

ОСНОВЫ СТРАТИГРАФИИ

ОСНОВНЫЕ СТРАТИГРАФИЧЕСКИЕ ПОДРАЗДЕЛЕНИЯ

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВОЗРАСТА ГОРНЫХ ПОРОД.

- Одной из глобальных проблем геологических наук является проблема определения возраста Земли. Важность оценки времени в геологии обусловлена необходимостью установления времени проявления и продолжительности геологических процессов и возраста продуктов, образовавшихся в результате этих процессов. Попытки определения возраста Земли предпринимались начиная с 17 века.
- В настоящее время наиболее распространены две группы методов: относительные и абсолютные.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВОЗРАСТА ГОРНЫХ ПОРОД.

- Методы определения относительного возраста основаны на сравнительном анализе пластов совместно залегающих осадочных отложений и на выявлении среди них более молодых или более древних без указания возраста в годах. В настоящее время разработано несколько таких методов, основными из которых являются: стратиграфический, петрографический и палеонтологический.
- *Стратиграфический* - основан на принципе суперпозиции Н. Стено в соответствии с которым нижележащие пласты образовались раньше вышележащих и поэтому являются более древними. Однако использование его возможно лишь в случае непрерывного залегания пластов без размывов и перерывов, т. е. вся толща образовалась в процессе непрерывного процесса осадкообразования.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВОЗРАСТА ГОРНЫХ ПОРОД.

- *Петрографический* - основан на изучении и сравнении состава пород в соседних скважинах. Применение метода ограничено, однако при сравнении метаморфических и магматических пород он один из важнейших.
- *Палеонтологический* – основан на изучении остатков древних вымерших организмов и является одним из важнейших и наиболее распространенных методов. Его использование основывается на эволюции органического мира, в процессе которой непрерывно происходит вымирание примитивных, плохо приспособленных к внешним условиям форм жизни, усложнение организмов в результате их приспособления и замена более высокоорганизованными группами. Поэтому, как впервые установил У. Смит в XIX веке, каждому слою горных пород свойственен свой, только ему присущий комплекс органических остатков, при этом, чем моложе слой, тем больше в нем остатков высокоорганизованных животных и растений. Жизнь рассматривается как глобальное явление: развивающаяся от простого к сложному и не повторяющаяся в своем развитии. Этот вывод и лежит в основе современной **геохронологии**. Область применения этого метода определяется продолжительностью жизни на Земле.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВОЗРАСТА ГОРНЫХ ПОРОД.

- Методы определения относительного возраста горных пород имеют ряд ограничений:
- Применимы только в осадочных породах
- Не позволяют оценивать возраст горных пород в годах
- Затруднены без находок окаменелостей

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВОЗРАСТА ГОРНЫХ ПОРОД.

- Методы определения абсолютного возраста или изотопные используют стабильную скорость распада радиоактивных элементов и сонованы на измерении содержания в минералах некоторых изотопов, накопившихся после его образования ввиду распада содержащихся в нем радиоактивных минералов. Эти методы дают возможность определить возраст ряда минералов в магматических, осадочных и метаморфических породах в миллионах лет.
- Как известно многие химические элементы имеют по несколько изотопов, различающихся числом нейтронов в ядре (при равном количестве протонов). Некоторые изотопы нестабильны и распадаются, переходя в стабильные изотопы материнского или других элементов (явление радиоактивности).

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВОЗРАСТА ГОРНЫХ ПОРОД.

- Определение абсолютного возраста горных пород основано на использовании некоторых, достаточно продолжительных процессов радиоактивного распада. Радиоактивность состоит в самопроизвольном распаде ядер неустойчивых изотопов и сопровождается выделением α - и β – частиц и энергии в виде гамма - излучения и протекает со скоростью строго постоянной для каждого изотопа. Скорость распада обычно оценивается периодом полураспада – отрезком времени, в течении которого распадается половина атомов исходного (материнского) изотопа. Многочисленные эксперименты, в которых радиоактивные изотопы подвергались воздействию высоких давлений и температур, подтвердили абсолютное постоянство скорости распада, исходя из чего еще в 1906 г. П. Кюри и Э. Резерфорд предложили использовать его для определения возраста тел, содержащих радиоактивные изотопы.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВОЗРАСТА ГОРНЫХ ПОРОД.

