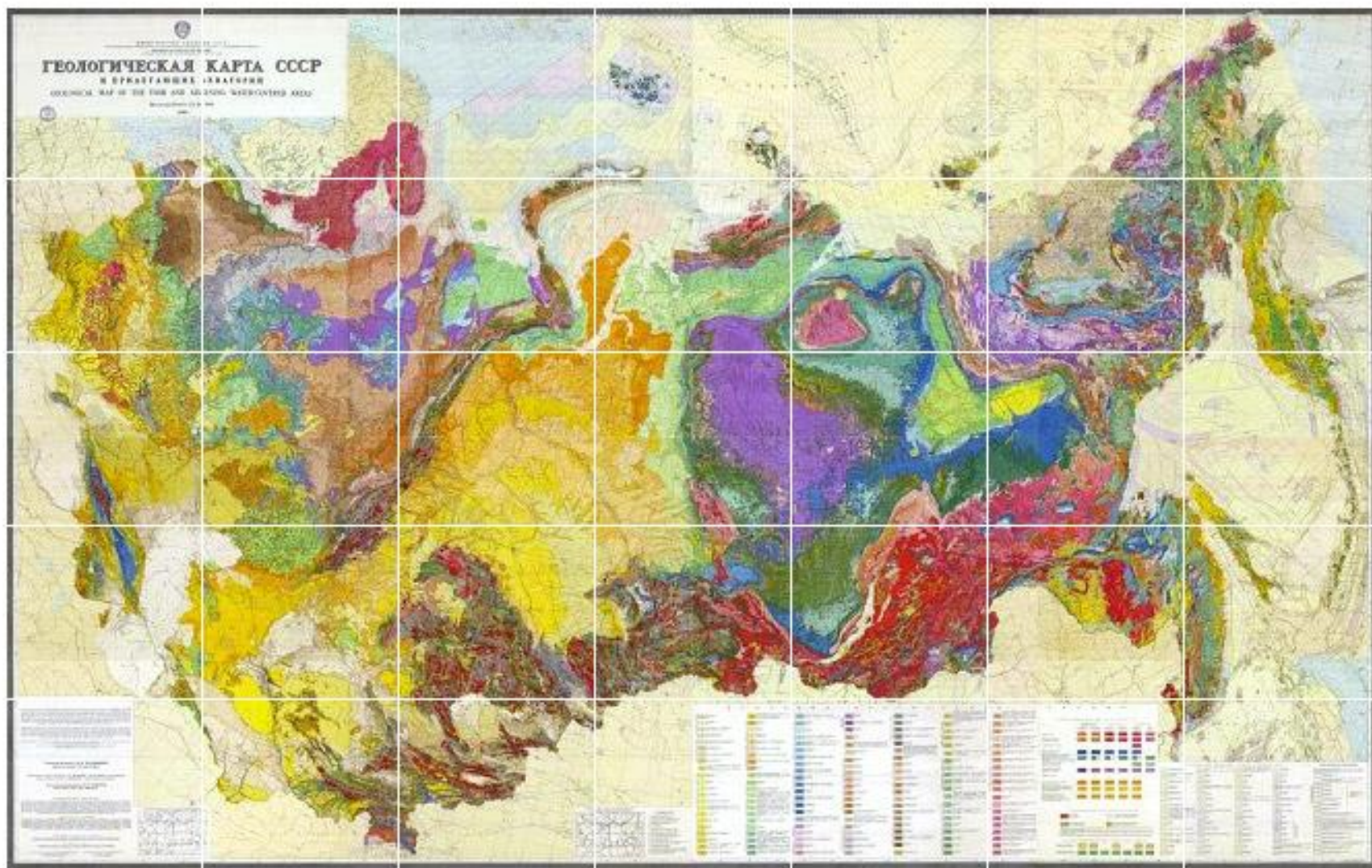
Ленинградская область, Саблино. Кембрийские кварцевые песчаники.



