

**ДИСЦИПЛИНА: «ГЕОЛОГО-ПРОМЫШЛЕННЫЕ ТИПЫ  
МЕСТОРОЖДЕНИЙ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ»**

кафедра «Геологическая съемка, поиски и разведка  
МПИ»

## **Лекция №5.**

1. Промышленные типы месторождений:  
**М Е Д И**

## Основная литература

1. Авдонин В.В., Старостин В.И. . Геология полезных ископаемых М. : Издательский центр «Академия», 2010.
2. Байбатша А.Б. Геология месторождений полезных ископаемых. Учебник. - Алматы: КазНТУ, 2008.
3. Смирнов В. И. Геология полезных ископаемых. М.: Недра, 1982.
4. Старостин В. И., Игнатов П. А. Геология полезных ископаемых. Учебник для высшей школы. - М.: Академический проект, 2004.

## Дополнительная литература

5. Авдонин В. В, Бойцов В. Е., Григорьев В. М. и др. Месторождения металлических полезных ископаемых. 2-е изд. Учебник. М.: Академический проект, Трикста, 2005.
6. Вахромеев С.А. Месторождения полезных ископаемых. - М.: Недра, 1979.
7. Синяков В.И. Общие рудогенетические модели эндогенных месторождений. - Новосибирск, 1986

# МЕДЬ

**Медь** - металл желто-красного цвета, имеющий плотность 8,94 г/см<sup>3</sup> и температуру плавления 1083°C;

- обладает высокой электро- и теплопроводностью, коррозионной стойкостью;



- образует сплавы с цинком, никелем (*латунь*) (*мельхиор*), *нейзильбер*, оловом (*бронзы*), алюминием, железом, марганцем, свинцом, бериллием, кремнием и другими элементами.



Медь и ее сплавы широко используются в электротехнике, машиностроении, строительстве, военном деле, для изготовления медицинских и бытовых приборов и оборудования, художественных изделий, чеканки монет.

- Благодаря высокой теплопроводности медь находит широкое применение для изготовления аппаратуры в пищевой промышленности.
- По уровню производства и потребления среди других металлов медь занимает третье место после железа и алюминия.

В настоящее время основная масса меди идет на изготовление сплавов, важнейшие из которых – бронзы и латуни.

Бронзы состоят не только из меди и олова в различных соотношениях, в некоторые сорта добавляют свинец, цинк, фосфор, кремний и другие компоненты.

Латуни состоят из сплава меди (60–80 %) с цинком (20–30 %).

## ГЕОХИМИЯ.

Кларк меди 0,01 %.

Повышенные содержания в основных породах  
 $(1,4 \cdot 10^{-2} \%)$ ,  
пониженные в гранитах  $(3 \cdot 10^{-3} \%)$ .

**Медь** – типичный халькофильный элемент и чаще всего встречается в **виде сульфидов**.

Медь характеризуется высокой миграционной способностью в восстановительных условиях и реагирует с ионами  $\text{CO}_3^{2-}$ ,  $\text{SiO}_3^{2-}$ ,  $\text{PO}_4^{3-}$  и  $\text{VO}_4^3$ , образуя **фосфатные, карбонатные и силикатные соединения**.

При базальтовом магматизме медь концентрируется в гипербазитах, **образуя ликвационные и скарновые месторождения**,

а на поствулканическом этапе она ассоциирует с **колчеданными образованиями**.

## МИНЕРАЛОГИЯ.

В природе известно более 240 минералов меди, из которых около 200 встречаются в коре выветривания.

Однако промышленное значение имеют не более 17 минералов. Главными среди них являются:

*самородная медь, халькопирит, борнит, кубанит, халькозин, ковеллин, энаргит, тетраэдрит, меннантит, куприт, менорит, малахит, азурит* и др.

## Медь / Мыс

Халькопирит	$\text{CuFeS}_2$
Борнит	$\text{Cu}_5\text{FeS}_4$
Халькозин	$\text{Cu}_2\text{S}$
Кубанит	$\text{CuFe}_2\text{S}_3$
Блеклые руды	$3\text{Cu}_2\text{S}(\text{Sb, As})_2\text{S}_3$
Энаргит	$\text{Cu}_3\text{AsS}_4$
Ковеллин	$\text{CuS}$
Малахит	$\text{CuCO}_3 \cdot \text{Cu}(\text{OH})_2$
Азурит	$2\text{CuCO}_3 \cdot \text{Cu}(\text{OH})_2$
Хризоколла	$\text{CuSiO}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$

## РЕСУРСЫ И ЗАПАСЫ.

Общие запасы меди в мире – 932,6 млн т,  
подтвержденные – 668,3 млн т.

Основные объемы их сосредоточены в недрах

Чили, США, Перу, Китая, России и Казахстана.

К уникальным относятся месторождения с  
запасами меди более 5 млн т,

к крупным – 5–1 млн т,

средним – 1–0,2 млн т и

мелким – менее 0,2 млн т.

Основу минерально-сырьевой базы медедобывающей  
промышленности мира составляют месторождения трех  
геолого-промышленных типов: *меднопорфировые;*  
*стратиформные в медистых песчаниках и сланцах;*  
*медноколчеданные и колчеданно-полиметаллические.*

## *По содержанию меди* выделяются руды:

- **весьма богатые**, с содержанием меди более 3-5%;
- **богатые**, содержащие более 2% меди (для руд медно-порфировых месторождений – более 1%);
- **среднего качества ( рядовые )**, с содержанием меди более 1% (для руд медно-порфировых месторождений – более 0,4%);
- **бедные**, содержащие от 0,7 до 1% (для руд медно-порфировых месторождений – менее 0,2%).

*По степени окисления* руды медных месторождений подразделяются на **сульфидные, смешанные и окисленные**

**Республика Казахстан** является одной из важных мировых провинций по запасам меди.

- В Казахстане находятся крупные месторождения меди, а также горнодобывающие предприятия и металлургические заводы.
- Добыча медных руд и производство меди осуществляются на месторождениях Центрального и Восточного Казахстана.
- Ведущим по добыче меди является Центральный Казахстан, где разрабатывается уникальное по запасам меди Жезказганское месторождение.
- Второй по значимости регион – Восточный Казахстан, в котором добыча меди ведется в основном из комплексных руд полиметаллических месторождений.

Медные руды, как правило, являются **комплексными**. В рудах, помимо минералов меди, обычно присутствуют минералы *железа, цинка, свинца, молибдена, нередко – мышьяка, сурьмы*.

Кроме того, медные руды содержат золото, серебро, селен, теллур, которые извлекаются при их переработке.

Руды отдельных геолого-промышленных типов месторождений содержат *рений, кадмий, германий, индий, галлий, таллий, кобальт и другие элементы*.

В комплексных рудах, где основное промышленное значение имеют другие металлы (никель, свинец, цинк, молибден, железо, олово, вольфрам, золото, висмут), медь часто **извлекается попутно**.

Около 51 % запасов составляют месторождения **медистых песчаников**, 26,5 % сосредоточено в **медно-порфировых** рудах и порядка 14,5 % – в комплексных рудах **колчеданно-полиметаллических** месторождений.

На долю **жильных** (Шатыркул) и **скарновых** (Саяк) приходится соответственно 6,8 % и 1,1 % запасов.

Всего Государственным балансом учтены запасы меди по 84 объектам.

К крупным месторождениям относятся **Актогай**, **Айдарлы**, **Бозшаколь**, **Конырат**, **Коксай**, **Нурказган** (**Самарское**), **Жаманайбат**.

## **ГЕНЕТИЧЕСКИЕ ТИПЫ ПРОМЫШЛЕННЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ.**

Медь концентрируется в месторождениях всех известных генетических групп, *за исключением пегматитовой.*

Промышленное значение имеют месторождения:

- 1) магматические,      2) карбонатитовые,*
- 3) скарновые,      4) гидротермальные плутоногенные,*
- 5) гидротермальные вулканогенные,*
- 6) колчеданные,      7) стратиформные.*

## 1. МАГМАТИЧЕСКИЕ МЕСТОРОЖДЕНИЯ.

В этой группе важное экономическое значение имеют **ликвационные месторождения сульфидных медно-никелевых руд**, пространственно и генетически тесно связанных с интрузивами основного и ультраосновного состава (габбро, нориты, пироксениты, перидотиты, оливиновые диабазы и др.).

Минеральный состав руд сульфидных медно-никелевых формаций достаточно сложный.

***Преобладают пирротин, пентландит, халькопирит.***

Из этих руд извлекаются, помимо меди и никеля, также кобальт, золото, платиноиды и рассеянные элементы.

*Магматические месторождения сульфидных медно-никелевых руд известны в*

- России – в Красноярском крае (Норильск-1, Октябрьское, Талнахское), на Кольском полуострове (Печенга, Аллареченское),*
- в Швеции (Клева), Финляндии (Пори),*
- Канаде (Садбери, Томпсон и др.),*
- США (Стиллуотер),*
- ЮАР (Бушвельд, Инсизва) и Австралии.*

*Все они связаны с дифференцированными базит-гипербазитовыми массивами.*

**Норильский рудный район** представляет собой группу медно-никелевых месторождений, пространственно и генетически связанных с массивами ***дифференцированных габбро-долеритов второго цикла триасового вулканизма.***

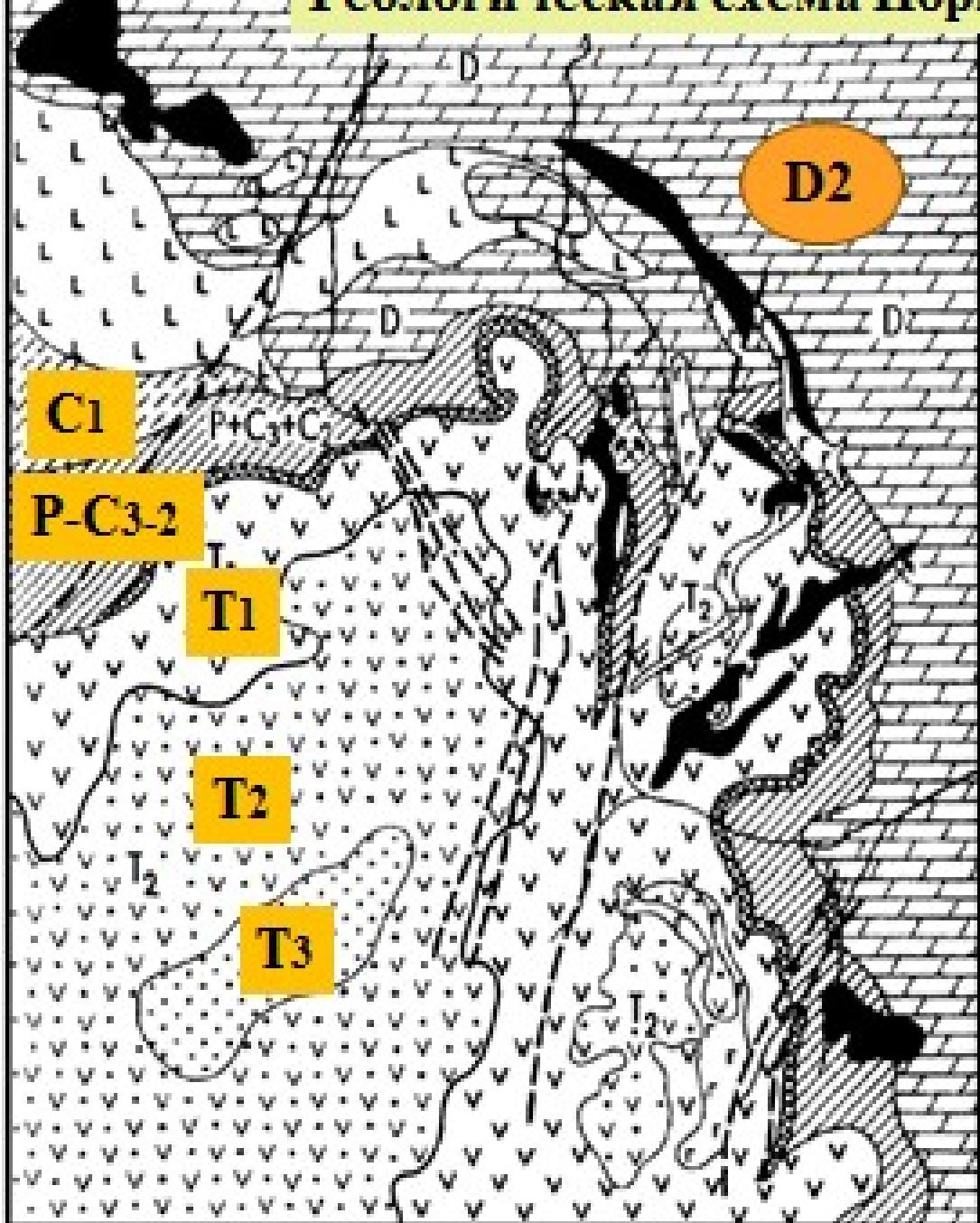
В основании комплекса пород, слагающих Норильское плато, залегают осадочные известково-глинистые и мергелистые ***породы девона***, которые с несогласием перекрываются песчано-глинистыми образованиями ***среднего карбона–верхней перми***, известные под названием тунгусской серии. Мощность этой серии составляет 130–225 м.

На осадочных породах тунгусской серии залегает мощная толща лав, в которой выделяются четыре горизонта. Самый нижний из них относится к перми, остальные к триасу (рис. ....).

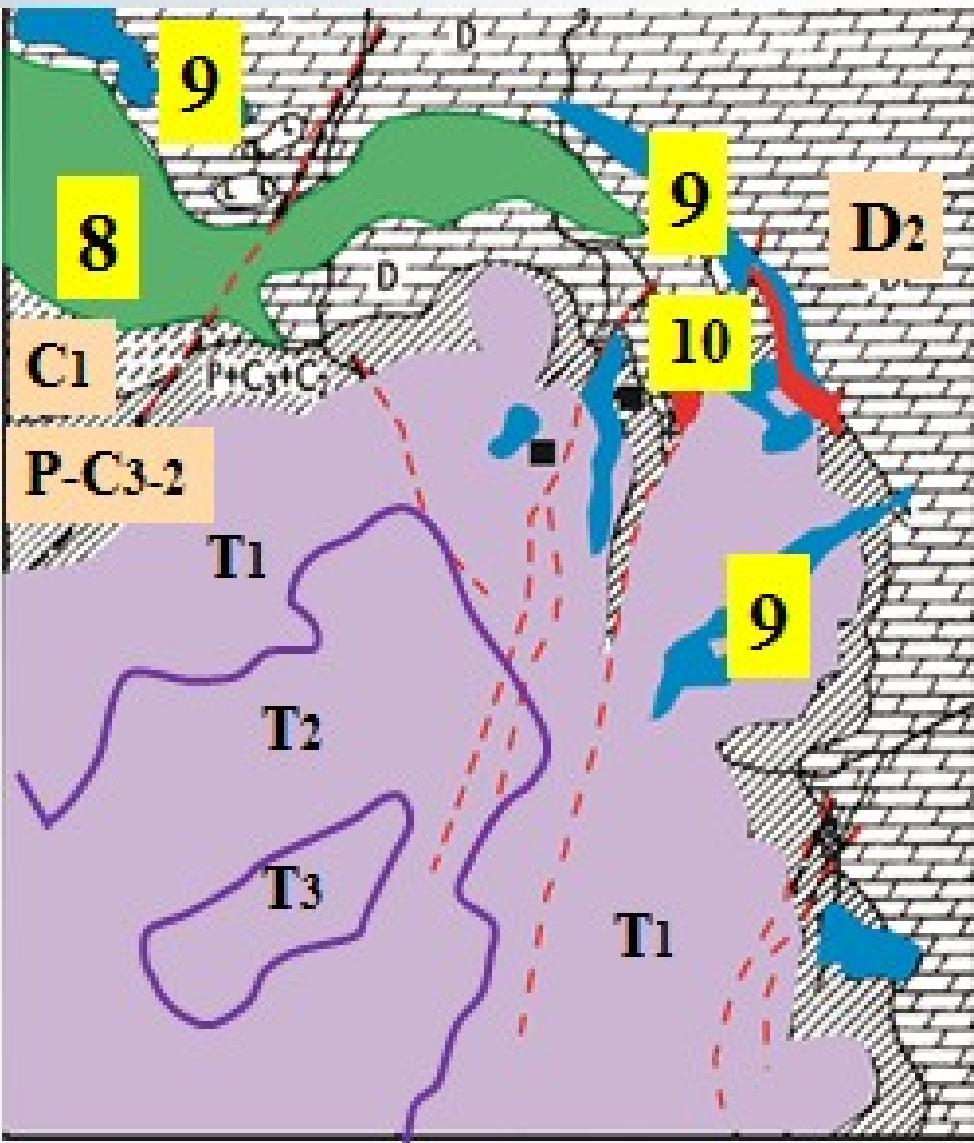
Образование массивных сульфидных руд Норильского рудного района связано с глубинной ликвацией и поступлением рудоносных растворов по разрывным нарушениям из остававших на глубине магматических очагов.

В районе Норильска имеются месторождения медно-никелевых руд – Норильское-1, Талнахское, Октябрьское и др.

