

Карагандинский технический университет имени Абылкаса Сагинова

кафедра Геология и разведка МПИ

7М07202 «Геология и разведка месторождений  
полезных ископаемых»

Дисциплина МТРІК 7306

# Месторождения твердых полезных ископаемых Казахстана

Маусымбаева Алия Думановна

Ассоциированный профессор кафедры ГРМПИ: доктор PhD, к.т.н.



# Тема 10: Метаморфогенные месторождения полезных ископаемых

- ▶ Цель: Детально изучить изменение минерального состава и структуры твердых горных пород в соответствии с физическими и химическими условиями, существующими на глубине, ниже зон выветривания и цементации; эти условия отличаются от условий, при которых породы предположительно образовались

## Метаморфизм

«Метаморфизм – изменение минерального состава и структуры твердых горных пород в соответствии с физическими и химическими условиями, существующими на глубине, ниже зон выветривания и цементации; эти условия отличаются от условий, при которых породы предположительно образовались» (Turner, Verhoogen, 1960)

**Локальный метаморфизм** – автометаморфизм, ореольный (контактовый) метаморфизм, динамометаморфизм вдоль тектонических зон.

**Региональный метаморфизм**, вызванный повышением Т и Р, называется прямым или прогрессивным; он способствует реакциям с выделением из минералов воды и углекислоты. Метаморфизм, связанный со сменой высокотемпературных минеральных ассоциаций низкотемпературными, способствующий обратному поглощению воды и углекислоты, называется обратным или регрессивным.

**Изохимический метаморфизм** осуществляется без привноса новых минералообразующих веществ; он свойственен прогрессивной стадии.

**Аллохимический метаморфизм** происходит с привносом новых веществ и изменением химического состава метаморфизуемых пород; он особенно характерен для регрессивной стадии.

## Роль воды при метаморфизме



### При метаморфизме участвует вода:

- порового пространства неметаморфизованных пород;
- связанная в минералах-гидратах;
- поступающая в зоны низких ступеней из зон высоких ступеней

метаморфизма; - магматического происхождения (ювенильная).

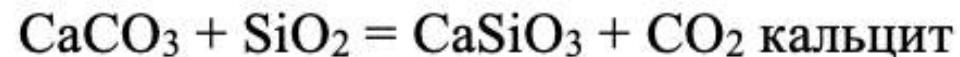
### **Функции воды при метаморфизме:**

- пары воды обуславливают высокое давление;
- понижает температуру метаморфических преобразований;
- многократно ускоряет ход преобразований;
- увеличивает кристаллизационную способность минералов в метаморфических процессах;
- активно растворяет химические соединения, участвующие в метаморфических реакциях, обеспечивая избирательный вынос и переотложение части из них.

## CO<sub>2</sub>

Парциальное давление углекислоты увеличивается с глубиной за счет разложения соответствующих минералов (карбонатов).

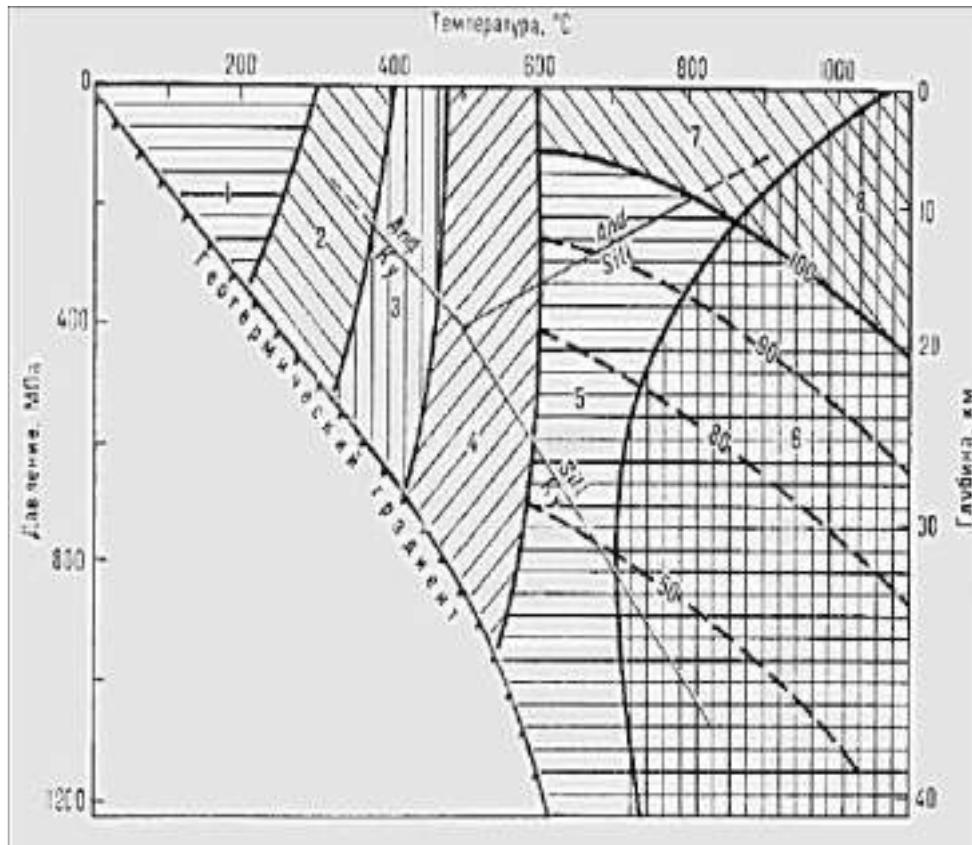
Это приводит к тому, что по мере увеличения степени метаморфизма карбонаты постепенно вытесняются силикатами кальция, магния и железа:



