

**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, теннантит, куприт, тенорит, 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	$3\text{Cu}_2\text{S}(\text{Sb}, \text{As})_2\text{S}_3$
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.***

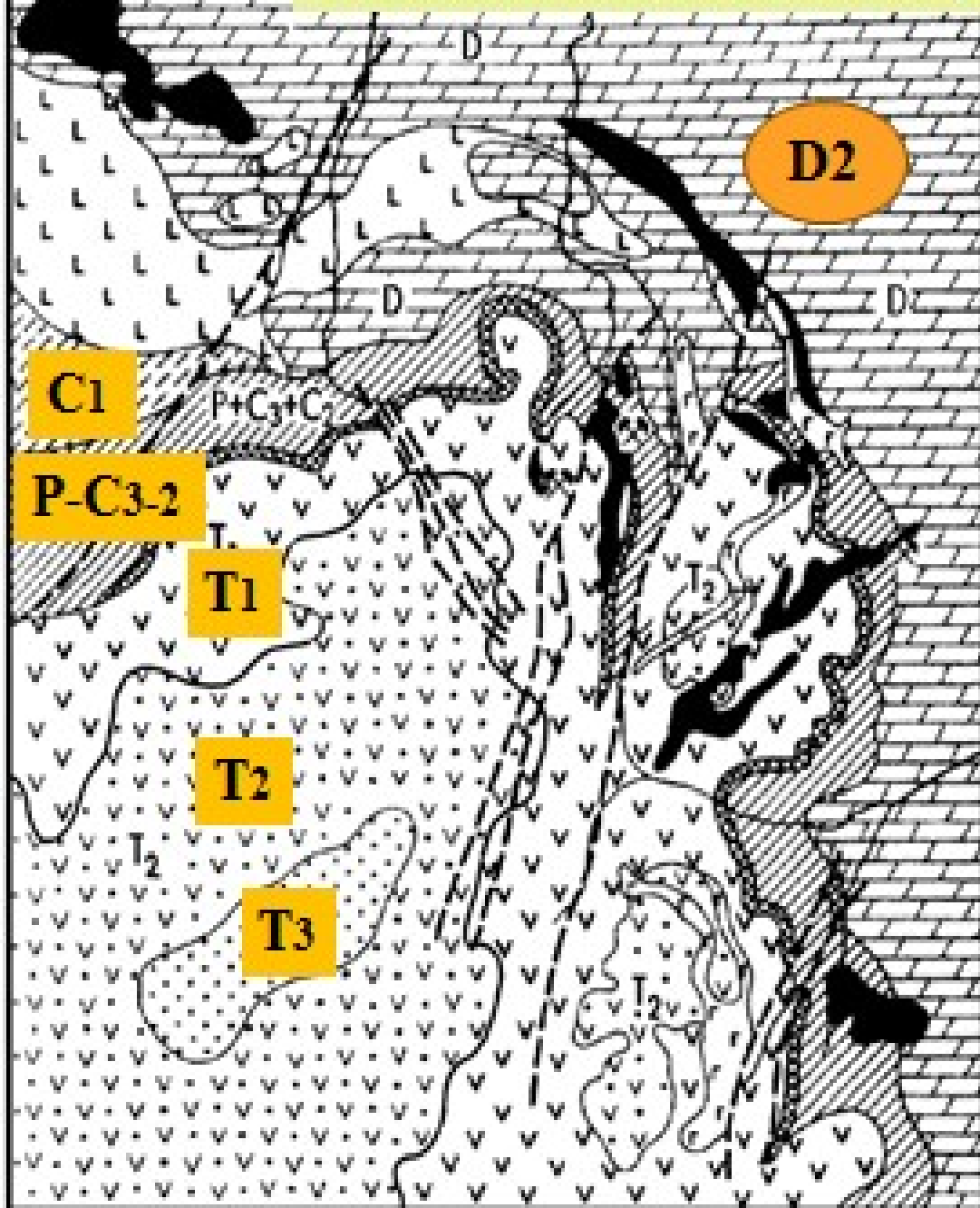
В основании комплекса пород, слагающих Норильское плато, залегают осадочные известково-глинистые и мергелистые ***породы девона,*** которые с несогласием перекрываются песчано-глинистыми образованиями ***среднего карбона–верхней перми,*** известные под названием тунгусской серии. Мощность этой серии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

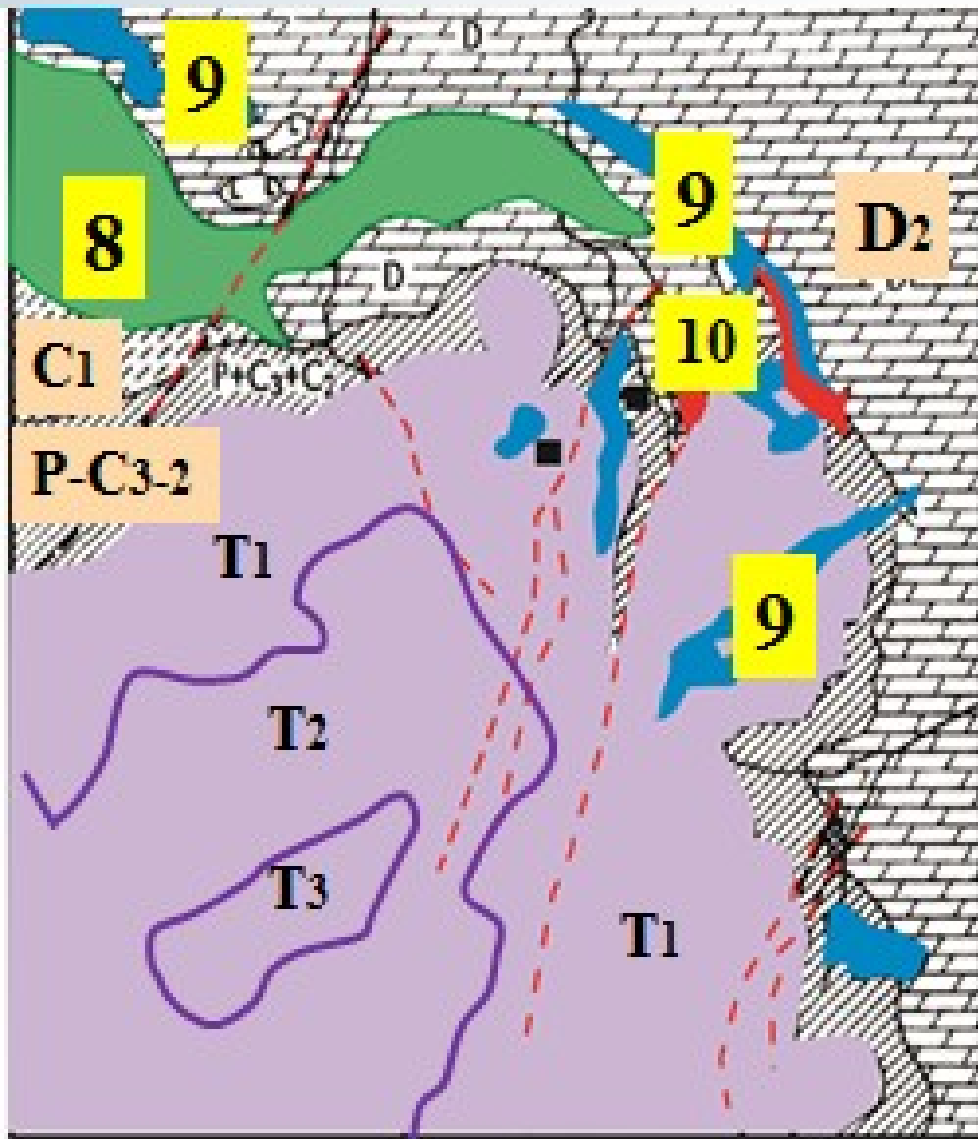
В районе Норильска имеются месторождения медно-никелевых руд – Норильское-1, Талнахское, Октябрьское и др.

# Геологическая схема Норильского рудного района



- |  |    |                                 |
|--|----|---------------------------------|
|  | 1  | 1-4 лавы: 1- третьего,          |
|  | 2  | 2 – второго, 3 - первого        |
|  | 3  | <i>циклов триаса</i>            |
|  | 4  | 4 – лавы <i>пермского</i> цикла |
|  | 5  | 5-7 осадочные породы:           |
|  | 6  | 5 - верхнего палеозоя           |
|  | 7  | 6 - нижнего карбона,            |
|  | 8  | 7 – девона                      |
|  | 9  | 8 – долериты и габбро-          |
|  | 10 | долериты второго                |
|  | 11 | триасового цикла;               |
|  | 12 | 9 – дифференцированные          |
|  | 13 | габбро-диабазы второго          |
|  | 14 | триасового цикла;               |
|  | 15 | 10 – габбро-долериты            |
|  | 16 | третьего триасового             |
|  | 17 | цикла;                          |
|  | 18 | 11 – сбросы;                    |
|  | 19 | 12 – медно-никелевые            |
|  | 20 | 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 – медно-никелевые месторождения

F-C-D осадочный комплекс верхнего палеозоя

T Лавы вулканических циклов триаса и перми

8 долериты и габбро-долериты 2-го триасового цикла

9 дифференцированные габбро-диориты 2-го триасового цикла

10 габбро-долериты 3-го триасового цикла

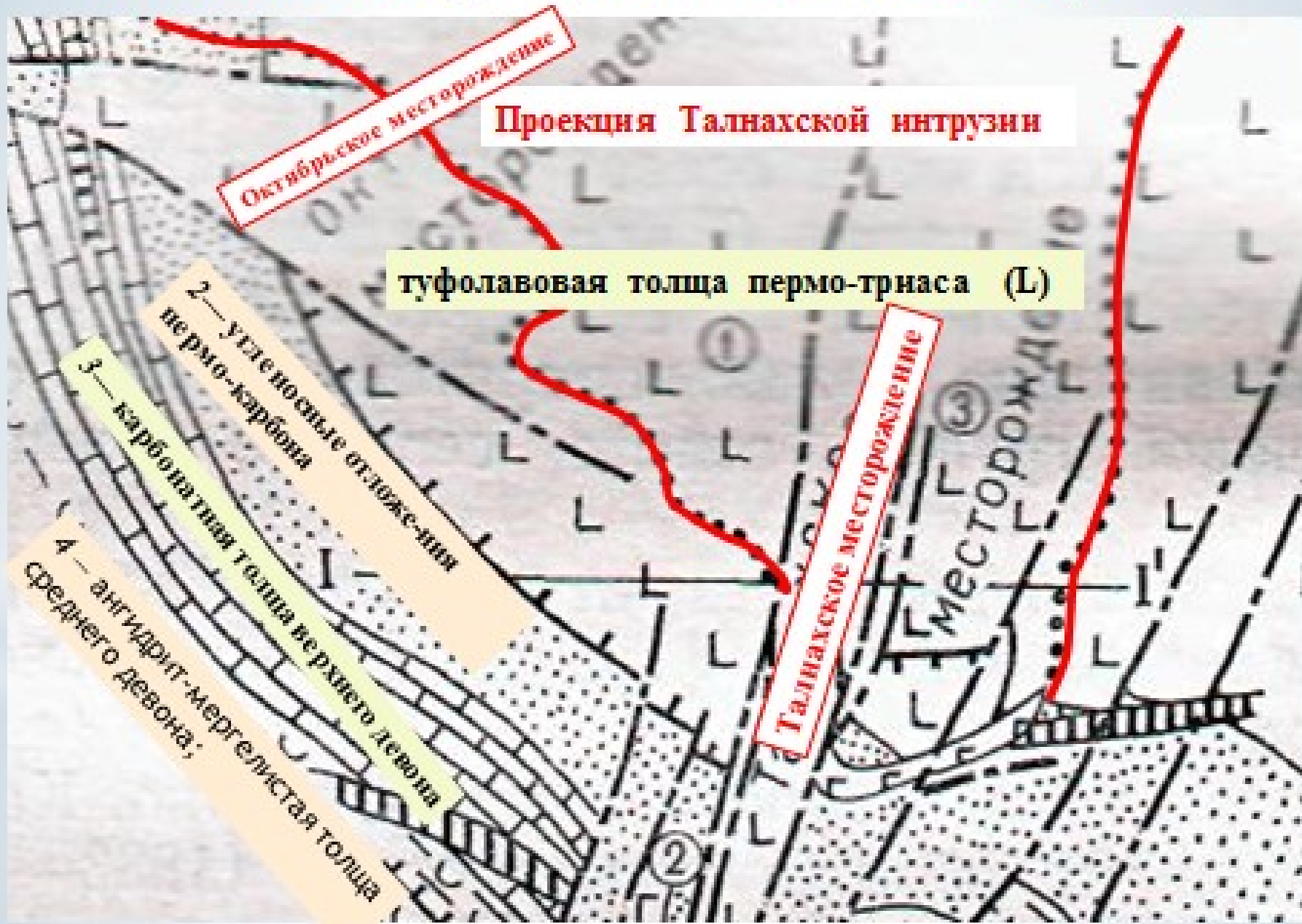
■ медно-никелевые месторождения

**Талнахское и Октябрьское** месторождения расположены на юго-западном склоне плато Хараелах 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 (пермские отложения тунгусской серии), а Октябрьское находится в нижнем рудоносном горизонте (карбонатно-глинисто-ангидритовые породы нижнего и среднего девона).

