

# **Лекция № 10**

## **Месторождения благородных металлов (золото, серебро, платиноиды)**

# **К благородным металлам относятся**

**Золото – Au**

**Серебро – Ag**

**Платиноиды:**

**платина – Pt**

**палладий – Pd**

**иридий - Ir**

**родий - Rh**

**осмий - Os**

**рутений - Ru**

# П Р И М Е Н Е Н И Е

- ▣ **Золото** – **слитки**, монеты (золотой запас), ювелирные изделия, электронная техника, медицина, приборы
- ▣ **Серебро** – электронная промышленность, электротехника, фотопромышленность, серебряные изделия, монеты, медали
- ▣ **Платина** – катализаторы (автомобильная промышленность), электротехника, медицина, антикоррозийные покрытия, ювелирные изделия
- ▣ **Палладий** - катализаторы (автомобильная промышленность), электротехника

# \* З о л о т о -

- \* плотность 15,6-18,3 г/см<sup>3</sup>,
- \* твердость по Бриннелю 200-500 МПа,
- \* температура плавления 1082 °С.
- \* Не соединяется с кислородом, водородом, азотом, углеродом даже при высоких температурах,
- \* не растворяется в щелочах и кислотах (за исключением царской водки, селеновой кислоты и щелочных цианидов);
- \* растворителями золота могут являться некоторые органические вещества.

Золото обладает высокой теплопроводностью и электропроводностью, мягкостью, вязкостью, уникальной ковкостью и тягучестью.

Образует сплавы со многими металлами: платиной, палладием, серебром, медью, висмутом, хромом, кобальтом, индием, оловом, алюминием, цинком, кадмием, цирконием и др.;

с ртутью золото образует амальгаму.

Золото является главным образом валютным металлом; большая его часть сохраняется в виде так называемого золотого запаса, используемого при международных расчетах.

- Золото является весьма эффективным тепло- и светоотражателем и в связи с этим используется в качестве покрытия поверхности ракет и других аппаратов, предназначенных для запуска в космическое пространство.

В электронной технике из золота высокой чистоты изготавливают тончайшие электроды для полупроводников.

- Золото, легированное германием, индием, галлием, кремнием, оловом и селеном, идет на изготовление контактов, диодов, транзисторов, выпрямителей. Золото находит широкое применение в ювелирной промышленности и в медицине.



Кларк золота составляет  $(4-5) \cdot 10^{-7} \%$ .

Формы нахождения золота: в основном это

**самородное,**

**теллуриды золота,**

**сульфиды.**

**В рудах золото присутствует главным образом в самородном виде.**



и встречается в кварце и сульфидах (например, халькопирите, блеклых углекислых минералах), в тонкодисперсном состоянии.

Самородное золото не бывает химически чистым и представляет собой твердый расплав преимущественно с серебром, реже с медью, палладием, висмутом и др., в связи с чем применяется понятие «**проба золота**», т.е. число массовых частей химически чистого золота в 1000 частях самородного золота или сплава.



# Минералогия:

Выделяют следующие разновидности

## самородного золота:

- медистое золото (**купроаурит**), меди до 20 %;
- палладистое золото (**порпецит**) палладия от 5 до 11 % и серебра до 4 %;
- висмутистое золото (**бисмутоаурит**) висмута до 4 %;
- **электрум** с содержанием серебра выше 25 %;
- встречается также **кюстелит**, содержащий от 10 до 25 % золота и 90-75 % серебра.

## Главные минералы золота

Минералы	Химический состав (формула)	Содержание золота, %	Плотность, г/см <sup>3</sup>
Самородное золото	Au	70-100	15,6-18,3
Электрум	(Au, Ag)	25-70	12,5-15,6
<b>Калаверит</b>	AuTe <sub>2</sub>	43-44	9,1-9,4
<b>Креннерит</b>	(Au, Ag)Te <sub>2</sub>	36-39	8,62
<b>Сильванит</b>	AuAgTe <sub>4</sub>	24-31	8,0-8,2
<b>Петцит</b>	Ag <sub>3</sub> AuTe <sub>2</sub>	23-25	8,7-9,4

Дисперсное - до 10 мкм, крупное - до 5 мм,

**самородки** - более 5 мм

Самый большой в мире самородок золота был найден в Австралии в 1872г на руднике Хилл-Энд.



Самородок имел форму плитки длиной 144 см, шириной - 66 см и толщиной 10 см. Самородок был назван "Плита Холтермана".

До настоящего времени самородок не сохранил-ся, так как в свое время его пустили на переплавку.

Но его фотоснимок остался.



Второй по величине золотой самородок после "Плиты Холтермана" тоже был найден в Австралии, в 1869г.

Он весил 70,9 кг и был назван "**Желанный незнакомец**", однако через некоторое время он тоже был пущен на переплавку.



**Большой треугольник**

И поныне хранится самородок, обнаруженный в 1842г на Урале, в долине р.Миасс. Он называется "**Большой треугольник**" и весит 36 кг.

В России хранится богатейшая в мире коллекция золотых самородков. В 1967г в Москве на выставке Алмазного фонда было представлено около 100 уникальных находок общим весом более 200 кг.



Среди них были золотые самородки  
"Лошадиная голова" (14 кг),  
"Верблюд" (9,3 кг),  
"Заячьи уши" (3,34 кг),  
"Мефистофель" (20 г) и др.



# Золото в кварцевой жиле





**Возраст** золоторудных месторождений - от € до Kz

**Классификации** - существуют различные:

- по генезису,
- составу руд,
- глубине образования,
- формациям вмещающих пород,
- температурам образованияи др.,)

*Генетический тип  
эндогенных месторож-  
дений золота*

*Минеральный тип*

Плутоногенно-  
гидротермальные

**Золото-кварцевый**

**Золото-сульфидно-  
кварцевый**

Вулканогенно-  
гидротермальные

**Золото-серебряный  
(золото-серебро-кварц-  
адуляровый)**

Колчеданные

**Золото-сульфидный**

Кроме того выделяются :

- ❖ метаморфизованные,
  - ❖ россыпные месторождения,
  - ❖ золотоносные коры выветривания ,
  - ❖ комплексные по генезису
- черносланцевые месторождения и др.

По условиям образования месторождения золота разделяются на **эндогенные, экзогенные, метаморфизованные и техногенные.**

**Эндогенные месторождения** широко распространены и являются основным источником добычи золота.

По **минеральному составу руд** эндогенные месторождения золота объединяются в следующие формации:

- Золото-кварцевая и золото-кварц-сульфидная
- Золото-сульфидная
- Золото-карбонат-сульфидная
- Золото-силикатная (скарновая)
- Золото-серебряная (золото-серебро-адуляр-кварцевая)

В соответствии с **количеством сульфидов**, присутствующих в рудах, эндогенные месторождения разделяют на

- ✓ убого-сульфидные (до 2 %),
- ✓ малосульфидные (до 5 %),
- ✓ умеренно-сульфидные (5-20 %) и
- ✓ существенно сульфидные (более 20 %).

# 1. Золото-кварцевая и золото - кварц-сульфидная формация (гидротермально-плутоногенные)

Золото в рудах в основном **свободное** в кварце, частично – в сульфидах и характеризуется неравномерным распределением.

В зависимости от состава сульфидов в этих формациях выделяются различные минеральные типы.

Месторождения представлены

***жилами, жильными зонами и штокверками,***  
сформировавшимися в ***условиях средних глубин***

в осадочных, вулканических, интрузивных и реже метаморфических породах



Месторождения этого типа широко распространены.

К ним относятся м-ния

**Кочкарское (Урал), Мурунтау (Узбекистан),**  
известны м-ния в Западной Сибири, Швеции,  
Индии, Австралии, Канаде.

## **2. Золото-сульфидная формация**

(колчеданные).

В составе руд главную роль играют  
пирит, халькопирит, арсенопирит, пирротин,  
сфалерит и галенит в переменных количествах.

***Золото тесно связано с сульфидами.***

Месторождения этой формации представлены зонами вкрапленности золотоносных сульфидов в осадочных и эффузивно-осадочных толщах.

Нередко они тяготеют к существенно углистым или графитистым сланцам.

К месторождениям этого типа относятся *Березовское (Урал), Степняк (Казахстан),* м-ния в Западной Сибири, Австралии, США и др.

### **3. Золото-карбонат-сульфидная формация**

объединяет месторождения типа залежей, жил, гнездового или вкрапленного оруденения в карбонатных толщах и

образующихся по ним метасоматитах.

## **4. Золото-силикатная формация** **(скарновая)**

Месторождения представлены **скарновыми залежами** с наложенной сульфидной и золотой минерализацией и связаны с контактовыми ореолами палеозойских, реже мезозойских гранитоидных массивов.

## **5. Золото-серебряная (золото-адуляр-кварцевая) (гидротермально-вулканогенная)**

формация характеризуется высокой серебристостью золота и обилием собственно серебряных минералов (сульфидов, сульфосолей).

Золото-серебряные месторождения  
представлены  
жилами, минерализованными и жильными  
зонами, штокверками и формируются, как  
правило, **в близповерхностных условиях**  
**в связи с наземным вулканизмом.**

Месторождения в Забайкалье, Армении, Румынии,  
Мексике, США и др.

Помимо перечисленных рудных формаций, представляющих **собственно золоторудные** месторождения,

золото является важным полезным компонентом многих эндогенных комплексных месторождений - **главным образом**

**меднопорфировых,  
медноколчеданных,  
колчеданно-полиметаллических,  
медно-никелевых и др.**

- ***По морфологическим*** особенностям,
  - условиям залегания и
  - внутреннему строению рудных тел,
  - а также характеру распределения золота
- эндогенные золоторудные месторождения  
подразделяются на следующие

**основные промышленные типы:**

- 1) **жилые,**
- 2) **минерализованные и жилые зоны,**
- 3) **штокверки,**
- 4) **залёжи сплошных и вкрапленных руд,**
- 5) **трубообразные и неправильной формы залёжи и гнезда.**



<i>Генетическая группа</i>	<i>Рудная формация</i>	<i>Главные и второс-теп. компоненты</i>	<i>Морфология и параметры рудных тел</i>
<b>Промышленные типы</b>			
<b>1. жильные</b>			
Плутоно-генные, вулкано-генные	Золото-кварцевая, золото-кварц-сульфидная, золото-серебряная (золото-адуляр-кварцевая)	Золото, серебро, свинец, цинк, теллур, сурьма, висмут и др.	Секущие, субсогласные, трубо- и столбообразные, небольшой мощности – в среднем 1 (0,5–5,0) м, реже мощностью до 10–15 м
<b>2. минерализованных зон</b>			
Плутоно-генные, вулкано-генные	Золото-сульфидная, золото-серебряная (золото-адуляр-кварцевая)	Золото, серебро, свинец, цинк, медь, сурьма и др,	Протяженные, линейные круто- и пологозалегающие, значительной мощности, в среднем 10–30 м, выдержаны на глубину
<b>3. штокверковые</b>			
Плутоно-генные, метаморфогенно-плутоно-генные	Золото-кварцевая, золото-кварц-сульфидная	Золото, серебро, свинец, цинк, висмут и др.	Штокверки разных размеров, мощностью до 100 м и более, значительной площади, изометричной формы, параметры устойчивые

# 1) Жильные месторождения

могут быть представлены

- **одной жилой** большой протяженности, или
- **несколькими** разобщенными между собой жилами, или
- **системой** относительно коротких жил.

