

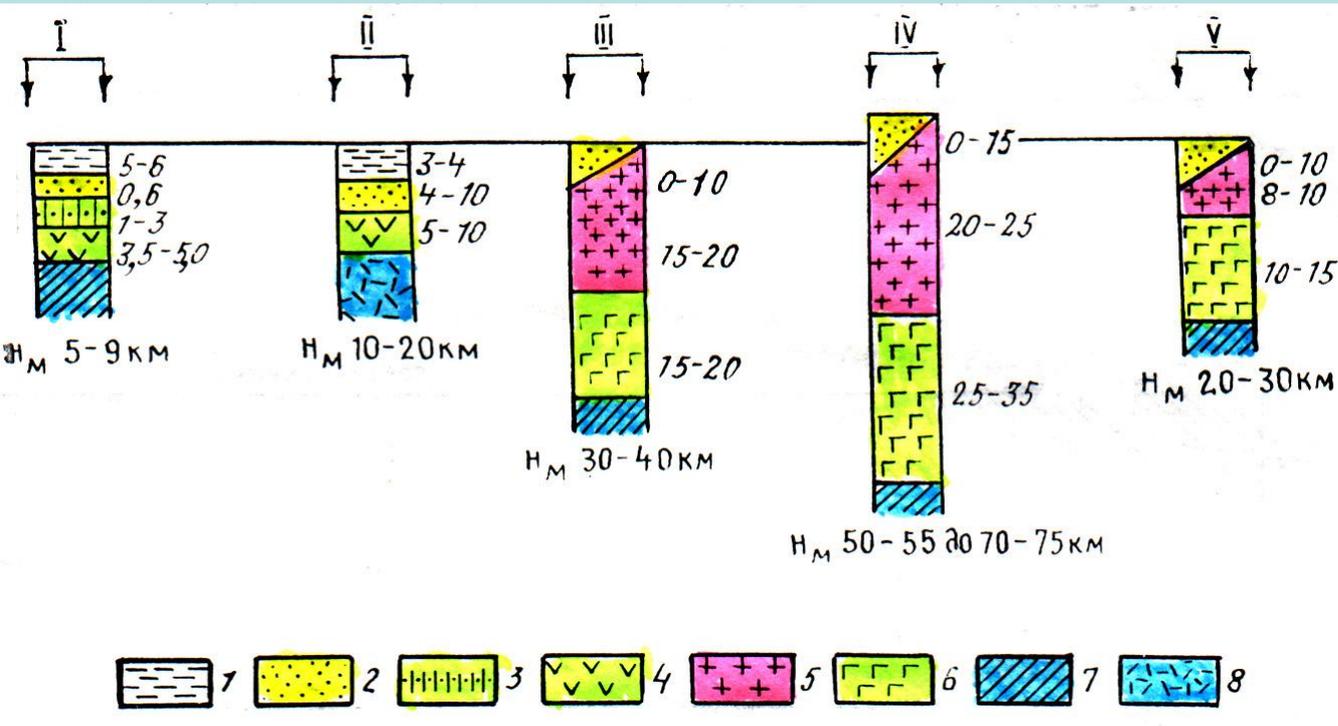
Общая геология

Лекция №9

Осадочная оболочка Земли (стратисфера)
Стратиграфия и геохронология.

Долина р. Бельбек. Крым.

Строение земной коры.



I – океанская кора (ложе океана).

II – субокеанская кора (впадины окраинных морей).

III – континентальная кора платформ.

IV – континентальная кора орогенных поясов.

V – субконтинентальная кора (островные дуги).

1 – слой воды; 2 – осадочный слой; 3 – второй слой океанской коры (базальтовый)

4 – третий слой океанской коры (кристаллические породы типа габбро);

5 – гранито-гнейсовый слой континентальной коры; 6 – гранулит-базитовый слой;

7-8 – ультраосновные породы мантии.

В земной коре: осадочные породы ~ 10% массы, магматические, метаморфические ~ 90%

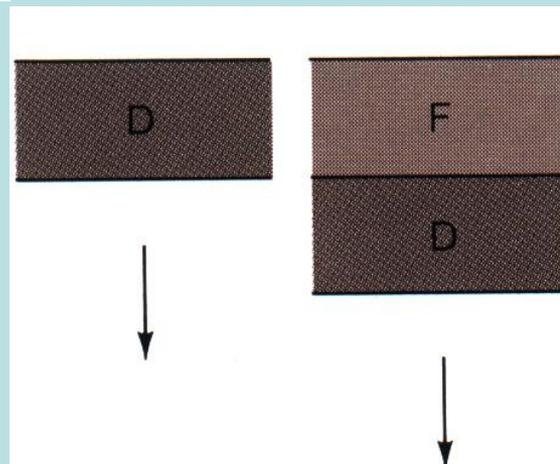


Эдуард Зюсс (1831-1914)
«Лик Земли» 1883-1909 г.
Стратисфера – слоистая
осадочная оболочка
Земли.

Слой – трёхмерное геологическое тело, сложенное осадочной породой, которое имеет большую площадь и относительно малую мощность (толщину).

Слой ограничен сверху и снизу поверхностями раздела, отделяющими его от соседних слоёв (поверхности наслоения или напластования).

Верхняя поверхность – **кровля слоя**, нижняя – **подошва слоя**.



У двух слоёв, соседних в вертикальном разрезе, кровля и подошва совпадают. Кровля нижележащего слоя - это подошва слоя, его перекрывающего.

Главное свойство осадочных пород – их слоистое строение.

