

2) МЕСТОРОЖДЕНИЯ, ГЛАВНЫЕ РУДООБРАЗУЮЩИЕ МИНЕРАЛЫ КОТОРЫХ НЕ УСТОЙЧИВЫ В ЗОНЕ ГИПЕРГЕНЕЗА





ГЕОФИЗИЧЕСКИЕ ПРИЗНАКИ

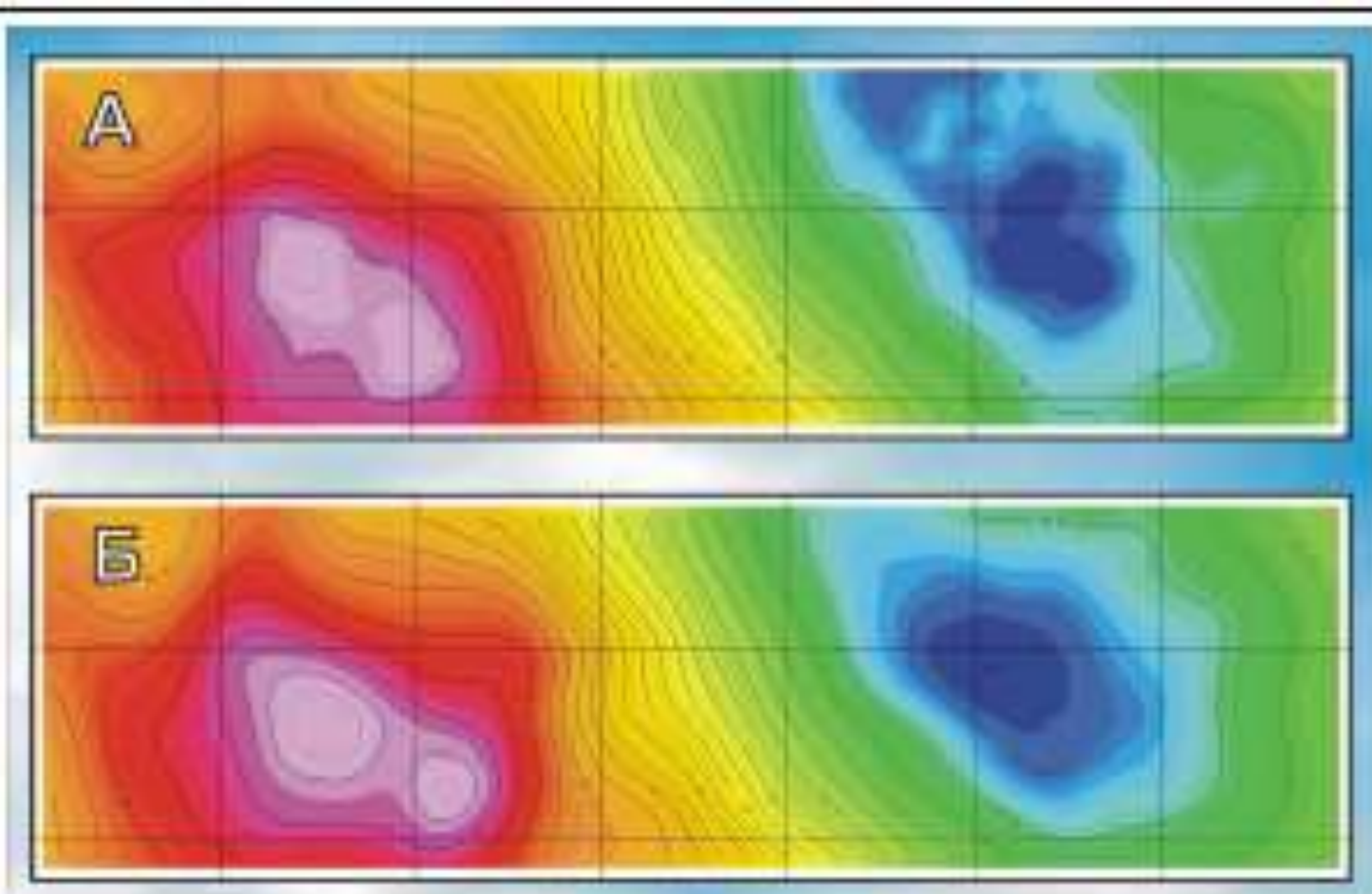


Рис. 3. Карты аномалий силы тяжести (в условном уровне) по аэрогравиметрическим данным (А) и (в условном уровне) по данным наземной съемки масштаба 1:50000 (Б)

ГЕОФИЗИЧЕСКИЕ ПРИЗНАКИ

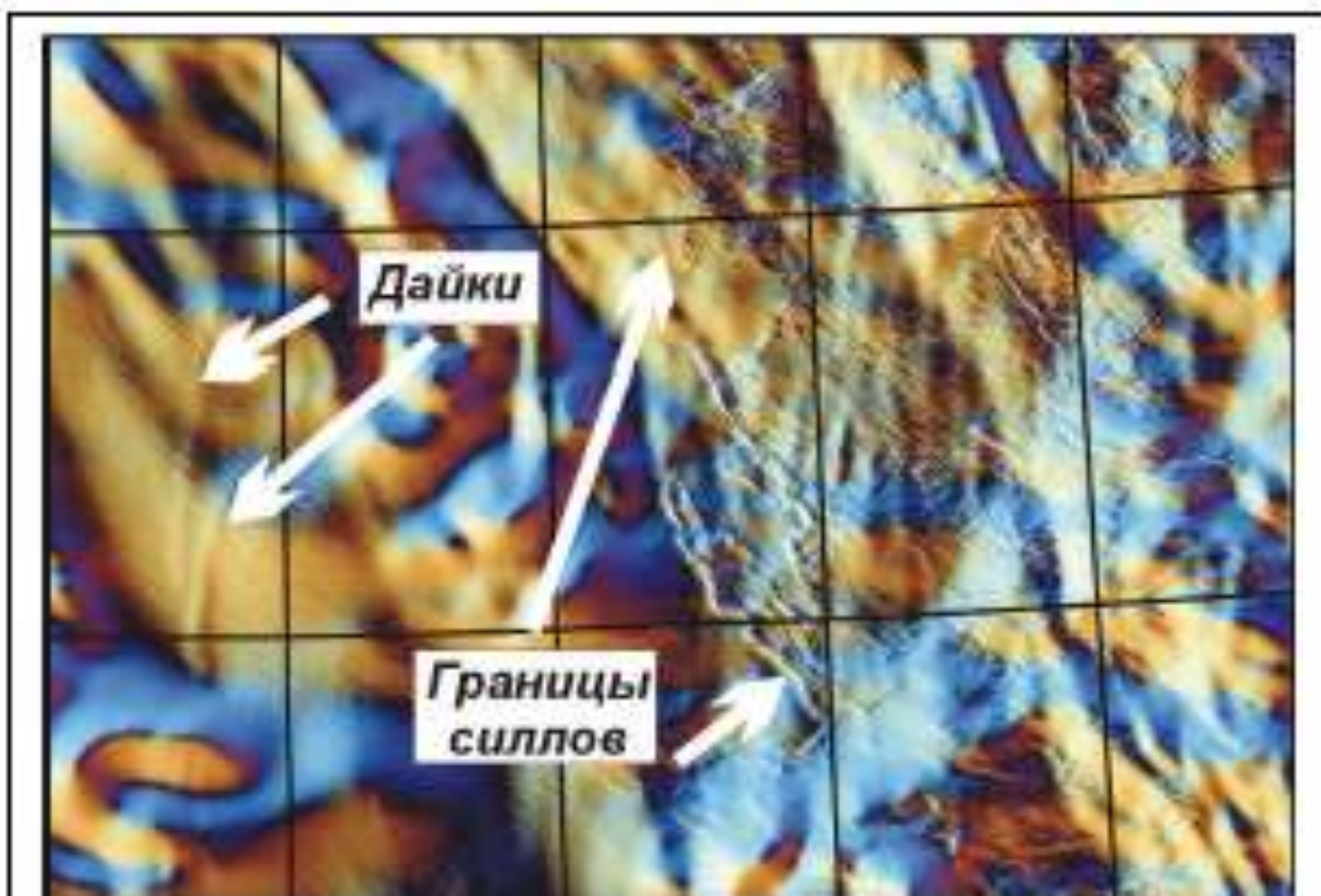


Рис. 8. Цветовая модель аномального магнитного поля ЮВ части Мезенской синеклизы

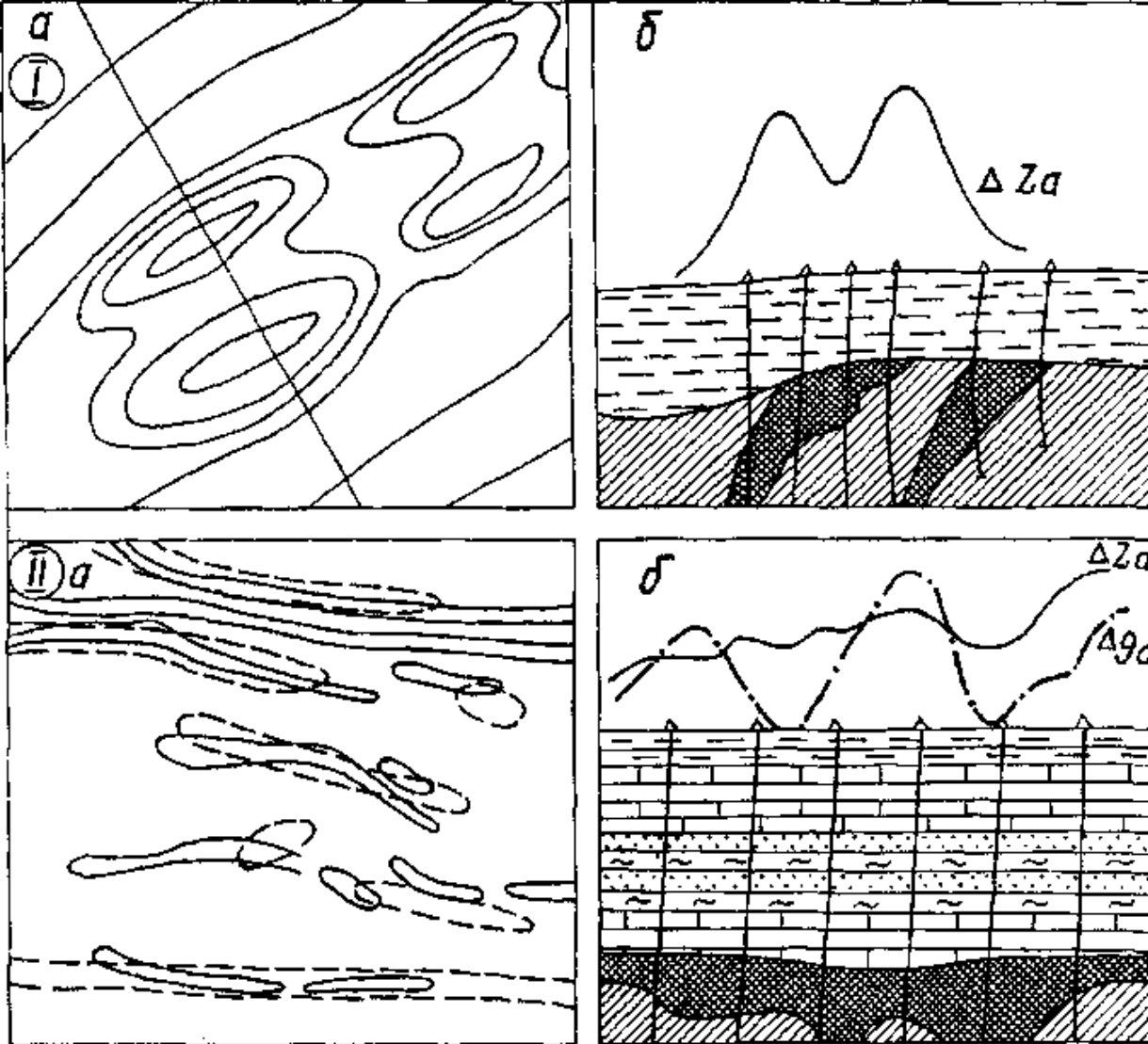


Рис. 33. Геофизические аномалии над скрытыми рудными телами, по В.В.Аристову: I- месторождения, создающие отчетливые магнитные аномалии: а- план изодинам магнитной съемки; б-разрез магнетитового месторождения, погребенного под платформенным чехлом рыхлых отложений; над месторождением проявляются отчетливые магнитные аномалии;

II-месторождения, создающие комплексные геофизические аномалии: а- план гравитационных (пунктирные линии) и магнитных (сплошные шш) аномалий железных руд Курской магнитной аномалии; б- разрез месторождения, погребенного в докембрийском фундаменте под палеозойским платформенным чехлом