**Расслоенная рудоносная интрузия (Талнахское м-ние)** расположена **на границе** туфолавовой 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



# Талнахское месторождение. Разрез по линии



туфолавовая толща пермо-триаса

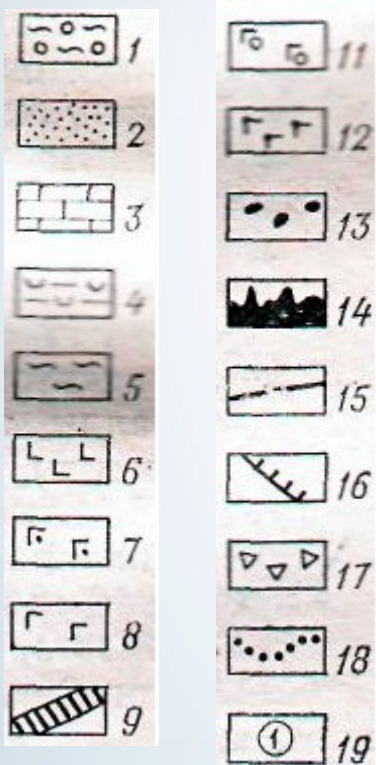
мергелистая толща среднего девона

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 — туфолавовая толща пермо-триаса; 7—долериты и микродолернты (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, А — Хараелахская



**Месторождения района Садбери (Канада)** — крупнейшее в мире. За 93 гола 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**.

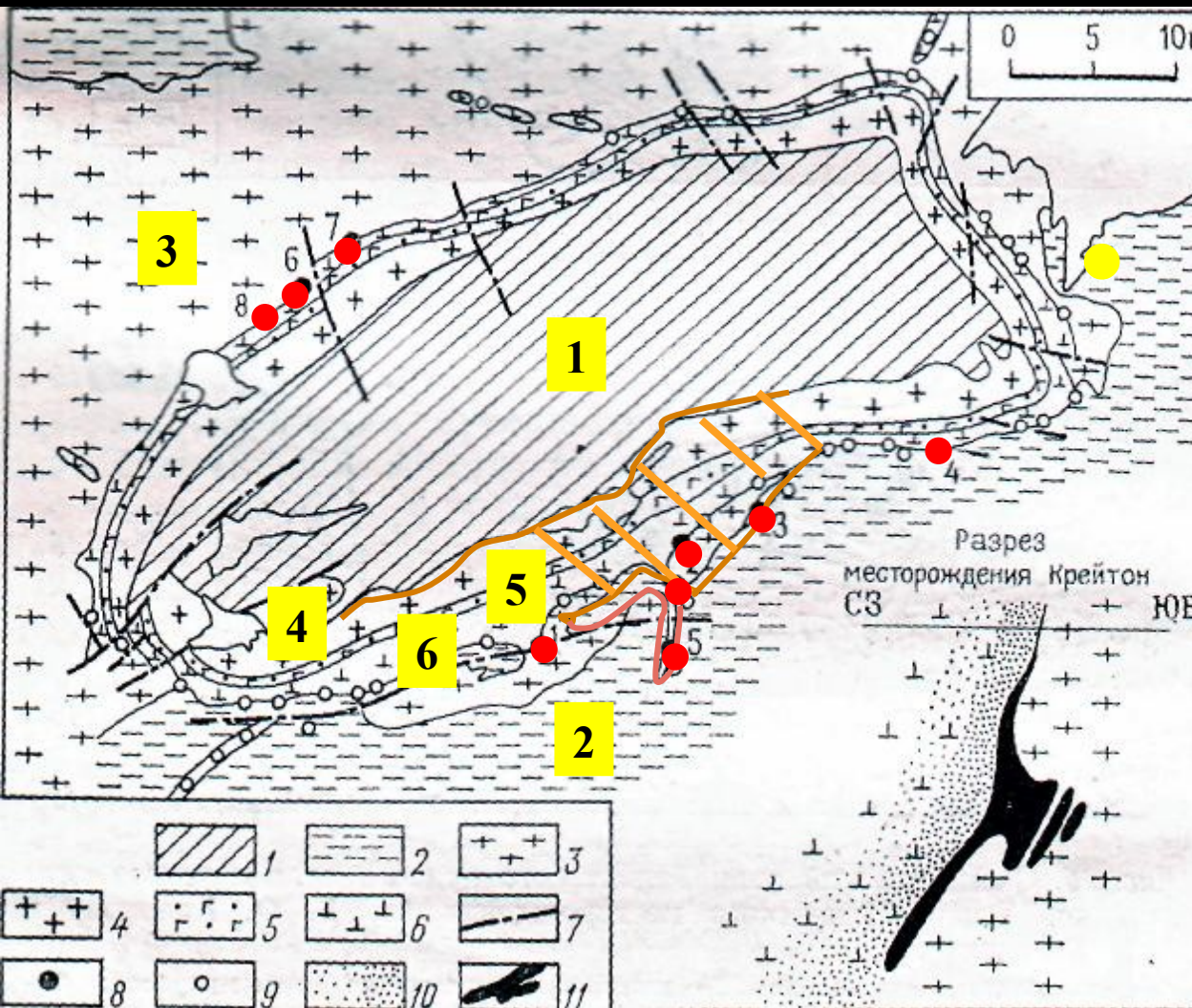
Месторождения приурочены к лополитоподобному интрузиву. Строение интрузии зональное, сложено оно норитами, кварцевыми габбро и гранофирами .

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 - Крейттон, 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



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 — Онэпэтин, 6 — Онэпэтинг; 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, Глафиринское),

в Казахстане - Саяк I,  
США, Мексике и др.

В качестве примера охарактеризуем месторождение *Саяк I*.

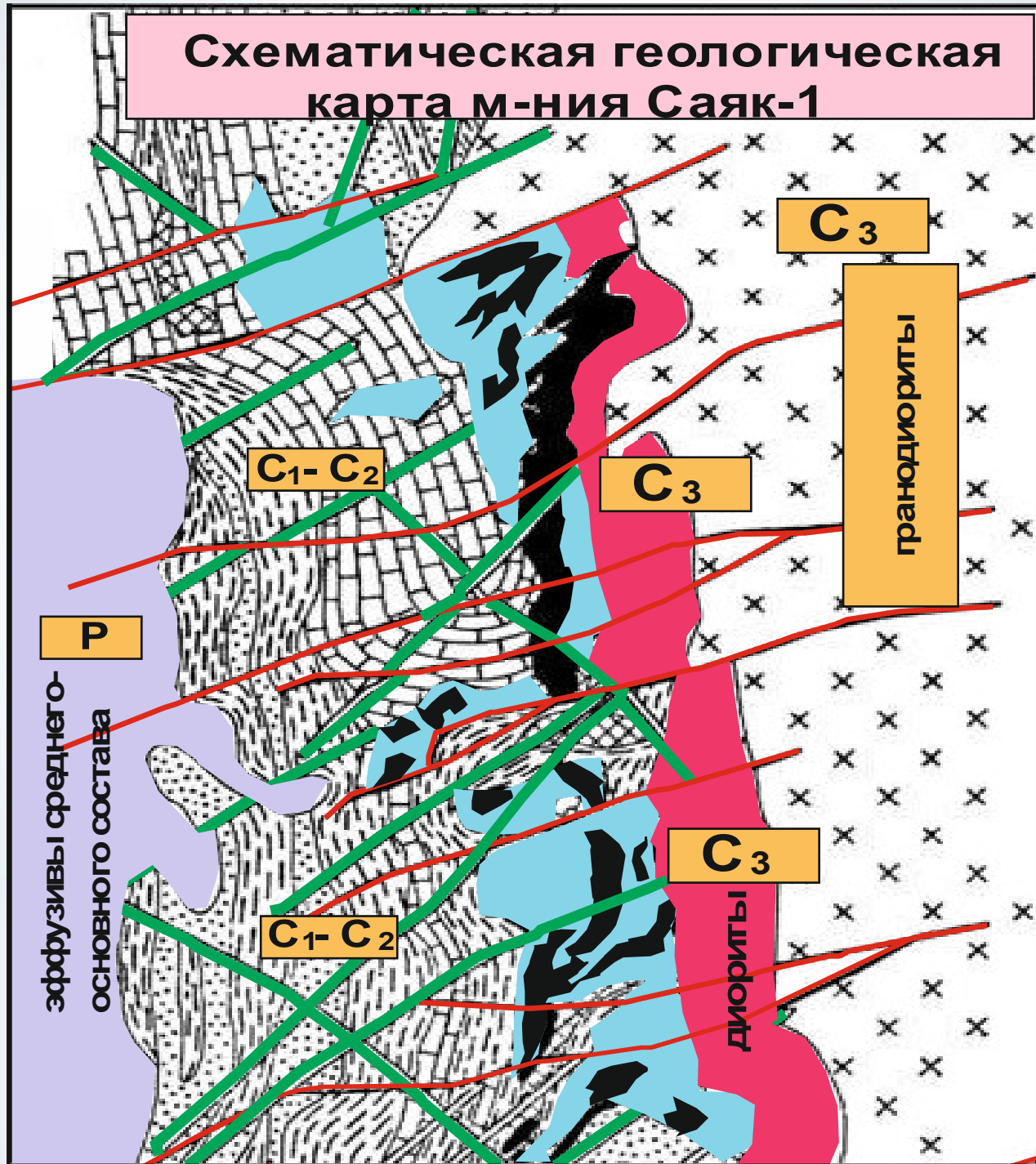
*Саяк I.* расположено в Северо-Западном Прибалхашье. Район месторождения сложен *вулканогенно-осадочными отложениями карбона, среди которых залегают пачка известняков* мощностью до 150–200 м.

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:  
линзообразные 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 монцонит-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.

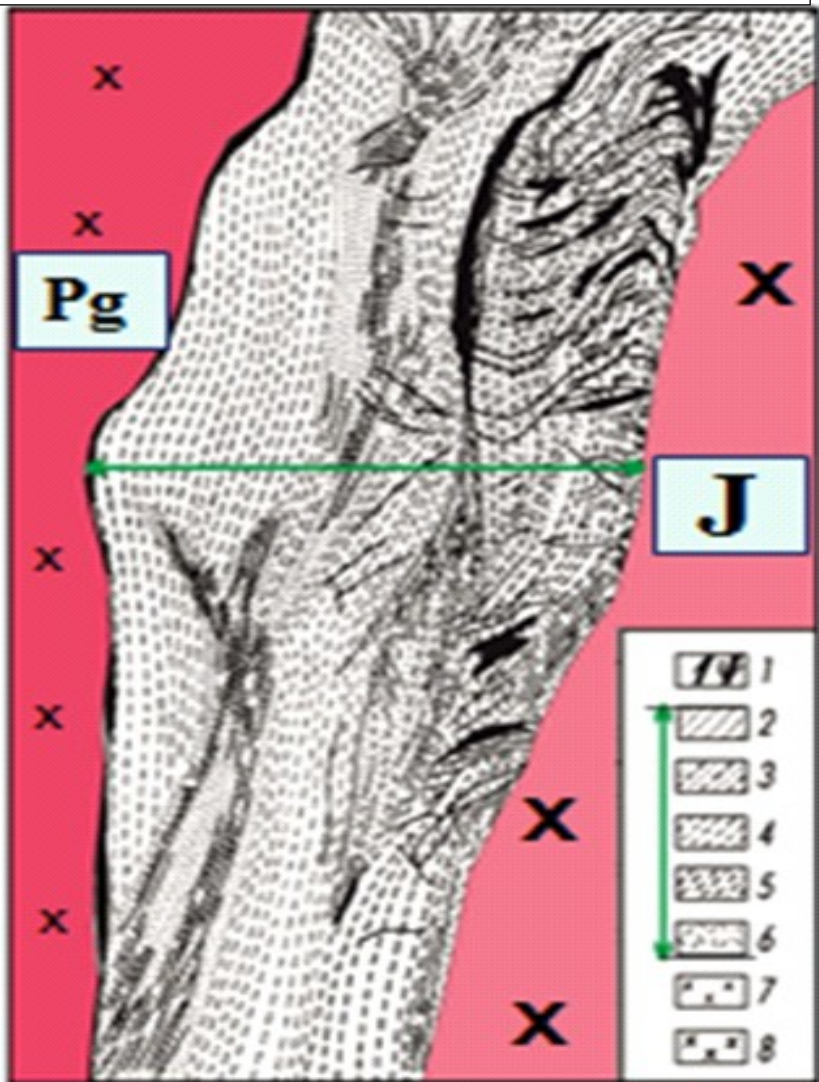
Характерно развитие густой сети минерализованных прожилков и ветвящихся жил.