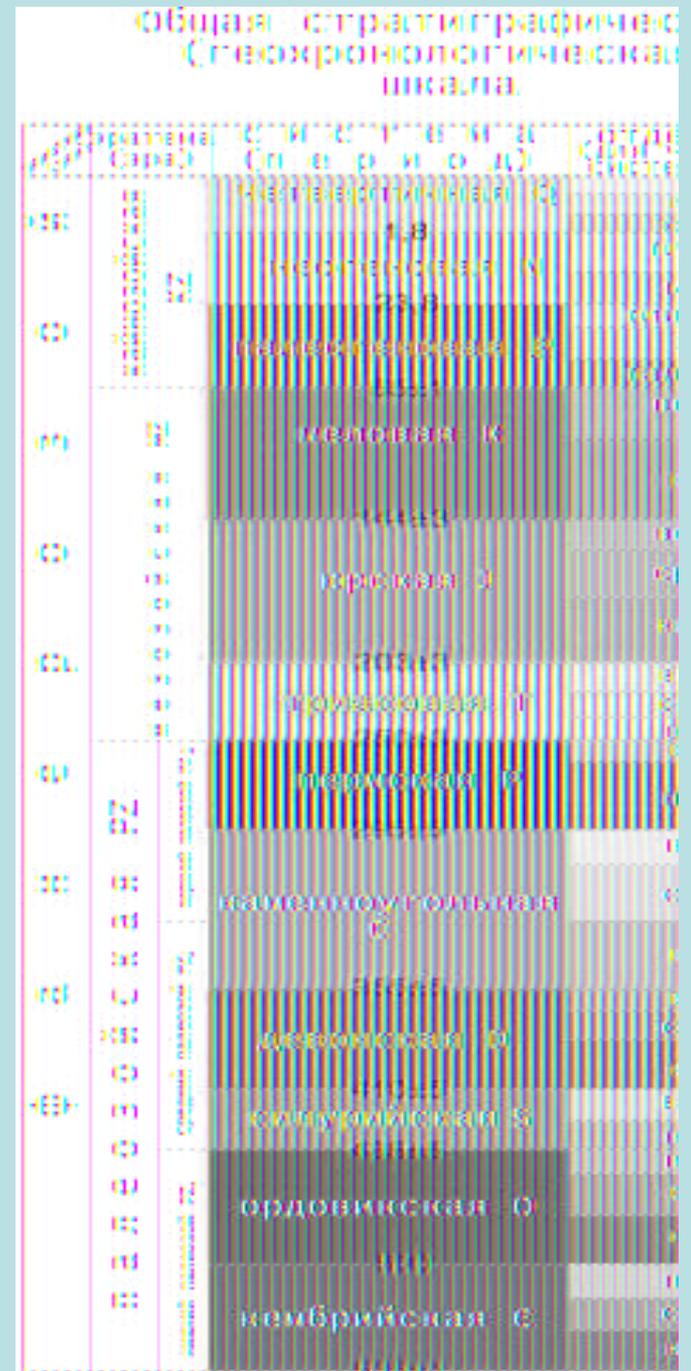
Слоистость – чередование слоёв в разрезе.



Большой каньон.

Внизу река
Колорадо.

Время и способы его измерения

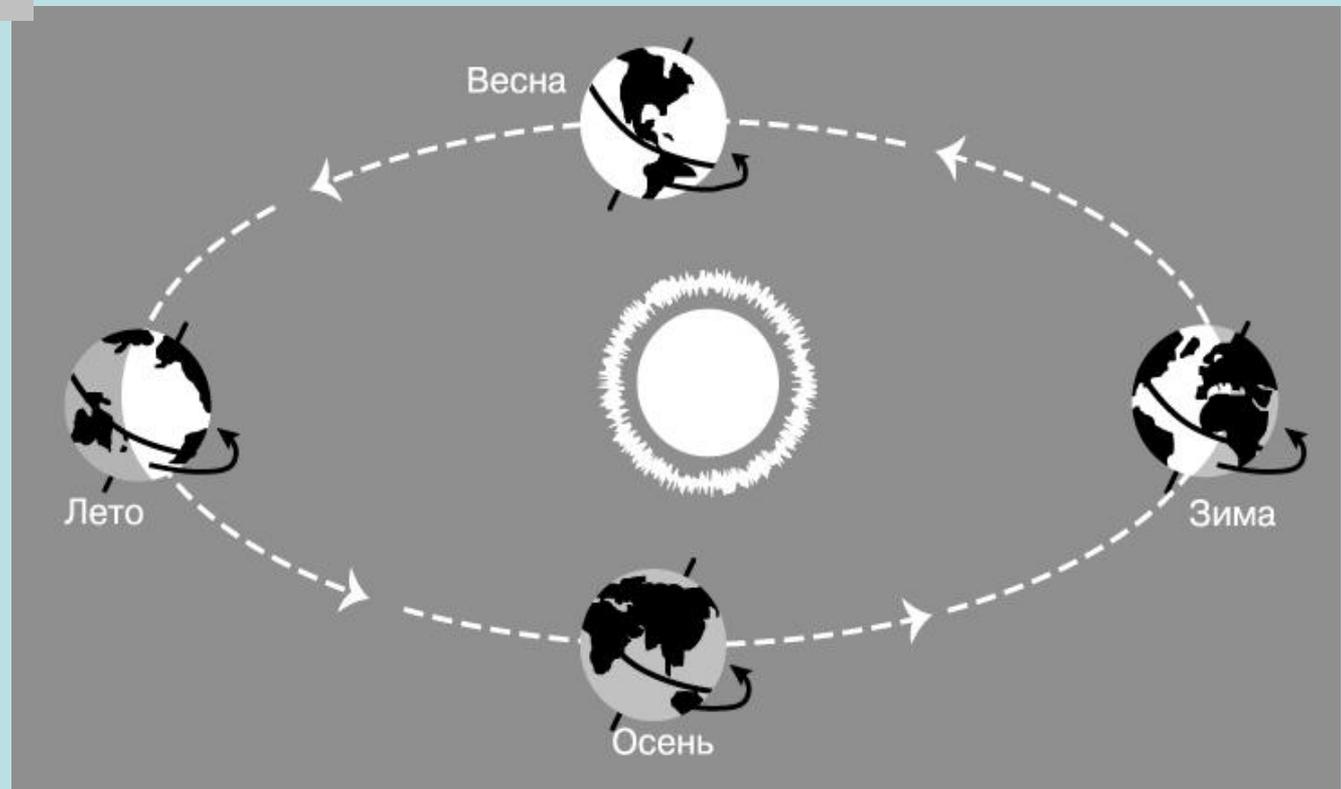


Солнечное (астрономическое) время.

Сутки



Год



Относительное время

Вчера – сегодня(сейчас) – завтра.

Раньше – одновременно – позже.

Сверхзадача геологии – восстановление истории развития Земли.

Геология – наука историческая!

Для того, чтобы выстроить события в определённой последовательности нужна

шкала времени!

Время в геологии

Николаус Стено (1638 – 1686)

В 1669 г. опубликовал книгу, в которой изложил некоторые свои заключения о строении толщ осадочных пород.



Памятник в Копенгагене



Наиболее важные заключения Стено:

1) **Принцип непрерывности**: любой осадочный слой первоначально имел непрерывное распространение и лишь потом мог быть расчленён эрозией или тектоническими дислокациями.



Долина
монументов,
Колорадо, Юта,
США.

2) **Принцип суперпозиции слоёв:** каждый вышележащий слой образовался путём осаждения из жидкости, и во время его образования вышележащие слои ещё не существовали.



А.В. Шацко на обнажении. Восточная Сибирь.

