

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

**кафедра «Геологическая съемка, поиски и разведка  
МПИ»**

## **Лекция №6.**

**1. Промышленные типы месторождений:  
СВИНЦА, ЦИНКА**

В природе свинец и цинк встречаются обычно вместе, образуя комплексные свинцово-цинковые полиметаллические руды. Кроме них в состав этих руд часто входят Ag, Cd, Au и другие металлы.

Свинец – белый металл, мягкий, ковкий, имеет низкую точку плавления ( $327,4^{\circ}\text{ C}$ ) и высокую температуру кипения ( $1740^{\circ}\text{ C}$ ).

**ГЕОХИМИЯ.** Кларк свинца в земной коре  $1,6 \cdot 10^{-3}\text{ \%}$ .

Природные соединения свинца, как правило, двухвалентны, исключение составляют лишь  $\text{PbO}_2$  и  $\text{Pb}_3\text{O}_4$ .

Цинк также белый металл, обладает низкой температурой плавления ( $419,5^{\circ}\text{ C}$ ), кипит при температуре  $906^{\circ}\text{ C}$ , устойчив против коррозии.

**ГЕОХИМИЯ.** Кларк цинка несколько выше, чем свинца и составляет  $8,3 \cdot 10^{-3}\text{ \%}$ .

Свинец и цинк концентрируются в остаточных очагах кислых производных базальтовой и гранитной магм. Оба металла выносятся гидротермальными растворами в комплексных соединениях.

*В экзогенных условиях сульфиды свинца и цинка, окисляясь, переходят в сульфаты. Сульфат цинка относится к легкорастворимым соединениям и обладает высокой миграционной способностью, сульфат свинца, наоборот, плохо растворим, и свинец обычно не выносится из зоны окисления.*

### **Главные промышленные минералы свинца и цинка**

**Галенит**  $PbS$

**Церуссит**  $PbCO_3$

**Англезит**  $PbSO_4$

**Сфалерит**  $ZnS$

**Смитсонит**  $ZnCO_3$

**Каламин**

$Zn_4[Si_2O_7][OH]_2 \cdot H_2O$

Свинец			
Галенит	PbS	86,6	7,57
Буланжерит	Pb <sub>5</sub> Sb <sub>4</sub> S <sub>11</sub>	55,4	6,21
Бурнонит	PbCuSbS <sub>3</sub>	42,5	5,93
Церуссит	PbCO <sub>3</sub>	77,5	6,55
Англезит	PbSO <sub>4</sub>	68,3	6,56
Пироморфит	Pb <sub>5</sub> (PO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub> Cl	76,1	7,04
Ванадинит	Pb <sub>5</sub> (VO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub> Cl	73,1	6,88
Вульфенит	PbMoO <sub>4</sub>	51,5	6,57
Плюмбоярозит	PbFe <sub>6</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>4</sub> (OH) <sub>12</sub>	19,22	3,67

Цинк			
Сфалерит	ZnS	67,0	4,08
Вюрцит	ZnS	67,0	3,98–4,09
Смитсонит	ZnCO <sub>3</sub>	51,9	4,43
Каламин	Zn <sub>4</sub> (Si <sub>2</sub> O <sub>7</sub> )(OH) <sub>2</sub> · H <sub>2</sub> O	52,6	3,3–3,35
Цинкит	ZnO	80,2	5,68
Гидроцинкит	Zn <sub>5</sub> (OH) <sub>6</sub> (CO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	59,3	4
Виллемит	Zn <sub>2</sub> SiO <sub>4</sub>	58,4	4,20

## ПРИМЕНЕНИЕ В ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Около 40 % выплавляемого свинца используется для производства аккумуляторов. Он широко применяется как антидетонаторная добавка в бензин (тетраэтилсвинец), для изготовления оболочек кабеля, защитных экранов от радиоактивного излучения, в военном деле и т. д.

Входит в состав бронз, латуней, баббитов, типографских сплавов.

Цинк, благодаря своим антакоррозионным свойствам, употребляется в металлическом виде для оцинкования различных изделий – железных листов, труб, проволоки.

Значительное количество его используется для получения сплавов (бронза, мельхиор, латунь).

Основной источник получения свинца и цинка - *сульфидные руды*, содержащие, кроме галенита и сфалерита, пирит, халькопирит, арсенопирит.

*Окисленные руды* имеют подчиненное значение и представляют собой железистые охры или баритовые сыпучки, содержащие в тех или иных количествах церуссит, англезит, смитсонит, каламин, малахит.

*По содержанию выделяют:*

*богатые* руды - Pb выше 4 %

или Pb+Zn выше 7 %;

*Рядовые* Pb 2-4 % или

Pb+Zn 4-7 %;

*бедные* Pb - 1,2-2 % или

Pb+Zn 2-4 %.

*По степени окисления* руды полиметаллических месторождений подразделяются на три типа:

*сульфидный,*  
*смешанный и*  
*окисленный.*

## РЕСУРСЫ И ЗАПАСЫ.

Мировые ресурсы **свинца** оцениваются в 1,5 млрд т. В основном в США, Австралии, Канаде, Казахстане, Китае, России, Мексике, Индии, ЮАР, Перу и Испании.

Мировые ресурсы **цинка** оцениваются в 1,8 млрд т. В основном в Канаде, США, России, Перу, Казахстане, Китае, Индии и Испании.

Около 65% мировых разведанных запасов свинца приходится на 8 стран, каждая из которых располагает запасами металла более 5 млн т: это

***Австралия, Казахстан, Россия, США, Канада, Китай, Индия и ЮАР.***

В мире насчитывается около 43 крупных свинцово-цинковых месторождений с запасами каждого **свыше 1 млн т.**

Наиболее крупными среди них являются

- Маунт-Айза, Хилтон (Австралия),
  - Кидд-Крик, Салливан, Полярис (Канада),
  - Рэд-Дог, Балмат-Эдвардс (США),
  - Жайрем, Шалкия (Казахстан), Уч-Кулач (Узбекистан),
  - Озерное, Холоднинское, Горевское (Россия) и др.

**Уникальные - свинца и цинка более 5 млн т,**

**очень крупные** от 5 до 2 млн т,

**Крупные** от 2 до 600 тыс. т,

**средние** от 600 до 200 тыс. т и

**мелкие** — менее 200 тыс. т.

Казахстан занимает одно из лидирующих мест в мире **(2 место)** по запасам свинца и цинка, составляющих соответственно 13 и 15 % от мировых, а по содержанию металлов в рудах соответственно 51 и 53 места.

В республике разведано 83 месторождения свинцово-цинковых руд. В настоящее время эксплуатируются 13 месторождений.

Основные скопления свинца и цинка

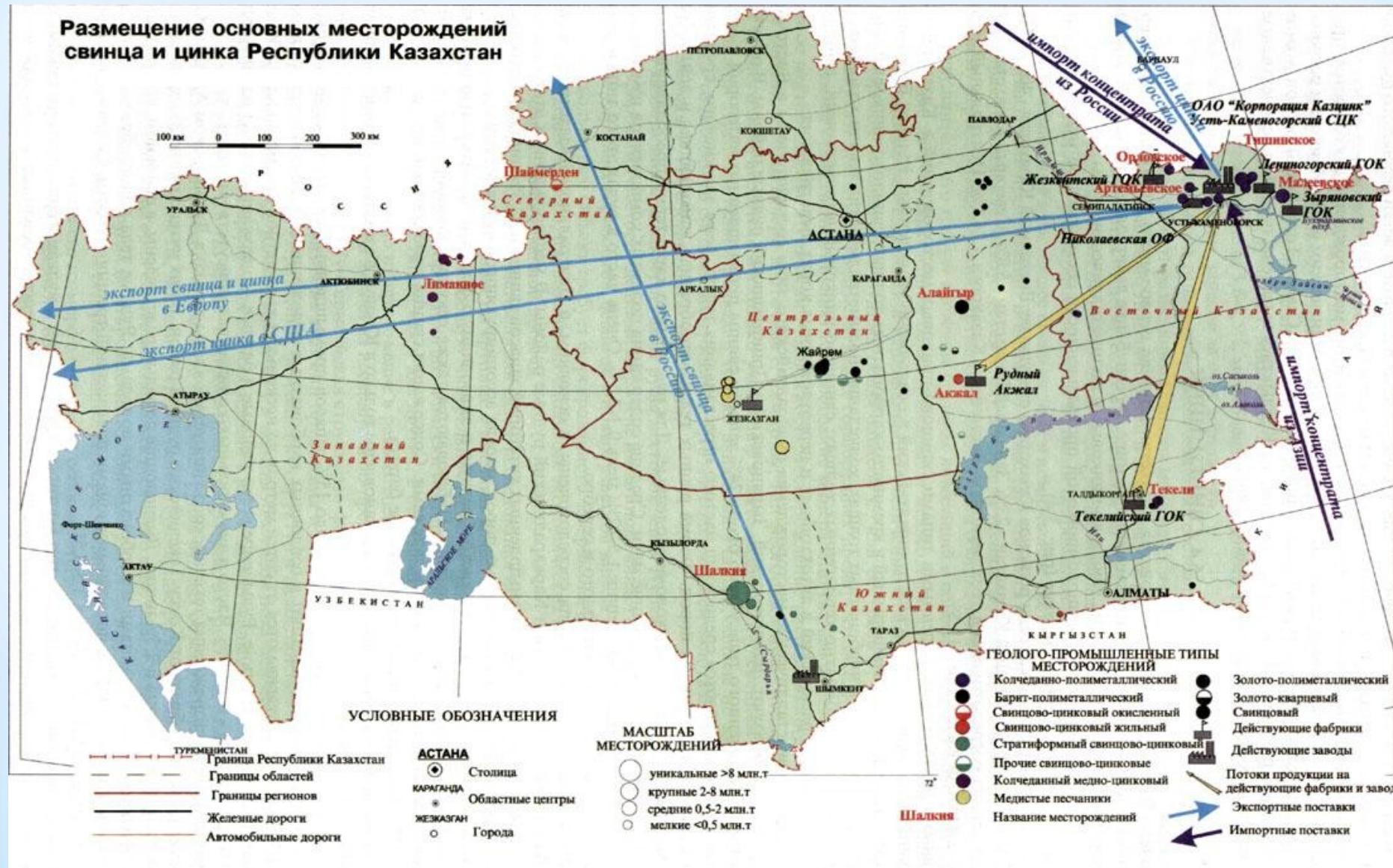
заключены в

- стратиформных свинцово-цинковых и
- колчеданно-полиметаллических месторождениях.

Большая часть запасов свинца и цинка (75 и 85 %) заключена в полиметаллических месторождениях.

# Схема размещения месторождений свинца и цинка в Казахстане по регионам

## Размещение основных месторождений свинца и цинка Республики Казахстан



# ГЕНЕТИЧЕСКИЕ ТИПЫ ПРОМЫШЛЕННЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ.

Основными типами промышленных месторождений свинца и цинка являются:

- 1) *скарновые,*
  - 2) *колчеданные,*
  - 3) *гидротермальные*      *плутоногенные*      *и*  
*вулканогенные*
  - 3) *стратиформные,*
  - 5) *метаморфизованные.*

# 1. Скарновые месторождения

*контактовых зонах интрузивов с осадочными или вулканогенно-осадочными толщами, содержащих пластины известняков.*

Такие месторождения

контролируются

- разрывами,
- межформационными срывами,
- зонами трещиноватости и брекчирования.

Форма рудных тел пластообразная, линзовидная, жилообразная.

Протяженность их многие сотни метров,

мощность – десятки метров.

Скарновые месторождения свинца и цинка известны в

- России (м-ние *Верхнее*),
- Казахстане (*Кызыл-Эспе*, Кокзабой),
- Швеции (*Аннаберг*, Сала),
- США (Лоуренс, Франклайн-Фернас),
- Мексике (*Эль-Потоси*),
- Китае (Тембушань) и

Минеральный состав руд определяется комбинацией скарнообразующих силикатов и сульфидных минералов (галенит, сфалерит, реже халькопирит, пирротин, арсенопирит, пирит и др.).