Распространение кембрийских отложений на Русской плите



Сибирская платформа



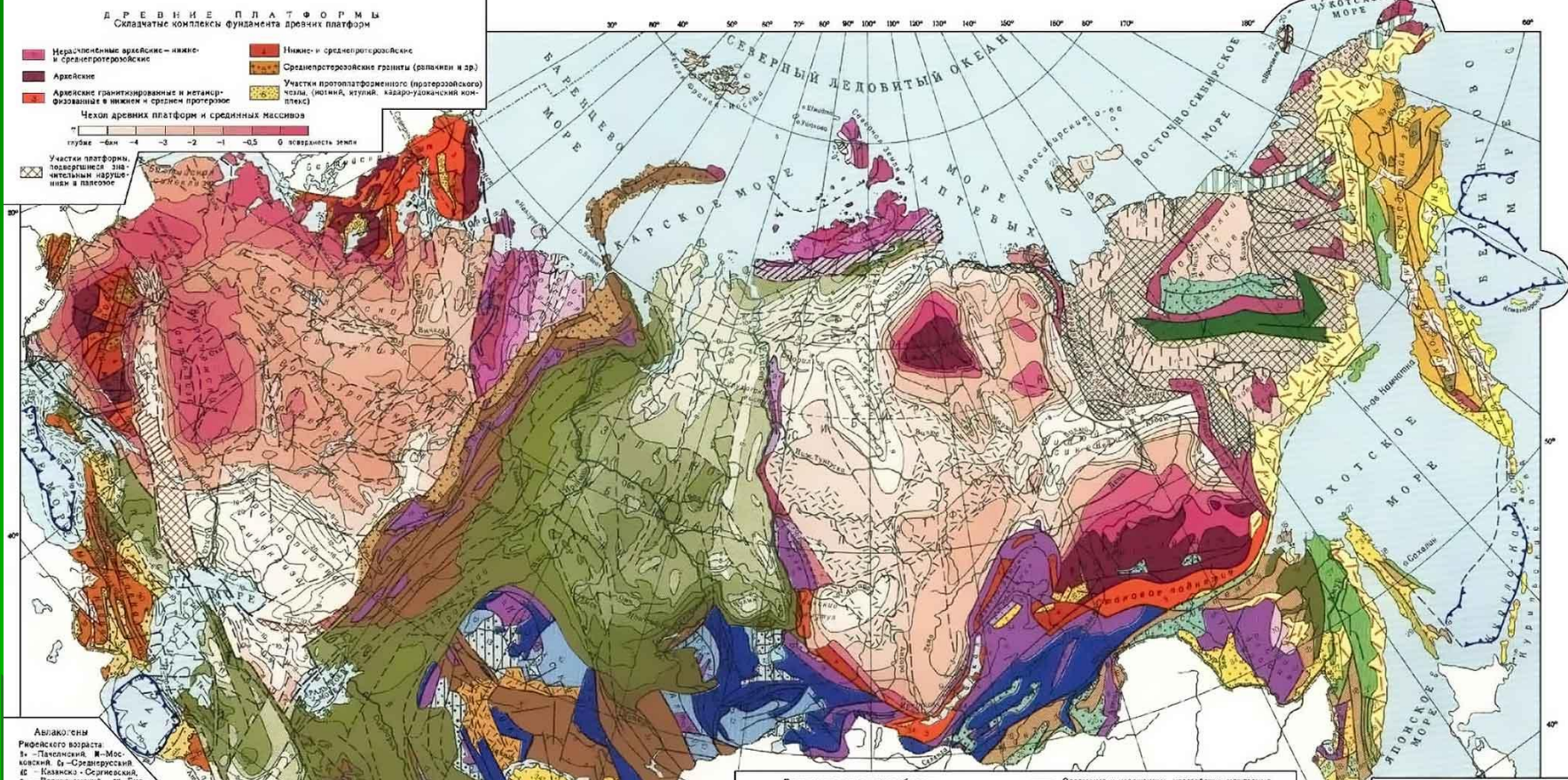
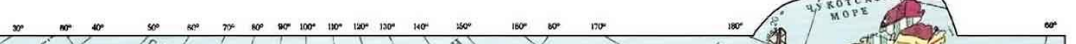
ДРЕВНИЕ ПЛАТФОРМЫ
Складчатые комплексы фундамента древних платформ

