

Лекция № 5
горные породы.
Геохронология.

Литогенез. **Осадочные**
Полезные **ископаемые.**

ОСАДОЧНОЕ

ПОРОДООБРАЗОВАНИЕ

ЛИТОГЕНЕЗ

Весь процесс осадочного породообразования получил название **ЛИТОГЕНЕЗА**. Понятие о литогенезе впервые было введено в 1893-94 гг. И. Вальтером.

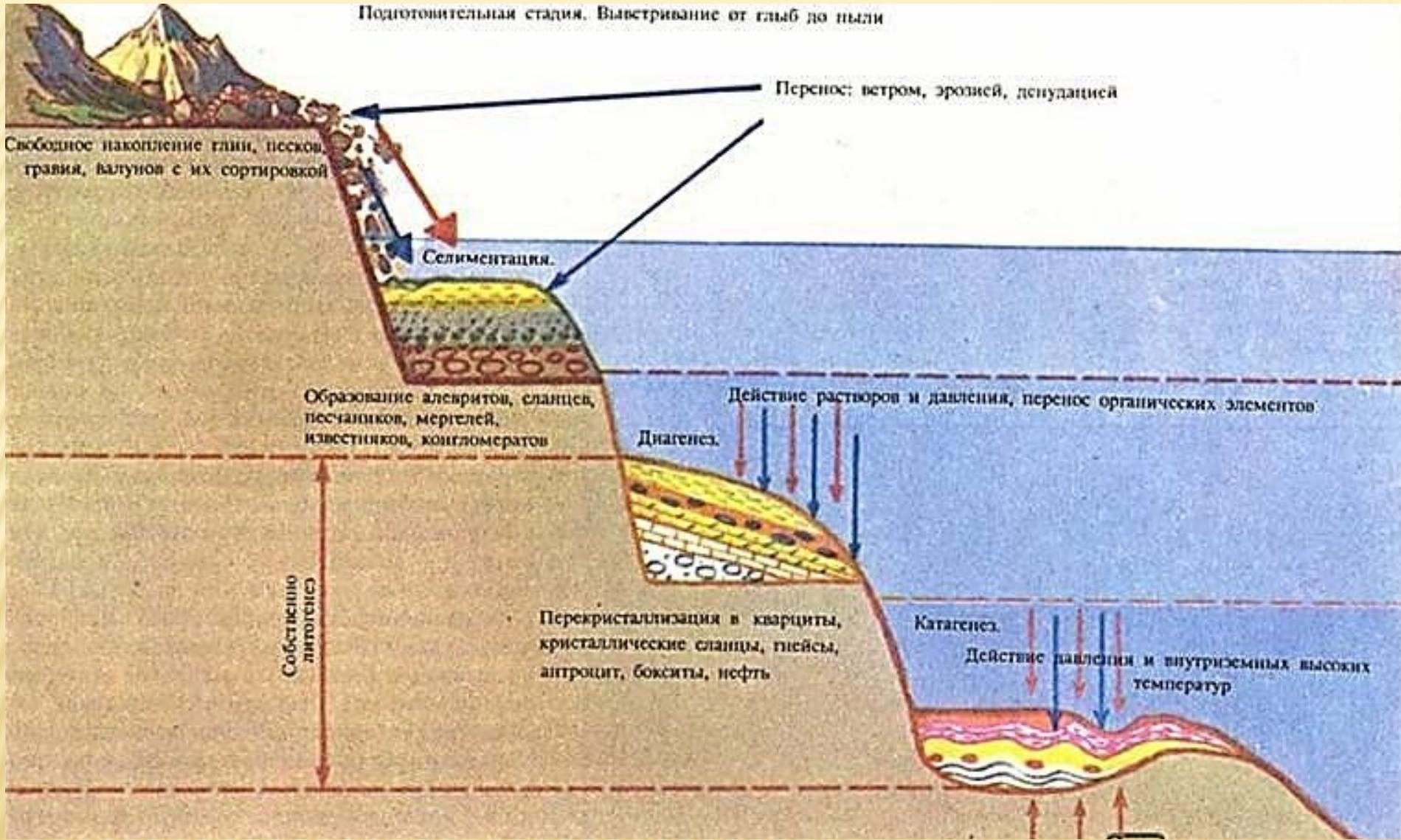
ЛИТОГЕНЕЗ — это совокупность процессов образования осадков (*гипергенез*), их транспортировки и осаждения (*седиментогенез*), превращения осадков в осадочные горные породы (*диагенез*) и последующего изменения осадочных пород до превращения их в метаморфические (*катагенез, метагенез*)

(Справочник по литологии, 1983).

По современным представлениям, **литогенез** — это процессы породообразования, происходящие на стадии **гипергенеза, диагенеза, катагенеза и метагенеза, вплоть до метаморфизма** (Тимофеев, 2000).