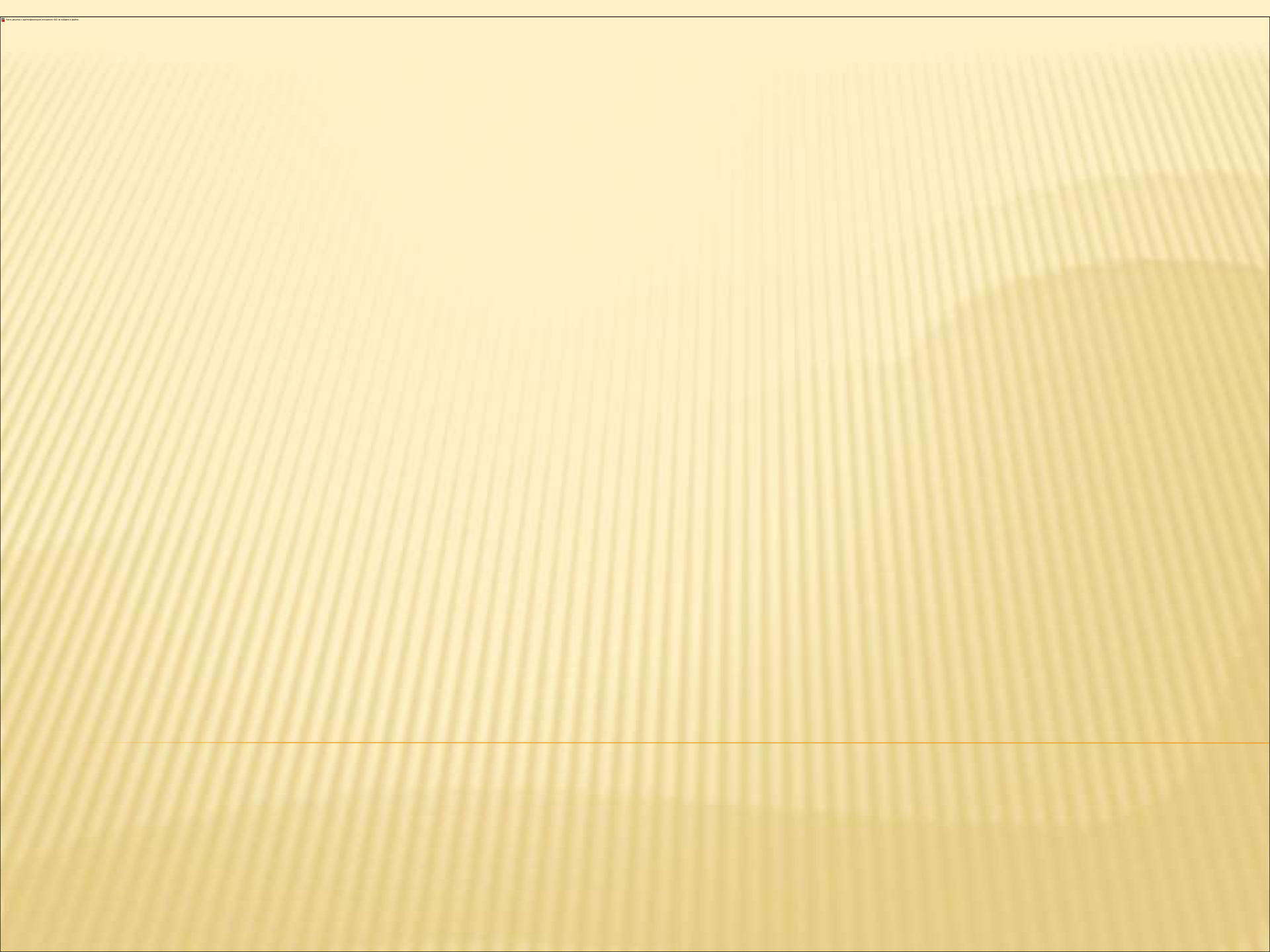
ГЕОФИЗИЧЕСКИЕ ПРИЗНАКИ



Рис. 6. Скопления магнитных минералов (синее) в СВЧР по данным аэромагнитной съемки (А- пролювий, Б- дельтавальная струя, изолнии – рельеф местности)

6. Ботанические поисковые признаки

- Над залежами полезных ископаемых вследствие избытка некоторых элементов в почвах возникают:
- **Универсальные индикаторы.** Например, над залежами цинковых руд произрастает галмейная флора: галмейная фиалка (*Viola calaminaria*) и галмейная ярутка (*Thlaspi calaminarium*)
- **Локальные индикаторы.** Например, индикатором меди на Рудном Алтае и в Туве является кочим (*Gypsophila patrinii*).
- **Тератологические** признаки:
 - 1) **изменение внешнего вида растений** («гигантизм», уродливость, необычная окраска и форма цветов и листьев);
 - 2) **отклонения в режиме развития** (раннее или позднее цветение, опадание листьев и т.п.);
 - 3) **угнетение растений или их отсутствие** (над залежами бора, близповерхностными сульфидными рудными телами).
- При анализе ботанических признаков следует учитывать широтную и вертикальную климатическую зональность.

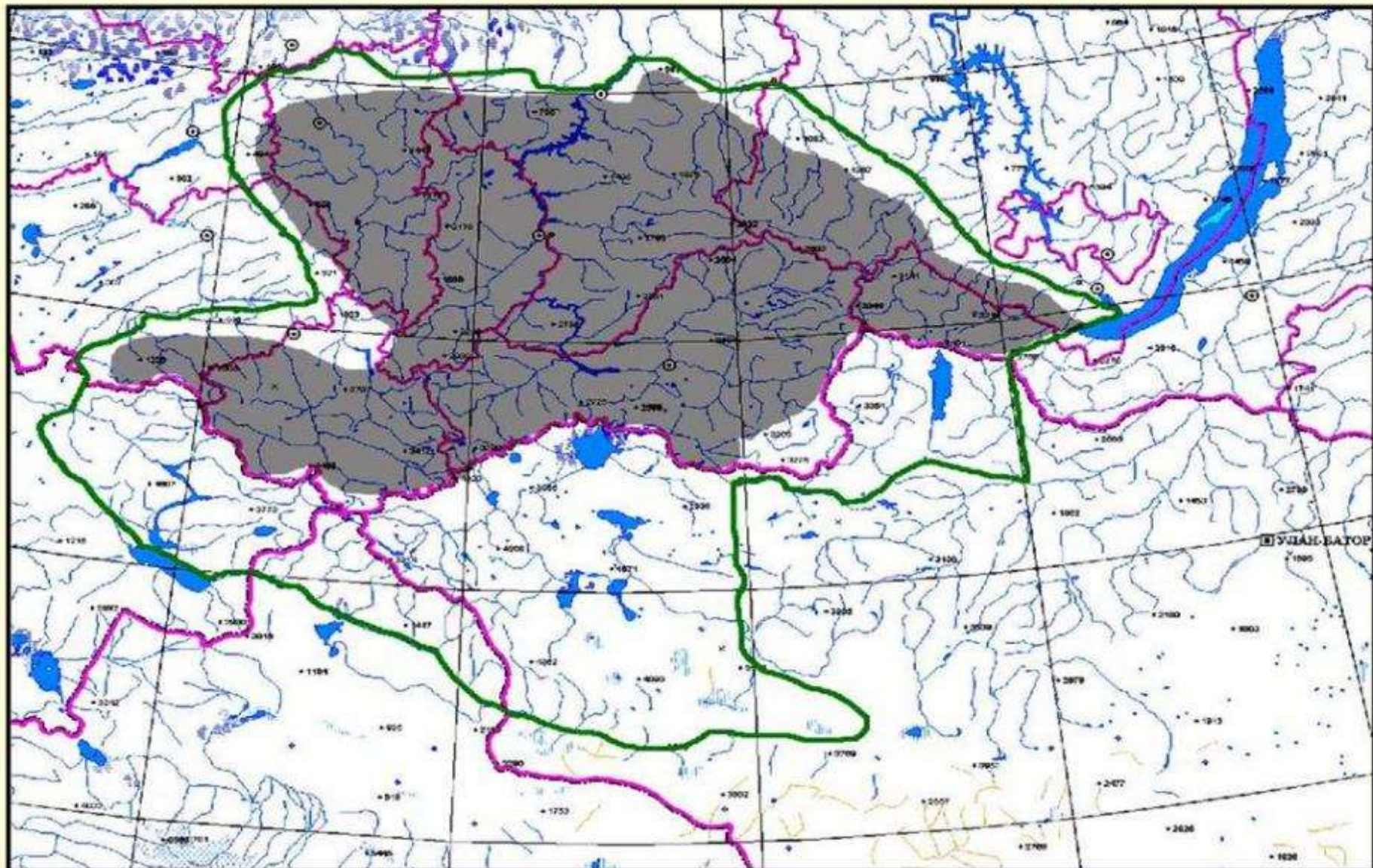


Кочим (*Gipsophila patrinii*)
Индикатор медных руд на Рудном Алтае



Бурачок является
индикатором кобальтовых
руд

Ареал распространения бурачка двусемянного (*Alyssum biovulatum*)

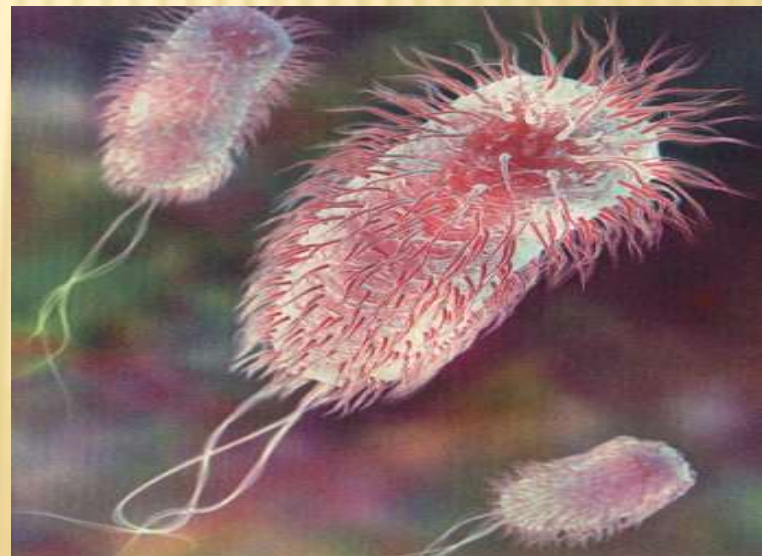


БОТАНИЧЕСКИЕ ПРИЗНАКИ



Представлены
растениями-
индикаторами того или
иного оруденения. Они
отражают
обогащенность почв и
подстилающего рыхлого
покрова
определенными
элементами

БИОХИМИЧЕСКИЕ ОРЕОЛЫ РАССЕЯНИЯ



РАСТЕНИЯ – ИНДИКАТОРЫ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ



ИНДИКАТОРЫ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ



***Альтернантера сидячая
накапливает в своих
тканях ванадий (V)***

ИНДИКАТОРЫ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ



астрагалы



донник лекарственный

Концентраторы молибдена - растения из семейства бобовых

ИНДИКАТОРЫ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ



Месторожд
ения
свинца

таволга зверобоелистная



вишня тянь-шаньская



боярышник туркестанский

ИНДИКАТОРЫ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ



Ярутка

цинк и кадмий

ИНДИКАТОРЫ ДРАГОЦЕННЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ



ИНДИКАТОРЫ ДРАГОЦЕННЫХ МЕТАЛЛОВ



Сбор березового сока

ИНДИКАТОРЫ ДРАГОЦЕННЫХ МЕТАМОРФ



хвощ полевой



красные водоросли

ИНДИКАТОРЫ ГОРЮЧИХ ПИ



Астрагал



можжевельник



иван-чай

ИНДИКАТОРЫ ГОРЮЧИХ ПИ



взморник



петросимония

АРХЕОЛОГИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ



СЛЕДЫ СТАРЫХ ГОРНЫХ РАБОТ



	Косвенные признаки	
		Возможн
Прямые признаки	Вероятные следы воздействия нефти на породы	ые спутники нефти и продукты их изменения
Жидкая и вторично рассеянная нефть и пропитанные ею породы. Мальты, асфальты, керы, кериты и битуминозные породы, озокерит. Нафтеновые кислоты Углеводородные газы с гомологами метана	Биогенная сера. Сероводород. Бессульфатность вод. Изменение окраски пород с красноватых тонов на зеленоватые, в результате восстановительных процессов, связанных с окислением нефти	Повышенное содержание йода в водах Метановый газ со следами гомологов метана



- ✗ ...Что там таит в себе земная твердь?
- ✗ К ее секретам мы ключи находим,
- ✗ Чтоб каменную летопись прочесть,
- ✗ И взять дары сокровищ у природы,
- ✗ Которых в недрах всех не перечесть...

Геологические предпосылки
- совокупность
геологических данных,
Определяющих
ВОЗМОЖНОСТЬ
обнаружения
тех, или иных
месторождений

**Общие – которые
существенны для всего
мира**

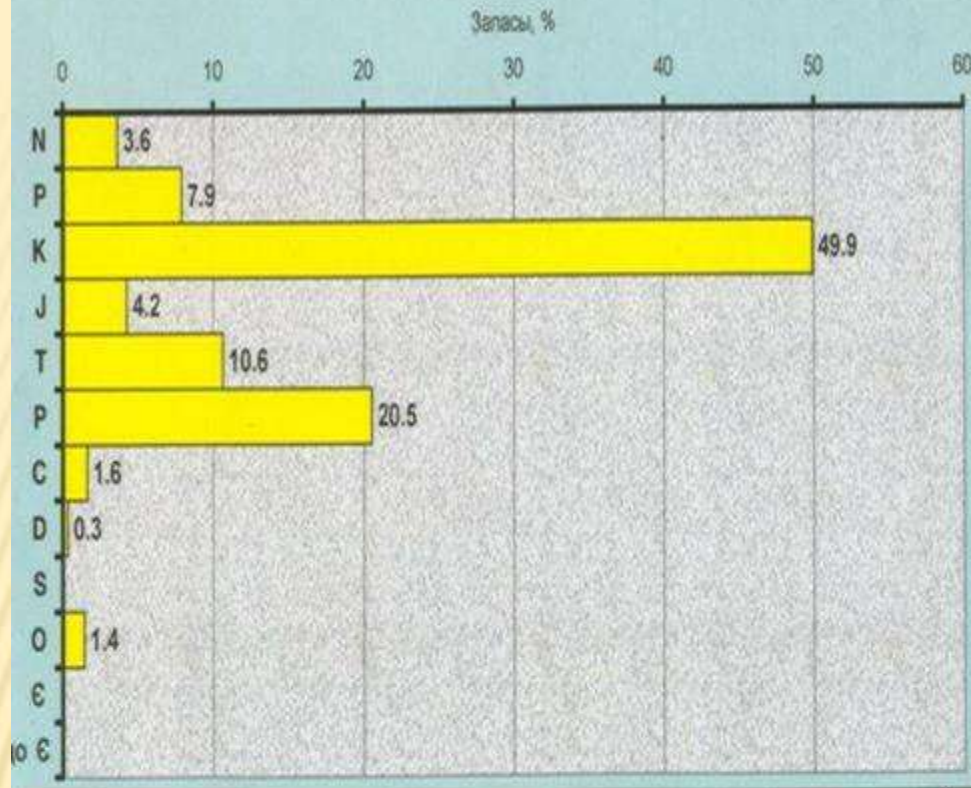
***Пример -*
каменная соль для
кунгурского яруса**

Местные – для определенного района

Пример

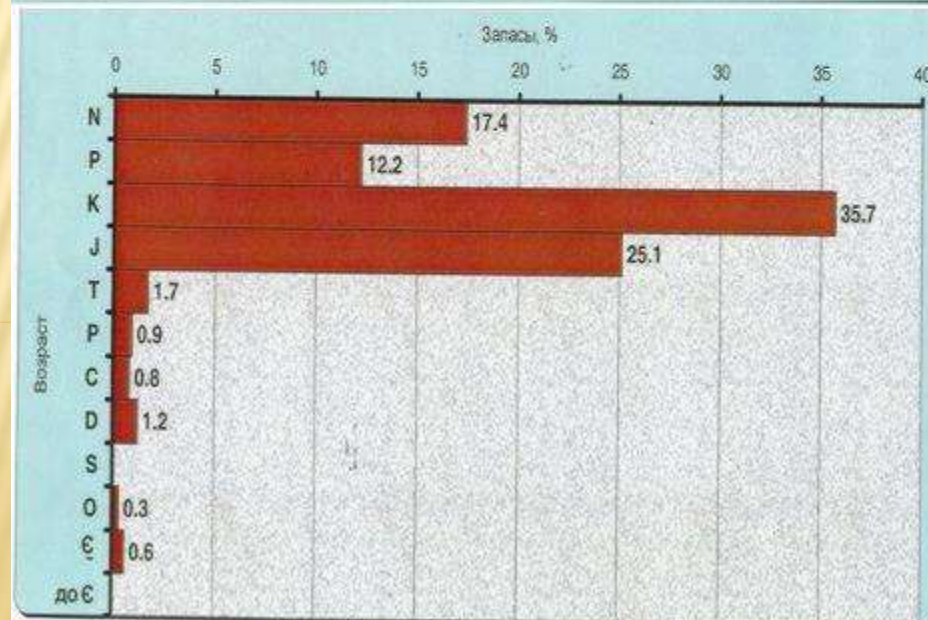
неокомские клиноформы
Западной Сибири для нефти.