- Нерасчленимые архейские – кайнозойские и раннепротерозойские
- Архейские
- Архейские гранитированные и метакристаллические в нижнем и среднем протерозое
- Нижне- и среднепротерозойские
- Среднепротерозойские граниты (рапакивни и др.)
- Участки протоплатформенного (протерозойского) чехла (полюк, мюль, казаруджакский комплекс)

Чехол древних платформ и срединных массивов



Участки платформ, подвергшиеся значительным нарушениям в палеозое



Авлагениты

- Рифейского возраста:
 - В – Палеозойский, И – Московский, Б – Сиверский
 - БС – Казанско-Орловский, В – Верхнекамский, ВВ – Вирский-Камский
- Рифейско-палеозойского возраста:
 - БВ, ВВ, ДД – Бирюсинский, Приполярный и Восточно-Донецкий впадины авлагениты
 - Большого Донбасса
 - Палеопротерозойского возраста: ИВ – Тагирский, ИЖ – Маньчжурский, ИТ – Туркестанский

Выходы на поверхность складчатых комплексов

- R-PZ
- P-T

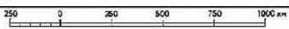
СКЛАДЧАТЫЕ ПОЯСА, ВКЛЮЧАЯ ПЛИТЫ МОЛОДЫХ ПЛАТФОРМ
Байкальские, включая дальневосточные (среднерифейские) складчатые области

- Складчатые комплексы
- Орогенные (молассовые) комплексы межгорных впадин
- Чехол плит молодых платформ (частично более древний) фундамента
- Орогенные (молассовые) комплексы (Д) межгорных впадин



Каледонские складчатые области

- Раннекаледонские складчатые комплексы (R-C)
- Позднекаледонские складчатые комплексы (C-S)
- Орогенные (молассовые) комплексы (Д) межгорных впадин
- Области, консолидировавшиеся в связи с герцинским орогеном в каледониде
- Девонский вулканический пояс



Герцинские складчатые области

- Нерасчленимые складчатые комплексы
- Орогенные (молассовые) комплексы межгорных впадин и краевых прогибов
- Подгерцинские складчатые комплексы

Чехол плит молодых платформ с палеозойским (частично более древним) фундаментом



Раннемезозойские складчатые области

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

Орогенные и нагоженные мезозойские межгорные впадины

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

Альпийские складчатые области

- Эпимезозойская платформенная чехол
- Складчатые комплексы
- Орогенные (молассовые) комплексы межгорных впадин и краевых прогибов

Разнокаледонские складчатые области

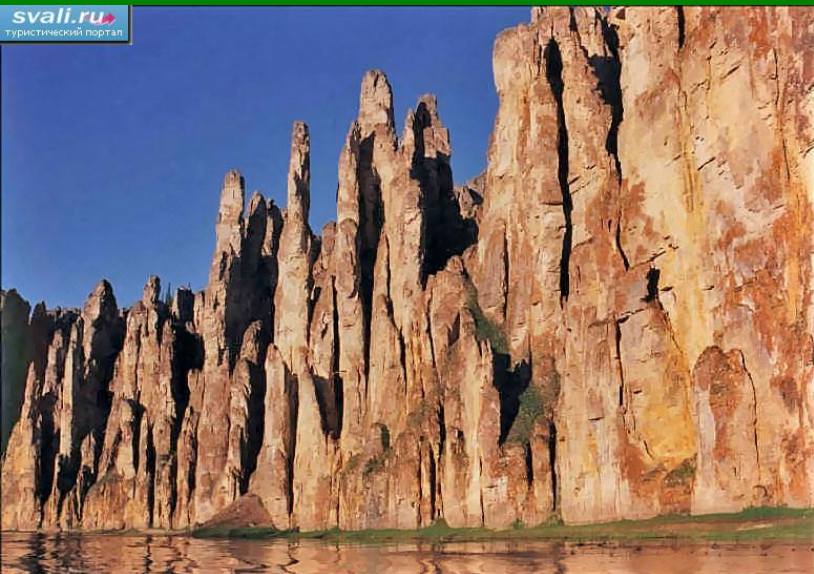
- Комплексные основания (палеозойские – подмезозойские)
- Складчатые комплексы (K-N)
- Орогенные и нагоженные кайнозойские межгорные впадины