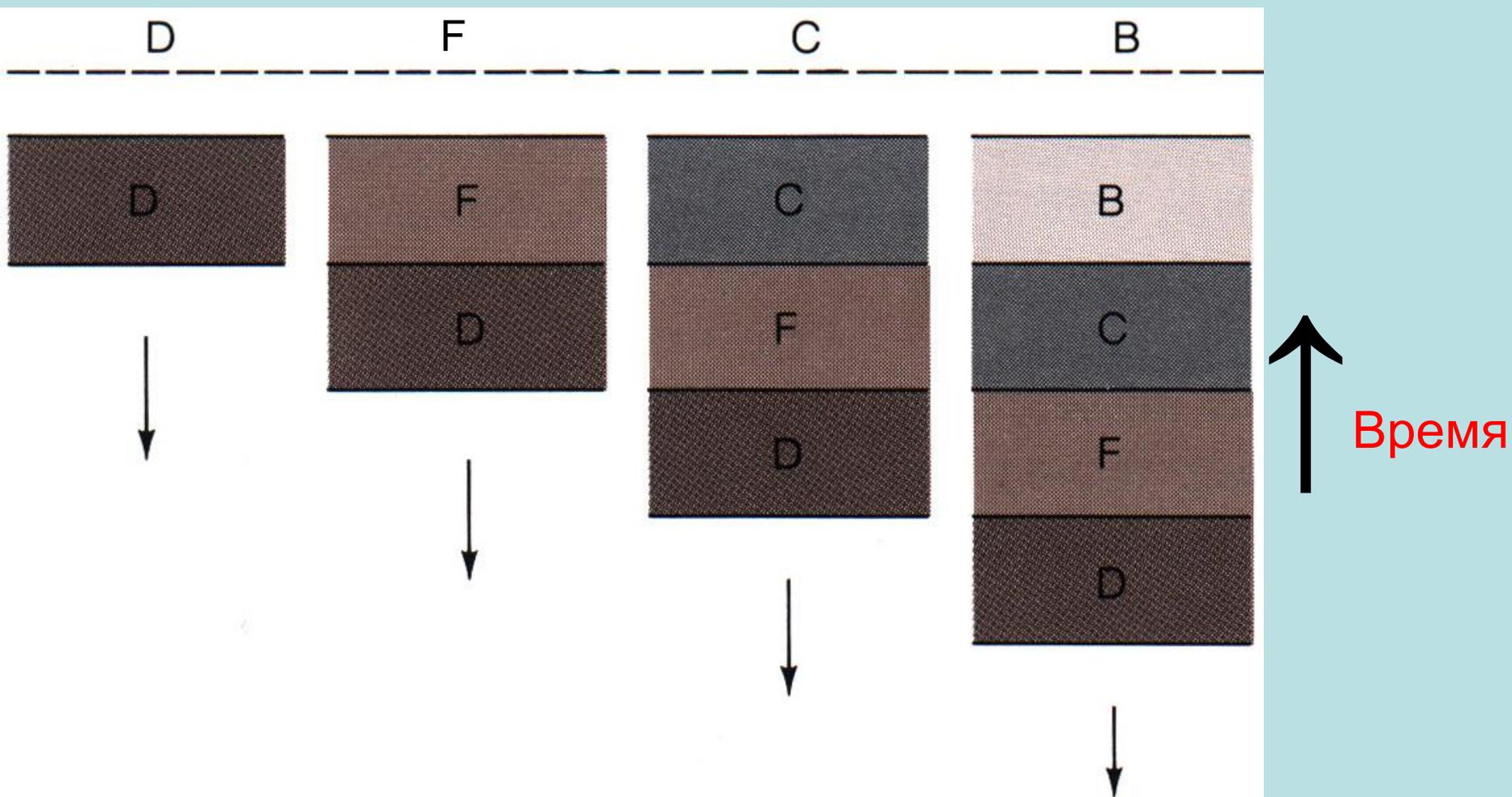
3) Слои первоначально отлагаются горизонтально, и их подошва и кровля являются параллельными.



Кембрий Сибирской платформы. Фото Р.В. Веселовского

Схема последовательности накопления слоёв осадочных пород.

Каждый нижележащий слой древнее слоя его перекрывающего.



У геологии появилась возможность сравнивать события по принципу относительного времени – раньше или позже!



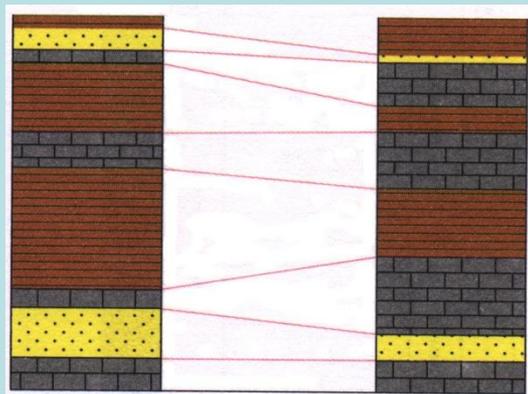
Нижние слои в разрезе образовались раньше верхних, и те геологические или биологические события, следы которых сохранились в них, естественно, и произошли раньше.

Разрез готерива на г. Длинная, Крым.

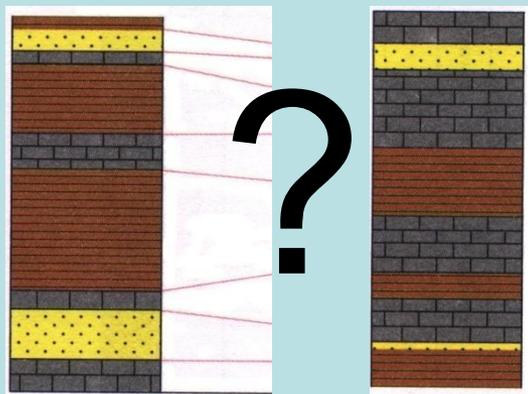
А как определить, что события в прошлом происходили одновременно?

Для этого надо сравнить разрезы между собой.

Сопоставление (корреляция) разрезов.



1). По литологическим признакам (по сходной последовательности смены однотипных по составу отложений в разрезе).



А, если смена отложений в разрезе не столь очевидна?