## Геологическая схема Норильского рудного района



- |  |                                                                             |
|--|-----------------------------------------------------------------------------|
|  | 1 1-4 лавы: 1- третьего,<br>2 -второго, 3 - первого<br><b>циклов триаса</b> |
|  | 2 4 – лавы <i>пермского</i> цикла                                           |
|  | 5-7 осадочные породы:                                                       |
|  | 5 - верхнего палеозоя                                                       |
|  | 6 - нижнего карбона,                                                        |
|  | 7 - девона                                                                  |
|  | 8 – долериты и габбро-<br>долериты второго                                  |
|  | триасового цикла;                                                           |
|  | 9 – дифференцированные<br>габбро-диабазы второго                            |
|  | триасового цикла;                                                           |
|  | 10 – габбро-долериты                                                        |
|  | третьего триасового<br>цикла;                                               |
|  | 11 – сбросы;                                                                |
|  | 12 – медно-никелевые<br>месторождения                                       |

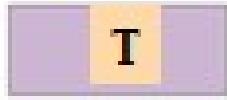


## Геологическая схема Норильского рудного района

- 1
  - 2
  - 3
  - 4
  - 5
  - 6
  - 7
  - 8
  - 9
  - 10
  - 11
  - 12
- 1-4 – лавы вулканических циклов триаса и перми;  
 5-7 осадочные породы верхнего палеозоя;  
 8 – долериты и габбро-долериты второго триасового цикла;  
 9 – дифференцированные габбро-диориты второго триасового цикла;  
 10 – габбро-долериты третьего триасового цикла;  
 11 – сбросы;  
 12 – медио-никелевые месторождения



осадочный комплекс верхнего палеозоя



Лавы вулканических циклов триаса и перми



долериты и габбро-долериты 2-го триасового цикла



дифференцированные габбро-диориты 2-го триасового цикла



габбро-долериты 3-го триасового цикла



сбросы

***Талнахское и Октябрьское*** месторождения расположены на юго-западном склоне плато Хараэлах и связаны с крупным ***дифференцированным интрузивом габбро-диабазов*** площадью более 50 км<sup>2</sup> приуроченным к глубинному разлому.

Талнахское месторождение приурочено к верхнему рудоносному горизонту (permские отложения тунгусской серии), а Октябрьское находится в нижнем рудоносном горизонте (карбонатно-глинисто-ангиридитовые породы нижнего и среднего девона).

***Расслоенная рудоносная интрузия (Талнахское м-ние)*** расположена ***на границе*** туфолововой толщи с угленосными осадками тунгусской серии. Форма интрузива осложнена серией разрывных нарушений, оперяющих основной рудоконтролирующий разлом. Интрузив расслоен. Сверху вниз происходит следующая смена пород: эруптивные → брекчии → габбродиориты → кварцевые-безоливиновое габбро → габбро-оливиновые → оливин-биотитовые-пикритовые контактовые габбро-диабазы (в основании интрузива).

## Талнахское месторождение. Схематическая карта

## Проекция Талнахской интрузии

туфолововая толща пермо-триаса (L)

## Technical Methods

1 -

2 - Угленосные отложения первично-карбоната

3 - карбонатная глина верхнего девона

4 - антикарбон-мергелистая горная порода среднего девона

I

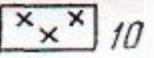
II

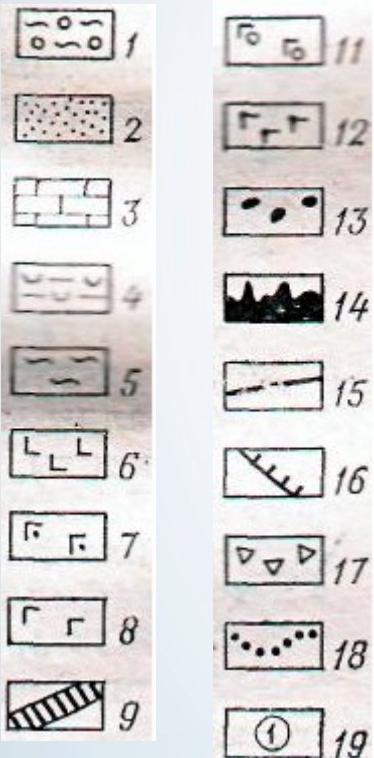
# Талнахское месторождение. Разрез по линии З — В



угленосные отложения пермо-карбона  
карбонатная толща верхнего девона

Расслоенная интрузия 10; 11;  
12 рудоносные габбродолериты

1—четвертичные отложения; 2—угленосные отложения пермо-карбона;  
3—карбонатная толща верхнего девона; 4—ангидрит-мергелистая толща  
среднего девона; 5—карбонатно-глинистая толща нижнего девона;  
6—туфолововая толща пермо-триаса; 7—долериты и микродолериты (на  
разрезе); 



8—выходы рудоносной Талнахской интрузии под четвер-  
тичные отложения (на плане);

9—пластообразные апофизы Талнахской интрузии;  
10—метадиориты, габбро;

11—оливиновые габбродолериты;  
12—рудоносные габбродолериты;

13—вкрапленные богатые руды;  
14—массивные руды;

15—разрывные нарушения; 16—пологие разрывные нарушения;  
17—тектонические брекчии; 18—границы рудоносной Талнахской интрузии;  
19—ветви Талнахской интрузии; 1—северо-западная, 2—юго-западная, 3—  
северо-восточная, A—Хараелахская

**Месторождения района Садбери (Канада)** — крупнейшее в мире. За 93 года эксплуатации (1883—1975 гг.) здесь добыто 6,2 млн. т никеля, 4,2 млн. т меди, 207 тыс. т кобальта, 620 т металлов группы платины, 400 т золота, 240 т серебра. Однако запасы металлов **еще не исчерпаны**.

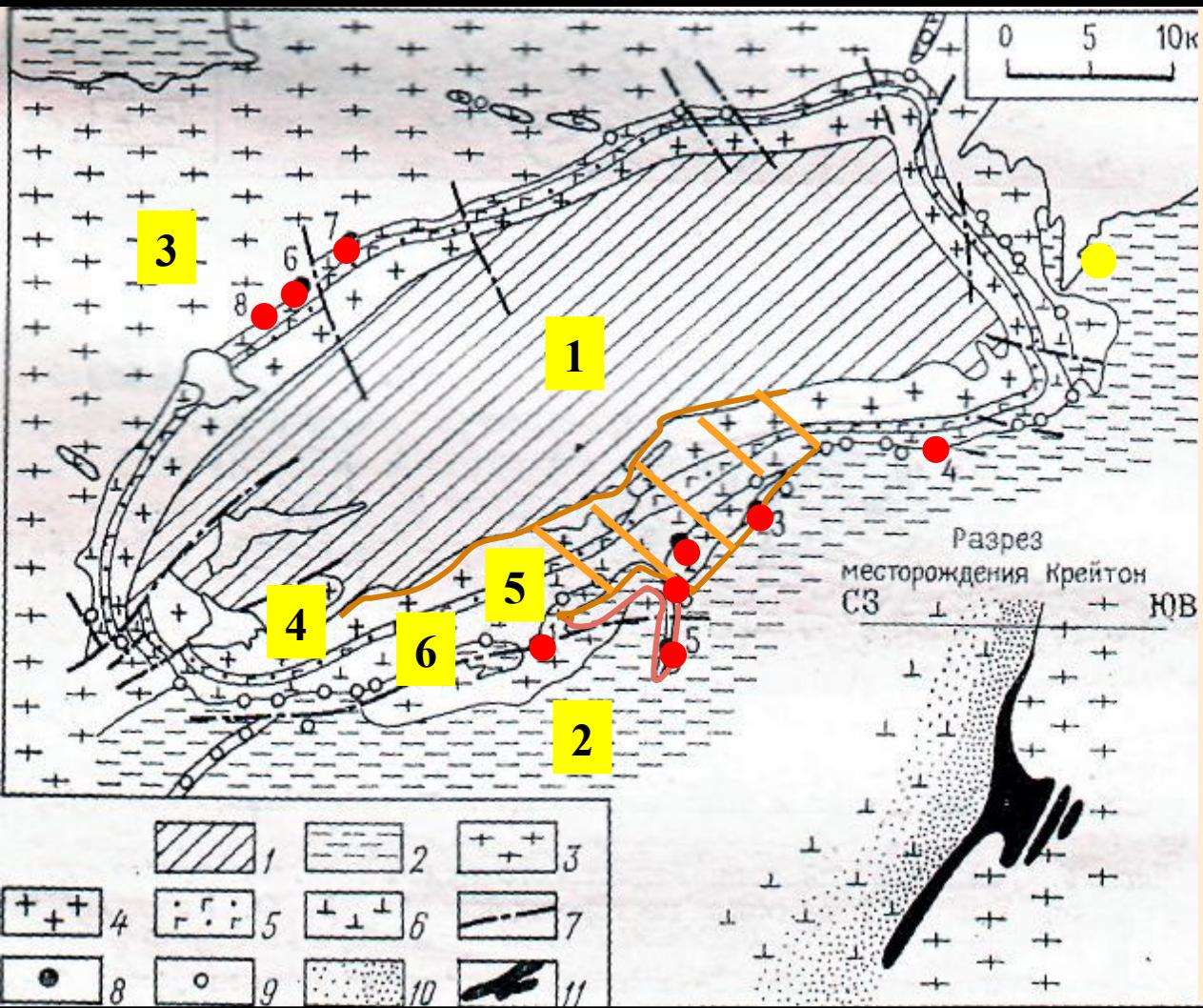
Месторождения приурочены к лополитоподобному интрузиву. Строение интрузии зональное, сложено оно норитами, кварцевыми габбро и гранофирами .

Фундаментом интрузива Садбери служат **архейские** граниты и гнейсы, а также метаморфические вулканогенно-осадочные толщи **раннего протерозоя**.

Центральная часть массива сложена вулканогенно-осадочными толщами среднего протерозоя.

Многочисленные медно-никелевые месторождения приурочены к внешнему контакту интрузива. Наиболее крупные из них (Фруд-Стоби, Меррей, Крейтон, Гарсон и др.) **расположены в основании норитов** вдоль юго-восточного контакта.

Форма рудных тел преимущественно пластообразная.



Схематическая геологическая карта района Садбери :

1 — вулканические и осадочные породы серии Уайтуотер (РК);  
 2 — зеленокаменная вулканогенно-осадочная толща с основными интрузивными массивами (АК);  
 3 — граниты, гранитогнейсы (АК);  
 4—6 — интрузивные породы массива Садбери (РК)

4 — гранофир, 5 — кварцевое габбро, 6 — норит; 7 — разрывные нарушения-  
 8 — крупные медно-никелевые месторождения (1 - Крейтон, 2 - Меррей,  
 3 -Фруд-Стоби, 4 - Гарсон, 5 - Копе-Клиф, 6 -Левак, 7 - Стражкона, 8 -Харди;  
 9 - мелкие месторождения и рудопроявления; 10 - вкрапленные руды;  
 11 - массивные руды



дифференцированная толща  
габбро, норитов, диоритов

1, 2, 3



Рис. 38. Схематическая геологическая карта Садбери, Канада. По Ф. Гранту и др.

1 — микропегматиты; 2 — кварцевые габбро; 3 — нориты, кварцевые диориты; 4 — чилисфордские песчаники; 5, 6 — породы формации; 5 — Онгатин, 6 — Онапising; 7 — граниты и архейские гнейсы; 8 — породы гуронской серии; 9 — дайки оливиновых диабазов; 10 — разломы; 11 — сульфидные медно-никелевые месторождения

## Карбонатитовые месторождения.

Халькопирит и другие медные минералы в небольшом количестве наблюдаются в рудах многих карбонатитов, но промышленные скопления их известны только в массиве *Палабор* в северо-восточном Трансваале (ЮАР).

Это одно из крупнейших медных месторождений Африки. Суммарные запасы медных руд до глубины 360 м оцениваются в 315 млн т, при среднем содержании Cu 0,69 %.

Карбонатиты слагают трубообразное тело размером 350 x 650 м, прослеживающееся среди ультраосновных пород на глубину 1000 м. Центральная часть его сложена карбонатитами, а периферическая – магнетит-апативыми рудами.

Главные минералы: борнит, образовавшийся в первую стадию минералообразования, и халькопирит, выделившийся во вторую стадию; второстепенные – халькозин, валлериит, кубанит и магнетит. Руды комплексные. Помимо меди, магнетита и апатита из руд извлекают также U, Th, Au и Ag.

**3. Скарновые (контактово-метасоматические)**  
**месторождения** меди распространены достаточно  
широко. *Однако крупные рудные объекты*  
*встречаются редко.*

Они образуются метасоматическим путем при взаимодействии восходящих высокотемпературных растворов с карбонатными и контактирующими с ними силикатными породами.

Минералы меди выделяются в несколько стадий:  
в раннюю – вместе с магнетитом,  
в позднюю – наряду с сульфидами и  
в завершающую – преимущественно с галенитом и  
сфалеритом.

Главными рудными минералами являются халькопирит, пирротин, пирит и магнетит;

нерудные – представлены гранатом, пироксеном, эпидотом, хлоритом, кварцем и карбонатами.

Содержание меди обычно высокое (3–10 %), но неравномерное.

К скарновому типу относятся месторождения в России на Урале (Турьинская группа), в Западной Сибири (Юлия, Антоновское, Глафириńskое),

в Казахстане - Саяк I,

США, Мексике и др.

В качестве примера охарактеризуем месторождение *Саяк I.*

*Саяк I.* расположено в Северо-Западном Прибалхашье. Район месторождения сложен **вулканогенно-осадочными отложениями карбона, среди которых залегает пачка известняков** мощностью до 150–200 м.

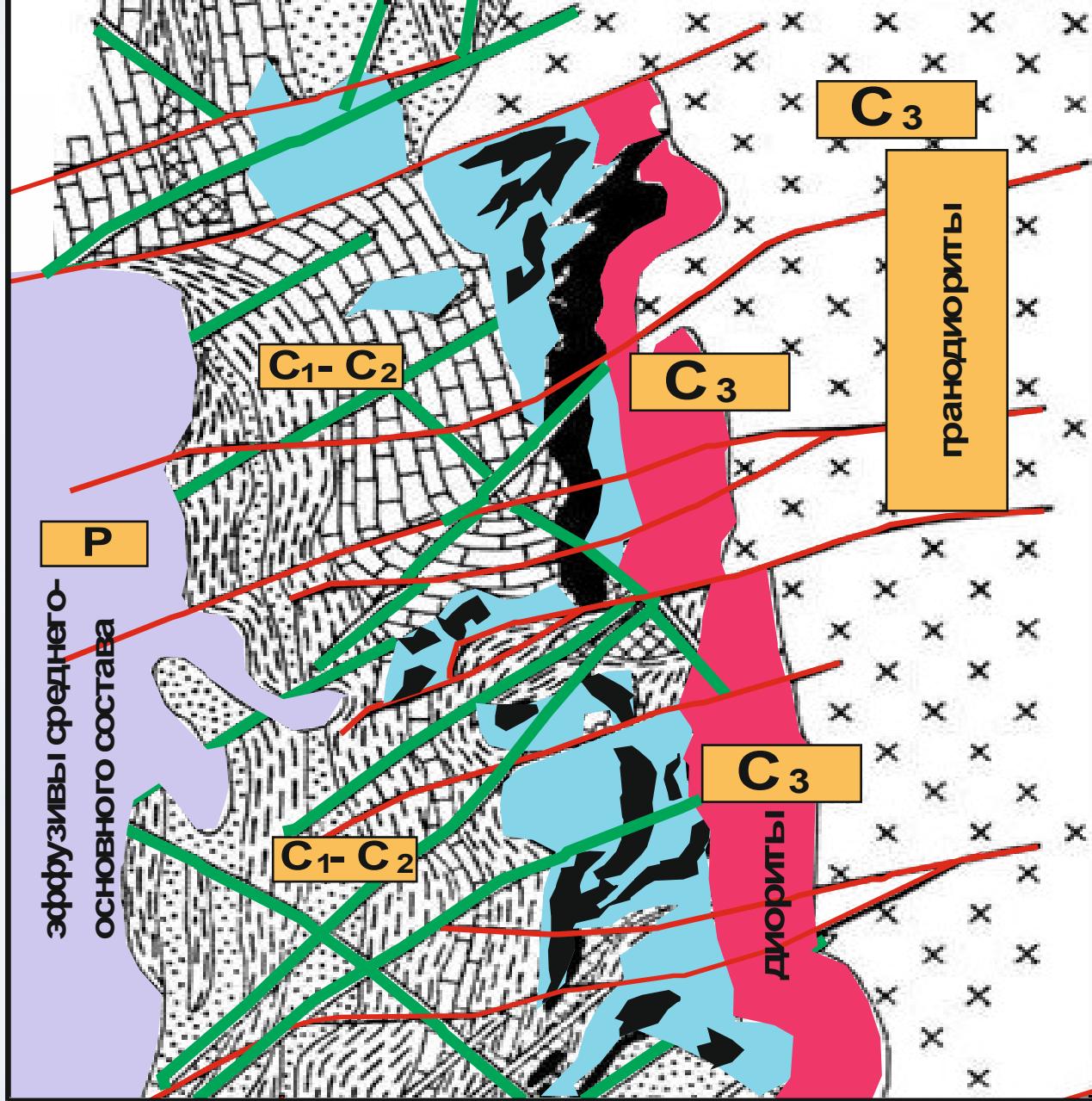
Породы формируют асимметричную антиклиналь, восточное крыло которой прорвано гранитоидами и дайками. Антиклиналь осложнена серией сбросов-сдвигов.

В экзоконтакте интрузии развиты гранат-пироксеновые скарны, образовавшиеся по известнякам и формирующие зоны длиной до 3 км и шириной 0,5–1 км.

На месторождении развиты два типа рудных тел:  
лизообразные мощностью до 10–15 м и  
зоны прожилково-вкрапленных руд в гранитоидах.

Главные минералы первичных руд: халькопирит, магнетит, борнит, пирротин, арсенопирит и кобальтин. Помимо меди руды содержат Mo, Au, Co, Hg, Bi, Te и Se.

# Схематическая геологическая карта м-ния Саяк-1



**4. Плутоногенные гидротермальные месторождения.** Они связаны обычно с гипабиссальными порфировыми интрузиями умеренно-кислого состава, реже с гранитоидами. Среди них выделяют

***• медно-порфировые (слайды 33-53)***

***Медно-порфировые*** месторождения представляют крупные скопления ***небогатых медных*** или молибден-медных руд ***штокверкового*** типа в порфировых интрузиях.

Они приурочены, как правило, к участкам пересечения разломов, флексурам, антиклиналям и вулкано-купольным структурам.

Рудные тела – это чаще всего штокверки овальной или кольцевой формы в плане, цилиндрической или конической в разрезе. Штокверки имеют длину 2–3 км при ширине 0,7–1,5 км. Вертикальный размах оруденения 300–500 м и более.