Во всех случаях каждая жила является самостоятельным рудным телом.

а) Наиболее многочисленны жильные месторождения **золото-кварцевой формации**, **залегающие среди песчаниково-сланцевых флишоидных толщ**; длина рудных тел в них от десятков до первых сотен метров - нескольких километров.

б) Месторождения жильного типа, **приуроченные к интрузивным массивам**, обычно представлены жилами значительной протяженности как по простиранию (до 1 км и более), так и по падению.

Рудные тела имеют **золото-кварцевый или золото-кварц-сульфидный состав**.

в) Жильные месторождения, **развитые среди молодых эффузивов и субвулканических образований** в основном кислого и среднего состава, принадлежат к золото-серебряной формации и относятся к близповерхностному типу.

Протяженность рудных тел достигает сотен метров.

По составу руд жильные месторождения часто бывают комплексными:

золото-медными,  
золото-сурьмяными,  
золото-полиметаллическими.

## **Месторождение Акбакай (Жамбылская область)**

Приуроченно к узлу глубинных разломов — Жалаир-Найманского, Бескемпирского и сопряженных с ними - Акбакайского, Кенгирского, Кашкимбайского.

В геологическом строении месторождений принимают участие терригенные и вулканогенно-терригенные породы ***ордовикского возраста***.

Магматические породы представлены интрузивными образованиями кызылжартасского и желтауского комплексов, а также лампрофитами самостоятельного дайкового комплекса ***девонского возраста***.



# месторождения Акбакай.



1 - терригенная толща позднего ордовика;  
2 - габбро-диориты среднего девона;  
3 - граниты позднего девона;

4 - сдвиг; 5 - надвиг; 6 - мелкие разрывы;  
7 - месторождения золота: 1 - Акбакай, 2 - Карьерное, 3 - Бескемпир, 4 - Самородковское, 5 - Аксакал (Загадка), 6 - Думан-Шуак



# М-ние Акбакай.



- 1 - андезито-песчаниковая формация  $O_{1-2}$  (коктаасская свита);
- 2 - диорит-гранодиориты  $D_{1-2}$  (кызылжартасский комплекс);
- 3-6 - дайки:
- 3 - диоритовых порфириров,
- 4 - гранит-порфириров,
- 5 - диабазовых порфириров,
- 6 - микродиоритов.



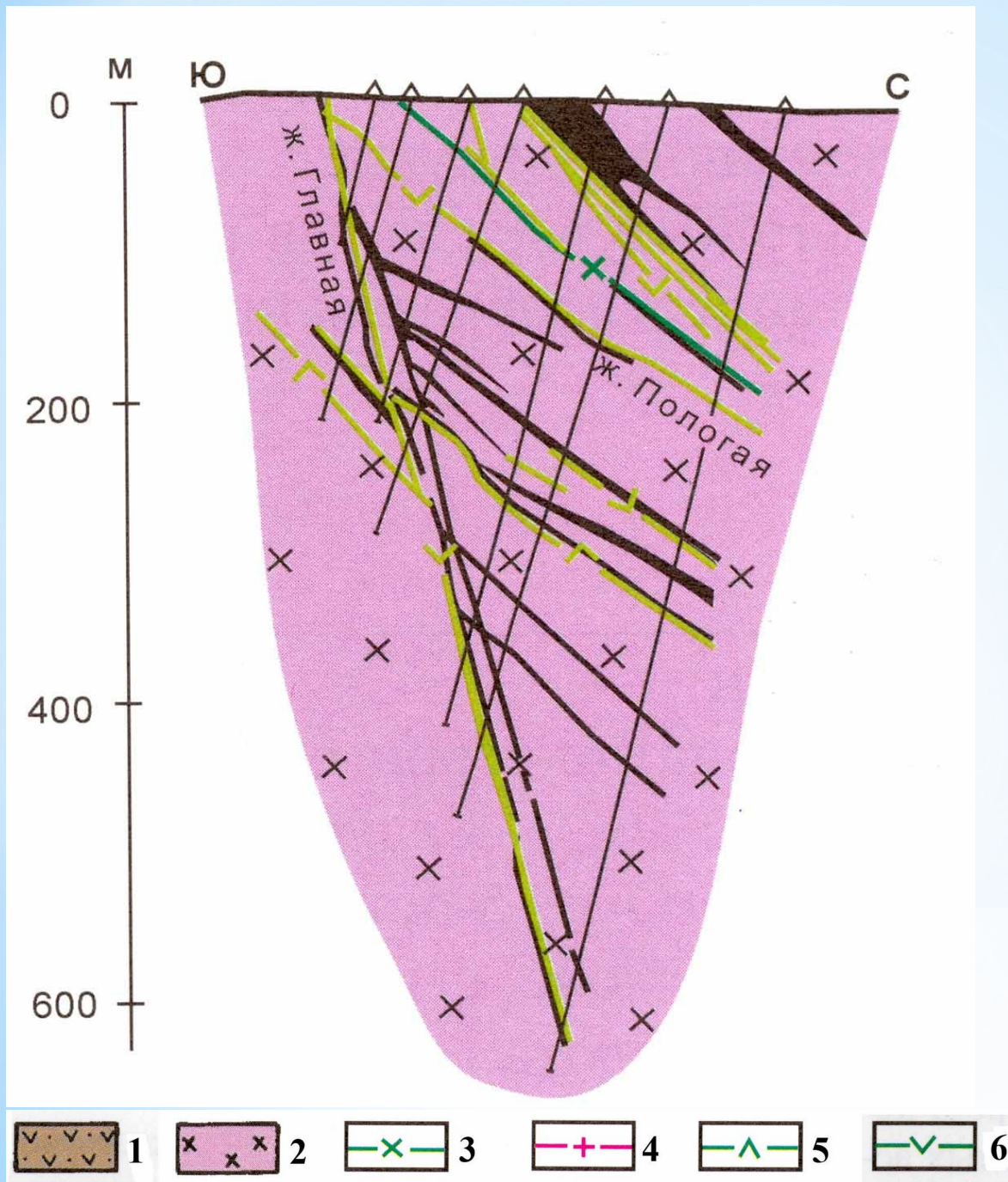
Промышленные рудные тела месторождения Акбакай приурочены к разрывным нарушениям и представлены

- крутопадающими ( $65-86^\circ$ ) и
- пологопадающими ( $40-50^\circ$ ) кварцевыми жилами, контролируемыми дайками лампрофиров с березитизированными зальбандами.

Падение жил северное, простирание – субширотное, протяженность по простиранию от 100 до 680 м, мощности изменяются от 0,2 до 4,0 м.

Рудные тела состоят из одной, реже двух стержневых жил мощностью 0,2-0,6 м.





## Геологический разрез месторождения Акбакай.

1 - андезито-песчаниковая формация  $O_{1-2}$  (коктасская свита);

2 - диорит-гранодиориты  $D_{1-2}$  (кызылжартасский комплекс);

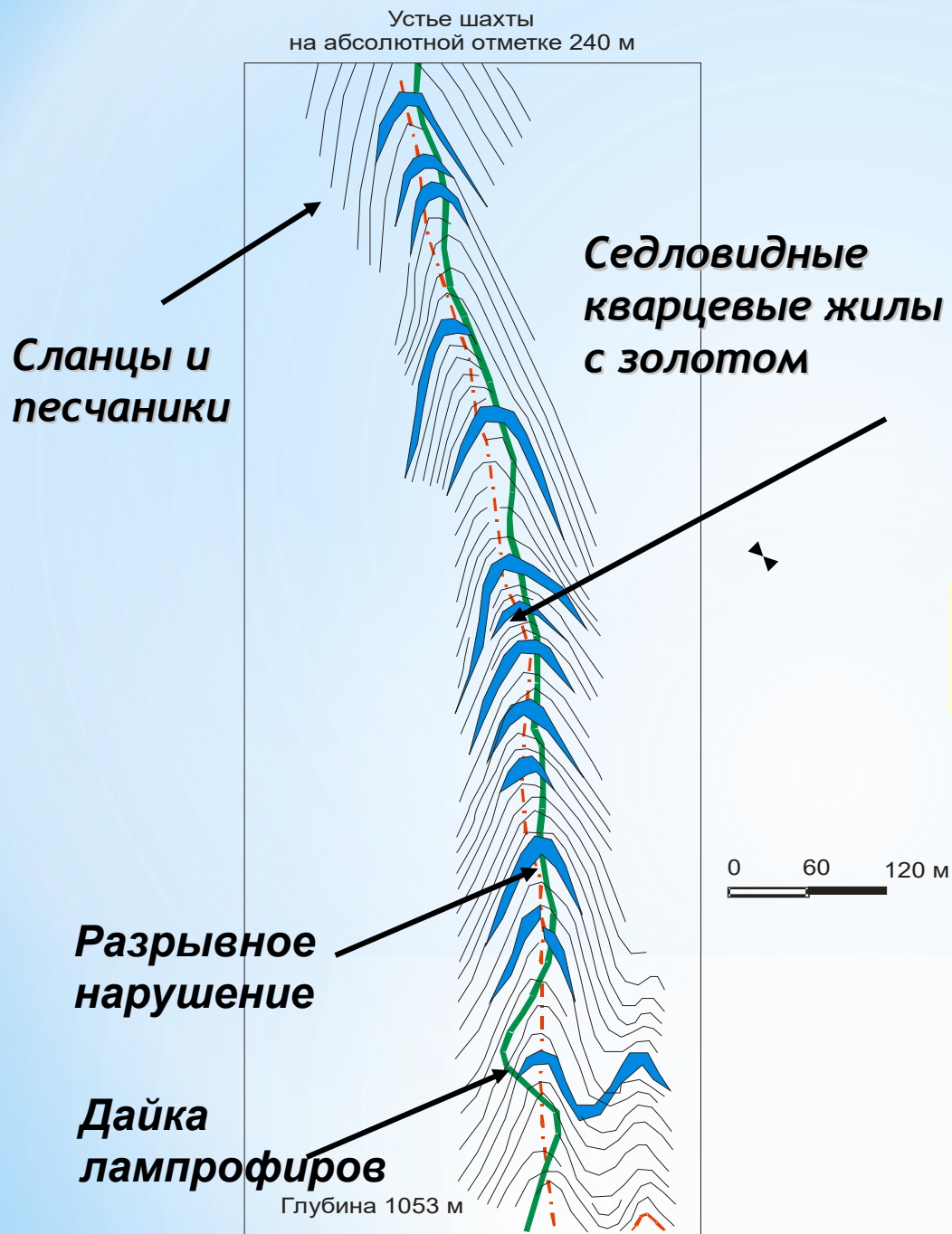
3-6 - дайки:

3 - диоритовых порфиров,

4 - гранит-порфиров,

5 - диабазовых порфиров,

6 - микродиоритов.