- Наиболее хорошо разработаны следующие радиоактивные методы: уран (торий) – свинцовый (свинцово-изотопный), уран (торий) – гелиевый, калий – аргоновый, рубидий стронциевый, самарий- неодимовый, рений- осмиевый и радиоуглеродный.
- В геологической практике при выборе методов определения учитывается период полураспада. Если анализу подлежат породы, имеющие возраст 2 тыс – 60 тыс. лет, используется радиоуглеродный метод. При возрасте 100 тыс. – 5 млн. лет применяется калий – аргоновый метод; при возрасте 5 млн. – 30 млн. лет – рубидий стронциевый, а еще более древних – свинцовый.
- Эволюция животного и растительного мира послужила основой для подразделения геологической истории Земли на ряд естественно-исторических этапов развития.
-

Стратиграфические подразделения

С учетом всех методов определения возраста горных пород составлена геохронологическая таблица, отражающая периодизацию геологической истории Земли и эволюции. Органического мира. Праобразом современной геохронологической шкалы послужила единая стратиграфическая номенклатура, принятая в 1881 г. на II Международном геологическом конгрессе в г. Болонье

Стратиграфические подразделения

- В результате анализа крупных геологических событий истории Земли, изменения состава органического мира были установлены четыре наиболее значительные глобальные стратиграфические единицы – **эонотемы**, каждая из которых включает отложения, образовавшиеся в течении одного эона. **Протерозойская** и **фанерозойская эонотемы** подразделяются на эратемы или геологические группы. Эратема – это отложения, сформировавшиеся за одну эру. Архейская и протерозойская эонотемы объединяются в криптозой (греч. скрытая жизнь).

- **Общие стратиграфические подразделения** представляют собой совокупности горных пород, естественные геологические тела, время формирования которых соответствовало определенным этапам геологической истории Земли. Общие подразделения устанавливаются с помощью различных методов. Для докембрийских образований в основном используют радиогеохронологические, а для фанерозоя – палеонтологические методы.

Стратиграфические	Геохронологические
• акротема	- акрон
• зонотема	- зон,
• эратема (группа)	- эра,
• система	- период,
• отдел	- эпоха,
• ярус	- век,
• зона раздел	- фаза,
• звено	- пора
• ступень	- термохрон (криохрон)

Продолжение табл. 1

1	2	3	4	5
И О З О С К А Я Р О З О Й С К А Я М З О Й С К А Я М З О Й С К А Я М З О Й С К А Я М З О Й С К А Я	322	Пермская P (пермский) 38,0 Р.Мурчисон, 1841	Верхний P ₂ (поздняя) 10,0 258	Татарский Казанский Уфимский P _{1t} P _{1kz} P _{1u}
			Нижний P ₁ (ранняя) 28,0	Кунгурский Артинский Сакмарский Асесельский P _{1k} P _{1ar} P _{1s} P _{1a}
	266	Каменноугольная C (каменноугольный) 74,0 В.Конибир и В.Филлипс, 1822	Верхний C ₃ (поздняя) 14,0 300	Гжельский Касимовский C _{3g} C _{3k}
			Средний C ₂ (средняя) 20,0 320	Московский Бакитовский C _{2m} C _{2b}
			Нижний C ₁ (ранняя) 40,0	Серпуховский Вязьмский Турнейский C _{1s} C _{1v} C _{1t}
	360	Девонская D (девонский) 48,0 А.Седжвик и Р.Мурчисон, 1839	Верхний D ₃ (поздняя) 14,0 374	Фламандский Франский D _{3m} D _{3f}
			Средний D ₂ (средняя) 13,0 387	Живецкий Эйфельский D _{2zv} D _{2ef}
			Нижний D ₁ (ранняя) 21,0	Эмский Пражский Лохковский D _{1e} D _{1p} D _{1f}
	408	Силурийская S (силурийский) 30,0 Р.Мурчисон, 1839	Верхний S ₂ (поздняя) 13,0 421	Придольский Лудловский S _{2p} S _{2ld}
			Нижний S ₁ (ранняя) 17,0	Вентокский Лландоверийский S _{1v} S _{1l}
	438	Ордовикская O (ордовикский) 67,0 Ч.Лаворт, 1879	Верхний O ₃ (поздняя) 10,0 448	Ашгиллский O _{3as}
			Средний O ₂ (средняя) 30,0 478	Карадокский Лландейльский Лландиворский O _{2k} O _{2ld} O _{2l}
Нижний O ₁ (ранняя) 27,0			Арендский Тремодский O _{1a} O _{1t}	
505	Кембрийская E (кембрийский) 65,0 А.Седжвик, 1835	Верхний E ₃ (поздняя) 18,0 523	Батмюрбайский Аксайский Саянский Алосоканский E _{3b} E _{3ak} E _{3s} E _{3as}	
		Средний E ₂ (средняя) 17,0 540	Майский Амгинский E _{2m} E _{2am}	
		Нижний E ₁ (ранняя) 30,0	Тойонский Ботомский Атдыбанский Тамматский E _{1n} E _{1b} E _{1at} E _{1t}	
570				

