

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 5: Цветные металлы - Алюминий Медь Никель

- ▶ Цель: детально изучить сырьевую базу цветных металлов

Цветные металлы

Легирующие металлы (ferroalloy metals) – (Ni, Co, W, Mo, etc).

Цветные металлы (non-ferrous metals) – (легкие: Mg, Al; тяжелые: Cu, Pb, Zn, Sb, Sn, Hg; причем Cu, Pb, Zn, Sn – base metals).

Алюминий (Al)

самый распространенный металл в земной коре (весовой кларк 8,05%), входящий в большое число породообразующих минералов; это второй после железа конструкционный материал в промышленности; эффективный заменитель более дорогостоящих меди, олова и др. металлов.

Минеральные типы руд:

1. гидраргиллитовые (гиббситовые) $\text{Al}(\text{OH})_3$, диаспор-бемитовые $\text{AlO}(\text{OH})$ и др. бокситы; ср. содержание глинозема (Al_2O_3) в разрабатываемых бокситах около 55%;
2. нефелиновые $(\text{Na}, \text{K})\text{AlSiO}_4$ и апатит-нефелиновые; в среднем 28% Al_2O_3 ;
3. алунитовые $\text{KAl}_3(\text{SO}_4)_2(\text{OH})_6$; в среднем около 20% Al_2O_3 .

Качество руд:

для производства глинозема содержание Al_2O_3 в бокситах должно быть не ниже 28%, а кремниевый модуль ($\text{Al}_2\text{O}_3/\text{SiO}_2$) не ниже 2 (при содержании глинозема не менее 37%); высокосортные бокситы характеризуются величиной этого модуля более 10 и содержаниями глинозема более 50%.

Продукты передела бокситов:

получение металлического алюминия из бокситов производится в две стадии: вначале химикотермическим (спекание), гидрохимическим (метод Байера), либо комбинированным (Байерспекание) методами получают глинозем (Al_2O_3), затем из расплава последнего с криолитом (Na_3AlF_6) – чистый металл; в зависимости от качества бокситов расход их на получение 1 т металла варьирует от 4 до 7 тонн. Глинозем получают на глиноземных заводах, металлический алюминий – на алюминиевых. Оба производства – чрезвычайно энергоемкие.

Медь (Cu)

весовой кларк в земной коре 0,0047% (в основных породах – 0,01%, в кислых – 0,001%); главные области использования – электротехническая промышленность и промышленность связи, получение сплавов с цинком (латунь), оловом (бронза), никелем (мельхиор), алюминием, свинцом, кремнием и др. металлами.

Промышленные минералы руд:

среди более чем 170 известных медьсодержащих минералов промышленное значение имеют лишь 17, главнейшими из которых являются халькопирит, борнит, халькозин и ковеллин; последние в сочетании с другими рудными минералами определяют многочисленные минеральные типы руд этого металла.

Качество руд:

по содержанию металла медные руды условно подразделяют на богатые (содержание Cu более 2%), рядовые или средние (0,8-2%), бедные (0,5-0,8%) и забалансовые (до 0,3%).

Добыча, обогащение и продукты металлургического передела:

медные руды после их открытой или подземной добычи перерабатываются методом флотации в концентрат (содержание Cu 10-35%) с последующим его пирометаллургическим переделом вначале в черновую медь (98-99%), затем огневым и электролитическим - в рафинированную (99,9X%).



Никель (Ni)

Весовой кларк в земной коре 0,0058%, заметно повышающийся в ультраосновных горных породах (0.02%). Основная масса металла используется в металлургии для производства легированных сталей (нержавеющих, жаропрочных и др.) и сплавов с Cu, Zn, Al (латунь, нейзильбер, мельхиор, бронза), сплав Ni и C (нихром).