**Рудные тела в  
полостях  
отслаивания  
шарниров складок**

**МЕСТОРОЖДЕНИЕ ЗОЛОТА  
БЕНДИГО (АВСТРАЛИЯ)**

Аи в руде – до 26 г/т  
Площадь 25х5 км,  
уже добыто – более  
600 т золота

**2) Штокверки**, образованы большим количеством различно ориентированных, невыдержанных по форме и неравномерно распределенных маломощных кварцевых жил и тонких прожилков, а также вкрапленной сульфидной минерализацией, как правило, имеют весьма значительные размеры по площади и на глубину.

Эти месторождения локализуются в метаморфизованных песчано-сланцевых (углистых) толщах, реже в

**изверженных** породах среднего состава и гранитоидах или **субвулканических породах** кислого ряда.



К зонам разломов в пределах штокверков часто приурочены крупные, но весьма невыдержанные по мощности жилы сложной формы.

Участки с промышленными рудами в штокверковых месторождениях не имеют четких геологических границ и выявляются по данным опробования.

Типичным представителем штокверкового типа является месторождение Мурунтау.

Месторождение Мурунтау (Узбекистан) расположено в верхней части разреза позднепротерозойско-раннепалеозойской толщи **осадочно-метаморфических пород**, среди тонкопереслаивающихся алевролитов, песчаников и филлитовидных сланцев.



Рудное поле представляет собой **рудный штокверк**, приуроченный к сложному тектоническому узлу.

В составе крупного штокверка имеются три главные рудные залежи и ряд более мелких (рис. ...).

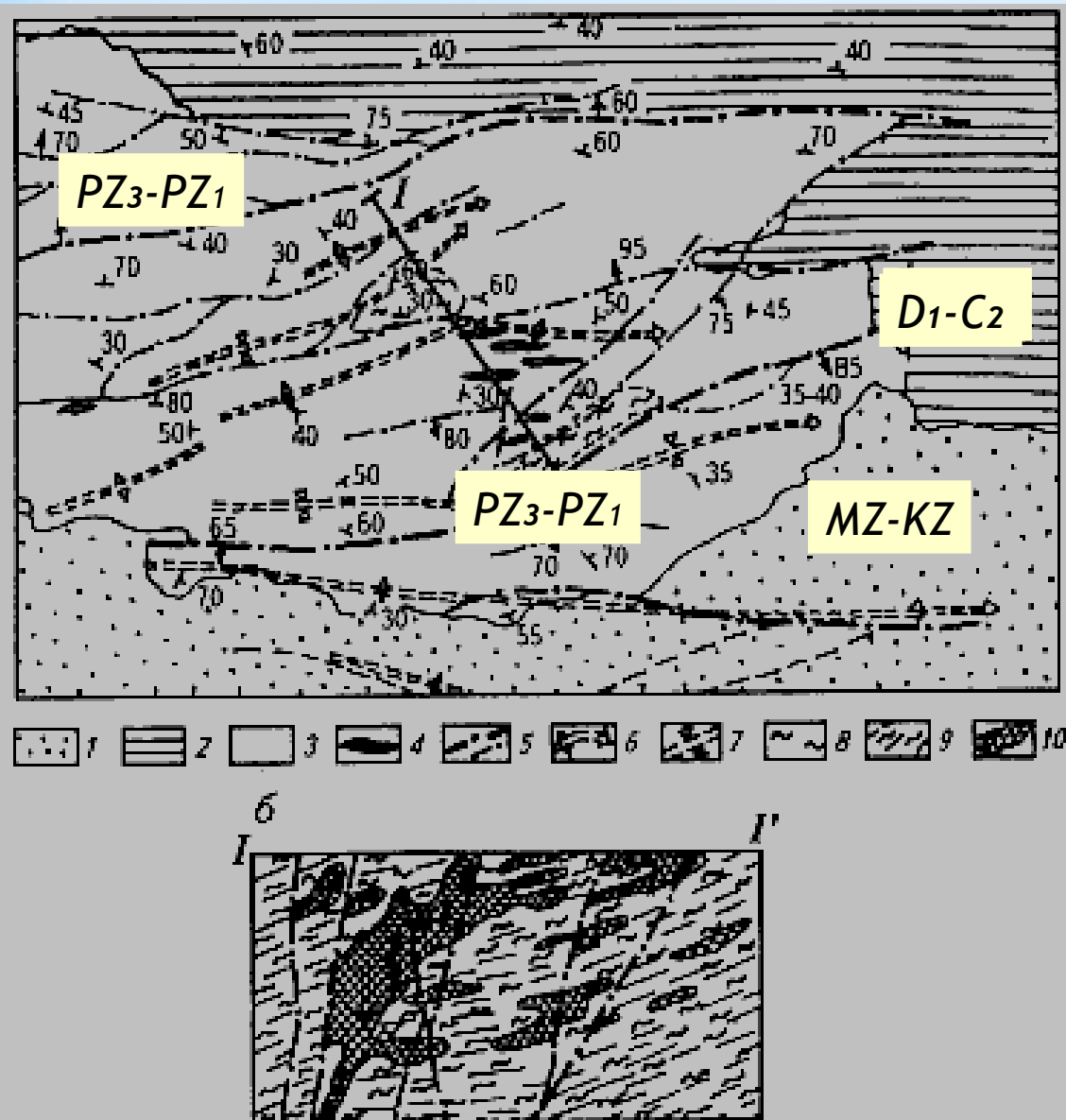
**Залежи состоят из круто- и пологопадающих кварцево-жильных и прожилковых зон.**

- Крутопадающие зоны имеют размеры в раздувах до 15 — 20 м и характеризуются высоким содержанием золота.
- Примыкающие к ним пологие согласные со слоистостью зоны отличаются более низким содержанием металла и сложным его распределением.

Рудная минерализация представлена пиритом и арсенопиритом, встречаются сфалерит, галенит, висмутин. Среднее содержание сульфидов — 0,5—1,5%.

Жильная минерализация представлена кварцем с небольшим количеством калиевого полевого шпата, биотитом, кальцитом и альбитом.

# Мурунтауское рудное поле



- 1 — красноцветные отложения (MZ-KZ);
- 2 — карбонатные породы (D1-C2);
- 3 — песчано-сланцевые отложения (PZ3-PZ1);
- 4 — основные кварц-золоторудные тела;
- 5 — разрывные нарушения;
- 6 — направление осей антиклинальных складок;
- 7 — направление осей синклинальных складок;
- 8 — зоны интенсивной мелкой складчатости

9 — песчаники и сланцы рудоносного горизонта; 10 — рудные тела

### **3) Минерализованные и жильные зоны**

представляют собой

- участки тектонически нарушенных и гидротермально-измененных терригенно-осадочных и вулканогенно-осадочных пород или
- совокупность сближенных субпараллельных кварцевых жил, прожилков, уплощенных линз, локализующихся в
  - ✓ кристаллических породах,
  - ✓ эффузивных и субвулканических образованиях умеренно-кислого состава,
  - ✓ а также в терригенно-осадочных толщах.

Для них характерны

- линейно-вытянутые формы,
- значительные мощности (от 5-10 до 50 м и более)
- и отсутствие четких геологических границ рудных тел;

их контуры, как правило, определяются по данным опробования.

Руды прожилково-вкрапленные, относятся к золото-серебряной, золото-кварц-сульфидной и золото-кварцевой формациям.

**4. Залежи** (линзовидные, жиллообразные, пластообразные и сложной формы) могут быть образованы золотосодержащими пирит-халькопиритовыми, пирит-пирротиновыми, полиметаллическими, баритовыми, магнетитовыми сплошными и вкрапленными рудами;

кроме того, залежи могут быть представлены вторичными кварцитами, кварц-слюдистыми, кварц-марганцовистыми и другими породами с вкрапленным или прожилково-вкрапленным оруденением.

**Эти руды являются комплексными.**

## 5. Трубообразные и неправильной формы

залежи и гнезда скарновых месторождений имеют ограниченное распространение.

## 6. Самостоятельным морфологическим типом

золоторудных месторождений являются

### оруденелые дайки.

Оруденение в них приурочено

- либо к системе кварцевых или кварц-сульфидных прожилков, выполняющих поперечные трещины,
- либо к тонким кварцевым жилам и прожилкам, совпадающим с продольной трещиноватостью даек.

Золото концентрируется в основном непосредственно в кварцевых жилах и прожилках при низком содержании его в породах самих даек.