Руды представлены тонкой сетью кварцевых и кварц-полевошпатовых прожилков мощностью от долей миллиметра до первых сантиметров, содержащих сульфиды.

Главные минералы первичных руд: халькопирит и пирит; второстепенные – молибденит, борнит, энаргит, халькозин, блеклые руды, галенит, сфалерит и др.

Среднее содержание меди в первичных рудах относительно невысокое – 0,2–0,7 %, в зоне вторичного обогащения увеличивается до 1–1,5 %.

Попутно извлекаются молибден (0,005–1,05 %), Se, Te и Re. Медно-порфировые месторождения известны во многих странах: Чили, Перу, Мексике, США, Филиппинах, Болгарии, Армении, Казахстане, России и др.

Наиболее значительные ресурсы и запасы руд этого типа сосредоточены в Чили, где известен ряд уникальных и крупных месторождений: **Чукикамата, Эль-Абра** и др.

**Месторождение Чукикамата** (Чили) примерно в 140 км от Тихоокеанского побережья, на высоте 200 м над уровнем океана.

Оно приурочено к **олигоценовому интрузиву монционит-порфиров** (возраст 28 млн лет), который на востоке прорывает **юрские гранодиориты** Елена, а на западе по разлому граничит с **палеогеновыми гранодиоритами** Форчуна (рис. ....).

Рудное тело представлено штокверком, протягивающимся с севера на юг на 3 км при ширине 0,8 км.

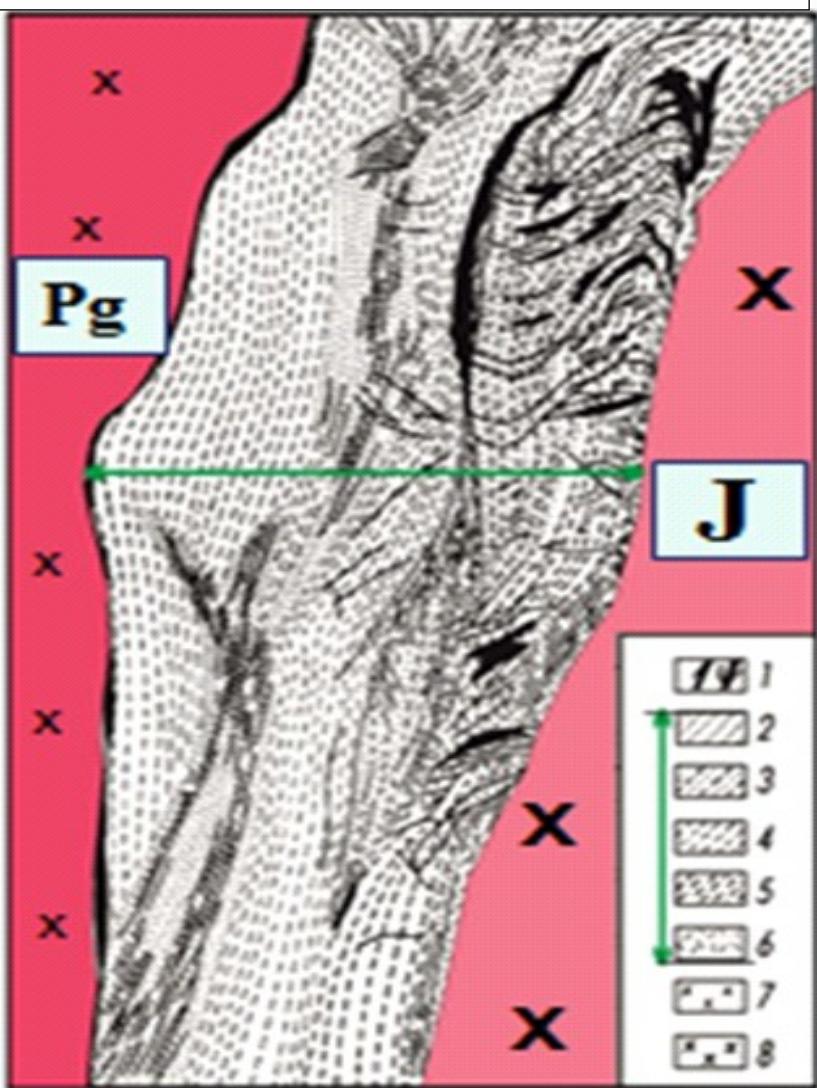
Характерно развитие густой сети минерализованных прожилков и ветвящихся жил.

Главные минералы первичных руд: пирит, энаргит и халькопирит; второстепенные – борнит, сфалерит, галенит, молибденит.

Первичные руды подверглись гипергенным изменениям. На месторождении хорошо проявляется вертикальная зональность:

- 1) зона оксидных руд (с содержанием Cu около 1,3 %) до глубины 200 м;
- 2) зона вторичного сульфидного обогащения (Cu 1,5–2 %) до глубины 700 м;
- 3) зона первичных сульфидных руд (Cu 1,3–1,9 %)

## Геологическое строение медно-порфиро-вого месторождения Чукикамата

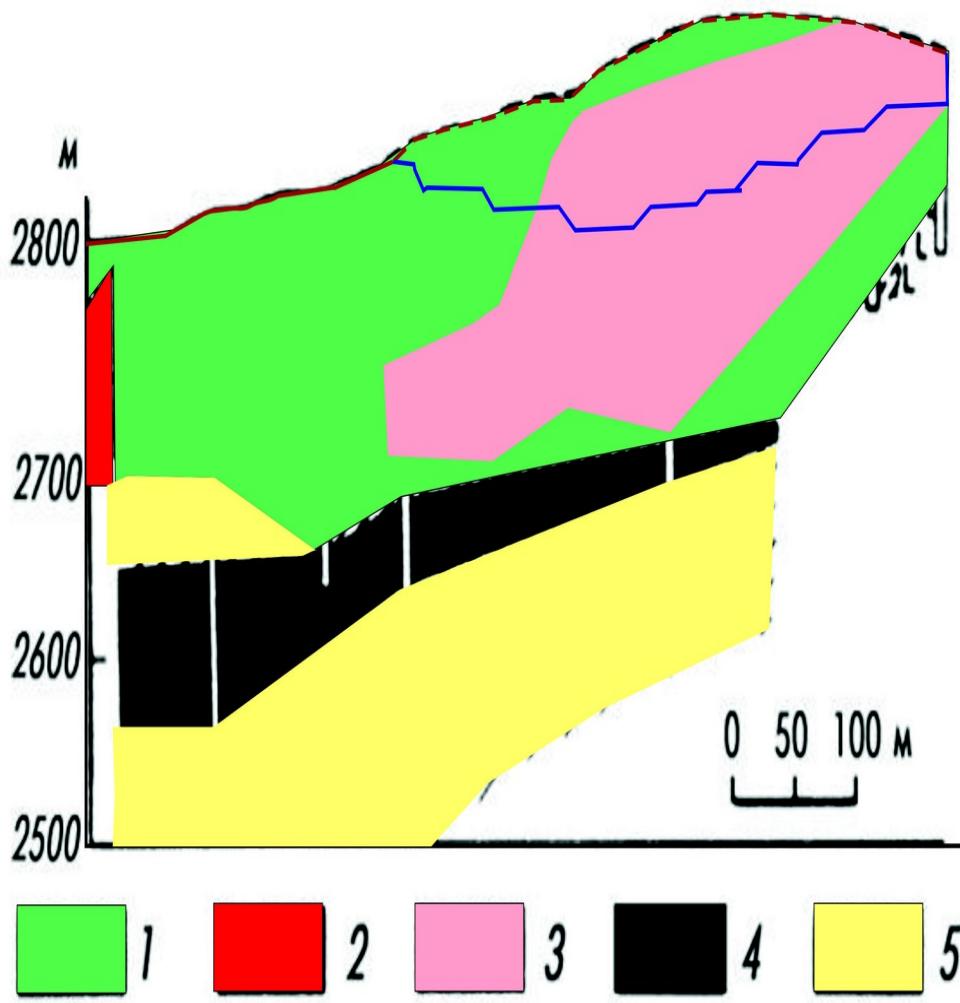


1 - рудные жилы и прожилки

2-6 монцонитовые порфиры (олигоцен)

7 - гранодиориты «форчуна» (палеоген)

8 - гранодиориты «елена» (юра)



Разрез месторождения Чукикамата (по А.Тэйлору)

1 - выщелоченные пустые породы; 2 - гранодиориты;

3 - оксидные руды; 4 - смешанные руды; 5 - сульфидные руды.

**Актогайское рудное поле** (Казахстан) включает крупные медно-порфировые месторождения Актогай и Айдарлы, мелкое месторождение Кызылкия и два слепых, плохо изученных, рудных штокверка.

Рудное поле приурочено к Колдарской гранитоидной интрузии, ***прорывающей вулканиты керегетасской свиты среднего-верхнего карбона и перекрытой вулканогенно- осадочными породами колдарской свиты верхнего карбона-нижней перми.***

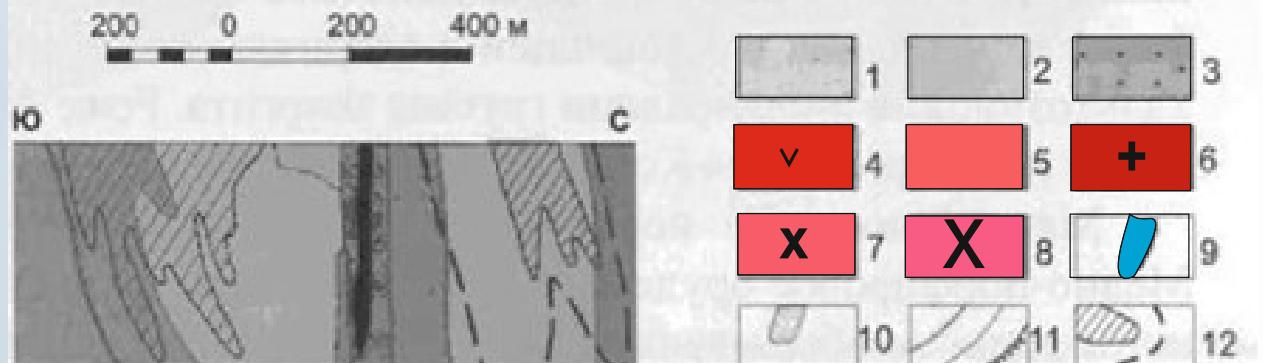
Интузия многофазная. Оруденение развивается в гранодиоритах, диоритах и ороговикованных породах керегетасской свиты.

**Актоғай** - крупное медно-порфировое месторождение со средним содержанием меди 0,39 %, молибдена 0,01 %, рения 0,24 г/т, золота 0,22 г/т, серебра и селена 1,8 г/т.

Рудный штокверк месторождения представляет собой полузамкнутый толстостенныи эллипс с безрудным ядром, вытянутый в субмеридиональном направлении на 2500 м при ширине 50-830 м.

Оруденение выклинивается на глубине выше 800 м. Центром штокверка служит шток гранодиорит-порфиров с фельзитовой и микропойкилитовой основной массой, вмещающий трубку брекчий на турмалинизированном цементе

# ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ МЕСТОРОЖДЕНИЯ АКТОГАЙ



1	2	3
4	5	6
7	8	9
10	11	12

- 1 - песчаники, гравелиты с прослойми туфов липаритов и дацитов колдарской свиты;
- 2 - туфы дацитов и андезит-дацитов керегетасской свиты;
- 3 - роговики и ороговикованные порфириты и туфы керегетасской свиты;
- 4 - штоко- и дайкообразные тела андезит-дацитовых порфиритов;
- 5-8 - гранитоиды, диориты и габбро-диориты Колдарской интрузии;
- 9 - тела брекчий на турмалинизованным цементе;
- 10 - кварцевые тела;
- 11 - контакты тектонические, интрузивные и несогласные;
- 12 - границы рудных тел и рассеянной рудной минерализации

Выделено ***четыре стадии гидротермального процесса***:

- щелочная (окварцевание, калишпатизация, биотитизация, хлоритизация, пренитизация),
- кислотная (окварцевание, серицитизация, хлоритизация и карбонатизация),
- бороалюмосиликатная (турмалинизация),
- поздняя щелочная (карбонатизация, цеолитизация, пренитизация, хлоритизация).

Промышленная ценность месторождения обусловлена проявлением первых двух стадий.

Основное оруденение месторождения связано со щелочной стадией. Ее развитие определило форму и размер рудных тел.

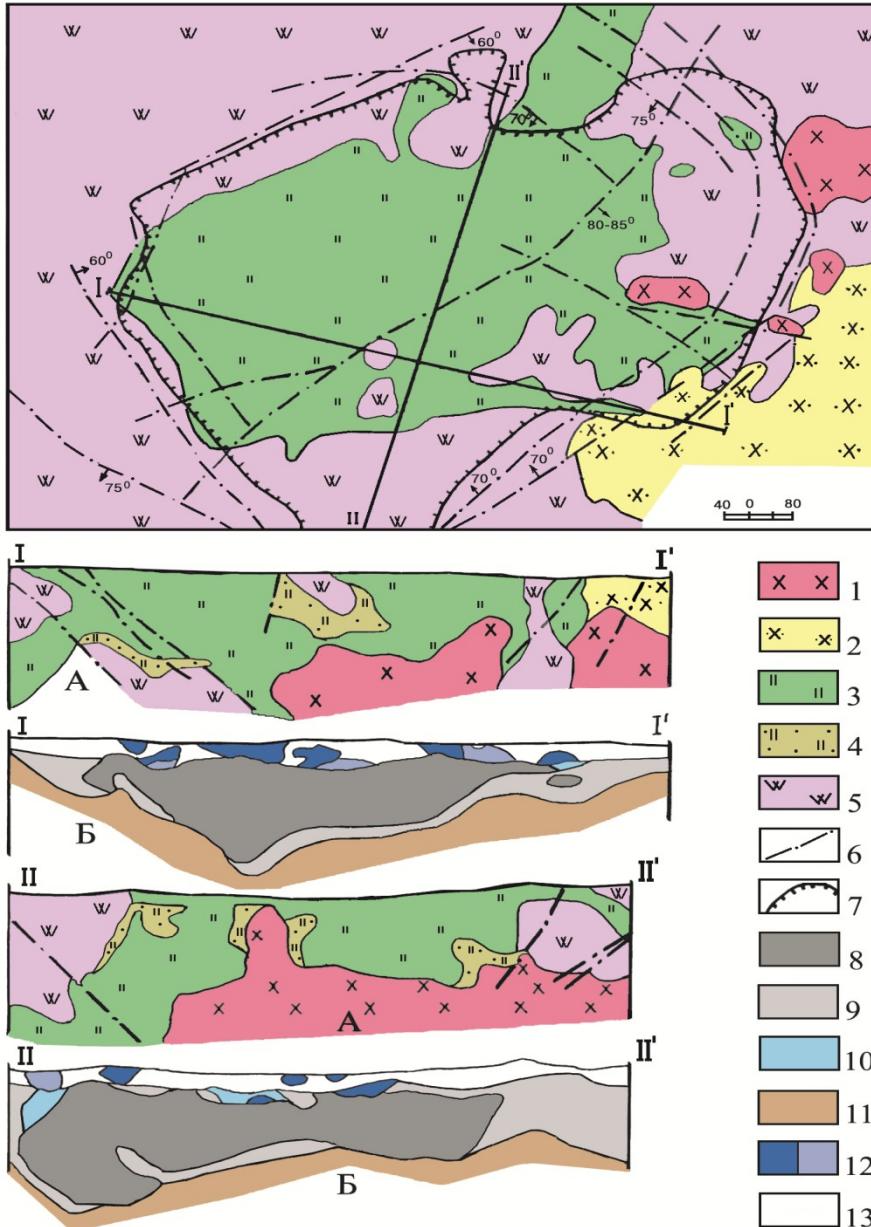
➤ **Коныратское (Коунрад) м-ние (медно-порфировое)** расположено в 15 км севернее г. Балхаш.

Приурочено к вулканокупольной структуре, сложенной **нижнекаменноугольными** вулканитами риолитового состава.

В центральной части вулканогенной структуры находится **шток гранодиорит-порфиров** Коунрадского гранодиоритового комплекса средне-каменноугольного возраста.

Разноориентированные (кольцевые, радиальные и линейные) разрывные нарушения обусловили блоковое строение месторождения.

