



SATBAYEV
UNIVERSITY

Институт геологии, нефти и горного дела им. К. Турысова Кафедра
Геофизики

«Геолого-геофизические методы поисков и разведки рудных месторождений»

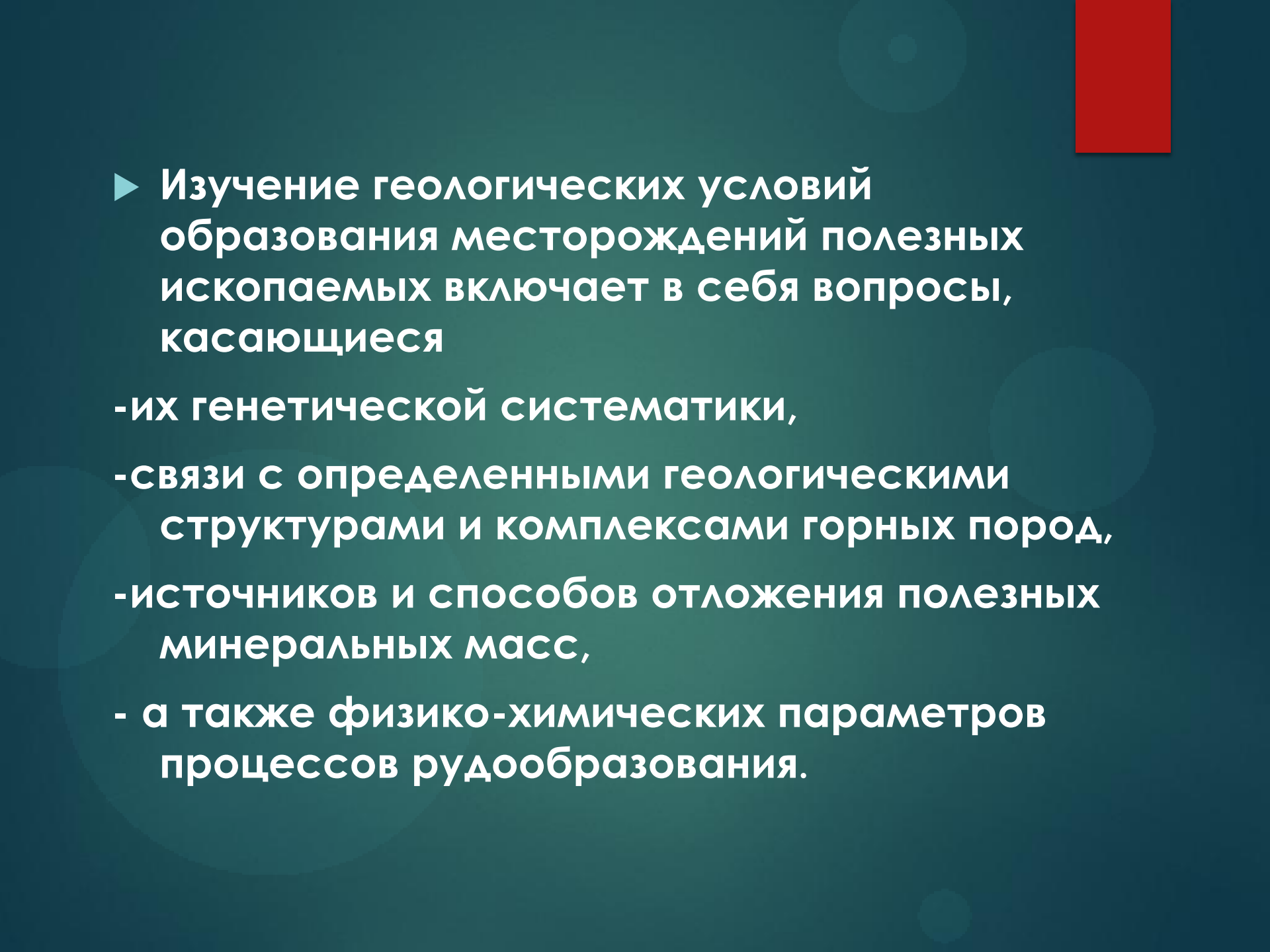
для специальности 7M07105
«Нефтегазовая и рудная геофизика»



Докт. геол.-минерал. наук Истекова С.А.

Лекция 3

УСЛОВИЯ ОБРАЗОВАНИЯ И ГЕНЕТИЧЕСКИЕ ТИПЫ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ

- 
- ▶ Изучение геологических условий образования месторождений полезных ископаемых включает в себя вопросы, касающиеся
 - их генетической систематики,
 - связи с определенными геологическими структурами и комплексами горных пород,
 - источников и способов отложения полезных минеральных масс,
 - а также физико-химических параметров процессов рудообразования.

Генетическая классификация месторождений полезных ископаемых

Серия	Группа	Класс	Подкласс
Эндо- генная	Магма- тогенная	Магматическая	Раннемагматический Позднемагматический Ликвационный
		Пегматитовый	Простых пегматитов Перекристаллизованных пегматитов Метасоматически замещенных пегматитов
		Гидротермальный	Плутоногенный (глубинный) Вулканогенный (приповерхностный)
	Магма- тогенно- мета- морфо- генная	Контактово- метасоматический	Альбититовый Грейзеновый Скарновый (известково- и магнезиально-скарновый)
		Метаморфизован- ный	Регионально-метаморфизованный Контактово-метаморфизованный
		Метаморфический	Регионально-метаморфический Контактово-метаморфический
	Эндо- генно- экзоген- ная	Вулканогенно- осадочный	Не выделены
		Гидротермально- осадочный	Не выделены
	Седи- менто- генная	Выветривания	Остаточный Инфильтрационный
		Осадочный	Механический Химический Биохимический

