

Карбонатные породы

Карбонатные породы составляют 18-29% от общего количества осадочных пород (Ронов, 1993).

Карбонатные породы – породы, более чем на 50% сложенные солями угольной кислоты.

Минералы карбонатов

- Кальцит $CaCO_3$;
- Доломит $CaMg(CO_3)_2$

Другие минералы карбонатов рассмотрены для других типов осадочных пород

Горные породы

- Известняки
- Доломиты
- Мергели
- Мел

Известняки – это породы, более чем на 50% сложенные кальцитом. Современные осадки в значительной мере сложены арагонитом и высокомагнезиальным кальцитом.

Примеси: доломит, глинистый материал, обломочный материал, окислы и гидроокислы железа, пирит и т.д.

Доломиты – это породы, более чем на 50% сложенные минералом доломитом.

Примеси: кальцит, глинистый материал, обломочный материал, окислы и гидроокислы железа и т.д.

Мергели – это микрозернистые обычно мягкие породы по сути являющиеся переходными между глинистыми и карбонатными.

Содержание глинистого материала 25-75%, а карбонатного 75-25%.

Структура карбонатного материала пелитоморфная или микрозернистая.

Выделяют:

- Известковый мергель
- Доломитовый мергель (домерит)

Мел. Тонкозернистая горная порода более чем на 50% состоящая из минерала кальцит. Характеризуется белой окраской, легко оставляет белую черту, бурно реагирует с соляной кислотой.

Принципы классификации карбонатных пород

Выделяют несколько видов классификаций:

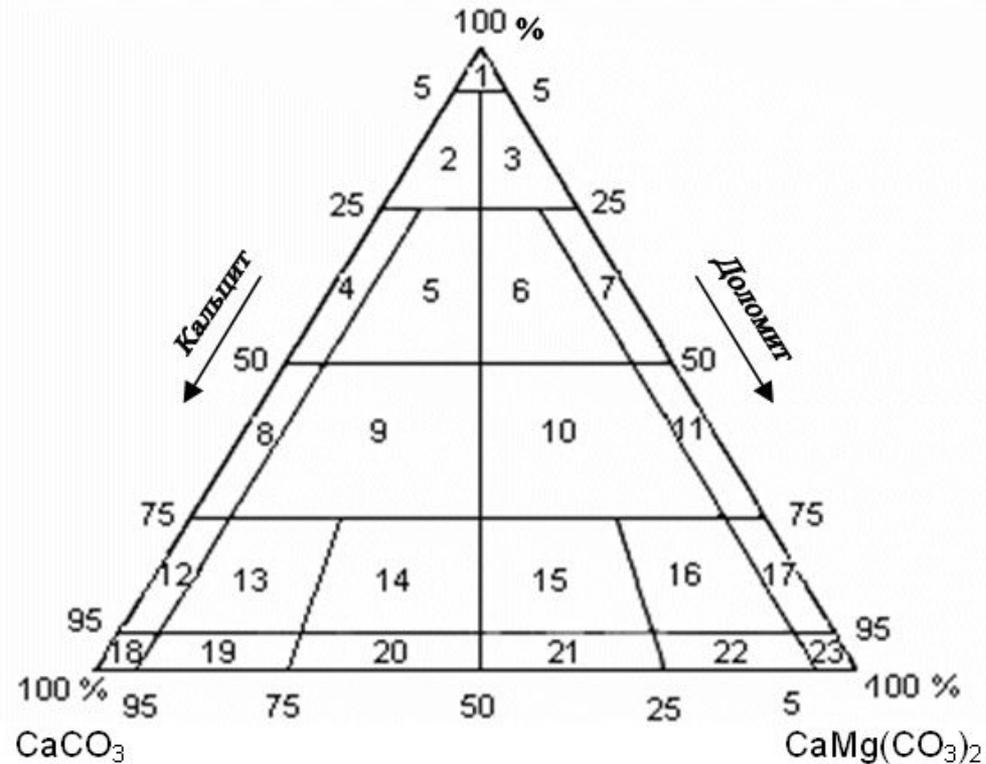
- Вещественные
- Структурные
- Генетические
- Структурно-генетические