- стратиграфические,
- формационные,
- структурные,
- литолого-фациальные,
- геохимические,
- климатические



Газ

Распределение запасов крупных месторождений мира по стратиграфическим подразделениям (по М.С. Моделевскому, 1978)

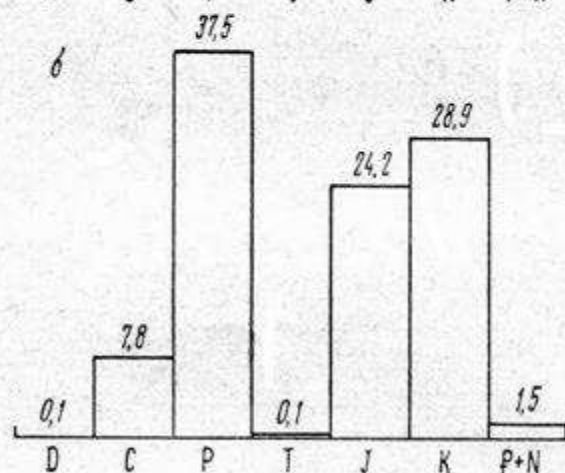
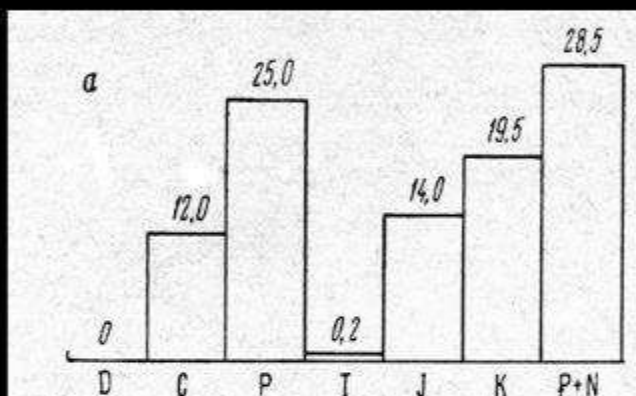


Нефть

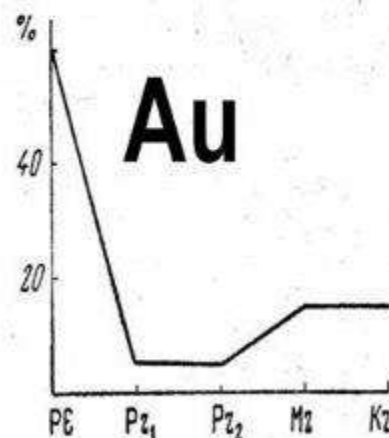
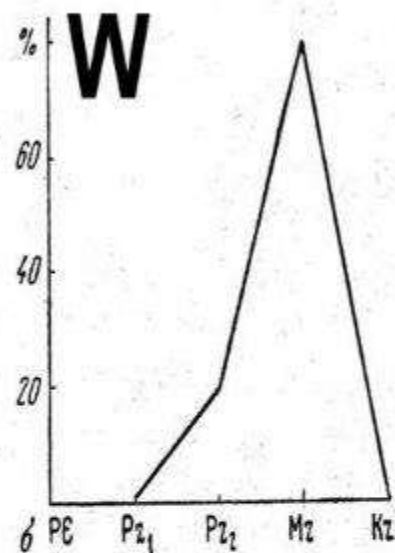
Стратиграфические геологические предпосылки

Распределение углей в % к общим запасам

Мир



СССР



Формационные предпосылки используют связь полезных ископаемых с геологическими формациями

Формации — это крупные геологические тела, которые характеризуются определенным сочетанием и составом горных пород, строением, связью с тектоническими структурами. Появление каждой формации обусловлено определенным тектоническим режимом.

Структурные геологические предпосылки

**В соответствии с рангом
структур**

**По генетическим
соотношениям с полезными
ископаемыми**

**По временным соотношениям
с полезными ископаемыми**

Полезные ископаемые платформ Щиты

Месторождения щитов – полиметаллы
(свинец, цинк, медь, золото, серебро – в
виде примеси), платина, железо.

Полезные ископаемые платформ

Осадочный чехол

- Латеритные залежи бокситов (алюминий), марганца, никеля (коры выветривания)
- Джеспиллиты – железо (КМА)
- Рудоносные формации сиенитов, трахитов, ультраосновных пород (никель)
- Осадочные месторождения железа и марганца
- Галогенные минеральные соли (пласты, штоки, купола, валы)
- Пласты углей и горючих сланцев
- Нефть и газ

Осадочный чехол активизированных платформ

- Практически все запасы алмазов, апатитов, флогопита, циркония, тантала, ниобия, тория, редких земель
- Значительны запасы титана, никеля, меди, платины, урана.

Месторождения тяготеют к районам сопряжения воздымающихся и депрессионных блоково-глыбовых структур. С разломами оснований платформ связаны пути проникновения интрузий и эффузивов в породы платформенного чехла.

Месторождения осадочного чехла активизированных платформ

- Платформенная **нефелиново-сиенитовая магматическая формация** – редкометальные нефтелиновые сиениты (кольский полуостров)
- Карбонатиты – **платформенная щелочно-ультраосновная** магматическая формация – титаномagnetиты, флогопиты, апатит, флюорит, цирконий, торий
- Сульфидные медно-никелевые – **трапповая магматическая формация** – придонные части интрузивов основного состава. **Никель, медь, немного кобальта.** Норильский массив

Месторождения осадочного чехла активизированных платформ (продолжение)

- Алмазоносные кимберлиты (**трубки взрыва**)
- **Ураноносные песчаники и угленосные формации.** Тонкорассеянные урановые руды в песчаниках и бурых углях. Главный компонент – уран, немного ванадия и селена. Стратиформные месторождения.
- Современные и погребенные россыпи

Месторождение полезных ископаемых и крупных минерализованных зон

Участки сопряжения, пересечения,
расщепления или изгибов тектонических
нарушений, развитых в приповерхностных
участках земной коры (особенно в
сочетании с пачками пород, контрастных
по физико-механическим свойствам)
крупными антиклинальными складками,
экранирующими структурами изверженных
и других пород

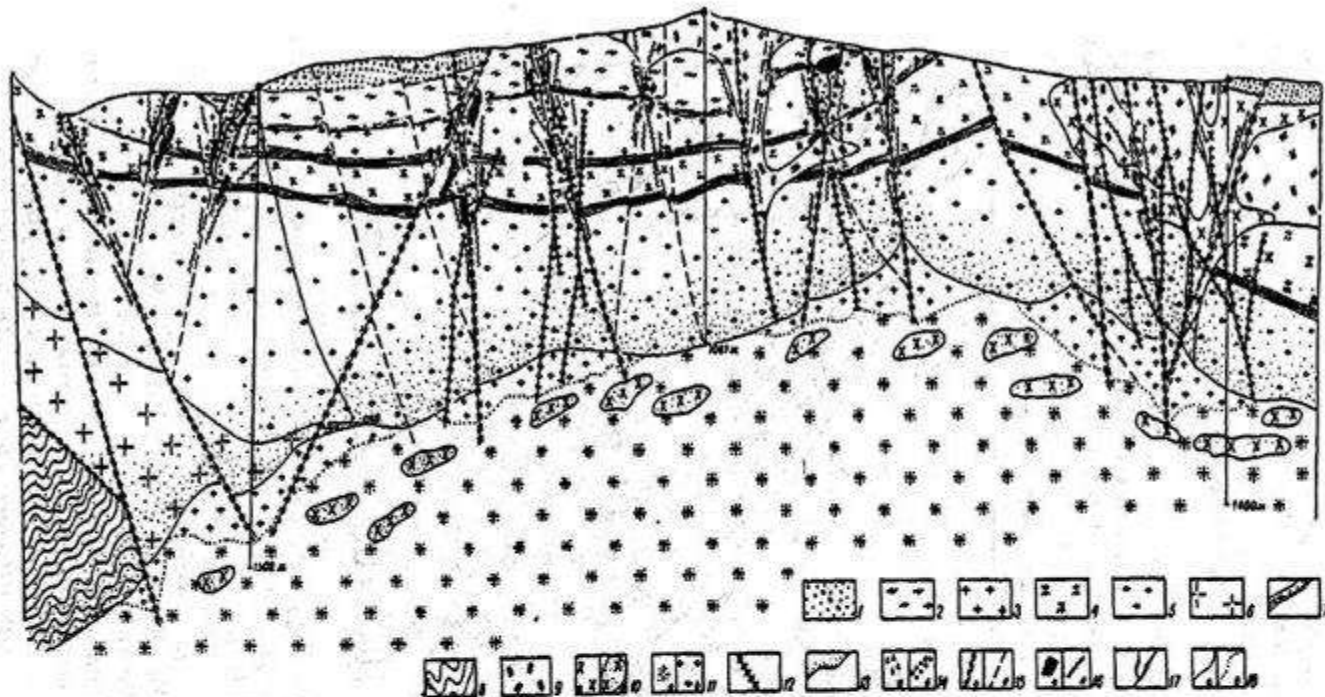
Месторождение полезных ископаемых и крупных минерализованных зон (продолжение)

5. Палеовулканы – жерла, пластообразные тела в лавах
6. Зоны межпластовых срывов, участки растяжения на перегибах флексур, складок, разломов (седловидные жилы).
7. Сочетание нескольких факторов (разлом + складка), интрузия + разлом, Разлом + контакт разных по составу пород (в объеме)
8. Зоны несогласий (коры выветривания, погребенные россыпи).
9. Метеоритные картеры

Рудные тела и залежи

Располагаются в участках сопряжения или пересечения локальных трещинных структур, в слоях и пачках пород, контрастным по физико-механическим свойствам, или контролируются элементами прототектоники магматических пород, зонами вулканических брекчий или другими вулкано-тектоническими структурами.

Часто рудные залежи локализуются в участках изгибов отдельных трещинных структур, в зонах межпластовых срывов или в системах мелкой пластовой трещиноватости.



Геологический разрез Дукатского месторождения.

- 1 — угленосные осадочные отложения омсукчанской свиты, 2–7 — аскольдинская свита: 2 — риолиты, 3 — туфы риолитов, игнимбриты, 4 — афировые риолиты (фельзиты), 5 — игнимбриты, 6 — риолиты, 7 — маркирующие горизонты осадочных пород, 8 — верхнетриасовые песчаники, 9 — субвулканические риолиты (K1–2), 10 — субвулканические тела (а) и ксенолиты (б) гранодиорит-порфиров (K1–2), 11 — интрузивы биотитовых (а) и лейкократовых (б) гранитов (K2), 12 — дайки базальтов (P?), 13 — зоны контактового метаморфизма, 14 — инъекционно-эксплозивные брекчии (а), туффиты (б), 15 — зоны дробления (а), прочие разломы (б), 16 — зоны окварцевания (а) и кварцевые жилы (б), 17 — рудные тела, 18 — геологические (а) и фациальные (б) границы.