***Оруденение приурочено к апикальной части штока гранодиорит-порфиров и размещается в экзо- и эндоконтактовой зоне.***

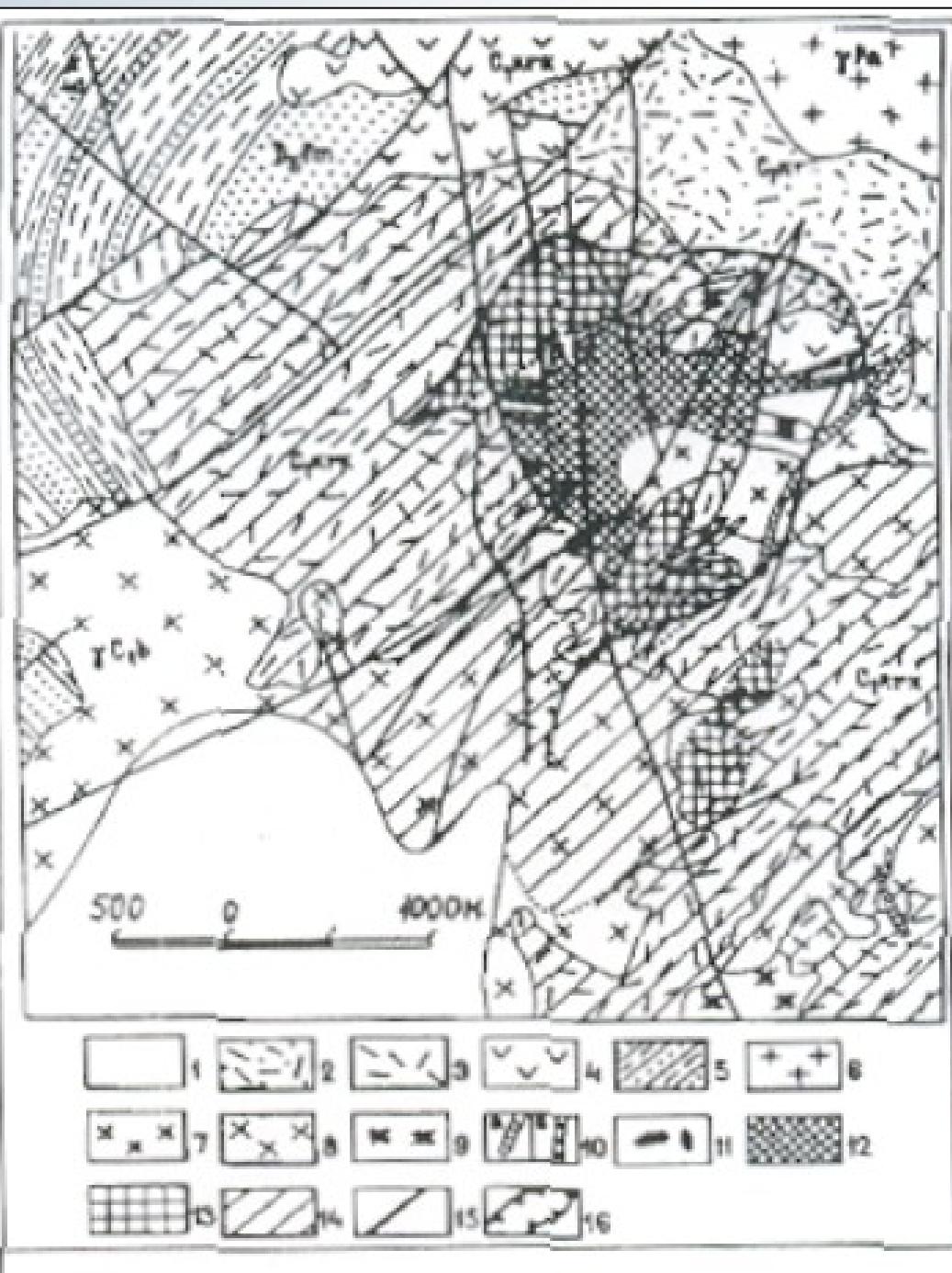


## Месторождение Коунрад,

Разрезы: А – геологические, Б – через рудное тело.

- 1 – неизмененные гранодиорит-порфиры;
- 2 – каолинизированные гранодиорит-порфиры;
- 3 – кварц-серицитовые породы (по гранодиорит-порфирам);
- 4 – каолинизированные кварц-серицитовые породы;
- 5 – вторичные кварциты (по эфузивам);
- 6 – тектонические нарушения;
- 7 – максимальный контур распространения халькозиновых руд;
- 8 – халькозиновые промышленные руды;
- 9 – халькозиновые бедные и непромышленные руды;
- 10 – смешанные промышленные руды;
- 11 – первичные бедные руды;
- 12 – окисленные промышленные руды (слева), окисленные бедные руды (справа);
- 13 – выщелоченные руды.

Вмещающие породы подвержены гидротермально-метасоматическим изменениям, интенсивность которых уменьшается по мере удаления от контакта гранодиорит-порфиров с эффузивными риолитовыми порфирами.



По гранодиорит-порфирам и риолитовым порфирам образуются вторичные кварциты, которые при удалении от контакта и на глубину сменяются пропилитами.

Оруденение приурочено к вторичным кварцитам, образованным по гранодиорит-порфирам.

Рудное тело представляет собой штокверк прожилково-вкрапленных руд.

В плане рудный штокверк имеет размеры по длине 1000 м при ширине от 100 до 800 м. Оруденение прослежено на глубину 650-700 м.

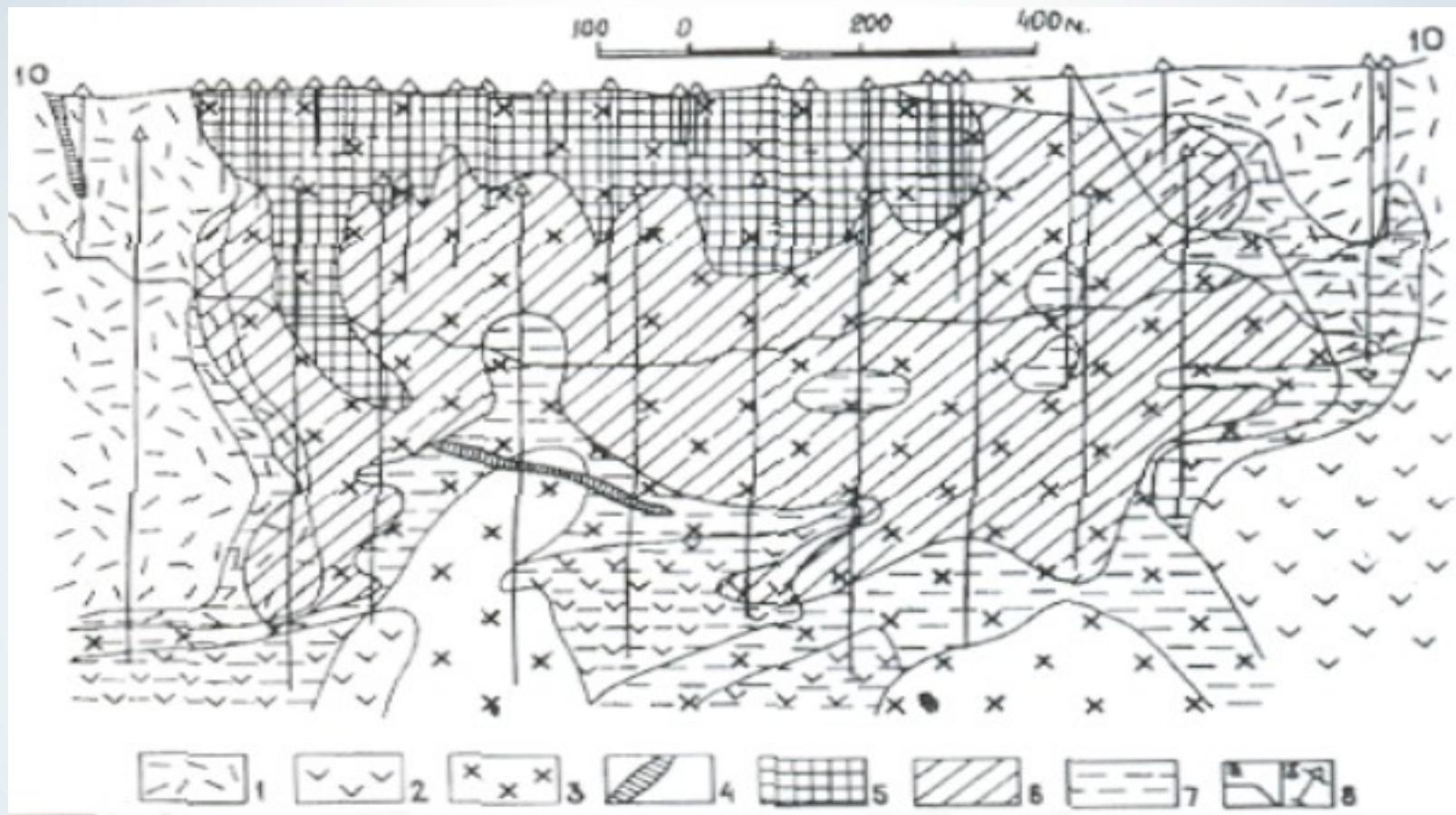
На месторождении проявлена вторичная (гипергенная) зональность оруденения, которая выражена в смене по вертикали (сверху вниз) *зон окисленных руд, выщелоченных руд, вторичных сульфидных руд и первичных сульфидных руд.*

- **Минералы зоны окисления** – малахит, азурит, брошантит, атаканит, халькантит, хризоколла, куприт, самородная медь.
- **В зоне сульфидного обогащения** присутствует халькозин, пирит, халькопирит, минералы группы энаргита.
- **Первичные сульфидные руды** состоят из пирита, халькопирита, борнита, арсенопирита, сфалерита, галенита и др.

Руды месторождения **комплексные**. Содержание меди и молибдена варьирует в широких пределах, составляя в среднем по месторождению соответственно

0,61 и 0,0053 %.

Меднопорфировое месторождение Коунрад по запасам меди относится к **крутым**.



**Рудоносный штокверк месторождения Коунрад.** 1-вторичные кварциты по кислым зффузивам, 2 - ороговиковые андезитовые и диабазовые порфириты, их туфы, песчаники, алевролиты; 3-аргиллизированные гранит-порфиры; 4-дайки диоритовых порфириров; 5-зоны окисления и вторичного сульфидного обогащения; 6-зона первичных руд с примесью минералов зоны вторичного сульфидного обогащения; 7-первичные вкрапленные руды; 8 - контур карьера (а) и разведочные скважины (б).

На месторождении также проявлена вертикальная и горизонтальная первичная рудная зональность.

**Вертикальная зональность** оруденения выражена в смене с глубиной

**•борнит-халькозиновых руд**

**рудами борнит-халькопи-ритовыми,**

**а затем халькопири-тыми, пирит-халько-пиритовыми и магне-тит-пиритовыми.**

**Горизонтальная зональ-**

**ность** обусловлена развитием

**•в центральной части** борнит-халькопири-товых и халькозин-борнитовых руд,

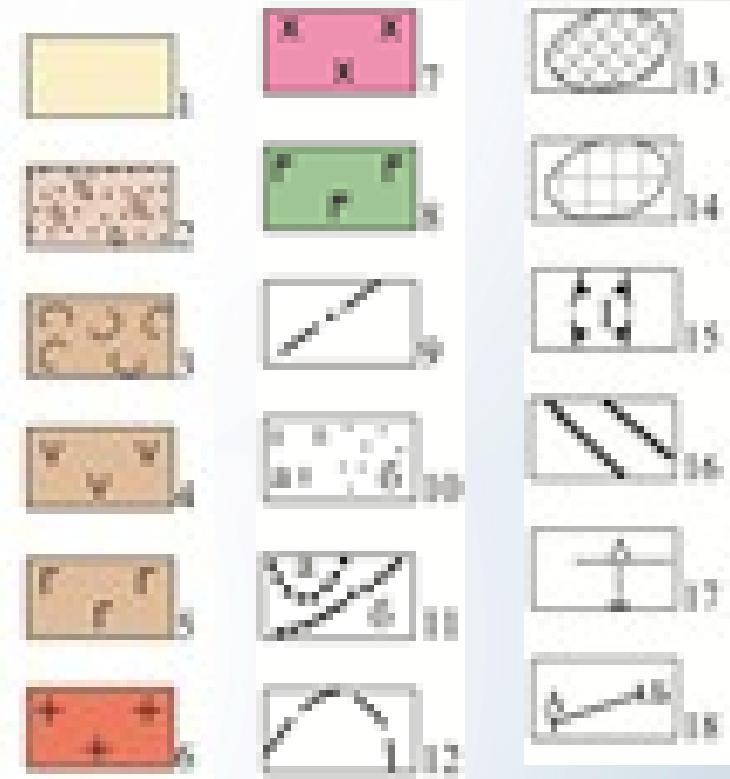
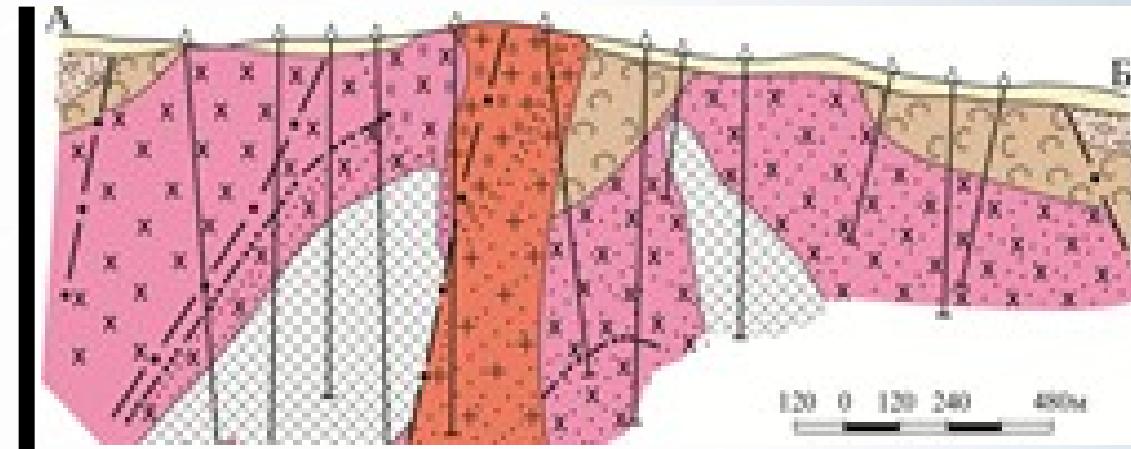
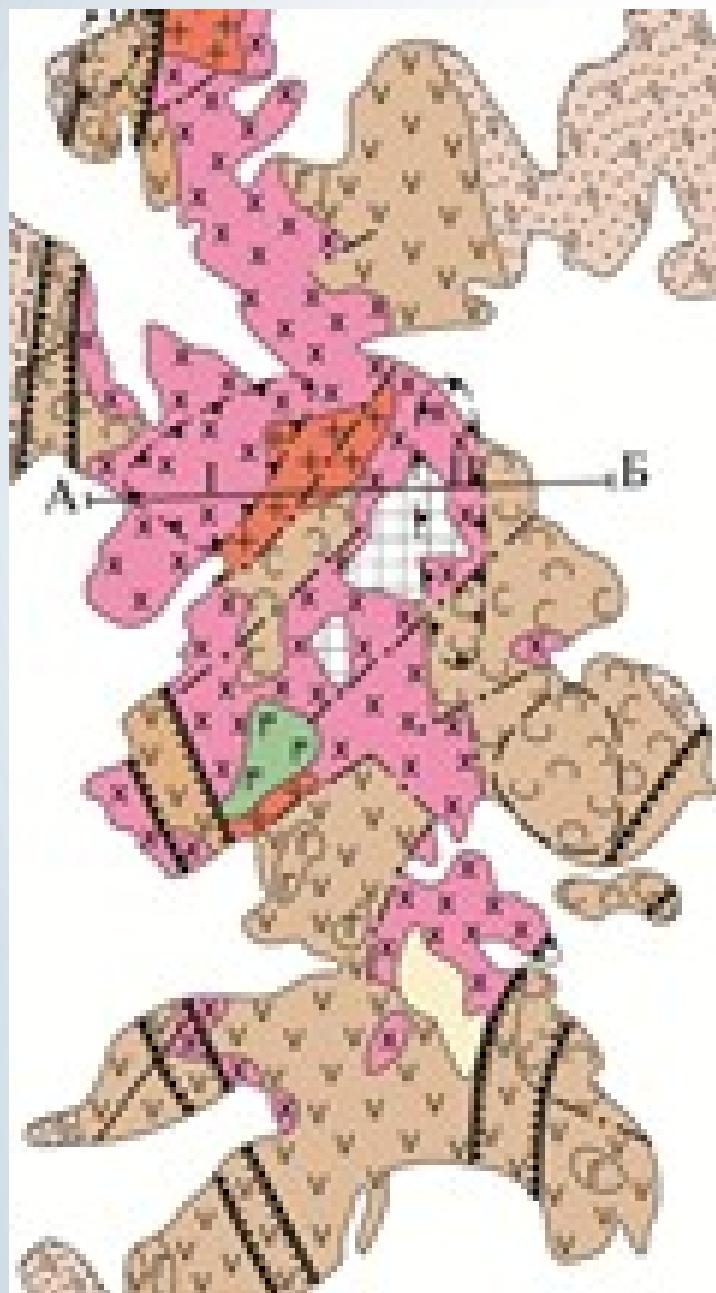
**•в периферической зоне** пирит-халькопиритовых и полиметаллических руд.

**Месторождение Нурказган (Самарское).** расположено в Карагандин-ская области, в 10 км к северо-востоку от г. Темиртау

В его строении участвуют вулканогенно-осадочный комплекс пород жарсорской свиты нижнего девона, а также образования конырской свиты среднего девона (красноцветные туфопесчаники с линзами валунно-галечниковых конгломератов, гравелитов, реже алевролитов (рис. ....).

1 - четвертичные отложения; **2 - конырская свита:**  
**красноцветные песчаники, валунно-галечные конгломераты, гравелиты;** **3-5 - жарсорская свита:** 3 - **верхняя подсвита** (туфиты, туфоконгломератобрекчии, туфы, лавы андезит-базальтового состава), **4 - нижняя подсвита** (агломератовые туфы, реже лавы андезит-базальтового состава, туфиты),

# Месторождение Нурказган (Самарское).



5 - субвулканические тела андезито-базальтов;

**6-8 - коккудуктобинский интрузивный комплекс:**

6 - II фаза, гранодиорит-порфиры с криптовой или микропойкилитовой основной массой,

7 - I фаза, гранодиориты, гранодиорит-порфиры с аплитовой основной массой,

8 - штокообразные тела диабазов и диабазовых порфиритов;

9 - тектонические нарушения;

10 -кварц-серицитовые(а) и хлорит-серицитовые(б) метасоматиты;

11 - условные границы зон метасоматитов;

12 - площади распространения вторичных кварцитов;

13 - промышленные рудные тела;

14 - выходы убогих медно-порфировых штокверков на поверхность; 15 - проекции промышленных рудных тел на поверхность;

16 - зоны с золото-полиметаллической минерализацией;

17 – скважины.

