**Металлогения**

Под прогнозом МПИ подразумевают научное предвидение наличия МПИ определенного типа или перспективных рудоносных площадей на основе известных закономерностей развития геологических объектов.

Прогноз – научно обоснованное состояние объекта.

Прогнозирование – процесс разработки прогноза.

В основе прогноза МПИ лежат 2 базовых положения:

-знание геохимических и геофизических особенностей, хим. элементов, их содержаний и комплексов в различных физ-хим. обстановках;

-представления о закономерном образовании, размещении и разнообразном изменении МПИ в земной коре в ходе геологической эволюции данного региона.

Металлогения (греч. металлоне – руда, генезис – происхождение)

Термин «Минерагения» используется параллельно

Методики прогнозирования основаны на нескольких принципах:

1. Принцип вероятного подобия (наиболее вероятно, что в сходных геологических обстановках со сходной историей развития происходит образование сходных по типу МПИ)
2. Принцип взаимосвязи характеристик рассеяния и концентрации хим. элементов. (Масштабы накопления какого-либо элемента в промышленных концентрациях в пределах каких-то определенных рудоносных площадей будут определять его распространение в з.к.)
3. Принцип обратной зависимости частоты встречаемости рудоносных объектов от их размеров. Позволяет вывести закономерности ранжирования м/р по их размерам.
4. Принцип соответствия. Предусматривает, что этелонные и оцениваемые объекты имеют сопоставимые масштабы.
5. Принцип последовательного приближения. Определяет стадийность ГРР. Подразумевает изучение объектов от большего к меньшему.

Весь процесс геологического прогноза сводится к решению ряда геологических задач:

- установление металлогенической специализации изучаемых структур. В пределах этих структур происходит выяснение закономерностей размещения во времени и пространстве объектов, перспективных на добычу ПИ.

- оценка величины и качества минерально-сырьевых ресурсов в пределах исследуемых объектов. Это подсчет прогнозных ресурсов.

- геолого-экономический анализ каждого из выделенных объектов для разработки оптимального объекта и дальнейшей разработки.

Это составные части геологического прогноза.

Геологический прогноз осуществляется на основе анализа геологических предпосылок и признаков в рамках определенных геологических структур.

Предпосылки:

- стратиграфические;

- литологические;

- структурные (структурно-тектонические);

- магматические (петрографические и петрологические);

- геохимические;

- геоморфологические;

- минералогические;

- климатические;

- геофизические.

Признаки поискового прогнозирования представляют собой конкретные геологические факты, показывающие нахождение определенных типов п/и.

Объектом прогнозирования являются рудные МПИ или рудные тела.

Основа рудообразования – геодинамические процессы.

Участки з.к. разделены на мобильные и стабильные области (геоструктуры) и они характеризуются своей металлогенической спецификой.

Металлогенические пояса и провинции – это подвижные части з.к. со сложной геологической структурой. Отвечают крупным участкам з.к. на уровне складчатых систем в пределах платформ или участков дна мирового океана. (Средиземноморский, Тихоокеанский)

Рудные зоны – охватывают несколько рудных полей.

Рудный узел – рудоносная площадь, включающая в себя взаимосвязные рудные поля и ряд м/р определенного типа.

Рудное поле – группы однотипных по происхождению, составу и структуре м/р.

Рудные тела – локальные скопления природного минерального сырья, приуроченные к определенным структурно-геологическим элементам в пределах м/р.

Виды прогнозирования:

1. Глобальное
2. Обзорное
3. Мелко-, средне-, крупномасштабное
4. Детальное
5. Локальное

Объекты обзорного прогнозирования=: либо вся территория РФ, либо отдельные крупные регионы (Урал, Сибирь, ВЕП, Якутия)

Мелкомасштабное прогнозирование. На стадии изучения недр. Масштаб 1:1000000, 1:500000. Используется геохимия, АФС и КС. Для некоторых участков составляются прогнозные карты 1:200000, 1:50000.

Среднемасштабное прогнозирование. Стадия регионал ьной геологии изучения недр. Составляются карты 1:200000, 1:100000. Выделение рудных регионов и узлов.

Оценка ресурсов по категории Р3.Возможность нахождения м/р на площади прогноза при среднемасштабном прогнощ=зировании должна подтверждаться наличием прямых признаков данных п.и. Оценка рес-сов производится м-дом аналогии, путем сравнения с эталонами. Исп-ся удельн. продуктивность (кол-ко п.и. на ед-цу площади и инте-ть орудинения – это предположительные параметры)

Крупномасштабное прогнозирование Стадия рег.геол. исследований тер-рии. Карты м-ба 1:50 000, 1:25 000. Работы ведутся по определённым видам п.и. Перспективность кот-ой была выявлена ранее. Оценка прогнозных ресурсов производится по категориям Р3 и Р2.

Детальное прогнозирование Стадия поисковых работ.Провод-ся в пределах бассейнов рудных узлов и полей, которые были выявлены при металлогенических исследованиях. Работы произв-ся в масс-бе 1:10 000. Произв-ся выделение геохим. и геофиз. аномалий на исследованной площади, участков проявлений п.и. Оценка ресурсов по категориям Р2 и Р1. Наиб. Перспективные объекты вкл-ся в фонд объектов для постановки оценочных работ.

**Прогнозирование на стадии оценочных работ**

Проводится на ранее обнаруженных проявлениях п/и, которые были выявлены при работах 1:50000, 1:10000. Для сложных по геологическому строению территорий работы могут вестись 1:5000/1:1000. Ведутся горные, буровые работы. По результатам вскрытия тел п/и, приблизительно оконтуриваются, устанавливается положение тел в пространстве. Подсчет по категории С2.