Центральный участок Дукатского месторождения

л. 10-понски-2015

Тектонические структуры, благоприятные для поисков нефти и газа

Надпорядковые **Континенты, океаны**

1 порядок

**Платформы,
геосинклинальные области**

2 порядок

**Плиты, щиты, геосинклинали,
складчатые области**

3 порядок

**Антеклизы, антиклинории,
синклинории**

4 порядок

Валы, своды, впадины, прогибы

5 порядок

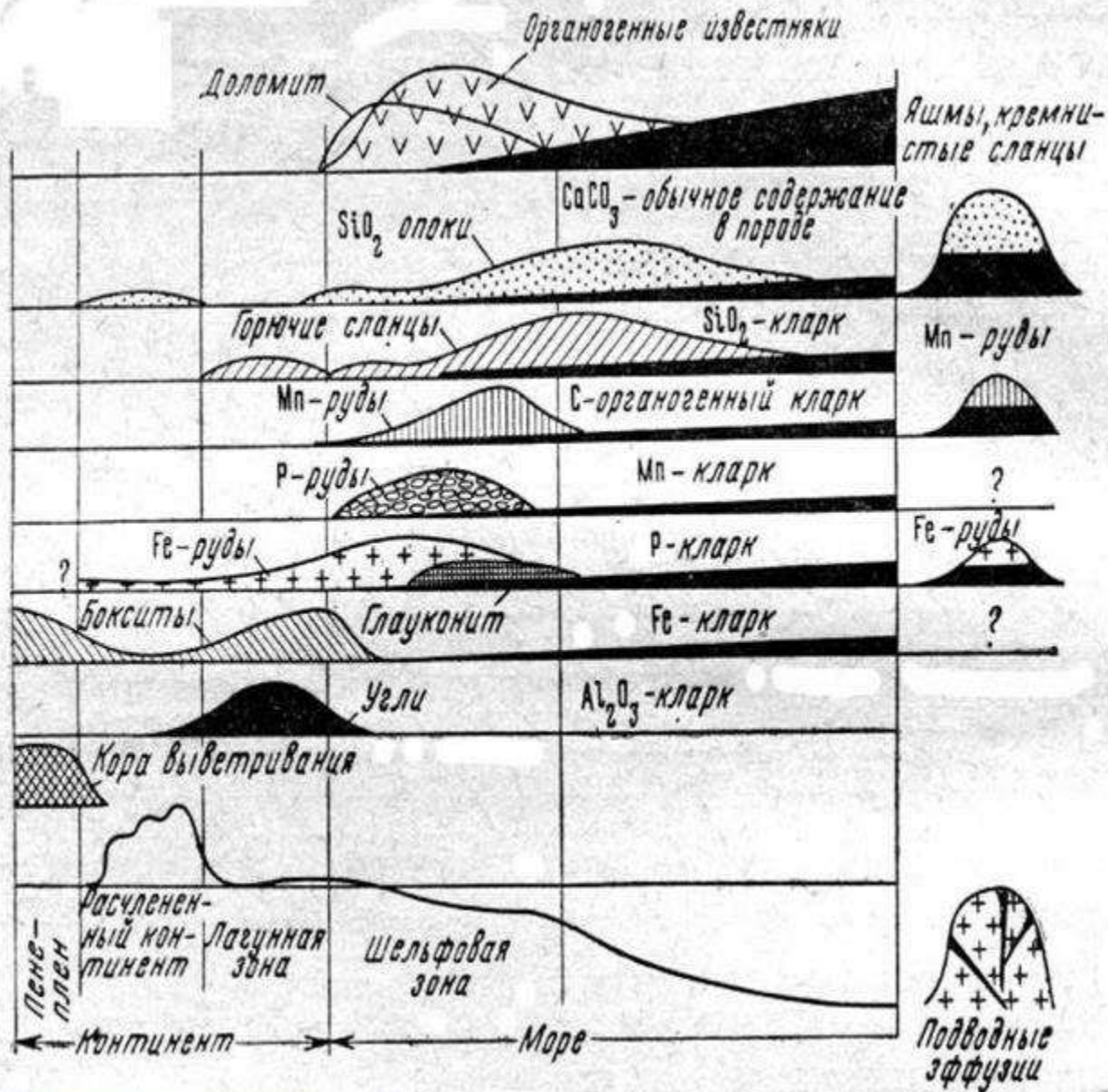
**Элементарные структуры,
синклинали, антиклинали**

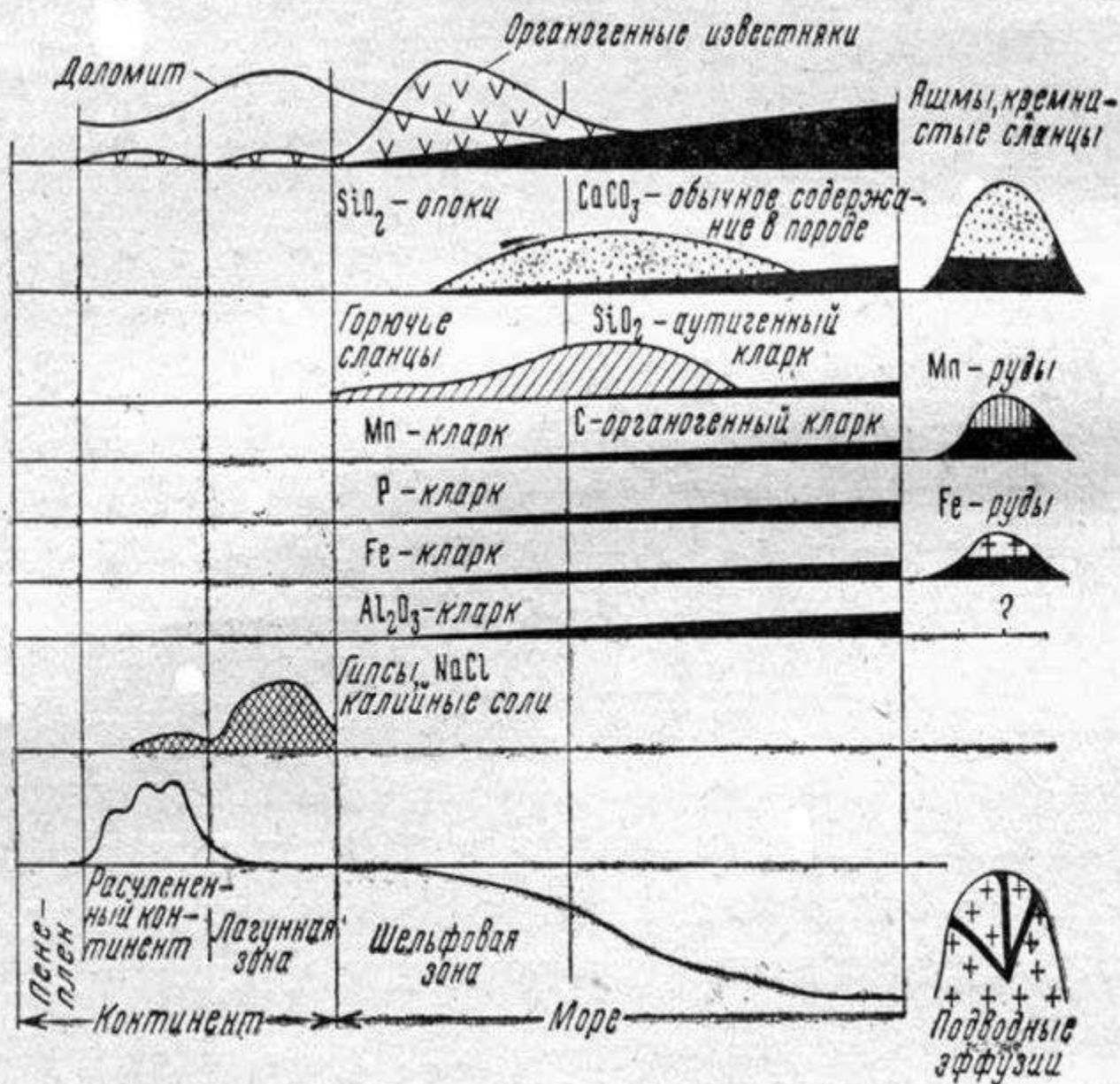
Литолого-фациальные предпосылки

Процессы рудоотложения
протекают, как правило, в
строго определенных
фациальных обстановках

Геохимические геологические предпосылки

**основаны на геохимической
специализации формаций
и рудоносных комплексов,
как магматических,
так и осадочных.**





Предпосылки поисков месторождений нефти и газа

- Мощный осадочный чехол (территория устойчивого прогибания)
- Наличие нефтематеринских пород
- Отсутствие перерывов в осадконакоплении
- Наличие коллекторов и покрышек
- Наличие ловушек

Полевые признаки нефтегазоносности

Прямые признаки	Косвенные признаки	
Жидкая и вторично рассеянная нефть и пропитанные ею породы.	Вероятные следы воздействия нефти на породы	Возможные спутники нефти и продукты их изменения
Мальты, асфальты, керы, кериты и битуминозные породы, озокерит. Нафтеновые кислоты Углеводородные газы с гомологами метана	Биогенная сера. Сероводород. Бессульфатность вод. Изменение окраски пород с красноватых тонов на зеленоватые, в результате восстановительных процессов, связанных с окислением нефти	Повышенное содержание йода в водах Метановый газ со следами гомологов метана

А-И

К-Я

- | | |
|---|---|
| 1. Что такое поисковые критерии | 1. Перечислите поисковые критерии |
| 2. Какие существуют поисковые критерии нефтегазоносности? | 2. Что такое поисковые признаки |
| 3. Перечислите виды поисковых признаков | 3. Какие существуют поисковые признаки нефтегазоносности? |



Понятия: поисковые предпосылки и поисковые признаки

- Прогнозирование месторождений полезных ископаемых ведется на основе поисковых критериев (критериев потенциальной рудоносности).
- **Поисковые критерии** представляют собой совокупность эмпирически установленных геологических факторов, определяющих потенциальную возможность выявления разномасштабных скоплений полезных ископаемых (тел, месторождений, полей, узлов, районов, областей, провинций) в пределах изучаемых участков недр. Включают в себя поисковые предпосылки и поисковые признаки.
- **Поисковые предпосылки** – геологические данные, **указывающие на возможность образования месторождений** и локализации их в данной геологической обстановке.
- **Поисковые признаки** – геологические тела или присущие им свойства, **указывающие на наличие или возможность выявления месторождений** полезных ископаемых в определенном месте.

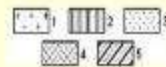


2.1.1. Стратиграфические предпосылки

- Заключаются в приуроченности месторождений к горным породам определенного возраста.
- Являются важнейшими при прогнозировании осадочных, остаточных и вулканогенно-осадочных месторождений (уголь, железные и марганцевые руды, бокситы, соли фосфориты).
- При локальном прогнозировании точность биостратиграфических методов недостаточна. Поэтому широко используются литологические методы расчленения осадочных толщ.
- Значительное число месторождений приурочено к стратиграфическим перерывам (месторождения Fe, Mn, бокситов, фосфоритов, известняков, песков, глин и др.).
- Для месторождений эндогенной серий имеют опосредованный характер через литологический состав горных пород : залежи полезных ископаемых локализуются в слоях, благоприятных для рудообразования (например, скарновые, сурмяно-ртутные месторождения).



Зона	Индекс пласта	Лито-логия	Средняя мощность, м
Кормалитовая	К		1,0
	И-К		6,1
	И		1,3
	З-И		2,2
	Ж-З		0,7
	Ж		3,2
	Е-Ж		0,8
	Е		4,2
	Е		5,7
	Д-Е		3,4
	Д		6,0
	Г-Д		2,9
	Г		5,5
	Б-Г		2,2
	Б		5,1
Сильвинитовая	Б-Б		1,8
	Б		1,9
	А		1,4
	А-КрI		2,0
	КрI		1,1
	КрI-КрII		1,4
	КрII		4,1
	КрII-КрIII		1,8
	КрIII		0,0
	КрIII-КрIV		0,8
	КрIV		1,4
	КрIV-КрV		1,6
	КрV		0,2



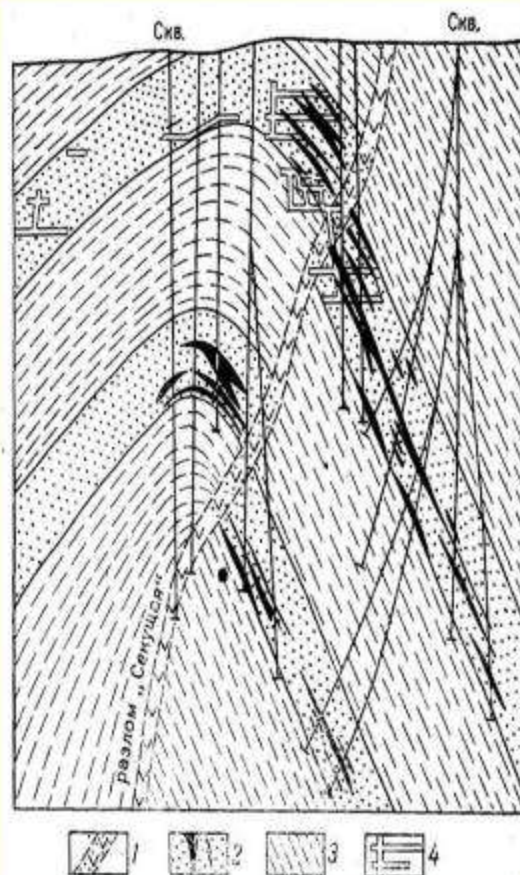
- 1 - колонная соль;
- 2 - кристаллическая порода;
- 3 - кристаллическая соль;
- 4 - кристаллическая соль;
- 5 - кристаллическая соль;

Стратиграфический разрез калийной залежи Верхнекамского месторождения солей

А.И. Кудряшов, 2006

2.1.2. Литолого-фациальные предпосылки

- Выражаются в связи пространственного размещения месторождений с литологическим составом и фациями стратифицированных горных пород. Осадочные месторождения (Fe, Mn, бокситы, фосфориты, каменный уголь, соли и т.д.) образуются в определенных фациальных обстановках.
- При этом большую роль играет климат (гумидный, аридный и т.д.). В условиях теплого гумидного климата образуются месторождения угля, бокситов, силикатных никелевых руд. В аридных лагунах – месторождения калийных, поваренных солей, мирабилита, гипса, ангидрита и др.
- В специфических обстановках образуются вулканогенно-осадочные месторождения (Cu, Fe, Mn).
- Многие гидротермальные месторождения локализуются в горных породах, благоприятных для рудообразования по литологическому и минеральному составу, химическим и физико-механическим свойствам. При этом существенную роль играет присутствие экранирующих горных пород. Рудообразование может происходить либо по способу метасоматического замещения, либо по способу выполнения трещин и пустот.
- Тесно связаны со стратиграфическими предпосылками.