# Месторождение Бозшаколь.

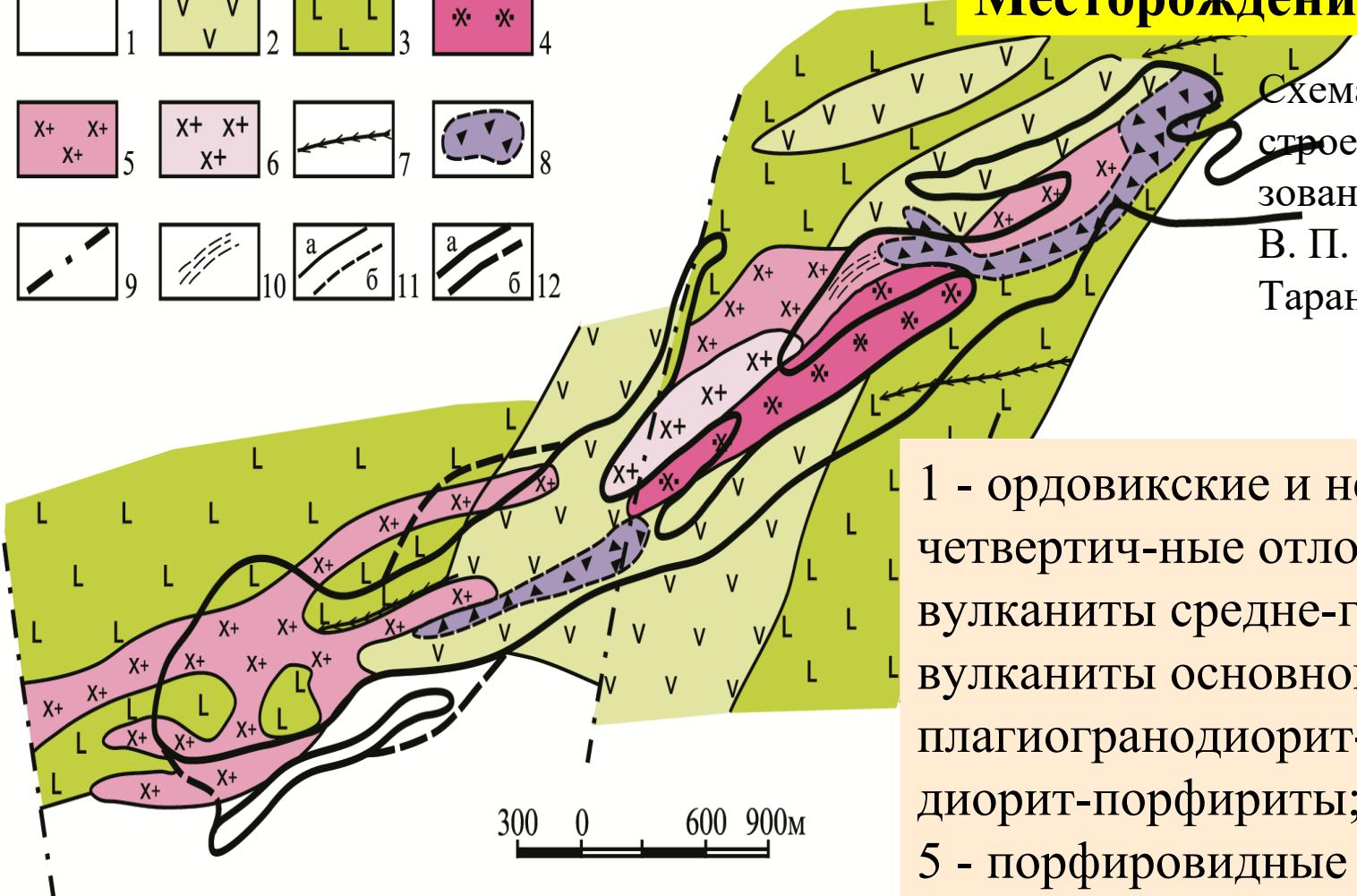
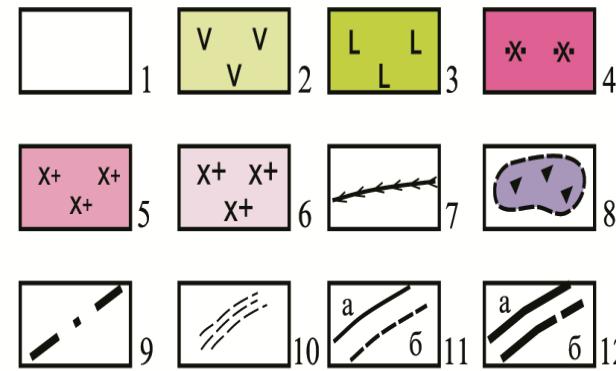


Схема геологического строения (с использованием материалов В. П. Седача и Н. А. Тарана)

1 - ордовикские и неоген-четвертичные отложения; 2 - вулканиты средне-го состава; 3 - вулканиты основного состава; 4 - плагиогранодиорит-порфиры, диорит-порфиры; 5 - порфировидные гранодиориты,

гранодиорит-порфиры с аплитовой основной массой; 6 - равномернокристаллические гранодиориты; 7 - диабазы, долериты, диориты; 8 - крупноглыбовые брекчии; 9 - тектонические нарушения; 10 - зоны рассланцевания пород; 11 - литологические (а) и условные (б) контакты; 12 - контуры рудных тел (а) и рассеянной рудной минерализации (б).

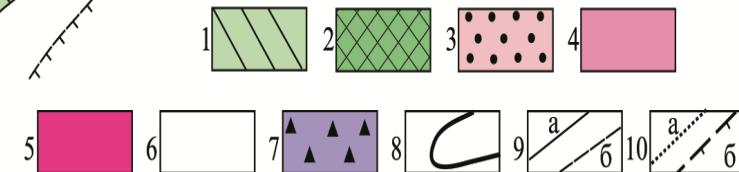
# Месторождение Бозшаколь.

УЧАСТОК ВОСТОЧНЫЙ

Схема распространения гидротермалитов (по Н. М. Жукову).



1-2 - гидротермалиты кислотной стадии:  
1 - хлоритизированные и серицитизированные породы,



2 - кварц-серицитовые метасоматиты;

3-5 гидротермалиты щелочной стадии:

3 - биотитизированные породы,

4 - калишпатизированные породы,

5 - кварцевый штокверк (кварцевое ядро)

6 - гидротермально неизмененные породы; 7 - крупноглыбовые брекчии;

8 - контур рудных тел; 9 - границы метасоматитов кислотной (а) и щелочной (б) стадий; 10 - границы крупноглыбовых брекчий (а) и послекембрийских образований (б).

**Жильные месторождения (плутоногенные гидротермальные)** – крупные объекты встречаются редко. В Казахстане (Жайсанское, Чатыркульское), Болгарии (Росен, Вырли Бряг), США (Магма, Бьютт) и в др. странах.

- Вмещающими породами являются **гранитоиды**, реже вулканогенные, осадочные и метаморфические породы.
- Оруденение приурочено, как правило, к трещинам скола.
- Рудные жилы, обычно крупные, прослеживаются в длину на сотни метров – первые километры, мощность их варьирует от 0,3 до 10 м и более.
- Главные рудные минералы: халькопирит и энаргит, второстепенные – магнетит, гематит, пирит, халькозин, борнит, молибденит. Руды формировались в несколько стадий. Близ земной поверхности они часто окислены.

**5. Вулканогенные гидротермальные месторождения.** К этой группе относятся *месторождения самородной меди* в эффузивах и субвулканических образованиях.

Они известны в США, Дании, Иране, России.

Характерными особенностями этого типа месторождений являются:

- 1) приуроченность их к вулканогенным толщам (базальтам и антезито-базальтам;
- 2) преимущественно пластообразная форма рудных тел;
- 3) простой минеральный состав руд – самородная медь в ассоциации с хлоритом, эпидотом, серицитом, цоизитом, кварцем, кальцитом, датолитом, реже халькозином.

## 6. Колчеданные месторождения (вулканогенно-осадочные медно-колчеданные)

Это, как правило, *среднетемпературные* образования *малых глубин*.

Месторождения пространственно связаны с малыми субвулканическими интрузиями кварцевых порфиров, гранодиорит-порфиров, дацитов и диабазов, которые в свою очередь, располагаются вдоль протяженных губинных разломов.

Промышленное оруденение развивается в благоприятных для метасоматического замещения толщах порфиритов и других пород, находящихся под экранами непроницаемых для растворения горизонтов (туффитов, силлов альбитофиров и др.).

Руды сложены *преимущественно пиритом* либо мельниковитом, суммарное содержание которых *достигает 80–90 %* от всей рудной массы.

Из других сульфидов развиты *халькопирит*, *сфалерит* либо вюрцит, пирротин, реже борнит, блеклые руды, галенит, гематит, самородное золото и серебро.

Руды содержат до 40 % **S**, 3–5 % **Cu** и 2–4 % **Zn**.

На большинстве медно-колчеданных месторождений отчетливо проявились процессы гипергенеза, обусловившие вертикальную зональность (сверху вниз):

1. зона гидрооксидов железа (железная шляпа), прослеживающаяся на глубину 10–15 м, иногда 30–40 м;
2. кварц-баритовая сыпучка (2–3 м);
3. пиритовая сыпучка (1–3 м);
4. зона вторичного сульфидного обогащения (50–100 м);
6. зона неизменных первичных руд.

Медно- и медно-цинково-колчеданные месторождения широко распространены: Россия (Алтай, Салаир, Тува), Казахстан, Киргизия); Испании (Рио-Тинто), Турции, Болгарии, Норвегии, Швеции (Болиден), Канаде (Кидд-Крик), США, Японии, Китае.

Классическим примером развития медно-колчеданных месторождений является Урал (уральский тип), где они наблюдаются на всем протяжении от Северного до Южного Урала включительно.

Медно-колчеданные месторождения Казахстана содержат около 28% общих запасов меди республики (м-ния Космурун, Лиманное, Приорское, Коктау («50 лет Октября») и др.). Они располагаются в основном в трех регионах - Мугалжарах, Чингизе и Иртышской зоне Рудного Алтая ((Cu-Zn) Орловское, Николаевское др.).

В Мугалжарах развиты месторождения уральского типа, связанные с магматическими формациями океанического и островодужного этапов геологического развития. В рудах практически отсутствует свинец.

Форма рудных тел преимущественно линзовидная. Околорудные изменения представлены хлорит-биотит-антофиллит-кордиеритовыми, серицит-кварцевыми, кварц-альбитовыми, кварц-хлоритовыми, хлорит-тальковыми метасоматитами.

*Гайское месторождение* приурочено к палеозойской вулканической купольной структуре, осложненной продольными и поперечными разрывными нарушениями.

Эффузивно-пирокластические живот-франские образования разделяются на две толщи: нижнюю рудовмещающую и верхнюю надрудную (рис. ....).

Гидротермальные кварц-серицитовые метасоматиты и оруденение приурочены к центральной части вулканического купола и сконцентрированы в пределах продольной тектонической зоны близмеридионального простирания.

Рудные тела (более 50) имеют разнообразную форму (линзовидную, жило-и штокообразную и более сложную).

Руды массивные, полосчатые и прожилково-вкрапленные. Среди них выделяются медные, медно-цинковые и серно-колчеданные. Главные минералы — пирит, халькопирит, сфалерит, блеклая руда и борнит. В небольшом количестве присутствует галенит.

## Геологический разрез Северного частка Гайского месторождения:

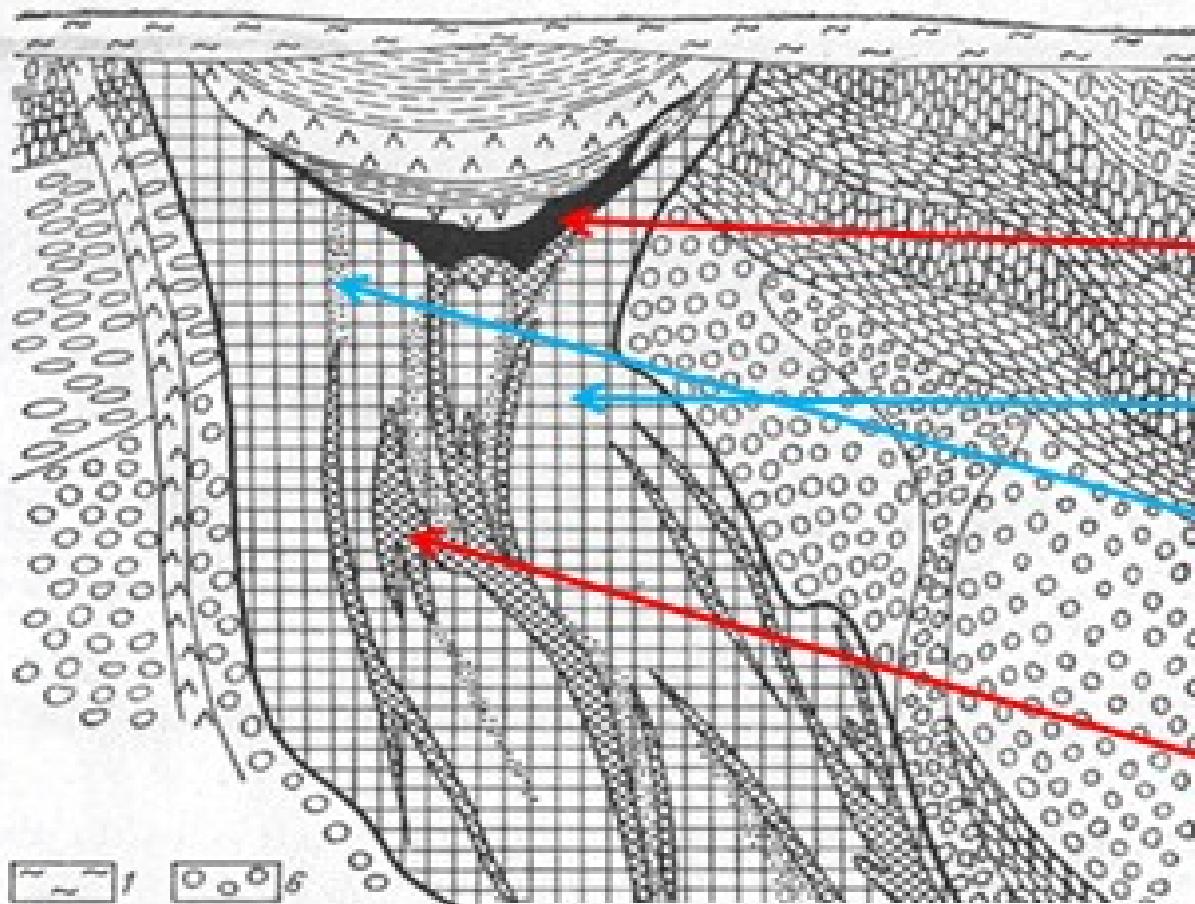
- 1—2 — верхняя (надрудная) толща:  
1 — лавы, туфы и агломераты пла-  
гиоклазовых и пироксен-плагио-  
клавозных диабазовых порфиритов,  
2 — слоистые переотложенные туфы  
смешанного состава;
- 3—5 — нижняя (рудовмещающая)  
толща:  
3 — туфы, туфоагломераты  
и туфобрекчики смешанного  
липарит-дацитового и анде-  
зит-дацитового состава  
4 — субвулканические квар-  
цевые липарит-дациты,  
5 — эксплозивные брекчи  
смешанного состава;
- 6 — диабазовые порфириты;  
7 — габбродиабазы  
8 — миндалекаменные диабазы;  
9 — кварц-серицитовые, серицит-  
кварцевые метасоматиты;  
10 — сплошные колчеданные руды;  
11 — вкрашенные руды;  
12 — разрывные нарушения;

3-9 рудовмещающая толща

1	2	3	4
5	6	7	8
9	10	11	12

# Приуроченность оруденения к вулканогенно-осадочной формации

## Медно-колчеданное месторождение Гай – стратовулкан с кальдерой



Богатые цинково-медно-колчеданные руды

Жерлобные вулканические вулканокластические породы

Те же самые, но гидротермально проработанные

Убогие медно-колчеданные руды

Схематизированный геологический разрез Гайского колчеданного месторождения:

1 — рыхлые мезо-кайнозойские отложения; 2 — крупнообломочные туфоизогломераты плагиопорфировых базальтов; 3 — лавы пироксен-плагиопорфировых базальтов; 4 — пегматито-брекчийные вулканокластические породы лимонитового состава; 5 — кварцевые риодито-дациты; 6 — обвалочные крупнообломочные агломераты андезито-дацитового состава; 7 — эпиложенные брекчии; 8 — порфирокластические агниевомагнетиты; 9 — поздние габбро-диабазы; 10 — шлаковые туфы плагиопорфировых базальтов; 11 — жерлобные вулканокластические и вулканогенные породы; 12 — участки тех же пород, подвергшиеся интенсивному гидротермальному преобразованию; 13 — убогие медно-колчеданные руды вулканогенно-метасоматического происхождения; 14 — богатые цинково-медно-колчеданные руды вулканогенно-осадочного происхождения

**Месторождение Рио-Тинто** расположено в Испании. Это одно из крупнейших в мире медно-колчеданных месторождений, разрабатывающееся уже **более 3000 лет** и давшее за это время более 5 млн т меди. представляет антиклиналь, образовавшуюся на месте вулканокупольной постройки.

Оно входит в состав так называемого Иберийского ртутного пояса, который представляет собой эвгеосинклинальный **тrog, выполненный вулканогенно-осадочными породами среднего палеозоя.**

Месторождение представляет антиклиналь, образовавшуюся на месте вулканокупольной постройки

Оруденение приурочено к пачке пирокластических пород кислого состава (рис. ...). Рудное тело обладает сложной формой:

вверху его выделяется **пластовая залежь массивных колчеданно-полиметаллических руд,**  
а ниже – находящийся под ней **штокверк прожилково-вкрапленных медно-колчеданных руд.**

Главные минералы колчеданно-**полиметаллических** руд: пирит, халькопирит, галенит и сфалерит; второстепенные – арсенопирит, пирротин, бурнонит, тетраэдрит и пиаргирит.