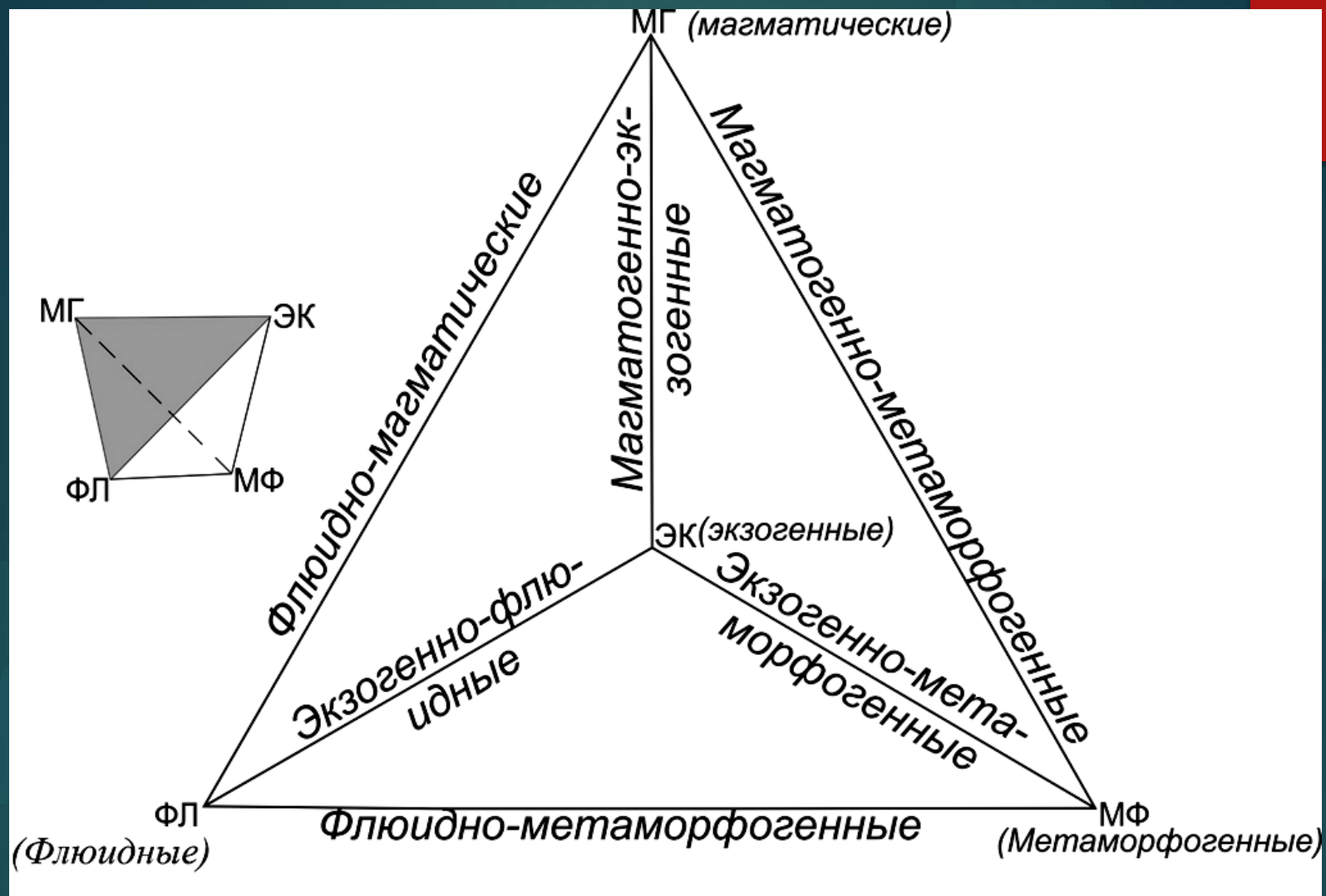
- ▶ **Наиболее крупными единицами классификации являются серии**
- ▶ – эндогенная,
- ▶ -эндогенно-экзогенная и
- ▶ -экзогенная, выделенные по принципу источников энергии, за счет которой совершаются геологические процессы, приводящие к формированию месторождений полезных ископаемых.
- ▶ Объединение месторождений в группы связано с тремя основными процессами петрогенеза, а следовательно, и рудообразования – **мседиментогенезом, агматизмом, метаморфизмом и**

▶ Наряду с традиционно описываемыми магматогенными, метаморфогенными и седиментогенными месторождениями дополнительно предложены переходные **магматогенно-метаморфогенная группа в эндогенной серии и магматогенно-седиментогенная – в эндогенно-экзогенной.**

▶ Поскольку каждый из названных процессов очень сложен по

- характеру развития во времени и пространстве,
- формам и условиям проявления,
- физико-химическому механизму обособления и накопления минеральных масс

необходимо выделить более дробных единиц **классификации – классов и подклассов.**



Развертка тетраэдрической диаграммы генетических связей между основными типами месторождений полезных ископаемых (Кулкашев Н.Т., Байбатша А.Б., 2011)

Связь месторождений с основными структурными элементами земной коры

Месторождения полезных ископаемых пространственно и генетически связаны с определенными участками земной коры, или ее основными структурными элементами, от истории геологического развития которых зависят в конечном итоге как характерные для каждого из них типы месторождений, так и условия их формирования.

В связи с этим могут быть выделены следующие месторождения:

- 1) геосинклинальных областей;
- 2) платформенных областей;
- 3) дна морей и океанов.

Месторождения складчато-геосинклинальных областей

Геосинклинали – тектонически активные участки земной коры.

Этот термин в настоящее время устарел и выходит из применения.

По современной теории литосферных плит (плейттектоники) к таким участкам относятся рифтовые зоны (спрединг), вулканоплутонические островодужные зоны субдукции и зоны коллизии.

Однако почти вся геологическая литература содержит старые материалы и мы сохранили старые термины без особой модернизации.

В геологической истории выделяют две основные стадии активных областей:

- 1) ранняя (ортогеосинклинальная);
- 2) поздняя (орогенная).

Ранняя стадия развития геосинклинали охватывает наиболее длительный отрезок времени – от ее заложения до основных фаз складчатости.

Геологические процессы, в том числе и рудообразующие, происходят в это время в обстановке преобладающего растяжения земной коры.

В прогибах накапливаются мощные толщи вулканогенных и осадочных пород, а по крупным разломам внедряются магмы основного и ультраосновного состава, слагающие интрузивные тела.

Ко всем комплексам пород – осадочным, эффузивным и интрузивным – приурочены определенные группы полезных ископаемых, причем в формировании их основное значение имеют мантийные источники вещества.

С осадочными комплексами связаны

месторождения с пластовыми залежами Fe и Mn руд, бокситов, фосфоритов и др.

В субмаринных условиях образуются мощные вулканогенные толщи базальт-липаритового состава, с которыми ассоциируют вулканогенно- и гидротермально-осадочные месторождения Cu, Zn, Pd, а также руд Fe и Mn.

Ультраосновные и основные интрузивы продуцируют месторождения хромитов, титаномагнетитов, металлов платиновой группы.

Поздняя (орогенная) стадия соответствует проявлению главных фаз складчатости и постепенному превращению мобильной области в молодое горно-складчатое сооружение.

Главным фазам складчатости свойственна мощная интрузивная деятельность, приводящая к образованию батолитовых тел гранитоидного состава.