Вещественные классификации

Название породы	Относительное содержание минеральных фаз, %	
	Кальцит	Доломит
Известняк	100-95	0-5
Известняк доломитистый	95-75	5-25
Известняк доломитовый	75-50	25-50
Доломит известковый	50-25	50-75
Доломит известковистый	25-5	75-95
Доломит	5-0	95-100

Классификация глинисто-карбонатных пород

Нерастворимый остаток (глина)



. Классификация карбонатных и глинисто-карбонатных пород (по С. Г. Вишнякову, 1933).

1 - глина; 2 - глина доломитисто-известковистая; 3 - глина известковисто-доломитистая; 4 - мергель глинистый; 5 - мергель глинистый, доломитисто-известковый; 6 - мергель глинистый, известковисто-доломитовый; 7 - мергель глинистый, доломитовый; 8 - мергель; 9 - мергель доломитисто-известковый; 10 - мергель известковисто-доломитовый; 11 - мергель доломитовый; 12 - известняк глинистый; 13 - известняк глинистый доломитистый; 14 - известняк глинистый доломитовый; 15 - доломит глинистый известковый; 16 - доломит глинистый известковистый; 17 - доломит глинистый; 18 - известняк; 19 - известняк доломитистый; 20 - известняк доломитовый; 21 - доломит известковый; 22 - доломит известковистый; 23 - доломит.