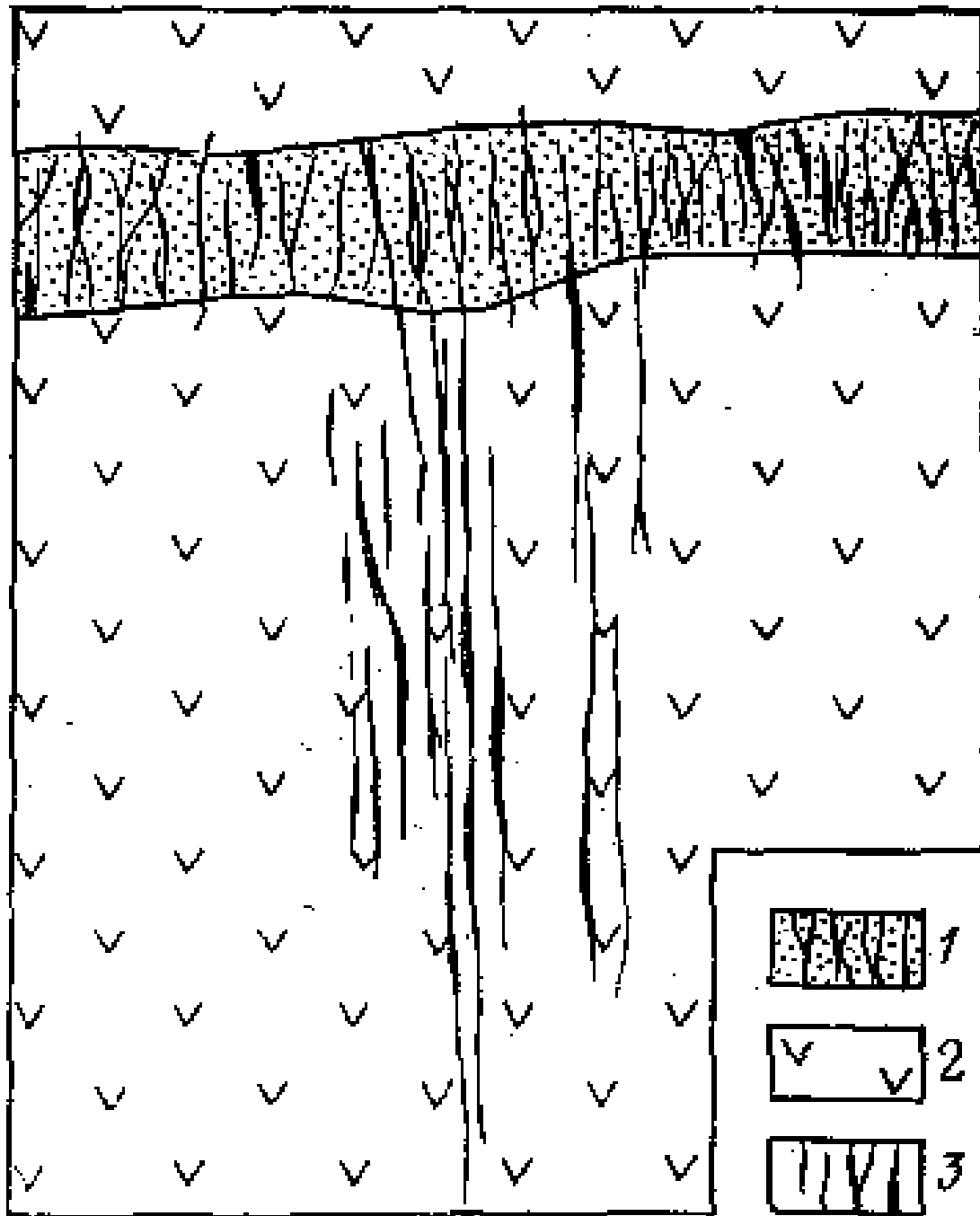
## ***Типичный представитель Березовское месторождение золота (Урал).***

Сложено вулканогенно-осадочной толщей верхнего карбона-нижнего девона, которая окружена гранитоидами.

Преобладают переслаивающиеся кремнисто-глинистые и кремнисто-углистые сланцы, туффиты, филлиты, туфопесчаники, туфобрекчии.

- Золоторудные жилы приурочены к крутопадающим дайкам широтного простирания. Это лестничные жилы, которые преимущественно развиваются в гранит-порфирах и плагиогранит-порфирах («полосовые» жилы).
- Часть жил залегает среди серпентинитов, габбро, диабазов и туфов (вне даек) («красичные» жилы). Жилы сложены кварцем. Рудные минералы (2—10%) — пирит, тетраэдрит, шеелит, галенит, халькопирит.

## Фрагмент Березовского м-ния



- 1 - березитизированная дайка  
гранит-порфира с лестнич-  
ными жилами
- 2 - зеленокаменные породы
- 3 - «красичные жилы»

## Б. К ЭКЗОГЕННЫМ МЕСТОРОЖДЕНИЯМ

относятся обогащенные золотом, так называемые

- **«железные шляпы»** сульфидных м-ний и
- **коры выветривания** минерализованных зон,
- а также **золотоносные россыпи**.

❖ **«Железные шляпы»** представляют собой верхнюю окисленную часть сульфидных залежей (серноколчеданных, медноколчеданных и полиметаллических), где золото, как химически устойчивый минерал, накапливается вместе с гидроксидами железа, карбонатами свинца, вторичными серебряными минералами.



**Коры выветривания** имеют значительные размеры.

Развиваются на площадях выхода на поверхность золотоносных минерализованных зон,

***первичные руды которых бедны золотом.***

Они имеют значительные размеры рудных тел по площади и распространяются до глубин в 300–400м.

Месторождения локализуются в терригенных или вулканогенно-осадочных толщах. В корях выветривания руды полностью дезинтегрированы, золото находится преимущественно в свободном виде.

Содержание его может быть в 1,5–2 раза выше, чем в первичных рудах.



По природным условиям формирования коры выветривания разделяются **на остаточные и переотложенные**.

**Остаточные** коры формируются в алюмосиликатных породах. Месторождения в этом типе кор характеризуются сохранением морфологии и золотоносности первичных руд в зоне гипергенеза.

**Переотложенные** коры формируются в карбонатных породах или на контакте карбонатных и алюмосиликатных пород. Морфология и золотоносность первичных руд в переотложенных корах претерпевают существенные изменения.

## **В. К МЕТАМОРФИЗОВАННЫМ МЕСТОРОЖДЕНИЯМ**

в настоящее время относят золотоносные конгломераты и песчаники Витватерсранда в ЮАР, являющегося крупнейшим месторождением золота в мире.

*Подобного типа м-ния имеются также в Австралии, Канаде, Бразилии.*

Золотоносные (ураноносные) конгломераты известны в ЮАР(район Витватерсранд) , Канаде (район Блайнд-Ривер), Бразилии, Габоне Австралии.

Месторождения этого типа разрабатывают комплексно с целью извлечения двух (золото и уран) и более компонентов.

**Месторождения района Витватерсранд** представлены пластами золотоносных урансодержащих конгломератов. Металлоносные конгломераты приурочены к разным свитам и имеют вид многочисленных перемежающихся с кварцитами и сланцами пластов или рифов (рис. 6). Золотое и урановое оруденение приурочено к сравнительно тонким прослоям конгломератов в мощной толще пород однородного состава. Мощность отдельных золотоносных пластов колеблется в больших пределах от десятков сантиметров до 2 м. Среднее промышленное содержание золота 5—10 г/т.

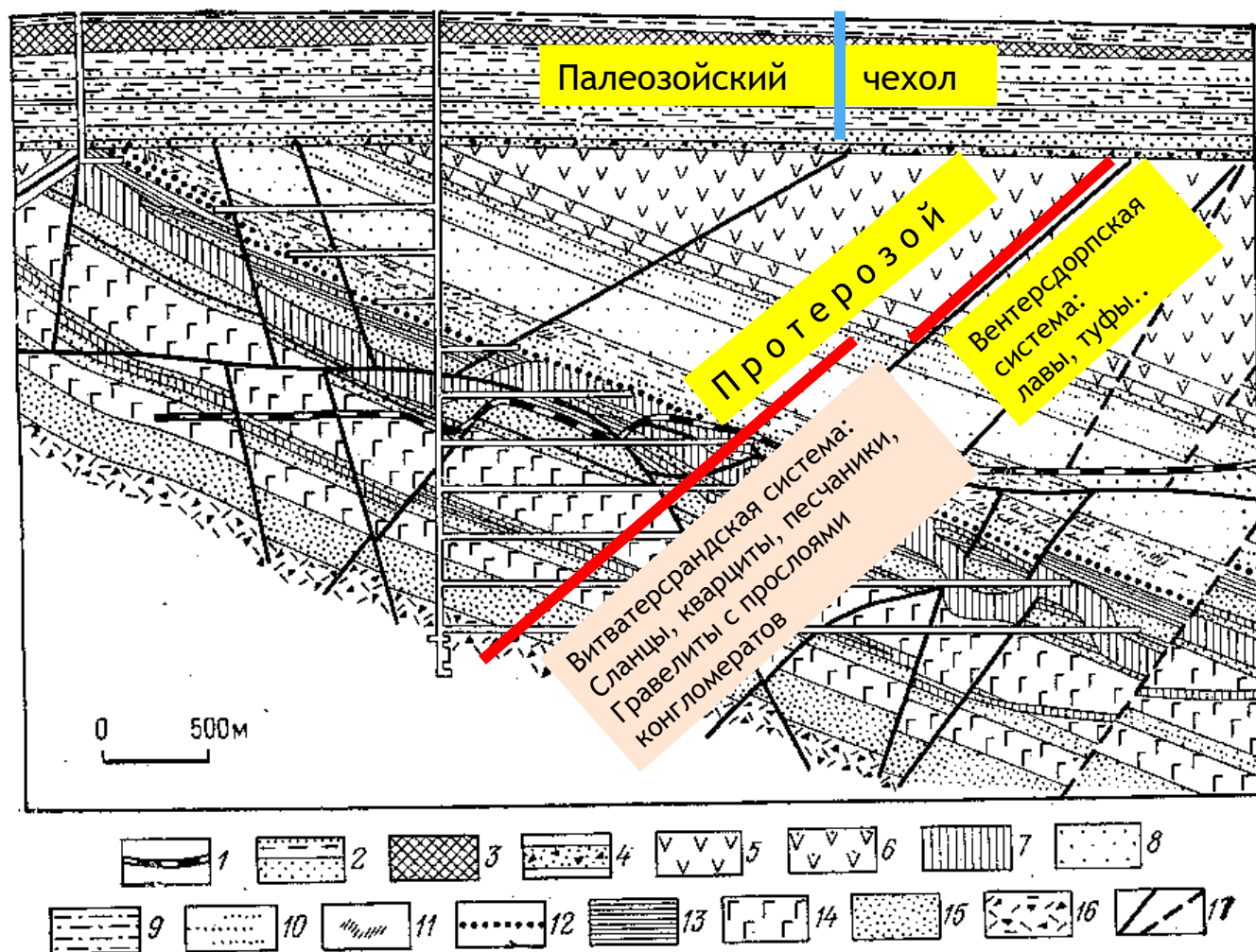
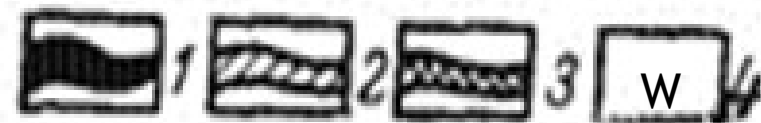
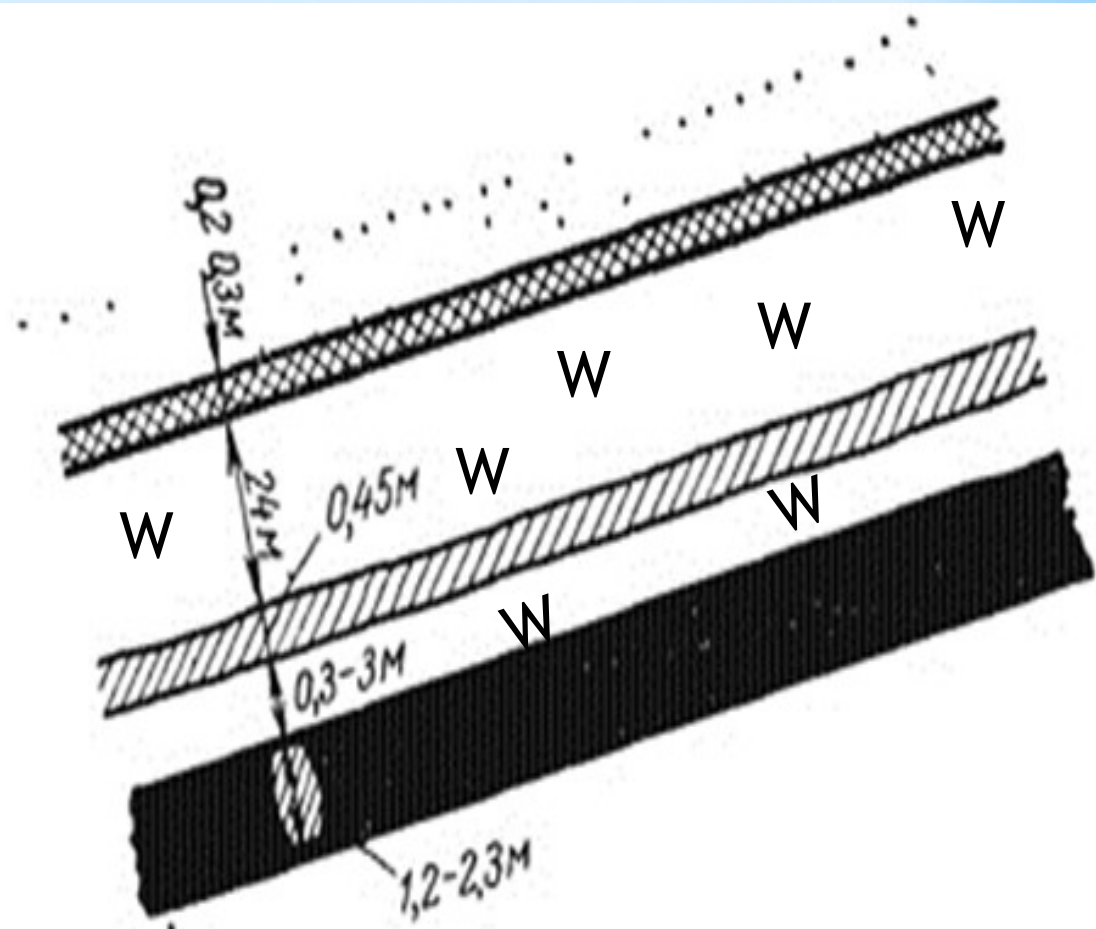