**Прогнозирование на стадии разведки**

Проводятся на м/р с уже выполненным технико-экономическим обоснованием промышленной ценности м/р.

Ведется:

- оценка ресурсов м/р на горизонтах, которые лежат ниже глубин, затронутых работами, если есть геохимические и геофизические предпосылки на продолжение тела п/и;

- оценка ресурсов новых ранее неизвестных тел п/и, вскрытых единичными скважинами и горными выработками, не разведанных ранее;

- переоценка ресурсов известных ранее, но не вовлеченных в разведку тел п/и.

Оценка ресурсов по категории Р1.

**Теоретические основы прогноза**

1. Рудообразующие процессы.

Рудообразование - накопление или металлов в определенных участках з.к.

Процесс рудообразования является частным явлением, которое сопровождает процессы формирования, становления и развития данного участка з.к.

Рудообразующие процессы можно рассматриваться как частные случаи породообразования.

Рудообразованиерудогенезрудонакоплениерудообразующий процесс.

Рудообразующий процесс в обобщенном виде состоит из 3 главных компонентов (циклов)

1. Отделение руд вещества от источника.
2. Перенос рудного вещества транспортирующими агентами.
3. Отложение рудного вещества в местах рудолокализации.

Еще необходим источник энергии.

*Источники рудного вещ-ва:*

- ювенильные

-подкоровые (связаны с базальтовой магмой)

-ассимиляционные (внутрикоровые)

-внемагматическая инфильтрация

*Транспортирующие агенты:*

-магм.расплавы

-газово-жидкие водные растворы глубинного происхождения

-поверхностные воды глубокой циркуляции

-воды морей и океанов

-атмосферные воды

*Пути миграции* транспортирующих агентов отвечают зонам повышенной ослабленности ЗК (тектонические разломы, зоны пересечения разломов, породы с повышенными коллекторскими свойствами, каналы миграции вод – реки, ручьи).

*Области рудонакопления* – участки ЗК, которые находятся на пути движения транспортирующих агентов, где происходит резкое изменение физ-хим состояния агентов, которое приводит к отделению рудообразующих компонентов, их осаждение и накопление. Это могут быть различные геохимические барьеры.

*Источник энергии*– глубинное тепло Земли.

**Модели рудообразования**

*-Эндотермальная модель* (если источники энергии имеют глубинное происхождение, транспортирующие агенты и рудное вещество тоже глубинные).

- *Экзотермальная модель* (источник энергии глубинные, в рудообразующий процесс вовлекаются экзогенные воды, которые приводятся в движение теплом Земли).

*- Смешанная модель* (наиболее распространенная, источник тепла имеет глубинное происхождение, минеральные растворы могут иметь эндо- и экзогенную природу).

**Типы рудообразования**

1. Магматогенные

- плутогенные

- вулканогенные

2. Седиментогенные (осадочные)

3. Метаморфогенные

**Магматогенное рудообразование**

*1.Плутогенные рудообразующие процессы.*

Процесс становление магматических тел является фактором миграции и накопления рудного вещества.

В зависимости от источников энергообеспечения и механизмов функционирования, плутогенные рудообразующие процессы делятся на разновидности:

- *собственно магматогенное рудообразующие процессы*. Предполагало изначально вхождение рудного вещества в материнские расплавы и его разделение и перераспределение вместе с разделением самих магматических расплавов.

В этих моделях большое значение имеет наличие летучих компонентов, а причина распределения руд и силикатных компонентов в расплавах обусловленная различием термодинамических процессов в областях зарождения магматических расплавов и в местах их кристаллизации.

Такие рудообразующие модели приводят к образованию крупных месторождений сульфизно-медно-никелевых руд, скоплений платиноидов в расслоенных базит-гипербазитовых комплексах – массив Бушвельд. Массив состоит из норитов и габбро (общ.мощн. 9000м). Верхняя часть лополита сложена красным гранитом (мощн. 2500м), габброидная часть массива разделена на 5 зон:

1зона сложена однообразными габбро и норитами (1700м)

2 зона(главная, мощн 4500м) сложена почти такими же габбро и норитами, но ее верхняя часть отделена от 1 зоны железорудным слоем (мощн 3м).

3 зона (критическая, мощн 750-900м). Характерна псевдостратификация. Сложена зона чередованием прослоев пироксенитов, анортозитов, перидотитов, хромитов. В основании зоны хромитовый горизонт, в верхней части которого – прослой норитов, которые содержат сульфидную руду с платиной.

4 зона (базальтовая) сложена норитов, габбро с тонкими прослоями пироксенитов.

5 зона – тонкозернистые закаленные нориты, диабазы, гибридные породы в основании лополита.

Предполагается, что Бушвельдский массив образовался из одной магмы, которая в результате дифференциации разделилась на гранитную и габброидную части. При кристаллизации габброидной части происходила псевдостратификация массива.

На основе этого массива разработана модель магматогенного рудообразования.

*Для составления модели используются принципы:*

1. Должно наблюдаться постоянство пространственно-временных ассоциаций рудных тел и интрузивных образований определенного состава и строения.
2. Рудные тела должны располагаться в однотипных частях разреза магматических тел.
3. Должна выдерживаться определенная зависимость геохимических характеристик руд от петрологических и петрохимических свойств соответствующих магматических пород.
4. Должны наблюдаться рудно-силикатные образования, состоящие из определенных минеральных ассоциаций, которые возникают в определенные периоды формирования массива.

Источником рудного вещества и его носителем являются соответствующие магматические расплавы. Пути и механизмы отделения рудного вещества и рудонакопления могут иметь свою специфику в зависимости от особенностей каждого конкретного массива.