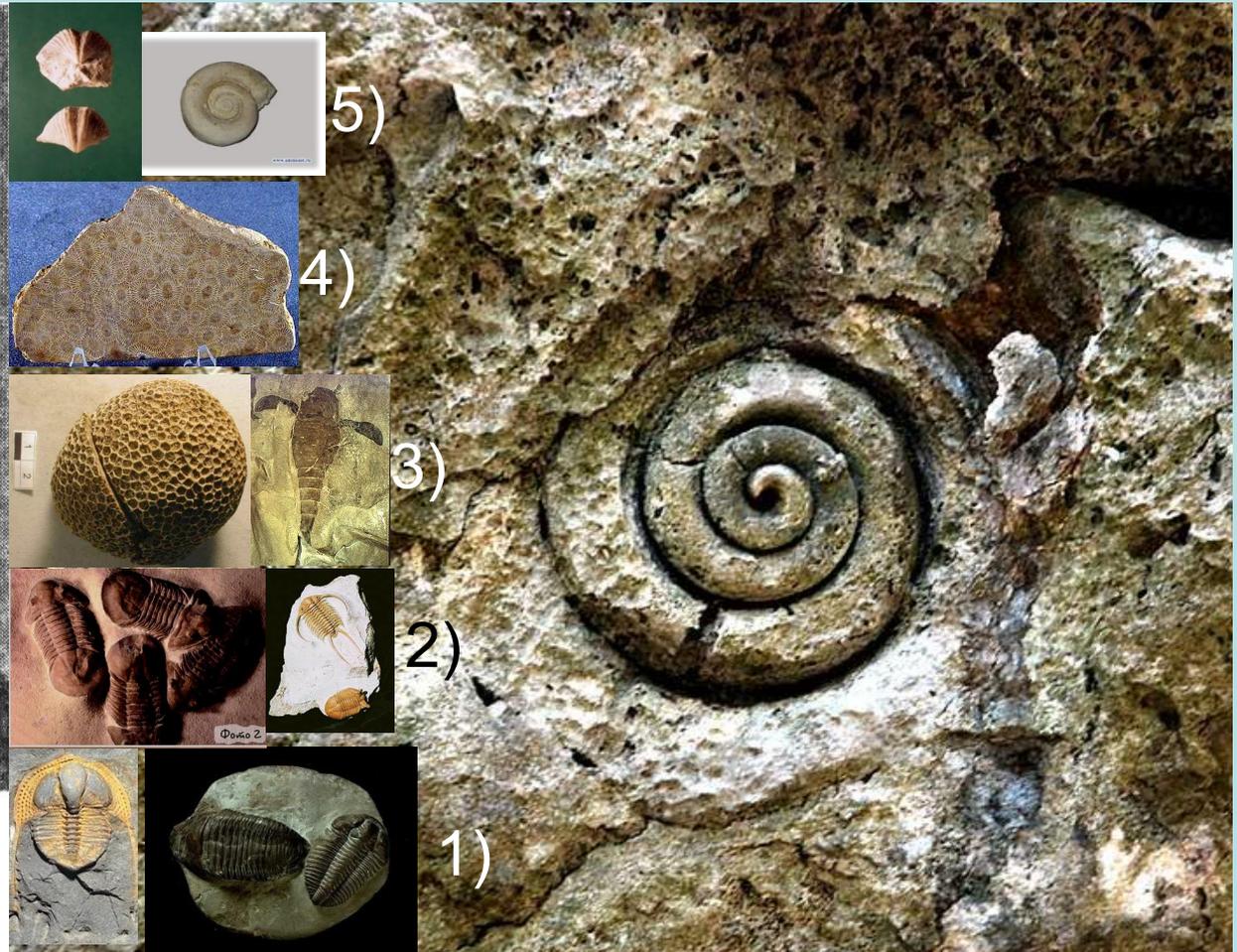
А, если разрезы находятся далеко друг от друга? Один – в Европе, другой – в Америке?

Вильям «Страта» Смит.

Землемер- самоучка, строил шахты, каналы. **Гениальная идея – слои можно распознавать и сравнивать между собой по содержащимся в них окаменелостям.** Расположил коллекцию ископаемой фауны в определенной последовательности, начиная с окаменелостей самых нижних слоёв, и заканчивая окаменелостями из самых верхних слоёв.



Вильям Смит
(1769—1839)





В. Смит установил стратиграфическую последовательность слоёв Англии и Уэльса и пришел к выводу, что слои с одинаковыми комплексами органических остатков являются одновозрастными.

Позднее, в 1815 году, составил первую геологическую карту Англии, Уэльса и Шотландии.

Заложил основы палеонтологического (биостратиграфического) метода датирования и сопоставления отложений и создания общей стратиграфической (геохронологической) шкалы.

Идеи В. Смита в Европе.



Исследовали разрез Парижского бассейна и установили, что по ископаемым остаткам можно не только разделить осадочные образования по возрасту, но и восстановить физико-географические условия их образования.



Ж. Кювье (1769-1832)

Ал. Броньяр (1770-1847)

Геология получила мощный метод исследования.

К 40-м гг. XIX века были выделены практически все системы фанерозоя.

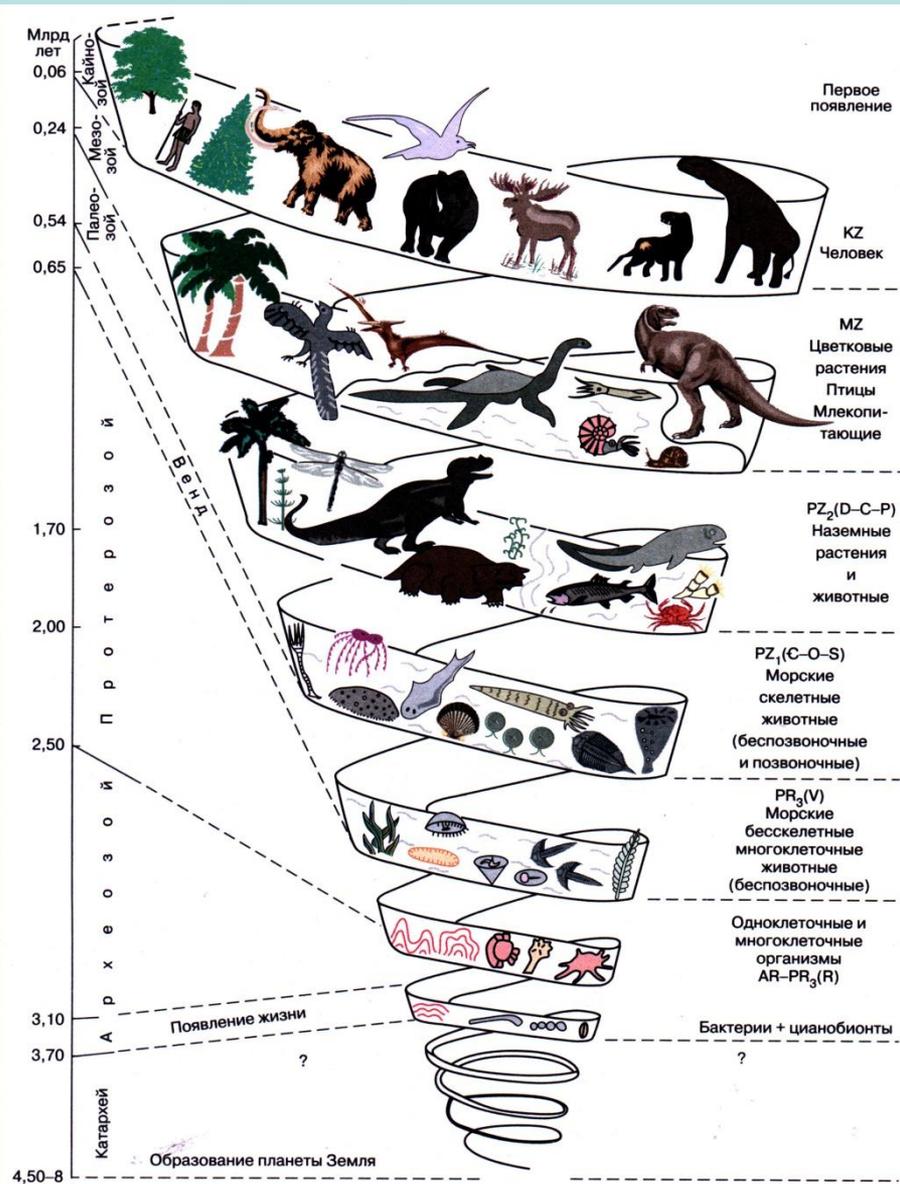
Меловая (Ж.Б.Д'Омалиус д'Аллау, 1822), каменноугольная (В.Д.Конибер и Дж.Филлипс, 1822), юрская (А.Броньяр, 1829), триасовая (Ф.Альберти, 1834), кембрийская (А.Седжвик, 1835), силурийская (Р.Мурчисон, 1839), девонская (А.Седжвик и Р.Мурчисон, 1839). Пермская (Р.Мурчисон, 1841).