Для них типичны пегматитовые, альбититовые, грейзеновые месторождения олова, вольфрама, тантала, лития, бериллия.

С умеренно кислыми гранитоидами ассоциируют скарновые месторождения вольфрама и гидротермальные золота, меди, молибдена, реже свинца и цинка.

С малыми интрузиями генетически связаны гидротермальные месторождения руд цветных, редких, радиоактивных и благородных металлов.

С наземными эффузивами преимущественно андезит-дацитового состава ассоциируют гидротермальные вулканогенные месторождения золота, серебра, олова, ртути.

Источники рудного вещества на этой стадии, по-видимому, имеют смешанный мантийно-коровый характер.

С процессами осадконакопления, которые в течение орогенной стадии развиваются в пределах прогибов, связано образование нерудных месторождений.

Месторождения платформ

Многие месторождения платформ образованы в связи с проявлениями магматизма.

С трапповым магматизмом связано формирование месторождений сульфидных медно-никелевых руд, исландского шпата.

В случаях, когда траппы контактируют с пластами углей, возникают месторождения графита. Очень характерны для платформ месторождения алмазоносных кимберлитов.

С ультраосновными – щелочными породами ассоциируют месторождения флогопита, редких земель, Al-сырья.

Месторождения платформенного чехла

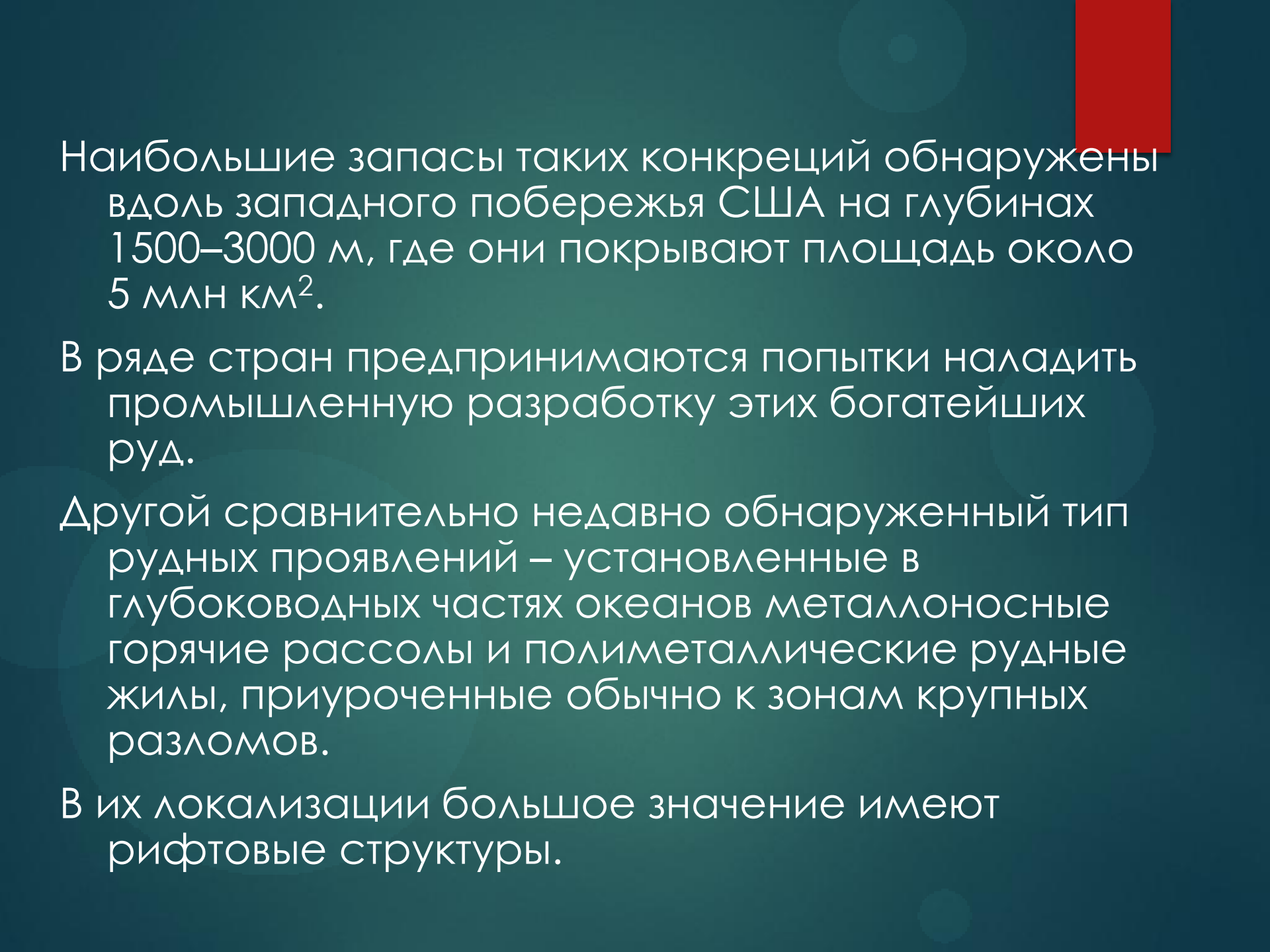
- ▶ формируются в основном в ходе экзогенных геологических процессов.
- ▶ Среди них следует назвать месторождения бокситов, железных и марганцевых руд, фосфоритов, калийных и каменных солей, углей, огнеупорных глин и различных строительных материалов.
- ▶ В образовании экзогенных месторождений значительную роль играют процессы, обусловленные жизнедеятельностью различных организмов.

Месторождения дна морей и океанов

Мировой океан представляет собой область образования многих МПИ.

К особому типу рудных месторождений здесь принадлежат железо-марганцевые конкреции, приуроченные к глубинным зонам большинства океанов и заключающие в себе грандиозные по масштабам запасы полезных компонентов.

Конкреции – полиметаллические образования, содержащие железо, марганец, кобальт, никель, ванадий.



Наибольшие запасы таких конкреций обнаружены вдоль западного побережья США на глубинах 1500–3000 м, где они покрывают площадь около 5 млн км².

В ряде стран предпринимаются попытки наладить промышленную разработку этих богатейших руд.

Другой сравнительно недавно обнаруженный тип рудных проявлений – установленные в глубоководных частях океанов металлоносные горячие рассолы и полиметаллические рудные жилы, приуроченные обычно к зонам крупных разломов.

В их локализации большое значение имеют рифтовые структуры.