кремнезем волластонит углекислота



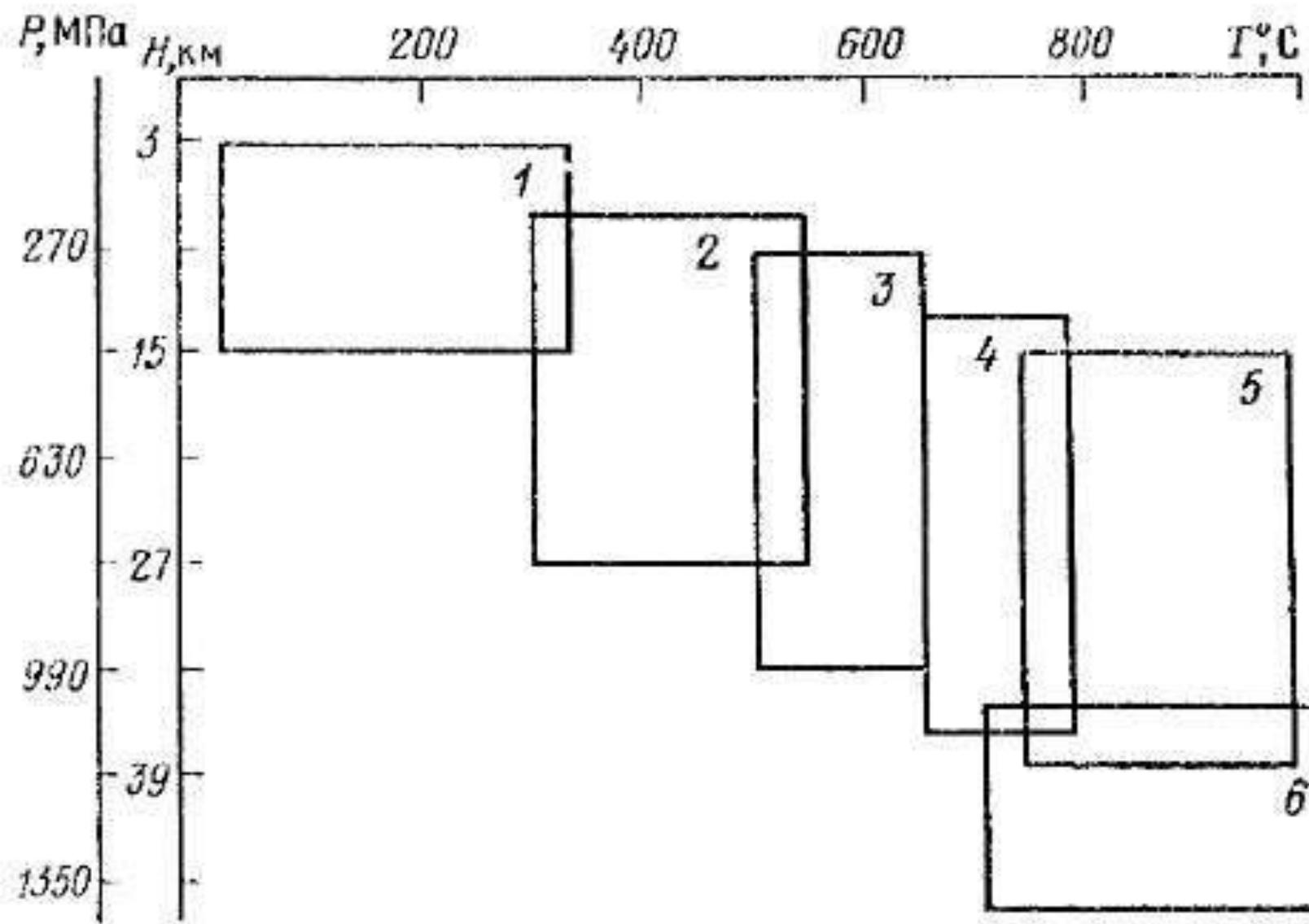
кремнезем родонит углекислота



**Фации регионального метаморфизма (высокие температура, нагрузка пород и давление газовой фазы)**

В порядке повышающейся температуры:

- цеолитовая фация (100-350°C, до 300 МПа);
- зеленосланцевая фация (300-550°C, 200-500 МПа);
- глаукофановая фация (350-600°C, 400-600 МПа);
- амфиболитовая фация (600-800°C, 400-600 МПа);
- гранулитовая фация (700-1000 °C, 600-900 МПа); - эклогитовая фация (600-800 °C, 800-1200 МПа).



## **Изменения в результате метаморфизма**

***В результате метаморфизма изменяются:***

- форма (морфология) тел полезных ископаемых**
- текстура вещества в телах полезных ископаемых;**
- структура минеральной массы;**
- минеральный состав:**

- гидроксиды переходят в оксиды:

- лимонит→гематит→магнетит
- псиломелан, мanganит→браунит, гаусманит
- опал→кварц

- менее плотные модификации минералов переходят в более плотные:

- марказит (ромб.)→пирит (куб.)
- вюрцит (гекс., триг.)→сфалерит (куб.)
- фосфорит (горная порода)→апатит - сменяются