Дальнейшее изучение разрезов, содержащих окаменелые органические остатки, позволило сделать следующие выводы:

1) Вертикальный разрез осадочных пород на всех континентах имеет **одну и ту же последовательную смену ископаемых организмов от примитивных форм к всё более сложным высокоорганизованным.**

2) В процессе эволюции любой биологический **вид, род,** раз **возникнув,** пройдя свой путь развития **и исчезнув,** больше **никогда в более позднее время не появляется.**

Массовые вымирания: венд-кембрий, ордовик-силур, **пермь-триас (85%),** триас-юра, **мел-палеоген.**



Непрерывно-прерывистое и необратимое развитие органического мира.

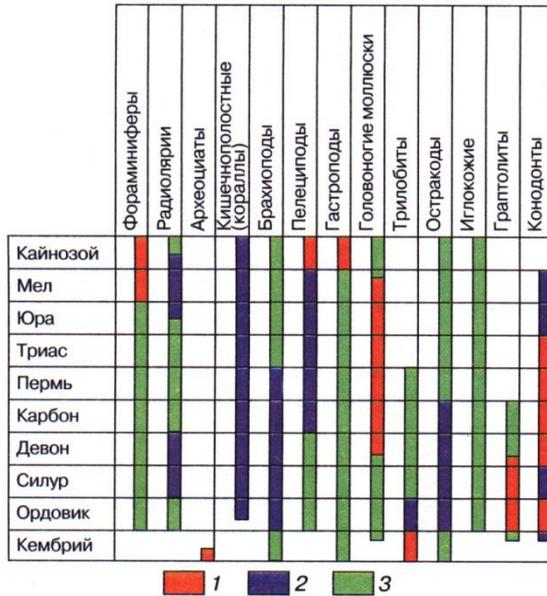
Каждому отрезку геологического времени отвечают характерные только для него растения и животные.

Методы биостратиграфии

1) Метод руководящих форм.

Таких форм мало. Они характеризуются:

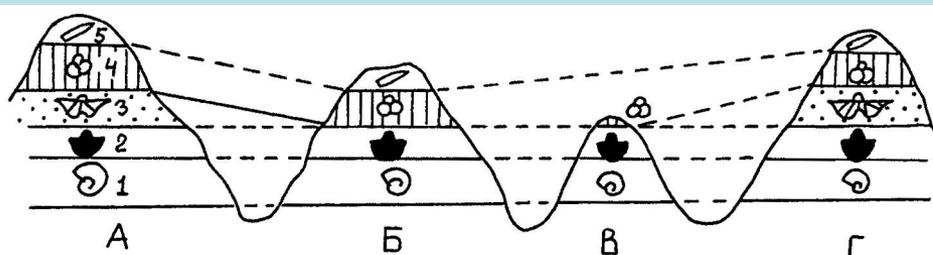
- 1) значительной изменчивостью во времени и недолговечностью,
- 2) обилием особей и широким горизонтальным распространением,
- 3) хорошей сохранностью и специфическими отличительными чертами твёрдых частей скелета.



Стратиграфическое значение главных групп морских беспозвоночных в фанерозое
Группы: 1 — используемые для корреляции с общей шкалой; 2 — применяющиеся в региональной стратиграфии; 3 — используемые в местной стратиграфии

2) Метод характерных комплексов.

Для каждого отрезка геологического времени существует свой набор биологических форм. Этот набор никогда не повторяется.



Сопоставление разрезов палеонтологическим методом. Слой 3 отсутствует в разрезах Б и В. Остальные слои прослеживаются во всех разрезах

Методы стратиграфии

Методы стратиграфии				
Биостратиграфические (палеонтологические)	Литолого- седиментационные	Физико-химические		Комплексные
		геохимические	геофизические	
Руководящих форм	Собственно литологический	Изотопной геохронологии	Каротажа	«Событийной» стратиграфии
«Характерных комплексов»	Минералогический	Изотопной хемотратиграфии	Палеомагнитный	«Климатостратиграфический»
Экостратиграфический (палеоэкологический)	Ритмостратиграфический	Собственно геохимический	Сейсмический	