Главные факторы литогенеза - тектонические движения земной коры и климат.

Подготовительная стадия. Выветривание от глыб до пыли



СТАДИИ ЛИТОГЕНЕЗА

ГИПЕРГЕНЕЗ

*(Образование осадочного материала
за счет разрушения коренных пород, выветривания)*



СЕДИМЕНТОГЕНЕЗ

ДЕНУДАЦИЯ

(перенос рыхлого материала, разрушение при транспортировке)

АККУМУЛЯЦИЯ

(накопление рыхлого осадка)



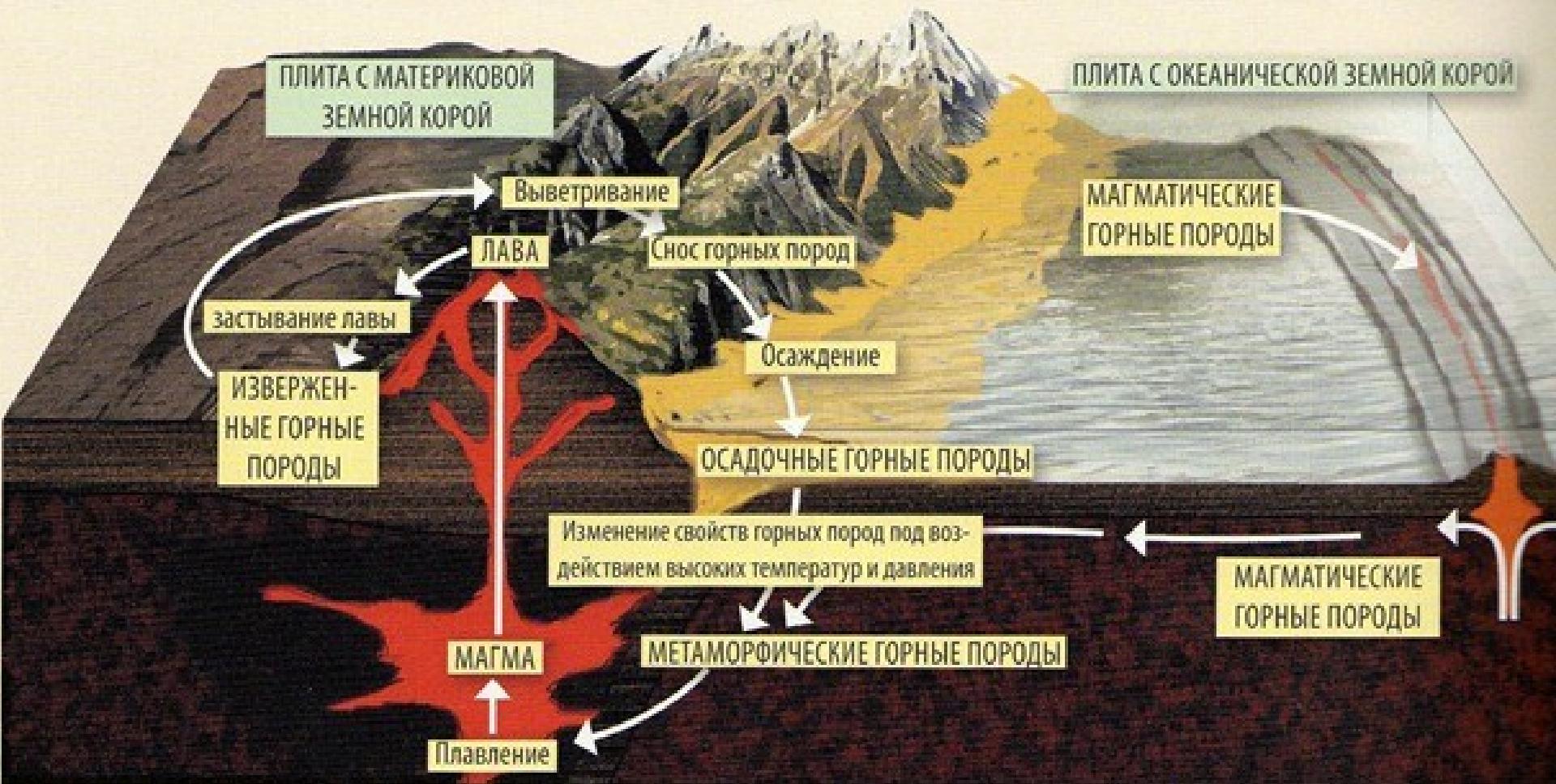
ДИАГЕНЕЗ

(преобразование осадка в осадочную горную породу)