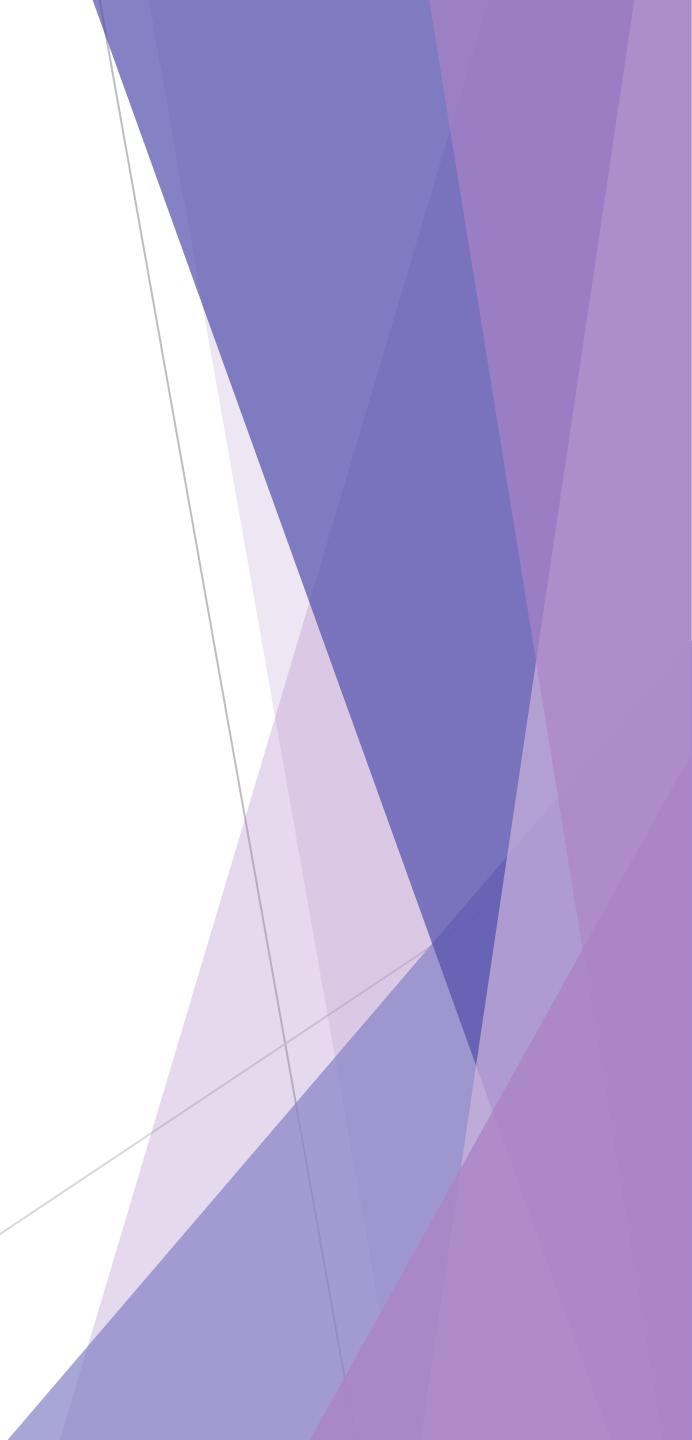
*минеральные ассоциации:*

- (ser, chl, py)→(bt, po)→(mt)→(bt, gr) -

*возникают структуры распада:*

- «ср-бр» «сп-ср» «гл-кс» - превращения:
- полевой шпат ( $K_2O \cdot Al_2O_3 \cdot 6SiO_2$ ) → андалузит  
 $(Al_2O_3 \cdot 6SiO_2)$  → корунд ( $Al_2O_3$ )
- уголь→графит;
- известняк→мрамор;
- водные силикаты Al в глинистых сланцах → простые силикаты

(кианит, силлиманит, андалузит)



Фация	Важнейшие минералы	Полезные ископаемые
Цеолитовая	Кварц, альбит, хлорит, пумпеллит	Самородной меди (типа оз. Верхнего)
Зеленых сланцев	Кварц, альбит, биотит, мусковит, tremолит, хлорит, эпидот	Магнетит-гематитовые кварциты, золото и уран, колчеданы, наждак, плотный графит, асбест, нефрит, горный хрусталь
Глаукофановая	Кварц, сиескартин, родонит, бустамит, глаукофан, эгирин, жадеит, лавсонит, мусковит, эпидот, хлорит, кальцит	Силикатные марганцевые и цинковые руды, магнетит-амфибоитовые руды
Амфиболитовая	Кварц, кианит, ставролит, плагиоклз, гранат, роговая обманка, диопсид, слюда	Железные руды таконитов и итаборитов, сульфидные руды, кианит, диаспор, силлиманит, андалузит, корунд, наждак, флогопит, кристаллический графит, ильменит, апатит, лазурит
Гранулитовая	Кварц, плагиоклаз, ставролит, плагиоклаз, гранат, роговая обманка, диопсид, слюда	Амфибол-пироксенмагнетитовые кварциты, гранаты, рутил
Эклогитовая	Омфацит, гранат, кианит, энстатит, рутил	Рутил (титан)

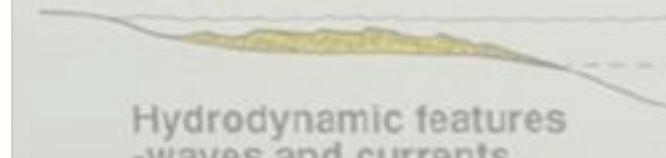
Основные типы несогласий относительно самой поверхности несогласия, которые прослеживаются на сейсмических профилях, следующие. 1. Взаимоотношение слоев у верхней границы сейсмофации.

- **Эрозионное срезание [erosional truncation]** – слои в кровле сейсмофации ограничиваются поверхностью эрозии. Может встречаться в разных позициях в осадочной толще, но чаще всего связано с угловыми несогласиями.
- **Кровельное прилегание [toplac]** – моноклинально залегающие слои в кровле ограничены поверхностью, выше которой слои залегают более полого. Поверхность называется *поверхностью утыкания [toplac surface]*. Кровельное прилегание обычно связано с эрозией или перерывом в седиментации.