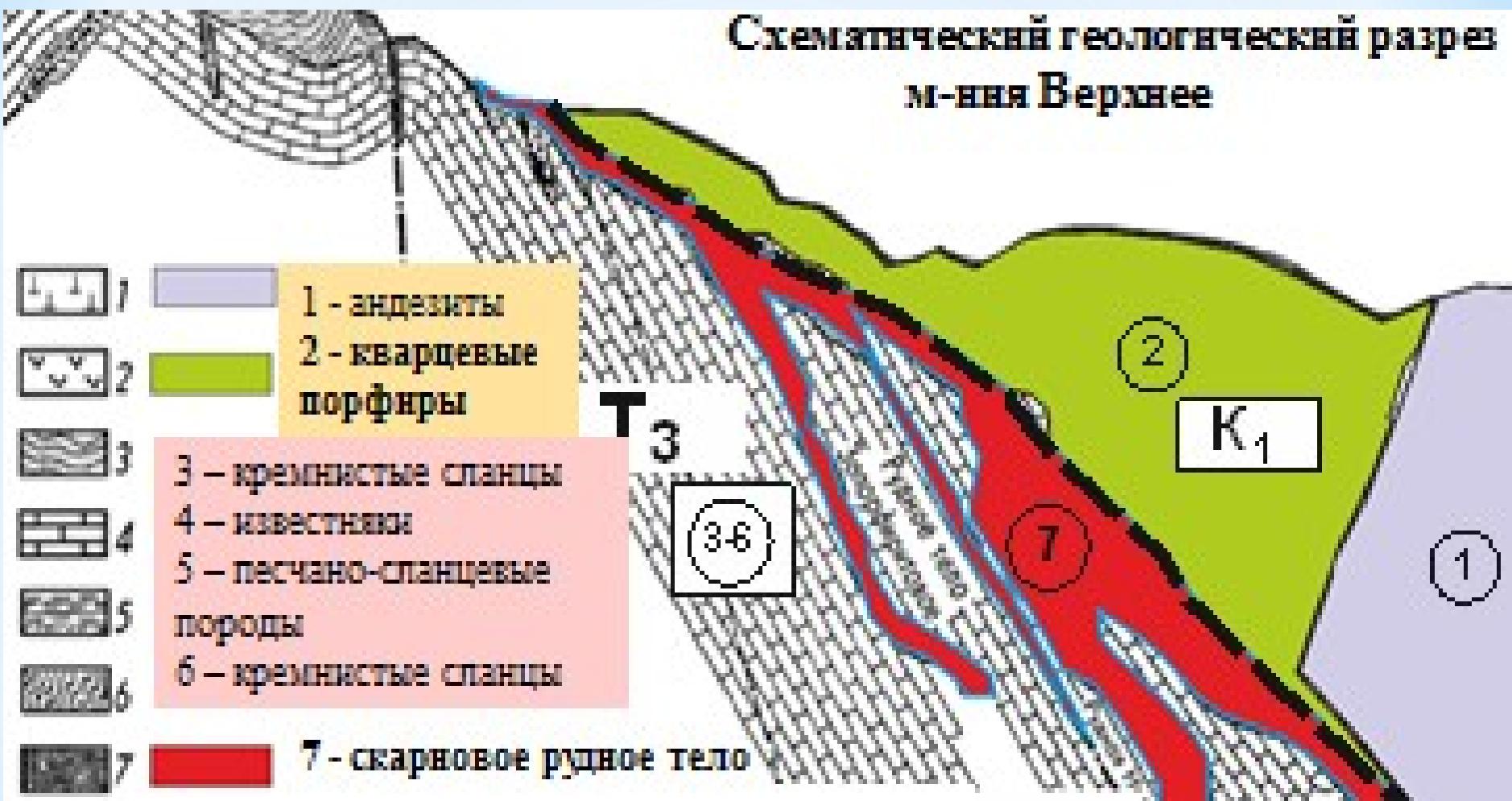
Кроме свинца и цинка в рудах скарновых месторождений содержится немного меди, висмута, серебра, кадмия и индия.

Характерным представителем скарнового типа является *месторождение Верхнее* в Приморском крае России.

В районе месторождения развита

- толща верхнетриасовых (Тз) известняков, на которую по Главному разлому
- надвинуты кварцевые порфиры позднемелового возраста.

## Схематический геологический разрез м-ния Верхнее



Оруденение приурочено **к зоне надвига**. Основное рудное тело имеет форму трубообразной залежи, вытянутой вдоль Главного разлома. По вертикали основная залежь прослежена на 600 м.

Руды месторождения содержат сфалерит, галенит, халькопирит, пирротин, пирит, немного арсенопирита, кубанита и блеклой руды. Наблюдаются также сульфосоли серебра и висмута.

Основные нерудные (жильные) минералы – мангангеденбергит, андрадит, аксинит, датолит, ильвайт, местами тремолит, кварц, кальцит, мангансидерит.

**Месторождение КОКЗАБОЙ** расположено в Западном Прибалхашье. Рудное поле сложено туфами кварцевых порфиров и известняками *верхнего ордовика – нижнего силура*.

В структурном плане рудное поле представляет останец вулканогенно-осадочных пород в Кокзабойском массиве гранитов.

Породы претерпели ***контактовые изменения***:

известняки мраморизованы, скарнированы,  
туфы кварцевых порфиров ороговикованы.

Интрузивные породы – ***нижнекаменноугольные***

лейкократовые граниты и гранодиориты.

В рудном поле выявлено шесть рудных тел.

Форма рудных тел линзо- и пластообразная.

Протяженность рудных тел по простиранию 100-500 м,  
по падению 140-720 м, мощность 0,6-18 м.

***Руды свинцово-цинковые с резким преобладанием  
цинка над свинцом.***

Главные рудные минералы: сфалерит, галенит,  
халькопирит,  
второстепенные – пирит, магнетит, гематит.

Особенность руд месторождения –  
высокие содержания серебра и висмута.

Текстуры руд: вкрапленная, прожилково-  
вкрапленная, гнездово-вкрапленная, полосчатая, реже  
массивная.

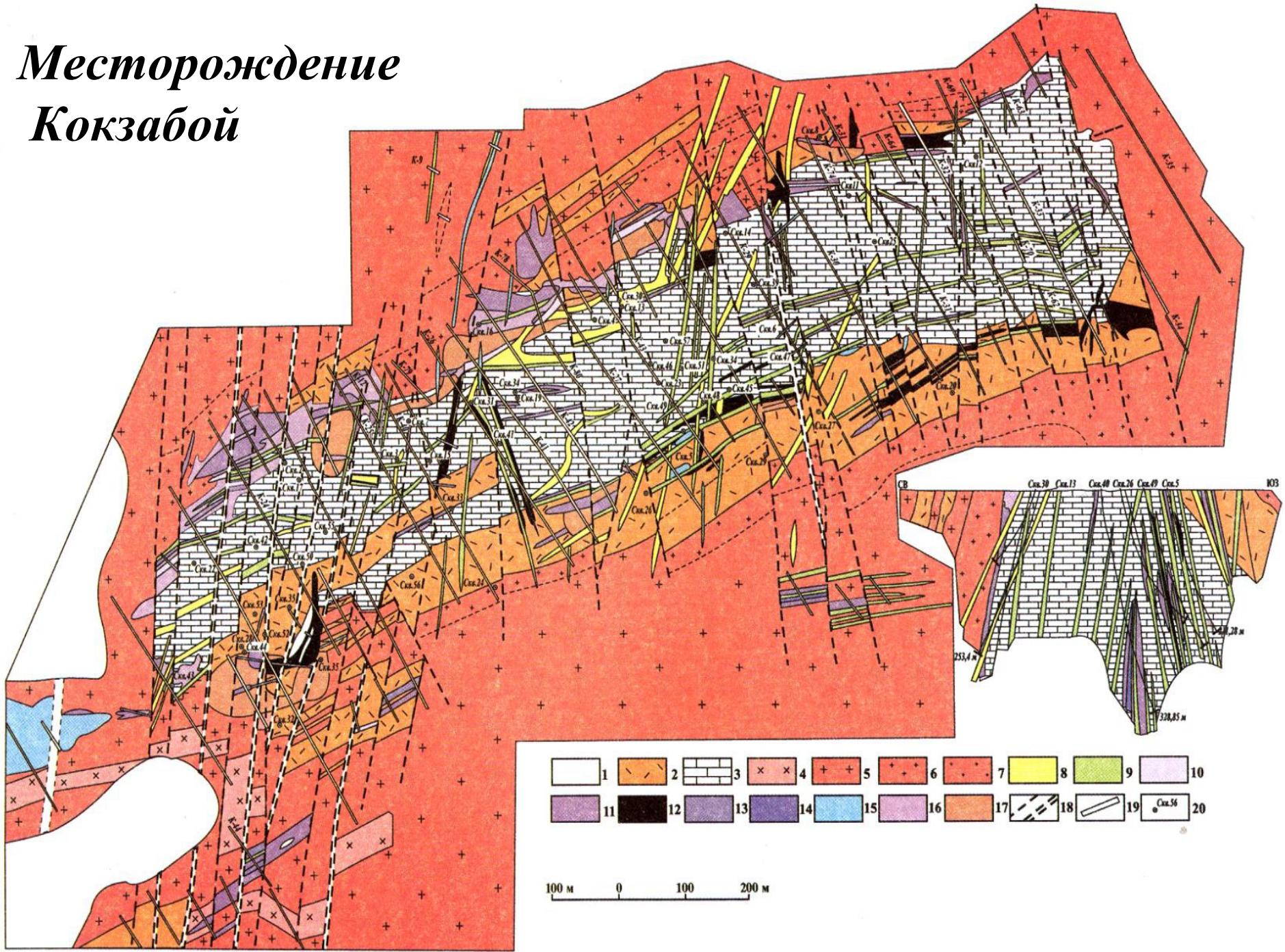
Глубина зоны окисления прослежена до глубины 50  
м. Главные гипергенные минералы: лимонит, халцедон,  
кварц, оксиды марганца.

Запасы свинца по месторождению составляют 179,0  
тыс.т.

Среднее содержание свинца – 3,34%, цинка – 7,73%.  
Отношение запасов свинца к цинку 1:2,3.

*Месторождение среднее.*

# Месторождение Кокзабай



# Месторождение Кокзабой. Условные обозначения

1 – рыхлые отложения;

2 – туфы кварцевых порфиров;

3 – мраморизованные известняки;

4 – гранодиориты и диориты;

5 – граниты крупнозернистые;

6 – граниты мелкозернистые;

7-9 дайки: 7 – аплитов, 8 – фельзит-порфиров,

9 – микродиоритов, диоритовых и диабазовых порфиритов;

**10-13 скарны:** 10 – пироксеновые,

11 – гранатовые, **12 – скарны и**

**скарнированные породы,**

**обогащенные свинцом и цинком;**

13 – эпидотизированные

гранатовые;

14 – эпидозиты;

15 – зоны окварцевания;

16 – бирбириты (охристо-  
кремнистые образования по  
скарнам);

17 – зоны огипсования и  
красные глины;

18 – зоны тектонических нарушений; 19 – канавы; 20 – скважины

## **2. Колчеданные месторождения** известны в

- России (Холоднинское, Озерное в Забайкалье, Филизчай на Кавказе),
- Германии (Раммельсберг), Испании (Рио-Тинто),
- Норвегии (Блейквассли), Турции (Эргани),
- США (Вест-Шаста), Канаде (Салливан),
- ❖ Казахстан - Зыряновское, Ленингорское, Риддер-Сокольное, Тишинское, Малеевское, Жайрем, Текели

Пространственно и генетически они связаны с **кислыми производными** базальтоидного вулканизма и *приурочены к вулкано-купольным структурам, жерловым структурам, вулкано-tektonическим и межвулканическим депрессиям, зонам трещиноватости и разломам кольцевого и линейного типа.*

Форма рудных тел чаще всего пластиообразная, линзовидная, жильная, иногда наблюдаются рудные штокверки.

Размеры пластиообразных залежей достигают 0,5–2 км по простиранию и 500–600 м и более по падению при мощности от нескольких до 20 м и более.

Руды по составу *свинцово-цинковые,*  
*медно-свинцово-цинковые и*  
*свинцовые.*

Господствующим минералом *является пирит*, на долю которого приходится *до 80–90 %* от всей массы рудных минералов;

- **главные минералы**: сфалерит, галенит, иногда халькопирит;
- **второстепенные** – пирротин, арсенопирит, бурнонит, блеклые руды и марказит.

Среди колчеданных месторождений выделяются две рудные формации:

- 1) **халькопирит-галенит-сфалерит-пиритовая в вулканогенных комплексах** (Зыряновское, Риддер-Сокольное, Рио-Тинто, Шаканаи);
- 2) **галенит-сфалерит-пиритовая в вулканогенно-терригенных и вулканогенно-карбонатных комплексах** (Жайрем, Раммельсберг).

**Риддер-Сокольное месторождение** расположено в средней части Лениногорского рудного поля, представляющего собой *грабенообразную вулканотектоническую депрессию*, сформировавшуюся ***в среднем девоне*** в сводовой области Синюшинского антиклиниория.

В структурном отношении месторождение располагается в средней, наиболее приподнятой части Лениногорского грабена.

В основании разреза грабена залегают

- сложнодислоцированные сланцы хлорит-актинолит-кварцевого состава ( $O_2-O_3$ ),
- перекрывающиеся пологолежащей толщей **вулканогенно-осадочных** пород  $D_{1-3}$ , расчлененной на лениногорскую, крюковскую, ильинскую и сокольную свиты.