Курильско-Камчатская область недрезерной складчатости

- Складчатые комплексы
- Орогенные (молассовые) комплексы межгорных впадин

Прочие обозначения

- Зоны наиболее широкого развития трилобов
- 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

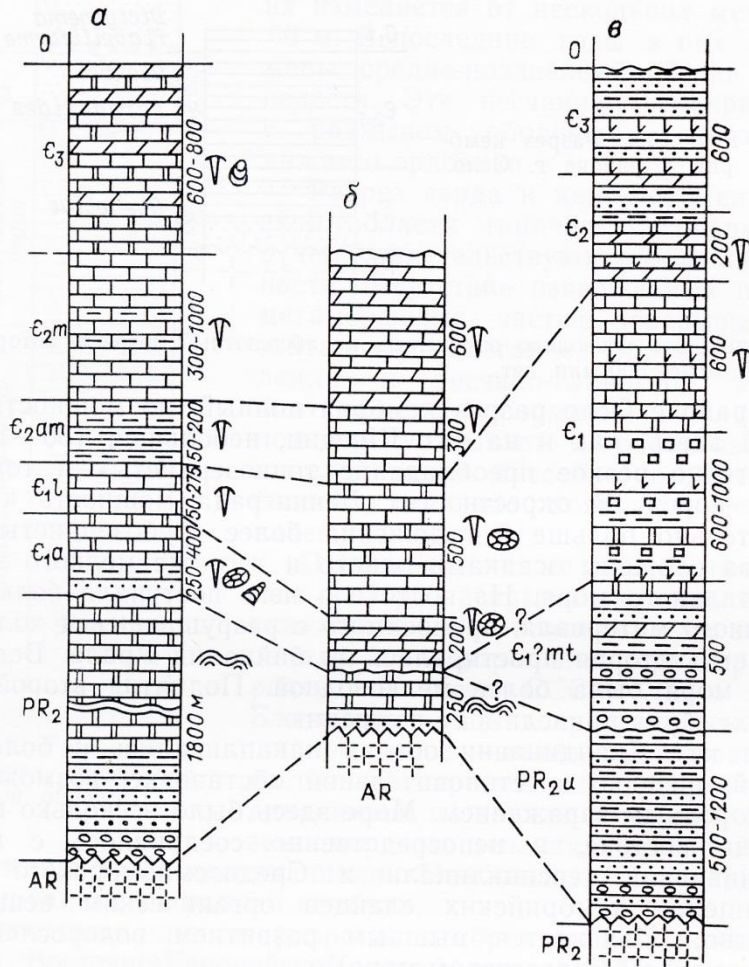
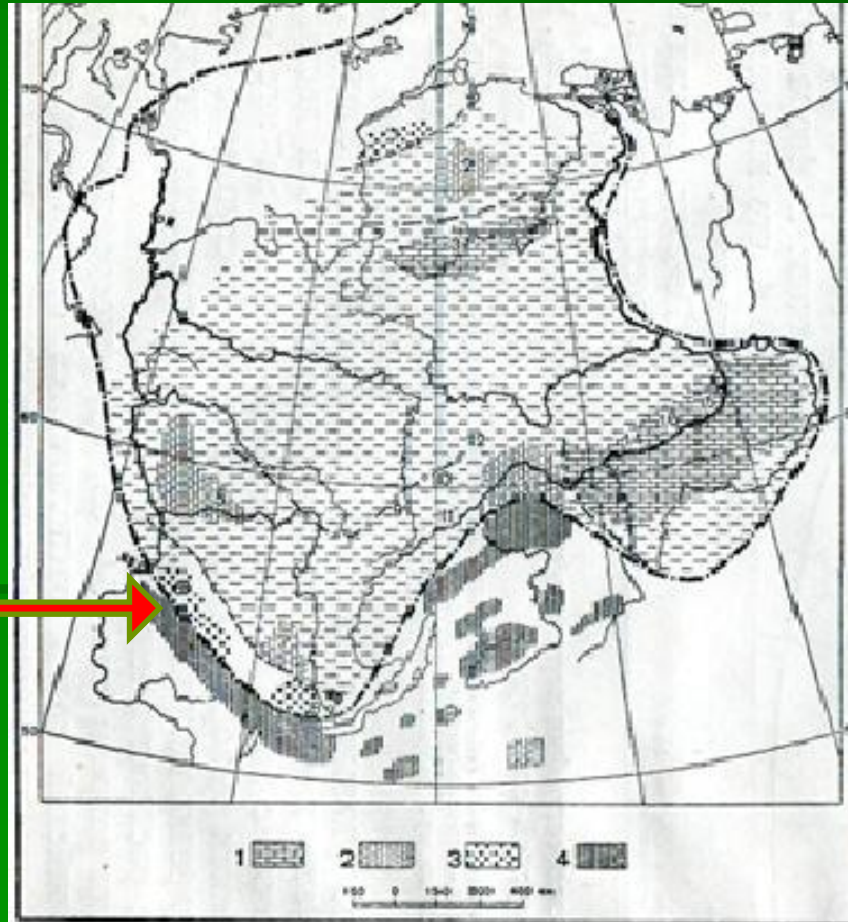