Промышленные минералы руд: Ni образует 45 собственных минералов, а также присутствует во многих минералах как примесь, изоморфно замещая двухвалентное железо и магний. Промышленное значение имеют: пентландит $(\text{Fe}, \text{Ni})_9\text{S}_8$, миллерит NiS , никелин NiAs , полидимит Ni_3S_4 , герсдорфит NiAsS , а также многочисленные водные силикаты: гарниерит - $\text{NiO} \cdot \text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, непуит - $12\text{NiO} \cdot 3\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, ревдинскит $3(\text{Ni}, \text{Mg})\text{O} \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ и др.

Типы руд:

1. Сульфидные медно-никелевые (po+chp+ptl+mt) со средним содержанием Ni 0,3-4%, Cu 0,2-7,5%; попутные компоненты: Co, Au, Ag, Pt (PGE), Se, Te; сплошные (массивные), брекчиевидные, вкрапленные, прожилково-вкрапленные;

2. Силикатные никелевые (рыхлые глинистые образования латеритной коры выветривания с гарниеритом и другими водными силикатами Ni) с содержанием Ni от 0,75 до 4%; промышленные содержания Co (асболан) связаны с охрами и окристо-кремнистыми образованиями.

Добыча, обогащение, продукты металлургического передела:

Месторождения сульфидных руд разрабатываются подземным и открытым способами, силикатных – исключительно открытым (карьеры) способом. Обогащение сульфидных руд включает многостадийное дробление, коллективную или коллективно-селективную флотацию; руды с суммарным содержанием Ni+Cu более 4-5% идут в плавку без обогащения; промпродукты плавки – штейн (6-11% Ni, 3-9% Cu) и фajnштейн (20-60% Ni, 25-58% Cu); конечный продукт – черновой никель (до 2-2,5% Fe, до 2,6% Cu). Силикатные руды перед плавкой брикетируются; в результате последующей плавки получают штейн (12-15% Ni), фajnштейн (около 78% Ni); после последующего обжига и восстановительной электроплавки получают черновой металл (ферроникель).

ОСОБЕННОСТИ ОСАДКОНАКОПЛЕНИЯ НА ПАССИВНЫХ КОНТИНЕНТАЛЬНЫХ ОКРАИНАХ:

- ШЕЛЬФ ШИРОКИЙ, С РАЗНООБРАЗНЫМИ ШЕЛЬФОВЫМИ ФАЦИЯМИ, ПЕРЕГИБ (БРОВКА ШЕЛЬФА) РАСПОЛОЖЕНЫ НА РАЗНЫХ ГЛУБИНАХ – В ВЫСОКИХ ШИРОТАХ ДО 400-600 М, В НИЗКИХ ГЛУБИНА МЕНЬШЕ
- ПРИСУТСТВИЕ МОЩНОЙ ДЕЛЬТОВОЙ СИСТЕМЫ
- НА КОНТИНЕНТАЛЬНОМ СКЛОНЕ ОБЫЧНО ГЛУБОКОВОДНЫЙ КОНУС ВЫНОСА (КАНЬОН).
- МОЩНЫЕ ТОЛЩИ ОСАДКОВ, НАКАПЛИВАЮЩИЕСЯ В ТЕЧЕНИЕ ДЛИТЕЛЬНОГО ВРЕМЕНИ
- ВЫЗРЕВШИЙ МИНЕРАЛЬНЫЙ СОСТАВ, ПРАКТИЧЕСКИ ЛИШЕННЫЙ ВУЛКАНОКЛАСТИКИ.
- СОСТАВ ПЕСЧАНИКОВ ОЧЕНЬ ОДНОРОДНЫЙ НА ДОСТАТОЧНО БОЛЬШИХ ТЕРРИТОРИЯХ

Основные элементы активных континентальных окраин



- УЗКИЙ ШЕЛЬФ
- ГЛУБОКОВОДНАЯ КОТЛОВИНА ОКРАИННОГО МОРЯ
- ВУЛКАНИЧЕСКАЯ ОСТРОВНАЯ ДУГА
- ГЛУБОКОВОДНЫЙ ЖЕЛОБ

М.б. КРАЕВОЙ ВАЛ ОКЕАНА – поднятие между абиссальной равниной и глубоководным желобом, вытянутый параллельно желобу