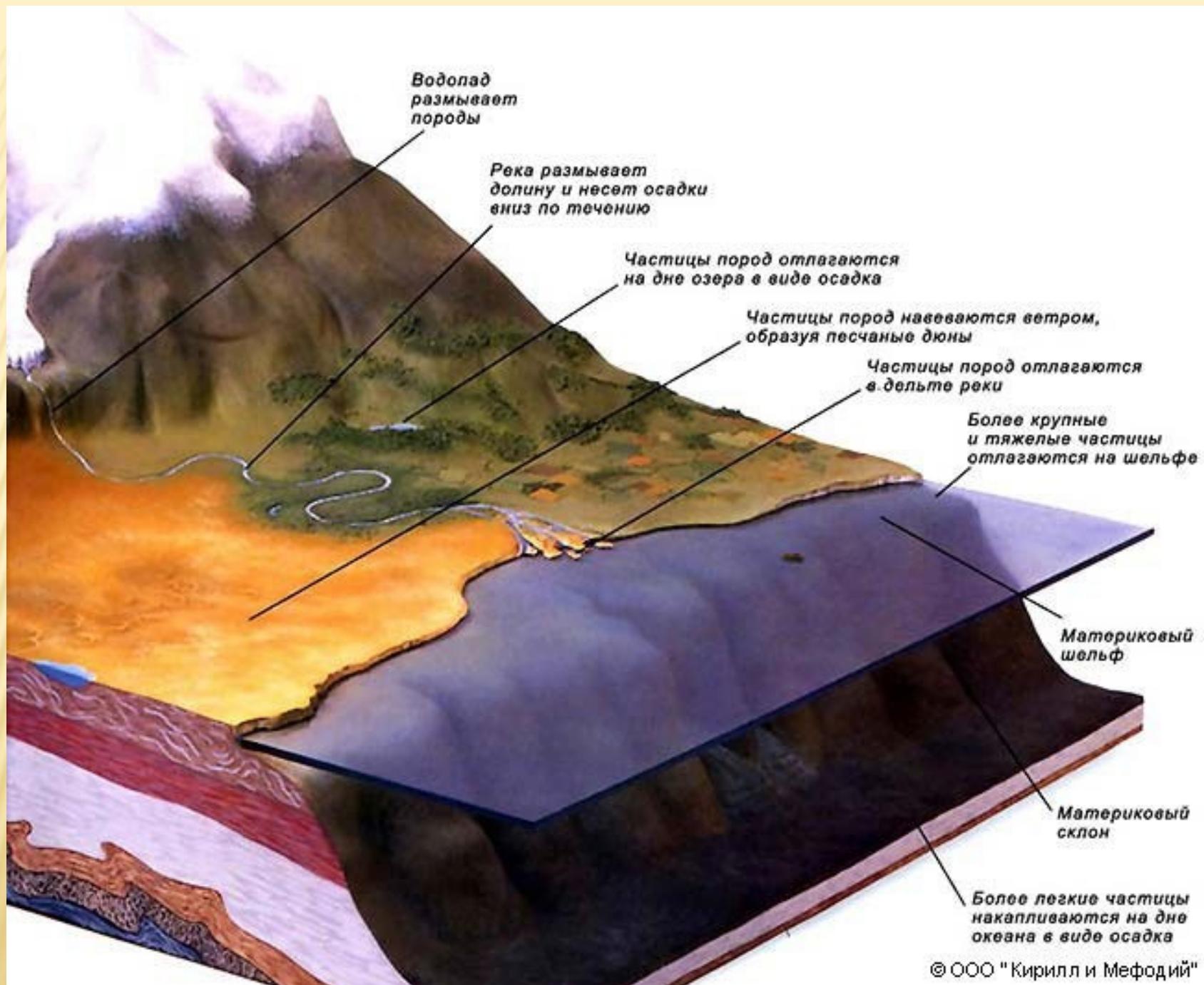
КАТАГЕНЕЗ ИЛИ ЭПИГЕНЕЗ

(изменения в результате уплотнения, перекристаллизации и т.д.)



СЕДИМЕНТОГЕНЕЗ

- ❖ Основная масса осадков накапливается в **конечных водоемах** стока – озерах и, главным образом, морях. Такие осадки называют **субаквальными** (греч. *аква* – *вода*).
- ❖ В отличие от них осадки, накапливающиеся **на суше** – у оснований склонов, в долинах водотоков – называются **субаэральными**.
- ❖ В конечных водоемах стока **формируются осадки трех типов: терригенные, органогенные и хемогенные.** Субаэральные отложения обычно представлены только терригенными (обломочными) и хемогенными образованиями, к тому же значительно отличными по своим свойствам от тех же разностей, сформировавшихся в субаквальных условиях.



ДИАГЕНЕЗ ОСАДКОВ — совокупность процессов преобразования рыхлых осадков в осадочные горные породы.