ОБЩАЯ СТРАТИГРАФИЧЕСКАЯ (ГЕОХРОНОЛОГИЧЕСКАЯ) ШКАЛА

1993 г.

Эпохема (эон)	Эратема (эра)	Система (период)	Отдел (эпоха) (для четвертичной системы - подраздел, раздел)	Ярус (век)		
				1	2	
KZ	65	Четвертичная Q (антропоновый) 1,8 Ж.Денуайе, 1829 1,8	Голоцен 0,01			
			Неоплейстоцен 0,8			
			Эоплейстоцен			
И О З О Й С К А Я	КАЙНОЗОЙСКАЯ	Неогеновая N (неогеновый) 22,8 М.Гернес, 1853 24,6	Плиоцен N ₂ 3,3 Ч.Ливель, 1833	Общепринятых ярусов нет		
			Миоцен N ₁ 19,5 Ч.Ливель, 1833			
		Палеогеновая P (палеогеновый) 40,4 К.Науманн, 1866 65	Олигоцен P ₃ 13,4 Бейрих, 1854			Хаттский P _{3h} Рюпельский P _{3r}
			Эоцен P ₂ 16,9 Ч.Ливель, 1833			Приабонский P _{2p} Бартонский P _{2b} Люнетский P _{2l} Ипрский P _{2i}
		Палеоцен P ₁ 10,1 Шиллер, 1874	Танетский P _{1t} Зеландский P _{1sl} Датский P _{1d}			
Р О З О Й С К А Я	MZ	Меловая K (меловой) 79,0 Ж.Омалиус д'Аллау, 1822 144	Верхний K ₂ (поздняя) 32,5 97,5	Маастрихтский K _{2m} Кампанский K _{2km} Сантонский K _{2st} Коньякский K _{2k} Туронский K _{2t} Сеноманский K _{2s}		
			Нижний K ₁ (ранняя) 46,5	Альбский K _{1al} Аптский K _{1a} Барремский K _{1br} Готеривский K _{1v} Валанжинский K _{1v} Берриасский K _{1b}		
А Н Е Р О З О Й С К А Я	MZ	Юрская J (юрский) 69,0 А.Броньяр, 1829 144	Верхний J ₃ (поздняя) 19,0 А.Отель, 1856	Титонский J _{3tt} Кимериджский J _{3km} Оксфордский J _{3o}		
			Средний J ₂ (средняя) 25,0 А.Отель, 1856	Келловейский J _{2k} Батский J _{2bt} Байосский J _{2b} Ааленский J _{2a}		
			Нижний J ₁ (ранняя) 25,0 А.д'Орбиньи, 1850	Тоарский J _{1t} Плинсбахский J _{1p} Синемюрский J _{1s} Геттангский J _{1g}		
Ф А Н Е Р О З О Й С К А Я	MZ	Триасовая T (триасовый) 35,0 Ф.Альберти, 1834 213	Верхний T ₃ (поздняя) 18,0 231	Рэтский T _{3r} Норийский T _{3n} Карнийский T _{3k}		
			Средний T ₂ (средняя) 12,0 243	Ладинский T _{2l} Анизийский T _{2a}		
			Нижний T ₁ (ранняя) 5,0	Оленёвский T _{1o} Индский T _{1i}		
248						