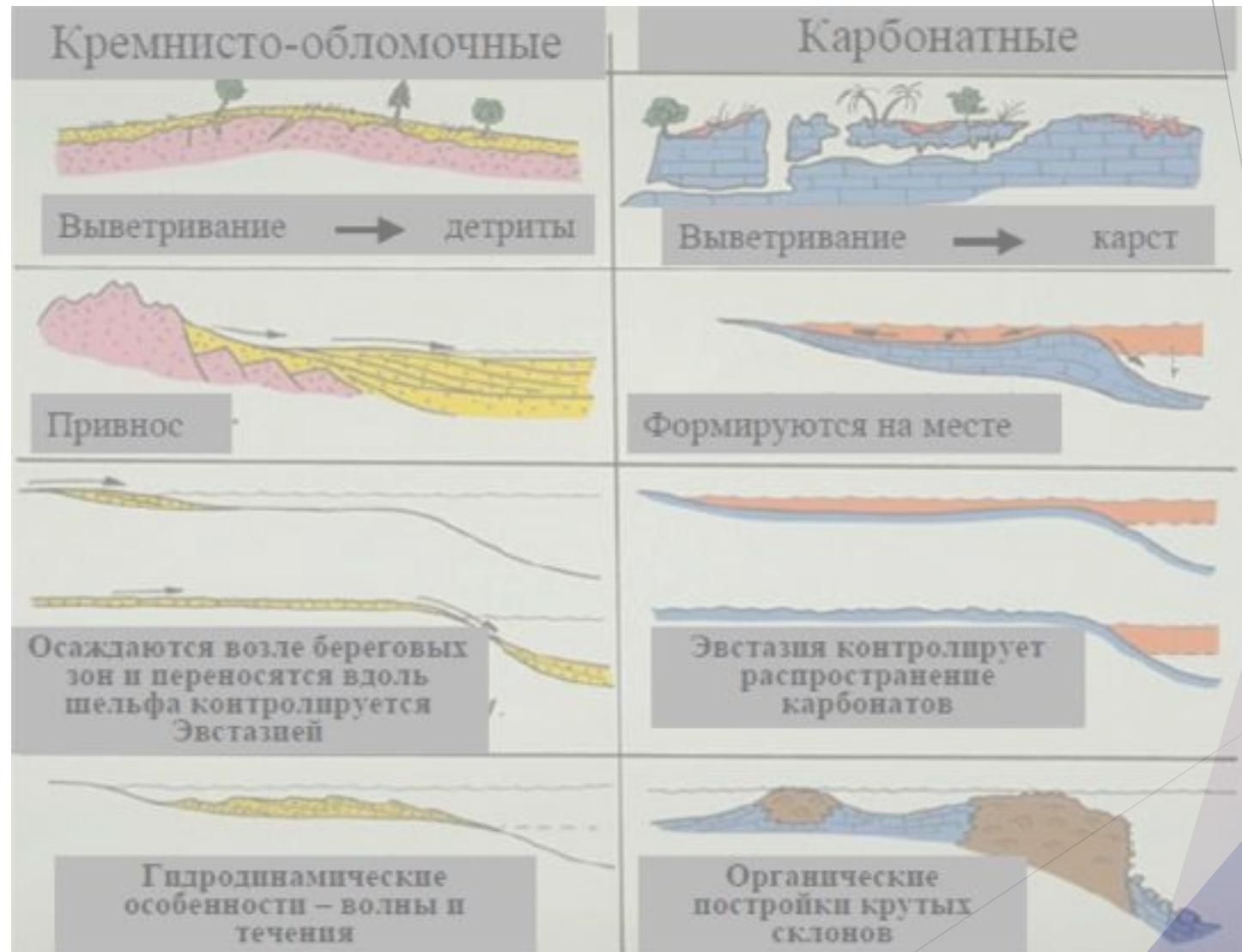
2. Взаимоотношение слоев по отношению к нижней границе, ограничивающей сейсмофацию.

- **Налегание или подошвенное налегание [onlap]** – прилегание (прислонение) толщи горизонтально лежащих слоев к наклоненной поверхности. Эта поверхность называется *поверхностью прилегания или прислонения*. Может встречаться, например, прилегание к склоновой поверхности, прилегание к бортам эрозионных систем, налегание на интрузивное тело и так далее.
- **Прилегание или подошвенное прилегание [downlap]** - несогласие, когда слоистая толща наклонена и книзу утыкается в более пологую поверхность. Эта поверхность называется *поверхностью прилегания [downlap surface]*. Прилегание характерно, например, для подошвы клиноформной серии.
- **Согласное залегание** относительно поверхности несогласия **[concordance]** – такое залегание, при котором верхняя пачка слоев, параллельна нижним слоям.
- **Парасиквенс** – последовательность генетически связанных геологических тел, ограниченная сверху и снизу поверхностью затопления и коррелятных (соответствующих) ей поверхностей
- **Поверхность затопления:** поверхность, несущая следы быстрого увеличения глубины моря (затопления)
- **Граница сиквенса:** регионально прослеживающееся несогласие, разделяющие сиквенсы. Несет следы субаэральной эрозии и характеризуется сдвигом границ фаций в сторону бассейна
- **Поверхность трансгрессии:** эрозионная поверхность, покрывающая отступающую (трансгрессирующую) береговую линию
- **Системный тракт:** совокупность одновозрастных осадочных пород, образовавшихся в течение одного цикла поднятия и опускания уровня моря