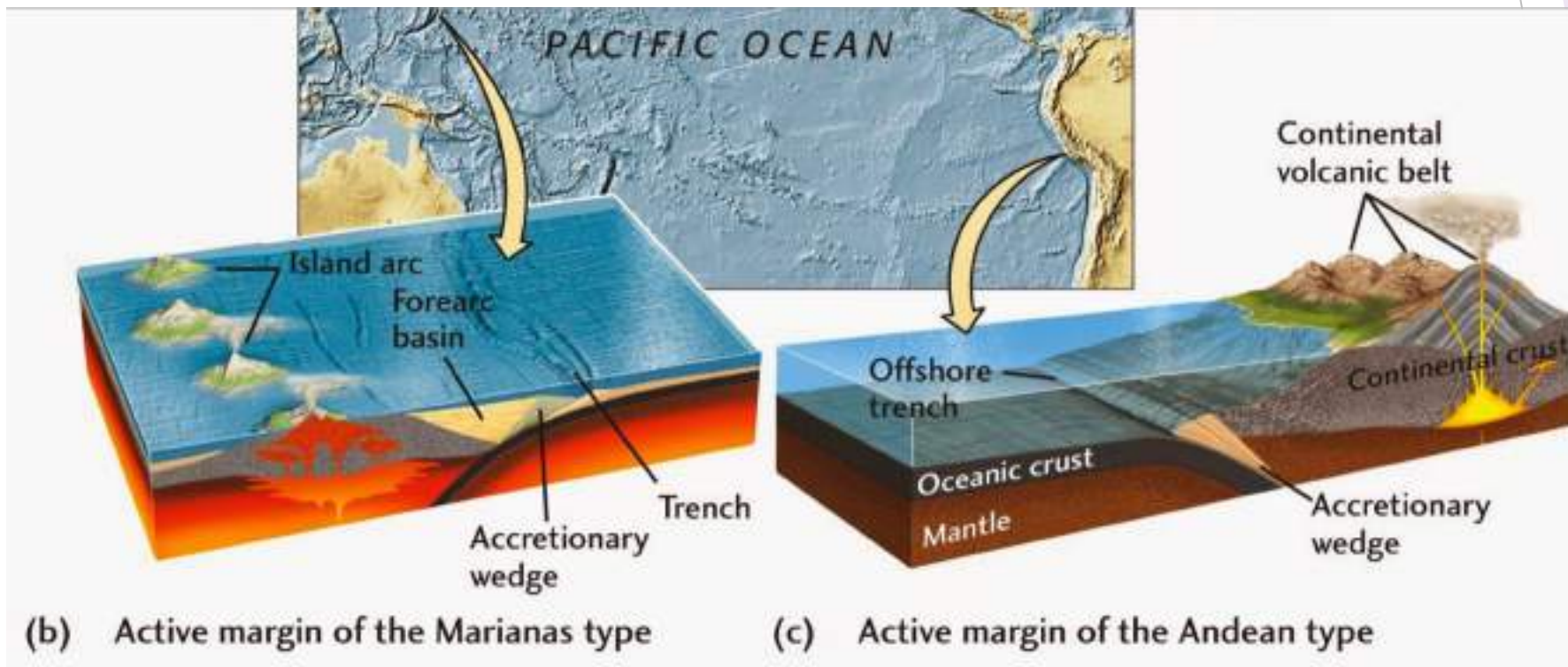
Типы зон субдукции

Западно-Тихоокеанский

Крутой угол наклона и изменчивость
зоны субдукции от $45-65^{\circ}$ до почти
вертикального.
Изменчивость в распределении
сейсмичности.