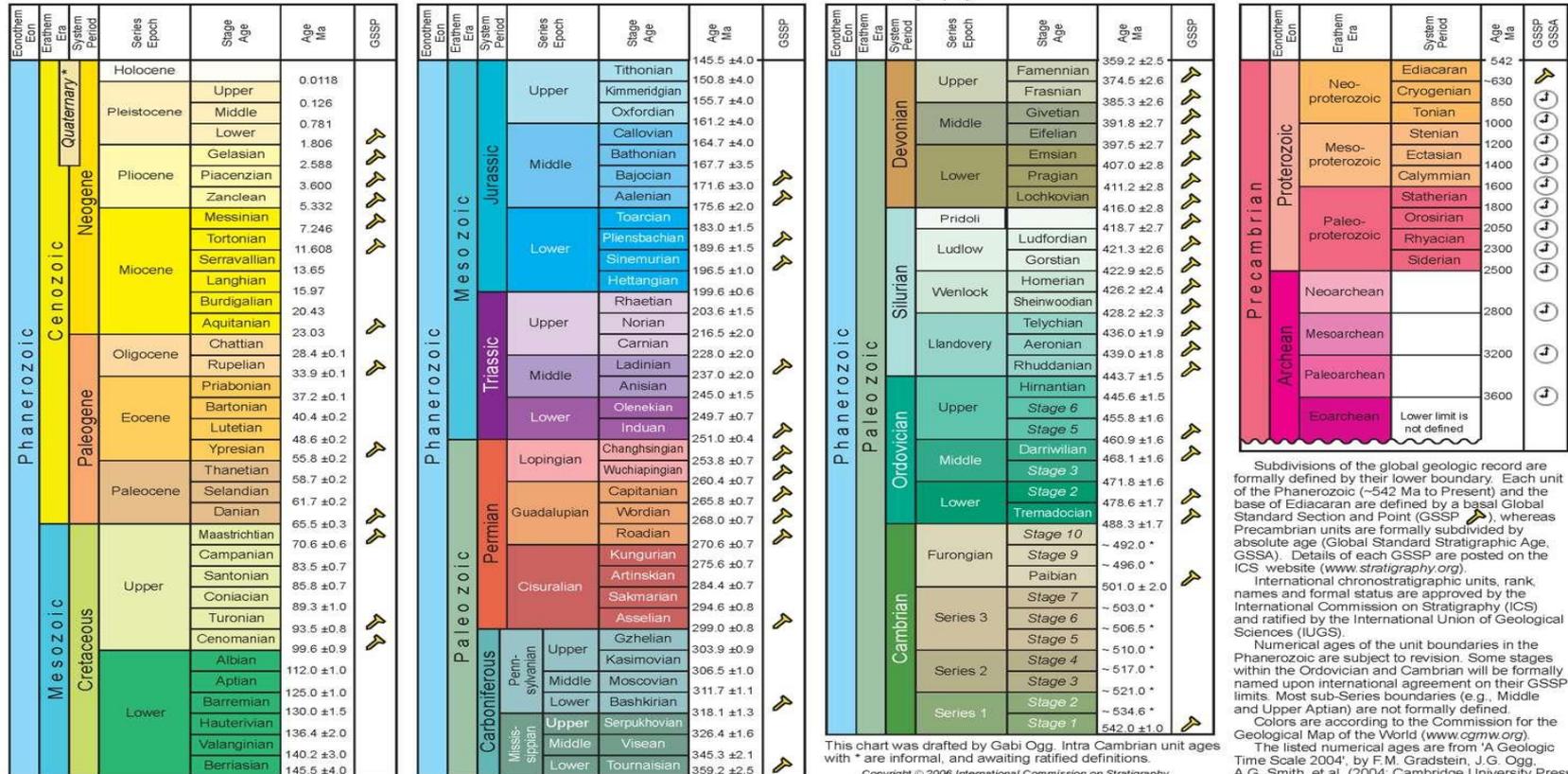
Биостратиграфические методы – основные и самые точные!

Международная стратиграфическая (геохронологическая) шкала.



INTERNATIONAL STRATIGRAPHIC CHART

International Commission on Stratigraphy



* proposed by ICS

This chart was drafted by Gabi Ogg. Intra Cambrian unit ages with * are informal, and awaiting ratified definitions.
Copyright © 2006 International Commission on Stratigraphy

Subdivisions of the global geologic record are formally defined by their lower boundary. Each unit of the Phanerozoic (~542 Ma to Present) and the base of Ediacaran are defined by a basal Global Standard Section and Point (GSSP), whereas Precambrian units are formally subdivided by absolute age (Global Standard Stratigraphic Age, GSSA). Details of each GSSP are posted on the ICS website (www.stratigraphy.org).

International chronostratigraphic units, rank names and formal status are approved by the International Commission on Stratigraphy (ICS) and ratified by the International Union of Geological Sciences (IUGS).

Numerical ages of the unit boundaries in the Phanerozoic are subject to revision. Some stages within the Ordovician and Cambrian will be formally named upon international agreement on their GSSP limits. Most sub-Series boundaries (e.g., Middle and Upper Aptian) are not formally defined.

Colors are according to the Commission for the Geological Map of the World (www.cgmw.org).

The listed numerical ages are from 'A Geologic Time Scale 2004', by F.M. Gradstein, J.G. Ogg, A.G. Smith, et al. (2004, Cambridge University Press).

Первая шкала была принята на II сессии Международного геологического конгресса в Болонье в 1881 году.



Пример из истории
создания шкалы.

Уэльс. Кембрийские горы.

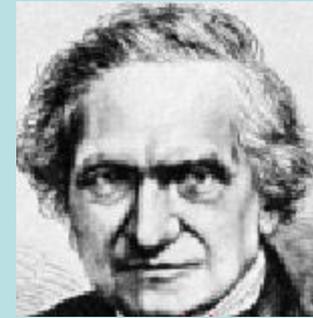
Адам Седжвик.

Сэр Родерик Импи
Мурчисон.





Пример из истории
создания шкалы



Адам Седжвик (1785-1873)

Выделил кембрийскую и
девонскую системы.

Сэр Родерик Импи Мурчисон (1792-1871)

Выделил силурийскую, девонскую и
пермскую системы.



Уэльс. Кембрийские горы.

Системы – комплексы пород, выделенные на основании последовательности залегания отложений, наличие явных несогласий между ними, их составе и содержащихся в них окаменелостей.

Системы отражали **естественную последовательность образования** толщ осадочных горных пород.

Системы отвечали **этапам геологического развития конкретных территорий**.

Названия систем соответствовали

либо географическим названиям тех местностей, где они были выделены (**кембрийская, девонская, юрская, пермская**),

либо происходят от названий древних племён, обитавших на этих территориях (**силурийская, ордовикская**),

либо отражают состав пород (**каменноугольная, меловая**),

либо отражают характер строения отложений (**триасовая**).

Позже системы по содержащейся в них фауне объединили в **группы** (группы систем, эратемы) **палеозойскую** (греч. «палеос» - древний), **мезозойскую** («мезос» - средний) и **кайнозойскую** («кайнос» - новый).

Сложившуюся иерархию основных стратиграфических подразделений (группа, система, отдел, ярус) утвердили на II сессии МГК и за ними **закрепили единые для всех стран названия.**

Интервалы времени, в течение которых формировались стратиграфические подразделения, получили названия **геохронологических подразделений:**