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

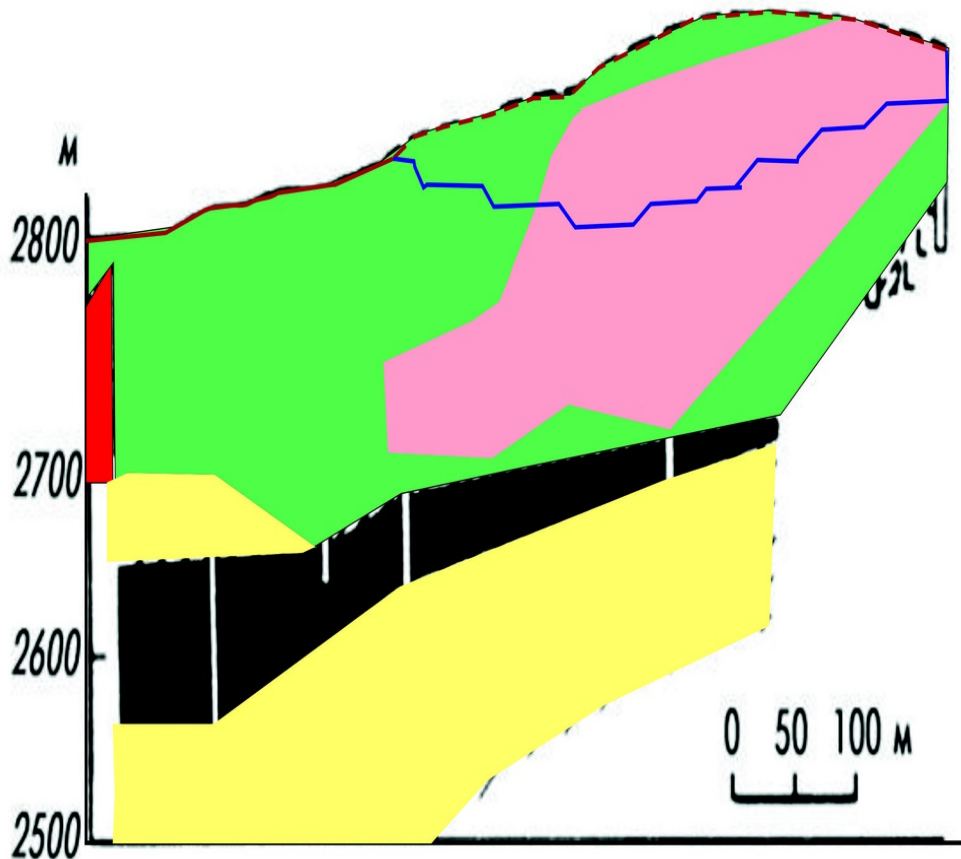
Первичные руды подверглись гипергенным изменениям. На месторождении хорошо проявляется вертикальная зональность:

- 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-порфирового месторождения Чукикамата



- 1 - рудные жилы и прожилки
- 2-6 монцититовые 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 вулканы керегетасской свиты среднего-верхнего карбона* и *перекрытой вулканогенно-осадочными породами колдарской свиты верхнего карбона-нижней перми.*

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

*Актогай* - 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 толстостенный эллипс с безрудным ядром, вытянутый в субмеридиональном направлении на 2500 м при ширине 50-830 м.

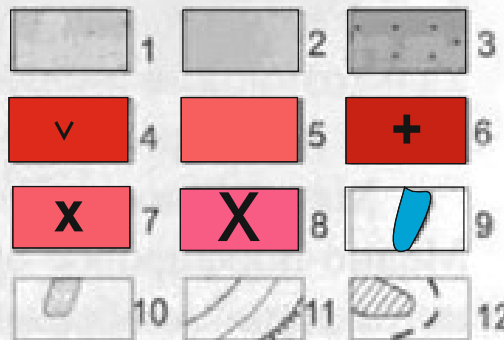
Оруденение выклинивается на глубине свыше 800 м. Центром штокверка служит шток гранодиорит-порфиров с фельзитовой и микропойкилитовой основной массой, вмещающий трубку брекчий на турмалинизированном цементе

# ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ МЕСТОРОЖДЕНИЯ АКТОГАЙ



- 1 - песчаники, гравелиты с прослоями 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 турмалинизированном цементе;
- 10 - кварцевые тела;
- 11 - контакты тектонические, интрузивные и несогласные;
- 12 - границы рудных тел и рассеянной рудной минерализации

200 0 200 400 м





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.

➤ *Коньратское (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 эндоконтактной зоне.*

## Месторождение Коунрад, Разрезы: А – геологические, Б – через рудное тело.

1 – неизменные гранодиорит-порфиры;  
2 – каолинизированные гранодиорит-порфиры;

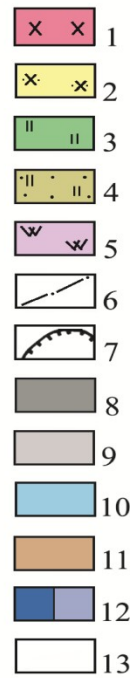
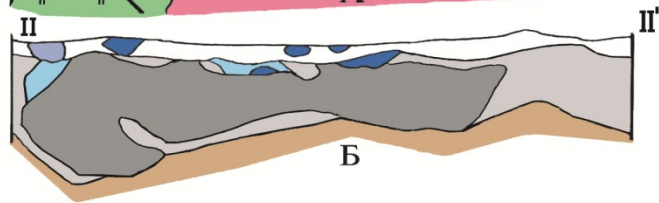
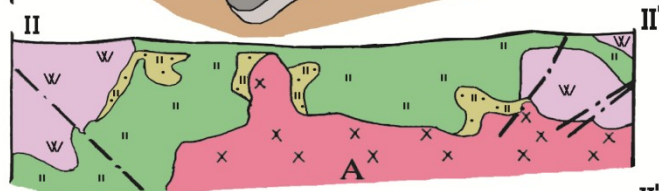
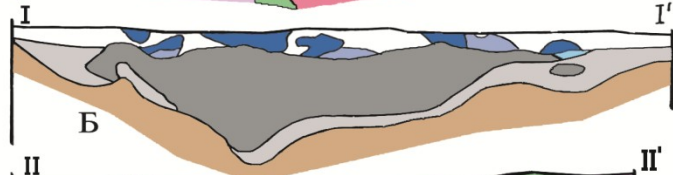
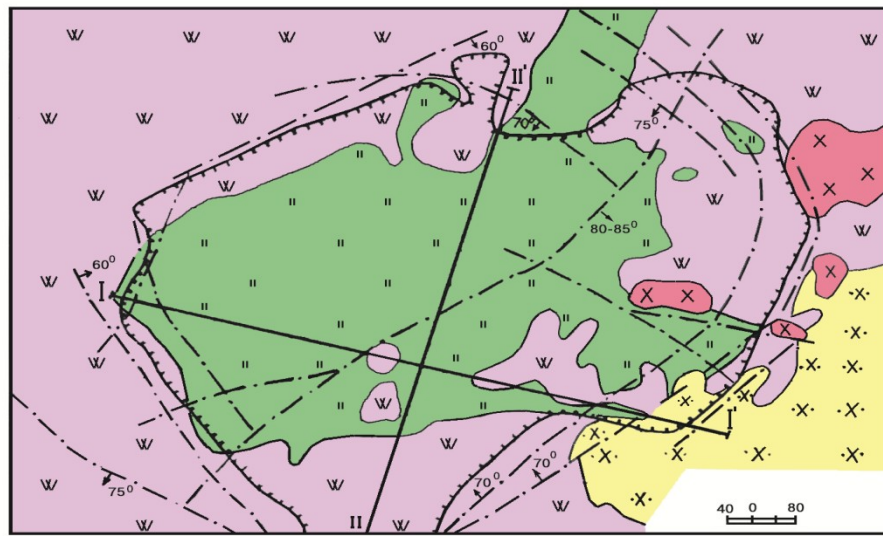
3 – кварц-серицитовые породы (по гранодиорит-порфирам);  
4 – каолинизированные кварц-серицитовые породы;

5 – вторичные кварциты (по эффузивам);  
6 – тектонические нарушения;

7 – максимальный контур распространения халькозиновых руд;  
8 – халькозиновые промышленные руды;

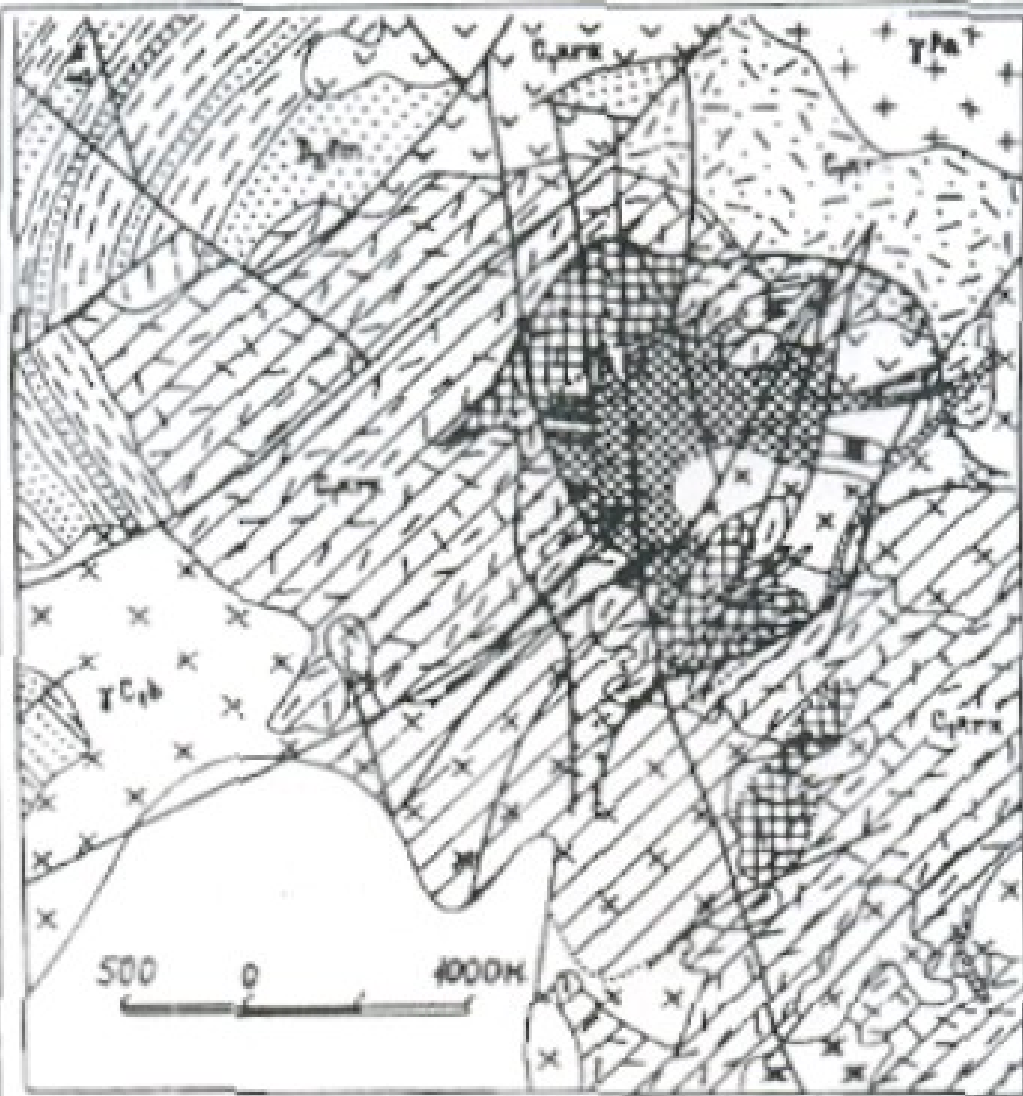
9 – халькозиновые бедные и непромышленные руды;  
10 – смешанные промышленные руды;