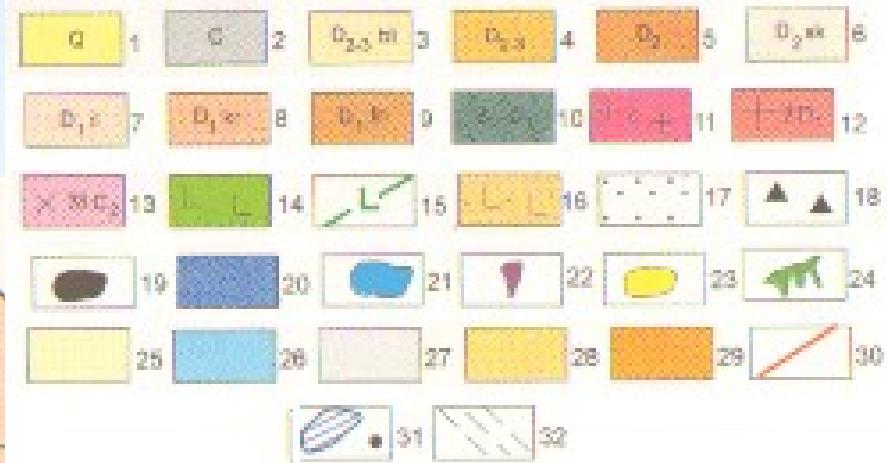
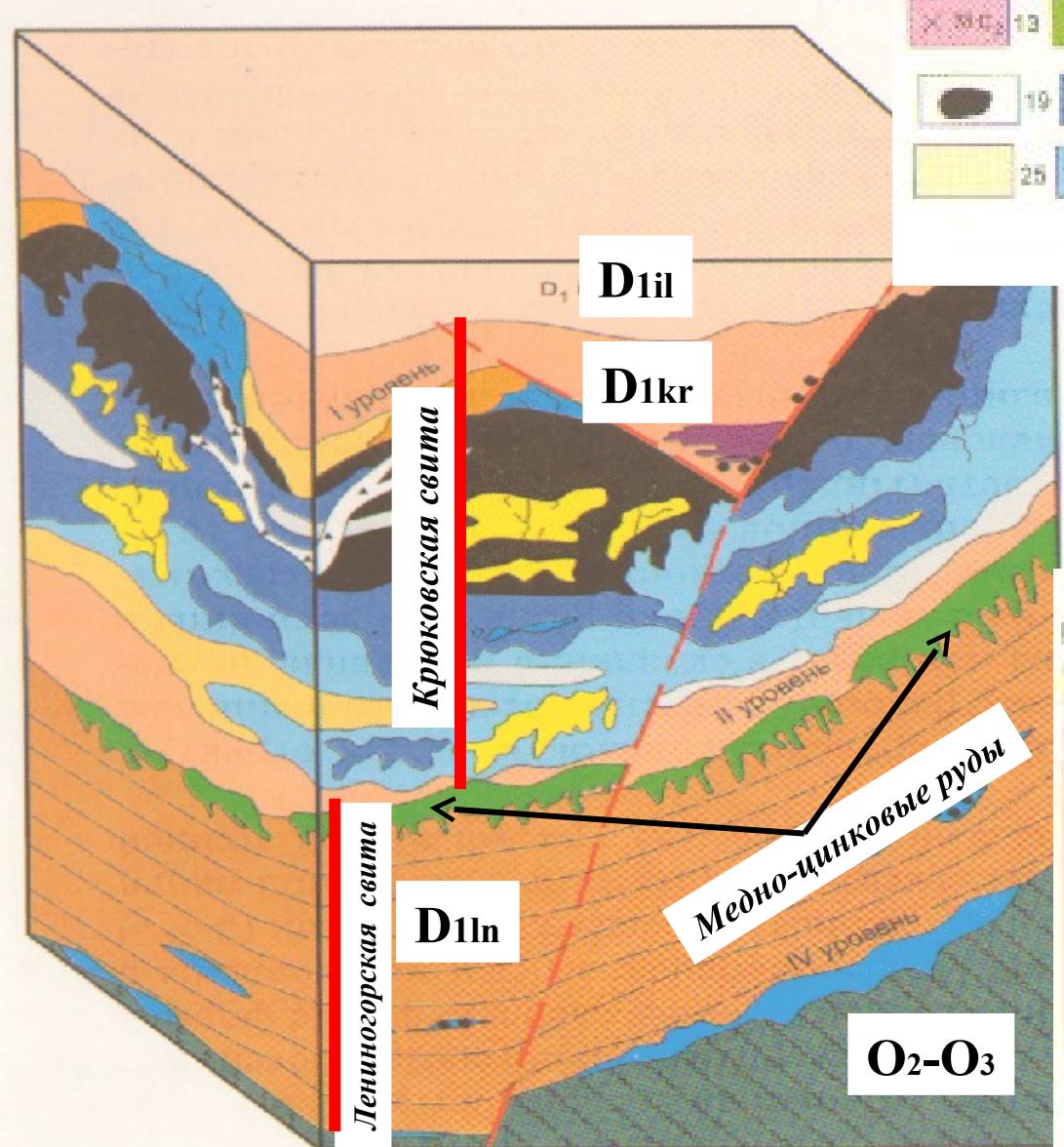
Промышленные руды приурочены к двум рудоносным горизонтам:

- *нижнему медно-цинковому*, залегающему на границе лениногорской и крюковской свит, и
- *верхнему свинцово-цинковому*, расположенному в средней и верхней части крюковской свиты.

На верхних горизонтах, согласно с вмещающими породами, залегают пологие линзообразные тела, которые с глубиной сменяются крутопадающими прожилковыми рудами штокверкового типа.

# Риддер-Сокольное м-ние

## Блок-диаграмма



## Геологический разрез через рудные залежи Риддерского м-ния

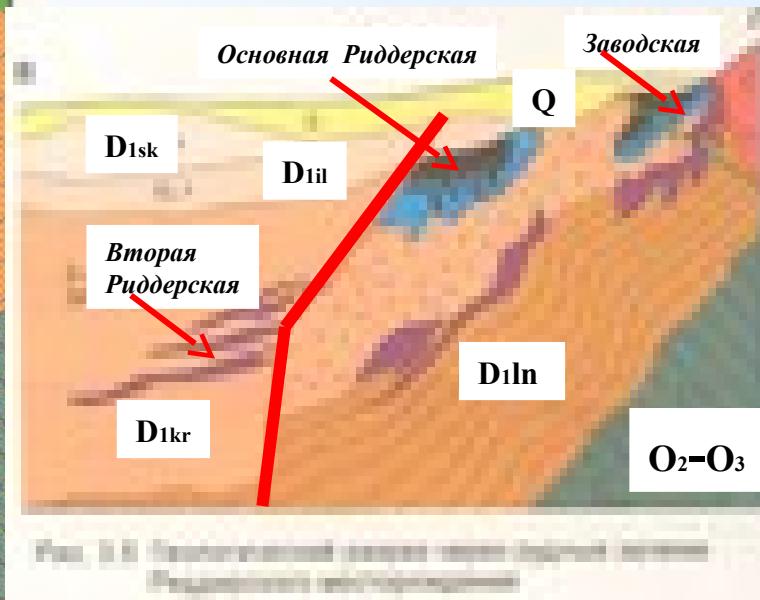


Рис. 3.7 Блок-диаграмма Риддер-Сокольского месторождения

1 - четвертичные отложения; 2 - вулканогенно-осадочные отложения карбона, 3 - флишиоидные образования, 3,4 - флишиоидные отложения среднего- верхнего девона,

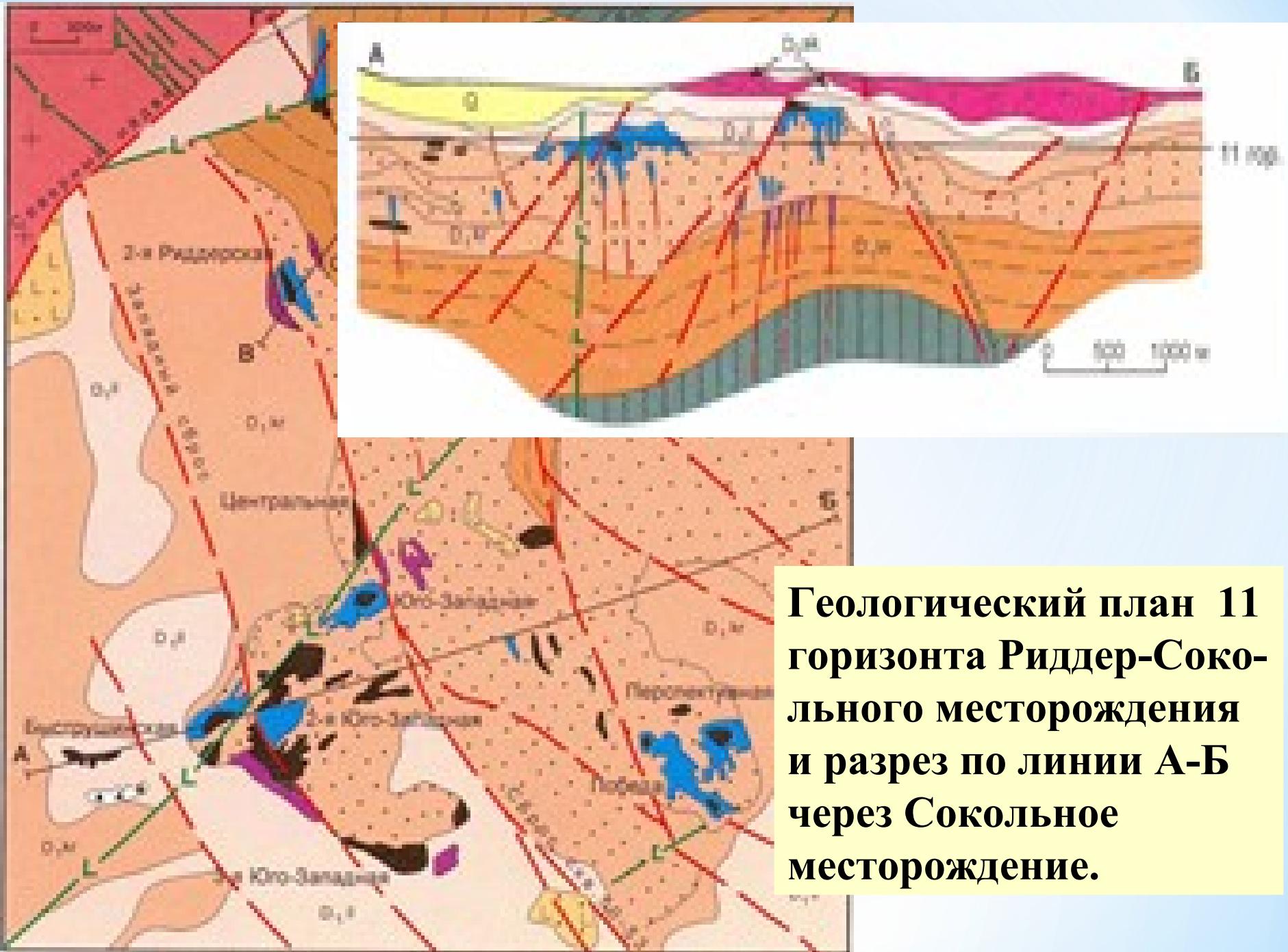
5 - вулканогенно-осадочные отложения среднего девона, 6 - сокольная свита - известковистые алевропелиты. аргиллиты. 7 - ильинская свита - туфолавы и лавы кварцевых фельзит-порфиров, 8 - крюковская свита - алевриты, алевролиты с прослойми вулканитов, 9 - лениногорская свита - лавы, туфолавы фельзит-порфиров, агломератовые туфы,

10 - метаморфические сланцы нижнего палеозоя (силур-нижний девон), 11 - риолиты субвулканические, 12 - граниты синюшинского комплекса, 13 - гранодиориты. 14 - интрузии основного состава, 15 - дайки порфиритов, 16 - субвулканические тела основного состава; 17 - гидротермально- измененные породы; 18 - эксплозивные брекчии;

**19-24 - руды:** 19 - сплошные полиметаллические, 20 - прожилково-вкрапленные полиметаллические, 21 - прожилковые свинцово-цинковые, 22 - слоистые полиметаллические, 23 - жильные золото-кварц-сульфидные, 24 - жильно-штокверковые медно-цинковые;

25 - микрокварциты с непромышленной минерализацией; 26 - микрокварциты; 27 - глинистые сланцы; 28 - кварц-серицитовые породы, 29 - кварц-баритовая порода,

30 - разрывные нарушения, 31 - границы рудных зон месторождений, 32 - зоны рассланцевания.