Андийский

Пологий наклон зон субдукции
Удаленность магматического фронта
от желоба



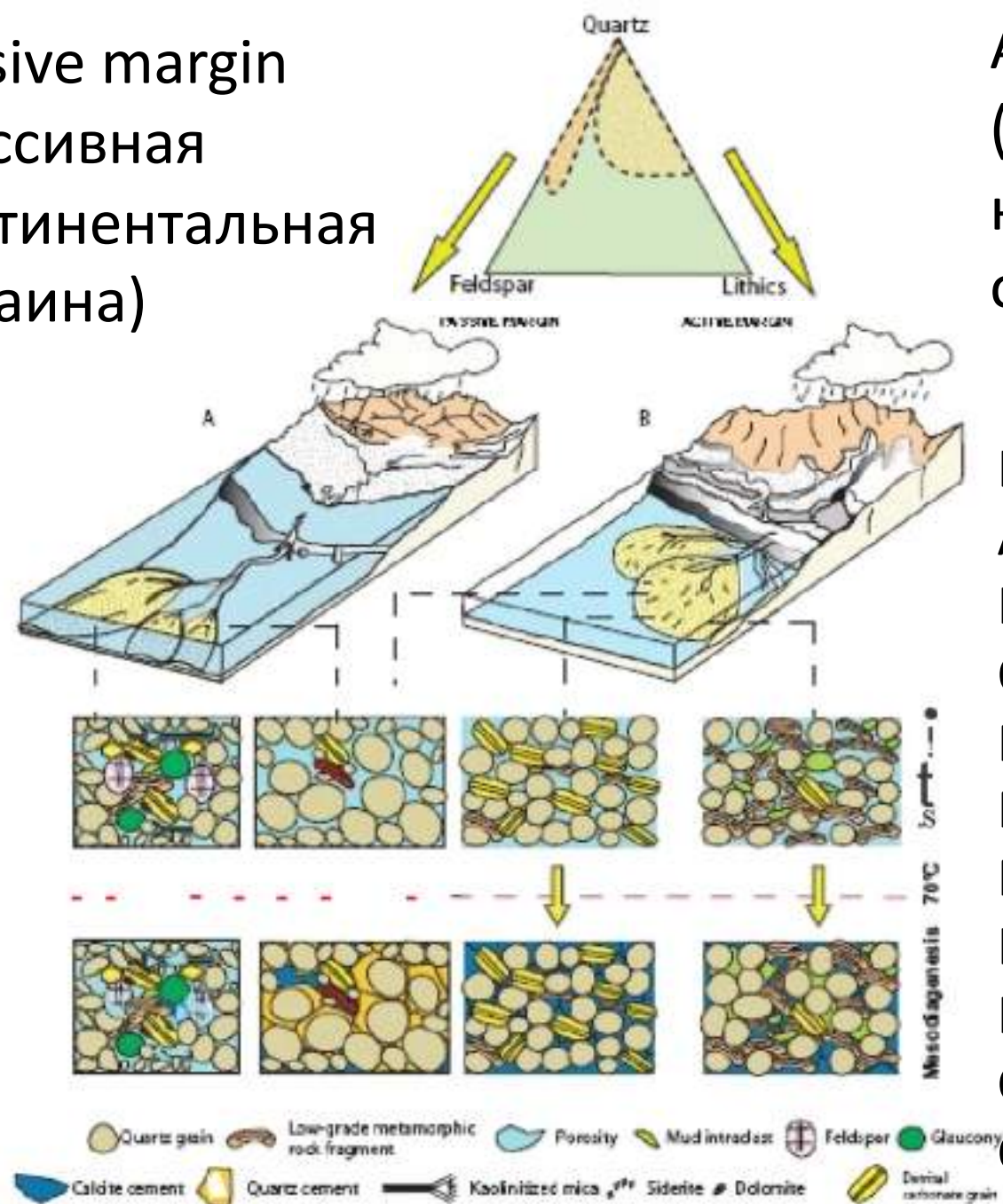
ОСОБЕННОСТИ ОСАДКОНАКОПЛЕНИЯ НА АКТИВНЫХ КОНТИНЕНТАЛЬНЫХ ОКРАИНАХ:

- ШЕЛЬФ УЗКИЙ, СО СЛАБОРАЗВИТЫМИ ШЕЛЬФОВЫМИ ФАЦИЯМИ,
- ПРИСУТСТВИЕ МНОГОЧИСЛЕННЫХ МАЛОМОЩНЫХ ДЕЛЬТ
- НА КОНТИНЕНТАЛЬНОМ СКЛОНЕ ОБЫЧНЫ МНОГОЧИСЛЕННЫЕ МАЛОМОЩНЫЕ КОНУСЫ ВЫНОСА
- В РЕЛЬЕФЕ ШЕЛЬФА ОТРАЖЕНЫ ВЕРТИКАЛЬНЫЕ ДВИЖЕНИЯ
- МАЛОМОЩНЫЕ ТОЛЩИ ОСАДКОВ,
- НЕЗРЕЛЫЙ МИНЕРАЛЬНЫЙ СОСТАВ, ПРАКТИЧЕСКИ НАЦЕЛО СОСТОИТ ИЗ ВУЛКАНОКЛАСТИКИ.
- СОСТАВ ПЕСЧАНИКОВ ОЧЕНЬ РАЗНОРОДНЫЙ НА БЛИЗКИХ

РАССТОЯНИЯХ

Passive margin
(Пассивная
континентальная
окраина)

Active margin
(Активная
континентальная
окраина)



И ПАССИВНАЯ, И
АКТИВНАЯ
КОНТИНЕНТАЛЬНЫЕ
ОКРАИНЫ
ПРОДОЛЖАЮТ СВОЕ
РАЗВИТИЕ ДО
МОМЕНТА
КОЛЛИЗИИ
И ОБРАЗОВАНИЯ
СКЛАДЧАТОГО
СООРУЖЕНИЯ.