Рис. 124. Рудоносные конгломераты рудника Лесли-Голд, Витватерсранд. По К. Твидлу.

1—4 — палеозой: 1 — дайки долеритов, 2 — угленосные отложения, 3 — долериты, 4 — породы основания, 5—16 — протерозой: Вентерсдорпская система — 5 — амигдалоидные лавы, 6 — порфириды и их туфы, 7 — диабазы (силлы лежащего бока); Витватерсрандская система — формация Кимберли — Эльсбург — 8 — сланцы, 9 — кварциты, 10 — зона прерывистых рифов, 11 — зона кварцитов, 12 — риф Кимберли, 13 — сланцы Кимберли, формация Мейн-Бёрд — 14 — амигдалоидные лавы, 15 — кварциты, 16 — голубые гравелиты; 17 — тектонические нарушения



# Схема залегания золото- урановых пластов свиты Майн-Риф системы Вмтватерсранд



- 1 - главный пласт
- 2 - суглинок главного пласта
- 3 - южный пласт
- 4 - кварциты



**Золотоносный конгломерат**



## **Г. К техногенным месторождениям**

относятся

а) спецотвалы забалансовых руд, добытых в результате разработки золоторудных месторождений,

б) золотосодержащие отходы (хвосты, шламы), образовавшиеся в процессе обогащения руд или переработки золотосодержащих концентратов (огарки, кеки, золы) комплексных месторождений черных, цветных, благородных и других металлов.

## Д. Россыпи золота.

В основе промышленной классификации россыпей золота лежит **морфогенетический принцип**, объединяющий генезис и условия залегания россыпи.

Промышленные типы могут соответствовать одному генетическому типу или объединять несколько типов одной генетической группы.

Крупнейшими в мире являются месторождение Калгурли (Австралия), речные россыпи (Канада, Аляска).

В России россыпи промышленного значения находятся в бассейнах рек Лены, Колымы, Енисея, Алданского кряжа.

Россыпные месторождения известны и в Казахстане.

Промышленный тип россыпей	Морфология продуктивных тел (их мощн.)	Характерные признаки	Положение в рельефе
Пролювиально-аллювиальные и аллювиально-склоновые (гетерогенные)	Толщи, залежи (десятки метров), пласты (единицы метров)	большие мощности продуктивных горизонтов, плохой сортировкой материала,	На склонах, в поймах речных долин, конусах выноса, пролювиальных шлейфах
Аллювиальные (русловые, долинные, террасовые россыпи и россыпи погребенных долин)	Пласты (доли метров – единицы метров)	четко выраженный продуктивный пласт	В речных долинах
Прибрежно-морские	Пласты (доли метров – единицы метров)		В древних и современных береговых зонах
Техногенные	Залежи, пласты, отвалы		Залежи, пласты, отвалы

**Казахстан по подтвержденным запасам золота** входит в первую десятку стран мира, а по добыче – в третью десятку.

Государственным балансом учтены запасы по 196 месторождениям в.т.ч. 126 коренных, 47 комплексных, 23 россыпных.

Доля запасов комплексных золотосодержащих месторождений составляет 35,1%, россыпных – 0,5%.

Ученные запасы собственно золотых м-ний равны 65%, **причем более 40% заключено в пяти месторождениях – Васильковское, Бакырчик, Жолымбет, Бестобе и Акбакай.**



Разрабатывается около 30% месторождений, состоящих на балансе.

Золото добывается как из собственно золоторудных (61%), так и из комплексных месторождений (39%).

Главнейшими из разрабатываемых собственно золоторудных месторождений являются

- \* *Васильковское, Жолымбет, Бестобе, Аксу, Акбеит - в Северном и Центральном;*
- \* *Юбилейное - в Западном;*
- \* *Бакырчик, Суздальское и др. - в Восточном;*
- \* *Акбакай - в Южном Казахстане.*

# Месторождение Бакырчик (ВКО)

Месторождение находится в Кызыловской зоне смятия широтного простирания, секущей основные структуры Калбинского региона.

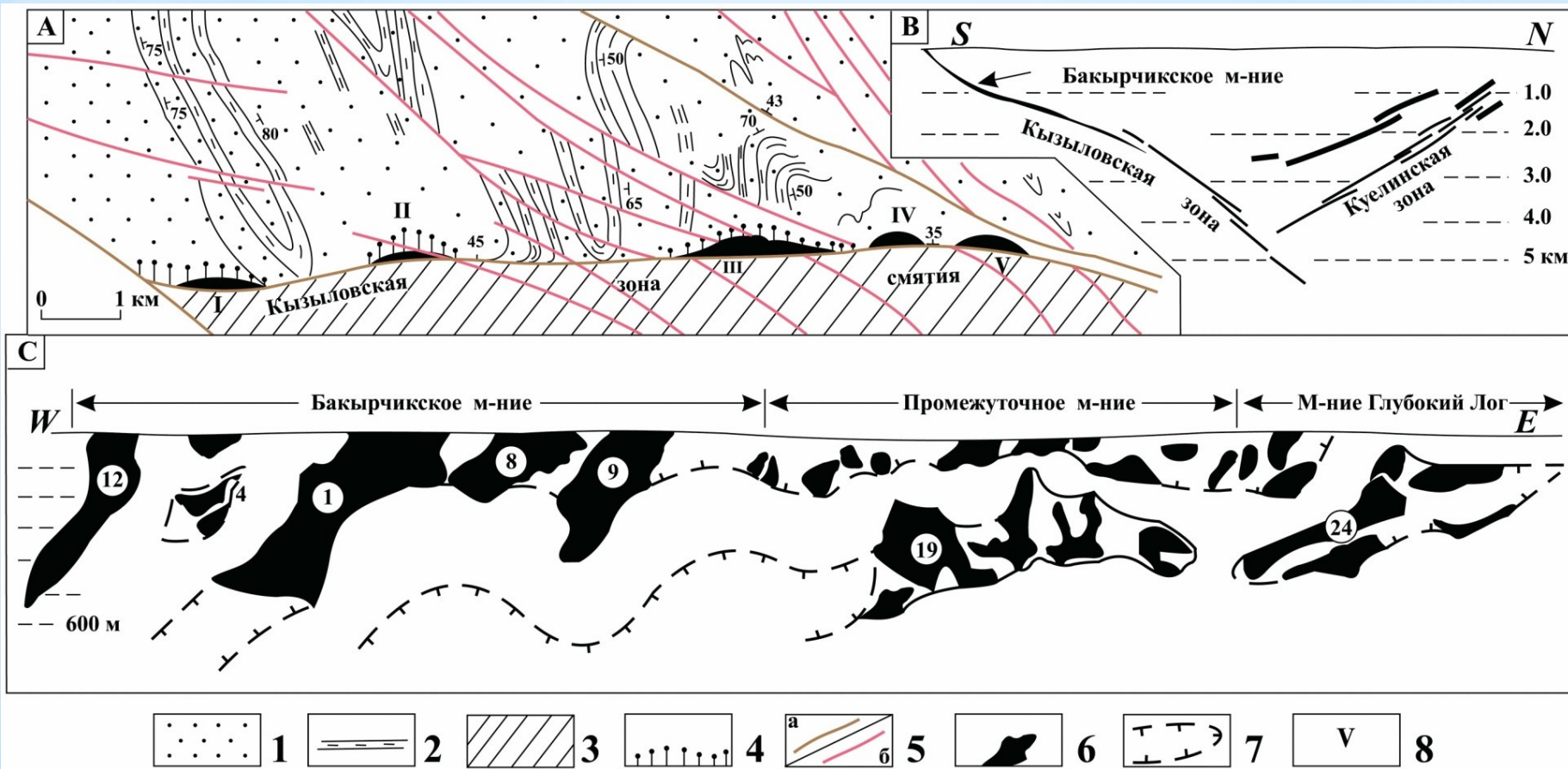
Рудовмещающие углеродсодержащие сланцы, аргиллиты, алевролиты и песчаники среднекаменноугольного возраста. Породы интенсивно рассланцованы, содержат углеродистое вещество и сульфиды (до 5-10%).