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,*

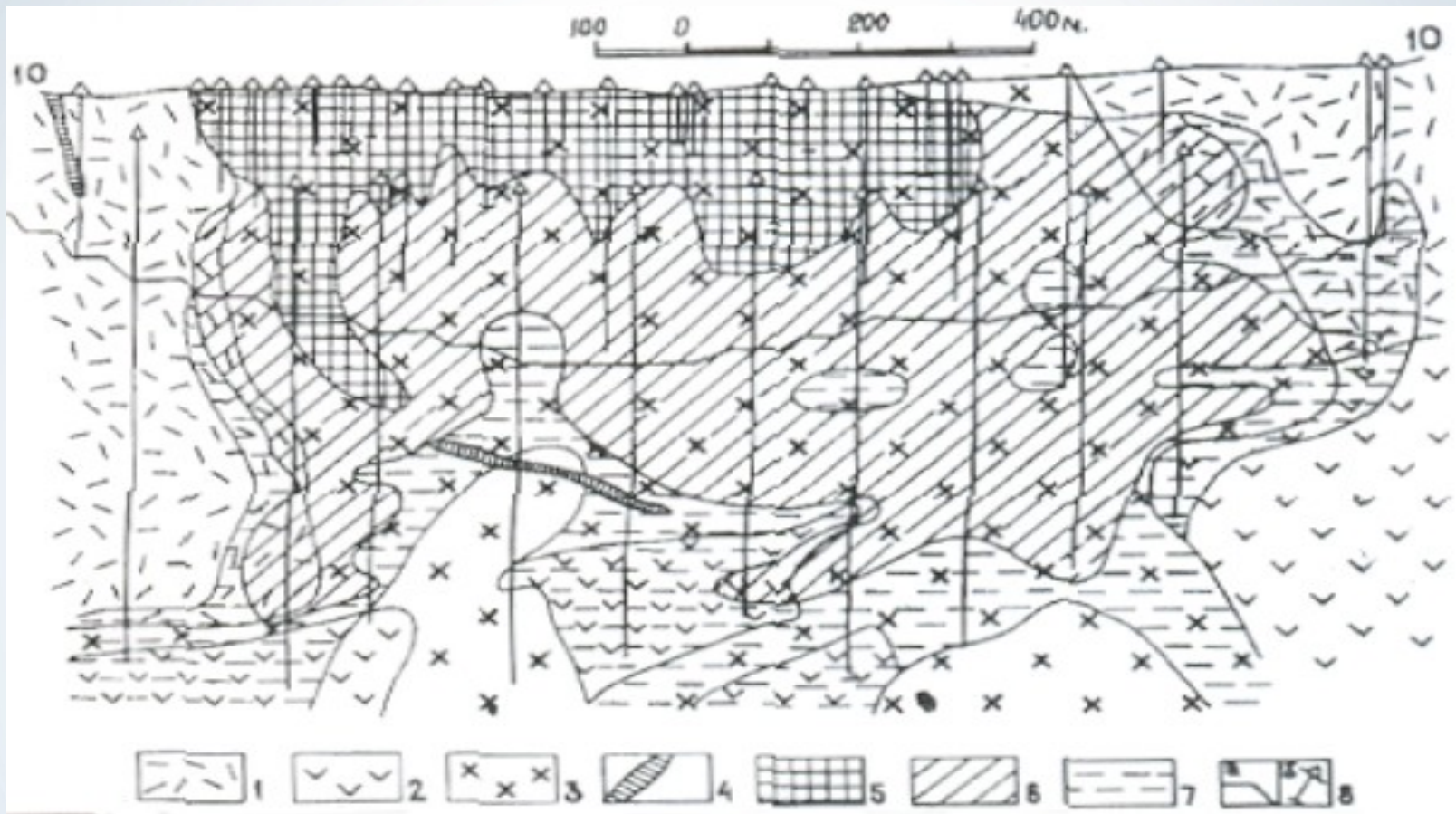
*выщелоченных руд, вторичных сульфидных руд* и *первичных сульфидных руд.*

- ***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 крупным**.



**Рудоносный штокверк месторождения Коунрад.** 1-вторичные кварциты по кислым зффузивам, 2 - ороговикованные андезитовые и диабазовые порфириты, их туфы, песчаники, алевролиты; 3-аргиллизированные гранит-порфиры; 4-дайки диоритовых порфиритов; 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-халькопиритовыми, а затем халькопиритовыми, пирит-халькопиритовыми и магнетит-пиритовыми.

**Горизонтальная зональность** обусловлена развитием *• в центральной части* борнит-халькопиритовых и халькозин-борнитовых руд, *• в периферической зоне* пирит-халькопиритовых и полиметаллических руд.

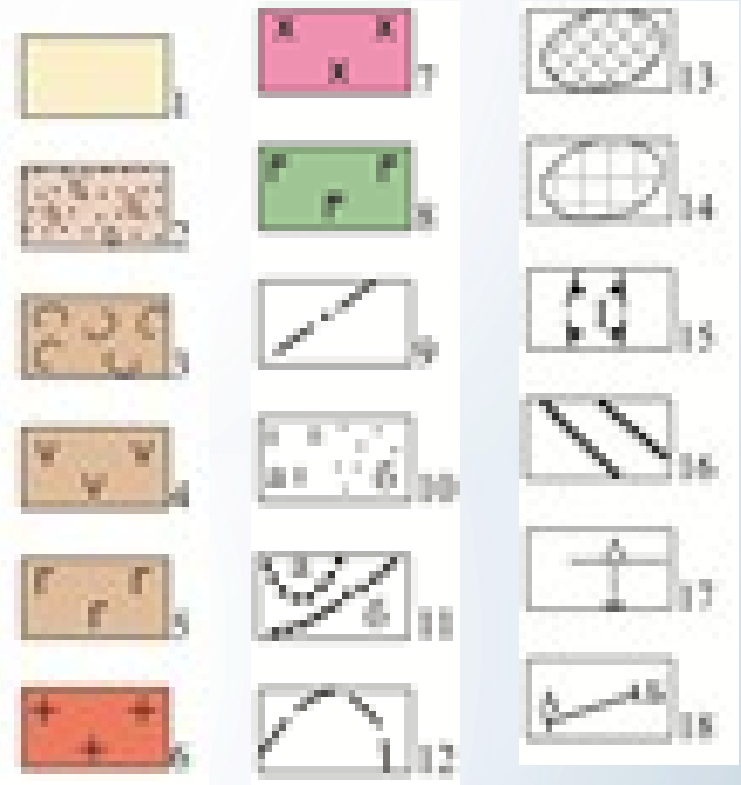
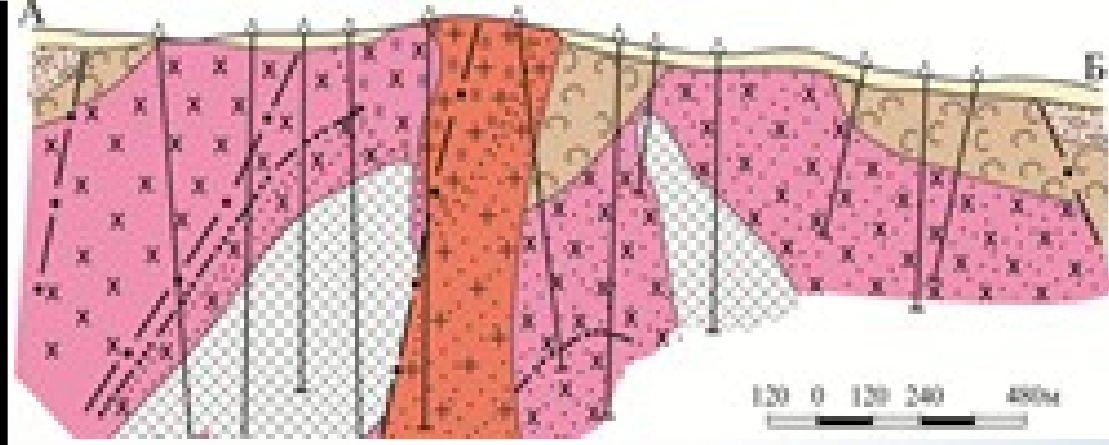
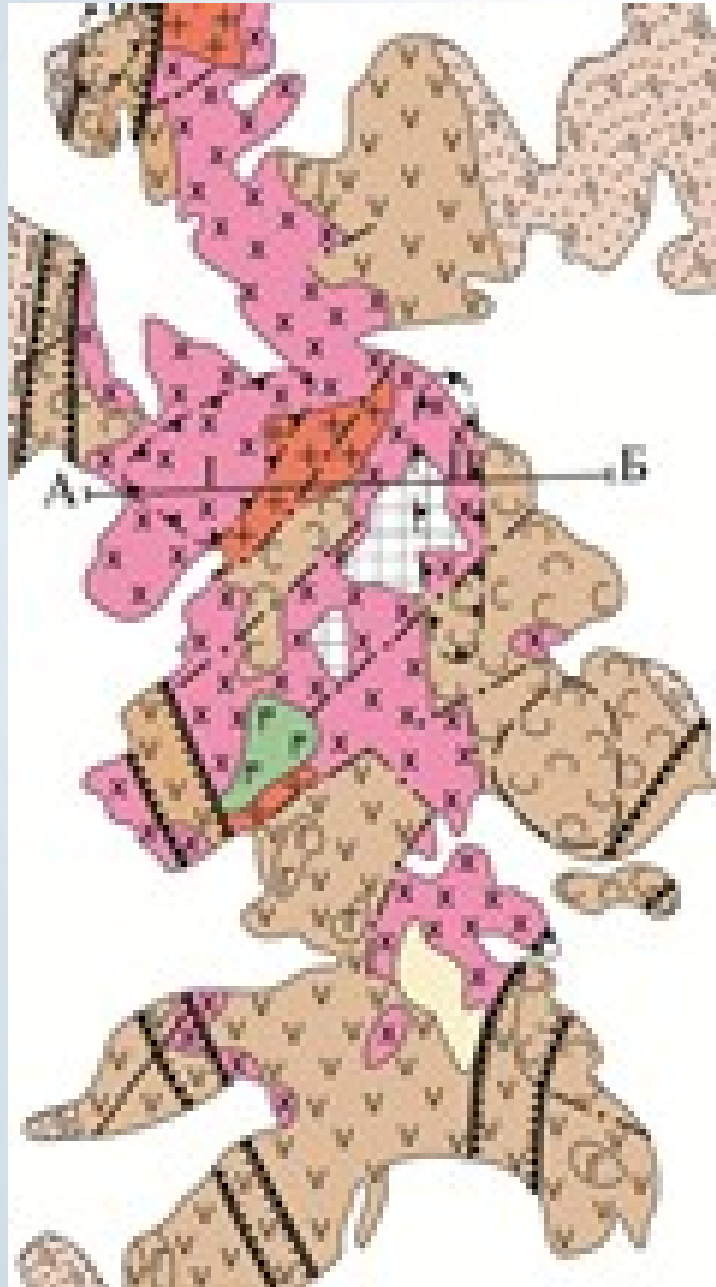


**Месторождение Нурказган (Самарское).** расположено в Карагандин-ская области, в 10 км к северо-востоку от г. Темиртау

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

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

# 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;

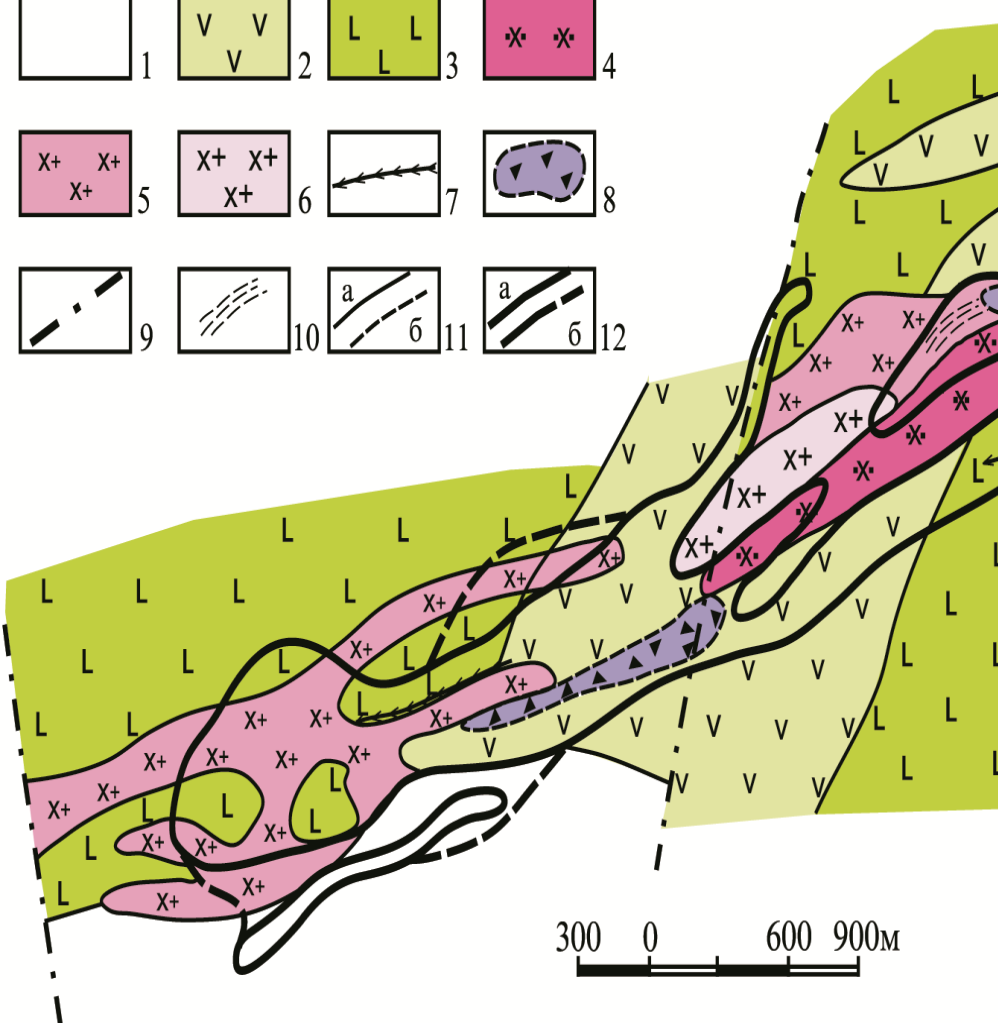
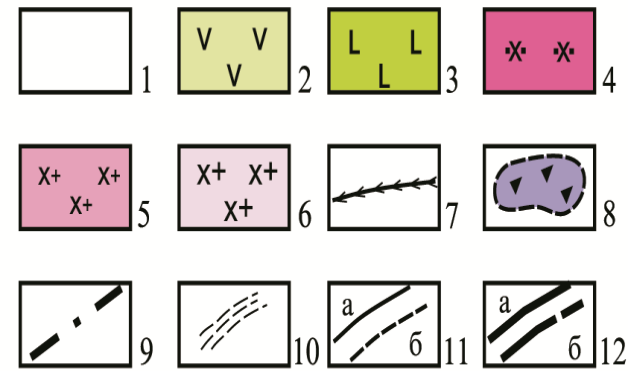
14 - выходы убогих медно-порфировых штокверков на поверхность; 15 - проекции промышленных рудных тел на поверхность;