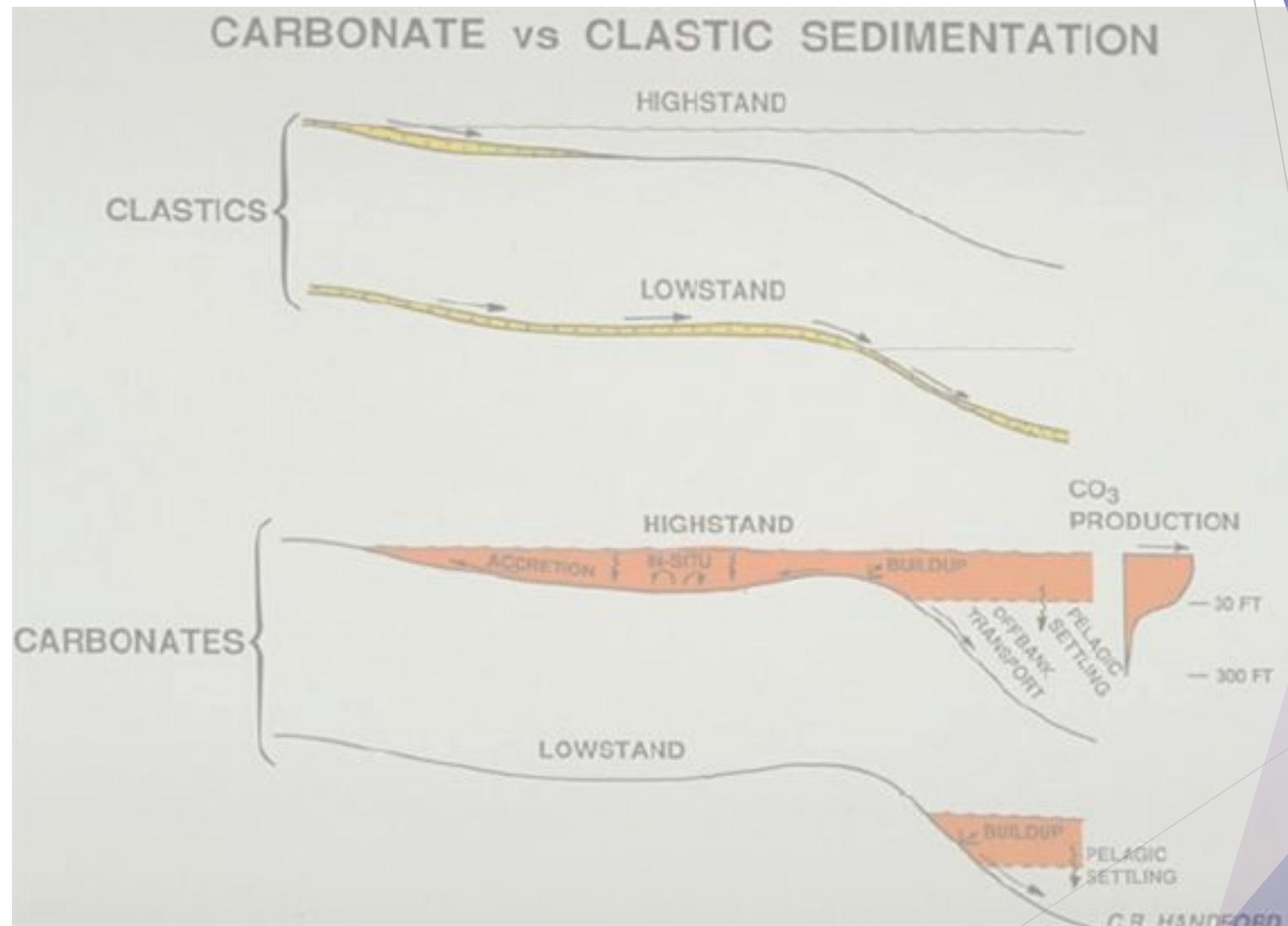
# Carbonate vs Siliclastics

SILICLASTICS	CARBONATES
 <p>Weathers to detritus.</p>	 <p>Weathers to Karst.</p>
 <p>Imported.</p>	 <p>Produced locally.</p>
 <p>Trapped at shoreline and distribution across shelf controlled largely by eustacy.</p>	 <p>Eustacy controls extent of Carbonate "factory".</p>
 <p>Hydrodynamic features -waves and currents.</p>	 <p>Steep-sided organic buildups.</p>