В целом, модели объединены в 2 группы:

1. Допускается, что разделение магмы на рудную и силикатную части происходит на пути продвижения расплава к месту кристаллизации или в каких-то промежуточных магматических очагах. Поступление рудного и силикатного расплавов в место рудонакопления происходит в разное время.
2. Допускается, что поступление рудного вещества в зону рудонакопления происходит непосредственно из магматических камер, заполненных однородным рудно-силикатным расплавом. Разделение на рудную и силикатную части происходит в месте кристаллизации.

Большую роль играет проблема баланса/дисбаланса рудной и силикатной составляющих.

Преобладание рудного вещества в источнике может превышать рудное вещество в месте накопления в 1000 раз.

Рисунок с кучей стрелочек ☺

В магматогенных моделях магматические расплавы выступают одновременно как источник вещества и транспортирующий агент.

**Плутогенные гидротермальные модели**

*1. Ортогенные.* Носители рудного вещества – сами магматические расплавы. Они же и источник и транспорт рудного вещества.

Такие модели допускают вынос вещества магматических тел их флюидными составляющими с реализацией процесса рудонакопления в периферийных участках самого интрузивного тела или породах, вмещающих его.

*2. Рециклинговая модель.* Формирование оруденения происходит с участиемвод различного происхождения. Источник рудного вещества – магматический расплав, и в процессе оруденения участвует рудное вещество, мобилизованное из вмещающих пород.

Транспортный агент – воды различного происхождения. Главный источник энергии – магматический очаг и расплав.

Формирование руд происходит в 3 этапа:

1. При кристаллизации расплава происходит уменьшение объема тела, что приводит к образованию трещин в над-интрузивной зоне → образование пустотного пространства → в поры втягивается воды.
2. Пустоты
3. Под влиянием тепла магматического тела в движение приходят подземные воды с образованием конвективных потоков.

При циркуляции подземных вод происходит мобилизация рудного вещества вмещающих пород, которые вовлекаются в рудообразование. На 3 стадии процесс затухает.

Руды имеют ярко выраженную зональность.

Для функционирования рециклинговых систем главное значение имеет водонасыщенность окружающих пород и их проницаемость.

Большое значение для формирования оруденения имеет длительность процесса, скорость циркуляции вод и размах конвективных ячеек, которые обеспечивают циркулирующие подземные воды окружающих пород.

Транспортирующие агенты: магматогенные флюиды, вовлеченные в циркуляцию, воды вмещающих пород.

Продукты этих моделей: скопления рудного вещества, которые связаны с вулканическими комплексами пород.

Роль вулканизма в процессе рудообразования заключается в образовании различных по своей природе источников энергообеспечения и в участии большого количества жидких транспортирующих агентов.

**Вулканогенно-гидротермальные модели**

*Ортогенная модель.* Оруденение при реализации этой модели очень тесно связано с вулканическими и субвулканическими (дайки) телами.

В некоторых случаях не удается уверенно отнести рудные тела к продуктам вулканизма.

Источник энергии – сами вулканические тела, источник рудного вещества – вулканический расплав, транспорт – вулканический расплав и его флюидная компонента.

*Рецикинговая модель.*

Рисунок, где много стрелочек снизу с разных сторон поднимаются в одном месте на морском дне.

1. зона возникновения пирита и магнетита в результате восстановления сульфат-иона.

2. выщелачивание металлов из породообразующих минералов и их транспортировка в виде металл-хлоридных соединений.

3. реакции с железосодержащими силикатами с высвобождением железа, высвобождение водорода.

4. зона возникновения восстановленного флюида за счет водорода и углерода.

5.Углерод-водородные обменные реакции. Образование растворов высокой солености.

6. Образование металломагнетитов и прожилковых сульфидных руд.

7.Обр-ние сплошных сульфидных руд.

Необходима повышенная проницаемость придонных осадков, тепловой поток, большой объем воды, кот. обеспечивает питание всей рудообраз-щей системы.

Ист. руд. вещ-ва:донные осадки.

Транспорт: воды придонных осадков.

Место рудоотложения: граница донных осадков и морской воды.

Вулканогенно-сублимационное рудообразование.

В кратерных зонах соврем. вулканов. Сопровождается обр-нием серы.Объем формиующихся руд оч мал.

Вулканогенно-седиментационное рудообразование

Связано с экстракцией продуктов излияний и извержений в прилегающие бассейны.

Седиментогенные рудообразующие процессы.

Оч большое разнообразие механизмов переноса и отложения руд. вещ-ва.

Седиментогенные осадочные рудонакопления.

Перенос: механич., химич., биохимич..

Источник руд. в-ва:породы разного происхождения. Иногда руд.в-во в них наход-ся в рассеянном состоянии. Накопление большого объема руд.тела связано с масщтабами процесса, длительным временем рудообр-я.

Модель форм-ния руд типа Мансфельд.Оруд-е гидротермального типа на примере м/р медистых песчаников.

Ист.руд.в-ва:красноцв.отложения.Сu здесь в рассеян.состоянии. Сбор Сu происх.за счет подз.вод.

**Способы проникновения и осаждения**

1.путем фильтрации(Например, м/р Джесказган)

2.диффузионный путь

Путем фильтрации формир-ние гидротерм.оруд-ния может происх-ть на аллохтонных и автохтонных барьерах.

Ист.руд.в-ва: красноцв.терриг.отл-я.

Транспорт:подз.воды м/р.

Место рудоотл-я – участки З.к.,где происх. Смена красноцв.отл-ний на др.отл-ния.