Примеры



Лекция 4

- ▶ Геологические и физико-химические факторы условия образования и размещения месторождений

Геологические и физико-химические факторы условия образования и размещения месторождений

Все характеристики месторождений (форма, условия залегания, размеры, вещественный состав) определяются историей и процессами геологического развития тех участков земной коры, которые вмещают месторождения.

Поэтому месторождения полезных ископаемых необходимо изучать во взаимосвязи с окружающей их геологической средой путем анализа условий, геологических факторов, благоприятствующих образованию полезных ископаемых.

Для формирования различных генетических групп месторождений ведущими факторами являются **магматические, стратиграфические, литологические и тектонические.**

Магматические факторы

С ультраосновными породами ассоциируют магматические месторождения металлов платиновой группы, хромитов, никель-кобальтовых руд, титаномагнетита, алмазов. Кроме того, к этим породам приурочены гидротермальные месторождения асбеста, магнезита, талька.

Основные породы продуцируют месторождения Ti-магнетитовых и сульфидных Cu-Ni-руд. Для щелочных пород (нефелиновые сиениты) характерны магматические месторождения апатита и нефелина.

Граниты являются материнскими породами для пегматитовых месторождений мусковита, драгоценных камней и редких элементов. К умеренно кислым гранитоидам тяготеют скарновые месторождения Fe, W, Mo, а также гидротермальные месторождения золотых, медных, оловянных, полиметаллических и урановых руд.

Литологические факторы обнаруживаются в приуроченности постмагматических месторождений к горным породам, которые характеризуются специфическим составом, физико-химическими и физико-механическими свойствами.

В этом случае свойства и состав горных пород выступают как факторы, способствующие развитию оруденения.

Известны гидротермальные месторождения, которые формируются при замещении рудным веществом карбонатных пород.

Крупные месторождения медных, свинцово-цинковых, сурьмяно-ртутных и других руд часто локализируются в породах с повышенной пористостью и трещиноватостью, в горизонтах, сложенных хрупкими горными породами.

Стратиграфические факторы обуславливают приуроченность экзогенных месторождений к определенным стратиграфическим частям геологического разреза.

Месторождения и вмещающие их породы образуются в результате одних и тех же процессов и входят в состав конкретных геологических формаций.

- ▶ Осадконакопление было связано с колебательными тектоническими движениями земной коры и происходило ритмично.
- ▶ В период затухания горообразования при трансгрессии моря формировались **рудные месторождения железа, марганца, бокситов.**
- ▶ В силу этого подобные месторождения залегают в низах трансгрессивных серий определенного возраста. В период поднятий, и регрессии моря возникали месторождения **каустобиолитов и солей.**
- ▶ Поэтому они встречаются в верхних частях регрессивных серий осадков.

Тектонические факторы.

Размещение месторождений полезных ископаемых, рудных полей и поясов контролируется, как правило, крупными тектоническими элементами. К ним относятся глубинные разломы, складчатые зоны, предгорные прогибы, внутригорные котловины, платформенные антеклизы и синеклизы.

Особенно большое рудоконтролирующее значение имеют глубинные разломы.

К глубинным разломам тяготеют эндогенные месторождения полезных ископаемых, реже – осадочные месторождения угля и минеральных солей.

С зонами региональных надвигов, сбросов, сдвигов, смятия связаны месторождения цветных и редких металлов Рудного Алтая, Забайкалья, Кавказа.

Многочисленные месторождения металлических и неметаллических полезных ископаемых и каустобиолитов (медь, соли, уголь и др.) часто приурочены к предгорным прогибам.

Глубина образования.

Можно выделить четыре основных глубинных зоны формирования полезных ископаемых:

- 1) поверхностно-приповерхностную;
- 2) малых глубин (гипабиссальная);
- 3) средних глубин (абиссальная);
- 4) больших глубин (ультраабиссальная).

Поверхностно-приповерхностная зона простирается от поверхности земли до глубины 1–1,5 км.

Здесь происходит становление всех месторождений экзогенного генезиса, а также вулканогенно- и гидротермально-осадочных месторождений.

Иногда в приповерхностных условиях образуются отдельные магматические и скарновые месторождения.

Зона малых глубин (гипабиссальная) охватывает интервал от 1–1,5 до 4 км.

С этой зоной связано формирование подавляющего большинства плутогенных гидротермальных месторождений, скарновых месторождений железа и меди, а также магматических месторождений сульфидных медно-никелевых руд и карбонатитов.

Зона средних глубин (абиссальная)

распространяется примерно от 4 до 10 км.

Низкая пористость и пластичность пород, отсутствие открытых трещин затрудняют просачивание растворов, в связи с чем в этой зоне преобладает инфильтрационно-диффузионный массоперенос и широко распространены метасоматические процессы.

Здесь формируются преимущественно пегматитовые и контактово-метасоматические месторождения.

Зона больших глубин (ультраабиссальная)