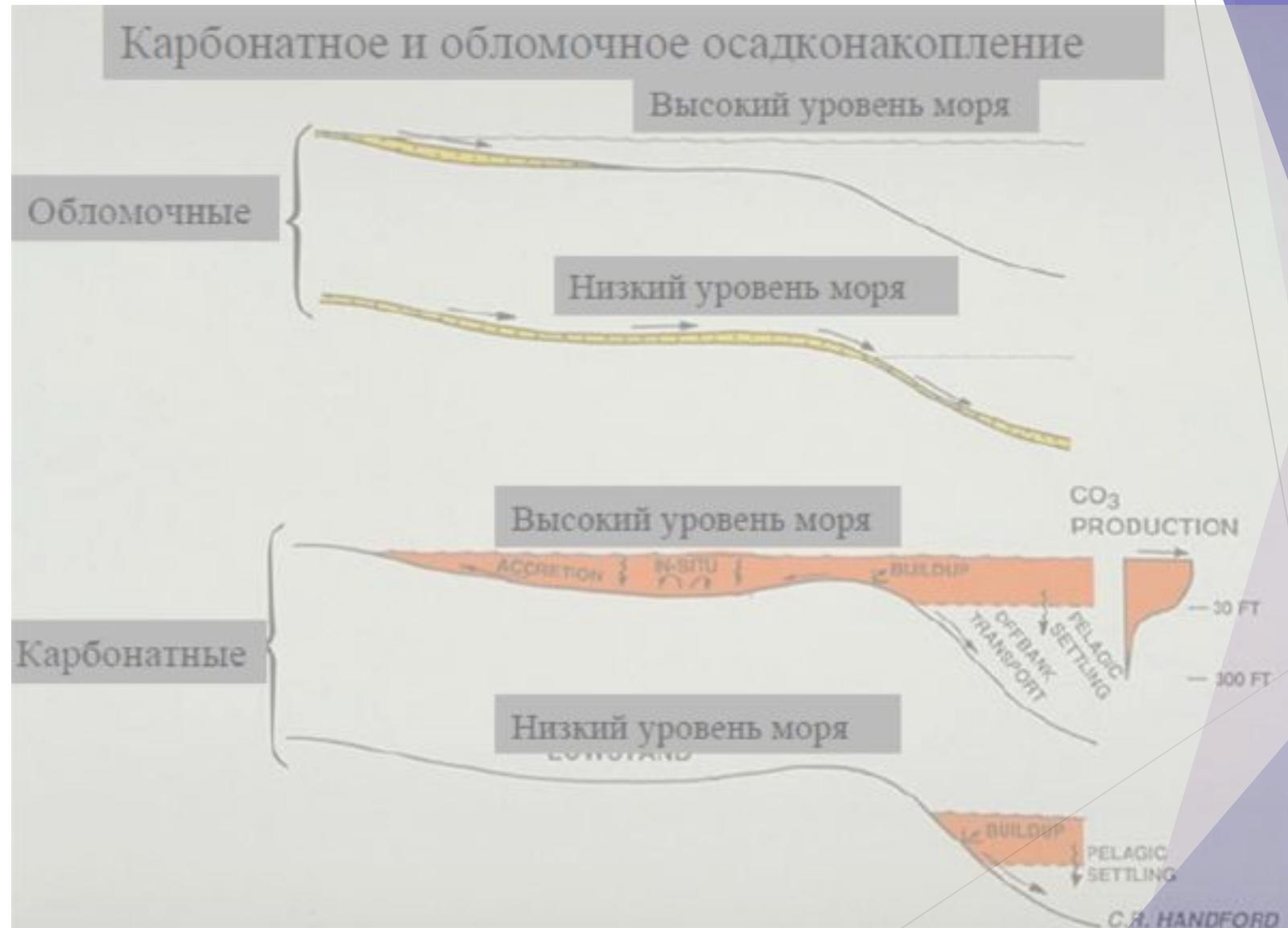
# Carbonate vs Siliclastics



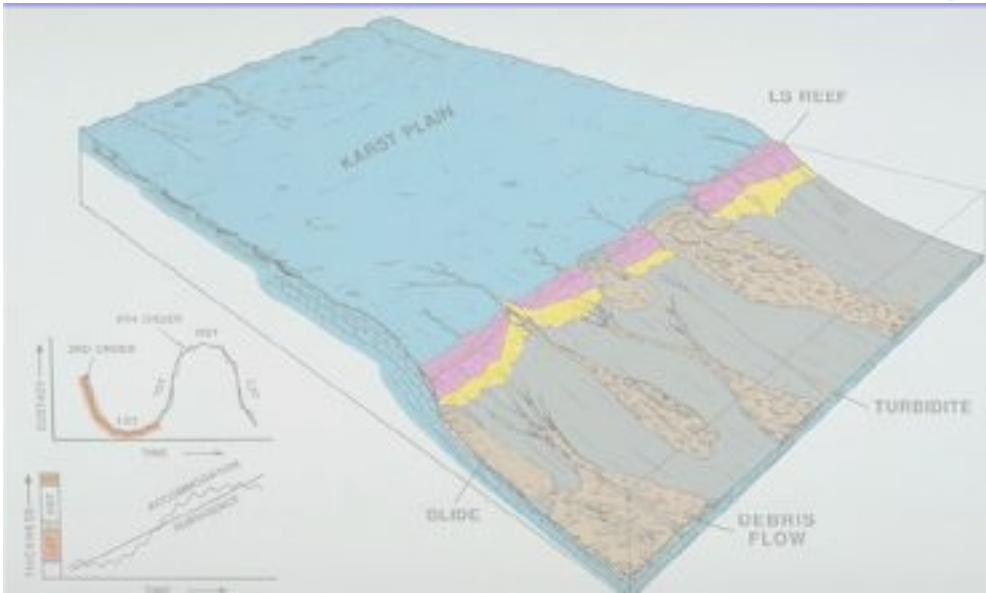
# Carbonate vs Siliclastics



# Carbonate vs Siliclastics

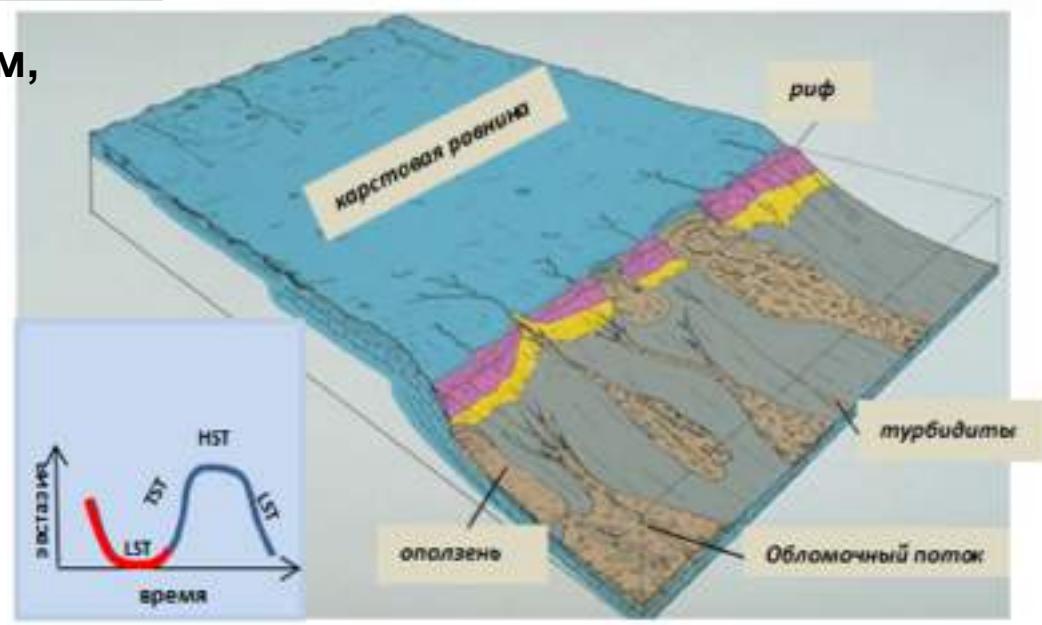


# Lowstand System Tract

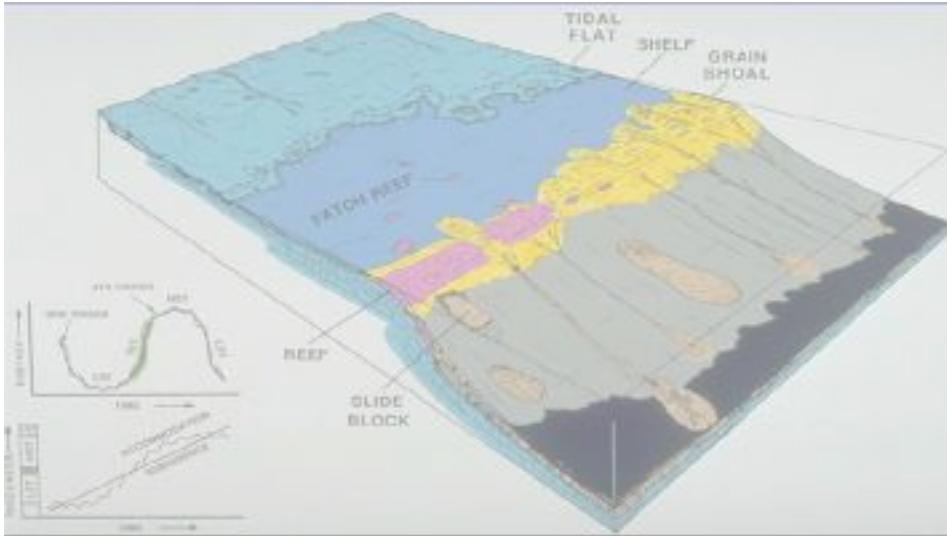


- При начале падения уровня моря карбонатные платформы подвергаются разрушению с образованием аллохтонных грубообломочных конусов выноса, отлагающихся у подножия крутого «морского» склона, а также автохтонных шлейфов – у склонов, обращенных к берегу.