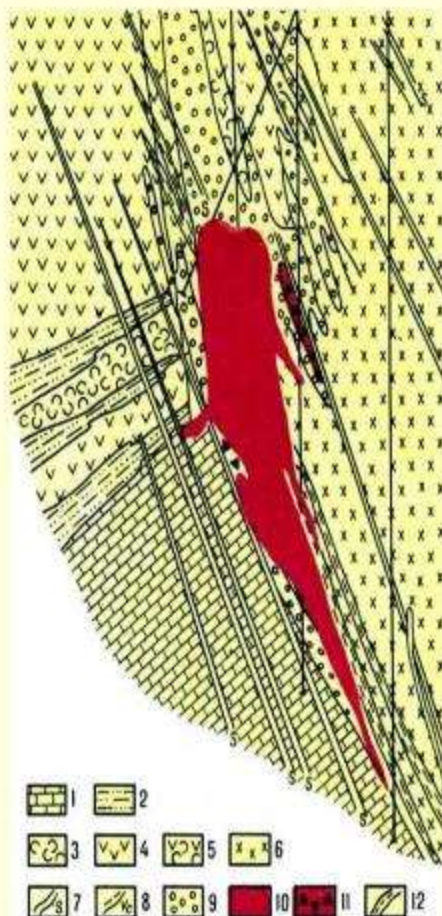
Пластовые залежи киновари в горизонтах песчаников Никитовского месторождения, Донбасс

По А. Добрянскому

1 – зона брекчирования
разлома «Секущая»;
2 – оруденение в песчаниках; 3
– безрудные сланцы; 5 –
подземные горные выработки

*Песчаники являются
пористыми горными
породами, что обеспечивает
рудообразование по способу
выполнения*

Разрез Песчанского месторождения. Сев.Урал (по А.И. Усенко):

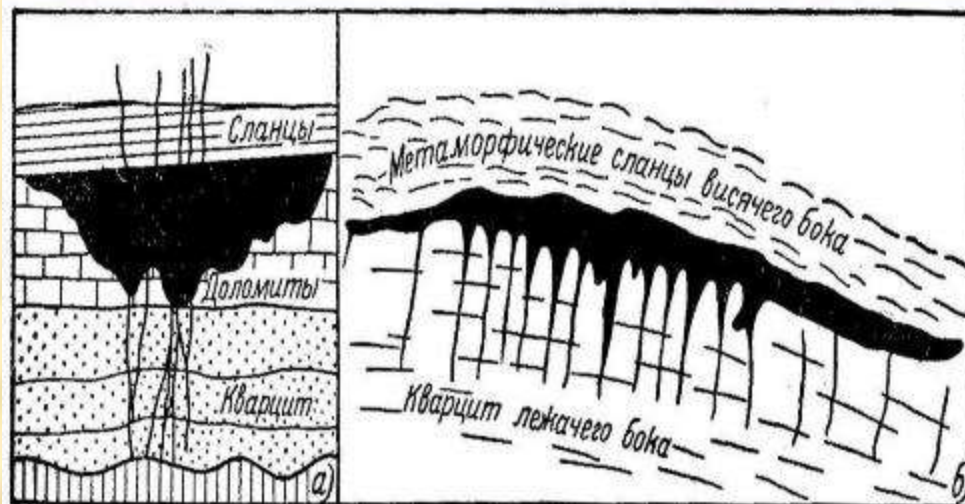


1 - известняки мраморизованные; 2 - слоистые туффиты, туфопесчаники; 3 - туфы роговообманково-плагиоклазовых порфиритов; 4 - роговообманково-плагиоклазовые порфириты;

5 - туфы и порфириты эпидотизированные; 6 - диориты; 7 - дайки диабазовых порфиритов; 8 - дайки спессартитов; 9 - скарны гранатовые; 10 - руда магнетитовая; 11 - скарново-халькопиритовая руда (вкрапленность и прожилки халькопирита в пироксен-гранатовом скарне); 12 - хлорит-серицит-кварц-карбонатные породы.

Контактово-метасоматические скарны, сопровождающие оруденение, образовались по вулканогенно-карбонатным горным породам

**Рудные тела под экранами:
а) по Ирвингу, б) по Спенсеру**

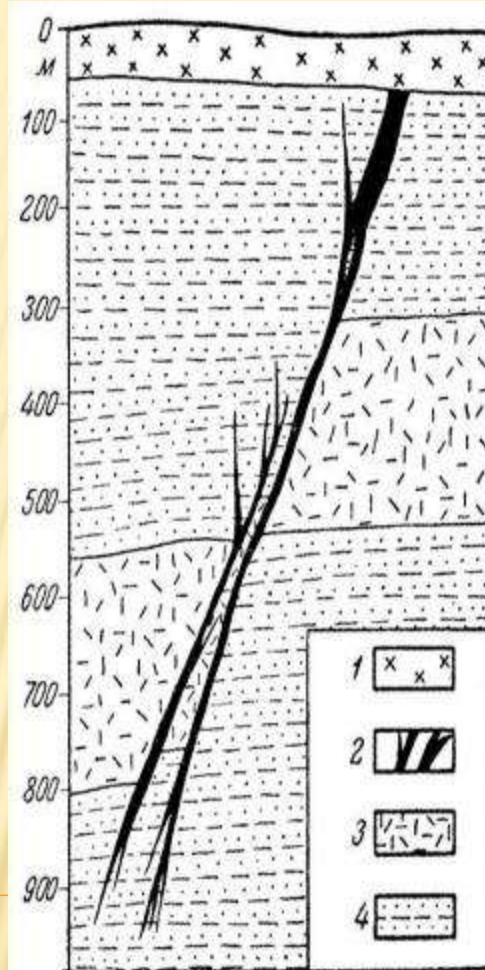


Гидротермальные руды образовались в трещиноватых доломитах под экраном сланцев (а), в трещиноватых кварцитах под экраном метаморфических сланцев (б)

2.1.3. Тектонические предпосылки

- Выражаются в приуроченности месторождений к тектоническим структурам (пликативным, дизъюнктивным, массивам магматических пород, метаморфическим образованиям). Могут проявляться на различных тектонических уровнях.
- Региональные тектонические структуры контролируют размещение минерагенических провинций, бассейнов, поясов, рудных районов, полей, месторождений.
- Региональное прогнозирование осуществляется путем составления мелко- и среднемасштабных прогнозно-минерагенических карт, карт закономерностей размещения и прогноза полезных ископаемых (крупномасштабное прогнозирование). При этом следует иметь в виду, что набор полезных ископаемых в существенной степени зависит от тектонической принадлежности территории к той или иной тектонической области (платформа и ее структурные элементы; складчатая область и ее структурные элементы). Например, складчатые области характеризуются широким развитием эндогенных и метаморфогенных месторождений, платформенные плиты – месторождений осадочного происхождения, выветривания, месторождений, связанных с тектономагматической активизацией.
- Локальные тектонические структуры (складки, разломы, трещины и т.п.) контролируют локализацию минерализованных зон, залежей полезных ископаемых, их внутреннее и внешнее строение.





**Золото-серебряная
жила Сан-Рафазль
(Мексика),
приуроченная к сбросу**
(по В. Линдгрёну)

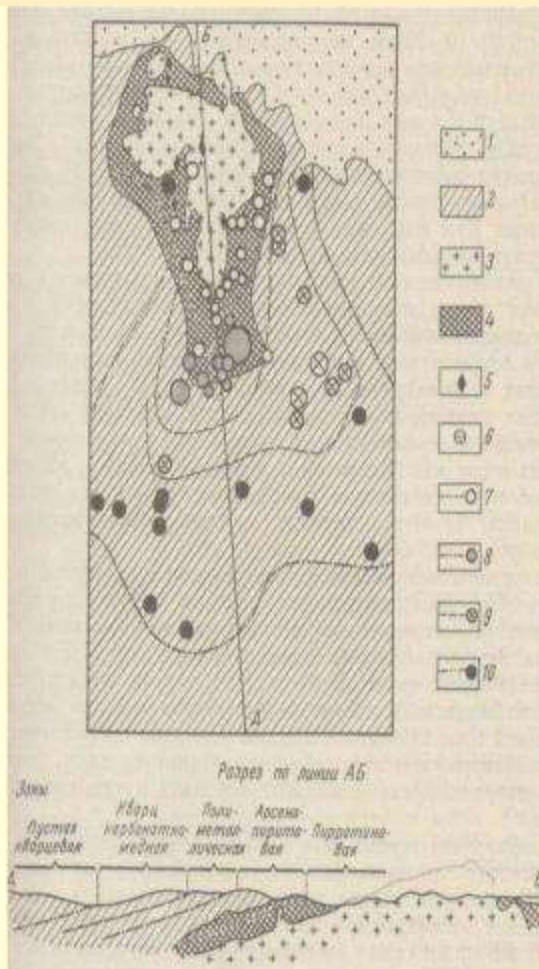
- 1 – покров кайнозойских андезитов;
2 – рудная жила; 3 – миоценовые
андезиты; 4 – юрские сланцы и
песчаники





Зональное размещение месторождений вокруг Кумыштагского гранитного массива в Таласском Алатау

В.И. Смирнов, 1989



1 – третичные и четвертичные отложения; 2 – нижнепалеозойские породы; 3 – граниты; 4 – роговики; 5 – пегматитовые жилы; 6 – везувиан-гранатовые скарны с шеелитом, молибденитом, арсенопиритом и висмутином; 7 – пирротин-халькопиритовые, пирротиновые и халькопиритовые жилы; 8 – арсенопиритовые жилы; 9 – полиметаллические жилы; 10 – кварц-карбонатные жилы с халькопиритом и галенитом.

Размер знака пропорционален размеру месторождения.

По мере удаления от гранитного массива высокотемпературное оруденение сменяется низкотемпературным

В.И. Смирнов, 1954

Условия локализации и глубина эрозионного среза определяют возможность обнаружения месторождений

Условия локализации и глубина эрозионного среза определяют возможность обнаружения месторождений





2.1.6. Геоморфологические предпосылки

- Основаны на использовании закономерностей пространственного распределения месторождений, обусловленных формами рельефа.
- Особенно важны для поисков остаточных и осадочных, включая россыпных, месторождений, образование которых связано с формированием рельефа земной поверхности. Это остаточные месторождения никеленосных кор выветривания, железа, бокситов, россыпи золота, платины, касситерита, вольфрамита, алмазов и др., а также песчано-гравийные месторождения.
- При геоморфологическом прогнозировании (в зависимости от масштаба исследований) следует учитывать иерархическую соподчиненность форм рельефа: мега-, макро-, мезо- и микроформы.
- Для эндогенных месторождений большое значение имеет определение глубины эрозионного среза – мощности горных пород, денудированных после завершения складчатых и магматических процессов. Это обусловлено тем, что многие типы эндогенных месторождений имеют вполне определенную глубину формирования относительно поверхности рельефа. По данным В.И. Смирнова глубины формирования гранитных пегматитов составляют от 1,5 – 2 до 16 – 20 км; грейзенов – от 1 – 1,5 до 4 – 5 км, скарнов – от 0,5 до 2,5 км, гидротермальных жил – от 0,5 до 4,5 км.
- Нужно учитывать, что месторождения закономерно размещаются относительно материнского массива.



Примеры связи рудных формаций с геологическими формациями

- Хромшпинелидовая в альпинотипных гипербазитах – дунит-перидотитовая;
- Сульфидная медно-никелевая – габбро-норитовая;
- Титаномагнетитовая – дунит-клинопироксенит-габбровая;
- Хрусталеносных пегматитов – лейкогранитовая;
- Молибденит-вольфрамитовая – лейкогранитовая;
- Скарново-магнетитовая – плагиогранит-диорит-сиенитовая + вулканогенно-карбонатная;
- Кварц-касситерит-вольфрамитовая – гранитовая;
- Самородной меди – базальт-долеритовая;
- Галенит-сфалеритовая стратиформная – морская карбонатная;
- Колчеданно-полиметаллическая – базальт-андезит-риолитовая;
- Силикатных никелевых руд – гипербазитовая;
- Калийных, натриевых и магниевых солей – галогенная;
- Каменноугольная – угленосная;
- Железистых кварцитов – амфиболит-зеленосланцевая.



2.2. ПОИСКОВЫЕ ПРИЗНАКИ

- **Поисковые признаки** – геологические тела или присущие им свойства, указывающие **на наличие или возможность** выявления **месторождений** полезных ископаемых в определенном месте.
- **Подразделяются** на:
 - **прямые,**
 - **косвенные.**
- **Прямые поисковые признаки** – непосредственно указывают на наличие полезного ископаемого.
- **Косвенные поисковые признаки** – косвенно свидетельствуют о возможности присутствия оруденения.

2.2.1. Прямые поисковые признаки

1. Выходы полезных ископаемых на поверхность или обнаруженные в горных выработках (скважинах).
2. Ореолы и потоки рассеяния рудного вещества
 - 2.1. Первичные ореолы рассеяния
 - 2.2. Вторичные ореолы и потоки рассеяния
 - 2.2.1. Механические:
 - крупнообломочные,
 - шлиховые,
 - тонкодиспергированные (глинистые)
 - 2.2.2. Солевые
 - 2.2.3. Смешанные (питогеохимические)
 - 2.2.4. Водные (гидрохимические)
 - 2.2.5. Газовые (атмохимические)
 - 2.2.6. Биогеохимические
3. Некоторые геофизические аномалии.
4. Следы старых разработок, исторические (архивные) данные о горном промысле.

1. Выходы полезных ископаемых на поверхность или обнаруженные в горных выработках (скважинах)

- Это - наиболее достоверный поисковый признак.
- Выявление полезного ископаемого в обнажении или вскрытие его с помощью горных выработок (скважин) – важнейшая поисковая задача. В результате этого появляется возможность выявить минеральный состав, химические, технические и др. свойства полезного ископаемого, определить условия залегания и локализации оруденения, оценить потенциальные размеры скопления полезного ископаемого и др.
- Следует иметь в виду, что в зоне гипергенеза свойства (вещественный состав, мощность и условия залегания) залежей полезных ископаемых могут существенно отличаться от их строения на глубине. В первую очередь это относится к изменениям полезных ископаемых, сложенных неустойчивыми в зоне окисления минералами (месторождения сульфидных руд, солей, каменного угля и др.).