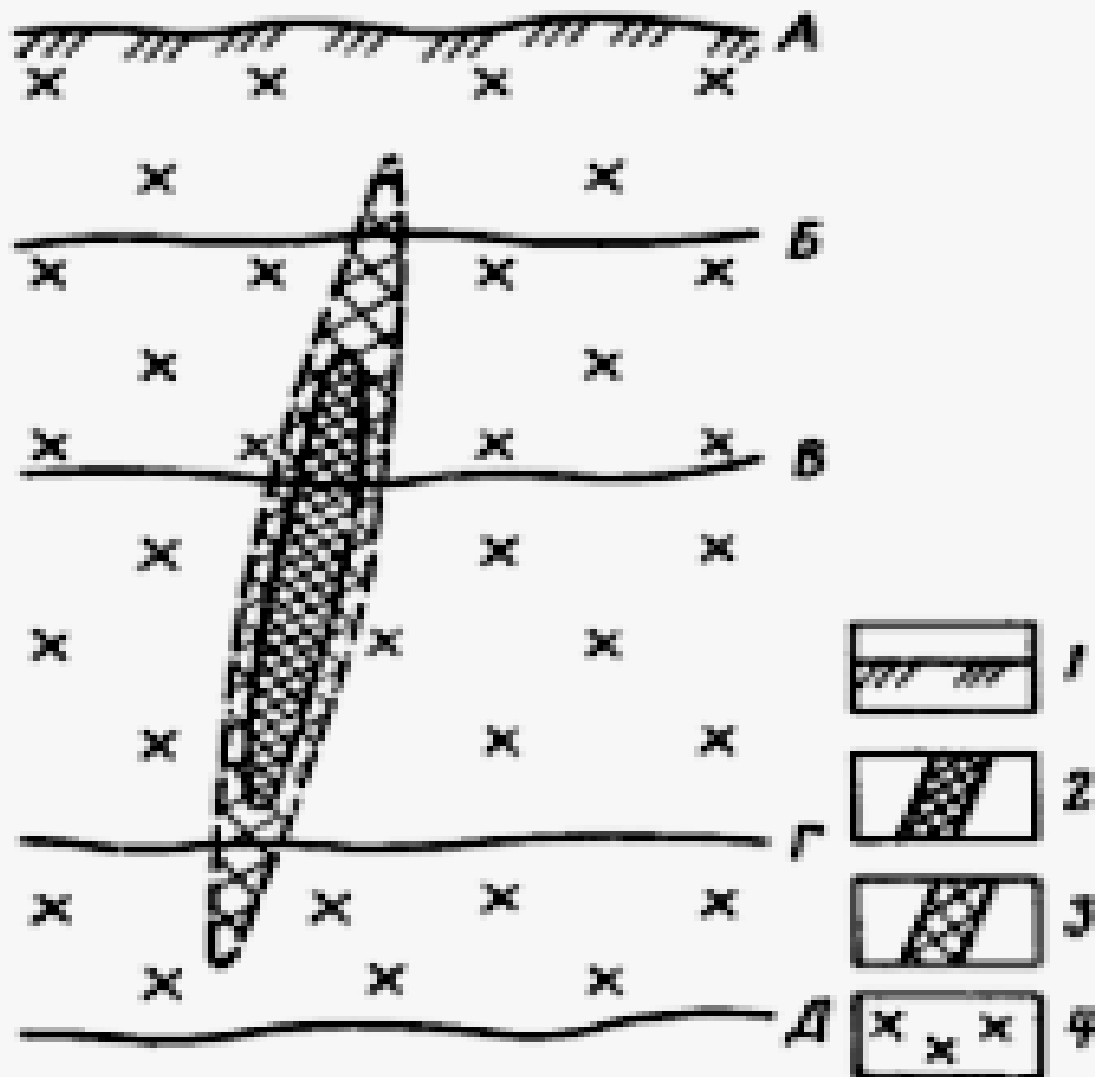
наименее благоприятна для рудообразования, поскольку при высоком всестороннем давлении трещины полностью закрыты, породы обладают высокой пластичностью и слабопроницаемы для растворов. К этой зоне в основном приурочено становление метаморфогенных месторождений.

Возникшие в различных условиях глубинности месторождения могут быть неодинаково эродированы.

Глубина эрозионного среза определяется положением тел полезных ископаемых относительно современной земной поверхности.

Можно выделить три степени эродированности месторождений:

- 1) **начальную**, когда рудные тела только вскрываются эрозией и месторождение перспективно на глубину;
- 2) **полную**, когда на поверхности обнажаются корневые части рудных тел и перспективы месторождения уже ограничены;
- 3) **среднюю** – промежуточную. Обычно глубина эрозионного среза определяется при геологоразведочных работах с использованием различных геохимических и минералогических методов.



Уровни денудационного среза рудного тела и его первичного ореола:

1 – первоначальная дневная поверхность; 2 – рудное тело; 3 – первичный ореол основного рудного элемента; 4 – рудовмещающие породы

Температура и давление.

Температурный интервал становления различных месторождений достаточно широк – от 0–50 °С для экзогенных и до 800–900 °С и даже 1200–1300 °С для эндогенных.

Определение температур рудного процесса за редким исключением производится косвенными методами, среди которых могут быть названы термометрические (по газожидким включениям в минералах), минералогические (с помощью минеральных термометров, основанных на фазовых переходах в различных минералах) и геохимические (базирующиеся на зависимости коэффициента распределения элементов в сосуществующих минералах от температуры их формирования).

Давление при процессах рудообразования обычно колеблется от сотни до нескольких сотен мегапаскалей (МПа), достигая в редких случаях, например, для месторождений алмазов в кимберлитах, 5–7 ГПа.

Помимо температуры и давления, важными физико-химическими параметрами рудообразующих систем являются **кислотность-щелочность среды (pH), окислительно-восстановительный потенциал (Eh), режим углекислоты, серы, химическая активность ионов.**

Источники вещества и способы его отложения

Источники вещества, из которого формируются полезные минеральные массы месторождений, достаточно разнообразны:

- ▶ 1) магматические расплавы корового или мантийного происхождения;
- ▶ 2) газовые, газово-жидкие и жидкие растворы, которые могут отделяться от магмы или возникать вне связи с магматическими расплавами;
- ▶ 3) горные породы различного происхождения, подвергающиеся механическому и химическому воздействию в экзогенных или эндогенных условиях и составляющие ту геологическую среду, в которой осуществляется перемещение расплавов и растворов, активно взаимодействующих с ней и заимствующих при этом многие ценные компоненты;
- ▶ 4) продукты жизнедеятельности различных животных и растительных организмов;
- ▶ 5) вещество космического происхождения.

МАГМАТИЧЕСКИЕ МЕСТОРОЖДЕНИЯ

МАГМАТИЧЕСКИЕ МЕСТОРОЖДЕНИЯ ФОРМИРУЮТСЯ В ПРОЦЕССЕ ДИФФЕРЕНЦИАЦИИ И КРИСТАЛЛИЗАЦИИ РУДОНОСНОЙ МАГМЫ ПРИ ВЫСОКОЙ ТЕМПЕРАТУРЕ (1500–700°C), ВЫСОКОМ ДАВЛЕНИИ И НА ЗНАЧИТЕЛЬНЫХ ГЛУБИНАХ (3–5 КМ И БОЛЕЕ).

ОСНОВНЫМ ИСТОЧНИКОМ РУДООБРАЗУЮЩИХ ЭЛЕМЕНТОВ МАГМАТИЧЕСКИХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ЯВЛЯЕТСЯ, ВИДИМО, ВЕЩЕСТВО МАНТИИ.

В СООТВЕТСТВИИ С ОСНОВНЫМИ НАПРАВЛЕНИЯМИ ДИФФЕРЕНЦИАЦИИ РУДОНОСНЫХ МАГМАТИЧЕСКИХ РАСПЛАВОВ ВЫДЕЛЯЮТ ТРИ КЛАССА СОБСТВЕННО МАГМАТИЧЕСКИХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ:

- 1) ЛИКВАЦИОННЫЕ;
- 2) РАННЕМАГМАТИЧЕСКИЕ КРИСТАЛЛИЗАЦИОННЫЕ;
- 3) ПОЗДНЕМАГМАТИЧЕСКИЕ КРИСТАЛЛИЗАЦИОННЫЕ.