- В отличие от терригенных систем, глубоководная часть бассейна почти не испытывает изменений седиментационного режима.
- Субаэральные области карбонатных платформ характеризуются образованием карстовых форм рельефа, палеопочвами и субаэральным диагенезом (часто окремнением).



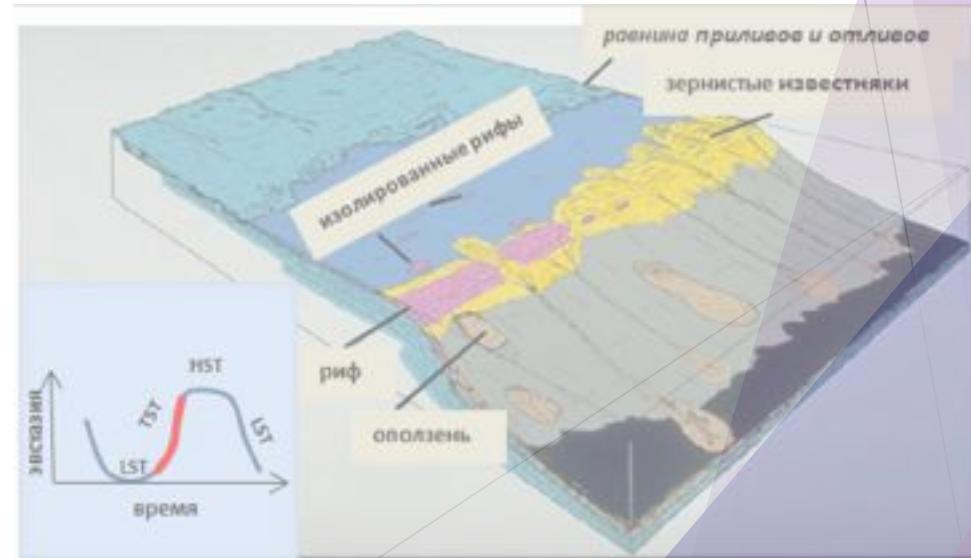
# Transgressive System Tract



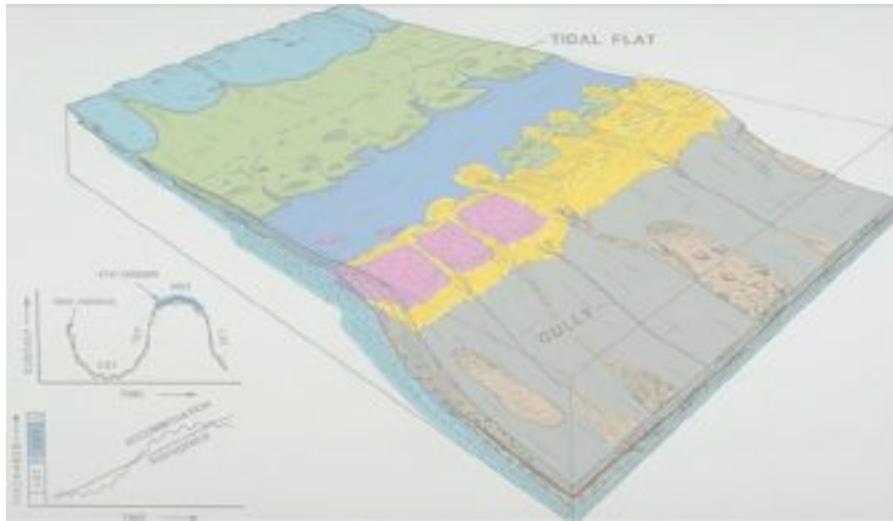
- Формируется на фоне быстрого роста уровня моря, в ходе которого максимум осадконакопления смещается в сторону суши, что больше характерно для терригенных отложений.