**Геологический план 11 горизонта Риддер-Сокольского месторождения и разрез по линии А-Б через Сокольное месторождение.**

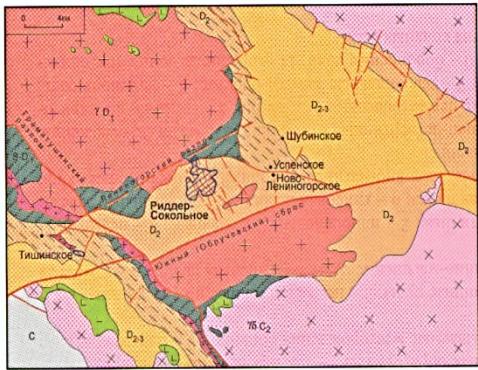


Рис. 3.1 Положение Риддер-Сокольного месторождения в основных структурах Лениногорского района (по В.В. Попову, 1967)

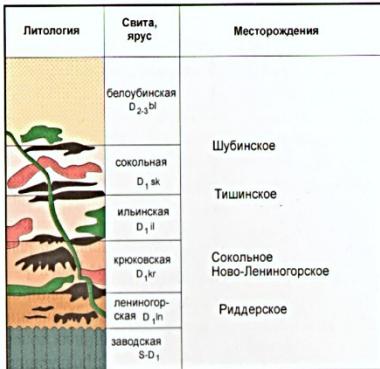


Рис. 3.2 Геохронологическая колонка с размещением месторождений Лениногорского рудного поля

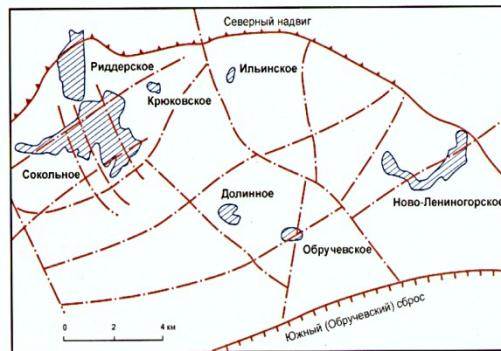


Рис. 3.3 Проекция на горизонтальную плоскость Лениногорского рудного поля

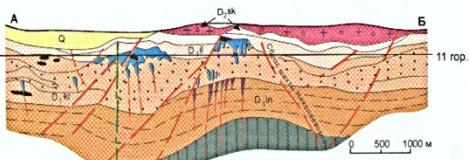
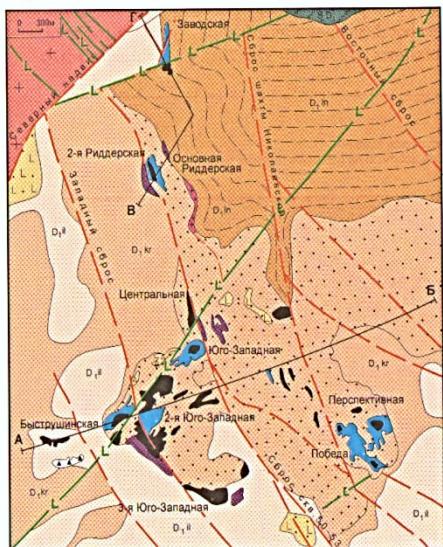


Рис. 3.4 Геологический план 11 горизонта Риддер-Сокольного месторождения и разрез по линии А-Б через Сокольное месторождение

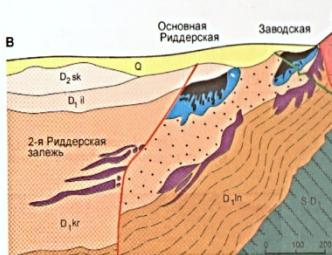


Рис. 3.5 Геологический разрез через рудные залежи Риддерского месторождения

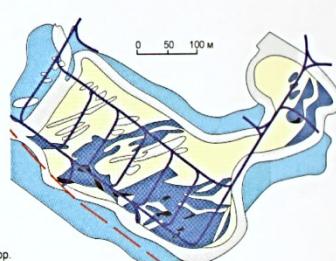


Рис. 3.6 Погоризонтный геологический план Третьей Юго-Западной залежи

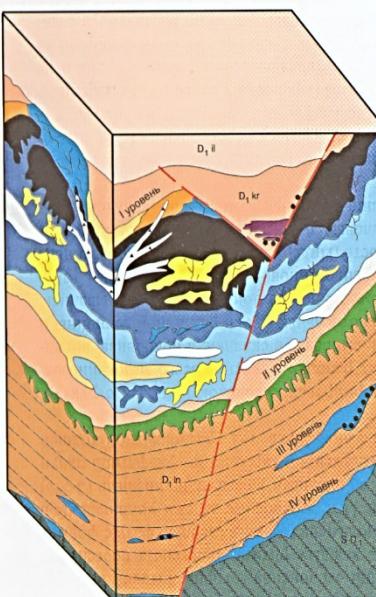


Рис. 3.7 Блок-диаграмма Риддер-Сокольного месторождения

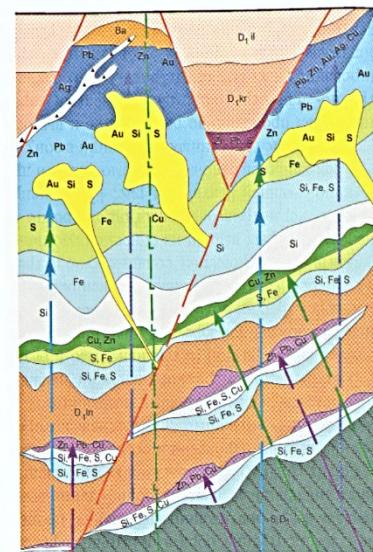
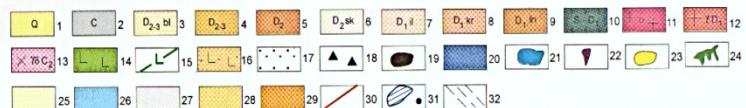


Рис. 3.8 Модель формирования оруденения Риддер-Сокольного месторождения



**Месторождение МАЛЕЕВСКОЕ** расположено в Зыряновском районе Восточно-Казахстанской области

Месторождение находится в северо-западной части Ревнюшенского антиклиниория, приурочено к западному крылу Малеевско-Путинцевской антиклинали.

Площадь месторождения сложена

- туфами и туфобрекчиями ***ревнюшенской свиты среднего девона***,
- кремнисто-глинистыми, углисто-глинистыми, известково-глинистыми аргиллитами, алевролитами с прослойями и линзами мелкозернистых песчаников и рифогенных известняков ***маслянской свиты среднего девона***,
- алевролитами, аргиллитами, песчаниками ***хамирской свиты верхнего девона***.

На месторождении известны три межпластовые рудные залежи:  
Платовская на северо-востоке,  
Малеевская в центре и  
Родниковая на юго-западе.

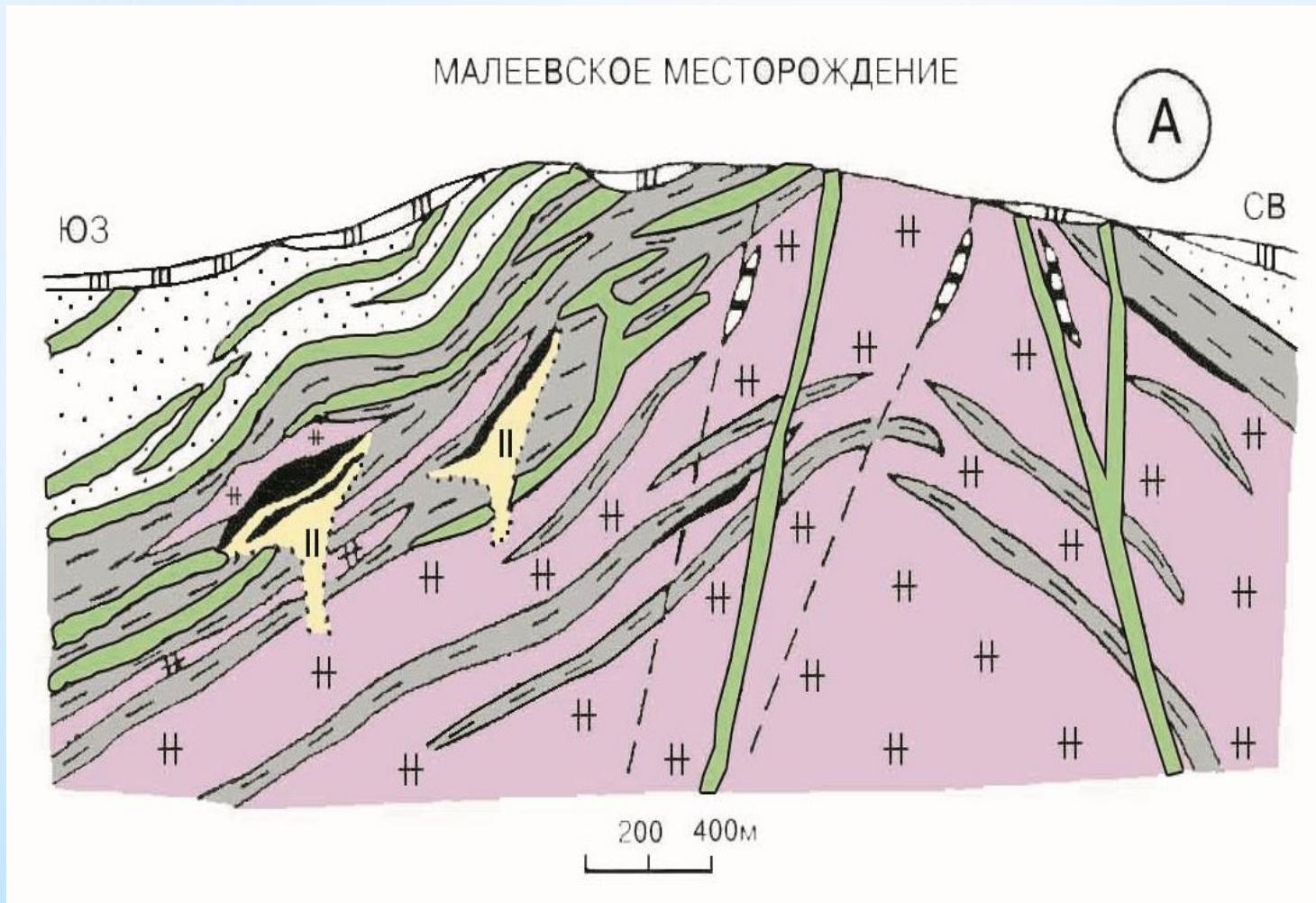
Протяженность рудных тел по простиранию 50-500 м,  
по падению 20-100 м,  
мощность 1-64 м.

Отчетливо проявлена вертикальная рудная зональность,  
выраженная в смене на глубину

- барито-свинцово-цинковых руд
- полиметаллическими,
- далее существенно цинковыми, медно-цинковыми и медно-колчеданными.

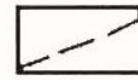
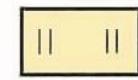
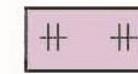
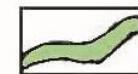
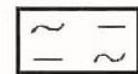
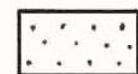
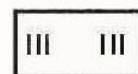
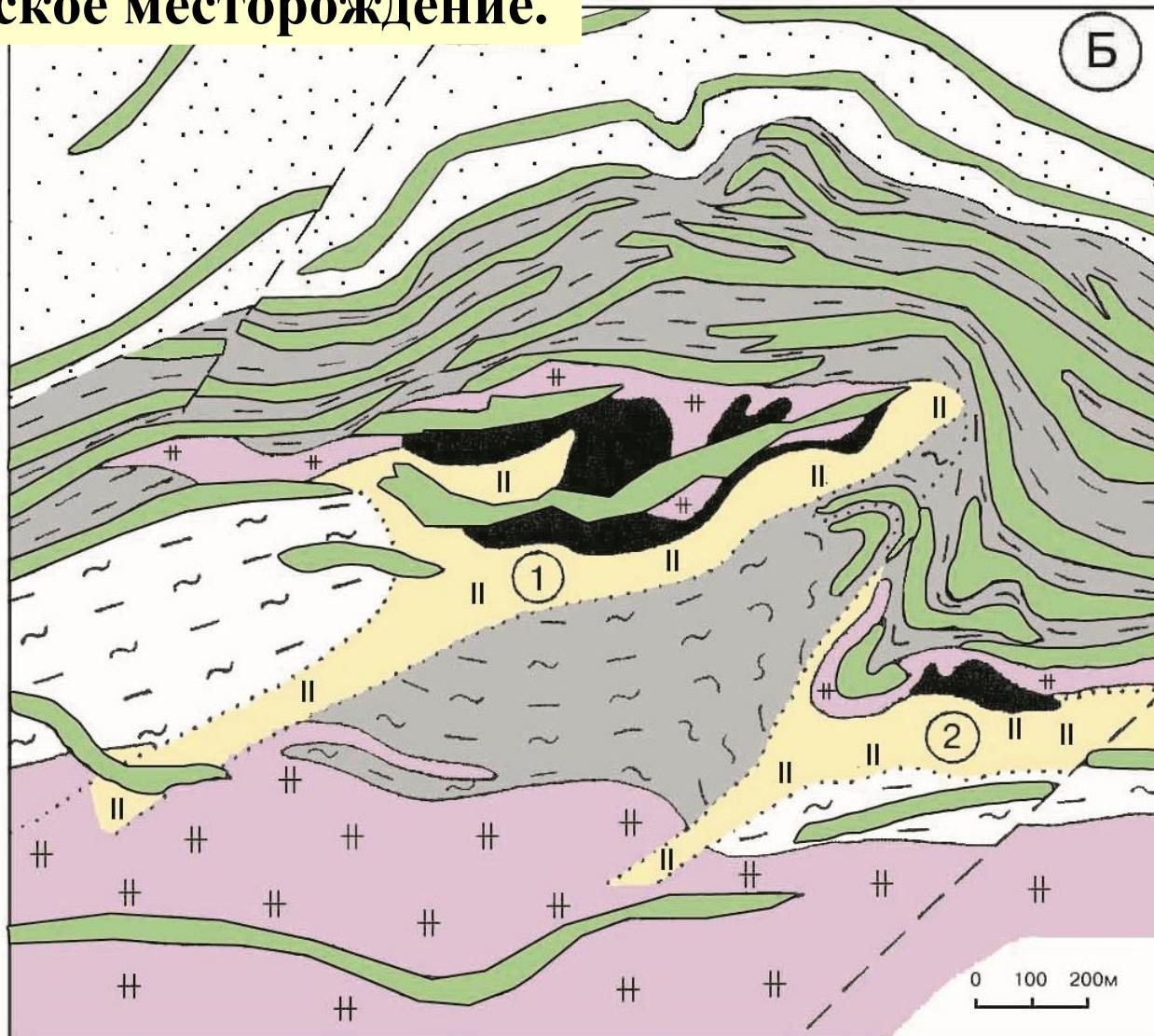
В целом по месторождению соотношение меди, цинка и свинца  
составляет 2,2:7,6:1,0.

Состав руд: сфалерит, халькопирит, галенит, пирит, блеклая руда, арсенопирит, магнетит, пирротин, самородные висмут и золото и др. Текстура руд - массивная, вкрапленная, прожилковая. Околорудные изменения: окварцевание, серицитизация, баритизация, хлоритизация.