- ❖ Происходит в верхних слоях земной коры и заключается в перекристаллизации осадков, образовании минералов, конкреций, гидратации или дегидратации (обезвоживании), цементации осадков и тому подобном.
- ❖ **Началом диагенетических преобразований** в осадке следует считать то время, **когда он перекрывается новыми отложениями**. С этого момента начинают действовать **физические и химические факторы диагенеза**.

- ❖ **Физические и химические факторы** диагенеза представляют единый сложный процесс **физико-химических преобразований осадка.**
- ❖ **Физическим фактором** является **литостатическое давление**, под которым пребывает осадок.
- ❖ **Физические преобразования** в осадке сводятся к их **обезвоживанию и уплотнению.**
- ❖ **Обезвоживание** – это удаление из осадка поровой и гравитационной воды под давлением вышележащих отложений.
- ❖ Одновременно с этим происходит **дегидратация некоторых минералов, их перекристаллизация и удаление легкорастворимых компонентов.**

осадков происходит за счет сокращения их порового пространства под давлением вышележащих образований, а также за счет перекристаллизации вещества.

- ❖ **Химический фактор** – это та химическая среда (например, окислительная или восстановительная), которая сформировалась в осадке.
- ❖ **Химические преобразования** при диагенезе **начинаются с растворения галоидов и карбонатов**. В случае притока более опресненных вод одни минералы замещаются другими, более устойчивыми в новой среде.
- ❖ **Следствием химических преобразований является** также процесс **цементации осадка и образование конкреций**.

ЦЕМЕНТАЦИЯ ОСАДКА



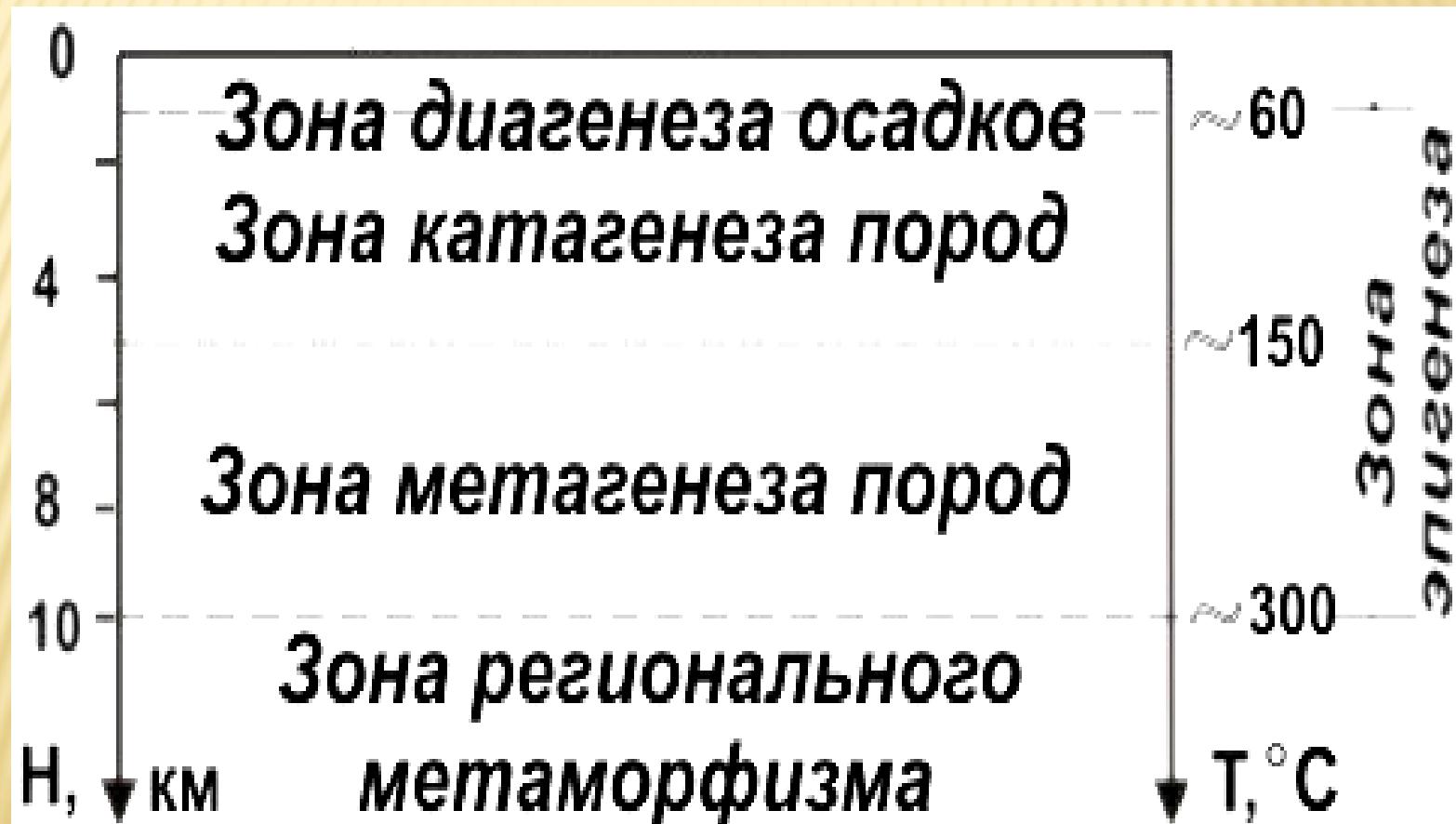
- ❖ Цементация заключается в заполнении пор веществами, которые связывают между собой отдельные зерна осадка, выполняя роль цемента. Важную роль в этом процессе играют текущие подземные воды, благодаря которым в осадок поступают растворенные соли и другие соединения. Обычно цементирующими веществом могут быть глины, карбонаты, кремнистые, железистые соединения.
- ❖ Конкреции образуются под влиянием определенных изменений химической среды в осадке, которые приводят к перераспределению в нем вещества. Чаще всего конкреции состоят из опала и халцедона (SiO_2), фосфатов, гипса, соединений железа и марганца.