- На практике же, в карбонатных системах такая последовательность обычно нарушается, потому как конфигурация системных трактов весьма зависит от скорости роста карбонатных построек, угла наклона склона и скорости подъема уровня моря.

- Карбонатные системы с высокими скоростями роста или небольшой скорости подъема уровня моря могут агродировать и даже продвигаться мористее.

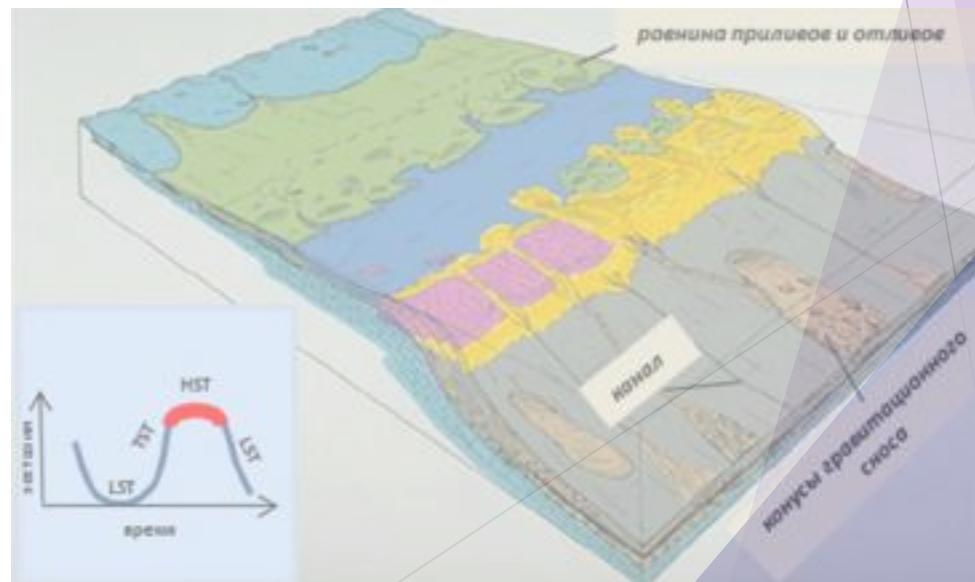


# Highstand System Tract



- Карбонатные системы в этих условиях зачастую уже ограничены уровнем моря в вертикальном росте и наращиваются по латерали. Важную роль в таком росте играет снос карбонатно-терригенного материала с поверхности платформы с образованием обширных конусов гравитационного сноса у подошвы платформ.

- Это характерное отличие карбонатных систем от терригенных обстановок, в которых накопление аналогичных «клиньев» формируется только на этапах морской регрессии (LST)



- ▶ Контрольные вопросы:
  1. Классификация месторождений по ПИ
  2. Металлические месторождения
  3. Неметаллические месторождения
- ▶ Защита работ: на основании подготовленного отчета по усвоенному материалу по теме 10.

► Основной список литературы

- 1. Антипин В.Н., Васильева В.П., Вахромеев С.А. и др. Краткий курс месторождений полезных ископаемых. М.:Изд."Высшая школа".1967. - 472с.
- 2. Авдонин В.В. Геология полезных ископаемых: учебник для студ. высш. учеб. заведений / В.В. Авдонин, В.И. Старостин. М.: Издательский центр «Академия», 2010. - 384 с.
- 3. Большой Алтай; (геология и металлогения). В 3 кн Кн. I. Геологическое строение / Щерба Г.Н., Дьячков Б.А., Стучевский Н.И. и др. Алматы: Гылым, 1998. - 304с.
- 4. Бетехтин А.Г., Голиков А.С.. Дыбков В.Ф и др. Курс месторождений полезных ископаемых. М.: Недра, 1964. - 590с.
- 5. Вахромеев С.А. Месторождения полезных ископаемых, их классификация и условия образования. М.: Недра, 1979. - 288 с.
- 6. Вольфсон Ф.И., Дружинин А.В. Главнейшие типы рудных месторождений. М.: Недра, 1975. - 392 с.
- 7. Геология СССР. Т. 41 (Полезные ископаемые). М.: Недра, 1974. - 395 с.
- 8. Дьячков Б.А., Интрузивный магматизм и металлогения Восточной Калбы. М.: Звука. 1972. - 212с.
- 9. Дьячков Б.А., Майорова Н.П., Щерба Г.Н., Абдрахманов К.А. Гранитоидные и рудные формации Калба-Нарыннского пояса (Рудный Алтай). Алматы; Гылым, 1994. - 208с.
- 10. Металлогения Казахстана / Под ред. А.А.Абдулина, А.К.Каюпова, В.Г.Ли я др. Алма-Ата: Наука Каз.ССР, 1977-1983.
- 11. Милютин А.Г. Геология: Учебник. М.: Высшая школа, 2004. - 413 с.
- 12. Смирнов В.К. Геология полезных ископаемых. М.; Недра, 1982.
- 13. Смирнов В.И., Гинзбург А.И.» Григорьев В., Яковлев Г.Ф. Курс рудных месторождений: Учебник для ВУЗов / Ред. Академик В.И.Смирнов. - 2-е изд., перераб. и доп. М.: Недра, 1986. - 360с.
- 14. Смирнов В.И. Геология полезных ископаемых. Учеб. для ВУЗов.М.; Недра, 1989. - 326с.
- 15. Щерба Г.Н. Колчеданно-полиметаллические месторождения Рудного Алтая / Колчеданные месторождения СССР. М.: Наука, 1983. с. 87.-148.
- 16. Щерба Г.П., Дьячков Б.А., Нахтигаль Г.П. Металлогения Рудного Алтая и Калбы. Алма-Ата: Наука, 1984. - 240с.