Месторождение по запасам меди, свинца и цинка крупное, по бариту - мелкое.

# Малеевское месторождение.



## **Малеевское месторождение.**

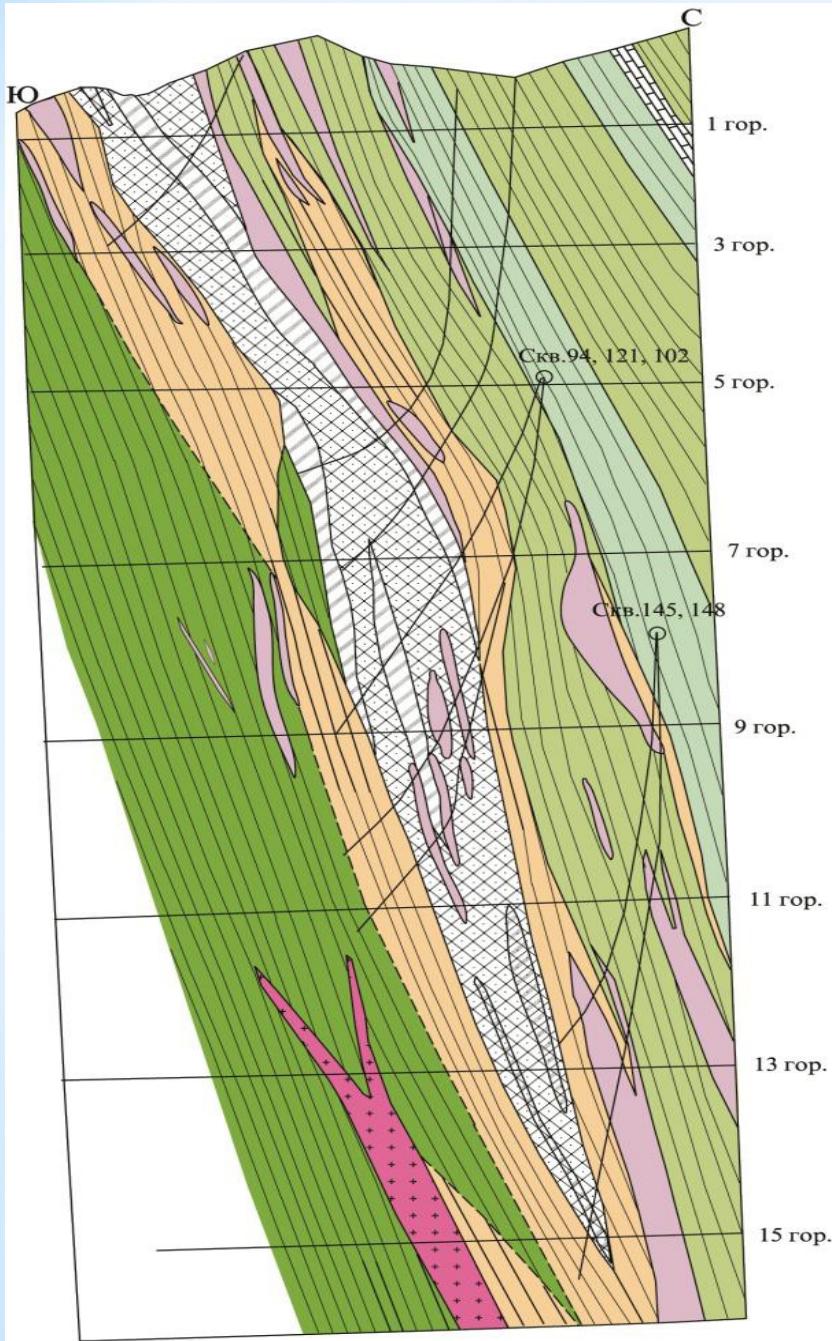
- А - геологический разрез через Малеевско-Путинцевскую антиклиналь по профилю Малеевского месторождения
- Б - геологический план двенадцатого горизонта Малеевского месторождения
- 1 - четвертичные отложения;
- 2 - песчаники, алевролиты зыряновской (хамирской) свиты;
- 3 - углеродистые и известковистые кремнистые алевропелиты и алевролиты маслянской свиты эйфель-живетского возраста;
- 4 - те же породы испытавшие хлоритизацию, серицитизацию, окварцевание;
- 5 - диабазы, диабазовые порфириты живет-франского возраста;
- 6 - риолиты лавово-экструзивного купола эйфель-живетского возраста;
- 7 - рудные тела Малеевского месторождения;
- 8 - зоны минерализации;
- 9 - серицит-хлорит-кварцевые метасоматиты;
- 10 - разрывные нарушения;
- 11- контуры метасоматитов:
- 1 - Малеевская, 2 - Родниковая рудные зоны.

## **Месторождение Текели** расположено в 50 км к ЮВ от г. Талды-Корган.

Текелийская группа включает свинцово-цинковые месторождения (Текели, Западное Текели, Яблоневое и др.)

- Оруденение здесь локализуется в углеродистых карбонатно-сланцевых отложениях, датируемых либо нижним палеозоем, либо средним рифеем.
- Рудные тела имеют пластово-линзообразную форму и залегают согласно с рудовмещающими породами.
- Простирание пород и рудных тел субширотное, падение кротое северное.
- По составу руды галенито-сфалерито-пиритовые.

Руды сформированы гидротермально-осадочным путем. В результате метаморфических преобразований первичных руд возникло регенерированное оруденение, связанное с каледон-



## Месторождение Текели.

Геологический разрез по профилю 6  
(материалы ГРЭ).

- 1 – сланцы углеродистые глинисто-известковые;
- 2 – сланцы углеродистые известково-глинисто-кремнистые с прослойями известняков и доломитов;
- 3 – углеродисто-кремнистые сланцы;
- 4 – известняки;
- 5 – кварцевые порфиры, гранит-порфиры;
- 6 – диоритовые порфиры;
- 7 – пиритовые линзы с промышленной свинцово-цинковой минерализацией;
- 8 – оруденелые кремнистые и доломитово-кремнистые сланцы;
- 9 – зоны дробления;
- 10 – тектонические нарушения.

**ЖАЙРЕМ.** Крупные месторождения **Жайремского** рудного поля - Жайрем Западный, Дальнезападный и Восточный содержат свинцово-цинковые пластовые залежи на нескольких горизонтах *сероцветной* ( $D_3fm_a$ ), *флишиодной* ( $D_3fm_1c$ ) и *ритмично-слоистой* ( $D_3fm_{1c}$ ) пачек, переслаивающиеся с железо-марганцевыми пластами (рис. 10.5, 10.9).

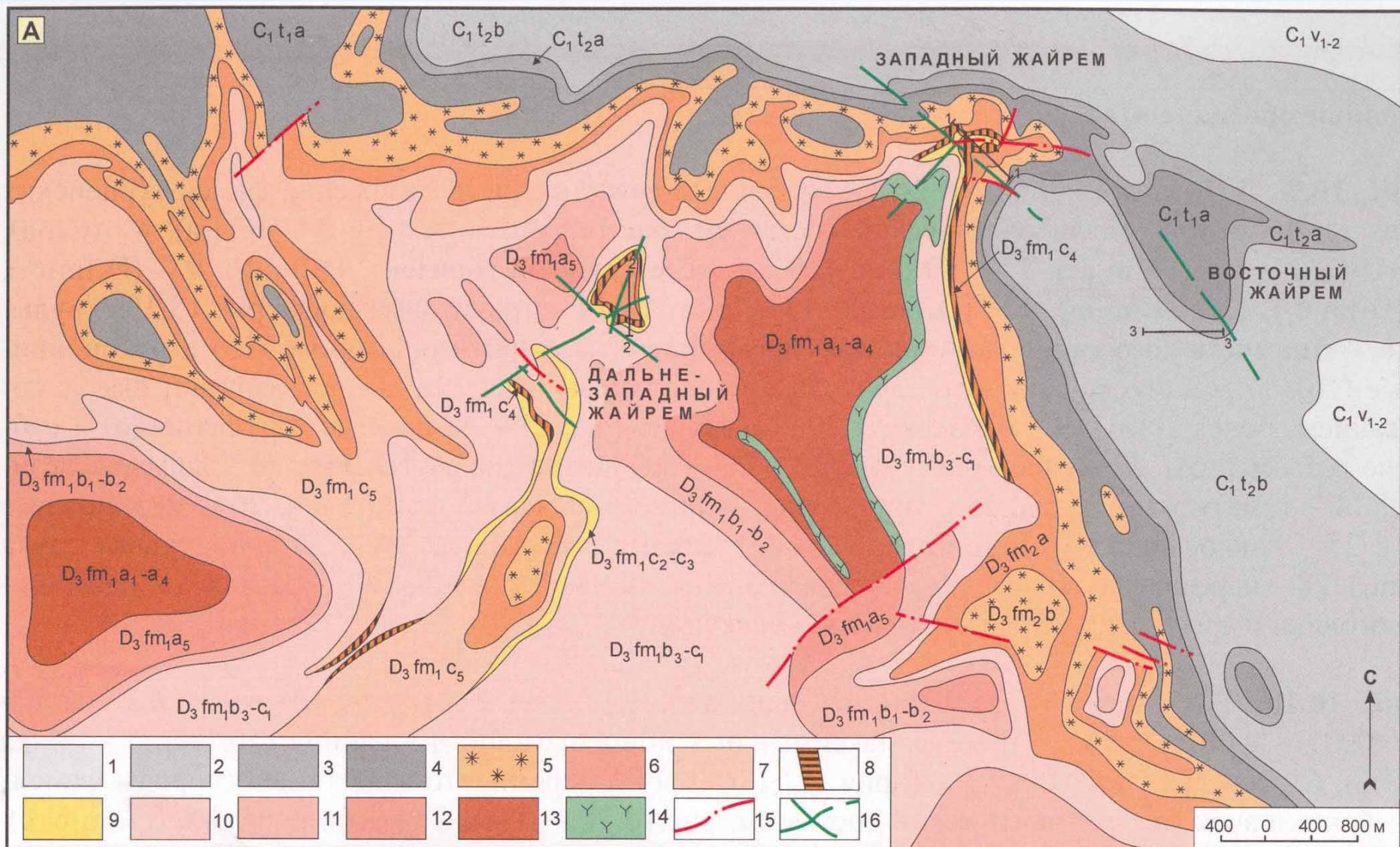
***Установлена приуроченность месторождений к сложно построенным узлам сопряжения разноориентированных складчатостей***

- Жайрем Западный расположен в седловидной антиклинальной складке, образованной в концентре сочленения Жайремской антиклинали с Восточно-Жайремской синклиналью,
- Дальнезападный Жайрем - в узле сопряжения одноименной синклинали с серией северо-западных складок третьего порядка, а
- Восточный Жайрем - к поперечным антиклинально-флексурным осложнениям.

**Жайремское рудное поле:** приуроченность бариево-свинцово-цинковых месторождений к узлам сопряжения приразломных разноориентированных складчатостей

***A - геологическая карта,***

***Б - разрез по линии 1-1 Западного Жайрема***



1 - аргиллиты с прослойми песчаников ( $C_1v_{1-2}$ );

2 - кремнисто-карбонатные породы ( $C_1t,b$ );

3-6 - известняки: 3 - кремнистые желваковистые ( $C_1t_2a$ ), 4 - волнисто-слоистые углистые ( $C_1t_1a$ ); 5 - кремнистые узловато-слоистые красноцветные ( $D_3fm_2b$ ),

6 - волнисто-слоистые серошветные ( $D_3fm,a$ ):

7 - переслаивание органогенно-детритовых известняков и глинисто-кремнисто-известковистых пород ( $D_3fm_1c_5$ );

8 - прослои бедных железных руд в глинисто-кремнисто-карбонатных отложениях ( $D_3fm_1c_4$ );

9-ритмиты глинисто-кремнисто-известкового, пиритового, углистого ***и сфалеритового*** состава, карбонатно-калишпатово-кремнистые породы ( $D_3fm_1c_{2-3}$ );

10 - переслаивание углисто-кремнисто-известковистых прослоев, углистых и пиритовых ритмитов, туфогенно-осадочных пород ( $D_3fm_1b_3-c_1$ );