ОБРАЗОВАНИЕ КОНКРЕЦИЙ (Казахстан)



СХЕМА СООТНОШЕНИЯ СТАДИЙ ФОРМИРОВАНИЯ ОСАДОЧНЫХ ПОРОД В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ГЛУБИНЫ ИХ ПОГРУЖЕНИЯ (Н, км) И ТЕМПЕРАТУРНЫХ УСЛОВИЙ (Т, °С) В ЗЕМНОЙ КОРЕ

По Л.Я. Кратенко



КАТАГЕНЕЗ (греч. *ката* – вниз) – это совокупность изменений осадочных пород в период их пребывания в составе земной коры до начальных проявлений процессов метаморфизма или выветривания.

- ❖ Основными факторами катагенеза являются температура, давление и воздействие подземных вод.
- ❖ Процессы катагенеза протекают менее интенсивно чем диагенеза, но его существенные результаты являются следствием участия в этом еще одного важного фактора – фактора времени.
- ❖ В условиях нисходящих тектонических движений земной коры проявляются все факторы катагенеза, что приводит к дальнейшему уплотнению и обезвоживанию пород, растворению одних минералов и образованию других, перекристаллизации минералов и увеличению размеров их зерен.

В условиях восходящих тектонических движений основным фактором катагенеза является воздействие подземных вод.

В связи с этим усиливается привнос и вынос из пород различных химических соединений, что может привести к изменениям состава их цемента.

Различают прогрессивный катагенез и регressiveный.

❖ Прогрессивный - имеет место при погружении осадочных толщ и *сменяется метаморфизмом*.