ОБСТАНОВКИ ОСАДКОНАКОПЛЕНИЯ

Континентальные

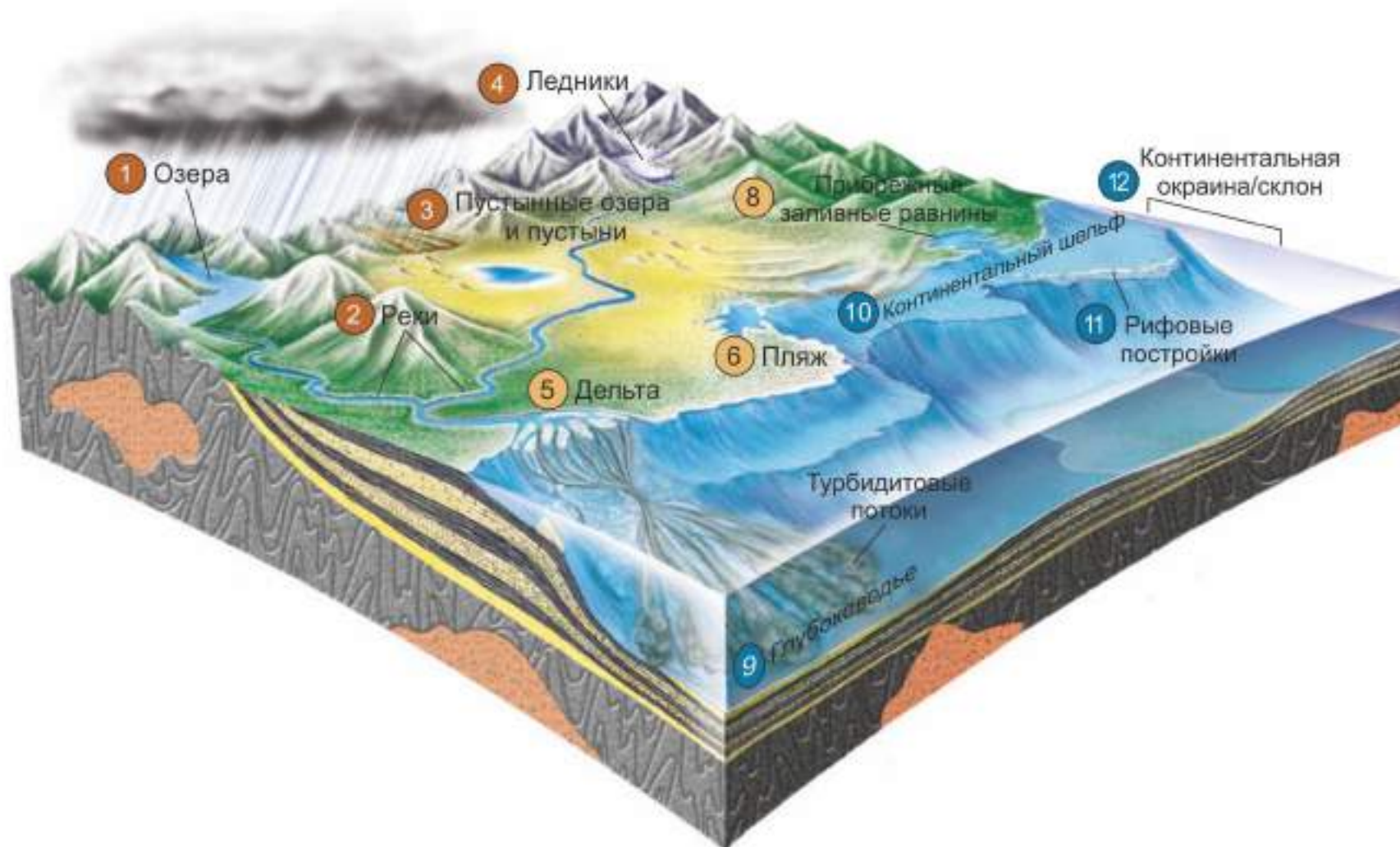
речные, озерные, эоловые,
пустынные

Переходные

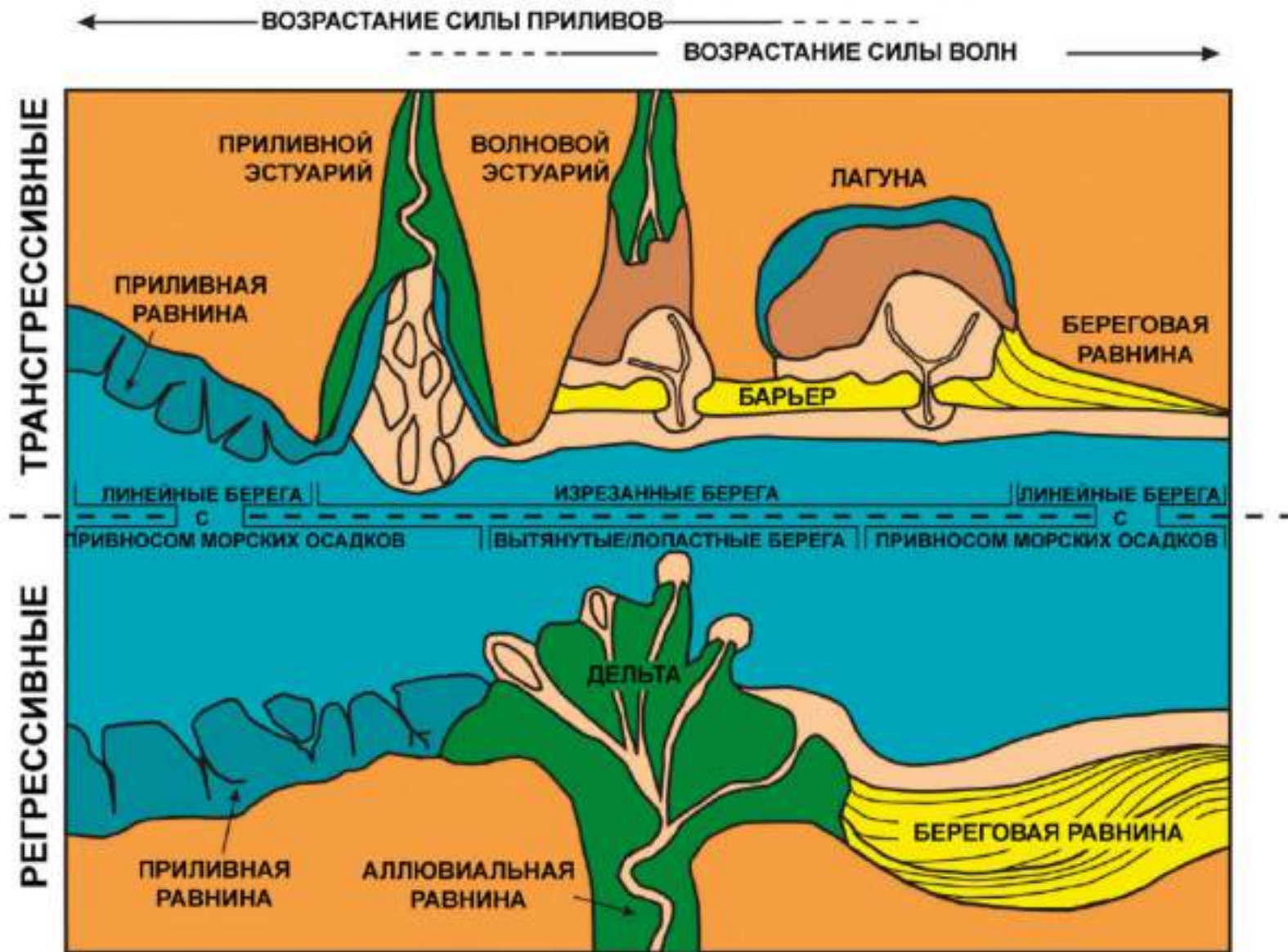
дельтовые, эстуариевые, лагунные,
терригенные, смешанные
терригенно-карбонатные,
карбонатные