Акротема	Эонотема (эон)	Эратема (эра)	Система (период)	Отдел (эпоха)
PR Верхний Протерозой Э.Эммонс, 1887	ВЕРХНИЙ (ПОЗДНИЙ) ПРОТЕРОЗОЙ PR₂ ~1080	РИФЕЙ Н.С.Шатский, 1945 Рифей - древнее название Урала	Вендская V (вендский) 80,0 Б.С.Соколов, 1950 <i>венды - древнеславянское племя</i>	Верхний V ₂ (поздняя) 50,0 620±15
				Нижний V ₁ (ранняя) 30,0
	1650±50			
PR₁ Нижний (ранний) Протерозой (Карелий) 850	НИЖНИЙ (РАННИЙ) ПРОТЕРОЗОЙ (КАРЕЛИЙ) PR₁ 850			Верхняя часть PR ₁ ² верхний (поздний) карелий 250 1900±50
				Нижняя часть PR ₁ ¹ нижний (ранний) карелий 600
Архей Д.Дэна, 1872	ВЕРХНИЙ AR₂ (ПОЗДНИЙ) 650 3150±50			
				НИЖНИЙ AR₁ (РАННИЙ) >400

Красные цифры - начало геохронологических подразделений (млн. лет), чёрные - продолжительность (по А.И.Жамойде, О.А.Мазаровичу, Р.И.Соколову (1993) с изменениями и дополнениями)

- Практически все стратиграфические подразделения крупнее яруса имеют единые международные наименования.
- *Акротема* - наиболее крупное подразделение, соответствующее акрону и появившееся лишь в последнем (1992) издании российского Стратиграфического кодекса. Их введение было вызвано необходимостью по-новому ранжировать архей и протерозой, имеющие чересчур большую продолжительность по сравнению с фанерозойскими эрами - палеозойской, мезозойской и кайнозойской. Поэтому для архей и протерозоя и потребовалось создание более крупных стратонов и геохронов. Архейскую и протерозойскую акротемы иногда объединяют под названием "криптозой", но чаще используют название "докембрий", т.е. совокупность пород, образовавшихся до кембрийского периода. Основным критерием разделения криптозоя и фанерозоя является присутствие только бесскелетных организмов в криптозое и появление большого разнообразия скелетных форм в фанерозое.

- **Эонотема** - это отложения, образовавшиеся в течение крупной геохронологической единицы - зона, длительностью многие сотни миллионов лет. Выделяют по две эонотемы в составе архейской и протерозойской акротем; ранг эонотемы имеет также фанерозой (табл. 1, цв. вкл.).
- **Эратема, или группа**, составляет часть эонотемы и характеризует отложения, образовавшиеся в течение эры продолжительностью в первые сотни миллионов лет (в фанерозое). Эратемы отражают крупные этапы развития Земли и органического мира. Границы между эратемами соответствуют переломным рубежам в истории развития органического мира. В фанерозое выделяют три эратемы (эры): палеозойскую, мезозойскую и кайнозойскую. Названия их отражают этапы развития органического мира: эра древней жизни, эра средней жизни, эра новой жизни.

- **Система** составляет часть эратемы и характеризует отложения, образовавшиеся в течение *периода* длительностью в десятки миллионов лет. Системе свойственны типичные для нее семейства и роды фауны и флоры. В настоящее время принято выделять в фанерозое 12 систем: кембрийская, ордовикская, силурийская, девонская, каменноугольная, пермская, триасовая, юрская, меловая, палеогеновая, неогеновая и четвертичная (антропогеновая). Названия систем происходят от географических названий тех местностей, где они были впервые установлены, от названия характерных пород или по другим критериям. Для каждой системы на геологических картах приняты определенный цвет, являющийся международным, и индекс, образованный начальной буквой латинского названия системы (табл. 1, цв. вкл.).
- **Отдел** - часть системы. Он характеризует отложения, образовавшиеся в течение одной *эпохи*, длительность которой обычно составляет первые десятки миллионов лет. В палеонтологическом отношении отделам свойственны характерные роды или группы видов фауны и флоры. Названия отделов даны по положению их в системе: нижний, средний, верхний или только нижний и верхний; эпохи соответственно называют ранней, средней, поздней. Некоторые отделы имеют собственные названия. Так, в юрской системе выделяют лейас, доггер и мальм, в палеогеновой - палеоцен, эоцен и олигоцен, в неогеновой - миоцен и плиоцен.