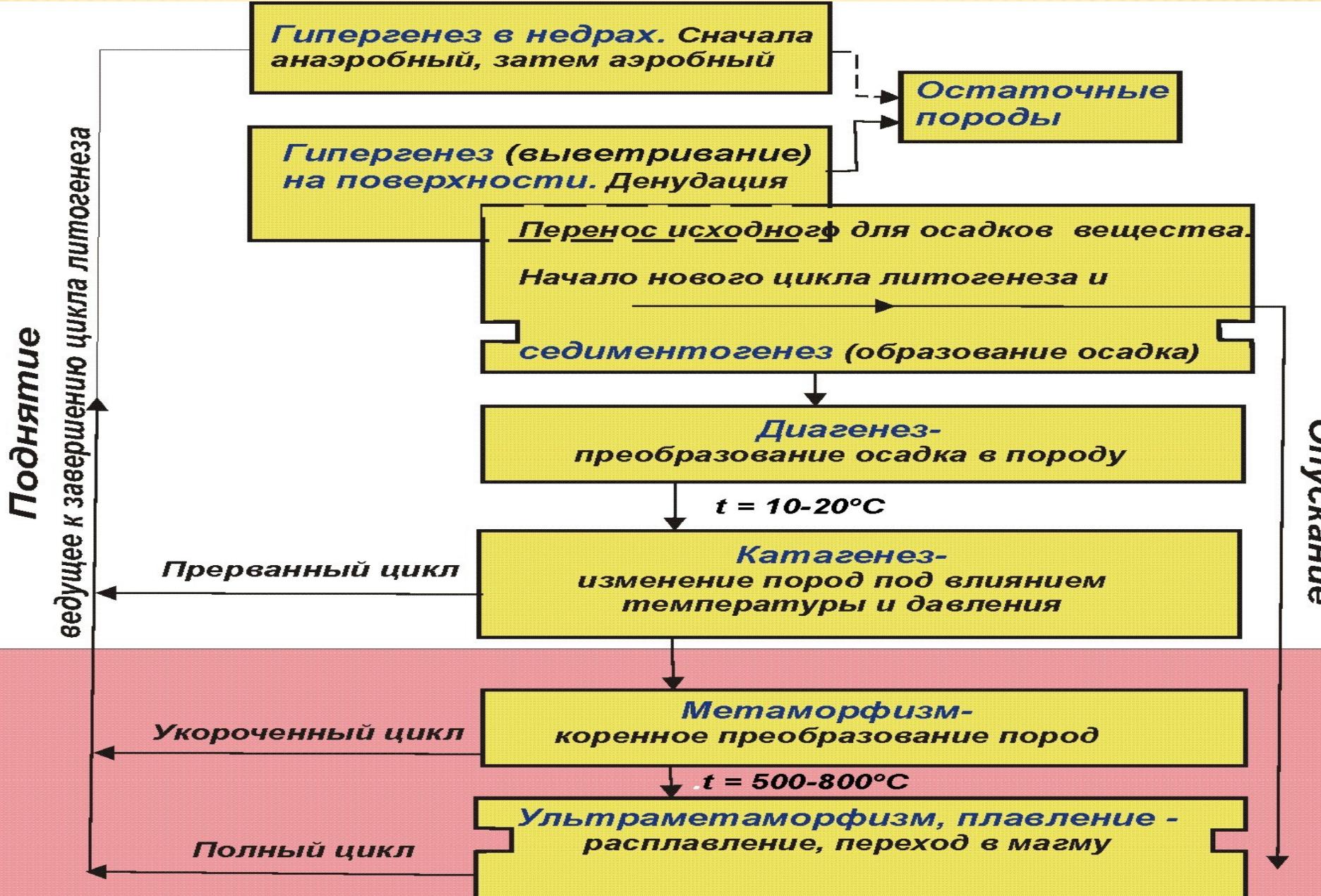
❖ Регressiveный происходит при воздымании осадочных толщ и *сменяется выветриванием*.

КРУГОВОРОТ ОСАДОЧНЫХ ПОРОД В ПРИРОДЕ
— разрушение коренных пород, преобразование обломков и растворимых соединений в новую породу, новое разрушение и т.д.

В результате таких преобразований происходит образование осадочных горных пород — терригенные (обломочные и вулканогенно-обломочные), глинистые, химические и органогенные и формирование соответствующих месторождений.

Благодаря процессам диагенеза и прогрессивного катагенеза образовались месторождения углей, нефти и газа.

ЦИКЛЫ ЛИТОГЕНЕЗА



Осадочные горные породы.

Осадочные горные породы, породы, возникшие путем осаждения вещества в водной среде, реже из воздуха и в результате деятельности ледников.

- ❖ Осаждение происходит механическим, химическим и биогенным путем. Осадочные горные породы разделяются на обломочные, химические и биогенные (органогенные), преобладают глинистые (около 50%), песчаные и карбонатные (в сумме около 45%) породы. Составляют около 10% массы земной коры и покрывают 75% поверхности Земли.
- ❖ С осадочными горными породами связано $\frac{3}{4}$ полезных ископаемых (уголь, нефть, горючие газы, соли, руды железа, марганца, алюминия, россыпи золота, платины, алмазов, фосфориты, стройматериалы).

Осадочные горные породы

Обломочные и
глинистые
породы

Породы хими-
ческого про-
исхождения

Породы орга-
нического про-
исхождения

Образуются из
обломков
пород и
минералов.