Содержание полезных компонентов составляет:

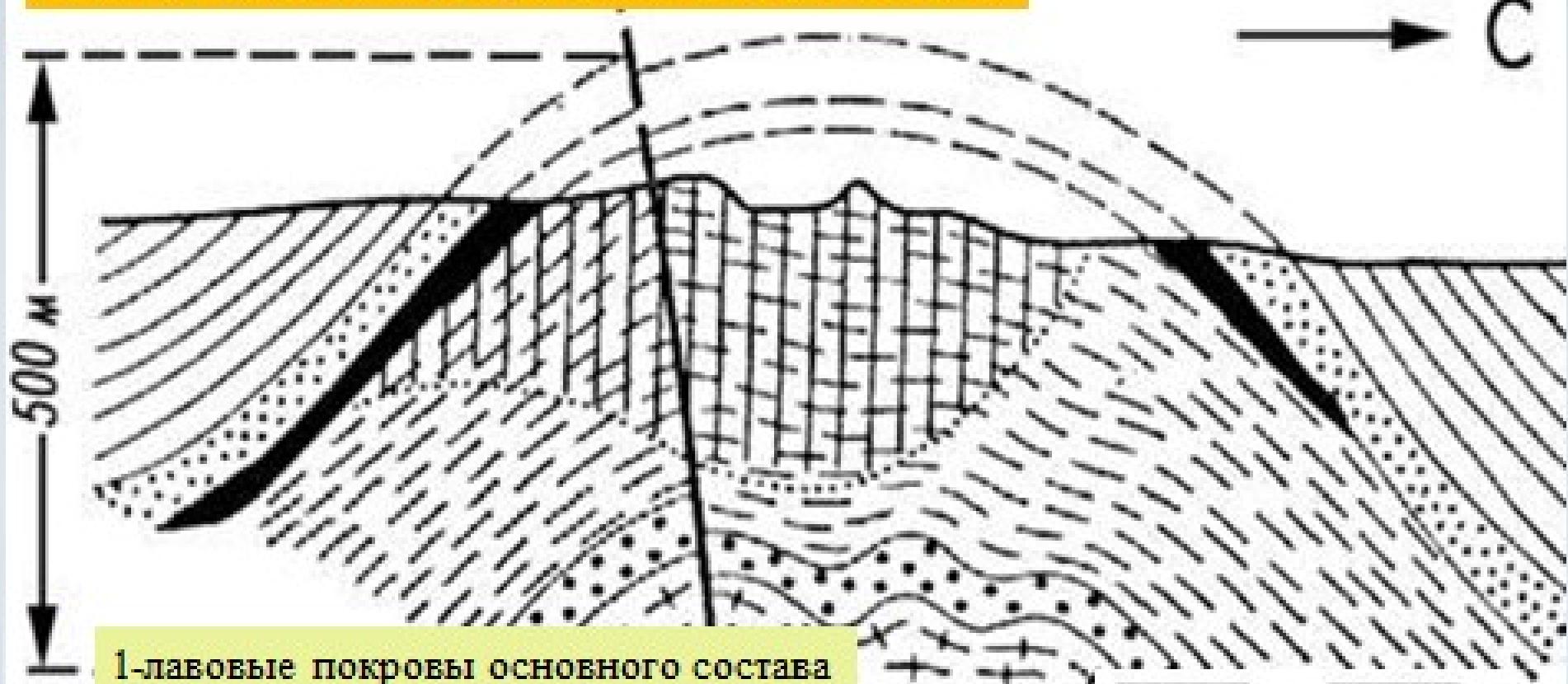
Cu 1 %, Pb 1 %, Zn 2 %.

**Медно-колчеданные** руды штокверков сложены в основном пиритом и халькопиритом.

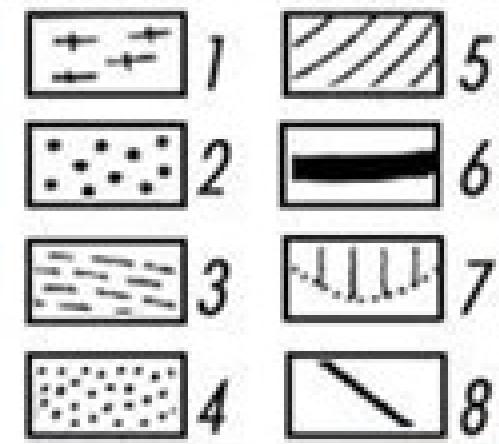
Для них характерны прожилково-вкрапленные и брекчевые текстуры.

Они также подвержены гипергенным изменениям, которые привели к образованию вторичных (халькозиновых) руд со средним содержанием меди 0,7 %.

# Схематический разрез м-ния Рио-Тинто

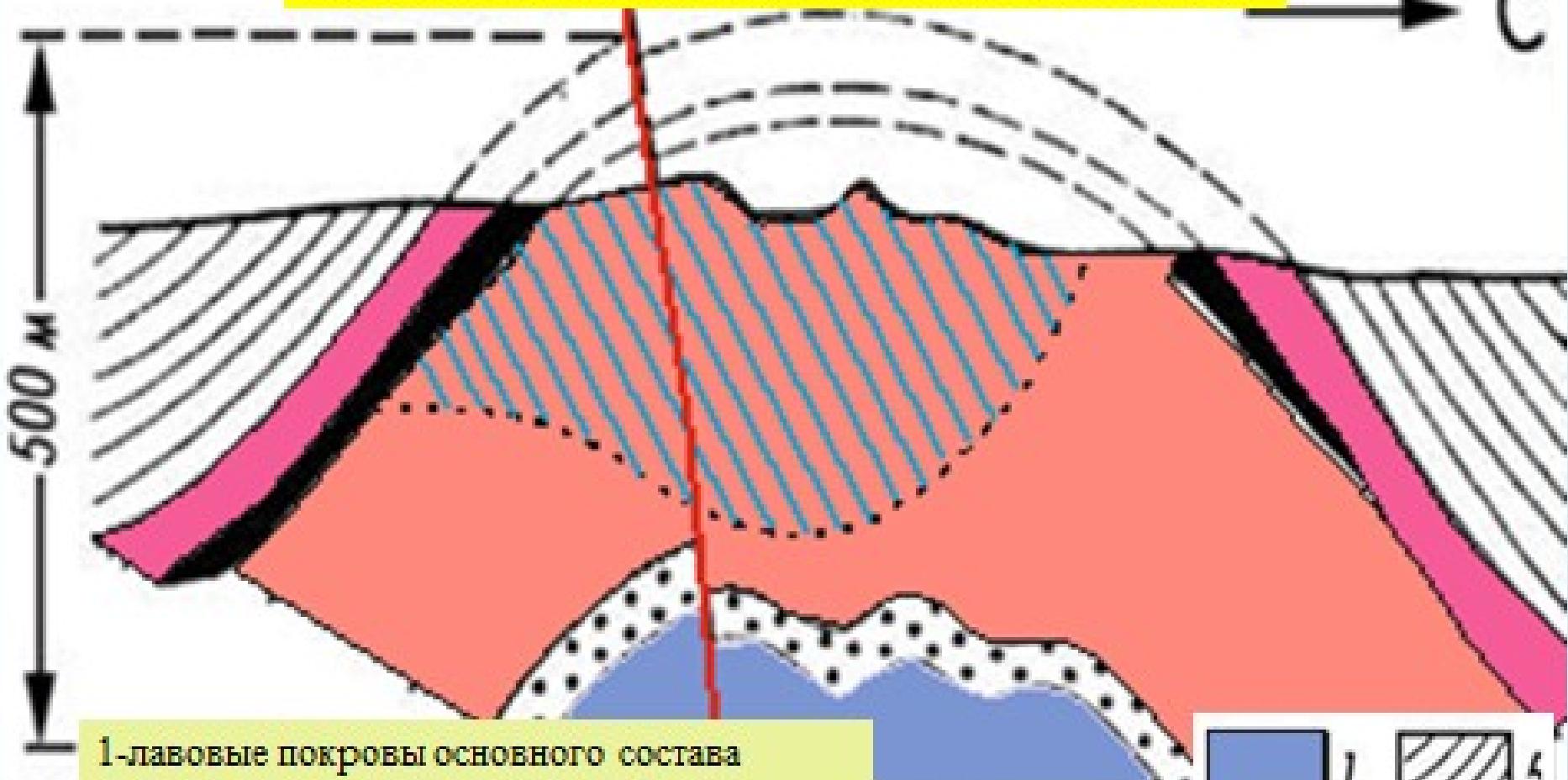


- 1-лавовые покровы основного состава
- 2- переходный слой с конгломератами
- 3- лавовые покровы кислого состава
- 4-Туфы кислого состава
- 5- грауваки, сланцы
- 6- массивная колчеданная руда
- 7- рудный штокверк
- 8- пострудный сброс

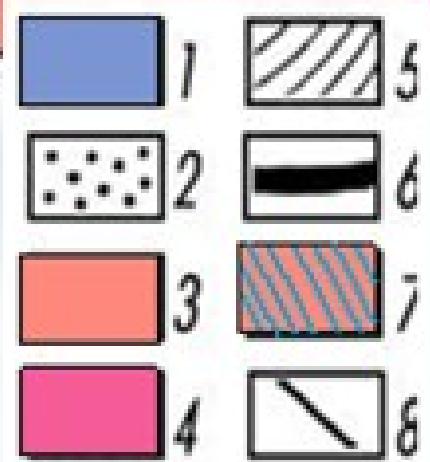


# Схематический разрез м-ния Рио-Тинто

С



- 1-лавовые покровы основного состава
- 2- переходный слой с конгломератами
- 3- лавовые покровы кислого состава
- 4- Туфы кислого состава
- 5- грауваки, сланцы
- 6- массивная колчеданная руда
- 7- рудный штокверк
- 8- пострудный сброс



## 7. Стратиформные месторождения

представляют собой важный промышленный тип, концентрирующий значительные запасы медных руд. Они сформировались на заключительных стадиях геосинклинального режима и в платформенных условиях.

Основными характерными особенностями стратиформных месторождений являются:

- 1) приуроченность **к пестроцветным формациям** складчатых областей и платформ;
- 2) развитие их в областях, где выходы кислых **изверженных пород отсутствуют**;
- 3) преимущественная приуроченность оруденения **к синклинальным прогибам**, нередко осложненным антиклинальными поднятиями;
- 4) развитие оруденения в пластах **с повышенными коллекторскими свойствами** (пористость, трещиноватость, кавернозность);

- 5) повышенное содержание в породах органического вещества;
- 6) преобладание пластовых рудных тел;
- 7) резкое доминирование рудных минералов над жильными;
- 8) незначительная роль в парагенезисе пирита при основном развитии халькозина, борнита.

Кроме меди, в рудах содержатся попутные компоненты:

Pb, Zn, Ag, иногда Co и U.

Вмещающие породы изменены слабо, обычно карбонатизированы и окварцовены.

Стратиформные месторождения известны в Казахстане (Жезказганское), России (Удоканское), Заире (Комото, Мусоши), Замбии (Чамбиши, Нчанга, Роан-Антилоп), Афганистане (Айнак), Германии (Мансфельд) и других странах.

## **Жезказганское месторождение** (рис. ...).

В рудном районе обнажены верхнепалеозойские (карбон-пермь) осадочные породы, слагающие синклинальную складку меридионального направления, осложненную разрывными нарушениями северо-восточного простирания.

Жезказганская рудоносная толща разделяется на две свиты: таскудукскую и жезказгансскую. В составе этих свит выделяются соответствующие рудоносные горизонты и рудные залежи.

Оруденение многоярусное. Пластообразные рудные тела приурочены к **горизонтам серых полимиктовых песчаников**.

Основное значение для локализации оруденения имеют брахискладки сундучного типа с зонами дробления.

Рудные тела представлены пластами. Угол падения рудных тел до  $8^\circ$ , во флексуре  $35-90^\circ$ .

Околорудные изменения – окварцевание, серицитизация, альбитизация и карбонатизация.

Основную массу руд месторождения составляют ***первичные сульфидные руды.***

***Вторичные (окисленные и смешанные)*** руды распространены в приповерхностных частях залежей до глубины 20-60 м и составляют небольшую часть запасов месторождения.

Первичные руды подразделяются на следующие технологические типы:

***медные, комплексные*** (медно-свинцовые, медно-свинцово-цинковые, медно-цинковые) и ***свинцово-цинковые.***

Рудные тела четких геологических границ не имеют, контуры их определяются опробованием.

Средняя мощность рудных тел изменяется от 4-5 до 20 м.

Руды Жезказганского месторождения комплексные:

- главный полезный компонент - медь,
- существенное значение имеют также свинец и цинк,
- а из примесей серебро, рений и осмий;

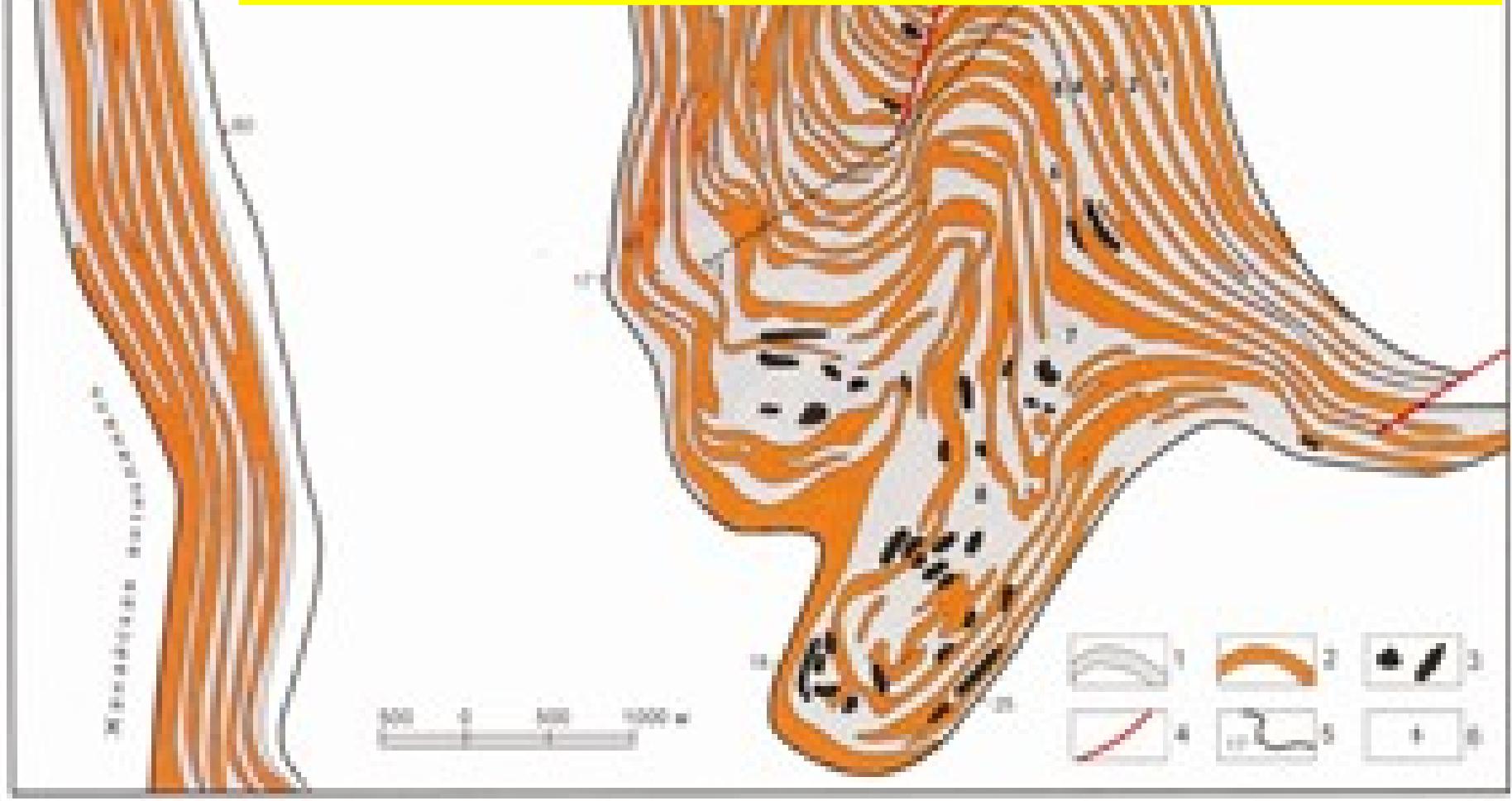
в незначительных количествах присутствуют мышьяк, кадмий, висмут, кобальт, ртуть, золото, никель и молибден.

Минеральный состав руд сравнительно прост.