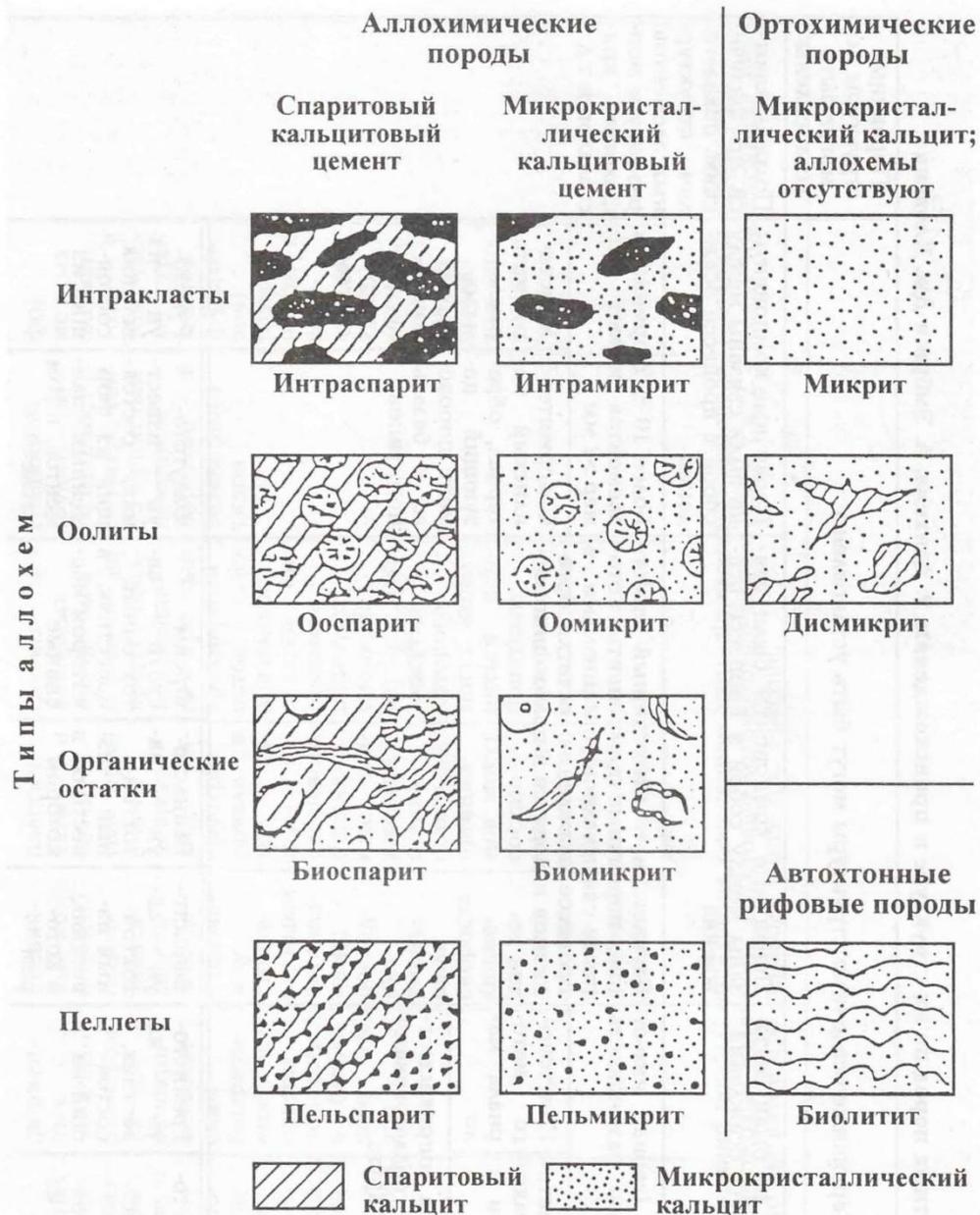
Структурные классификации

Основана на соотношении форменных компонентов породы и цементирующего их материала

Отечественная структурная классификация по В.Г.Кузнецову (2007)

Структуры	Биоморфные (состоящие из целых остатков организмов в положении роста)			Зернистые (граноморфные)			Кристаллические (кристалломорфные, кристаллитовые)		Обломочные (класто-морфные, класталитовые)	
	Биогермные (зоо- и фитобиогермные)			Цельнорако-винные	Скелетные	Нескелетные (форменные)	Равнозернистые (равнокристаллические, гомеомерные, гомеометрические, гомеометрически-зернистые)	Разнозернистые (разнокристаллические, гетероморфные, гетерометрические, гетерометрически-зернистые)	По размеру и частично по окатанности карбонатных обломков	
	Ветвистые	Пластинчатые	Обволакивающие (и цементирующие)							
Примеры пород – известняков (Доломитов)	Коралловые, мшанковые, строматопоровые, эпифитоновые, серпуловые и др.	Палеоап-лизиновые и др.	Строматолитовые и др.	Ракушники: фораминиферовые, устричные, птероподовые, гастроподовые, тектакулитовые, сферовые и т.д.	Органогенно-обломочные (детритовые): состоят из определенных органических остатков размером обычно более 0,1 мм	Шламовые: состоят из неопределимых органических остатков размером обычно менее 0,1 мм	Пизолитовые, оолитовые, псевдооолитовые, онколитовые, комковатые, сгустковые, пеллоидные, пеллетовые, сферолитовые, копролитовые, желваковые и т.д.	Пелитоморфные < 0,005 мм Микрозернистые (кристаллические) 0,005–0,05 мм Тонкозернистые (кристаллические) 0,05–0,1 мм Мелкозернистые (кристаллические) 0,1–0,25 мм Среднезернистые (кристаллические) 0,25–0,5 мм Крупнозернистые (кристаллические) 0,5–1,0 мм Грубозернистые (кристаллические) 1,0–2,0 мм Гигантозернистые (кристаллические) > 2,0 мм	Разнозернистые, в том числе порфировидные и др.	Известняковые (доломитовые) брекчии, конгломераты, гравелиты, песчаники, алевролиты
	Полибиогермные, полифитовые			Включая мел			Включая туфы и травертины, имеющие кристификационную структуру (точнее, текстуру, так как она характеризуется взаимным расположением кристаллов в пространстве)			

Структурная классификация Фолка (Folk R. L)



Folk R. L.

Practical petrographic classification of limestones. Am. Ass. Petrol. Geologists Bull. 43, 1-38 (1959).