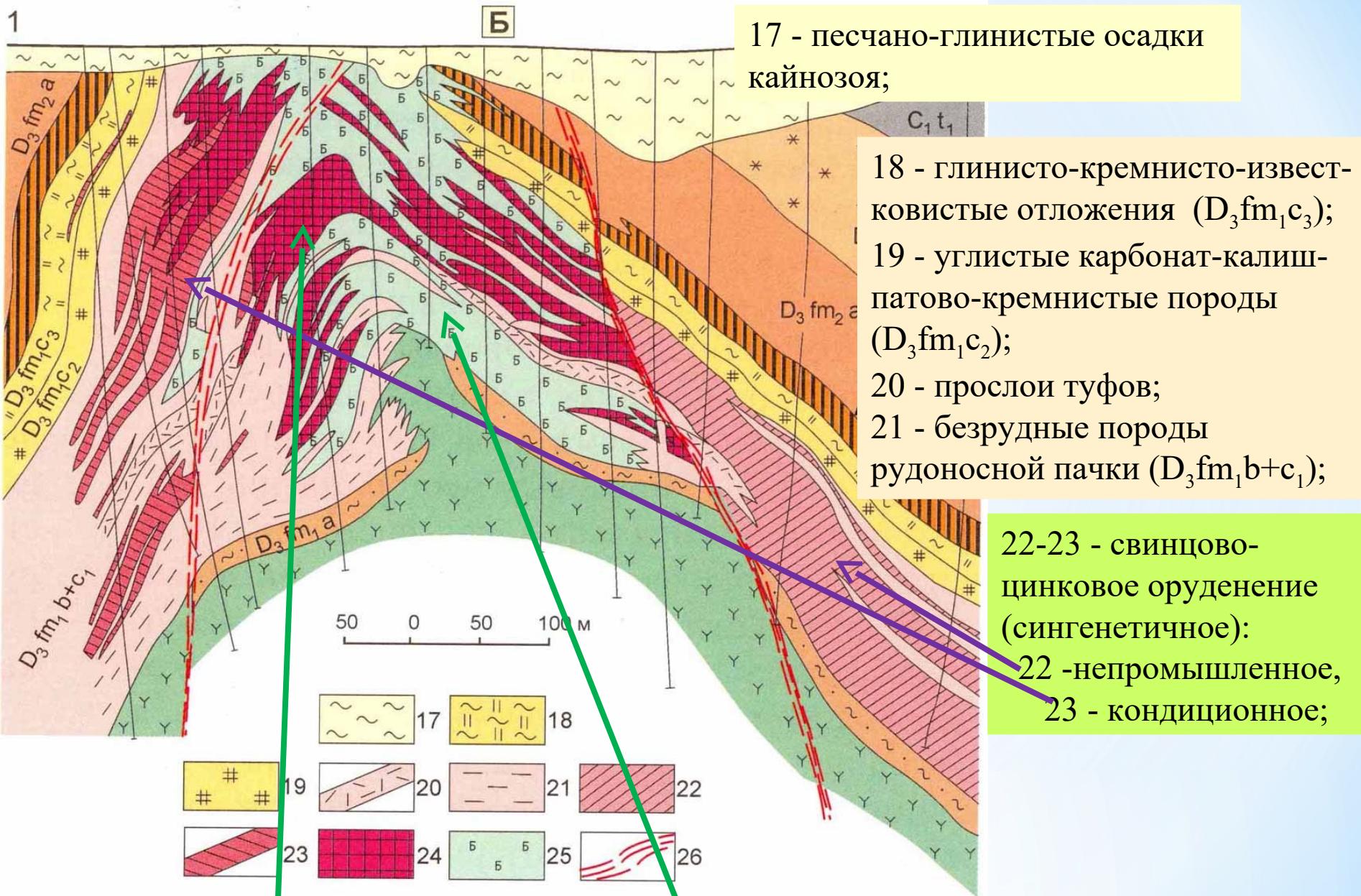
11 - ритмичное чередование кремнисто-известковых конкрециеносных пород, ***пирит-сфалеритовых руд*** и органогенно-детритовых известняков ( $D_3fm_1b_{1-2}$ );

12 - тонкослоистые глинисто-кремнисто-карбонатные отложения ( $D_3fm_1a_5$ );

13 - углисто-глинисто-известковые слоистые породы ( $D_3fm_1a_{1-4}$ );

14 - трахитовые порфиры;

15 - разрывные нарушения; 16 - шарниры пересекающихся складок.



24-25 - регенерированные гидротермально-метасоматические руды:

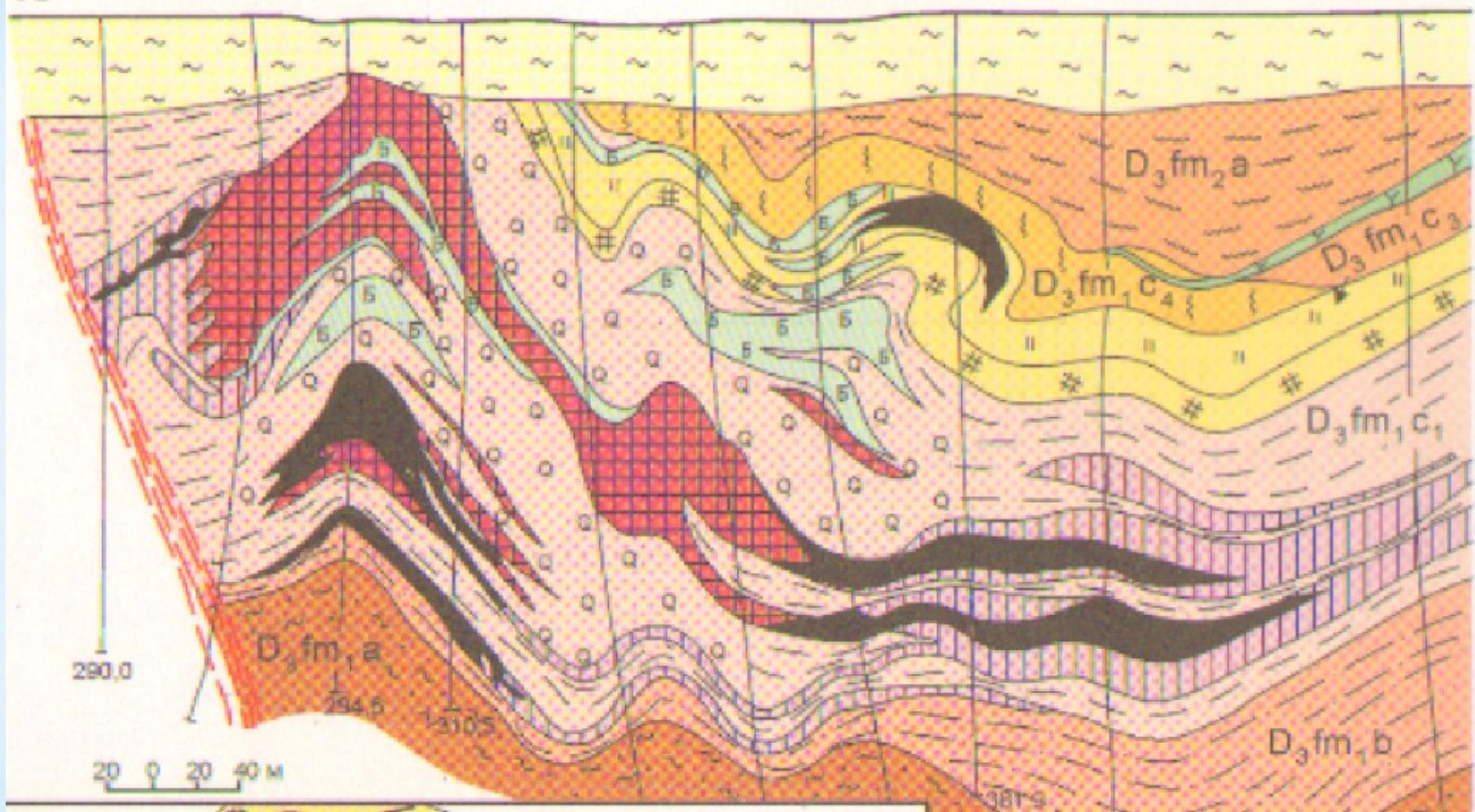
**24 - цинково-свинцово-баритовые,**

**25 - медно-баритовые;**

26 - зоны кливажирования антиклинальных складок.

Ю

С



**Приуроченность промышленного оруденения к  
сводам антиклинальных складок на месторождении  
Жайрем Дальневосточный**

**Месторождения Жайремского рудного поля** расположены в Карагандинской области. Приурочены к Жайремской брахиантектической структуре в центральной части Жаильминской мульды.

Сложены

- девонскими вулканогенно-осадочными, а также
- каменноугольными глинисто- карбонатными и песчано-аргиллитовыми породами.
- Магматические образования представлены субвулканическим телом трахитовых порфиритов.

Рудные тела имеют форму пластов и линз мощностью 5 - 25 м.

В состав руд входят пирит, сфалерит, галенит, халькопирит, гематит, марказит, кварц, барит, кальцит, доломит, флюорит. Текстуры руд вкрапленные, полосчатые, брекчевые, структуры - глобулярные и колломорфные.

В рудах присутствуют кадмий, индий, висмут, никель, мышьяк, галлий, таллий, германий.

Рудные тела **седиментных** (сингенетичных) существенно цинковых руд имеют пластовую, реже линзо- и лентовидную форму протяженностью 350-1200 м, мощностью 1- 87 м (средняя 22 м).

**Эпигенетические** бариево-свинцово-цинковые руды, контролируемые пликативными осложнениями, образуют тела седловидной, линзо-, пласто- и столбообразной формы. Протяженность их по простиранию - 270-1600 м, по падению 500-900м, при средней мощности 6-30 м. Среднее содержание (%) цинка - 3,75, свинца - 1,76, барита - 37.

Помимо основных рудных минералов - барита, сфалерита, галенита и пирита, руды содержат халькопирит, сурьмяные и мышьяковые сульфосоли свинца, меди и серебра.

## Месторождение Западный Жайрем.

1 – пески и глины;

2 – кремнисто-карбонатные породы; 3 – известняки желваковистые;

4 – известняки углисто-кремнистые черные; 5 – известняки красноцветные;

6 – известняки сероцветные;

### **7 – железорудный горизонт;**

8 – глинисто-кремнисто-карбонатные породы с прослойми будинированных известняков;

9 – маркирующий горизонт, углистые неслоистые кварц-полевошпатовые породы; 10 – горизонт туфогенно-осадочных пород;

11 – углисто-глинисто-карбонатные породы с *прослойми сфалеритовых руд*;

12 – трахитовые порфиры;

***13 – баритово-свинцово-цинковые руды (сингенетичные);***

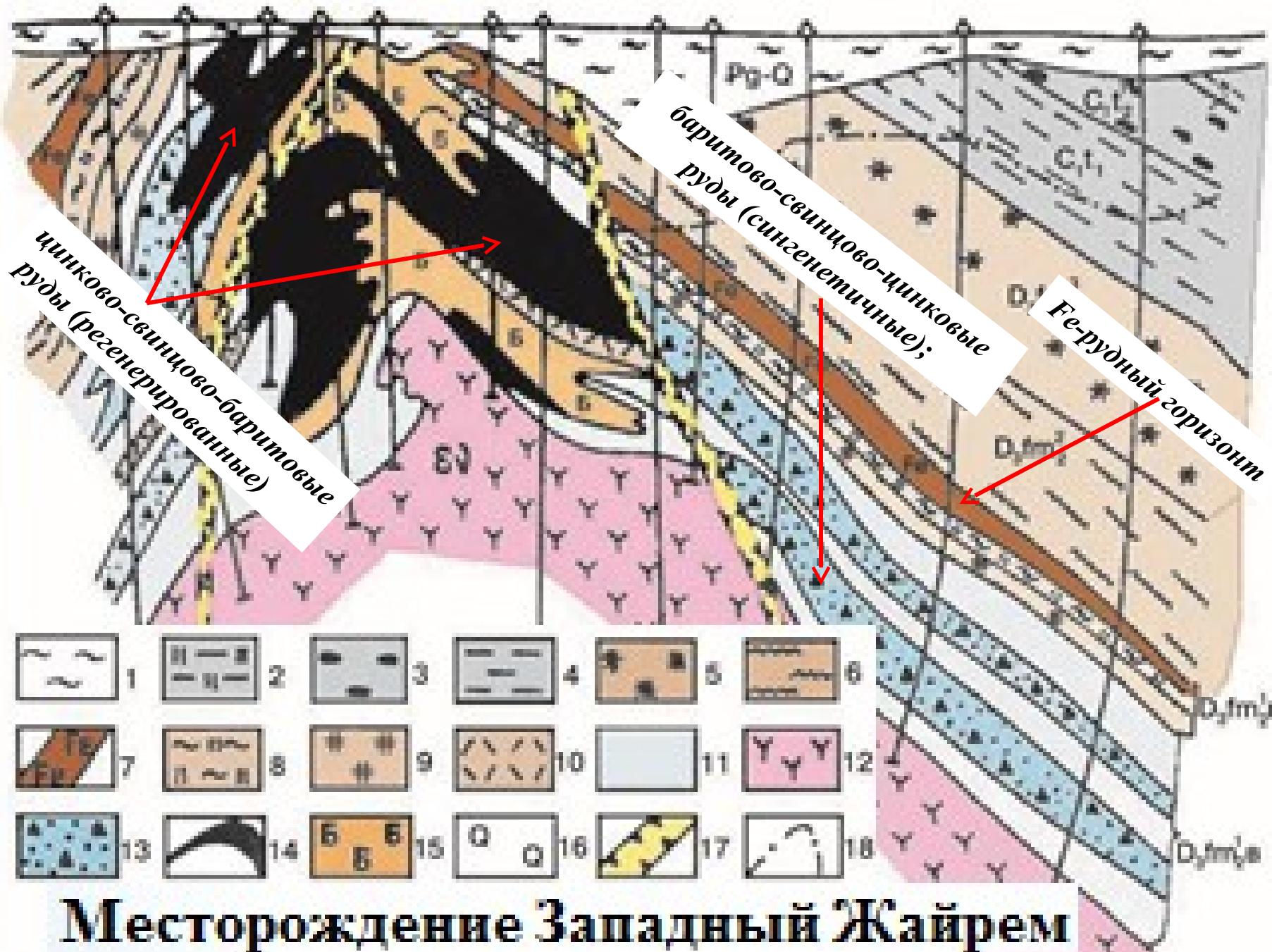
***14 – цинково-свинцово-баритовые руды (гидротермально-метасоматические, регенерированные);***