- **Ярус** - часть отдела. Ему отвечают отложения, образовавшиеся в течение века продолжительностью в несколько миллионов лет. Ярус, согласно Стратиграфическому кодексу (1992, стр. 27), это таксономическая единица общей стратиграфической шкалы, устанавливаемая "по биостратиграфическим данным, отражающим эволюционные изменения и этапность развития органического мира".
- Ярус устанавливается в каком-либо типовом (**стратотипическом**) разрезе. Для яруса характерен определенный комплекс ископаемых организмов с типичными родами и видами. Названия ярусов обычно происходят от названия областей, районов, рек, гор, населенных пунктов, где находятся стратотипические разрезы.
- Иногда выделяют подъярусы: нижний и верхний или нижний, средний и верхний.
- На геологической карте ярусы окрашиваются оттенками цвета системы, а индексы их образуют путем добавления к индексу отдела начальной буквы латинского названия яруса; K1v-валанжинский ярус, K2c - коньякский ярус, K1a- артинский ярус, В том случае, если отдел имеет ярусы, начинающиеся с одной и той же буквы, к первой букве добавляется следующая согласная буква: K1ar - аптский ярус.

- **Местные стратиграфические подразделения.** Они представляют собой толщи пород, выделяемые по ряду признаков, в основном по литологическому или петрографическому составу. Эти подразделения должны иметь ясно выраженные границы и относительно широкое распространение.
- **Комплекс** - самое крупное местное стратиграфическое подразделение. Чаще всего оно применяется при расчленении сильно метаморфизованных и дислоцированных толщ докембрийских пород. Комплекс имеет очень большую мощность, сложный состав горных пород, сформированных в течение какого-то крупного этапа развития. На границе комплексов часто наблюдаются крупные несогласия, скачки метаморфизма горных пород. Комплексу присваивается географическое название по характерному месту его развития: **например, байкальский или беломорский комплекс.**

- **Серия** охватывает достаточно мощную и сложную по составу толщу горных пород и объединяет в своем составе несколько свит, для которых имеются какие-то общие признаки: сходные условия образования, преобладание определенных типов горных пород, близкая степень деформаций и метаморфизма и т.д. Серии часто разделяются стратиграфическими и угловыми несогласиями.
- **Свита** — основная таксономическая единица местных стратиграфических подразделений, основная картируемая единица при геологической съемке. Свита представляет собой толщу пород, отличающихся общностью литологического состава и палеонтологической характеристики, образованных в определенной физико-географической обстановке и занимающих установленное стратиграфическое положение в разрезе. Она может состоять из однородных пород или из переслаивания нескольких определенных их типов.
- Главные особенности свиты - наличие устойчивых литологических признаков на всей площади ее распространения и четкая выраженность границ.
- Если остатки организмов не обнаружены, возраст свиты устанавливается косвенным путем, исходя из возраста подстилающих или перекрывающих толщ или путем сопоставления с разрезами соседних районов.

- . На геологической карте площадь развития свиты закрашивается оттенками цвета системы, к которой она относится по возрасту. Индексы образуются путем прибавления к индексу отдела начальной латинской буквы названия свиты. Свое название свита получает по географическому местонахождению стратотипа. Например: С1-2 **бакырчикская свита**. В случае необходимости выделяют подсвиты и пачки.
- **Местные стратиграфические подразделения - это реально существующие и картируемые тела. Их выделение не зависит от того, как они сопоставляются с подразделениями общей шкалы, и они не заменяются этими подразделениями.**

• СПЕЦИАЛЬНЫЕ СТРАТИГРАФИЧЕСКИЕ ПОДРАЗДЕЛЕНИЯ

- Этот раздел включает **биостратиграфические, литостратиграфические** и другие подразделения. Они имеют локальное распространение, и их выделение обосновывается специальными методами.
- **Биостратиграфические подразделения** представляют собой толщи горных пород, охарактеризованные комплексами органических остатков. Границы между биостратиграфическими подразделениями определяются как эволюционными изменениями отдельных таксонов или комплексов фауны и флоры, так и сменой экологических ассоциаций.
- В качестве литостратиграфических подразделений применяют следующие: толща, пачка, слой, маркирующий горизонт, органогенные постройки и т.д. название толщи происходит по географическому названию местности, пачки обозначаются цифрами, другие подразделения называются по характерным породам, цвету и т.д.