Взято у В.Г.Кузнецова (Кузнецов, 2007).

Структурная классификация Р.Данхема с дополнениями А.Эмбри и Дж.Кловена

Embry A.F., Klovan J.E.
A Late devonian reef tract on northeastern Banks Island, Northwest Territories. Can. Petrol. Geology Bull. 19. 730-781 (1979).

Взято у В.Г.Кузнецова (Кузнецов, 2007).

Первичные осадочные структуры могут быть установлены								Первичные структуры не могут быть установлены
Первичные компоненты не были связаны между собой в процессе осаднения		Первичные компоненты были связаны между собой в процессе осаднения		Первичные компоненты не были связаны между собой в процессе осаднения		Подразделяются по физическим показателям структурных элементов: размеру и морфологии кристаллов и т.д.		
Фирменные элементы (зерна) имеют алевроитовую и песчаную размерность (<2 мм)		Баундстоун – автохтонный известняк, первичные компоненты которого связывались организмами в процессе осаднения; остатки организмов находятся в положении роста		Более 10 % форменных элементов имеют размер >2 мм				
Содержится илестый материал пелитовой и мелкоалевритовой размерности		Илестового материала мало		Содержится илестый материал, образующий цемент порового и базального типов		Илестового материала мало, зерна соприкасаются друг с другом		
Зерна не соприкасаются друг с другом и заключены в илестом материале		Зерна соприкасаются и поддерживают друг друга						
Зерен менее 10 %	Зерен более 10 %							
Мадстоун – микроили тонкозернистый	Вакстоун – микрои тонкозернистый	Пакстоун – известняк, состоящий из	Грейнстоун – известняк, состоящий из	Бафлстоун – автохтонный известняк, в котором	Байндстоун – автохтонный известняк, в котором	Фреймстоун – автохтонный известняк, в котором массивные	Флаутстоун – известняк, состоящий из форменных элементов, в том числе	Рудстоун – известняк, состоящий из
известняк с незначительным содержанием форменных элементов размером <2 мм	известняк с достаточно обильными форменными элементами размером <2 мм (до 40 – 50 %) форменных элементов размером <2 мм	форменных элементов размером <2 мм, с тонкозернистым цементом порового и базального типов	форменных элементов размером <2 мм, с яснокристаллическим (спаритовым) цементом порового и базального типов	первичные компоненты осадка улавливались и осаждались между стеблями и видимыми организмами; последние уменьшали скорость движения воды, что служило причиной осаднения	пластинчатые и таблитчатые организмы покрывали, инкрустировали и тем самым связывали первичные компоненты осадка; остатки организмов могут составлять не более 15 % объема породы	формы ископаемых организмов образуют во время осадконакопления прочный трехмерный остов. Следовательно, остатки организмов образуют опорный каркас, промежутки которого могут заполняться карбонатным материалом иной структуры	гравийной (рудитовой) размерности, с микротонкозернистым цементом порового и базального типов	форменных элементов, в том числе гравийной (рудитовой) размерности, с яснокристаллическим (спаритовым) цементом порового типа

Генетическая классификация по В.Т.Фролову

Седиментогенные

- Биогенные
 - Планктоногенные
 - Нектогенные
 - Бентосогенные
 - Копрогенные
- Хемогенные и биохемогенные
- Механогенные

Метасоматические

- Элювиальные
 - Субаэральные
 - Субаквальные
- Пещерные и другие брекчии
- Постседиментационные
 - Диагенетические
 - Катагенетические
 - Метагенетические

Структурные части карбонатных пород

Карбонатная порода представляет собой ассоциацию двух разнородных компонентов

- *Форменные элементы*
- *Связующая цементирующая масса*

Форменные элементы

```
graph TD; FE[Форменные элементы] --> SZ[Скелетные зерна]; FE --> NZ[Нескелетные зерна]; CM[Цементирующая масса] --> MZ[Микрозернистые (микритовые)]; CM --> JZ[Яснозернистые (спаритовые)];
```