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-порфириты; 5 - порфиридные гранодиориты, гранодиорит-порфиры с аплитовой основной массой; 6 – равномернокристаллические гранодиориты; 7 - диабазы, долериты, диориты; 8 – крупноглыбовые брекчии; 9 - тектонические нарушения; 10 - зоны расслаивания пород; 11 - литологические (а) и условные (б) контакты; 12 - контуры рудных тел (а) и рассеянной рудной минерализации (б).

гранодиорит-порфиры с аплитовой основной массой; 6 – равномернокристаллические гранодиориты; 7 - диабазы, долериты, диориты; 8 – крупноглыбовые брекчии; 9 - тектонические нарушения; 10 - зоны расслаивания 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).



2 - кварц-серицитовые метасоматиты;

3-5 гидротермалиты щелочной стадии:

3 - биотитизированные породы,

4 - калишпатизированные породы,

5 - кварцевый штокверк (кварцевое ядро)

6 - гидротермально неизменные 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 глубинных 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 вюртцит, 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 вулканокупольной структуре, осложненной продольными и поперечными разрывными нарушениями.

Эффузивно-пирокластические живет-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 участка Гайского месторождения:

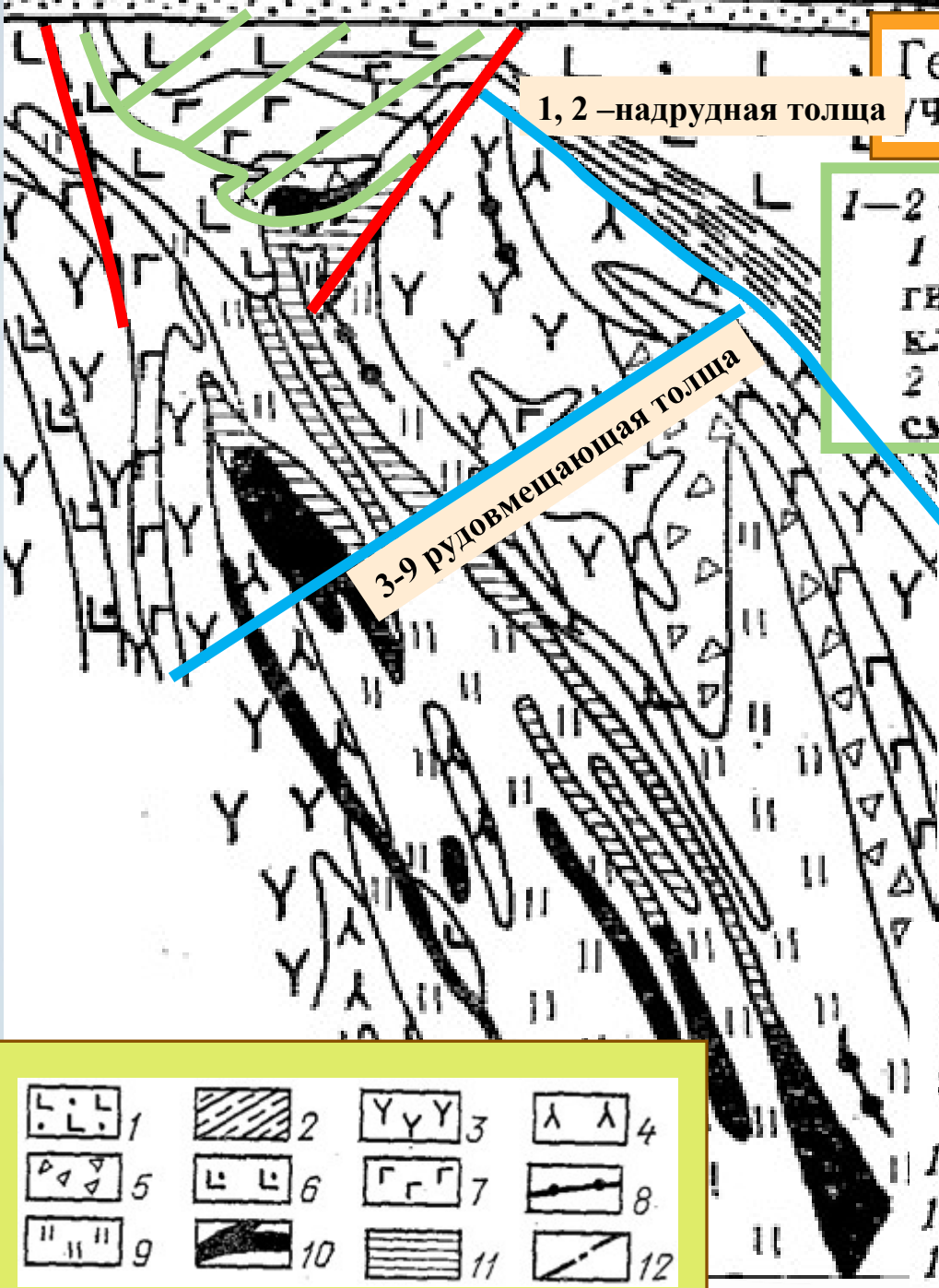
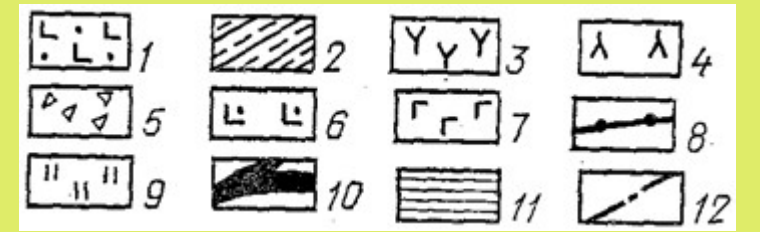
1, 2 – надрудная толща

3-9 рудовмещающая толща

1–2 — верхняя (надрудная) толща:  
 1 — лавы, туфы и агломераты плагиоклазовых и пироксен-плагиоклазовых диабазовых порфиритов,  
 2 — слоистые переотложенные туфы смешанного состава;

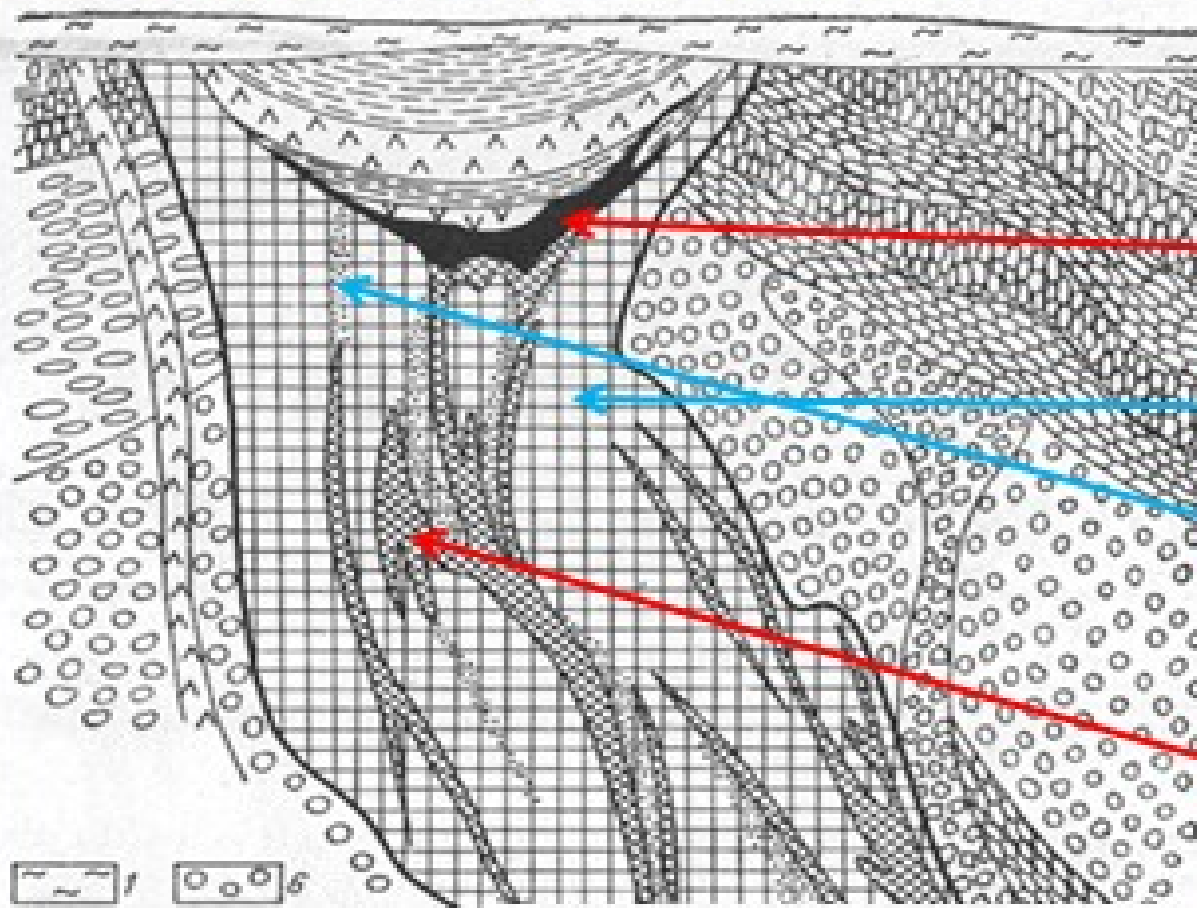
3–5 — нижняя (рудовмещающая) толща:  
 3 — туфы, туфоагломераты и туфобрекчии смешанного липарит-дацитского и андезит-дацитового состава  
 4 — субвулканические кварцевые липарит-дациты,  
 5 — взрывные брекчии смешанного состава;

6 — диабазовые порфириты;  
 7 — габбродиабазы  
 8 — миндалекаменные диабазы;  
 9 — кварц-серицитовые, серицит-кварцевые метасоматиты;  
 10 — сплошные колчеданные руды;  
 11 — вкрапленные руды;  
 12 — разрывные нарушения;



# Приуроченность оруденения к вулканогенно-осадочной формации

## Медно-колчеданное м-ние Гай – стратовулкан с кальдерой



Богатые цинково-медно-колчеданные руды

Жерловые вулканические  
вулканокластические породы

Те же самые, но гидротер-  
мально проработанные

Убогие медно-колчеданные  
руды

- |  |  |
|--|--|
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |

Схематизированный геологический разрез Гайского колчеданного месторождения:

1 — рыхлые мезо-кайнозойские отложения; 2 — крупнообломочные туфо-конгломераты базальтов; 3 — лавы пероксен-базальтов; 4 — глинистые вулканические породы кварцевого состава; 5 — кварцевые риолито-дациты; 6 — обвалочные крупнообломочные конгломераты андезито-дацитового состава; 7 — известняковая брекчия; 8 — порфирокластические агнейбриды; 9 — молодые вулканические и вулканокластические породы; 10 — участки тех же пород, подвергшиеся гидротермальному преобразованию; 11 — жерловые вулканические и вулканокластические породы; 12 — участки тех же пород, подвергшиеся гидротермальному преобразованию; 13 — бедные 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 **трог, выполненный вулканагенно-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 пираргирит.