Рис. 10.5. Разрезы кембрия Сибирской платформы.
а — северо-запад; б — восток; в — юг (Иркутский амфитеатр).

- 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

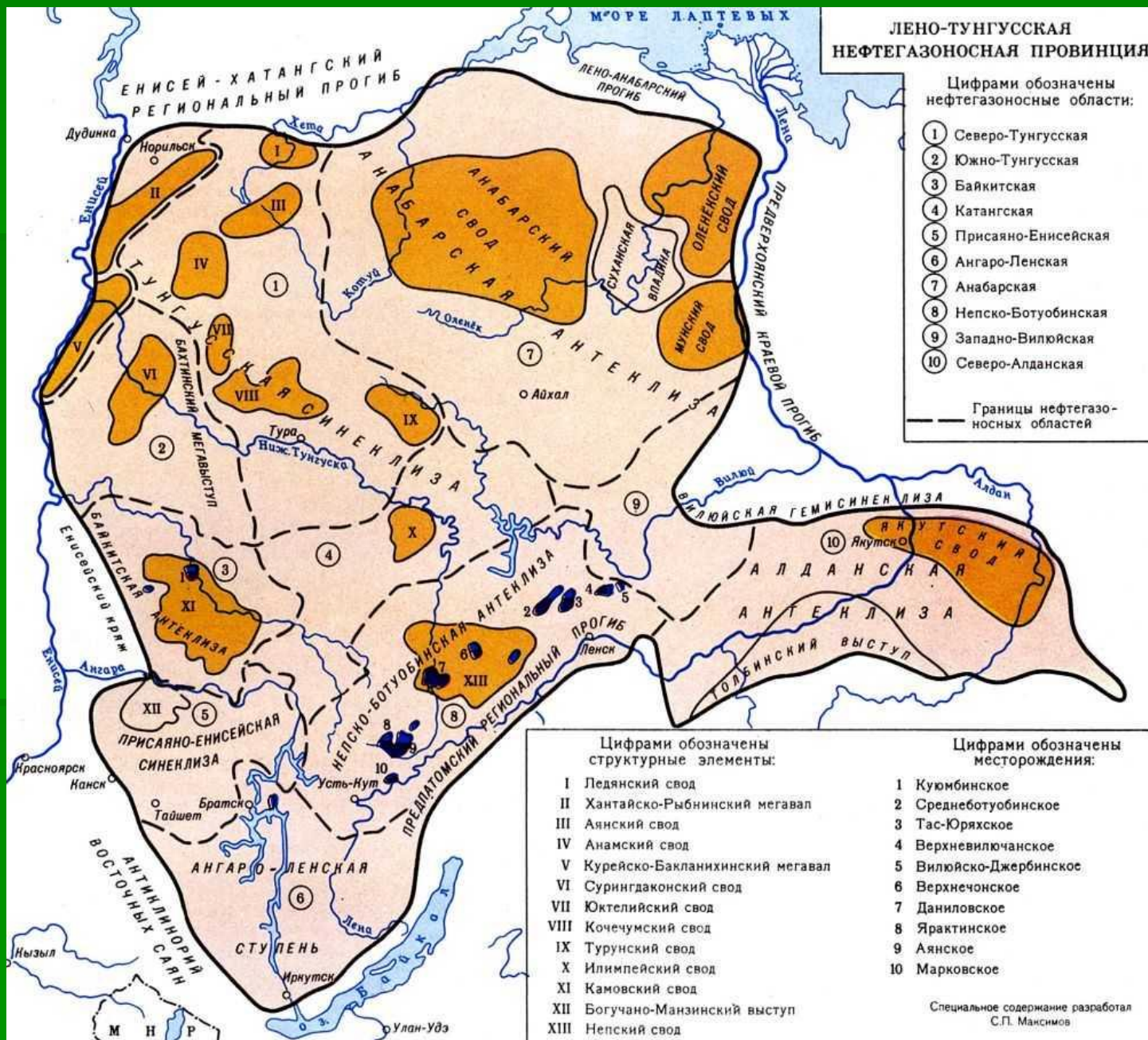
- Гондвана занимала положение в южных широтах (от южного полюса до экватора).
- Большая часть континента испытывала поднятие, и только по его периферии располагались морские бассейны.
- Континентальный базальтовый магматизм проявился на северо-западе Австралийского континента.