Скелетные зерна

- *Гастроподы*
- *Фораминиферы*
- *Остракоды*
- *Детрит*
- *Шлам и др.*

Нескелетные зерна

- *Оолиты*
- *Сферолиты*
- *Сгустки и комки*
- *Литокласты и др*

Цементирующая масса

Микрозернистые
(микритовые)

Яснозернистые
(спаритовые)

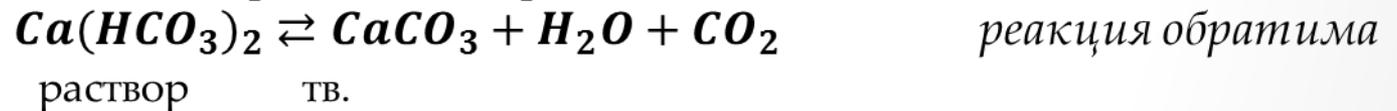
Механизмы и обстановки образования известняков

Установлено три основных способа образования известняков

Биогенный – Организмы строят свой скелет из $CaCO_3$, который извлекается из воды:

- Кальцит
- Арагонит
- Высокомагнезиальный кальцит

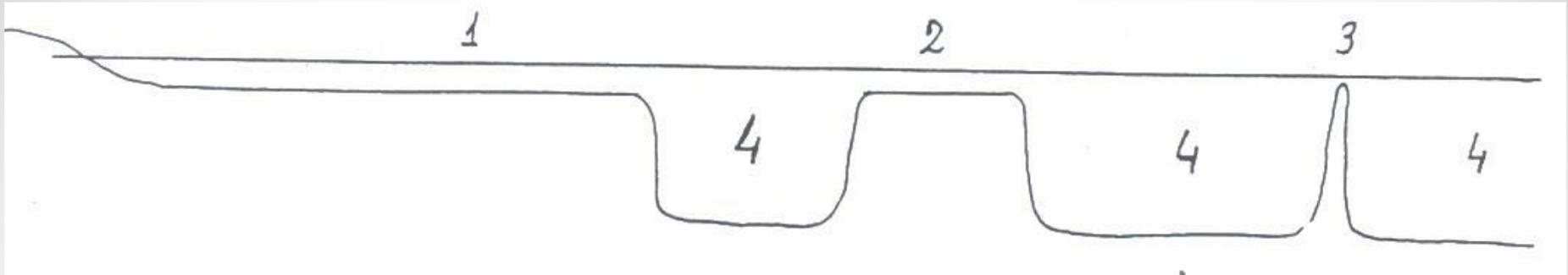
Хемогенный. Осаждение карбонатного материала обусловлено достижением предела растворимости кальцита. Образование хемогенного кальцита объясняется уравнением карбонатного равновесия.