Ликвационные месторождения формируются в результате ликвации, т.е. разделения магмы рудно-силикатного состава при охлаждении на две несмешивающиеся смеси – **рудную** (сульфидную) и **силикатную** – и их последующей обособленной кристаллизации.

Главными геохимическими факторами ликвации магмы являются следующие: **концентрация серы; общий состав магмы, особенно содержание в ней железа, магния и кремния; содержание меди, никеля и других халькофильных элементов в силикатной фазе.**

В начале ликвации сульфидная смесь принимает форму мелких каплевидных шариков, рассеянных в силикатной массе.

Шарики сливаются в полосы, гнезда, часть из которых благодаря высокой плотности погружается в придонные части магматической камеры.

Так возникают висячие, донные и пластовые залежи.

К ликвационным относятся только пентландит-халькопирит-пирротиновые (сульфидные медно-никелевые) месторождения в основных и ультраосновных интрузивных породах.

Месторождения имеют весьма важное промышленное значение.

Они пространственно и генетически связаны с дифференцированными интрузивными массивами габбродолеритов, норитов, пироксенитов и перидотитов.

Рудоносные массивы представлены лополитами, пластовыми и сложными залежами, а их размещение контролируется глубинными разломами и синклинальными структурами осадочного чехла платформ.

Протяженность интрузий измеряется километрами, а мощность – десятками метров.

Интрузивы, несущие оруденение, как правило, расслоены, и более кислые породы сменяются более основными сверху вниз.

По морфологии и условиям залегания выделяют четыре типа сульфидных руд:

- 1) пластовые висячие залежи вкрапленных руд в интрузии;
- 2) пластовые и линзообразные залежи массивных и прожилково-вкрапленных руд в интрузии и подстилающих породах;
- 3) линзы и неправильные тела приконтактовых брекчиевых руд;
- 4) жилы в интрузиях и вмещающих породах.

Характерной особенностью всех медно-никелевых месторождений является сравнительно простой и выдержанный минеральный и химический состав руд.

К главным минералам принадлежат пирротин, пентландит и халькопирит, реже магнетит и кубанит; второстепенные и редкие весьма разнообразны – это минералы золота, серебра и, металлов платиновой группы, меди (борнит, халькозин), никеля (миллерит) и кобальта (никелин) и др.

Кроме того, в рудах в тех или иных количествах присутствуют селен, теллур и др.

Руды имеют массивную, брекчиевую, порфировую, прожилково-вкрапленную и вкрапленную текстуры, средне-крупнозернистые структуры.

Сульфидные руды

Примеры:

месторождения Красноярского края (Норильск-1, Талнахское, Октябрьское) и

Кольского полуострова (Печенгская группа),

в Канаде – районов Садбери и Томпсон,

в Южной Африке – Бушвельда и Инсизвы,

в Австралии – района Калгурли.

Небольшие месторождения этого типа известны в Финляндии, Швеции, Норвегии, США.

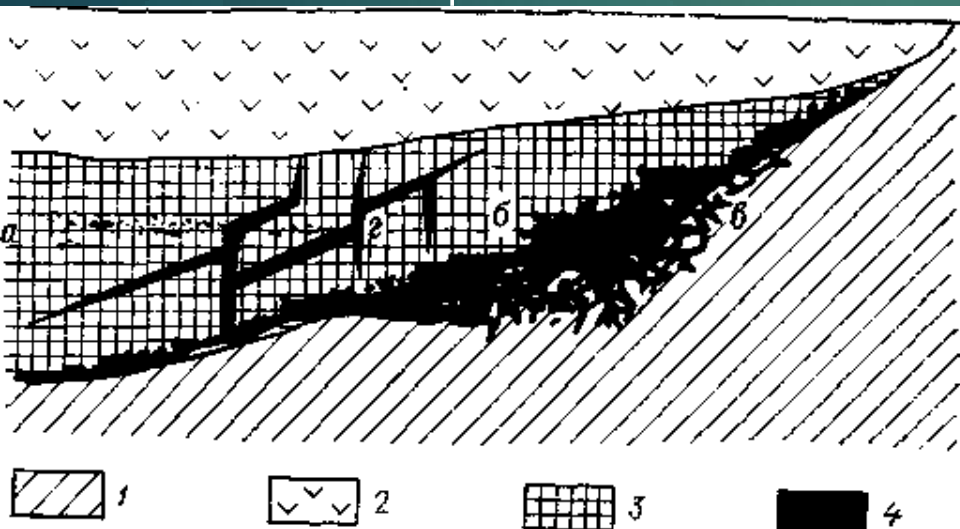


Схема размещения рудных тел сульфидных медно-никелевых месторождений (по Г.Б.Роговеру):

1–2 – вмещающие породы:

1–осадочные, 2–эффузивные; 3– интрузивные образования; 4–руды: а– вкрапленные, б–донные залежи, в– приконтактные брекчиевые, г–жилы