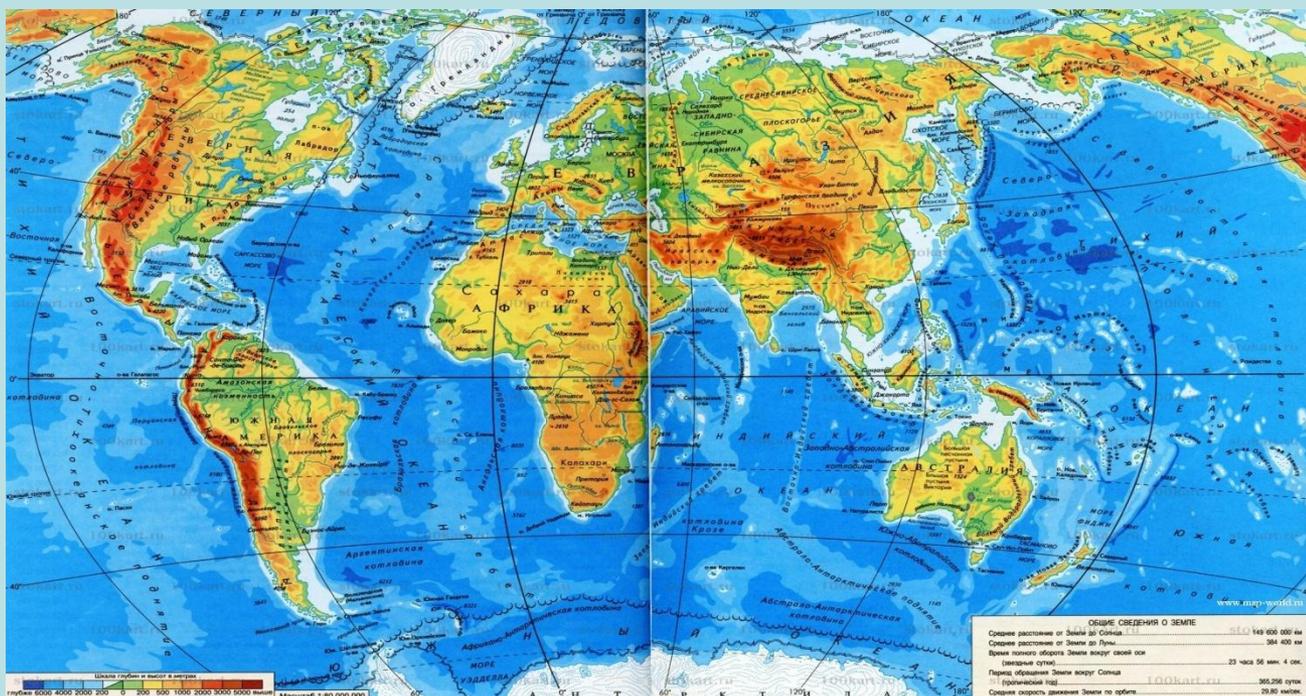
для групп (эратем) – **эра**, систем – **период**,

отделов – **эпоха**, ярусов – **век.**

Соотношение стратиграфических и геохронологических подразделений шкалы.

Стратиграфические подразделения – комплексы отложений, имеют **региональное** распространение и значение.

Геохронологические подразделения – временные, имеют всеобщее **планетарное** значение.



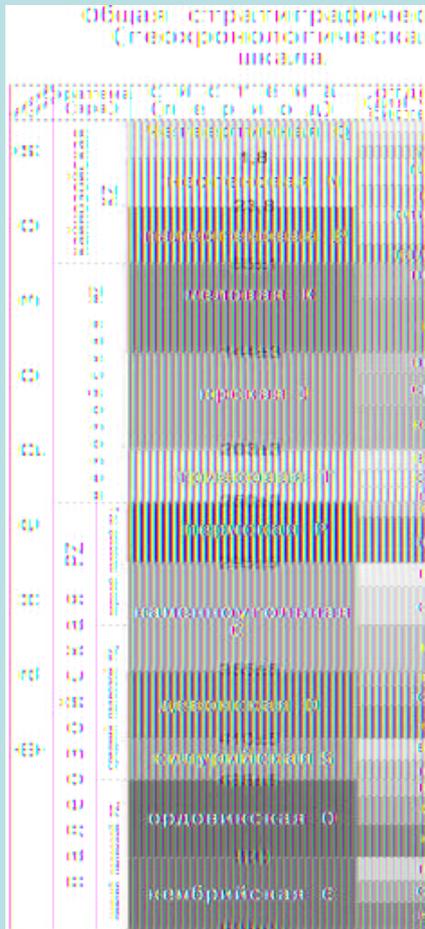
Строение стратисферы похоже
на луковицу.



1993 г.

Общая стратиграфическая шкала России.

2006 г.



Эра-тема	Система	Отдел/Подотдел	Ярус	Возраст (млн лет)	
Кайнозойская КЗ	Неогеновая N	Плиоценовый N ₁	Татарский P ₃	265.6	
			Биярмийский P ₁	258.0	
		Миоценовый N ₂	Приуральский P ₁	275.6	
			Артемовский P _{1a}	284.4	
		Олигоценый P ₁	Самарский P ₂	294.6	
			Хатинский P ₂	303.9	
	Ровельский P ₂		308.6		
	Верхний P ₂		317.7		
	Зоценовый P ₂	Лотетский P ₂	318.1		
		Игровый P ₂	326.4		
	Палеоценовый P ₃	Танетский P ₂	345.3		
		Датский P ₂	359.2		
	Мезозойская MZ	Меловая K	Верхний K ₂	Мастрихтский K _{2m}	65.5
				Кампенский K _{2m} (K _{2cp})	70.6
		Верхний K ₂	Сатинский K ₂	83.5	
			Камский K ₂ (K _{2cm})	85.8	
			Урсоний K ₂	89.3	
			Сенонский K ₂ (K _{2cm})	93.5	
			Альбий K ₂	99.6	
		Нижний K ₁	Алгой K ₁	112.0	
			Баремский K ₁	125.0	
		Юрская J	Верхний J ₃	Готервийский J ₃ (K ₁)	130.0
				Валанжийский J ₃	136.4
			Средний J ₂	Берриасийский J ₂	140.2
				Титонский J ₂	145.5
			Нижний J ₁	Киммериджийский J ₁	150.8
Оксфордский J ₁				155.7	
Мелвиллский J ₁				161.2	
Байосский J ₁	167.7				
Альмонийский J ₁	171.8				
Товарийский J ₁	175.6				
Триасовая T	Верхний T ₃	Паннелловский T ₃	183.0		
		Сенонский T ₃	189.6		
	Средний T ₂	Гатлинский T ₂ (J ₁)	196.5		
		Ратоний T ₂	199.6		
	Нижний T ₁	Норский T ₁	203.6		
		Карнийский T ₁	216.5		
		Ладский T ₁	228.0		
		Анжиский T ₁	237.0		
Кембрийская K	Оленский T ₁	245.0			
	Ильинский T ₁	249.7			
Ордовикская O	Верхний O ₃	251.0			
	Средний O ₂	251.0			

Эра-тема	Система	Отдел/Подотдел	Ярус	Возраст (млн лет)
Палеозойская PZ	Пермская P	Верхний P ₃	Северодвинский P ₃	265.6
			Татарский P ₃	265.6
			Биярмийский P ₁	258.0
	Камеиоуральская C	Верхний C ₂	Приуральский P ₁	275.6
			Артемовский P _{1a}	284.4
			Самарский P ₂	294.6
	Девонская D	Верхний D ₃	Хатинский P ₂	303.9
			Ровельский P ₂	308.6
			Верхний P ₂	317.7
	Силурийская S	Верхний S ₂	Лотетский P ₂	318.1
			Игровый P ₂	326.4
			Танетский P ₂	345.3
Ордовикская O	Верхний O ₃	Датский P ₂	359.2	
		Фаменский D _{3m}	374.5	
		Франский D ₃	374.5	
Кембрийская K	Верхний K ₂	Живетский O ₂ (D ₃)	385.3	
		Эйфельский D ₂ (d)	391.8	
		Эмский D ₂ (e)	397.5	
Средний O ₂	Средний O ₂	Падский D ₂	407.2	
		Тонский D ₂	412.2	
		Лудловский S ₂ (s)	416.0	
Нижний O ₁	Нижний O ₁	Венлокский S ₁ (s ₁)	422.9	
		Лландоверийский S ₁	428.2	
		Ашлпиллский O _{1d}	443.7	
Верхний O ₃	Верхний O ₃	Кардский O ₃	460.9	
		Лланвирский O ₃	460.9	
		Аренский O ₃	471.8	
Средний O ₂	Средний O ₂	Тримадокский O ₂	478.6	
		Тримадокский O ₂	488.3	
		Батхорский O ₂	501.0	
Нижний O ₁	Нижний O ₁	Ардский O ₁	503.0	
		Ассоковский O ₁ (d)	510.0	
		Маллский O ₁	510.0	
Верхний C ₃	Верхний C ₃	Амисский C ₃	517.0	
		Товарийский C ₃	521.0	
		Ботомский C ₃	521.0	
Средний C ₂	Средний C ₂	Алтайский C ₂ (d)	542.0	
		Тометский C ₂	542.0	
		Тометский C ₂	542.0	