Содержание полезных компонентов составляет:

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

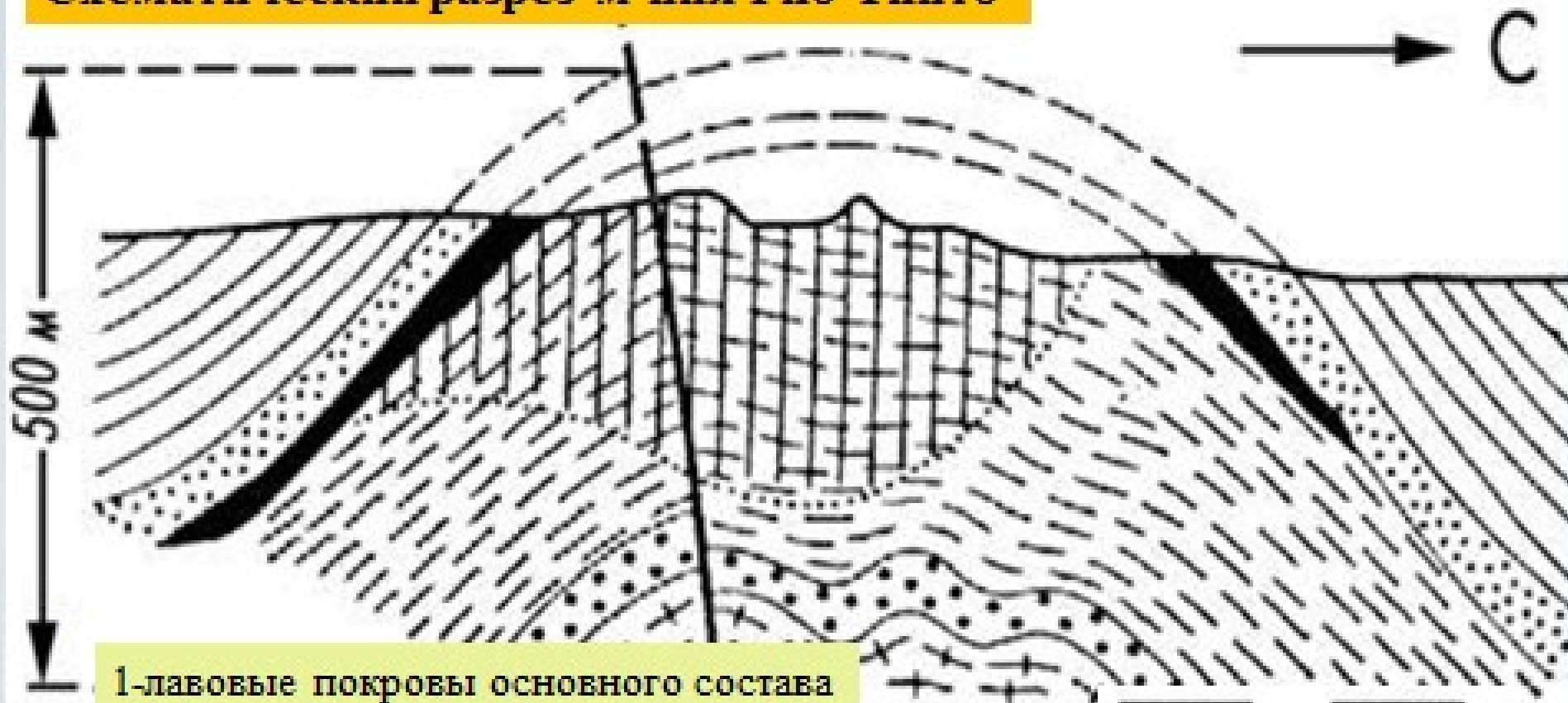
*Медно-колчеданные* руды штокверков сложены в основном пиритом и халькопиритом.

Для них характерны прожилково-вкрапленные и брекчиевые текстуры.

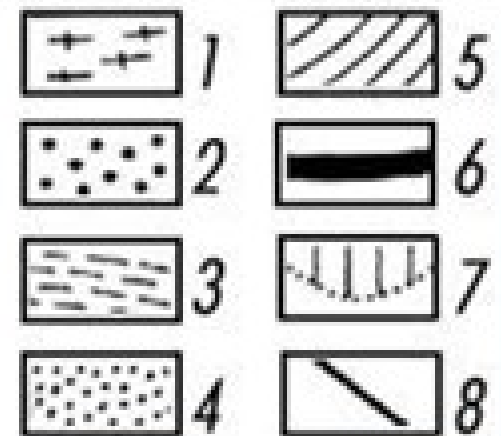
Они также подвержены гипергенным изменениям, которые привели к образованию вторичных (халькозиновых) руд со средним содержанием меди 0,7 %.



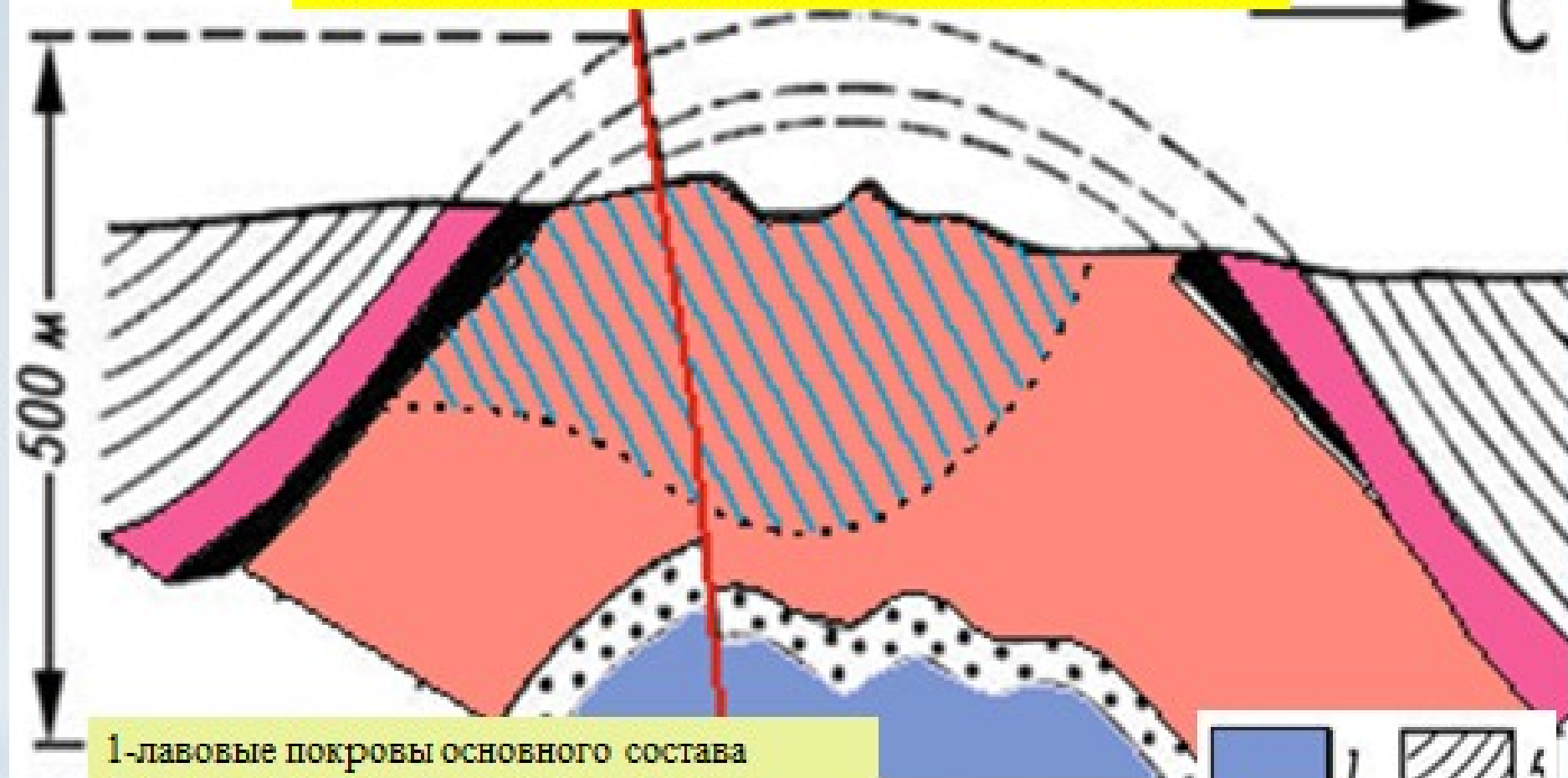
# Схематический разрез м-ния Рио-Тинто










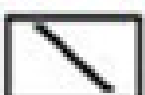
- 1- лавовые покровы основного состава
- 2- переходный слой с конгломератами
- 3- лавовые покровы кислого состава
- 4- Туфы кислого состава
- 5- грауваки, сланцы
- 6- массивная колчеданная руда
- 7- рудный штокверк
- 8- пострудный сброс



# Схематический разрез м-ния Рио-Тинто



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

	1		5
	2		6
	3		7
	4		8

## 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 окварцованы.

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 синклиналиальную складку меридионального направления, осложненную разрывными нарушениями северо-восточного простирания.

Жезказганская рудоносная толща разделяется на две свиты: таскудукскую и жезказганскую. 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°, во флекуре 35-90°.

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

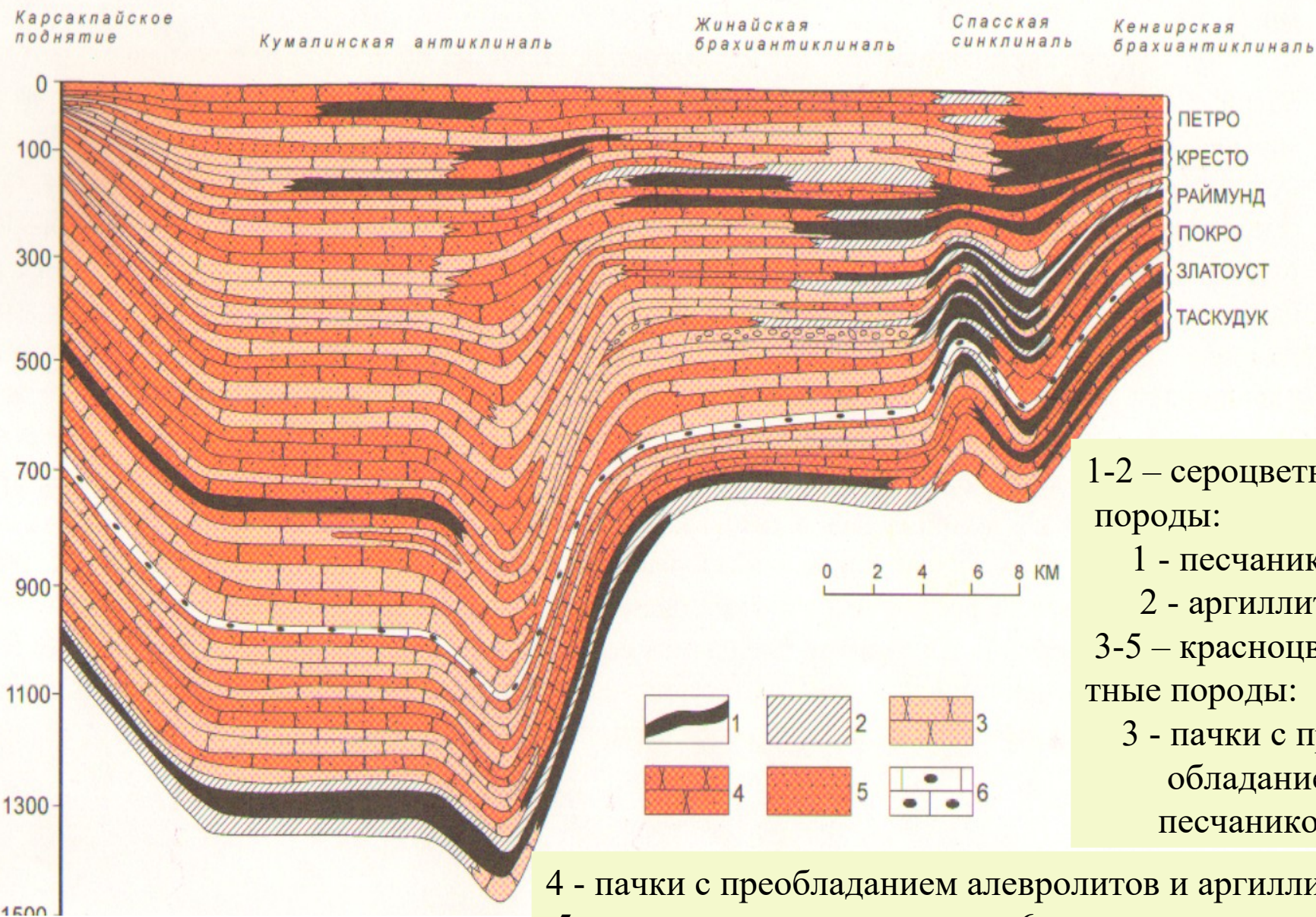
# Геологическая карта месторождения Жезказган



1-сероцветные песчаники, 2-красноцветные песчаники, алевролиты, аргиллиты, 3-выходы рудных тел на поверхность, 4-разломы, 5-нижняя и верхняя границы жезказганской рудоносной толщи с элементами залегания, 6-номера рудных горизонтов.