Основная масса меди ***сконцентрирована в халькопирите, борните и халькозине.***

Свинцовая минерализация представлена галенитом, а цинковая - сфалеритом

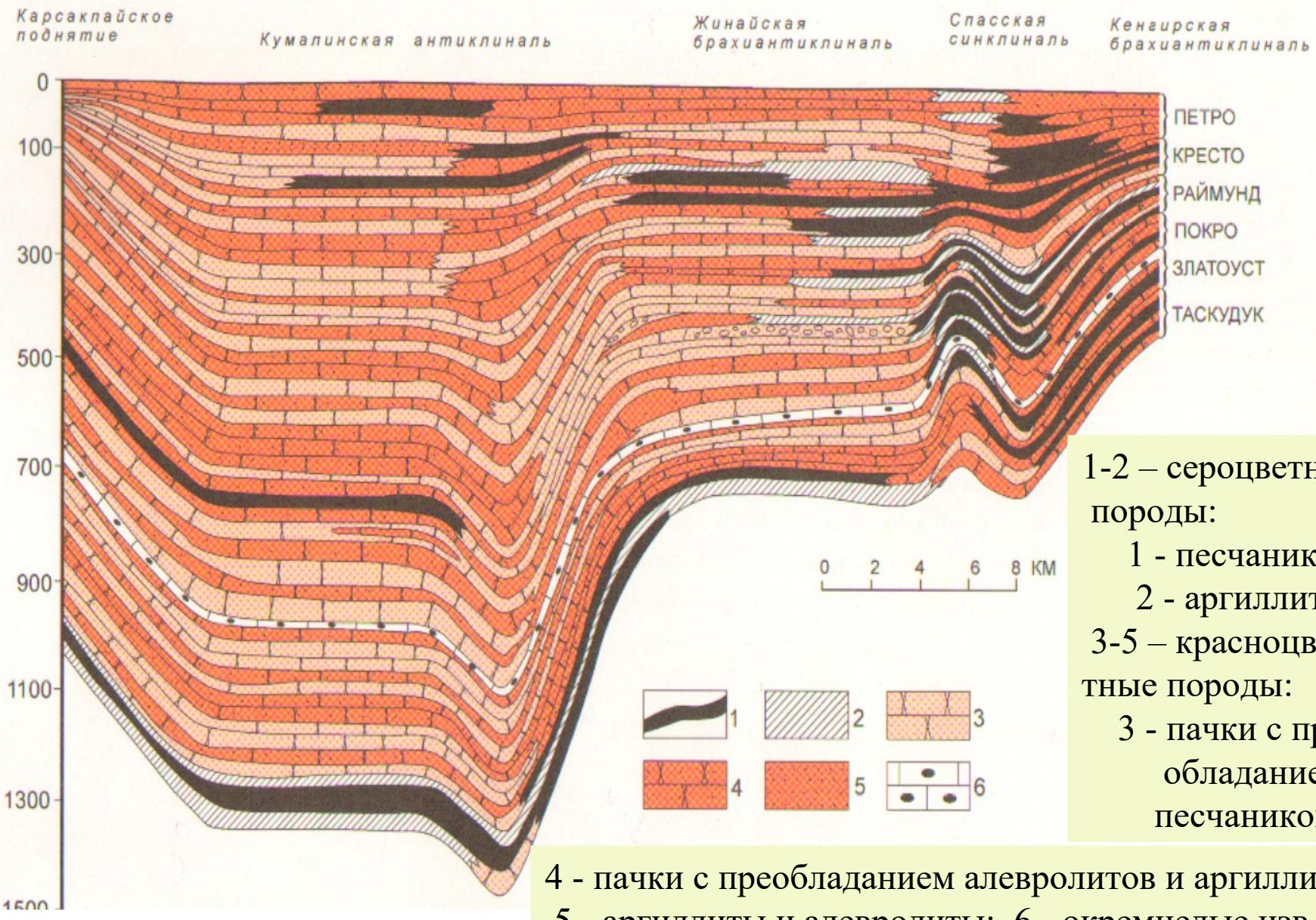
# Геологическая карта месторождения Жезказган



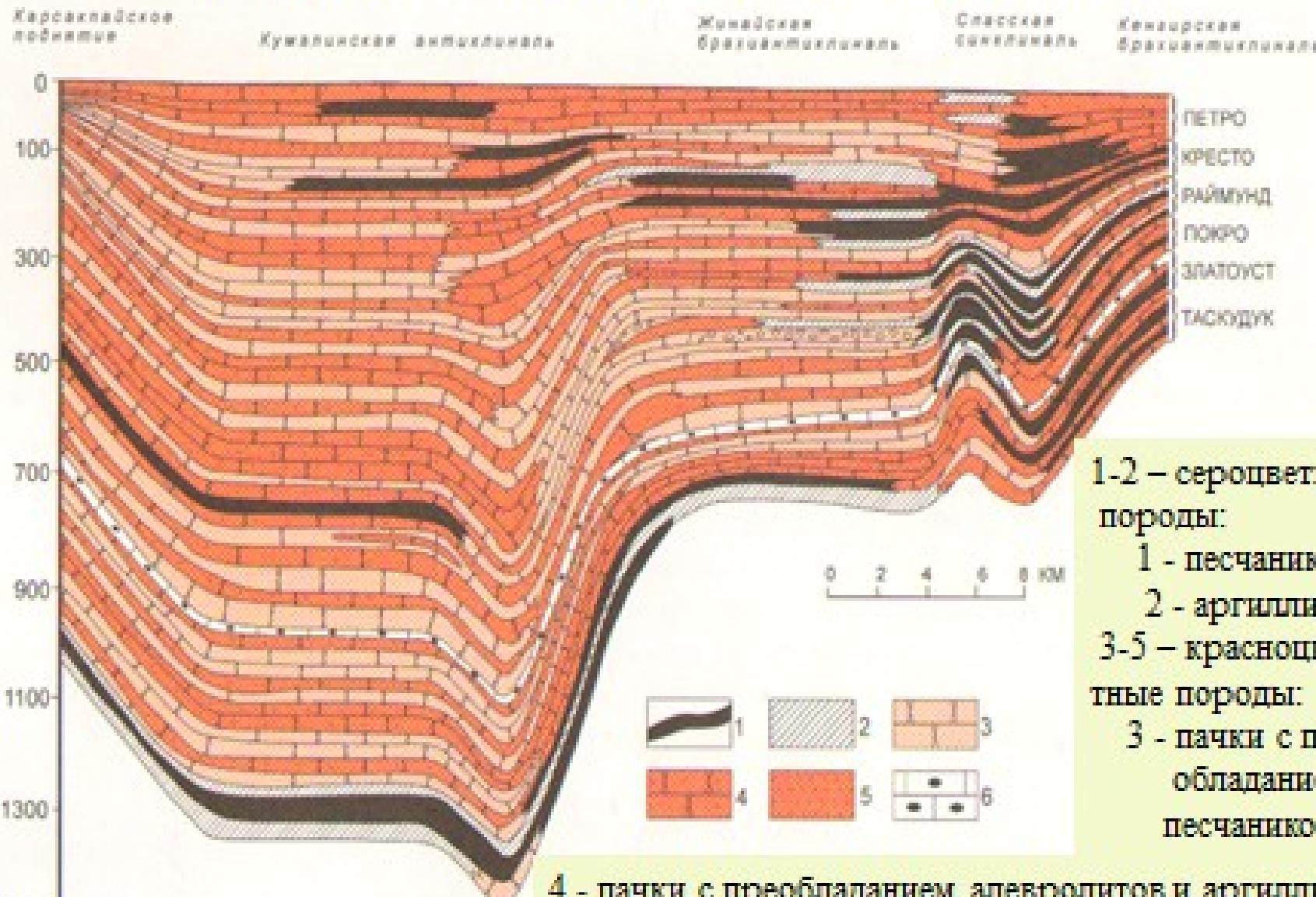
1-сероцветные песчаники,  
аргиллиты, 3-выходы рудных тел на поверхность, 4-разломы,  
5-нижняя и верхняя границы жезказганской рудоносной толщи с элементами  
залегания, 6-номера рудных горизонтов.

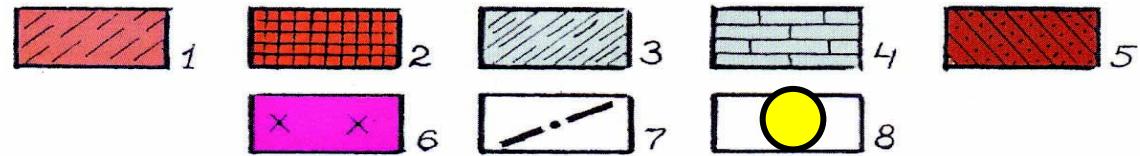
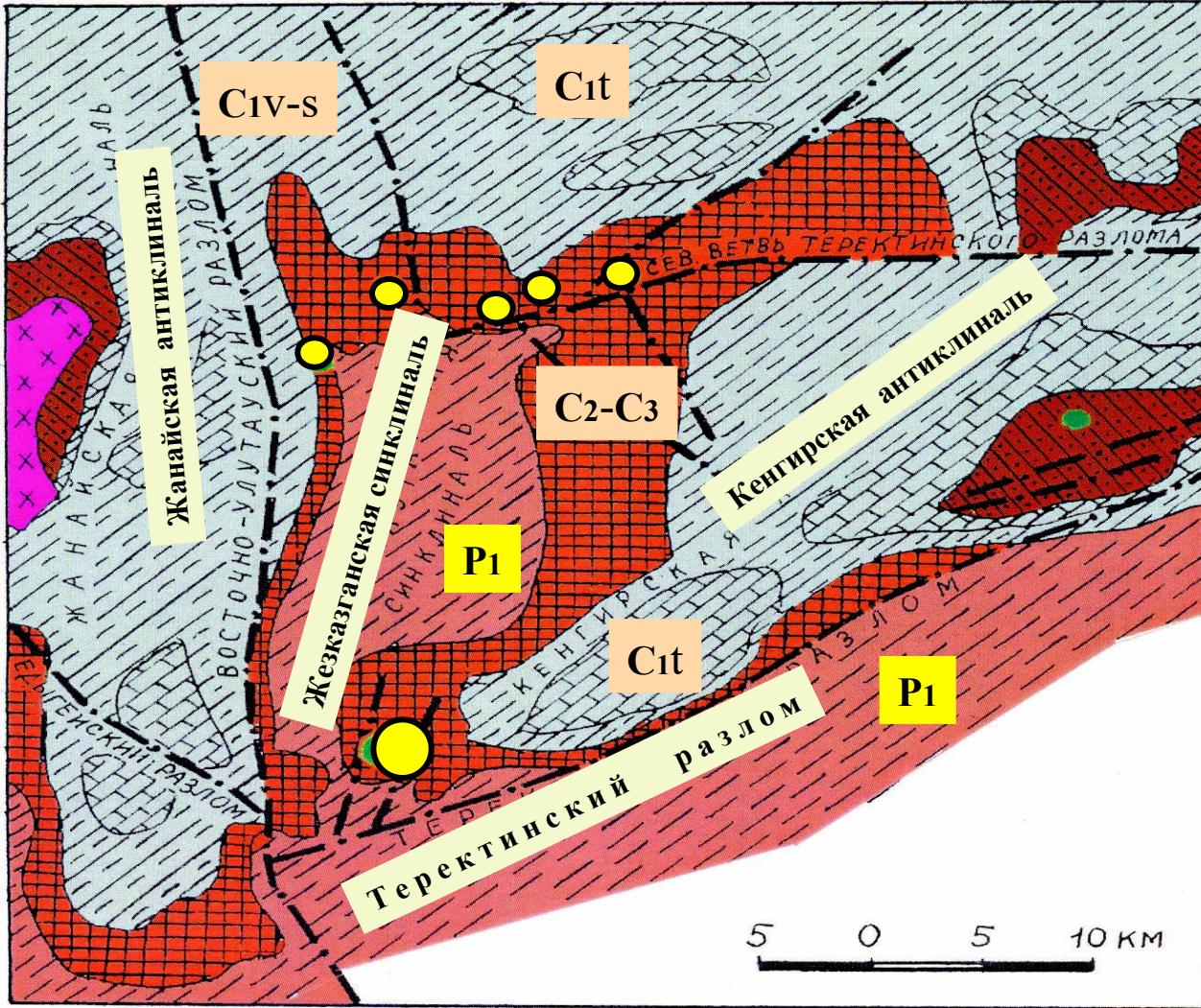
2-красноцветные песчаники, алевролиты,

# Литофациальный профиль рудоносных свит вкрест Кумолинской и Спасской синклиналей Жанайской и Кенгирской антиклиналей



# Литофациальный профиль рудоносных свит вкрест Кумолинской и Спасской синклиналей Жанайской и Кенгирской антиклиналей

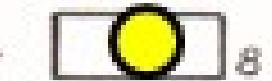
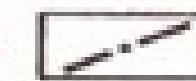
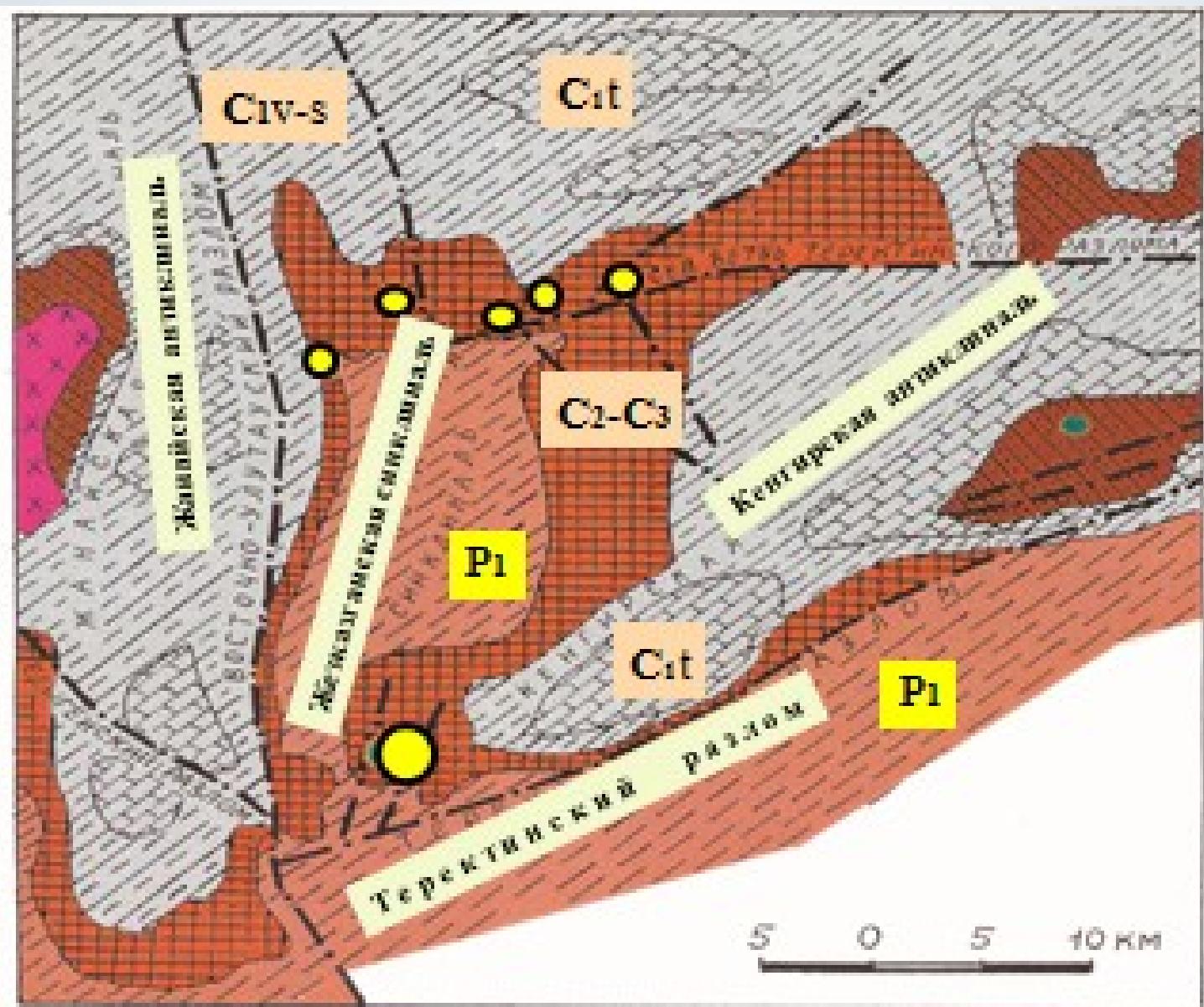




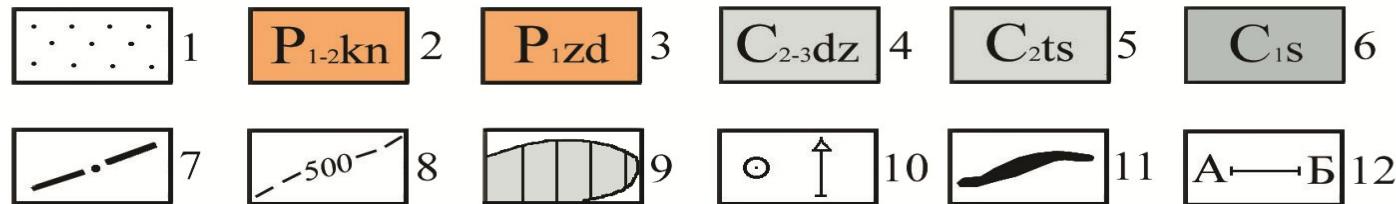
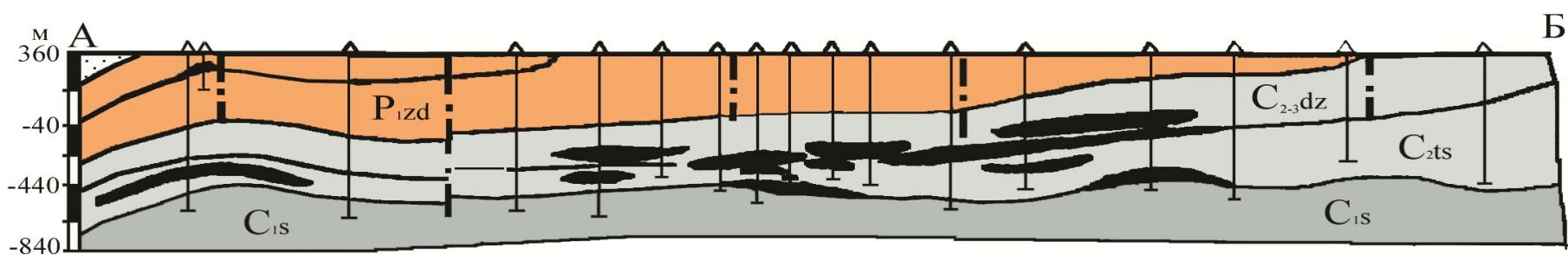
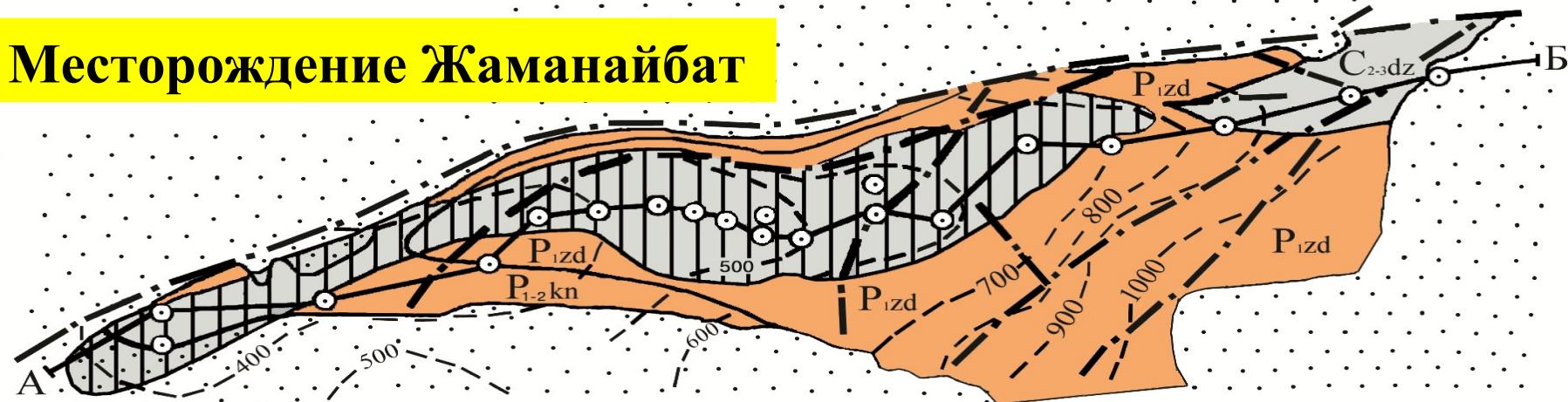
## Схема геолого-тектонического строения Жезказганского района