ВСЕЭГП
 Всероссийский научно-исследовательский геологический институт им. А.П. Карпинского
 ОБЩАЯ СТРАТИГРАФИЧЕСКАЯ ШКАЛА ФАНОЗОЯ (ОСШ)
 (Стратиграфический кодекс России, 2006)
 Геологический возраст – по Шкале геологического времени
 (Gradstein et al., 2004; официальный сайт
 Международной Комиссии по стратиграфии: <http://www.stratigraphy.org>)

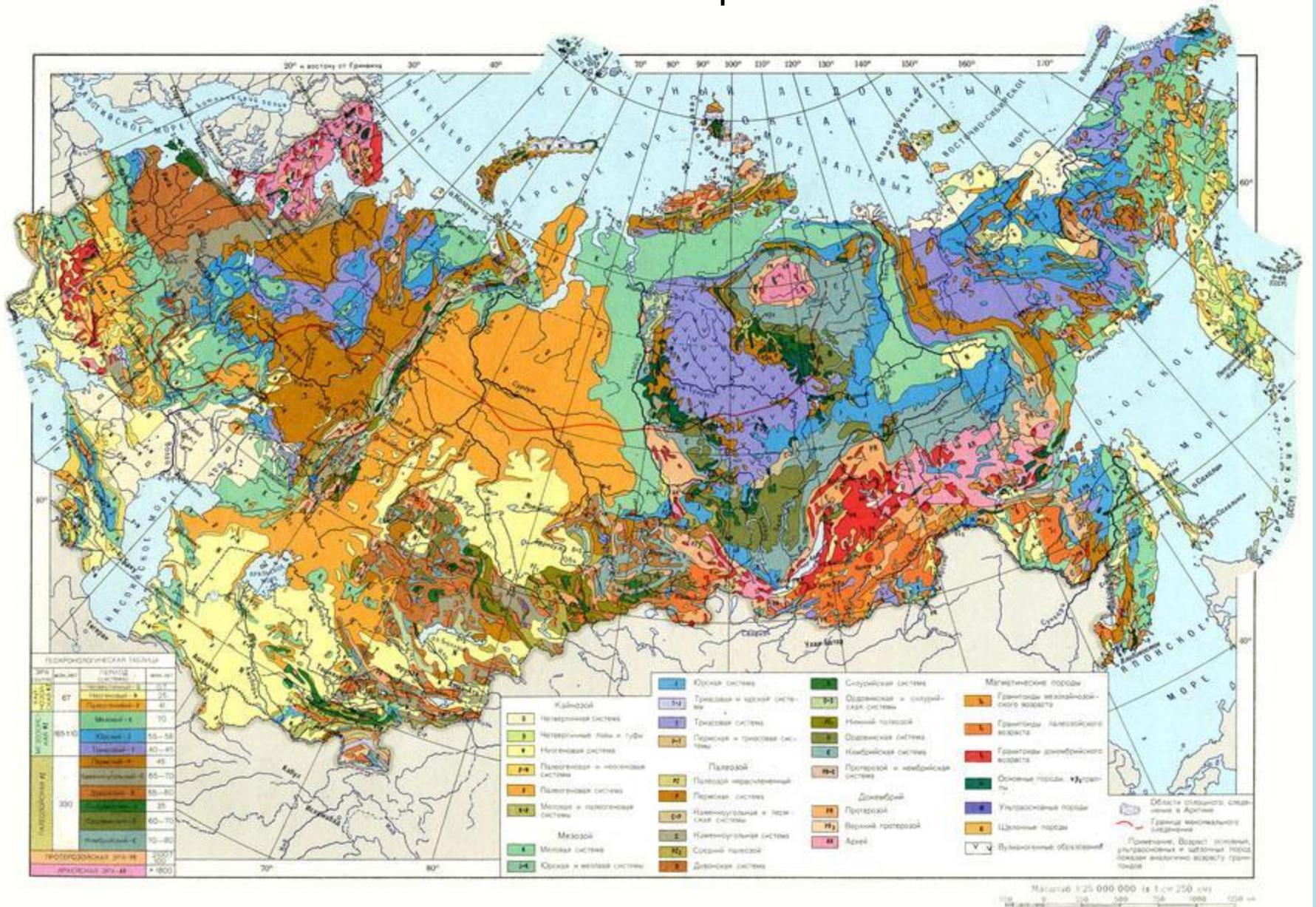
Эра-тема	Система	Отдел/Подотдел	Ярус	Возраст (млн лет)	
Протерозойская PR	Верхнепротерозойская PR ₂	Рифейская RF	Верхнерифейская (Карагайская) RF ₃	570-555	
			Среднерифейская (Юрматинская) RF ₂	1030	
			Нижнерифейская (Бурзянская) RF ₁	1350	
		Карельская KR (Нижнепротерозойская PR ₁)	Верхнекарельская KR ₂	1650	
			Нижнекарельская KR ₁	2100	
			Лопийская LP (Верхнеархейская)	2500	
	Архейская AR	Лопийская LP (Верхнеархейская)	Среднеархейская LP ₂	2800	
			Нижнеархейская LP ₁	3000	
			Саамская SM (Нижнеархейская)	3200	
		Архейская AR	Саамская SM (Нижнеархейская)	Архейская AR	?
				Архейская AR	?
				Архейская AR	?

ВСЕЭГП
 Всероссийский научно-исследовательский геологический институт им. А.П. Карпинского
 ОБЩАЯ СТРАТИГРАФИЧЕСКАЯ ШКАЛА ДОКЕМБРИЯ
 (Стратиграфический кодекс России, 2006 с уточнениями)

На геологической графике для обозначения возраста пород используют:

- 1). Общепризнанную цветовую шкалу.
- 2). Общепризнанные индексы эратем, систем, отделов и ярусов.

Геологическая карта СССР.



Спасибо за внимание!