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



1-2 – сероцветные породы:

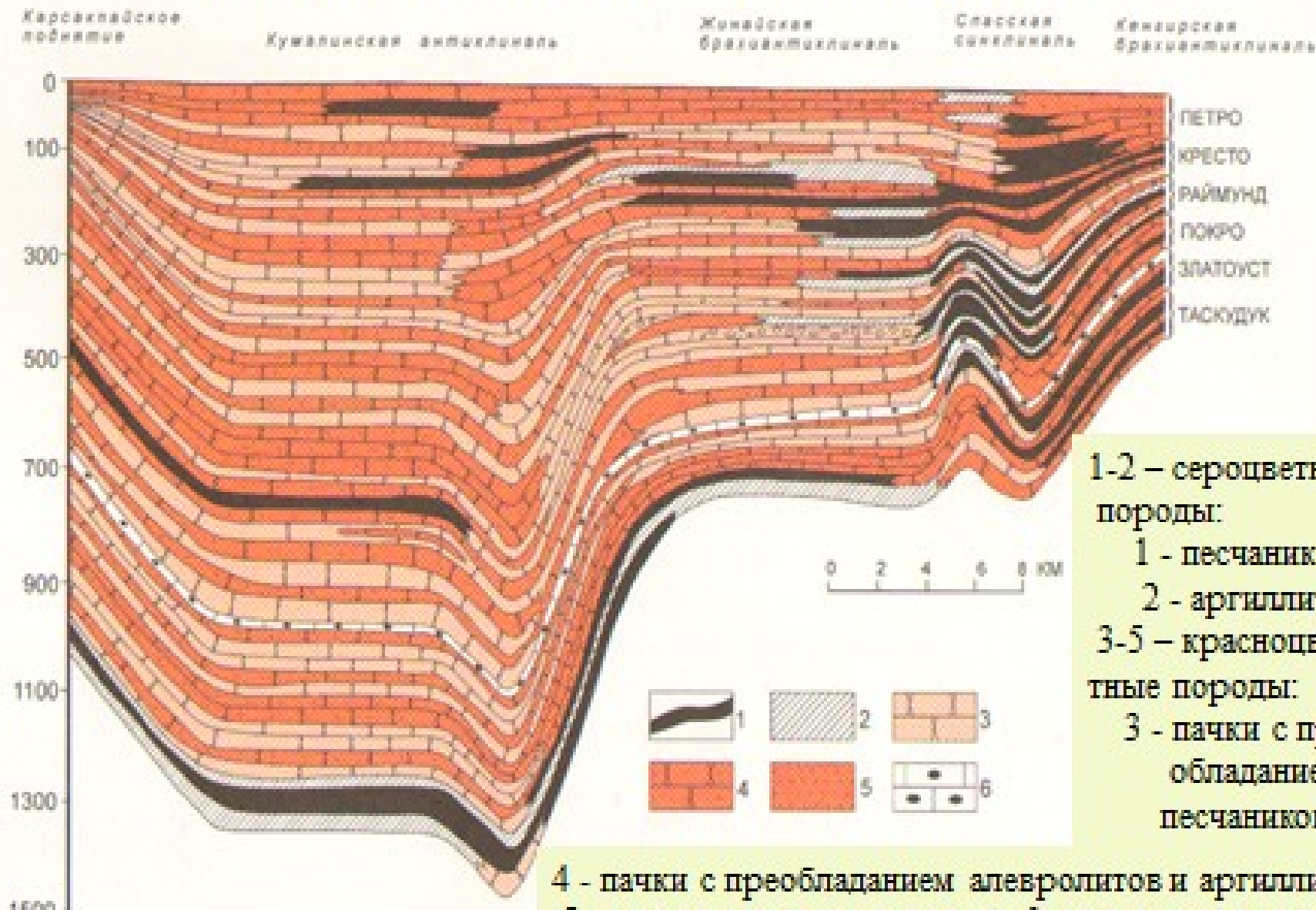
- 1 - песчаники,
- 2 - аргиллиты;

3-5 – красноцветные породы:

- 3 - пачки с преобладанием песчаников

- 4 - пачки с преобладанием алевролитов и аргиллитов,
- 5 - аргиллиты и алевролиты; 6 - кремнистые изв-ки

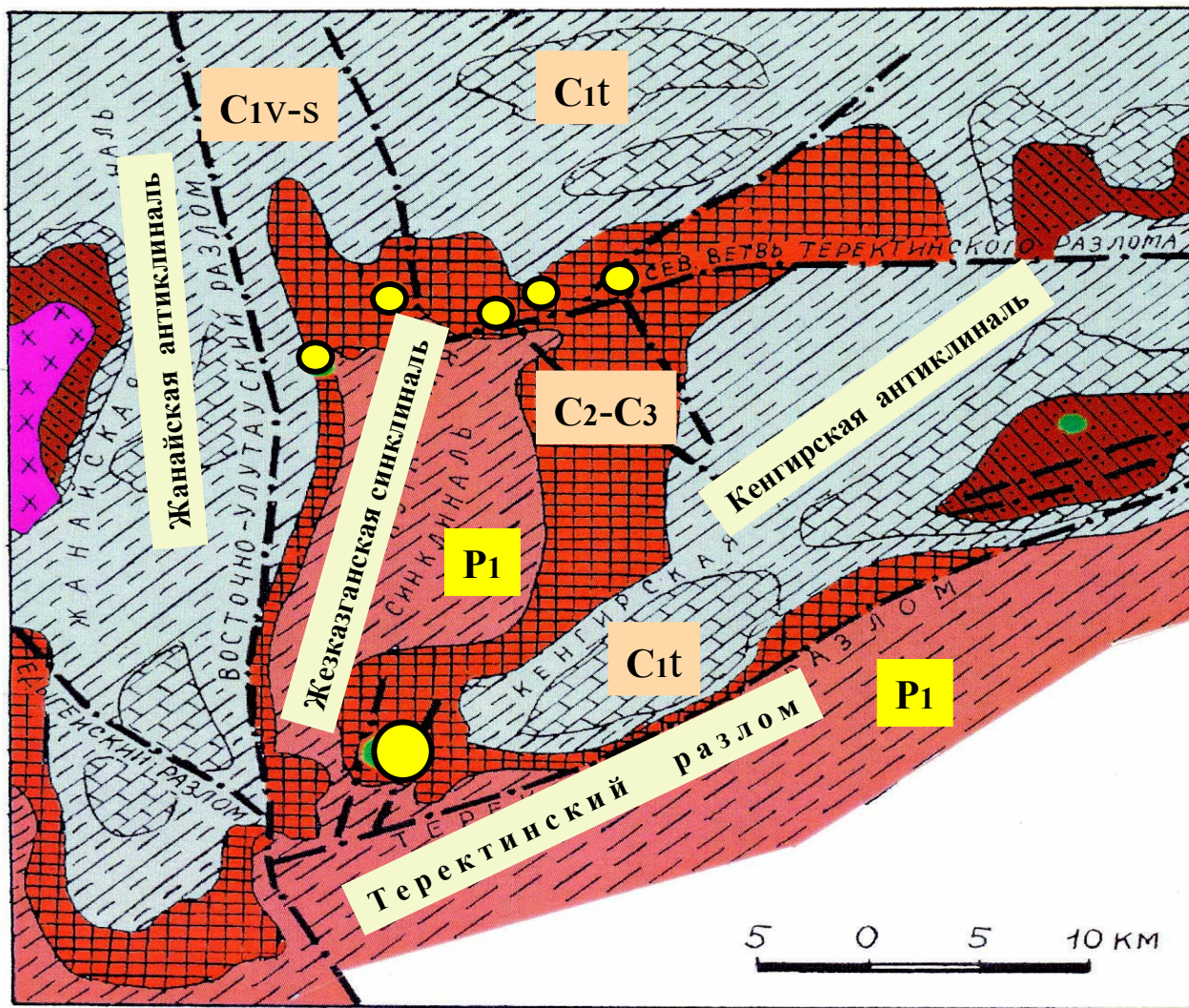
# Литофациальный профиль рудоносных свит вкрест Кумолинской и Спасской синклиналей Жанайской и Кенгирской антиклиналей



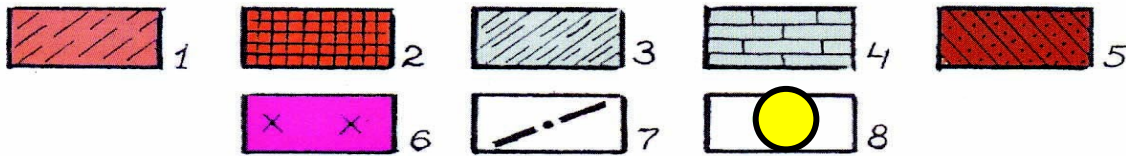
1-2 – сероцветные породы:  
 1 - песчаники,  
 2 - аргиллиты;  
 3-5 – красноцветные породы:  
 3 - пачки с преобладанием песчаников

4 - пачки с преобладанием алевролитов и аргиллитов,  
 5 - аргиллиты и алевролиты; 6 - кремнистые изв-ки

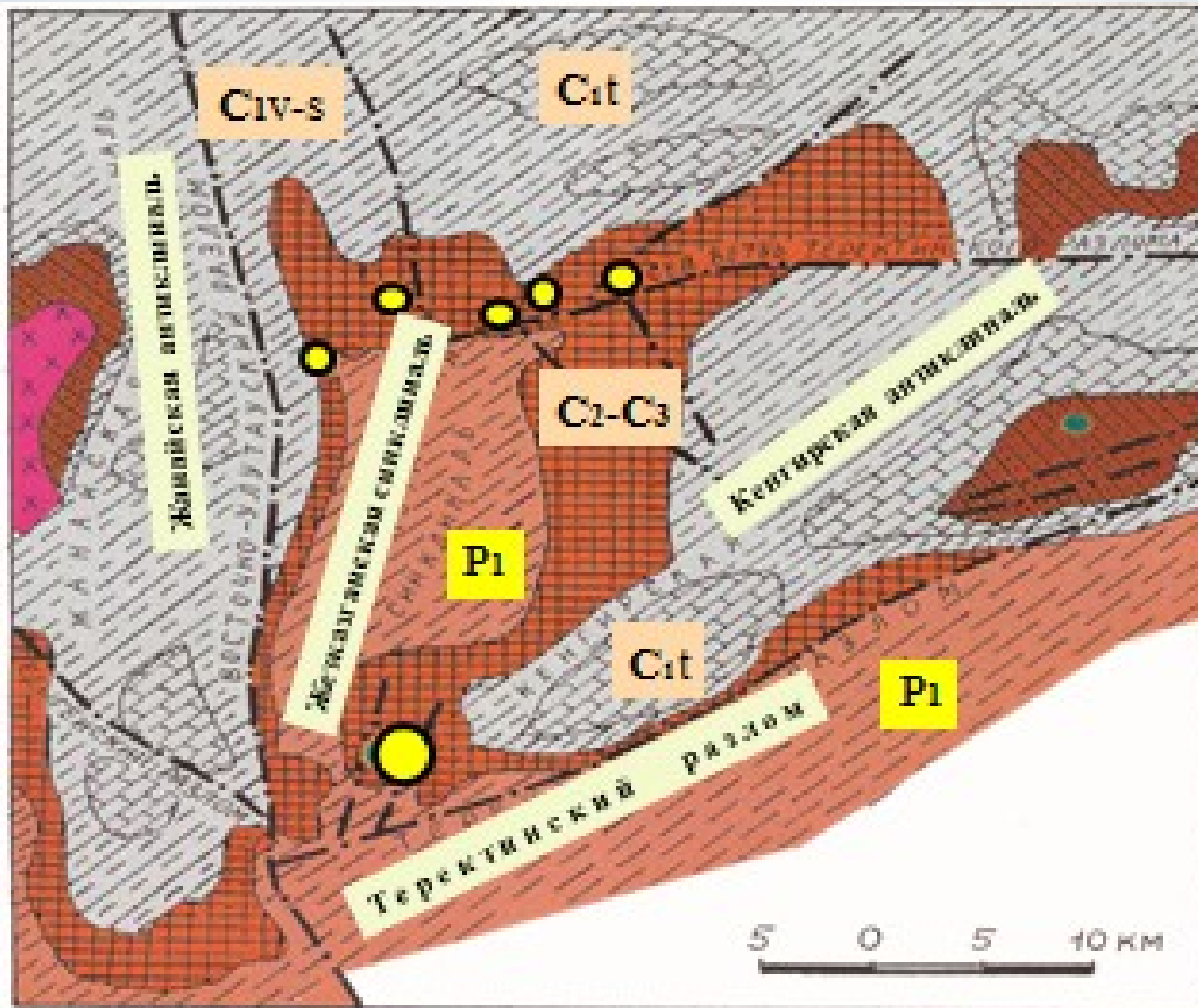
## Схема геолого-тектонического строения Жезказганского района