Морские

рифы, шельф, подводные
каньоны, континентальный склон,
пелагические



Типы побережий



(Boyd et al., 1992)

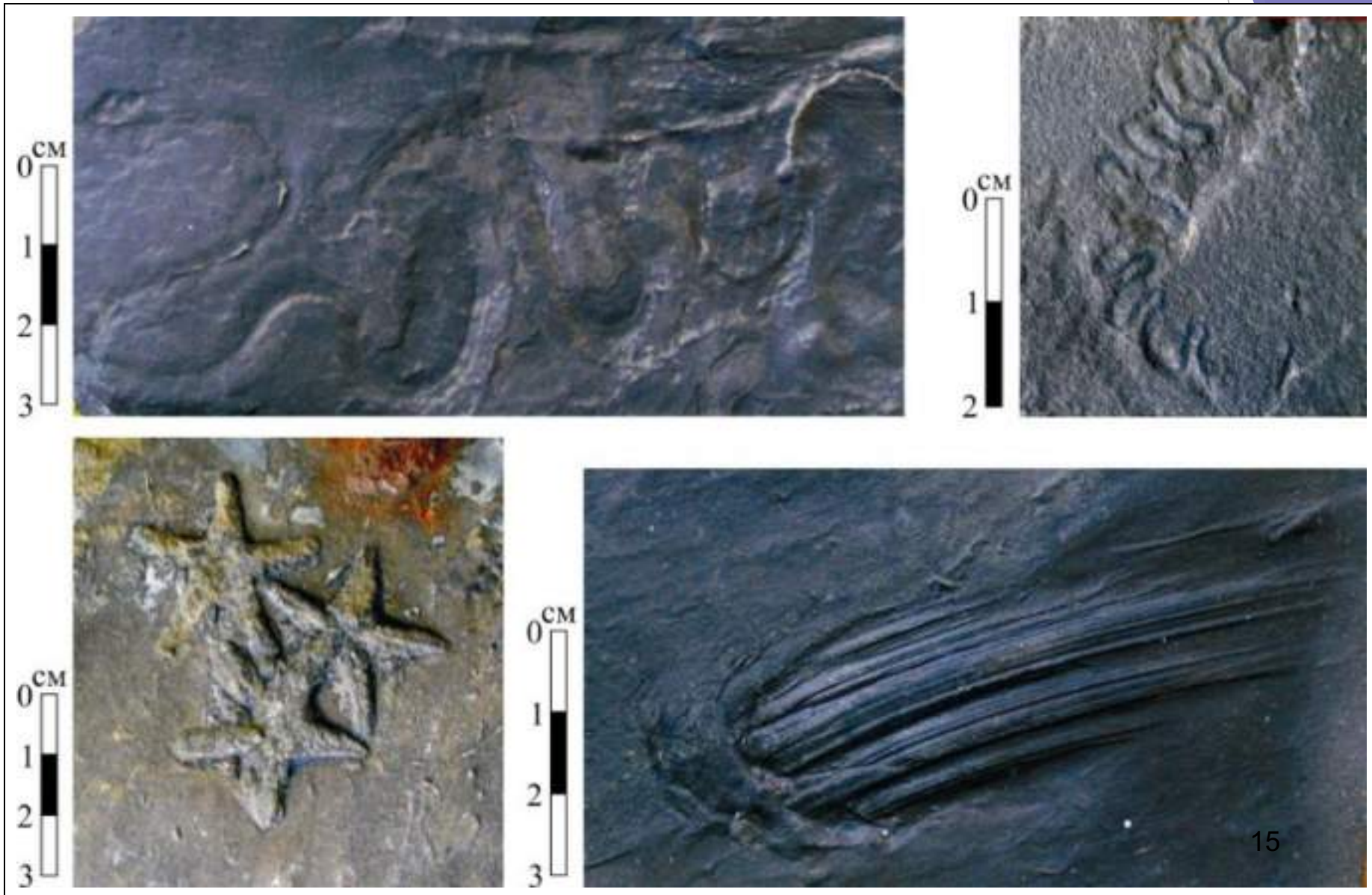
Взаимодействие природных факторов в осадочной среде