2 типа м/р (гипергенных)

-коры выветривания(образ-ся когда идет вынос неруд. компоненты)

-россыпные(идет вынос обломков рудн.компонентов)

**Метаморфогенные рудообразующие процессы**

1)рудообразующие

2)рудопреобразующие

1-те процессы,кот-ые сопровожд-ся возникновением новых скоплений руд.в-ва.

2-те процессы, кот-ые харак-ся превращением ранее возникших скоплений руд.в-ва в иные формы с преобразованием ими новых качеств.

По механизму метаморфогенные проц-ы дел-ся на неск.видов,из кот. наиб. Значимые:

I.Метаморфогенно-гидротермально-плутоногенные м/р.

Реализуются в усл-ях палингенеза при ультраметаморфизме,когда возникают вторичные расплавы. Накопление вещ-ва происх. по принципу плутоногенных моделей.

Ист.руд.в-ва: вторич.расплавы.

Агенты переноса: чаще всего флюидные компоненты расплавов.

Место рудоотложения:граница расплава и вмещающих порд.

II.Метаморфогенно-гидротермальные м/р

Активное участие вод. Ист.руд.в-ва: рассеянные конц-ции руд.в-ва в геол.образ-ях, кот-ые подвержены метаморфизму. Транспортные агенты: метаморфогенные воды. Место рудолокации: участки термодинамических изменений. Энергообеспеение осущ-ся тепловыми потоками. Источник тепловых полей: глубинный магм.очаг, внедряющаяся интрузия, тект. деформации.

Могут образовываться достаточно крупные м/р Au,At,Pt в черносланцевых породах.

Напр, в м/р Au в PR-их толщах,из каждого км3 углеродистых толщ в рез-те их метам-ма и гранитизации, может высвобождаться до 7 тонн Au,и 1300000 тонн серы. В рез-те метам-ма конц-ция Au может увелич-ся в отдельных уч-ках высокоуглеродистых толщах до 30-130г/т.

**Гидротермальная модель**

Идут процессы выщелачивания и переноса минералов. Ист.энергии: глубинный магм. очаг,кот.приводит в действие рудообразование. Транспорт: воды различного происхожд-я (погребенные,метеорные(осадки),м.б.частично магматогенные,морские(если магм.очаг под дном моря)

Циркуляция вод по рециклинговой схеме: восход.движение-> выщелачивание-> восходящее движ.со сбросом в-ва на барьерах.

Характер скопления руд.в-ва: эпигенетический (рудоотл-я в уже сформированных толщах г.п.) и синтетический(на дне водоемов в ещё не литифицированных осадках)

**Диагенетическая модель рудообразования**

В рез-те: форм-ние глубинных рудопроявлений и мпи.

Энергообеспечение за счет увеличения гидростатич. давления при погружении –> разогрев подз.вод, кот-ые выступ. транспортными агентами. Берётся из осад.г.п., кот-ые подвержены уплотнению. Миграция в восходящ. направлении., опред-ся гидравлич.градиентом. Отложение рудного в-ва происх-т в литологич. или стр-ных эл-х в связи с изменением физ-хим. усл-й среды(на барьерах). нпр, согласные или секущие тела п.и.(по тект-им трещинам)

Из всех моделей рудообразования наиб-шей иненсивностью и масштабами накопления облад. рециклинговые и гидротерм. модели. Для их функционирования необх. высокий уровень водонасыщ-ти рудных форм, либо возм-ть притока вод из соседних уч-ков З.к.

**Металлогенические обстановки**

Гл. структуры: платформы, дно океана, подвижные пояса.

Металлогенические обстановки могут одновременно находиться в разных частях З.к.

Стадии развития З.к.:

1.предварительная(рифтовая) – происходит форм-ние конт-ой рифтовой сис-мы с грабеном в центр. части (Байкальский,Рейдский). Магнетизм осн. состава(с форм-нием г.п. УО и щелочного ряда) – связано образ-е карбонатитовых м/р.

2.молодая (тип Красного моря) Происх. раздвиг с миграцией плит в противоположные стороны от рифтовой зоны(спрединг). Появл-ся молодая океанич. кора.

3.зрелая стадия(нпр, Атлантический океан). Расширение океан. коры от зон спрединга. Конт.окраины. Процессы магм-ма крайне редки. В области шельфа и на материковом склоне идет накопление обломочного мат-ла.

Пассивн окр: вост. побережье Америки, зап. побережьн Африки, юж. побережье Индостана, сев ч-ть Автралии. Угленосн.,нефтегазоносн. бас-ны, россыпные м/р.

В засушливых регионах на пассивн. окраинах возможно обр-ние эвапаритовых бассейнов (Зап.Сахара)

4. стадия поглащения (тихоокеанская ст). нпр, Тихий океан. Хар-ся обратным движением литосф. плит -> образ-ние зон субдукции, где происх-т поглащ-е океанич. коры. Это активные окраины. Здесь много магм. очагов, широкое развитие магм-ма(осн. и кисл. состава, за счет ассимиляции магмы). Широкое развитие рудопроявлений и м/р магматогенного типа.(нпр, Филлипины, Курильские,Японские о-ва, Индонезия, от Аляски до Анд)

5.Заключит.стадия (средиземноморский тип). Активность зон спрединга затухает, формирование океанич коры прекращается, продолжается субдукция, кот. приводит к смыканию литосф. плит. океанич. кора покрывается осад. отложениями -> много осад. м/р. Продолжается активный магм-зм на акт-ных окраинах.

6.Заключительная стадия (Гималаи) Столкновение 2ух плит и возникновение межконт. орогена. Активный орогенез. Образование метаморфогенных комплексов. Магматизм затухает -> почти нет магматогенного ородинения.Нахождение магматоген.м/р возможно, но они были образованы на более ранних стадиях. Смешение и наложение геодинамических обстановок. нпр, Урал(где огромный спектр п.и.)