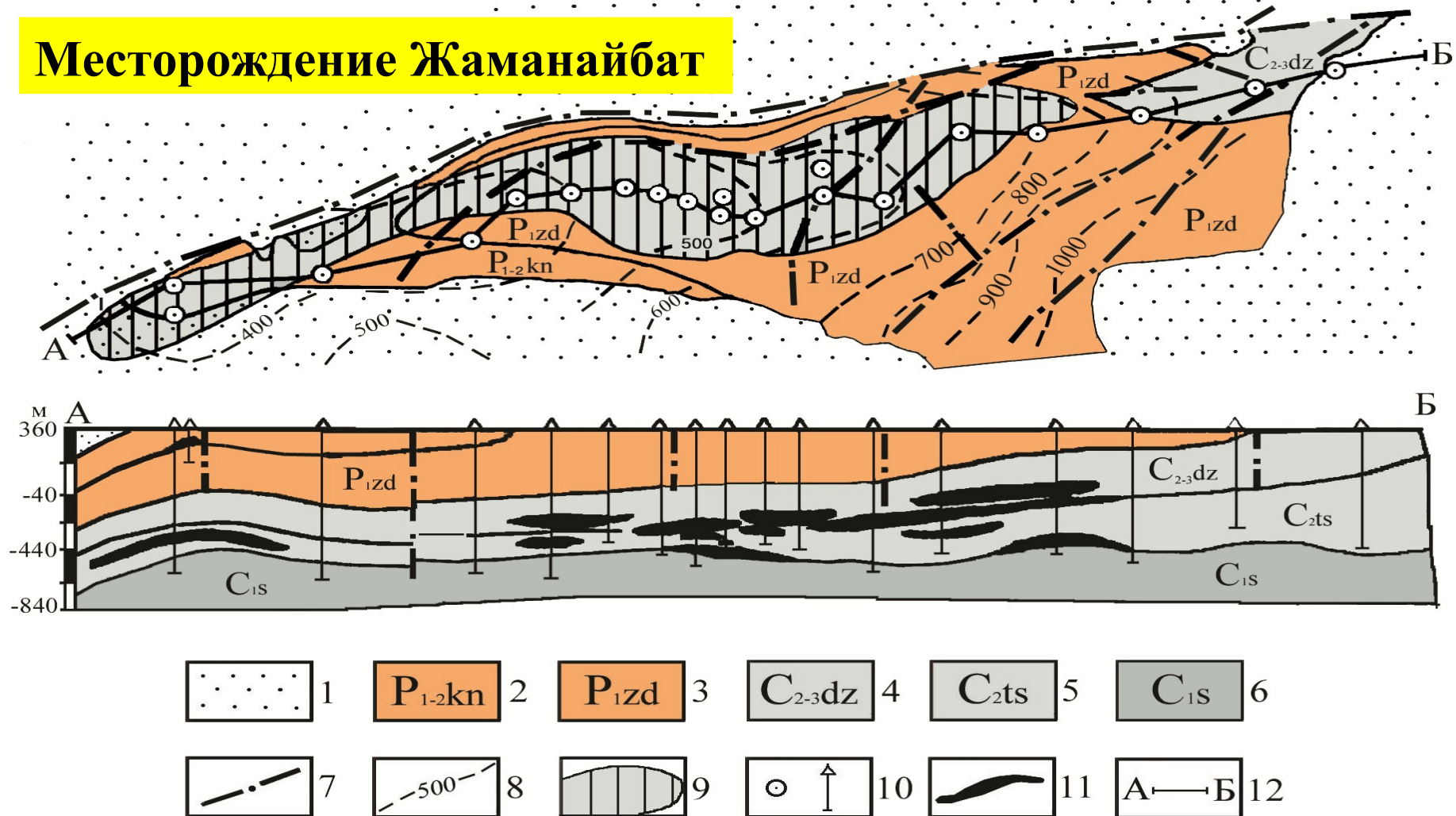
- 1 – красные алевролиты, песчаники и известняки P<sub>1</sub>;
- 2 – серые и красные песчаники и алевролиты жезказганской продуктивной толщи C<sub>2</sub>-C<sub>3</sub>;
- 3 – серые известняки, песчаники, алевролиты и аргиллиты C<sub>1v-s</sub>;



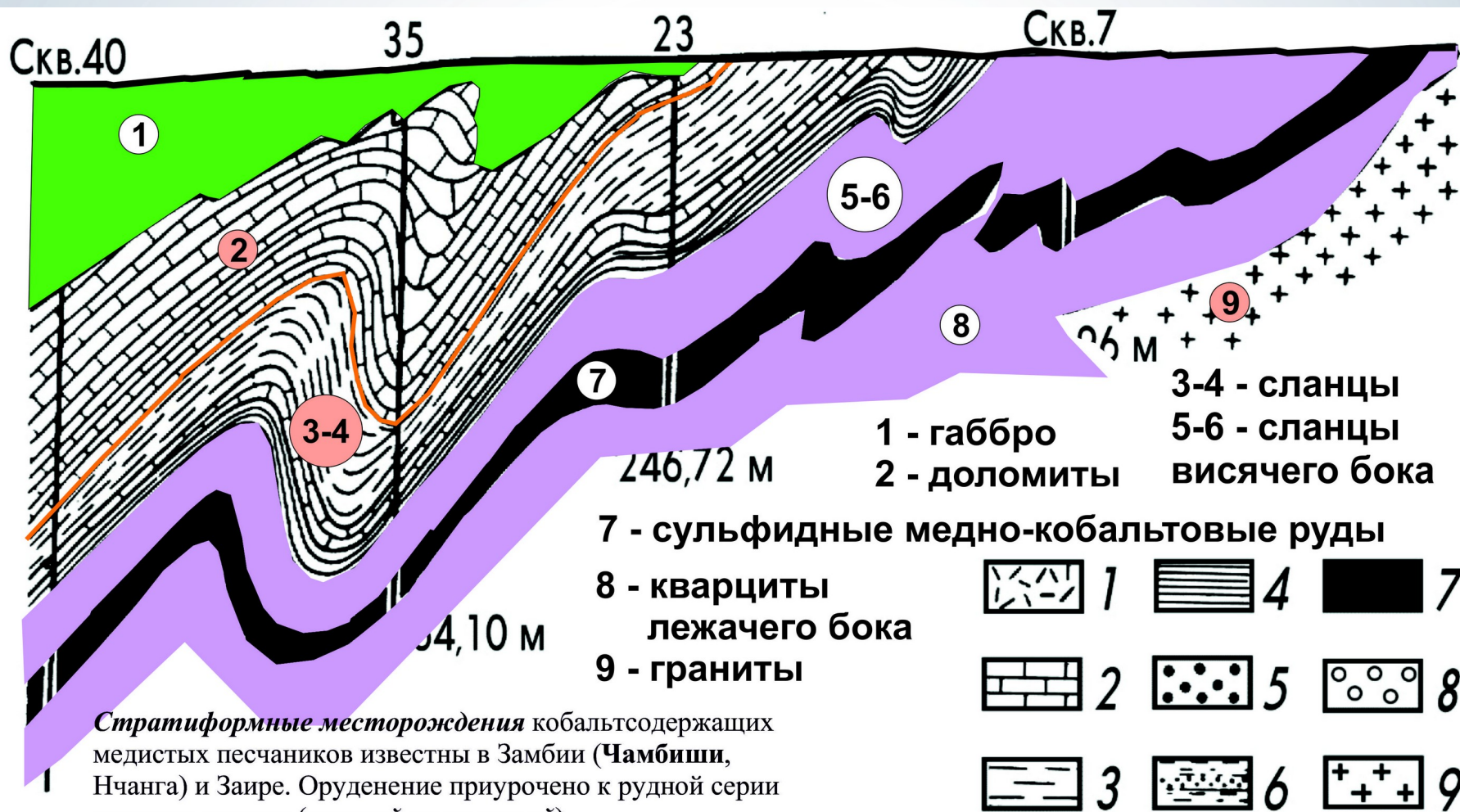
4 – серые известняки, доломиты, мергели C<sub>1t</sub>; 5 – красные песчаники и сланцы, конгломераты D; 6 – гранодиориты; 7 – разломы; 8 – м-ния и рудопроявления



# 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 %),**

**медно-колчеданные (17,1 %),**

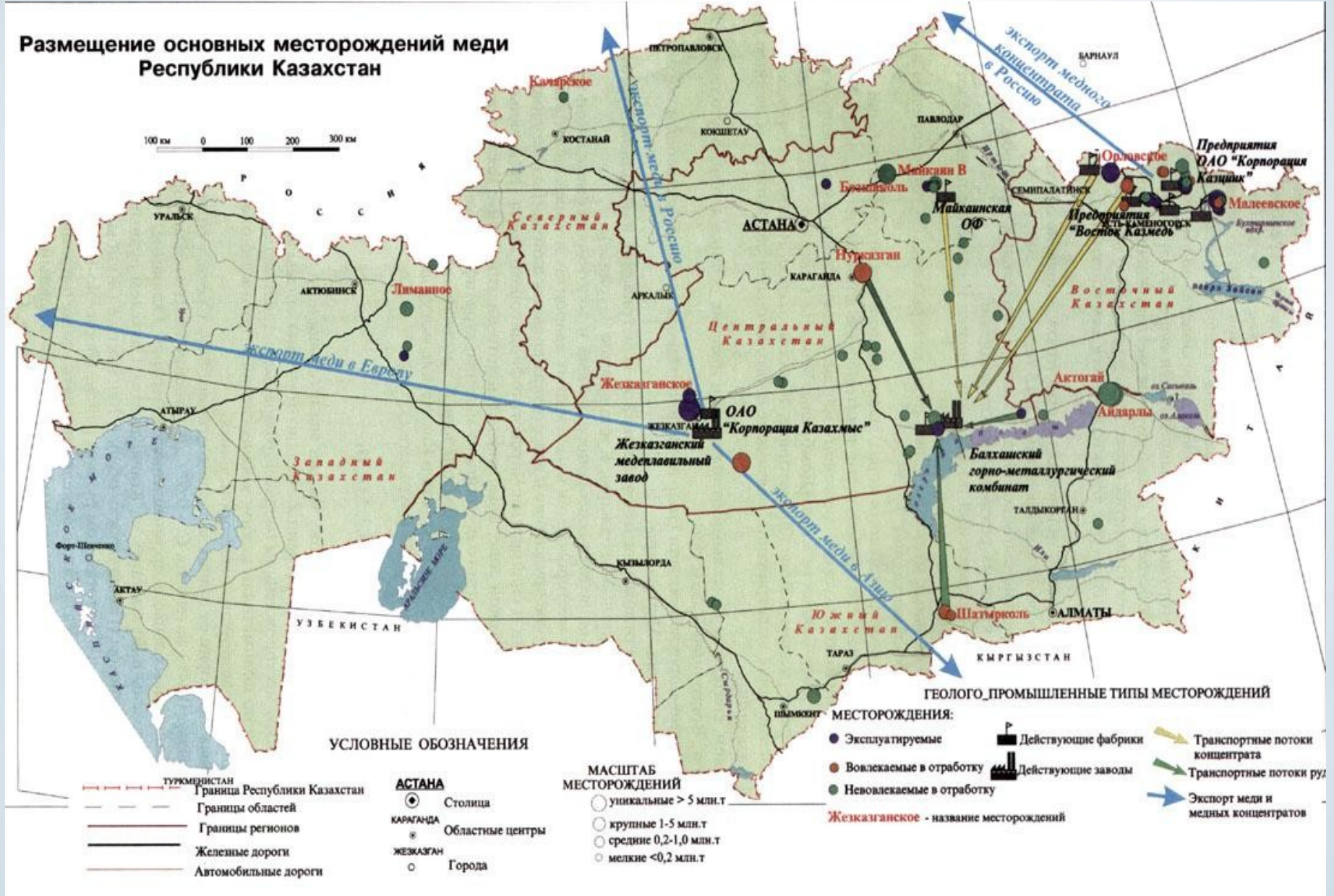
**медно-порфировые (8,2 %),**

**скарновые (4,2 %) и др.**





# Схема размещения месторождений меди в Казахстане по регионам





**СПАСИБО  
ЗА  
ВНИМАНИЕ**