Образуются из
водных раст-
воров при
выпадении
частиц вещества

Образуются из
остатков
живых организ-
мов, накопив-
шихся на дне

Собственно –обломочные осадочные горные породы



Щебень



Валуны



Галька



Песок



Глина

Вулканогенно –обломочные осадочные горные

Размер обломков, мм	Подотдел 1. Пирокластические породы (пирокластического материала 90–100%)			Подотдел 2. Туфогенные породы, скементированные (пирокластического материала 10–90%)		
	рыхлые	литифицированные		пирокласти-ческого материала 50–90%	пирокласти-ческого материала 10–50%	
		уплотненные	спекши-ся, сва-ренные		обломки окатанные	обломки исокатанные
Более 200	Вулканиче-ский агломерат глыбовый	Грубоагломе-ратовый туф	Лаво-брек-чии и туфо-лавы	Туффит гру-боагломерато-вый	Туфоконгло-мерат валунный	Туфобрек-чия глыбова-я
50–200	Вулканиче-ский агломерат	Щебенчатый или агломерато-вый туф		Туффит кру-но- и средне-агломератовый	Туфоконгло-мерат крупно- и среднегалечный	Туфобрек-чия крупно- и среднешебенчатая
10–50	Вулканиче-ский агломерат лапиллиевый	Мелкощебен-чатель или ла-пиллиевый туф		Туффит мел-коагломерато-вый (лапиллиевый)	Туфоконгло-мерат мелкога-лечный	Туфобрек-чия мелко-щебенчатая
2–10	Вулканиче-ский гравий	Крупнообло-мочный туф		Туффит гра-вийный	Туфогравелит	
0,1–2	Вулканиче-ский песок	Среднеобло-мочный туф		Туффит пес-чаный	Туфопесчаник	
Менее 0,1	Вулканиче-ский пепел	Пепловый (мелкообломоч-ный) туф		Туффит пеп-ловый	Туфоалевро-лит и туфоар-гиллит	



**Вулканические туфы,
Армения**



Глинистые породы



Глинистые породы - группа пород, состоящих главным образом из глинистых минералов (каолинит, гидрослюды, монтмориллонит, полыгорскит и другие), размер частиц которых не превышает 0,01 мм в диаметре.

Аргиллиты – сцементированные глинистые породы.



Хемогенные осадочные породы: 1) аллиты (*бокситы*); 2) кремнистые (*опоки, диатомиты, яшма*); 3) минеральные соли (*каменная соль, гипсит*); 4) железистые (*бурый железняк*); 5) карбонатные (*известняки, доломититы*).

ОСАДОЧНЫЕ ГОРНЫЕ ПОРОДЫ



ОПОКА
Г. Венециа
Саратовская обл., Россия
из коллекции



ГИПСА
в пещерном радиоактивном (горн.)
бассейне р. Тынчтык-Салтык-Ламы
Республика Казахстан



ФРАГМЕНТ
ОКАМЕНЕЛОГО ДЕРЕВА
Петрский чайханы
Караскала губерн.

КРЕМНИСТЫЕ ПОРОДЫ



ФОСФОРИТ



БОКСИТ



АНГИДРИТ



ГИПС
зернистый, белый

Органогенные осадочные породы: 1) карбонаты (*органогенные известняки, ракушечники*); 2) каустобиолиты (*торф, бурый уголь, каменный уголь, антрацит, горючие сланцы, нефть*)



Органогенный известняк



Каменный уголь

Полезные ископаемые

Присутствующие в аллювиальных отложениях скопления ценных минералов могут образовывать достаточно высокие концентрации, экономически выгодные для разработки. Таким путем образуются **россыпные месторождения золота, платины, алмазов, вольфрама, шеелита, серебра, магнетита, гематита, хромита, граната, циркона и др.**

Заболоченные районы являются благоприятной средой для развития растительности, при отмирании которой образуется **торф**.

Полное разложение растительного вещества и его углефикация в условиях высоких температур и давления сначала приводит к превращению торфа в темно-бурую или черную, с матовым блеском породу – **бурый уголь**.

При дальнейшей углефикации, происходящей при более высокой температуре недр ($300\text{--}325^\circ$), бурый уголь преобразовывался в **каменный уголь** с более высоким содержанием углерода – до 95%. Завершающим моментом углефикации является образование **антрацита** – горючей породы с раковистым изломом, металловидным стеклянным блеском и содержанием углерода от 93 до 98%. Каменные угли и антрациты известны среди угольных месторождений Донбасса, Кузнецкого, Канского и других угольных бассейнов.

Сапропелевые илы, состоящие из остатков животного происхождения и низших растений (фитопланктона, водорослей), со временем преобразуются в **сапропелевые угли и горючие сланцы**. Встречаются в Донбассе, в Подмосковном угольном бассейне и др.

Горючие сланцы известны в Казахстане, Эстонии, Ленинградской области, на Урале и в других районах. Применяются они в качестве топлива, для получения масел и некоторых других продуктов.

С озерно-болотными отложениями связаны месторождения песка, глин, известняков, доломитов, мергелей, диатомитов, солей, железных и марганцевых руд.

Озерные пески используются в стекольной промышленности для производства стекла. *К*

Каолиновые глины применяются в керамической промышленности и для производства оgneупоров.

Карбонатные породы (известняки, доломиты, мергели) находят применение в строительном деле, в черной металлургии (флюсы), при производстве цемента.

Ископаемые соли (галит, сильвин, карналлит) применяются в химической промышленности, гипс и ангидрит – в строительном деле.

С древних пор известны и разрабатываются железные и марганцевые руды.

Сапропелевые и торфяные илы используются в качестве лечебных грязей.

В озерах Казахстана и Западной Сибири разрабатываются месторождения соды и мирабилита.