15 – баритовые матасоматиты, баритизация;

16 – кварцевые метасоматиты, окварцевание;

17 – тектонические нарушения; 18 – граница коры выветривания;

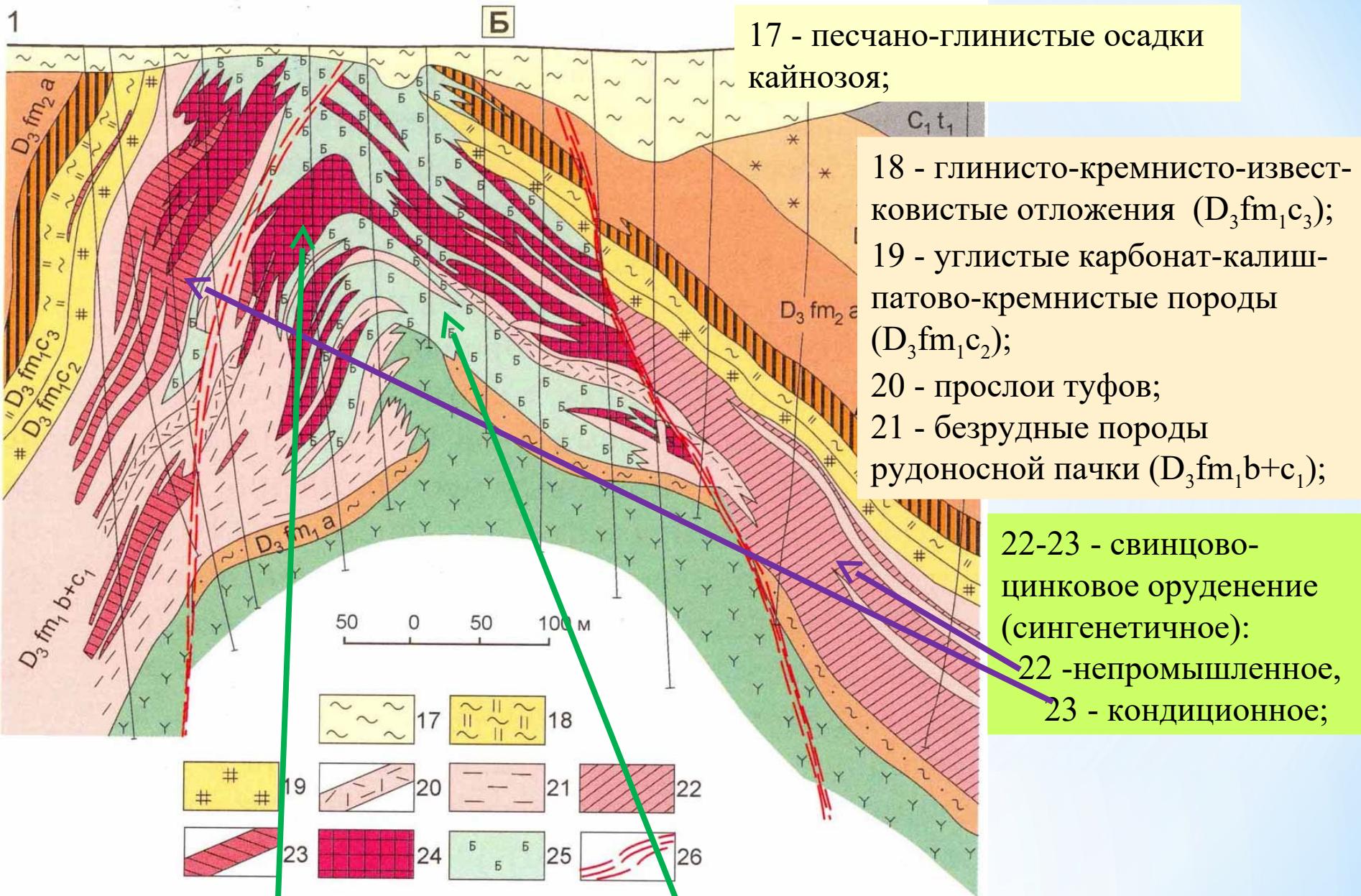
19 – скважины



Ядро брахиантеклинали сложено порфиритами, игнимбритами, конгломератами и песчаниками **франского яруса**.

Перекрывающие **фаменские отложения** состоят из пяти пачек.

- 1 - Нижняя пачка представлена в основном глинисто-кремнисто-карбонатными породами с прослойями туфов, туфитов, бедных гематит-магнетитовых и сидеритовых руд. Следующие 2 - ритмично-слоистая и 3 - флишоидная пачки сложены
- известняками, глинисто-кремнисто-карбонатными породами с прослойями железистых яшм, **бедных гематит-магнетитовых руд**,
- углистых, пиритовых и пирит-сфалеритовых ритмитов, с которыми **связаны промышленные свинцово-цинковые руды** на всех участках.



24-25 - регенерированные гидротермально-метасоматические руды:

**24 - цинково-свинцово-баритовые,**

**25 - медно-баритовые;**

26 - зоны кливажирования антиклинальных складок.

4 - *Вышележащая сероцветная пачка* состоит из чередующихся железорудных и флишоидных горизонтов с углистыми и рудными ритмитами, к которым *приурочены промышленные руды свинца и цинка* Восточного участка.

5 - *Завершается разрез рудоносных отложений фамена красноцветной карбонатной пачкой* с прослойями железистых яшм и гематит-магнетитовых руд.

Отложения фамена перекрыты карбонатной толщиной нижнего карбона. На всех участках месторождения развиты коры выветривания и рыхлые отложения кайнозоя значительной мощности.

Магматические образования среди отложений фамена на месторождении представлены лакколитоподобным телом трахитовых порфиров и межпластовыми телами диабазовых и трахибазальтовых порфиритов.

*На месторождении выделяются руды трех этапов рудообразования:*

- 1) слоистые седиментные руды железа и марганца (непромышленные), свинца и цинка (пирит-сфалеритовые с галенитом), слагающие пластовые тела;
- 2) метасоматические полосчатые цинково-свинцово-баритовые (сфалерит-галенит-баритовые) руды, образующие линзообразные тела;
- 3) медно-баритовые (халькопирит-баритовые) руды, залегающие в виде небольших линз, гнезд, жил и прожилков.

**Руды первого седиментного этапа** представляют собой углисто-глинисто-кремнисто-карбонатные породы с послойной вкрапленностью и слойками сульфидов мощностью от долей миллиметра до 15-20 см. ***Руды существенно цинковые.***

Рудные минералы представлены в основном пиритом и сфалеритом; реже встречаются галенит, арсенопирит, халькопирит, блеклые руды. Форма рудных тел пластовая, ленто- и линзовидная. Размеры рудных тел от 350 до 1200 м мощность от 1 до 87 м (средняя 22 м).

**Руды второго этапа** – сульфидосодержащие баритовые метасоматиты, структурное положение которых определяется разрывными нарушениями, зонами дробления и повышенной трещиноватости в замковых частях складок..

**Руды баритово-свинцово-цинковые**, они представляют основную промышленную ценность месторождения. Среди рудных минералов преобладают сфалерит, галенит и пирит. Среднее содержание в рудах свинца – 1,76 %, цинка – 3,75 %, барита – 37 %.

**Руды третьего этапа** халькопирит-баритовые. Рудные тела представлены баритовыми жилами с гнездами халькопирита, пирита, реже гематита.

Основная масса руд второго и третьего этапов рудообразования находится на тех же участках, что и руды первого этапа.

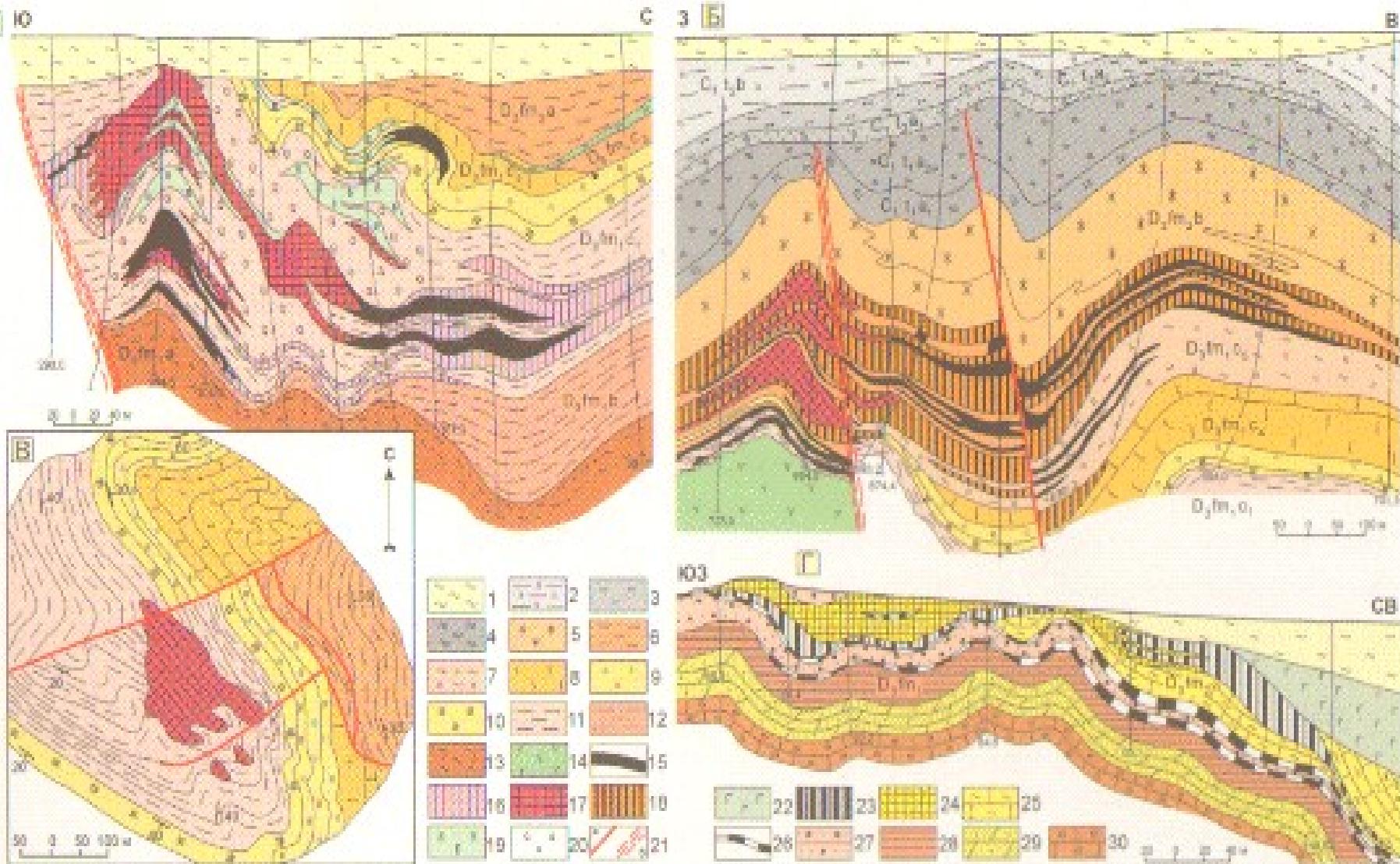


Рис. 10.9. Приуроченность промышленного Ba-Pb-Zn (А, Б, В) и Fe-Mn (Г) оруденения в сводах деформирующих седиментные руды антиклинальных складок на месторождениях Жайрек Дальневосточный (А, разрез 2-2; план карьера 1), Восточный (Б, разрез 3-3) и Большой Ктай (Г, разрез А-Б) (по А.А.Рожнову (А, Б), К.М.Егимбаеву (В), В.И.Ковуну и И.В.Орлову (Г))

**Месторождение Акжал** (Карагандинская обл.) -  
колчеданно-полиметаллическое.

Приурочено к зоне дробления в ядре антиклинали, сложенной  
позднедевонскими –раннекаменноугольными песчаниками и  
известняками.

Рудная зона – 4,3 км по простиранию  
при мощности до 40-50 м.

Рудные тела представляют собой пластообразные залежи, рудные  
жилы и штокверк.

Главные рудные минералы - галенит и сфалерит в виде  
скрытокристаллических сливных агрегатов;  
второстепенные - пирит, халькопирит, блёклая руда, пирротин  
и др.

В зоне окисления встречаются смитсонит, церуссит.