3 типа Металлогенических обстановок.

1. дна океанов

2. складчатых систем (подвижных поясов)

3. платформ

Геодинамическая обстановка дна океанов:

1.сох

2.окраинные моря

3.глубоководные желоба

4.островные дуги

5.абиссальные впадины

6.цепи вулканических островов ит.д.

Образование различных типов рельефа. По геоморфологич. хар-кам:

-конт. шельф

-конт. склон

-конт. возвышенности (5%)

-абиссальные равнины (41-42%)

-окенанич. хребты и поднятия (32-33%)

-отдельные вулк. сооружения (3%)

-глубоководные желоба и хребты(4%)

**Геодинамические обстановки и металлогения СОХ**

Массивы ультраосновных пород, образования хромитовых руд, платиноиды. Магматизм основного состава (габбро, базальты). Медно-колчеданное оруденение в базальтах.

Геодинамические обстановки, металлогения окраинных и задуговых морей.

Охотское, Китайское, Желтое моря. В пределах этих морей широко распространены осадочные комплексы терригенного и карбонатно-терригенного состава. Месторождения газа, нефти, угля, морские россыпи алмазов, золота, янтаря, платиноидов, хромита, магнетита.

Геодинамические обсановки ложа океанов и абиссальных долин

Ложе океана ровным слоем усеяно ЖМК и корками. Их происхождение связывают с зонами спрединга. Запасы от 350 млн. до 1,7 трлн.

Все ПИ на дне Мирового океана делятся на (по способу их образования и преобразования):

1 группа. ПИ, образованные в континентальной и прибрежно-морской обстановке и оказавшиеся под водой в результате трансгрессии. Месторождения на шельфе.

2 группа. ПИ образованы в прибрежно-морской зоне за счет волно-прибойной деятельности, которая частично либо полностью заполнена.

3 группа. ПИ, образованные на дне океана. Это продукты тех рудообразованных процессов, которые характерны для дна океана.

Наиболее значимые ПИ 1 и 2 группы.

1 группа - континентальная металлогения.

2 группа - промежуточные положения. Это россыпи в прибрежно-морской полосе.

3 группа - фосфориты, ЖМК.

Для образования прибрежных россыпей играет баланс между скоростью наступления моря и скорость поступления обломочного материала.

В ЖМК:

Fe 17\*1010 тонн, Mn примерно столько же, Ni 2,5\*109 тонн, Cu 1,5\*109 тонн, Co 1\*109 тонн, могут быть Au Pt Rb.

Обнаружены на большой площади дна Мирового океана. Две полосы ЖМК симметричны относительно экватора. ЖМ корки кобольтоносны. Приурочены к подводным возвышенностям и их склонам. Содержат более 1% Co.

Зоны окраинно-континентальных прогибов

2 морфологических типа скопления сульфидов:

1. Конусообразные тела (h=1-25 м). Приурочены к гидротермальным источникам.
2. Выходят за пределы прогибов.

Конусообразные тела – «черные курильщики».

3) Сульфидоносные илы. В пределах красного моря.

Характеризуются высоким содержанием элементов. В 10м слое илов в Атлантис-2 (впадина) содержится 29% Fe, 3,5% Zn, 1-1,5% Cu, 0,1% Pb, 54г/т Ag, 0,05 г/т Au.

Металлогения платформ

Платформы имеют двухъярусное строение:

- осадочный чехол

- кристаллический фундамент

Фундамент платформ

Обстановки:

1. гранито-гнейсовых ядер

2. зеленокаменных поясов

3. протогеосинклинали

4. чехлы протоплатформ

5. зоны протоактивизации

1. гранито-гнейсовые ядра

Предположительно, это участки формирования древней континентальной коры. Породы гранитоидного состава. Проявлены продукты метасоматоза (гранитизации) ультраметаморфизма.

Основные ПИ: рутил-кианитовые и андалузитовые месторождения, магнетитовые месторождения, флагопит, скарноподобные образования, месторождения ПШ, мусковита.

2. зеленокаменные пояса

Древнейшие линейные прогибы. С вулканическим и магматогенным заполнением. Сложены породами базит., ультрабазит. Состава, базальт-коматитовой серии.

ПИ: медно-никелевые, никелевые месторождения, столеитовые месторождения (базальты, кислые вулканиты), сульфидные месторождения, Zn-Сu – сульфидные руды (вулканиты основного состава), месторождения железистых кварцитов, редкие и специфические, жильные проявления, золоторудные месторождения (метам.-гидротерм.происхождения).

3. протогеосинклинали

Мобильные зоны между выступами гранито-гнейсового состава. Возраст: PR. По строению и вещественному составу являются аналогами зеленокаменных поясов AR. Их рассматривают как древние внутриконтинентальные рифтогенные прогибы.

ПИ: сульфидные Zn-Сu, сульфидные – полиметаллические месторождения, Ti b Ti- магнетитовые руды, хромитовые руды, железистые кварциты, сидеритовые и гематитовые руды, золоторудные метаморфогенно-гидротермальные месторождения.

4. чехлы протоплатформ

ПИ: золотоносные ураноносные конгломераты, медистые песчаники с Co, Zn, Pb; Au-U и U-V месторождения.

5. зоны протоактивизации

Там, где после консолидации геоструктур в конце AR –начале PR стали переходить принципиально иные тектоно-магматические процессы. Представляют собой прогибы и интенс. базальтоидным вулканизмом.

ПИ:Cu-Ni руды, Pt-ды, Ti-магнетитовые руды, хромиты, карбонатитовые месторождения с Fe, апатитом, Сu, пегматитом, грейзеном, месторождения самородной Cu.