Continental Environments		1	2	3	4
	Transport agent	Lake	Alluvial	Desert	Glacial
	Sediments	Lake currents, waves Sand and mud, saline precipitates in arid climates	River currents Sand, mud, and gravel	Wind Sand and dust	Ice, meltwater Sand, mud, and gravel
	Climate	Arid to humid	Arid to humid	Arid	Cold
	Biological processes	Freshwater organisms and precipitates	Organic matter in muddy flood deposits and wetlands	Little biological activity	Little biological activity
Shoreline Environments		5	6	7	
	Transport agent	Delta	Beach	Tidal flats	
	Sediments	River currents, waves Sand and mud	Waves, tidal currents Sand and gravel	Tidal currents Sand and mud	
	Climate	Arid to humid	Arid to humid	Arid to humid	
	Biological processes	Burial of plant debris	Little biological activity	Organisms mix sediments	
Marine Environments		8	9	10	11
	Transport agent	Deep sea	Continental shelf	Organic reefs	Continental margin/slope
	Sediments	Ocean currents Turbidity currents Mud and sand	Waves and tides Sand and mud	Waves and tides Calcified organisms	Ocean currents and waves Mud and sand
	Biological processes	Deposition of remains of organisms	Deposition of remains of organisms	Secretion of carbonates by corals and other organisms	Deposition of remains of organisms



Глиптоморфозы по кристаллам каменной соли¹⁴

Следы жизнедеятельности на поверхности осадка



Стеногалинные организмы – обитатели вод с постоянной соленостью

К стеногалинным относятся: *кораллы, криноидеи, головоногие моллюски, замковые брахиоподы, трилобиты, конодонты.*



Среди двустворчатых и брюхоногих моллюсков существуют стеногалинные пресноводные виды₁₆

Эвригалинные организмы могут выдерживать существенные изменения солености.

Эвригалинными являются таксоны двустворок, гастропод, беззамковых брахиопод (лингулы), остракод, рыб.



► Контрольные вопросы:

1. Классификация месторождений по ПИ
2. Металлические месторождения
3. Неметаллические месторождения

► Защита работ: на основании подготовленного отчета по усвоенному материалу по теме 5.

► **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.
- 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-Нарынмского 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.