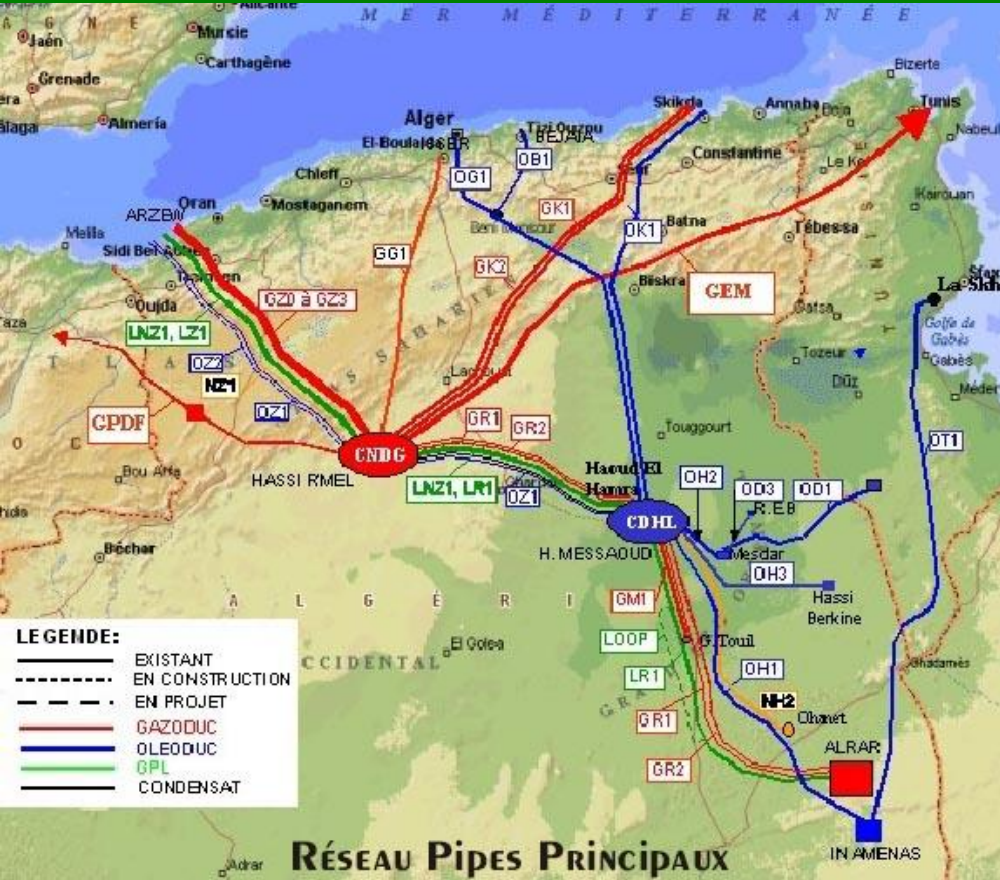
Климатическая зональность

- 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).

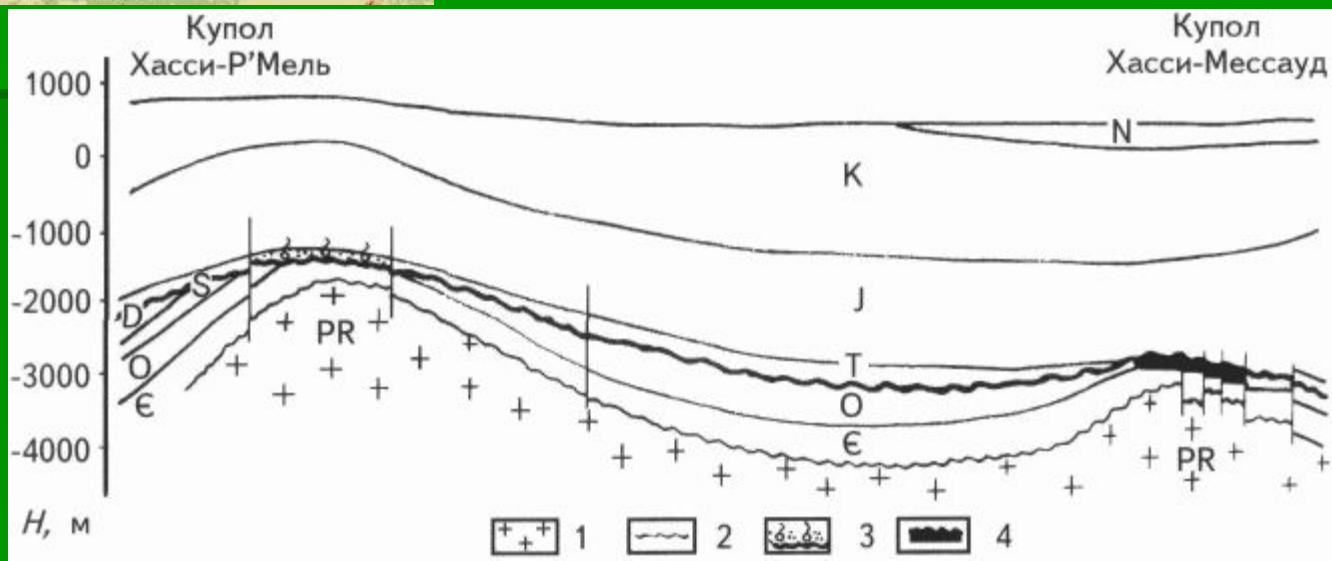
Полезные ископаемые

- Венд-кембрийский возраст имеют нефтеносные горизонты Иркутского амфитеатра и Прибалтики.
- Гигантское месторождение Хасси-Месауд (Алжирская Сахара) – кембрий-ордовик.
- Битуминовые 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.





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)