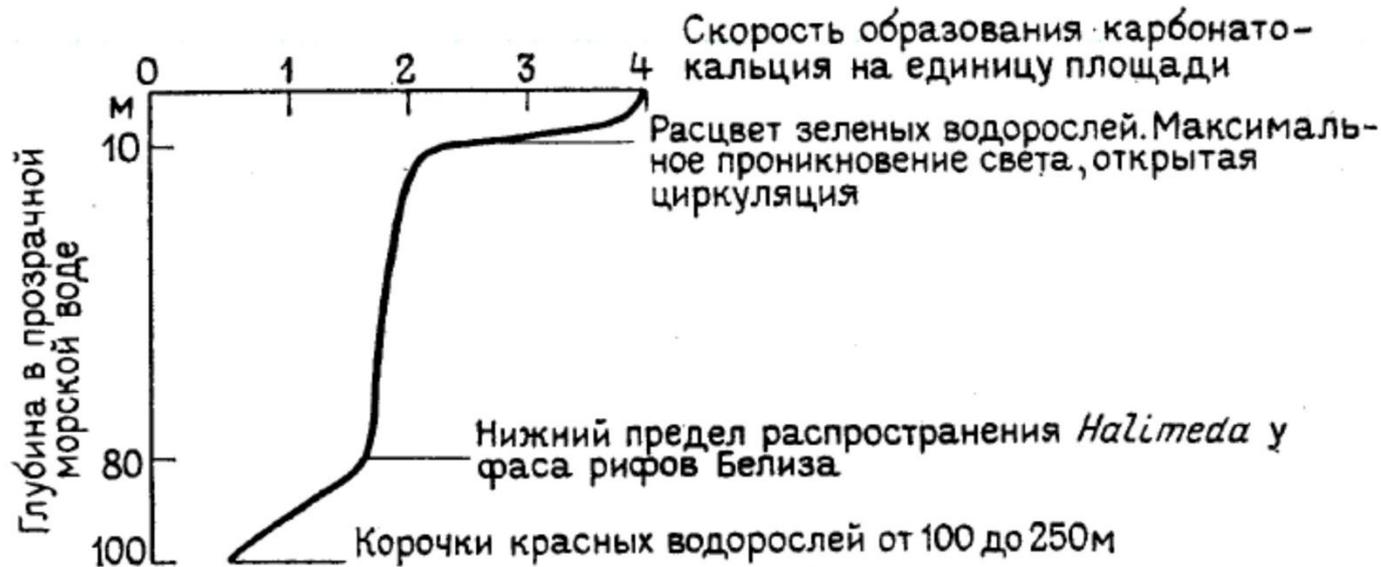
Биохемогенный. Выпадение кальцита идет через жизнедеятельность живых организмов (водорослей). Во время фотосинтеза вокруг водорослей создается локальное снижение CO_2 , в результате чего идет выпадение кальцита в твердой фазе.

Нередко в морях в период цветения водорослей можно увидеть белые мутьевые облака (вайтинги)

Некоторые обстановки накопления известняков



1 – Шельф, 2 – Изолированная отмель, 3 – Рифы, 4 – Пелагиаль

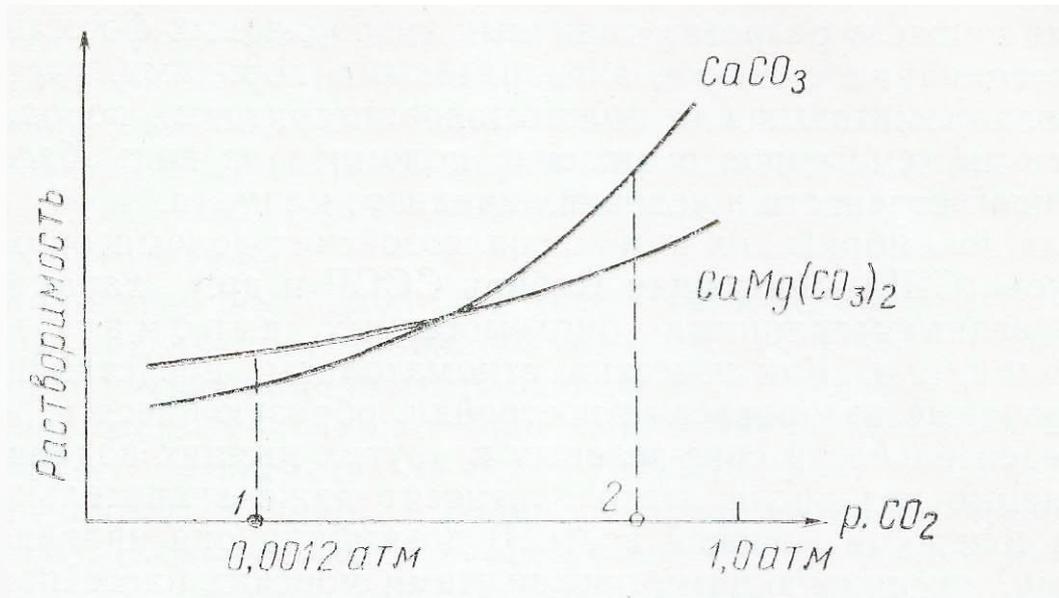


Лизоклин – глубина с которой прекращается карбонатонакопление. (3,5-4 км)

График, показывающий, что образование органогенных карбонатов, вероятно, не находится в прямой зависимости от глубины. Скорости образования карбонатов по оценкам Р. Н. Гнзбурга (взято у Уилсона, 1980)

Механизмы и обстановки формирования ДОЛОМИТОВ

Биогенный. Нередко доломиты формируются в условиях жизнедеятельности водорослей, в частности некоторых строматолитов. Особенно это характерно для докембрия, когда в атмосфере преобладала углекислота и в Мировом океане практически не было свободного кислорода. Простейшие водоросли осаждали доломит.