1. Выходы полезных ископаемых на поверхность или обнаруженные в горных выработках (скважинах)

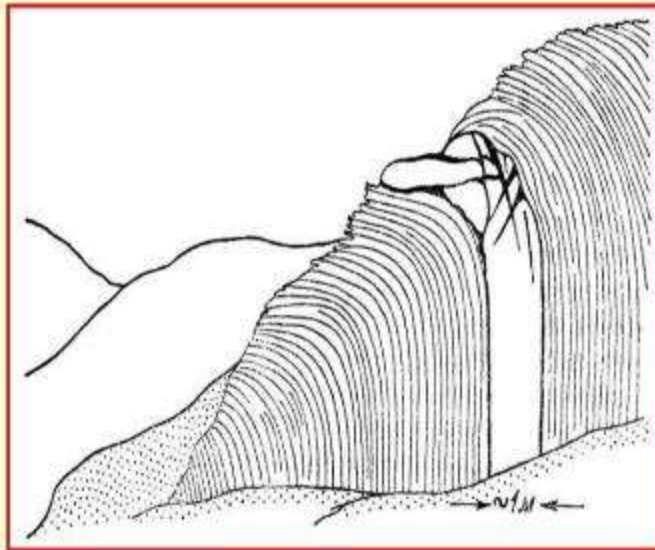
- Это - наиболее достоверный поисковый признак.
- Выявление полезного ископаемого в обнажении или вскрытие его с помощью горных выработок (скважин) – важнейшая поисковая задача. В результате этого появляется возможность выявить минеральный состав, химические, технические и др. свойства полезного ископаемого, определить условия залегания и локализации оруденения, оценить потенциальные размеры скопления полезного ископаемого и др.
- Следует иметь в виду, что в зоне гипергенеза свойства (вещественный состав, мощность и условия залегания) залежей полезных ископаемых могут существенно отличаться от их строения на глубине. В первую очередь это относится к изменениям полезных ископаемых, сложенных неустойчивыми в зоне окисления минералами (месторождения сульфидных руд, солей, каменного угля и др.).

Примеры изменения рудных тел в приповерхностной зоне

Минеральные ассоциации колчеданно-полиметаллических месторождений

Первичная: сфалерит, галенит, халькопирит, пирит

Вторичная зоны окисления: смитсонит, церуссит, малахит, азурит, лимонит



Изгиб слоев сланцев
и залегающей в них
кварцеворудной
жилы вниз по склону
В.И. Смирнов, 1954

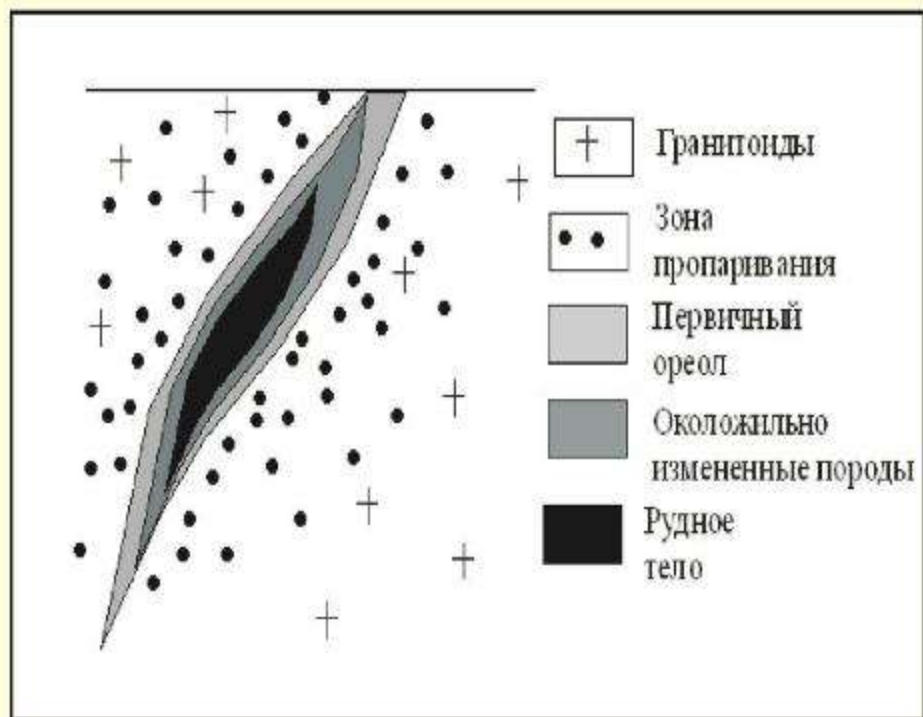




2.1. Первичные ореолы рассеяния

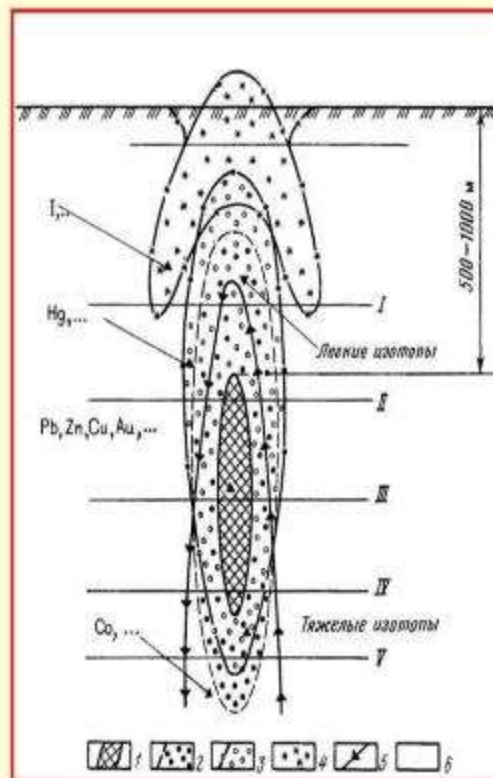
- Размещаются в коренных породах.
- Формируются в процессе образования месторождения (или при его метаморфизме) вследствие диффузии и инфильтрации элементов.
- На их изучении основан геохимический метод поисков месторождений по первичным ореолам рассеяния.
- Состав, форма, размеры ореолов зависят от:
 - состава рудообразующих флюидов и геохимических особенностей (миграционной способности) слагающих их элементов,
 - формы, состава и условий залегания рудных тел,
 - физико-химических особенностей и условий залегания вмещающих пород.

Схема строения первичного ореола рассеяния





**Обобщенная схема первичного ореола рассеяния
гидротермального месторождения. А.П. Соловов, 1985**

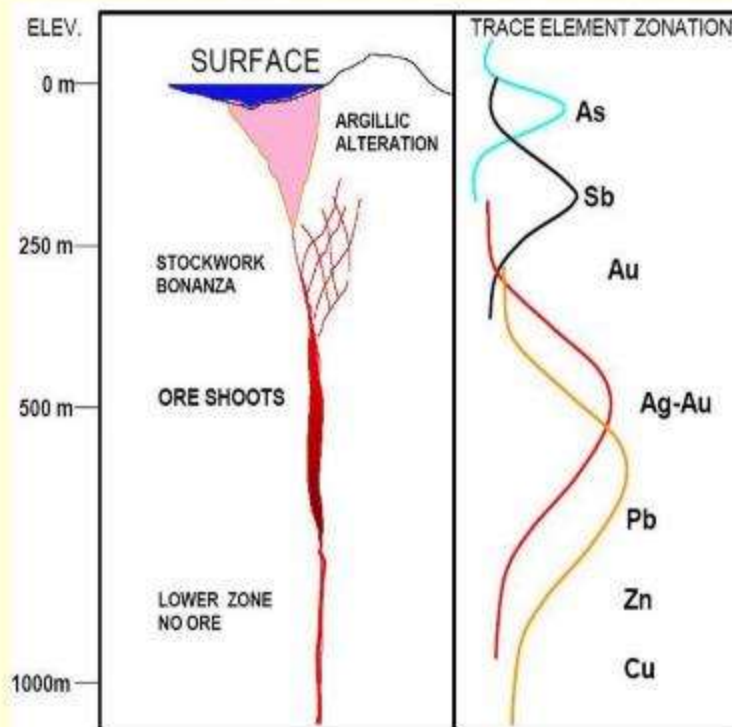


- 1 – рудное тело;
- 2 – ореол свинца;
- 3 – ореол ртути;
- 4 – ореол йода;
- 5 – ореол кобальта

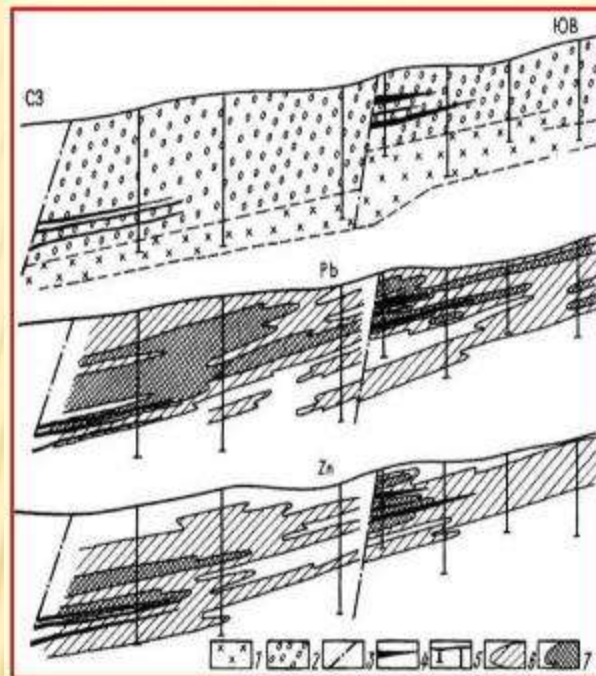
*Римскими цифрами
обозначены номера
горизонтов*

Geochemical Model of Rosario Gold Veins...

http://surfmazatlan.com/Gold.htm&docid=6CIDVqaJoA_s8M&imgurl=http://surfmazatlan.com/images/geochemical



Первичные ореолы обычно залегают субсогласно с рудными телами, вытягиваясь вдоль них и существенно превосходя по размерам.

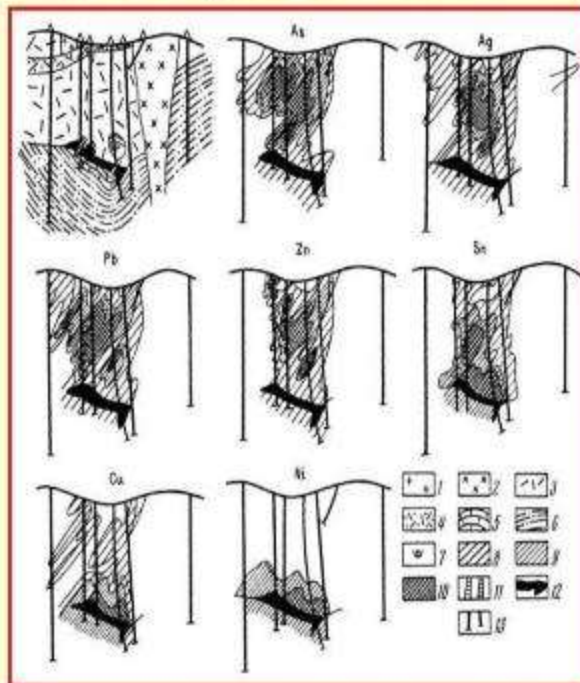


Первичные геохимические ореолы месторождения Тулы-1. Курусайское рудное поле. Таджикистан

Справочник по геохимическим методам поисков..., 1990

1- андезит-дацитовые порфиры;
2 – известково-аркозовые конгломераты; 3 – разрывные нарушения; 4 – рудные тела;
5 – скважины; 6 – первичные ореолы; 7 – поля повышенных концентраций

Геолого-структурные условия (трещиноватость, разломы) могут существенно повлиять на форму и положение ореола относительно рудных тел



1- кварцевые порфиры; 2 – габбро-диорты; 3 – туфы и туфобрекчии кварцевых порфиров; 4 – туффиты; 5 – известняки; 6 – алевролиты, песчаники; 7 – кремнистые породы; 8, 9 – первичные ореолы (8 – менее интенсивные, 9 – более интенсивные); 10 – поля максимальных концентраций; 11 – дайки порфиритов; 12 – рудные тела; 13 – скважины

Первичные геохимические ореолы скарново-полиметаллического месторождения Николаевское

Справочник по геохимическим методам поисков..., 1990

2.2. Вторичные ореолы и потоки рассеяния

- Формируются в результате разрушения месторождений и первичных ореолов.
- Образуются в:
 - почвах и рыхлых отложениях,
 - растительности,
 - поверхностных и грунтовых водах,
 - приповерхностном и почвенном воздухе.
- Различают ореолы и потоки вторичного рассеяния.

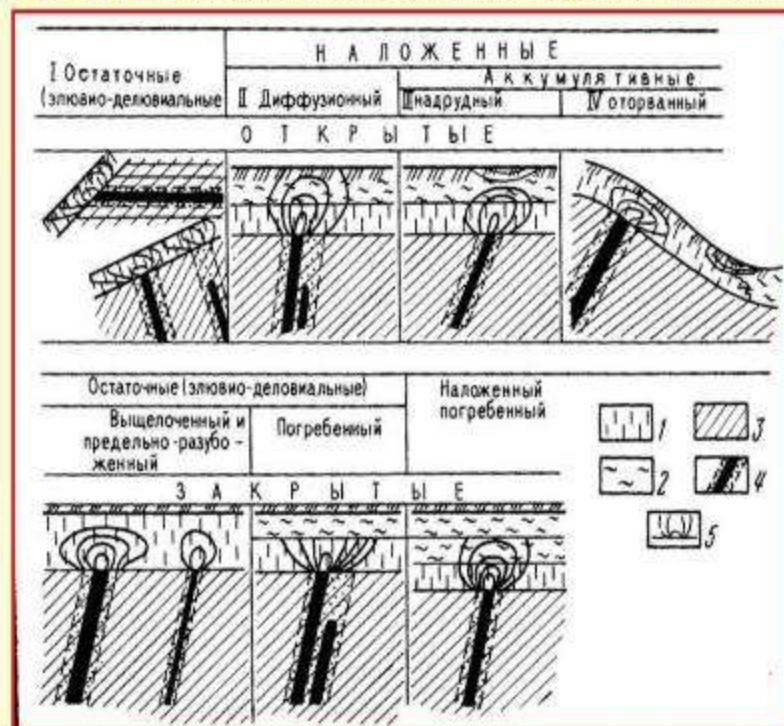
Ореолы более или равномерной каймой окружают рудные тела.