**Металлогения осадочного чехла платформ**

Характеризуется своими закономерностями размещения ПИ, связанными с преобладанием рудообразующих процессов определенного типа.

Закономерности размещения ПИ в пределах платформ зависит от периодической смены условий осадконакопления, проявлений магматизма и тектонической перестройки структурных планов платформы. Образование синеклиз, антеклиз, краевых и предгорных прогибов. В пределах платформ: тектонические авлакогены, различные кряжи. В пределах каждой из этих структур происходит смена условий осадконакопления, формирование определенного состава геологических формаций и связанных с ними скоплений ПИ.

Развитие осадочного чехла происходит циклично. В рамках цикла различают такие стадии, как:

1. трансгрессивная (начальная)

2. иннудационная (средняя)

3. регрессивная (поздняя)

4. эмерсивная (конечная)

1 – характеризуется наступлением моря. Накопление кластогенного и глинистого материала. Для этих формаций характерно образование ПИ: месторождений Fe (кремнисто-гематитов), Mn (в виде скопления оксидов пиролюзит-псиломелан), россыпи Ti-Zr-вые, фосфориты, янтарь.

2 – накопление глубоководных фаций (море стоит высоко). Образование карбонатных формаций, карб.-глин. Месторождения Pb и Zn, фосфориты, флюорит.

3 – отступление моря. Формирование месторождений Fe (оолитово-гетит-шамозитовые руды), U (в песчано-алевритовых отложениях).

С эвапоритовыми бассейнами месторождения калийной и каменной соли, месторождения Sr (в виде целестина SrSo4), месторождения каменного угля.

В условиях регрессивной стадии происходит образование каменных углей паралического типа (прибрежные).

4 – море уходит, происходит развитие континентальных фаций линейного типа, речн. отлож., КВ.

Латеритные КВ – на Fe,Al (бокситы)

Скопления Al, россыпи Ti и Zr. Месторождения Mo,U (гидрогенный тип, в углях, торфах). Месторождения алмазов, угля (лимнического и патолического циклов (речная).

В эту стадию усиливается роль магматогенных процессов и развивается эндогенная металлогения, связанная с проявлением вулканизма и интрузивного магматизма.

Формирование базальт-долеритовой (трапповой) формации – сульфидно –Cu-Ni руды, проявления Au или Pt.

На контакте субвулканических тел с угленосными отложениями могут формироваться месторождения графита. В туфах возможно скопление исландского шпата, образование цеолита. В жилах Q-Ca-вого состава Zn-оруденение с Ag. В базальтах – самородная медь. Скопления фосфора в виде апатита.

**Металлогения отдельных осадочных бассейнов**

Изучение закономерности формирования осад. ПИ в пределах осадочных бассейнов в ходе их развития от начала седиментации до возникновения региональной складчатости и локализации бассейна.

В пределах осадочных бассейнов состав, строение формационных компонентов осадочных пород обусловлено геодинамической позиции осадочного бассейна.

Осадочные бассейны

1. внутриконтинентальный рифтогенез (внутриплитные)

2. пассивно-окраинные

3. субдукционные

4. коллизионные

5. океанические

1 – образование на ранней стадии геотектонического цикла литосферы. Связаны крупные и уникальные месторождения U и Au, конгломератов с Ag и Pt-дами. Месторождения медистых песчаников с Ag, Co, Cu, Au, Pt-ды.

В процессе последующих процессов формируются надрифтовые депрессии, в их пределах могут происходить накопление крупных запасов цв. сырья. Формирование месторождений солей и месторождений Fe осадочного типа.

2 – стратиформные месторождения Pb-Zn с баритом, Ag, Hg, Pb, Zn, Au. Месторождения фосфоритов, U в кремнисто-карбонатно-терригенных формациях – месторождения Cu-Pb-Zn-ых.

3,4 – более широкое развитие получили магматогенные и вулканогенное рудообразующие процессы. Формирование межгорных бассейнов. С бассейнами (предгорные бассейны) Форланда связаны крупные месторождения УВ.

**Металлогения и ПИ складчатых областей**

Базировались на геосинклинальной теории. Два типа складчатых областей:

– базальтофильные (преобладание магматических комплексов основного и ультраосновного состава). Н-р, Урал.

– гранитофильные. Н-р, Кавказ. Продукты кислого магматизма.

По тектоническому режиму развития и времени формирования в пределах складчатых областей было принято различать:

1) геосинклинальные образования (ранние и поздние)

2) орогенные образования (ранние и поздние)

3) зоны ТМА (повторного орогенеза)

1) Выделяют зоны:

а. ранние геосинклинальные стадии

б. поздние геосинклинальные стадии

В а. выделяются две зоны:

1) зона эвгеосинклиналей (центр, внутренние зоны геосинклиналей). Характеризуются развитием офиолитовых комплексов. с ними связаны пи: хромиты с платиноидами, титано-магнетиты, медно-титано-ванадиевая минерализация, медно-сульфидная минерализация. Это есть фрагменты океанской коры, которые в результате субдукции вынесло на дневную поверхность. Пи, характерные для у/о пород: м/р талька,, хризотил-асбестовая минерализация, золоторудная, лиственитовая форма оруденения – образование ртутной минерализации.

2) миогеосинклинальная зона (краевые, внешние участки геосинклиналей). Руд. формации: железорудная, кремнистая (жеезистые кварциты), марганцевая кремнистая, формация ванадиносных сланцев, фосфоритовая кремнистая, терригенно-карбонатная. Это сто различные краевые бассейны с широки развитием осадочных процессов, подвержены метаморфизму.