По данным
О.К. Янатьевой

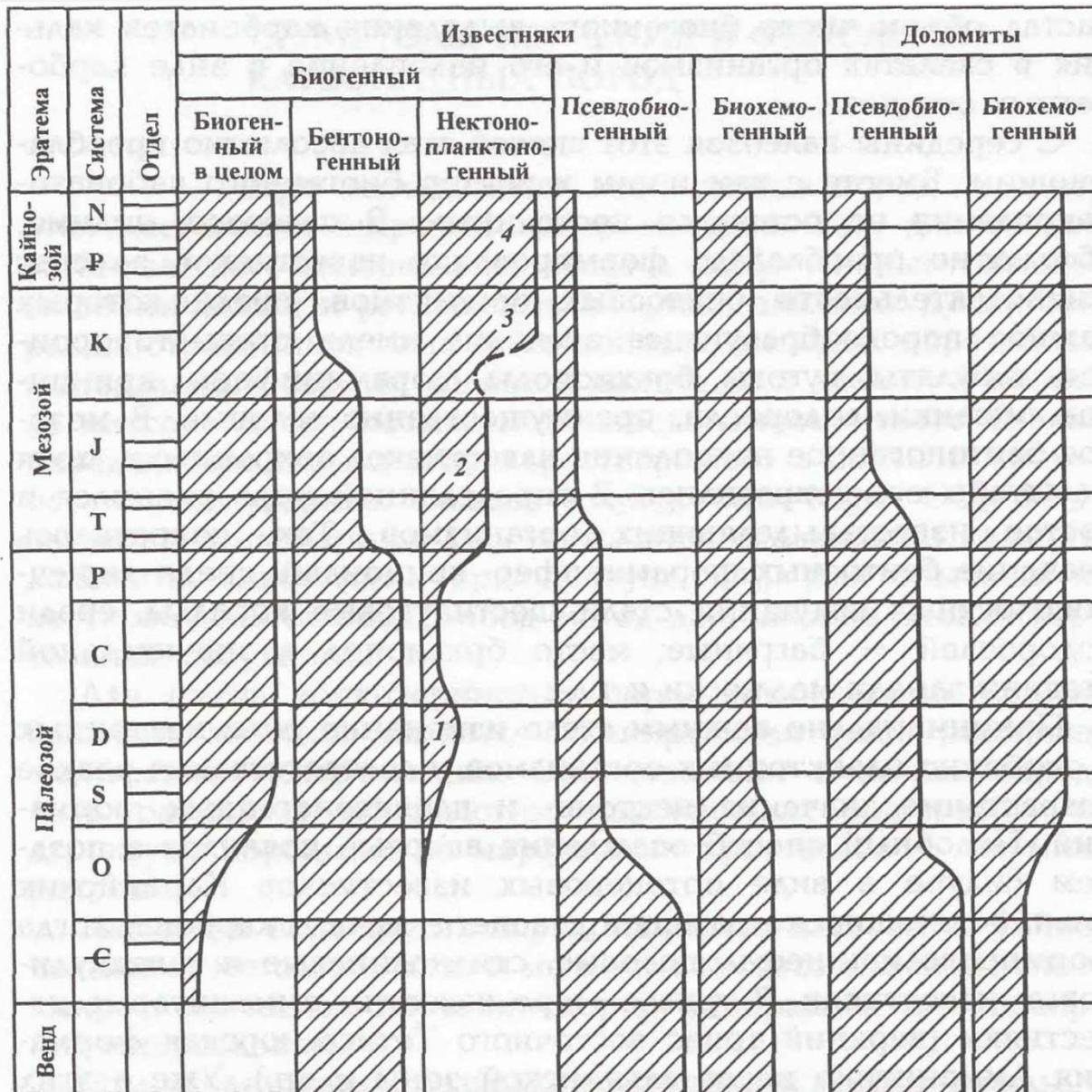
Метасоматический. Нередко доломит формируется в результате метасоматического замещения известняков на дне морей и океанов, а также в условиях диа и катагенеза в бассейне породообразования.