Потоки имеют вытянутую форму, обусловленную течением водного потока.





Главнейшие типы вторичных литохимических ореолов рассеяния Справочник по геохимическим методам поисков..., 1990



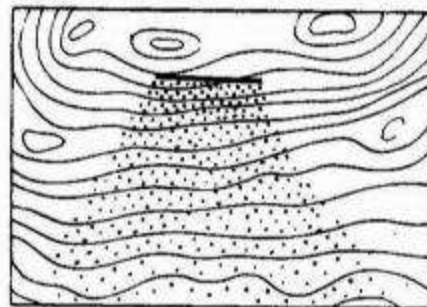
1 – элювиоделювий ; 2 – перекрывающие отложения; 3 – рудовмещающие породы; 4 – рудные тела и их первичные ореолы; 5 – вторичные ореолы



Форма крупнообломочных ореолов рассеяния

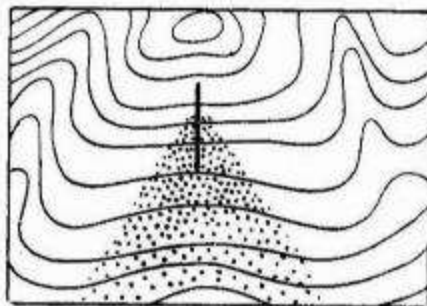
В.М. Крейтер, 1964

a



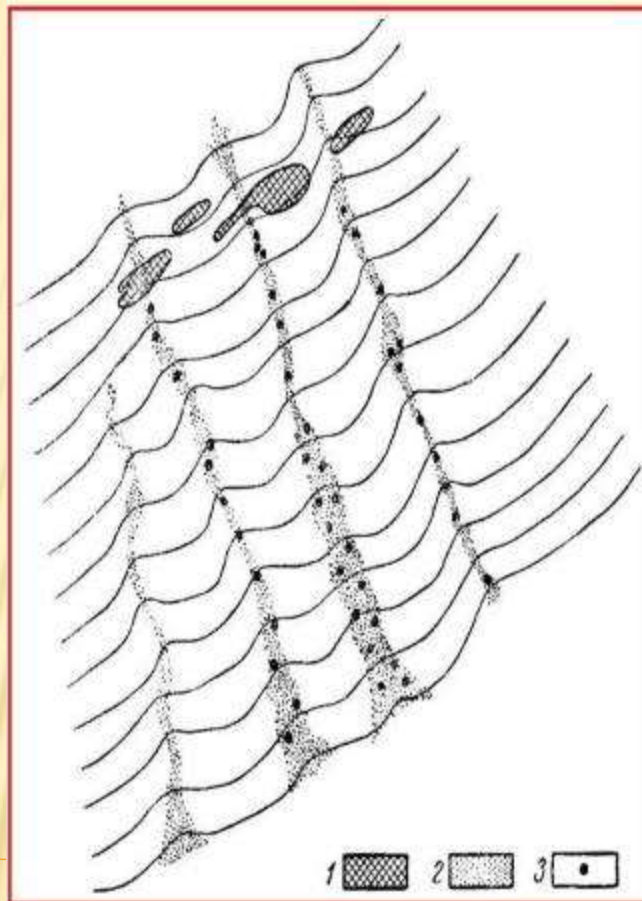
a – рудное тело
ориентировано
вдоль склона;

б



б – рудное тело
ориентировано
поперек склона





**Линейно
вытянутые ореолы
рудных валунов
вдоль оврагов**

1 – рудные тела; 2 –
каменные россыпи
(курумы); 3 – рудные
валуны

2.2.2. Солевые ореолы и потоки рассеяния

- Образуются в результате разложения, растворения, переноса и переотложения рудного вещества в виде элементов или солей.
- Выпадение солей происходит вследствие :
 - а) изменения pH и Eh среды,
 - б) пересыщения растворов при испарении,
 - в) обменных реакций с окружающей средой,
 - г) сорбции.
- Большую роль играет климат. В условиях гумидного климата образуются погребенные ореолы; в условиях аридного климата – открытые ореолы, в средних широтах – полужакрытые (неглубокие).

2.2.3. Смешанные (литогеохимические) ореолы и потоки рассеяния

- Чисто солевые и механические ореолы встречаются редко.
- Чаще образуются **смешанные ореолы, называемые литогеохимическими.**
- Большинство элементов-индикаторов оруденения концентрируется в мелких фракциях.
- Повышенные концентрации компонентов в крупных фракциях наблюдаются лишь близ залежей полезных ископаемых.





- Содержание элементов в водных ореолах рассеяния рудных месторождений повышается на 1-2 порядка.
- На изучении гидрохимических ореолов рассеяния **основан гидрохимический метод поисков.**
- Широко **используются при поисках месторождений:**
 - солей,**
 - сульфидных руд цветных металлов**
 - бора, урана.**
- Гидрохимические ореолы могут формироваться **в надпочвенном льду и снеге** за счет ионной миграции через капилляры льда и пленочную воду, обволакивающую кристаллы снега. С глубиной концентрация элементов увеличивается. Скорость аккумуляции составляет 2-3 месяца. В России и Канаде установлены аномалии Hg, Cu, Zn, Cd, Mn, Ni, Pb.
- **Снеговая съемка** используется **при составлении геолого-экологических карт и экологических исследованиях.**



Группировка газовых ореолов

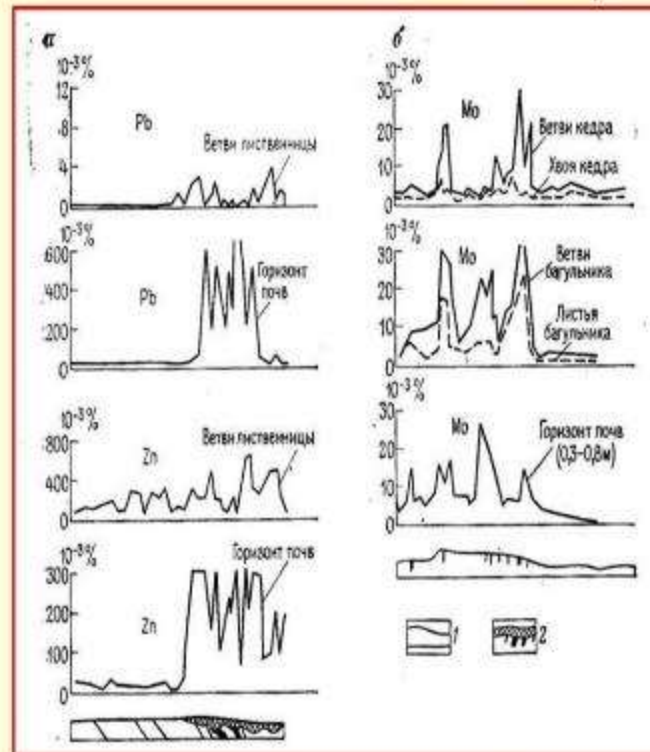
- Газовые ореолы создают только месторождения, сложенные компонентами, способными создавать газовые эманации.
- По особенностям формирования подразделяются на три группы:
 1. Ореолы (CH_4 , CO_2 , SO_2 , Hg, He, тяжелые углеводороды и др.) над залежами нефти и газа;
 2. Ореолы (H_2S , CO_2 , SO_2 , Hg и др.) над сульфидными месторождениями Pb, Zn, Cu, Hg, Sb и др.;
 3. Ореолы (Rn, He, Ar и др.), обусловленные распадом радиоактивных элементов в месторождениях U и Ra.

2.2.6. Биогеохимические ореолы рассеяния

- Образуются вследствие увеличения концентрации элементов-индикаторов в растениях, произрастающих над залежами полезных ископаемых.
- На их изучении **основан биогеохимический метод поисков.**
- Основные **особенности концентрации** элементов растениями:
 1. Над месторождениями **все растения имеют повышенную концентрацию** элементов-индикаторов.
 2. **Некоторые виды растений** могут селективно концентрировать отдельные элементы.
 3. Отдельные **органы растений** могут избирательно концентрировать элементы-индикаторы.
 4. **Концентрация** элементов-индикаторов зависит от:
 - глубины распространения **корневой системы**,
 - возраста растения,
 - сезонной миграции **вод** по органам растений.

Биогеохимические и литохимические ореолы на Озерном полиметаллическом (а) и Булуктаевском молибден-вольфрамовом (б) месторождениях.

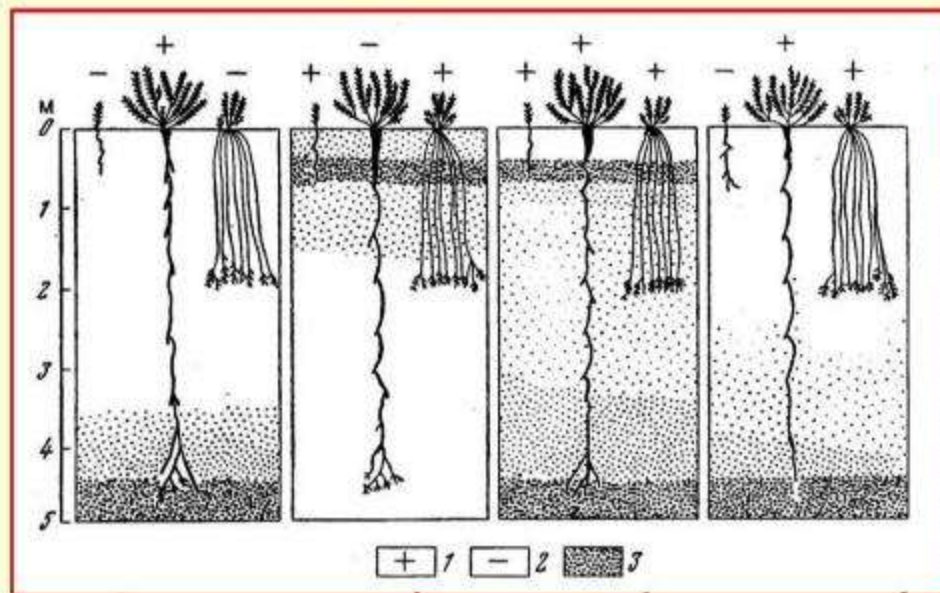
По А.Л.Ковалевскому



- 1 – вмещающие породы;
- 2 – рудные тела (черное) и железная шляпа

Схема зависимости содержания бора в растениях от глубины проникновения корневой системы и распределения бора в породах

По А.М. Швыряевой



1 – повышенное содержание бора в растениях; 2 – фоновые содержания бора в растениях; 3 – горизонты, обогащенные бором

3. Некоторые геофизические аномалии

- На наличие оруденения указывают интенсивные геофизические аномалии:
 - магнитометрические,
 - радиометрические.
- Остальные геофизические аномалии интерпретируются неоднозначно и относятся к косвенным признакам.

4. Следы старых разработок исторические (архивные) данные о горном промысле

- На наличие оруденения указывают следы разведки, разработки и переработки полезного ископаемого: старые горные выработки (шурфы, шахты, карьеры, штольни, отвалы, содержащие рудную минерализацию), отвалы шлака, развалины доменных печей и т.п.
- Архивные материалы экспедиций, фондовые материалы (старые отчеты о ГРП, включая первичную документацию к ним), исторические данные о горном промысле и т.п.

2.2.2. КОСВЕННЫЕ ПОИСКОВЫЕ ПРИЗНАКИ

Классификация

1. Измененные околорудные породы
2. Минералы, сопутствующие оруденению
(минералы-спутники)
3. Различие физических свойств полезного
ископаемого и вмещающих пород
(геофизические)
4. Геоморфологические
5. Гидрогеологические
6. Ботанические

1. Измененные околорудные породы

- Подразделяются на: гипогенные и гипергенные.
- **Гипогенные**
 - Грейзенизация (W, Sn, Mo, Be, Li, Ta)
 - Скарнирование (Fe, Pb, Zn, Cu, Mo, W, Sn, Be, Au, Co, As, B)
 - Окварцевание – вторичные кварциты
 - по кислым эффузивам: алунит, каолинит, корунд и др.;
 - по породам среднего состава: Cu, Pb-Zn, Au-Ag и др.;
 - по карбонатным породам (джаспериоды): Pb-Zn, Sb-Hg;
 - барит, флюорит
 - Серицитизация (локальная): колч. м-ния Cu, Pb, Zn, Au, As
 - Хлоритизация (локальная): Cu-колч., колч.-полимет., сульф.-касситерит м-ния
 - Березитизация (кв., серицит, карбонат, пирит) по породам кислого и ср. состава: Au, Pb-Zn, Mo, U, горн. хр. и др.
 - Лиственитизация (кв., карбонат, серицит, фуксит, пирит) по породам основного и ультраосновного состава: Au, Pb-Zn, Mo, U, горн. хр. и др.
 - Серпентинизация по ультраосновным породам: хризотил-асбест
 - Доломитизация (гидротермальная): Pb-Zn, сидеритов., баритовые м-ния
 - Аргиллизация (монтмориллонит-гидрослюисто-каолиновые метасоматиты): Au, Au-Ag, U, W, Be, флюорит, горный хрусталь и т.д.
- **Гипергенные**
 - Обоихривание, осветление, образование «железных шляп» (гетит, гидрогетит, гематит, халцедон, опал, малахит и др.) над месторождениями сульфидных руд
 - «Железные шляпы» могут иметь промышленное значение (железо, золото, малахит и др.)