Раннемагматические месторождения

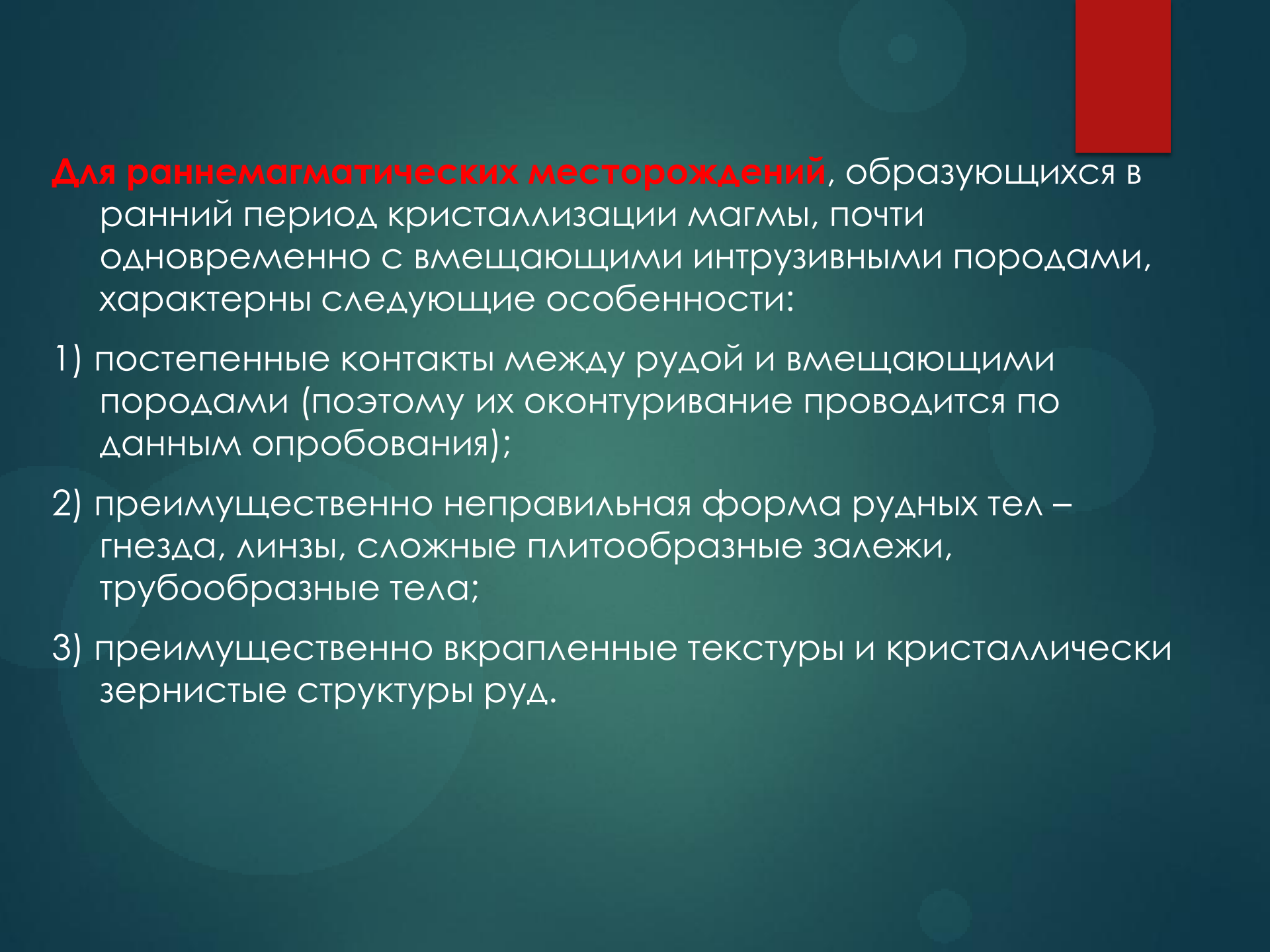
формируются в результате более ранней или одновременной с силикатами кристаллизации рудных минералов, т.е. благодаря обособлению твердой фазы в магматическом расплаве.

Первичная кристаллизация типична для хромита, металлов платиновой группы, алмазов, редкометальных (циркон) и редкоземельных (монацит) минералов.

Выкристаллизовавшиеся рудные минералы благодаря высокой плотности опускаются в жидком силикатном расплаве на дно магматической камеры.

Здесь они перемещаются под действием гравитации и конвекционных токов, образуя обогащенные участки (**сегрегации**).

Эти участки по составу близки вмещающей породе, отличаются только повышенным содержанием рудных компонентов.



Для раннемагматических месторождений, образующихся в ранний период кристаллизации магмы, почти одновременно с вмещающими интрузивными породами, характерны следующие особенности:

- 1) постепенные контакты между рудой и вмещающими породами (поэтому их оконтуривание проводится по данным опробования);
- 2) преимущественно неправильная форма рудных тел – гнезда, линзы, сложные плитообразные залежи, трубообразные тела;
- 3) преимущественно вкрапленные текстуры и кристаллически зернистые структуры руд.

Примеры

К этому классу принадлежат зоны вкрапленности и широкообразные скопления **хромитов** в перидотитовых и дунитовых расслоенных интрузивах

Ключевское месторождение на Урале,

Бушвельд и Великая Дайка в Южной Африке,

а также **титаномagnetитовые руды** в габброидах и графитовые месторождения в щелочных породах Ботогольское в Восточном Саяне,

месторождения Канады, Испании, Австралии.

Главным представителем промышленных раннемагматических месторождений считаются коренные месторождения алмазов в кимберлитах.

Они приурочены к активизированным зонам древних платформ - Сибирской (Якутия),

Африканской (ЮАР, Танзания, Конго),

Индийской,

Австралийской и др.

Всего на земном шаре выявлено **более 1600 кимберлитовых трубок**, но только часть их алмазоносна.

Алмазоносные кимберлиты заполняют крутопадающие цилиндрические или овальные полости, слагая трубообразные тела.

Размеры трубок в поперечном сечении изменяются от нескольких метров до нескольких сотен метров; на глубину они прослеживаются до 1 км,

Распределение алмазов внутри трубок достаточно равномерное.

Среднее содержание алмазов в кимберлитах не превышает 0,5 кар. (1 карат = 0,2 г) на 1 м³ породы.

Среди кимберлитовых трубок известны очень крупные с запасами алмазов в десятки миллионов карат.

Позднемагматические месторождения формируются из остаточного рудного расплава, в котором концентрируется основная масса ценных компонентов.

В месторождениях данного типа первыми кристаллизуются пороодообразующие силикатные минералы.

Остаточный расплав под влиянием тектонических движений, внутренних напряжений и летучих компонентов заполняет в почти затвердевшей интрузии трещины, различные пустоты и промежутки между зернами силикатных минералов.

При этом развивается **сидеронитовая структура**, когда рудный минерал как бы цементирует зерна силикатов.

К позднемагматическим отнесены и карбонатитовые месторождения.

Карбонатитами называют эндогенные скопления карбонатов, обособление которых завершает длительный процесс становления сложных массивов ультраосновных – щелочных пород.

Типы позднемагматических месторождений:

- 1) хромитовые в серпентинизированных дунитах и перидотитах – на Урале (Кемпирсайское, Алапаевское, Сарановское), в Закавказье (Шоржинское), в Швеции, Норвегии;
- 2) титаномagnetитовые в массивах габбро-перидотит-дунитового состава – на Урале (Кусинское, Качканарское, Гусевогорское), в Карелии (Пудожгорское), на Горном Алтае (Харловское), в Забайкалье (Чинейское), Норвегии (Телнесс), Швеции (Таберг), США, Канаде;
- 3) платиновые в дунитах, перидотитах и пироксенитах – на Урале (Нижне-Тагильское), в ЮАР (Бушвельд);
- 4) апатит-нефелиновые, связанные с массивами щелочных пород – на Кольском полуострове (Хибины), в Восточной Сибири (Горячегорское, Кия-Шалтырское).

Месторождения хромитов приурочены к массивам ультраосновных пород, в той или иной степени дифференцированных по составу и серпентинизированных.

Массивы имеют форму лакколитов, лополитов и силлов. Обычно их основание сложено серпентинизированными дунитами, в которых и располагаются рудные тела, представленные жилами, линзами, трубами, гнездами и полосами массивных и вкрапленных руд.