- 1 – красные алевролиты, песчаники и известняки P1;
- 2 – серые и красные песчаники и алевролиты жезказганской продуктивной толщи C2-C3;
- 3 – серые известняки, песчаники, алевролиты и аргиллиты C1v-s;

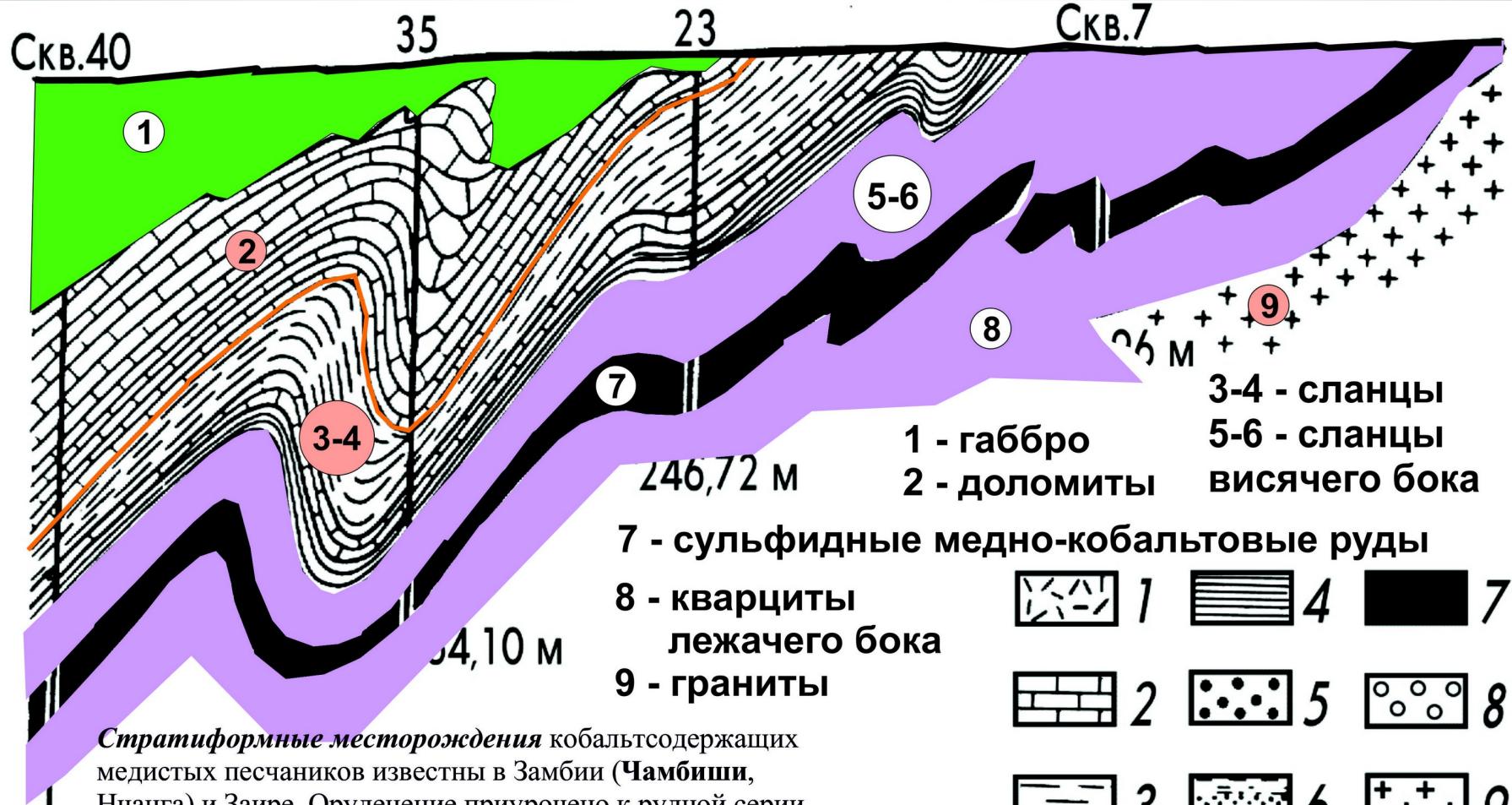
4 – серые известняки, доломиты, мергели C1t; 5 – красные песчаники и сланцы, конгломераты D; 6 – гранодиориты; 7 – разломы; 8 – м-ния и рудопроявления



# Месторождение Жаманайбат



(1 – мезо-кайнозойские отложения; 2 – кенгирская свита; 3 – жеделисайская свита; 4 – джезказганская свита; 5 – таскудукская свита; 6 – серпуховский ярус; 7 – разрывные нарушения; 8 – изопахиты отложений таскудукской и джезказганской свит; 9 – границы рудного поля; 10 – скважины в плане и на разрезе; 11 – рудные залежи; 12 – линия разреза.



*Стратиформные месторождения* кобальтсодержащих медистых песчаников известны в Замбии (Чамбиши, Нчанга) и Заире. Оруденение приурочено к рудной серии системы Катанга (*верхней протерозой*).

Они приурочены к Катанга-Родезийскому меденосному поясу. Кроме меди и кобальта в них присутствуют в промышленных концентрациях цинк, платина, кадмий, германий, серебро, уран и другие полезные компоненты.

Разрез месторождения  
Чамбиши

**Казахстан** занимает одно из ведущих мест в мире по запасам медных руд. Балансом утверждено 30 месторождений. Среди них **уникальное** по запасам и набору полезных ископаемых месторождение **Жезказган**.

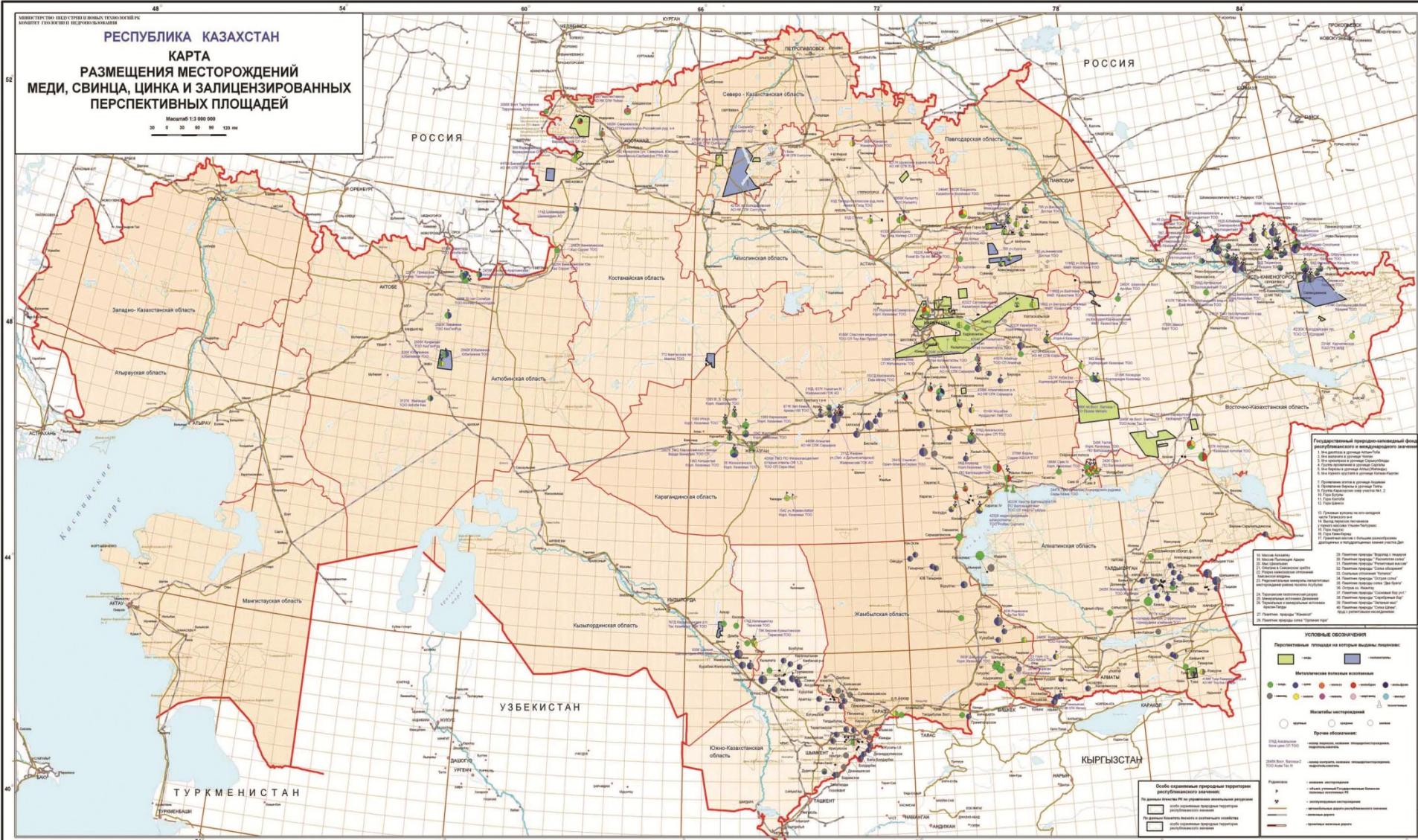
К крупным относятся месторождения **Коунрад, Актогай, Айдарлы, Жаман-Айбат, Бозшаколь, Коксай, Каскырмыс, Нурказган (Самарское)**.

Из общего количества около 70 месторождений собственно меднорудных 30, остальные относятся к комплексным, медьсодержащим.

Основными геолого-промышленными типами медных месторождений (по добыче) являются месторождения

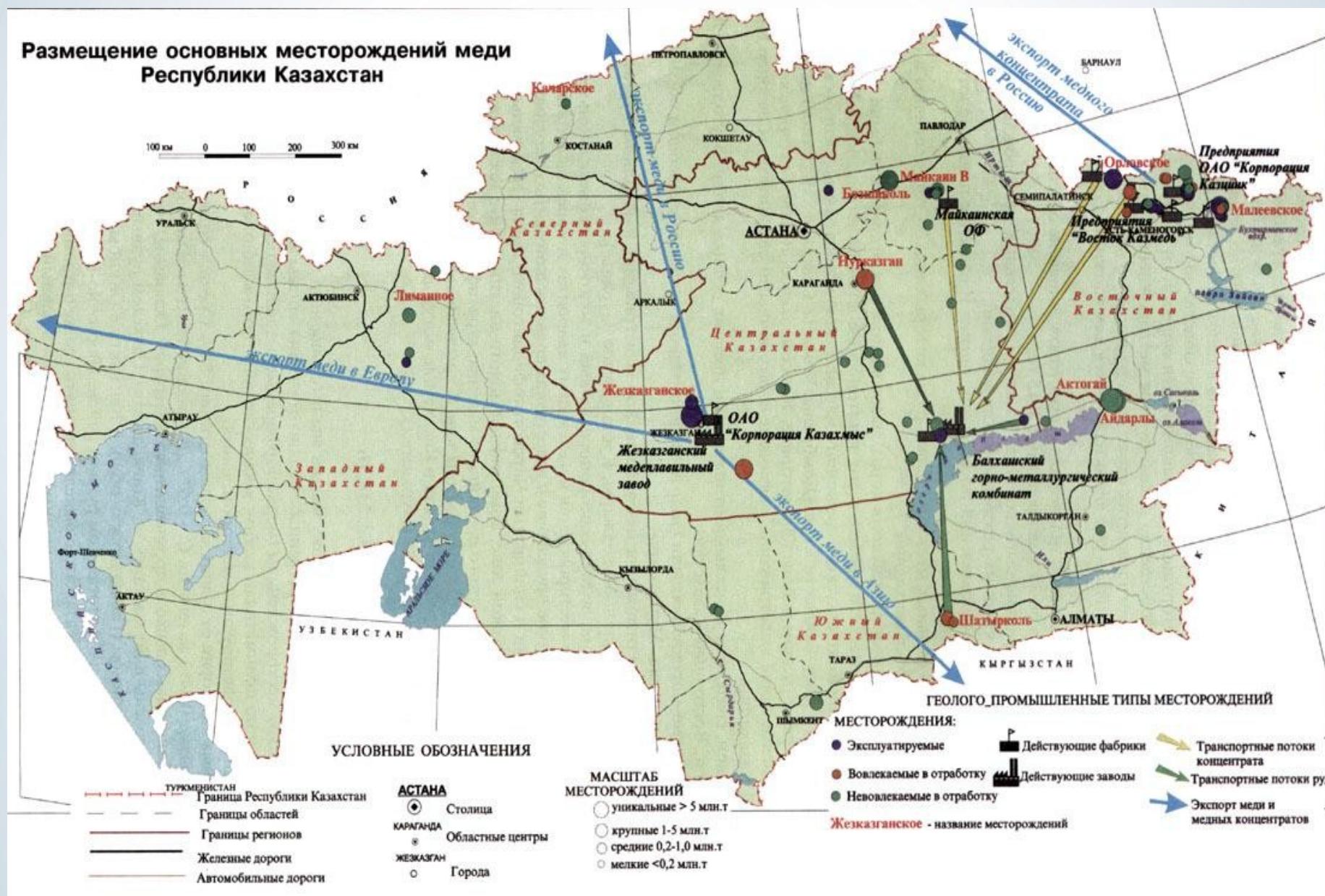
**медистых песчаников (58 %),**  
**медио- колчеданные (17,1 %),**  
**медио-порфировые (8,2 %),**  
**скарновые (4,2 %) и др.**

# Карта размещения месторождений меди, свинца, цинка и лицензированных перспективных площадей



## Схема размещения месторождений меди в Казахстане по регионам

## Размещение основных месторождений меди Республики Казахстан





Строение рудоносной толщи Центрального Жезказгана (по С.Ш.Сейфулину, Н. Н. Нуралину, Л. В. Копяткевич, К. Д. Джаминову)

Свита	Рудонос. горизонт	Колонка	Слой	Залежь	Запасы (%) от общих по месторождению				
					Cu	Pb	Zn	Ag	Re
Джезказганская	ПЕРЕХОД-НЫЙ, 60м	D-28							
					1,1	1,2	1,1	0,9	0,6
	№ 9, АННЕНСКИЙ, 66м	D-27	9-IV		6,0	2,3		4,9	1,8
			9-III					1,9	0,8
	№ 8, АКЧИЙ, 41м	D-26	D-25	9-I	7,0	0,3		4,4	4,8
			D-24		2,7			2,2	3,2
			D-23	8-II					
	№ 7, КРЕСТО, 69м	D-22	D-21	8-I	6,7	0,7	0,7	3,9	7,0
			D-20						
Таскудукская	№ 6, ВЕРХНИЙ РАЙМУНД, 57м	D-19	D-18	7-III	1,4			0,8	0,4
			D-17	7-II	1,0			1,2	0,8
	№ 5, СРЕДНИЙ РАЙМУНД, 60м	D-16	D-15	7-I	5,9	1,9	2,8	5,7	4,2
			D-14						
	№ 4, НИЖНИЙ РАЙМУНД, 39м	D-13	D-12	6-III	0,5	0,2	1,5	0,6	0,2
			D-11	6-II	7,0	3,3	5,6	8,5	9,9
	№ 3, ПОКРО, 42м	D-10	D-9	6-I	9,6	5,9	5,8	12,1	9,8
			D-8						
Джезказганская рудоносная толща	№ 2, ЗЛАТОУСТ, 79м	D-7	D-6	5-III	0,2	0,1			0,2
			D-5	5-II	3,3	3,0	2,6	3,8	3,4
	№ 1, ТАСКУДУК, 136м	D-4	D-3	5-I	7,1	13,3	12,0	8,8	12,2
			D-2						
	№ 3, ПОКРО, 42м	T-16	T-15	3-III	1,2	2,3	2,5	1,1	2,4
			T-14	3-II	6,4	6,8	4,0	14,7	2,5
	№ 2, ЗЛАТОУСТ, 79м	T-13	T-12	3-I	2,5	3,1	5,2	3,0	3,5
			T-10	2-III	1,7	0,6	0,8	0,1	0,2
	№ 1, ТАСКУДУК, 136м	T-9	T-8	2-II, I	2,5	3,2	3,7	1,1	3,6
			T-7	1-II, I	3,0	10,0	25,3	2,0	6,9
			T-6						
			T-5						
			T-4						
			T-3						
			T-2						
			T-1						



1 - красные песчаники, алевролиты, аргиллиты; 2 - серые песчаники; 3 - раймундовские конгломераты; 4 - окремненные известняки; 5 - рудные залежи и их номера

С ПАСИБО  
ЗА  
ВНИМАНИЕ