2. Минералы, сопутствующие оруденению (минералы-спутники)

- Поисковый признак основан на использовании парагенетических ассоциаций минералов как жильных, так и рудных.
- В пределах рудноформационных типов ассоциации достаточно устойчивы. Часто имеют зональное строение.
- Ассоциации могут быть гипогенными и гипергенными
- **Примеры гипогенных ассоциаций:**
- **Медно-никелевые месторождения:** пирротин, пентландит, халькопирит, миллерит, пирит, борнит, магнетит, платиноиды, золото и др.
- **Скарновые железорудные месторождения:** магнетит, пирит, халькопирит, андрадит-гроссуляр, диопсид-геденбергит, эпидот, актинолит, полевые шпаты, скаполит, волластонит и др.
- **Штокверковые вольфрамовые месторождения:** вольфрамит, молибденит, касситерит, висмутин, галенит, сфалерит, кварц, мусковит, флюорит и др.
- **Стратиформные месторождения медистых песчаников:** халькопирит, борнит, халькозин, галенит, сфалерит, кварц, кальцит, барит и др.
- **Жильные свинцово-цинковые месторождения:** галенит, сфалерит, халькопирит, пирит, арсенопирит, кварц, кальцит, флюорит, барит и др.
- **Колчеданно-полиметаллические месторождения:** сфалерит, галенит, халькопирит, пирит, кварц, барит, клинохлор, серицит и др.
- **Примеры гипергенных ассоциаций:**
- **Зона окисления сульфидных гидротермальных и колчеданных месторождений:** гетит, гидрогетит, смитсонит, церуссит, халькозин, малахит, азурит и др.
- **Россыпи алмазов:** алмаз, пироп, пикроильменит, хромдиопсид, оливин и др.
- **Россыпи золота:** самородное золото, магнетит, циркон, касситерит, ильменит, гранаты, самородная платина и др.

3. Различие физических свойств полезного ископаемого и вмещающих пород (геофизические аномалии)

- **Геофизические аномалии** указывают на неоднородность физических полей, являющейся **следствием неоднородности** геологического строения:
 - морфоструктуры,
 - морфометрии,
 - физико-механических свойств,
 - состава (химического, минерального, литолого-петрографического).
- Лишь некоторые **аномалии** большой интенсивности (**магнитные и радиоактивные**) интерпретируются однозначно и являются прямыми поисковыми признаками.
- **Большинство геофизических аномалий** имеют многовариантную интерпретацию, поэтому относятся к **разряду косвенных поисковых признаков**.

3. Различие физических свойств полезного ископаемого и вмещающих пород (геофизические аномалии)

- **Геофизические аномалии** указывают на неоднородность физических полей, являющейся **следствием неоднородности** геологического строения:
 - морфоструктуры,
 - морфометрии,
 - физико-механических свойств,
 - состава (химического, минерального, литолого-петрографического).
- Лишь некоторые **аномалии** большой интенсивности (**магнитные и радиоактивные**) интерпретируются однозначно и являются прямыми поисковыми признаками.
- **Большинство геофизических аномалий** имеют многовариантную интерпретацию, поэтому относятся к **разряду косвенных поисковых признаков**.

4. Геоморфологические признаки

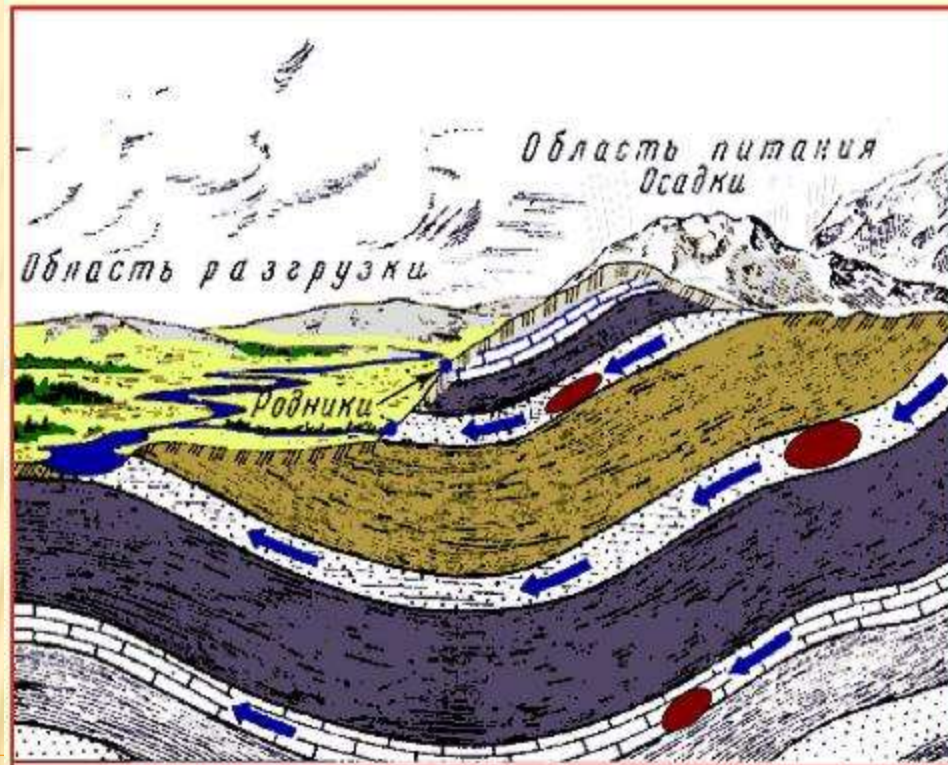
- Основаны на связи микроформ рельефа с залежами полезных ископаемых и их околорудными изменениями.
- Наиболее отчетливо проявляют себя на участках «зрелого» рельефа.
- Залежи, сложенные устойчивыми к выветриванию породами, образуют положительные формы рельефа (гривы кварцевых жил, пегматитов, вторичных кварцитов).
- Залежи, сложенные легко выветривающимися и растворимыми полезными ископаемыми (гипс, ангидрит, соли, сульфидные руды), образуют отрицательные формы рельефа: депрессии, впадины, карстовые воронки и т.п. К депрессиям в рельефе приурочены месторождения торфа, мезо-кайнозойских углей.
- Геоморфологические признаки лежат в основе поисков месторождений россыпей всех типов.

5. Гидрогеологические признаки

- Разделение горных пород на водоносные и водоупорные свиты, горизонты, комплексы позволяет прогнозировать толщину горных пород, в которых может концентрироваться оруденение (пористые водопроницаемые породы) и которые могут экранировать (водонепроницаемые породы) рудоносные флюиды.

Схема образования и разгрузки подземных вод

http://gidroznatsi.narod.ru/Podzemnie_vodi/mezplastovie_vodi.htm



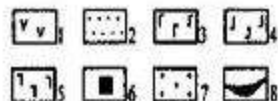
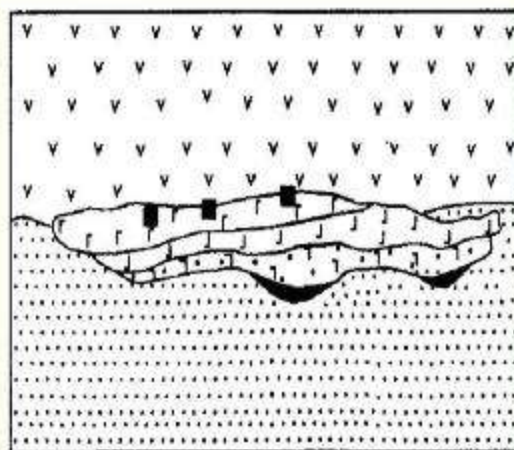
Залежи полезных ископаемых

2.3. Прогнозно-поисковые модели месторождений

- Прогнозно-поисковая модель – вербальный, графический или иной образ (эталон) конкретного геолого-промышленного типа месторождения.
- Дает ответы на вопросы: как выглядит скопление полезного ископаемого, в какой геологической обстановке и по каким признакам оно может быть обнаружено и оценено?
- На каждой стадии ГРП выявляется определенный комплекс признаков, производится сравнение их с эталоном, оценивается надежность построений, корректировка самой модели.
- Основные элементы прогнозно-поисковых моделей:
 - 1) ассоциации горных пород, рудоносные геологические формации (их части), их тектоническое положение и условия формирования; эти факторы определяют условия нахождения объекта;
 - 2) косвенные индикаторы оруденения, выявляемые минералогическими, геохимическими, геофизическими и др. методами;
 - 3) прямые признаки, указывающие на наличие полезного ископаемого;
 - 4) изменение характеристик оруденения после завершения главного этапа рудоотложения: признаки скрытого оруденения, перекрывающие породы, уровень эрозионного среза, пострудные дислокации и регенерации рудных тел и т.п.
- Прогнозно-поисковые модели отображаются в графической и / или табличной форме и сопровождаются пояснительным текстом. Могут быть представлены в виде частных моделей по группам критериев.

Прогнозно-поисковая модель месторождения медно-никелевых платиноносных руд

В.В. Авдонин и др., 2007



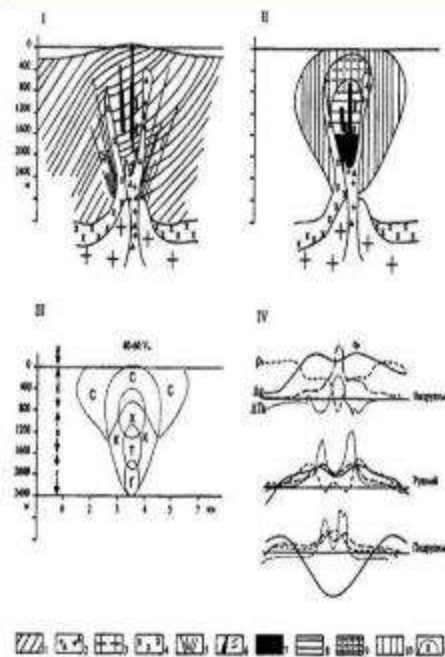
- 1 – вулканогенные породы;
- 2 – осадочные и вулканогенно-осадочные породы;
- 3-5 – рудоносный интрузив:
3 – лейкократовые,
4 – мезократовые,
5 – меланократовые породы;
- 6 – позиция малосульфидных платиноидных руд;
- 7 – зоны вкрапленных руд;
- 8 – придонные тела массивных и экзоконтактовых прожилково-вкрапленных руд

Модель сульфидных медно-никелевых месторождений

В.И. Кочневу-Первухову и А.И. Кривцову, с упрощениями

<i>Элементы-признаки</i>	<i>Содержание признаков</i>
1. Рудоносные магматические тела	Дифференцированные габбродолеритовые
1.1. Состав и формационная принадлежность	
1.2. Форма интрузивов	Протяженные лентовидные с частыми перепадами мощностей
2. Эзоконтактные изменения	Роговики, альбит-микроклиновые метасоматиты
3. Внутреннее строение магматического тела	Эруптивные брекчии, габбро, габбродiorиты, габбродолериты
3.1. Верхние части	
3.2. Средние части	Габбродолериты
3.3. Нижние (придонные) части	Габбродолериты
4. Рудные тела	1. Верхние контактовые прожилково-вкрапленные руды – породы кровли и эндоконтактные габбро. 2. Вкрапленные руд - габбродолериты 3. Массивные руды – придонные части массивов на участках раздува мощностей. 4. Нижние контактовые прожилковые руды – под телами массивных руд
4.1. Положение относительно фаций (фаз) магматических массивов	
4.2. Морфология рудных тел	1. Верхние и контактовые прожилково-вкрапленные руды – прерывистые пластообразные тела и линзы. 2. Вкрапленные руды – протяженные по всему простираению интрузива пластообразные тела.

Прогнозно-поисковая модель месторождений олово-силикатного типа (по А.Б. Павловскому и др.)



Модели: I — геолого-структурная, II — метасоматическая,
 III — рудо-геотектоническая, IV — геофизические графики на срезе;
 1 — терригенные породы; 2 — трубки взрыва кислого состава;
 3 — граниты; 4 — гранодиорит-порфиры, кварцевые диоритовые
 порфиристы; 5 — разрывные нарушения; 6 — рудные тела;
 а — жильные, б — прожилково-вкрапленные зоны и штофы; 7-10 — фации локальных метасоматитов: 7 — подрудных,
 8 — рудомещающих, 9 — надрудных, 10 — фланговых;
 11 — границы распространения минеральных типов оруденения:
 С — сульфидно-сульфосольного, К — колчеданного, Х — хлоритового,
 Т — турмалинового, Г — грейзенового; положение определяющих
 эрозийный срез геологических ассоциаций: а — Au-Ag, б — Pb-Zn-Ag,
 в — Sn-Cu-As, г — W-Mo; на графиках IV: Δ*Ta* — поле силы магнитности,
ρ — удельное сопротивление,
η — поляризуемость

Обобщенная геолого-поисковая модель медно-цинкового колчеданного месторождения Северного Урала (по Т.Н. Кривко и др., 2008)

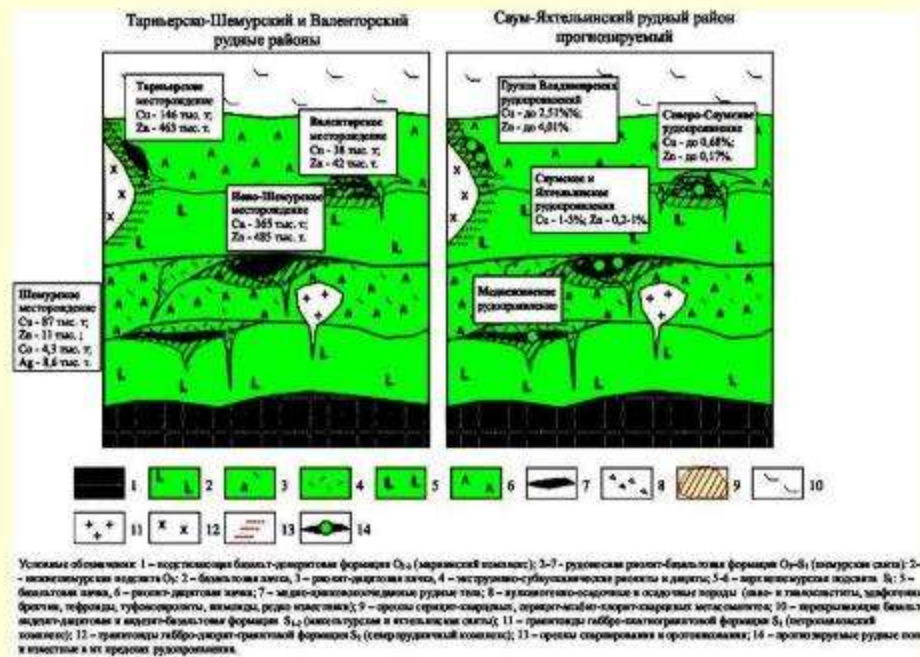


рис. 2. Обобщенная геолого-поисковая модель медно-цинкового колчеданного месторождения Северного Урала