Текстуры руд полосчатые, пятнистые, нодулярные, брекчиевые и вкрапленные.

Структуры мелко- и среднезернистые.

Руды сложены хромшпинелидами, магнетитом, тальком, карбонатами, иногда оливином и пироксеном.

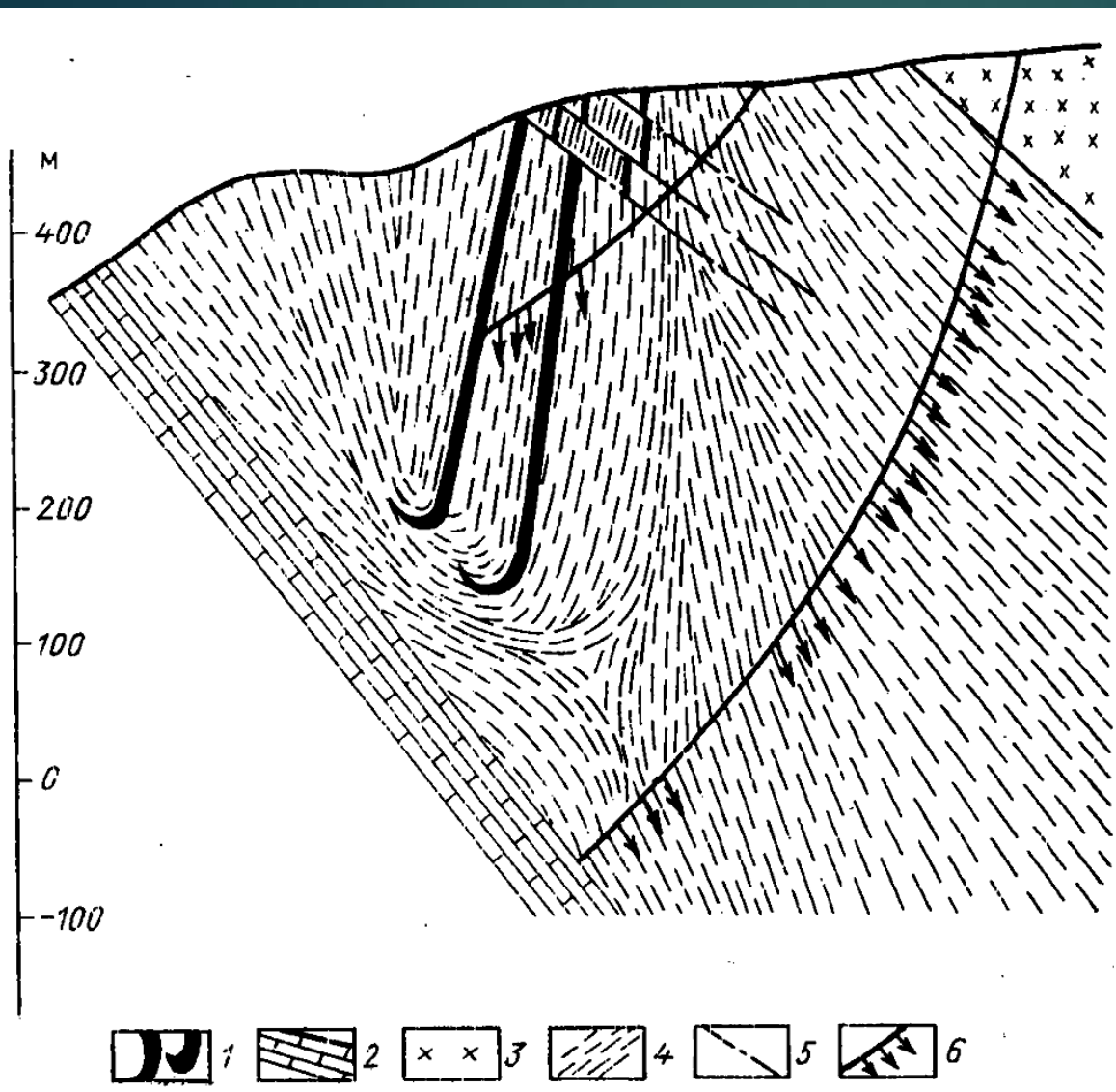
Месторождения титаномагнетитов чаще всего генетически связаны с габбро-пироксенит-дунитовыми массивами.

Рудные тела, размещение которых контролируется элементами протомагматической тектоники и более поздними разрывными нарушениями, имеют форму жил, линз, гнезд, шлиров.

Текстуры руд массивные, полосчатые, пятнистые, вкрапленные. Наиболее типичной структурой является сидеронитовая.

Основные минералы руд – титаномагнетит и ильменит.

Нерудные минералы представлены пироксеном, амфиболом, основными плагиоклазами, хлоритом, реже биотитом и гранатами.



Разрез Кусинского месторождения (по Д.С.Штейнбергу):

1—сплошной
титаномагнетит;
2—карбонаты;
3—гранито-гнейсы;
4—габброамфиболиты;
5—тектонические
нарушения;
6—скважины и
направления
структурных элементов

Апатит-нефелиновые месторождения

генетически связаны с массивами щелочных пород. Уникальными среди них считаются месторождения Хибинского щелочного массива на Кольском полуострове.

Массив относится к платформенным образованиям и имеет форму лополита конического строения, залегающего среди древних гнейсов и сланцев.

Он сформировался в результате последовательного внедрения хибинитов, нефелиновых сиенитов и пород ийолит-уртитового ряда.

С последними генетически и пространственно связаны наиболее крупные залежи апатитовых руд, создающие в плане кольцо крупных линз.

Руды состоят из апатита, нефелина, магнетита, ильменита, сфена, пироксена.

Они являются комплексными, содержащими промышленные концентрации фосфора, алюминия, титана и редких элементов.

► Вопросы для самоподготовки:

1. На каких принципах построена классификация месторождений полезных ископаемых и какие единицы она содержит?
2. Какими особенностями условий образования и вещественного состава характеризуются месторождения геосинклинальных и платформенных областей?
3. Какие виды полезных ископаемых приурочены к дну морей и океанов?
4. Каковы характеристики геологических факторов, определяющих условия образования и размещения месторождений полезных ископаемых?
5. Какие глубинные зоны формирования месторождений полезных ископаемых выделяются. Какие типы месторождений формируются в различных зонах?
6. Какие физико-химические параметры определяют условия образования полезных ископаемых?
7. Каковы источники вещества и способы его отложения при формировании полезных ископаемых?