Соли бора добываются в озерах США (озеро Серлс), Чили, Аргентины и некоторых других стран.

Среди ископаемых морских органогенных осадков распространены фораминиферовые известняки, мел, мергель, коралловые, брахиоподовые и другие известняки.

Хемогенные образования шельфа представлены известняками, бокситами, железными и марганцевыми рудами, фосфоритами, глауконитом.

Геохронология (геологическое датирование)

В истории формирования и развития Земли выделяют два крупных и различных по продолжительности этапа: **догеологический и геологический**.

❖ **Догеологический этап** включает этап истории Солнечной системы, завершившийся консолидацией космического вещества в планетное тело, которое на первой стадии своего существования, по-видимому, было лишено органической жизни. Нижняя граница не установлена. Верхняя граница условно может быть проведена на уровне 4,0 млрд. лет (по последним данным 3,96 млрд. лет). События, произошедшие на его протяжении, являются догеологическими.

❖ **Геологический этап** охватывает отрезок времени от начала формирования земной коры до настоящего времени, для него характерно проявление геологических процессов и формирование органического мира.

Геологический этап включает в себя 2 акрона – архей, протерозой и 3 эры – палеозой, мезозой и кайнозой. Наиболее древняя история нашей планеты не может быть изучена палеонтологическими методами, т.к. породы, слагающие эти толщи не содержат палеонтологических остатков. Отложения, залегающие выше, содержали большое количество органических остатков и их выделили в фанерозой. Но он тесно привязан к существующей геохронологической шкале, поэтому называется относительным.

В абсолютной геохронологии применяется обычная астрономическая система летоисчисления – астрономический год – период времени полного обращения Земли вокруг Солнца.

Общим стратиграфическим подразделениям
соответствуют
геохронологические эквиваленты.

Стратиграфическое подразделение	Геохронологическое подразделение
Акротема	Акрон
Эонотема	Эон
Эратема	Эра
Система	Период
Отдел	Эпоха
Ярус	Век

Общая геохронологическая шкала

Четвертичный период (Q)

Период	Раздел – млн лет	Звено	Тектоническая фаза
Четвертичный (квартер) $Q - 1,80$ млн лет	Голоцен Q_H – 0,012	современное Q_{IV}	Алматинская
	Плейстоцен Q_P – 0,8	позднее Q_{III}	Жонгарская
		среднеее Q_{II}	Бакинская
		раннеее Q_I	Койбынская
	Эоплейстоцен Q_E – 1,0	позднеее Q_{EI}	Хоргосская
		раннеее Q_{EI}	

Фанерозой (Φ)

Эон	Эра	Период – млн лет	Эпоха – млн лет
Ф а н е р о з о й	Φ – 542 млн лет		
П а л е о з о й PZ – 291 млн лет	Мезозой MZ – 185,5 млн лет	Кайнозой KZ – 65,5 млн лет	Неоген N – 21,2 23,0
			плиоцен N ₂ – 3,53 миоцен N ₁ – 17,7
		Палеоген П – 42,5 65,5	олигоцен P ₃ – 10,9 эоцена P ₂ – 21,9 палеоцен P ₁ – 9,7
		Мел K – 80,0 145,5	поздняя K ₂ – 34,1 ранняя K ₁ – 45,9
		Юра J – 54,1 199,6	поздняя J ₃ – 15,7 средняя J ₂ – 14,4 ранняя J ₁ – 24,0
		Триас T – 51,40 251	поздняя T ₃ – 28,4 средняя T ₂ – 17,0 ранняя T ₁ – 6,0
	поздний палеозой PZ ₃	Пермь P – 48,0 299	поздняя P ₂ – 19,6 ранняя P ₁ – 28,4

Каменноугольный (карбон) С – 60,2	поздняя С ₃ – 7,5
	средняя С ₂ – 11,6
	ранняя С ₁ – 41,1
± Девон D – 56,8	поздняя D ₃ – 26,1
	средняя D ₂ – 12,2
	ранняя D ₁ – 18,5
Силур S – 27,7 443,7	поздняя S ₂ – 6,8
	ранняя S ₁ – 20,8
Ордовик О – 44,6 488,3	поздняя О ₃ – 17,2
	средняя О ₂ – 10,9
	ранняя О ₁ – 16,5
Кембрий Е – 53,7	поздняя Е ₃ – 12,7
	средняя Е ₂ – 12,0
542,0 1,0	ранняя Е ₁ – 29

Местные стратиграфические подразделения: серия – объединяет несколько свит, для которых имеются какие-то общие признаки.

Свита – толща горных пород, образованных в определенной физико-географической обстановке и занимающих установленное стратиграфическое положение в разрезе.



Спасибо за внимание