В б) накладываются процессы основного, кислого, среднего магматизма. ПИ: титано-магнетитовое оруденение, связанное с породами осн. состава (г-анартозиты).

За счет внедрения магмы кислого состава, возникает железорудное оруденение.

С измененными гранитами связано молибденовое оруденение, золото-кварцевые формы оруденения. Формирование медного и свинцово-цинкового полиметаллического сульфидного типа оруденения.

Скопления бокситов.

Карб. и терриг. формации, характерные для этой стадии синцово-цинковое и железо-марганцевое оруденение.

(2) Привоит к интесивному развитию складчатости и формированию метаморфических коплексов.

М/р: преобразованные кремнистые (марганцевые, железные м/р), карновый тип: железо, медно, золоторудные (контактовый метаморфизм). Разрушение пород (катаклаз, меланитизация с динамометаморфизмом).

(3) Оруденение связано с вулканизмом основного состава. Это медно-никелево-сульфидное, медно-сульфидное,титано-магнетитовое, магнетитовое оруденение.

В эту стадию происходит формирование локальных эвапоритовых, угленосных бассейнов и молассоидных комплексов (м/р стройматериалов), стратиформные типы (медистые песчаники, сланцы), проявления гипсов для засушливых областей.

**Металлогеническое развитие ЗК**

3 основные металлогенических периода:

- AR

- PR

- FR

**AR период**.

Самый продолжительный.

Характеризуется преобладанием 2 металлогенических обстановок, приуроченных к гранито-гнейсовым ядрам (участки континентальной коры) и зеленокаменным поясам (участки океанической коры).

В пределах развития конинентальной коры ведущая роль принадлежала метаморфогенному рудообразованию.

В зеленокаменных поясах были магматические процессы => магматогенные и вулканогенные м/р (хромиты, титано-магнетиты, сульфидно-медно-никелевые руды, железистые кварциты).

Металлогения AR в целом характеризуется накоплением железа (плутоног., вулканог. процессы), титана (плутоног., магматог.), хрома (плутоног.), меди и никеля (плутоног.).

**PR период.**

4 осн. типа металлог. обстановок:

- древние гранито-гейсовые ядра (1)

- зеленокаменные пояса (2)

- протогеосинклинали (3)

- чехлы протоплатформ (4)

(1) по ведущим рудообазующим процессам аналогичны архейским.

(4) впервые получили развитие осадочные рудообразующие процессы => образование ранее не встречавшихся м/р (золото-, ураноносные конгломераты; черносланцевые толщи), стратиформные м/р, рудообразование гидрогенного типа.

Снижается роль метамофогенного рудообразования. Появляется рудообразование связанное с метасоматизмом.

ПИ: Fe, Mn, Ti, Cu, Ni. U, Au, Pt-ды, Sn, W, Be.

М/р: хромиты, золоторудное с U, Fe.

**Фанерозойский период**

Характеризуется образованием мощного осадочного чехла, более широким развитием рудообразующих процессов осадочного типа, большим разнообразием ПИ. С наличием осадочного чехла и сохранившимися геодин. обстановками более ранних периодов развития Земли. Fz период удобнее рассматривать в соответствии с тектоническими циклами.

Выделяются комплексы пород связанные с байкальским, каледонским, герцинским, киммерийским и альпийским этапами.

Выделяют до 18 различных пространственно-временных ассоциаций.

В ходе геол развития Земли наблюдается закономерность в образовании ПИ. Для всех периодов уст. однотипность продуктов рудогенеза, кот связаны с мантийным магматизмом базальтоидного состава. Во все времена с у/о магамтизмом ассоциирует хромитовое оруденение.

Расслоенные базит-ульрабазитовые интрузии явл носителями сульфидно-медно-никелевых руд.

С породами осн состава (габбро-анартозиты) связано титан-магнетитовое оруденение.

С вулканог формациями базитового состава ассоциируют медно-колчеданные и полимеаллические руды.

Эта закономерность является качественной.С Fz базальтоидный магматизм будет уступать гранитоидному.

Развитие гранитоидного магматизма привело к образованию более широкого набоа м/р, широкое развитие гидроерм. проессов.

С гранитоидным магматизмом связано образование тех руд, кот не накапливаются в больших масштабах в AR и PR.

FZ период развития Земли характеризуется образованием мощных толщ осадочных пород, кот обеспечили возникновение коровых источником в-ва.

С появлением осадочного чехла появились механизмы вовлечения в процессы рудообразования различных подземных вод.

FZ рудогенез подраделяется на несколько групп обстановок:

1. обстановки складчатых систем
2. обстановки платформенного развития

а) обстановки платформенноо образования

б) обстановки осадочного чехла

**Обстановки складчатых систем**

1. Складчатые системы байкальского цикла развития продолжают металлогению PR. Набор ПИ близок к PR обстановкам.

В рифейском этапе накопление Fe (вулканог образования), м/р Fe и Ti (плутоног), м/р Cu, Pb, Zn (c вулканог образоваиями базальтоидного типа), Au (плутоног и метаморфог комплексы пород), более широкое развитие, чем в PR ПИ Be, Sn,W (c гранитоидами).

1. Каледонский цикл.

Орогенные процессы особо не развиты.

Fe, Ti, Va,Ag,Cu,Zn,Pb (вулканог образования), Mo, Hg, Sb.

Осн. черты металлогения Fz.

1. Герцинский цикл

Большое разнообразие рудообразующих процессов.

Образ м/р Cr (дуниты), Pt (у/о породы), Fe, Ti, Va (плутоног процессы), Fe, Mn, Cu, Pb, Zn, W, Be, As, Sb, U, Au, Sn, Li.