Различные организмы строящие свой скелет из минерального вещества

	Aragonite	Aragonite + Calcite	Mg-Calcite	Calcite	Calcite + Mg-Calcite	Opal	divers
Plankton							
Pteropods	x						
Radiolarians						x	celestite
Foraminifera	(x)		x	x	x		
Coccolithophores				x			
Dinoflagellates			x				organic
Silicoflagellates						x	
Diatoms						x	
Benthos							
Chlorophyta	x						
Rhodophyta	x		x		(x)		
Phaeophyta	x						
Sponges	x		x			x	celestite
Scleratinian corals	x						
Octocorals	x		x				
Bryozoens	x	x					
Brachiopods					x		phosphate
Gastropods	x	x					
Pelecypods	x	x			x		
Decapods			x				phosphate
Ostracods	(x)		x				
Barnacles	(x)		x				
Annelid worms	x	x	x			(x)	phosphate
Echinoderms			x				phosphate
Ascidians	x						

Flugel, 1974, 2004; Milliman, 1974

Схема эволюции способов осаждения карбонатного материала



По В.Г.Кузнецову

Условия и механизмы формирования мергелей

Мергели формируются в мелководных условиях и условиях с низкой скоростью осадконакопления. Основные обстановки – это мелководные заливы, лагуны, озера, бассейны с застойными гидродинамическими параметрами среды.

Условия и механизмы формирования мела

Мел может образовываться как в мелководных так относительно глубоководных участках морских бассейнов. Для образования осадков впоследствии образующих мел также необходимыми условиями являются довольно низкие параметры гидродинамики среды бассейна. Это необходимо для осаждения мельчайших планктонных форм организмов – коколитофорид.

Органогенный каркасный риф (organic framework reef) – постройка, образованная частично волноустойчивым каркасом, воздвигнутым организмами. В основном геологи сознательно употребляют термин «риф» для обозначения любой карбонатной постройки. Первоначальный термин относился к скалам или отмелям, на которых корабль мог потерпеть крушение. Поскольку многие подобные образования являлись кораллово-водорослевыми рифами, геологи ввели этот термин в свой профессиональный язык, придавая ему два более конкретных значения: 1) органические сообщества, строящие каркас, и 2) органогенная постройка.

Вторичные изменения карбонатов

- Выщелачивание
- Кальцитизация
- Перекристаллизация
- Доломитизация
- Сульфатизация
- Окремнение
- Ожелезнение и др.

Практическое применение карбонатных пород

Изучение карбонатов позволяет с довольно высокой детальностью восстанавливать условия осадконакопления, что зачастую недоступно для других осадочных образований (Кузнецов, 2007).

Однако карбонатные породы подвержены довольно существенным вторичным преобразованиям, что с одной стороны затирает информацию о их первичной структуре и текстуре и с другой позволяет рассматривать карбонатные образования в качестве объектов для изучения особенностей постседиментационного изменения пород.

По разным оценкам в карбонатных образованиях сосредоточено от 35 до 48% мировых запасов нефти (Кузнецов, 2007). Кроме того, с карбонатными породами связаны крупные месторождения строительного сырья, полиметаллических руд. Карбонатные породы используются и в аграрно-сельскохозяйственных нуждах. Область применения карбонатных пород довольно высокая и затрагивает практически все отрасли производства.

Применение карбонатных пород в производстве и народно-хозяйственной деятельности чрезвычайно высокое.