Наиболее насыщены золотоносными сульфидами (пиритом и арсенопиритом) алевролиты с содержанием углеродистого вещества 0,2-0,4% при наличии карбонатного материала.

Рудные тела представлены системой кулисообразных **минерализованных зон** значительной мощности (до 20 м) и протяженности (до 500 м), прослеженных на глубину более 1200 м (рис...).

**Состав руд:** пирит, арсенопирит, антимонит, золото, марказит, халькопирит, пирротин, блеклые руды (теннантит и тетраэдрит), галенит, сфалерит, киноварь, самородное серебро, кварц, карбонаты.

**Геолого-структурная схема (а), поперечный сейсмический разрез (в) и продольная проекция (с) рудных тел месторождений Бакырчикского рудного поля. По Жаутикову Т.М.**



**Углеродисто-терригенный молассовый комплекс (C2-3): 1 - полимиктовые песчаники; 2 - известковистые и углисто-глинистые алевролиты; 3 - алевролиты и песчаники лежачего бока (C1-2);**

4 - пластическая деформация пород в зоне смятия; 5 - сдвиги (а), разломы (б); 6 - рудные тела и их номера в продольной проекции; 7 - предполагаемый контур лентовидных рудных залежей; 8 - *месторождения*: I - Большевик, II - Холодный Ключ, III - Бакырчик, IV - Промежуточный, V - Глубокий Лог

Золото трех разновидностей:

- тонкодисперсное в ранних сульфидах - пирите и арсенопирите (основная масса);
- более крупное (десятые доли миллиметра) - по микротрещинкам в пирите и арсенопирите в ассоциации с галенитом, сфалеритом, халькопиритом, кварцем и карбонатами;
- в виде включений в кварц-серицит-карбонатных оторочках вокруг сульфидов, в ассоциации с антимонитом.

Стадийность рудообразования:

- ранняя стадия колчеданная (пирит-арсенопиритовая);
- средняя - полиметаллическая;
- поздняя - кварц-карбонат-антимонитовая.

***Главная золотоносность связана с ранней стадией.***



## **Месторождение Жолымбет (севернее г. Нур-Султан)**

Расположено в узле пересечения Степняковского (Аксуйского) меридионального, Богдановского северо-восточного и Жолымбет-Бозшакульского широтного глубинных разломов.

В строении месторождения принимают участие

- отложения нижнего-среднего ордовика и девона,
- интрузии и дайки степняковского комплекса позднесилурийского возраста.

Промышленное оруденение представлено разными морфологическими типами: кварцево-жильным, штокверковым, зонами окварцевания и березитизации. С глубиной кварцевые жилы переходят в штокверковые зоны и далее - в зоны березитизации с прожилково-вкрапленным оруденением. .

## Главные рудные минералы:

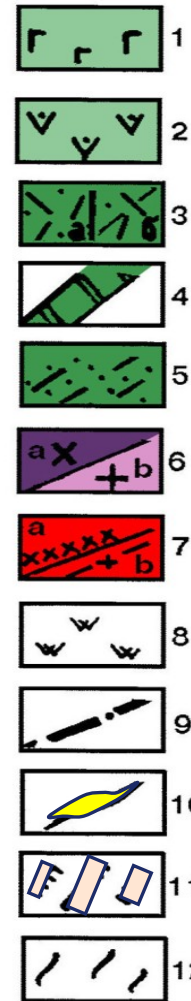
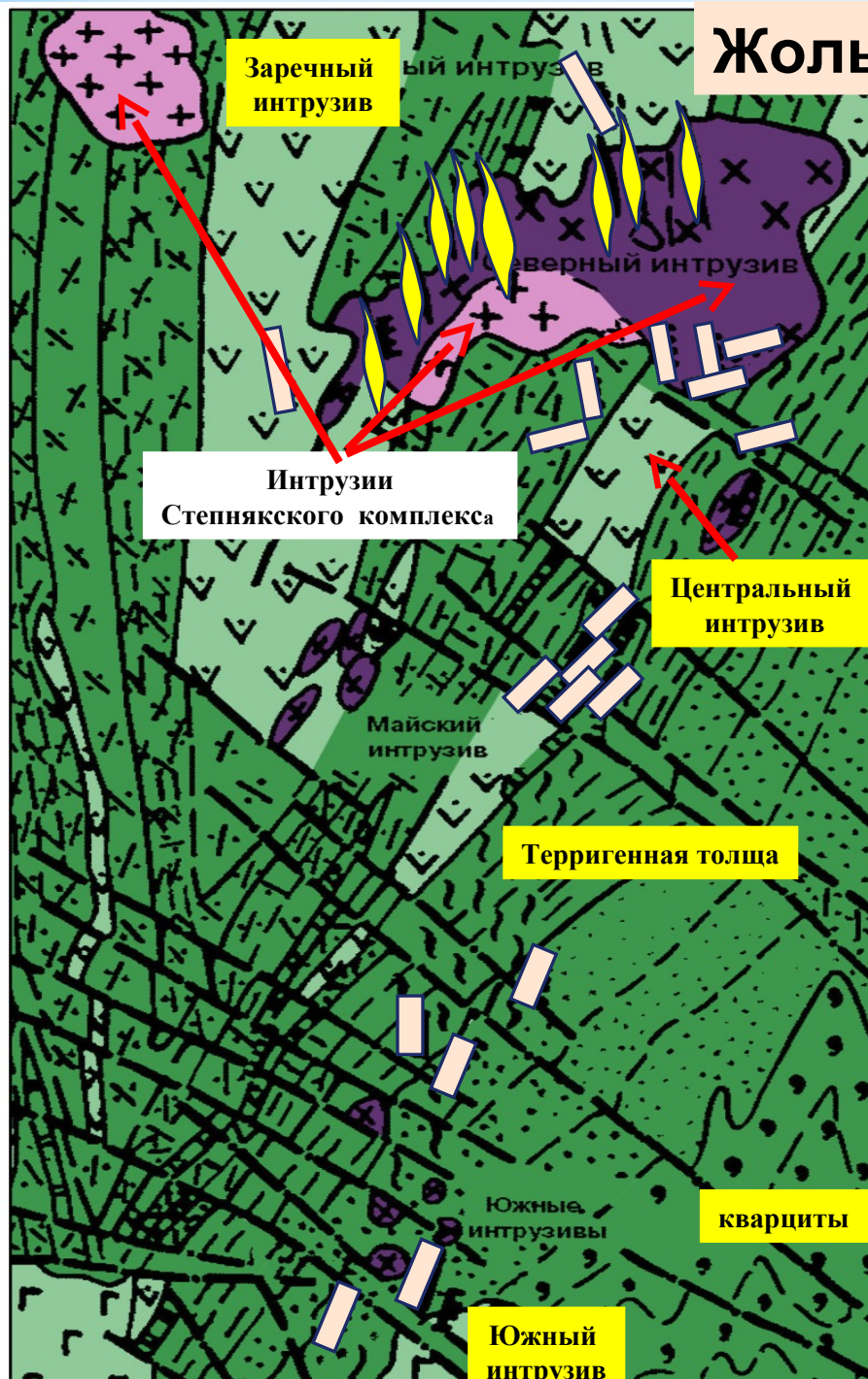
пирит, пирротин, халькопирит, галенит, золото;  
**второстепенные** - марказит, сфалерит, теллуриды золота, арсенопирит, висмутин, шеелит, молибденит, блеклая руда, аргентит, брейнерит, борнит, гематит, сульфовисмутит, висмут самородный, тетрадимит, теллуrowисмутит;  
реликтовые - магнетит, ильменит, титаномагнетит.

Месторождение Жолымбет относится к категории **крупных объектов** с **рядовыми** кварцево-штокверковыми прожилково-вкрапленными рудами.

Оруденение на Центральном и Южном участках распространяется на глубину 1600-1700 м и с ожидаемыми столбами богатых руд.

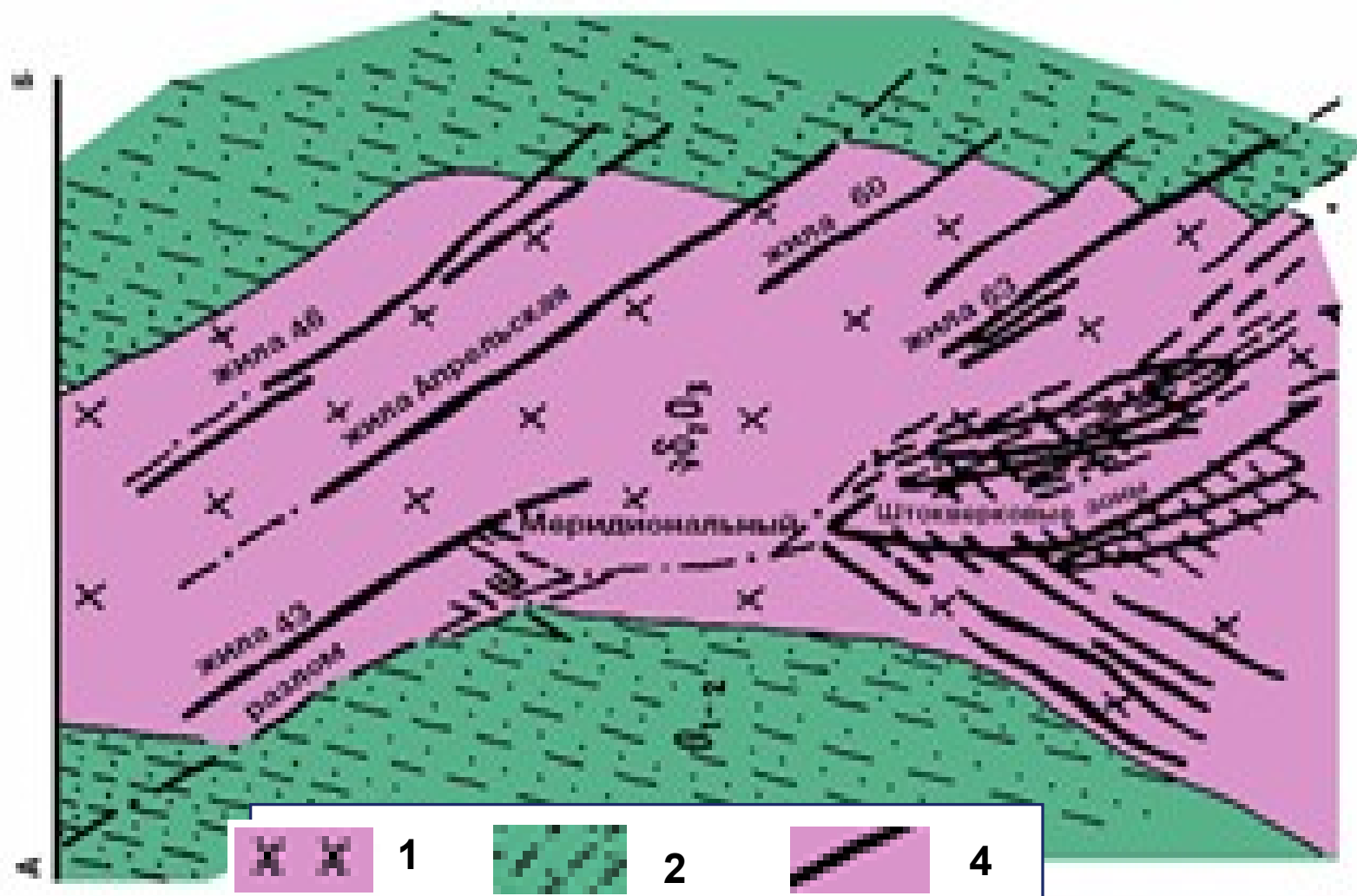
Перспективы Северного участка определяются глубиной в 650-700 м