1. Киммерийский цикл. Сходен с герциским циклом. Металлы:Mo,Cu,Pb,Sn,W,Au,Ag,Hg,As,U.
2. Альпийский этап. Металлы: Mo,Cu,Fe,Mn,Pb,Zn,Ag,Sn,,Ag,Co.

Платформенные режимы FZ.

Fe, Ti, Cu, Zn, Pb, Pt-ды, U, Ag.

**Технология прогнозирования МПИ**

1 ЭТАП Предварительный

1 стадия: геодин. модель исследуемого района. Составляется геодин. карта территории

2 стадия: региональный прогноз методом актуализма. Изучаются геодин. комплексы геол. прошлого, кот. потенциально перспективы в опред. типах ПИ и сравнении их с эталонными объектами. На основе работ дается общая металлогеническая оценка территории на основании изучения рудообразующих процессов, факторов локализации рудного вещества. Металогеническая оценка – основа для дальнейших прогнозных разработок.

3 стадия: а) анализ структуры, литолого-петрогр., геоморф. и др. предпосылок, физ. св-в пород и геофиз. параметров.

б) осуществляется палеогеодин. реконструкция района.

в) моделирование палеогеодин. рудообразования и сост. обзорн. геодин. схема по району.

4 стадия: разработка моделей формирования и локализации МПИ. Модели дожны быть многовариантными.

Параметры модели:

- глубинность зарождения геол. процессов

- тип геодин. процесса

- источник рудного вещества

- источник рудообразующего процесса

- источник энергии для рудобразующего процесса

- транспортирующий агент

- среда рудоотложения

- механизм отложения

- зональность, возникающая в результате рудоотложения

- взаимодействие рудных тел и вмещающих пород

- термодин. обстановка рудооложения

5 стадия: крупномасштабный прогноз на основе разработанной модели формирования МПИ. Выделение перспективных участков

2 ЭТАП. Проверочный

6 стадия: производится проверка моделей и их прогнозных следствий. Работа в перспективных участках.

3 ЭТАП. Основной

7 стадия: производится внесение изменений и данных в разработанные модели с учетом их проверки.

**Методы подсчета прогнозных ресурсов**

Поисковые и поисково-разведочные работы предполагают обнаружение ПИ и определение общих перспектив на ПИ исследуемых площадей.

Категории: Р1, Р2, Р3

Прогнозные ресурсы позволяют судить о возможности расширения минерально-сырьевой базы ПИ и способствовать улучшению ее географо-экономического положения.

В соответствии с научно-технич. документационные показатели выделения категорий:

1. Категория Р1.

Ресурсы учитывают возможность выявления новых м/р на перспективных участках и рудных тел на разработанных и разведуемых территорий. Для их колличественной оценки исп. геол. обоснованное представление о рамерах и т.д. территории, исп. материала одиночных структурных и поисковых скв. или горных выработок.

Реализуется маериалы геол. экстраполяции в структ., литол. и стратигр и др. геол. данных более изученных участков.

1. Категория Р2.

Предполагается возможность обнаржения в известных и потенциальных минерагенических подразделениях новых МПИ, вероятность наличия которых основана на положительной оценке выявленных при средне-, крупномасштабной съемке и поисках рудопроявлений, а также геоф., геох. и др. аномалий.

Требования: Колич. оценка ресурсов Р2 + представления о размерах предполагаемого м/р в минер. составе и качестве руд определенных на основе аналогии с уже известными объектами того же формационного типа.

1. Категория Р3.

Учитывается лишь потенциальная возможность открытия МПИ на основании благоприятных поисковых предпосылок (стратигр., литолого-фац., магм., структ., климатич.)

Регион. геол. изучение недр и колич. оценка ресурсов Р3 производится без привязки к конкретным объектам только на основе аналогии с более изученными минерагенич. подразделениями того же ранга, где имеются м/р того же формационно-генетического типа.

**Требования к выделению категорий**

1. Категория Р1.

Используют материалы 1:25000 и крупнее. Базируется на том, что: должны быть установлены границы тела, расположение рудных тел, их внутренняя структура и рудолокализующие факторы. Должны быть установлена морфология тел, глубина их залегания и уровень эрозионного среза. Минер. и хим. состав ПИ, состав и содержание полезных компонентов.

Р(оценка)=Q(запас)\*c(% содержание)

V=S\*m(сред)

1. Категория Р2

Масштабы работ 1:200000 – 1:50000

Прогнозные карты крупнее.

Материалы: должны быть известны площади рудопроявлений на основании прямых и косвенных признаков по геох, геоф данным, принадлежность к опред. генетич. типу промыш. типу.

Должно быть установлено сходство благоприятных тект. структур, горизонтов осадочных пород, магм., метам. комплексов с аналогичными образованиями на известных м/р того же типа. Ожидаемый минер. и хим. состав руд и сред. содержание компонентов.

2 параметра:

Отс-ют сведения о минералогич. и хим. составе руд.

р(рудоносность)=Q(эталонный объек)/S(этал.)

Р(оценка)=S\*р(рудоносность)\*к (понижающий коэффициент)

1. Категория Р3

Выявление новых рудопроявлений для постановки поисково-оценочных работ. Осущ. по итогам поисков в масштабе по 1:200000 и менее. Основа: прогнозные карты масштаба 1:200000 и 1:100000.

В основе оценки ресурсов: наличие продуктивных рудоносных формаций осад., вулканог., меам. происхождения; наличие благоприятных разрывных нарушений. Наличие уже известных проявлений и МПИ. Наличие прямых и косвенных признаков ПИ, предполагаемый тип, размер, состав тел ПИ. Сходство территории по геол. строению и составу пород с минерагенич. подразделениями того же ранга, на которых уже известны промыш. м/р.