# Жолымбетское рудное поле.



- 1 - миндалекаменные диабазовые порфиры, туфы;
- 2 - андезитовые порфиры и их туфы;
- 3 - дацитовые порфиры (а) и их туфы (б);
- 4 - кремнистые алевролиты,
- 5 - переслаивание аргиллитов, алевролитов и песчаников;
- 6 - интрузивные породы степнякского комплекса: первая фаза - лейко- и меланократовые габбро (а), вторая фаза - кварцевые диориты (б);
- 7 - дайки аплитов (а), мелкозернистых гранитов (б);
- 8 - кварциты;
- 9 - тектонические нарушения;
- 10 - золоторудные тела прожилково-вкрапленные;**
- 11 - золотоносные кварцевые жилы;**
- 12 - зоны смятия.





**М-ние Жолымбет. Разрез через штокверковую зону Центрального участка.**

1 - диориты, лейкогаббро, габбро; 2 - алевролиты, аргиллиты, мелкозернистые песчаники; 3 - разрывные нарушения; 4 - золотоносные кварцевые жилы и прожилки; 5 – контур промышленного оруденения в штокверковой зоне



## **Месторождение Акбакай (Жамбылская область)**

Приуроченно к узлу глубинных разломов — Жалаир-Найманского, Бескемпирского и сопряженных с ними - Акбакайского, Кенгирского, Кашкимбайского.

В геологическом строении месторождений принимают участие терригенные и вулканогенно-терригенные породы ***ордовикского возраста***.

Магматические породы представлены интрузивными образованиями кызылжартасского и желтауского комплексов, а также лампрофитами самостоятельного дайкового комплекса ***девонского возраста***.

# месторождения Акбакай.



1 - терригенная толща позднего ордовика;  
2 - габбро-диориты среднего девона;  
3 - граниты позднего девона;

4 - сдвиг; 5 - надвиг; 6 - мелкие разрывы;  
7 - месторождения золота: 1 - Акбакай, 2 - Карьерное, 3 - Бескемпир, 4 - Самородковское, 5 - Аксакал (Загадка), 6 - Думан-Шуак



# М-ние Акбакай.



- 1 - андезито-песчаниковая формация  $O_{1-2}$  (коктаасская свита);
- 2 - диорит-гранодиориты  $D_{1-2}$  (кызылжартасский комплекс);
- 3-6 - дайки:
  - 3 - диоритовых порфиров,
  - 4 - гранит-порфиров,
  - 5 - диабазовых порфиров,
  - 6 - микродиоритов.



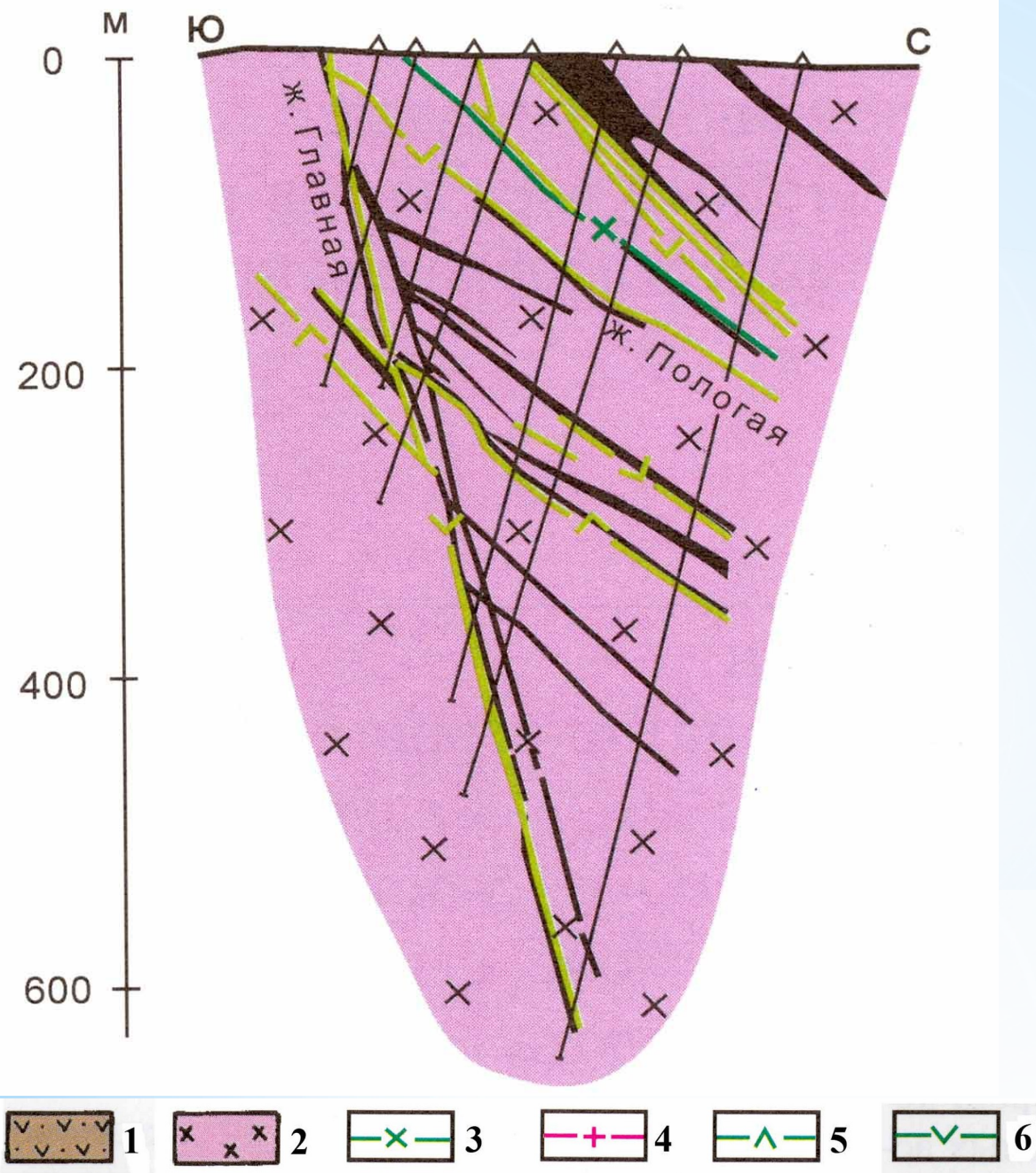
Промышленные рудные тела месторождения Акбакай приурочены к разрывным нарушениям и представлены

- крутопадающими ( $65-86^\circ$ ) и
- пологопадающими ( $40-50^\circ$ ) кварцевыми жилами, контролируемыми дайками лампрофиров с березитизированными зальбандами.

Падение жил северное, простирание – субширотное, протяженность по простиранию от 100 до 680 м, мощности изменяются от 0,2 до 4,0 м.

Рудные тела состоят из одной, реже двух стержневых жил мощностью 0,2-0,6 м.





## Геологический разрез месторождения Акбакай.

1 - андезито-песчаниковая формация О<sub>1-2</sub> (коктасская свита);

2 - диорит-гранодиориты D<sub>1-2</sub> (кызылжартасский комплекс);

3-6 - дайки:

3 - диоритовых порфиров,

4 - гранит-порфиров,

5 - диабазовых порфиров,

6 - микродиоритов.

# СЕРЕБРО -

металл из группы благородных, имеющий плотность 10,49 г/см<sup>3</sup>, температуру плавления 960,5-961 °С.

Обладает:

- **наивысшей из всех металлов** электропроводностью и теплопроводностью,
- высокой отражательной способностью и
- ковкостью (из серебра можно выковать пластинки толщиной до 0,00025 мм, а из 1 г металла вытянуть проволоку длиной 1800 м),
- относительной инертностью к химическим превращениям и способностью образовывать сплавы и химические соединения с алюминием, цинком, оловом, золотом, медью, бериллием, редкоземельными металлами, платиноидами и др.

## Серебро -

- широко применяется в кино- и фото-индустрии и разнообразных областях электротехники и электроники.
- Уникальная отражательная способность серебра позволяет использовать его при изготовлении зеркальных покрытий на стекле, пластике и металлах.
- Значительное количество серебра расходуется на гальваническое покрытие деталей машин, работающих при повышенных нагрузках.
- Серебро сохраняет роль второго валютного металла и широко используется в ювелирной промышленности.



**Серебро** - малораспространенный элемент земной коры, кларк его составляет 0,07 г/т.

Его средние содержания таковы (г/т):

в ультраосновных породах - 0,5,

в основных - 0,1, в кислых - 0,05,

в осадочных - 0,1-0,4.

В природе известно 60 серебряных и серебро-содержащих минералов, подразделяемых обычно на шесть основных групп.

В зоне гипергенеза серебряные руды легко окисляются с образованием галогенов (кераргирит) и вторичного самородного серебра;



## Главные минералы серебра

Минералы	Химический состав (формула)	Содержание серебра, %	Плотность, г/см <sup>3</sup>
Самородное серебро	Ag	80-100	10,1-11,1
Электрум	(Au, Ag)	25-45	12,5-15,6
Аргентит	Ag <sub>2</sub> S	87,1	7,2-7,4
Пираргирит	Ag <sub>3</sub> SbS <sub>3</sub>	59,76	5,77-5,86
Прустит	Ag <sub>3</sub> AsS <sub>3</sub>	65,4	5,57-5,64
Полибазит	(Ag,Cu) <sub>16</sub> Sb <sub>2</sub> S <sub>11</sub>	62,1-74,9	6,27-6,33
Стефанит	Ag <sub>5</sub> SbS <sub>4</sub>	68,3	6,5
Канфилдит	Ag <sub>8</sub> SnS <sub>6</sub>	74,1-75,7	6,1-6,3
Гессит	Ag <sub>2</sub> Te	63,3	8,45
Петцит	Ag <sub>3</sub> AuTe <sub>2</sub>	42,0	9,02

По особенностям вещественного состава руд и промышленной значимости слагающих руды металлов среди месторождений серебра принято выделять две большие группы:

**собственно серебряных и комплексных серебросодержащих руд.**

*Значительная часть мировой добычи серебра производится попутно* - по некоторым оценкам от 70 до 80 % серебра добывается из комплексных серебросодержащих месторождений:

**свинцово-цинковых, меднопорфировых, золоторудных, колчеданных, золото-мышьяково-сульфидных и золото-серебро-марганцовистых.**

Среди **собственно серебряных** месторождений наиболее **широко распространены** **золото-серебряные и свинцово-серебряные,** связанные с риолитовыми, андезит-риолитовыми и гранит-порфировыми формациями вулканоплутонических поясов и зон тектоно-магматической активизации (**гидротермальные вулканогенные**).

В серебряных рудах всех типов месторождений в тех или иных количествах присутствуют золото, свинец, цинк, медь, олово и другие химические элементы в качестве попутных компонентов.

По масштабам выделяются месторождения:  
    весьма крупные (более 10 000 т серебра),  
    крупные (2000-10 000 т),  
    средние (500-2000 т),  
    мелкие (менее 500 т).

По геолого-структурным условиям, особенностям морфологии рудных тел, состава руд и рудовмещающих пород месторождения серебряных руд подразделяются на

**следующие типы:**



- **Жильные:**
  - ✓ в **терригенных** и терригенно-карбонатных толщах;
  - ✓ в **вулканических** поясах;
- **минерализованные и жильные зоны**
  - ✓ в вулканических поясах;
  - ✓ в терригенных и терригенно-карбонатных (углистых) толщах;
- **штокверки** в вулканических поясах;
- минерализованные зоны, залежи в вулканогенных и вулканогенно-осадочных толщах.

❖ Казахстан по производству серебра занимает **первое место** среди стран СНГ и Азии.

Оно добывается из серебрясодержащих месторождений попутно при комплексной переработке медных, колчеданно-полиметаллических, свинцово-цинковых и золото-серебряных руд.

❖ Основные запасы серебра в Казахстане сосредоточены:

39,5 % в колчеданно-полиметаллических месторождениях Рудного Алтая (**Малеевское, Орловское, Тишинское и др.**);

❖ 28,5 % в свинцово-цинковых месторождениях Центрального и Южного Казахстана (**Жайрем, Миргалимсай и др.**);

❖ 23,9 % в медных рудах Жезказганского района (**Жезказган, Жаман-Айбат и др.**);

❖ 5,6 % в медно-порфировых месторождениях Центрального Казахстана (**Актогай, Бозшаколь и др.**);

❖ 2,5 % в золото-серебряных месторождениях Центрального и Южного Казахстана (**Таскора, Архарлы и др.**).

# МЕСТОРОЖДЕНИЯ ПЛАТИНОИДОВ

В группу платиновых металлов кроме платины входят палладий, родий, осмий, рутений, иридий.

Металлы платиновой группы благодаря высокой огнеупорности, хорошей электропроводности, химической стойкости используются в качестве

- катализаторов при получении серной и азотной кислот, высококачественного бензина и других продуктов (до 50 %),
- в электротехнической, автомобильной и медицинской промышленности (25%),
- при производстве химической аппаратуры и антикоррозионных покрытий (15 %), ювелирных изделий (10 %).

## *Геохимия и минералогия.*

Средние содержания металлов платиновой группы таковы (%):

платины и рутения по  $5 \cdot 10^{-7}$ ,  
палладия  $1 \cdot 10^{-6}$ ,  
иридия и родия по  $1 \cdot 10^{-7}$ ,  
осмия  $5 \cdot 10^{-6}$ .

Известно более 90 минералов, содержащих платиноиды. Из них наиболее широко распространены самородная платина и твердые растворы (природные сплавы) платиноидов - ферроплатина, палладистая платина, иридистая платина, осмистый иридий.

Встречаются также сульфиды, арсениды и сульфоарсениды платиноидов.



## Главные минералы платины

Минералы	Химический состав (формула)	Содержание основного элемента, %	Элементы примеси
Самородная платина	Pt	Pt 80-100	Pd, Jr, Os, Au, Fe
Палладистая платина	(Pt, Pd)	Pt до 59,9 Pd 7-40	Jr, Au
Поликсен	(Pt,Fe)	Pt 55-87	Jr, Pd, Os, Fe

## *Типы руд и кондиции.*

Платиноносными являются  
ультраосновные породы,  
хромитовые,  
титаномагнетитовые и  
медно-никелевые руды,  
а также россыпи.

В коренных месторождениях минимальное содержание платиноидов составляет 2-5 г/т, в комплексных рудах (например, медно-никелевых) - 0,4 г/т, в россыпях - 0,5 г на 1 м<sup>3</sup> песка.

## ***Запасы и добыча.***

В зарубежных странах разведано 25,2 тыс. т запасов платиновых металлов, подавляющая их масса (24,6 тыс. т) сосредоточена  
***в Бушвельдском комплексе ЮАР.***

Платиноносные месторождения известны также в Канаде, Колумбии, США, Эфиопии.

**Общие запасы оцениваются в 30-40 тыс. т.**  
Месторождения платиновых металлов имеются на Урале, в Сибири (Красноярский край, Республика Саха).

Весьма крупными считаются месторождения с запасами (т) свыше 50, крупными - от 5 до 50, средними - от 0,5 до 5, мелкими - менее 0,5.

Промышленными месторождениями платиноидов являются **магматические** ликвационные, ранне- и позднемагматические, а также **россыпные**.

**В ликвационных медно-никелевых месторождениях** платиноиды образуют тонкую примесь в сульфидах - пентландите, пирротине, халькопирите - а также встречаются в виде самостоятельных минералов.

**Раннемагматические месторождения** приурочены к массивам ультраосновных пород - дунитов и перидотитов, где наблюдаются гнезда, линзы, жилы и шлиры рассеянной платины с хромитом и титаномагнетитом.



Наиболее крупными являются месторождения *Бушвельдского комплекса (ЮАР)* и *Великой Дайки (Зимбабве)*.

**Позднемагматические месторождения** представлены скоплениями платиноносных хромитов и рассеянной платиновой минерализацией в дунитовых интрузивах. Рудные тела имеют секущие границы, структура руд сидеронитовая.

К данному типу относятся месторождения *Нижне-Тагильское (Урал)* и *Лиденбург (ЮАР)*.

**Платиноносные россыпи** известны в СНГ (Урал), Заире, Зимбабве, Эфиопии, Колумбии, США (Аляска).

**В Казахстане** собственно платиноидных месторождений пока не выявлено.

**Северо-Андасайское проявление** платиноидов, приурочено к одноименному массиву расслоенных ультрамафитов.

Кроме того, известны проявления платины и платиноидов, связанные с

медно-никелевыми (**Максут, Когадыр**) и медно-порфировыми месторождениями (**Бозшаколь, Коунрад** и др.).

Промышленное извлечение платиноидов 75-100 кг/год в Казахстане осуществляется при металлургическом переделе руд колчеданно-полиметаллических месторождений Рудного Алтая.

Практическую ценность на платиноиды (особенно осмий) представляют медистые песчаники *Жезказгана*,

а также некоторые золоторудные месторождения Калбы (*Бакырчик, Большевик*) и Северного Казахстана (*Кварцитовые Горки* и др.), содержащие элементы платиновой группы (Pt, Os, Ir, Pd).

## Важнейшие промышленные минералы серебра

Минерал	Химическая формула	Содержание %	Плотность, г/см <sup>3</sup>
Минералы, в которых серебро присутствует в металлической форме			
Самородное серебро	Ag	97,8–99,3	10,1–11,1
Электрум	Ag	30–70	12,5–15,6
Кюстелит	Ag <sub>3</sub> Au	62–80	11,32–13,10
II. Простые сульфиды			
Аргентит (акантит)	Ag <sub>2</sub> S	87,1	7,2–7,4
III. Сложные сульфиды (сульфосоли)			
Миаргирит	AgSbS <sub>2</sub>	36,72	5,1–5,3
Пираргирит	Ag <sub>3</sub> SbS <sub>3</sub>	59,76	5,77–5,86
Стефанит	Ag <sub>5</sub> SbS <sub>4</sub>	68,3	6,24–6,32
П	Ag <sub>4</sub> AsS <sub>3</sub>	65,4–67,6	5,6



Полибазит	$(\text{Ag, Cu})_{16}\text{Sb}_2\text{S}_{11}$	62,1–74,9	6,27–6,33
Матильдит	$\text{AgBiS}_2$	28,33	6,9
Штромейерит	$\text{CuAgS}$	53,0	6,15–6,3
Фрейбергит	$(\text{Ag, Cu})_{10}(\text{Fe, Zn})_2$	до 17	4,4–5,1
	$\text{Sb}_4\text{S}_{13}$		

#### IV. Антимониды

Дискразит	$\text{Ag}_3\text{Sb}$	72,66	9,6–9,8
-----------	------------------------	-------	---------

#### V. Теллуриды и селениды

Гессит	$\text{Ag}_2\text{Te}$	63,3	8,24–8,45
Науманнит	$\text{Ag}_2\text{Se}$	73,15	7,9
Петцит	$\text{Ag}_3\text{AuTe}_2$	42,0	8,74

#### VI. Галогены и сульфаты

Кераргирит	$\text{AgCl}$	75,3	5,55
------------	---------------	------	------

**СПАСИБО  
ЗА ВНИМАНИЕ!**