## Рис. Месторождение Акжал.

Седловидные слои гидротермально-осадочных руд в массивных известняках

- 1 – глины, четвертичные отложения;
- 2 – песчаник, нижний карбон
- 3 – кварцевые порфиры, нижний-средний карбон;
- 4 – габбро-диабазы, диоритовые порфириты, сиено-диориты;
- 5 – **надрудная толща** сульциферовый горизонт, верхний фамен, кремнисто-глинистые и углеродистые известняки,;
- 6 – **подрудная толща** мейстеровский горизонт, нижний фамен - кремнисто-глинистые и углеродистые известняки,;
- 7 – **рудоносная толща**, массивные известняки;
- 8 – гидротермально-осадочные руды, содержание (в %):  
      цинка – 0,5-2,5, свинца – 0,03-0,4;
- 9 – гидротермально-метасоматические руды, содержание (в %) цинка:  
      а – 10-20, б – 7-10, в – 3-7, г - 1-3
- 10 – тектонические нарушения; 11 – дайки диабазовых порфиритов

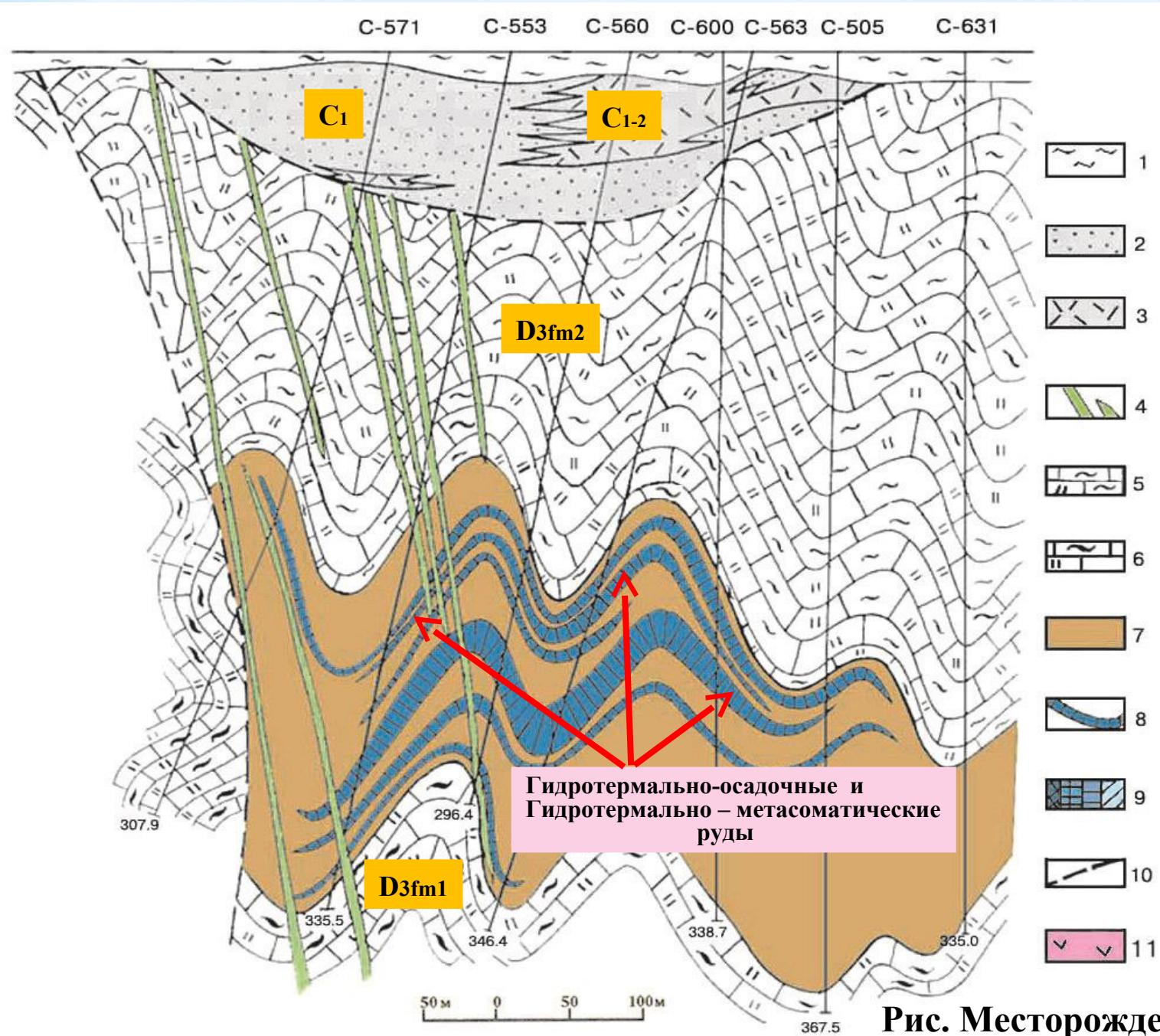
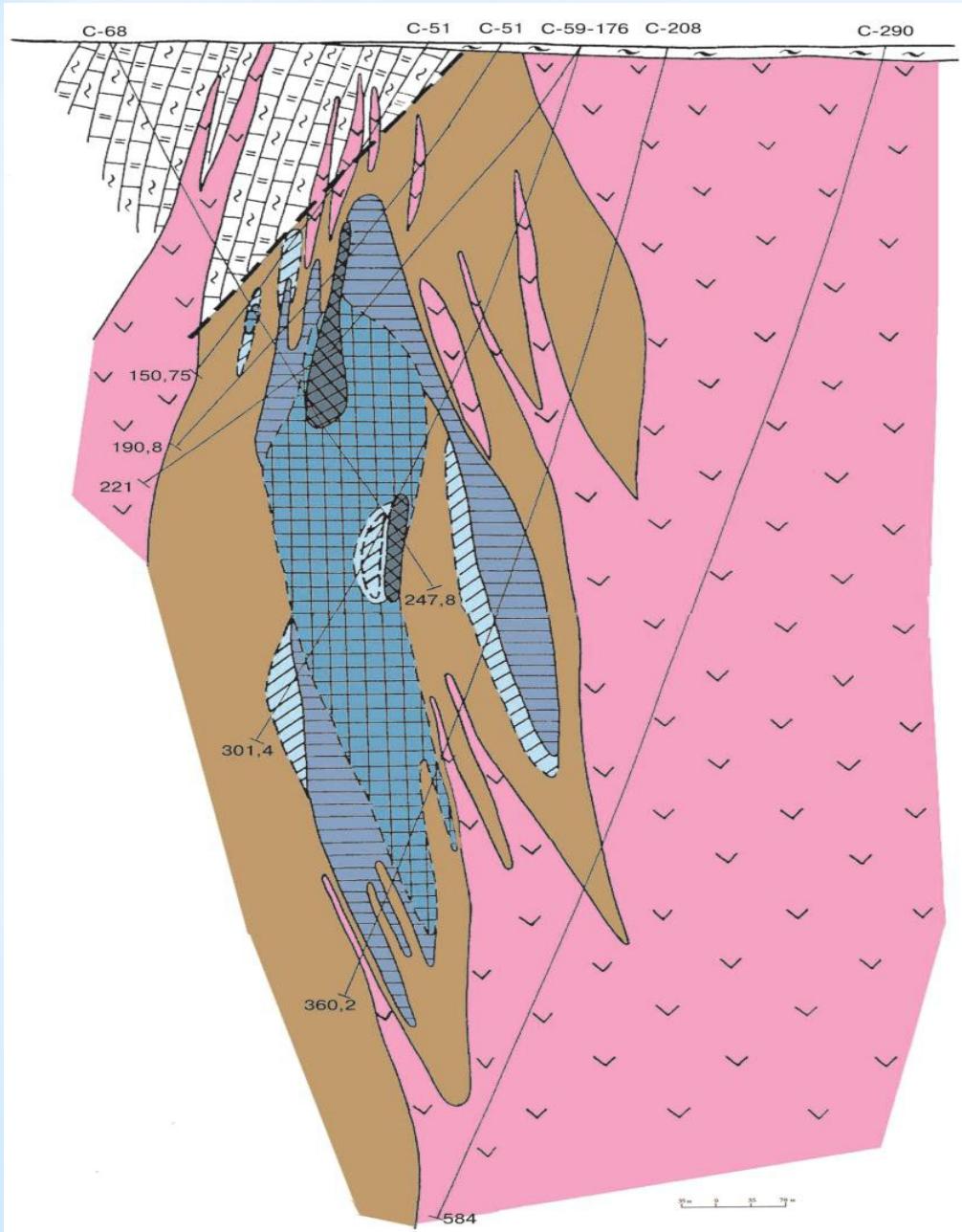


Рис. Месторождение Акжал.



**Рис. Месторождение  
Акжал.**

Термокарстовые гидро-  
термально-метасома-  
тические руды.  
Участок Западный..

Условные обозначения  
см. рис. предыдущий

### 3. Плутоногенные гидротермальные

месторождения имеют большое экономическое значение в мировой добыче свинца и цинка. Они разрабатываются во многих странах: в России (Екатерино-Благодатское, Кадаинское, Згид и др.), США (Тинтик, Кер д'Ален, Ледвилл), Канаде (Кен-Хилл), Чехии (Пшибрам) и др.

Оруденение пространственно и парагенетически связано с интрузиями гранодиорит-порфиров или гранит-порфиров.

Выделяют две формации –

*метасоматическую **пирит-галенит-сфалеритовую в карбонатных породах** (Екатерино-Благодатское, Тинтик и др.)*

и

***жильную галенит-сфалеритовую в гранитоидах и***

Типичным примером месторождений ***метасоматической пирит-галенит-сфалеритовой формации*** в карбонатных породах является ***Екатерино-Благодатское месторождение.***

Оно находится в Восточном Забайкалье в пределах северо-восточной части полиметаллического пояса.

Рудоносная площадь сложена **доломитизированными известняками** нерчинско-заводской свиты, **содержащей пачки углисто-глинистых сланцев** и полосчатых доломитов.

Породы смяты в складки, прорваны дайками порфиров и лампрофиров и разбиты многочисленными разрывами. Трубообразные рудные тела связаны с наиболее трещиноватыми доломитизированными разностями карбонатных пород и локализуются на участках пересечения секущих субмеридиональных разрывов с субширотными нарушениями.

Основная масса руд сконцентрирована в серых доломитизированных известняках.

Руды характеризуются сложным составом и представлены в основном пиритом, сфалеритом, галенитом и сульфосолями. Вмещающие карбонатные породы подвергнуты гидротермальным изменениям и, как правило, окварцованы.

В качестве примера **жильных месторождений** галенит-сфалеритовой формации рассмотрим **месторождение Зgid.**

Оно находится на Северном Кавказе. В районе месторождения распространены палеозойские граниты, на которых несогласно залегают юрские сланцы и вулканиты. Породы рассечены сбросо-сдвигом северо-восточного простирания.

Оруденение приурочено к тектоническому нарушению и **представлено жилой**, в которой встречаются рудные столбы. Главные рудные минералы: галенит, сфалерит и халькопирит; жильные – кварц, манганосидерит, кальцит.

Текстуры руд массивные, брекчевые, полосчатые и крустификационные, структуры – крупнокристаллические, коррозионные и др.

Рудовмещающие граниты окваркованы, серицитизированы, местами карбонатизированы и хлоритизированы.

## 4. Вулканогенные гидротермальные

месторождения свинца и цинка, как правило, содержат также серебро. Они известны в России (Новоширокинское в Забайкалье), Армении (Шаумян), Болгарии (Маджарово), Перу (Касапалка) и других странах.

*Месторождения пространственно связаны с вулканическими структурами*, и в частности, с зонами дробления и трещинами - кольцевыми, радиальными и линейными. Рудные тела имеют жильную, линзовидную или штокверковую форму.

**Главные рудные минералы:** сфалерит, галенит, пирит и халькопирит; жильные – кварц, кальцит, реже барит и флюорит.

Второстепенные рудные минералы: арсенопирит, блеклая руда, борнит, пирагириит, аргентит, буланжерит.

Текстуры руд – прожилковые, полосчатые брекчевые и крустификационные, структуры – мелко- и среднезернистые, колломорфные, метаколлоидные.

## 5. Стратиформные в карбонатных толщах (Миргалимсайский тип)

связаны обычно с мощными карбонатными толщами преимущественно палеозойского и мезозойского возраста.

Примерами могут служить месторождения Миргалимсай и Шалкия в Казахстане, Сардана (Республика Саха), Седмочисленицы (Болгария), Окульш и Болеслав (Польша), Бляйберг (Австрия), Малин (Франция), Эль-Абед (Алжир), Бу-Беккер (Марокко), Миссисипи-Миссури (США) и т. д.

Для этих месторождений характерен **четкий стратиграфический и литофациальный контроль**, а также отсутствие в непосредственной близости магматических комплексов.

Рудные тела представлены, как правило, согласными пластовыми или лентовидными залежами, которые характеризуются большой протяженностью по простиранию (от сотен метров до первых километров) и значительной мощностью (от 0,5 до 200 м).

Главные рудные минералы: сфалерит, галенит, пирит; жильные – кальцит, доломит, реже барит.

Особую известность имеет группа стратиформных  
*месторождений Миссисипи – Миссури.*

Они расположены в долине р. Миссисипи. Здесь в пределах активизированной платформы оруденение развивалось в нижнепалеозойских отложениях, несогласно залегающих на протерозойском кристаллическом основании.

*Свинцово-цинковая минерализация распространена в вертикальном разрезе на 800 м* во всех палеозойских образованиях, начиная от верхнекембрийских песчаников и кончая отложениями нижнего ордовика.

Главные рудные минералы: галенит и сфалерит; второстепенные – халькопирит, халькозин, энаргит, миллерит, пирит, марказит, иногда зизенит и бравоит.

Месторождения разрабатываются более 100 лет, а в юго-восточной части Миссури 250 лет.

## Месторождение Миргалимсай

расположено в Южно-Казахстанской области, в 40 км к северо-востоку от ж.-д. ст. Туркестан.

Основание разреза рудного поля сложено пестроцветами корпешской пачки, выше которой идут *рудовмещающие* карбонатные отложения *фамена* (мощность около 340 м), перекрытые также карбонатными породами турне.

По литологическим признакам выделяют 11 горизонтов известняков и доломитов массивной, ленточной и комковатой текстур.

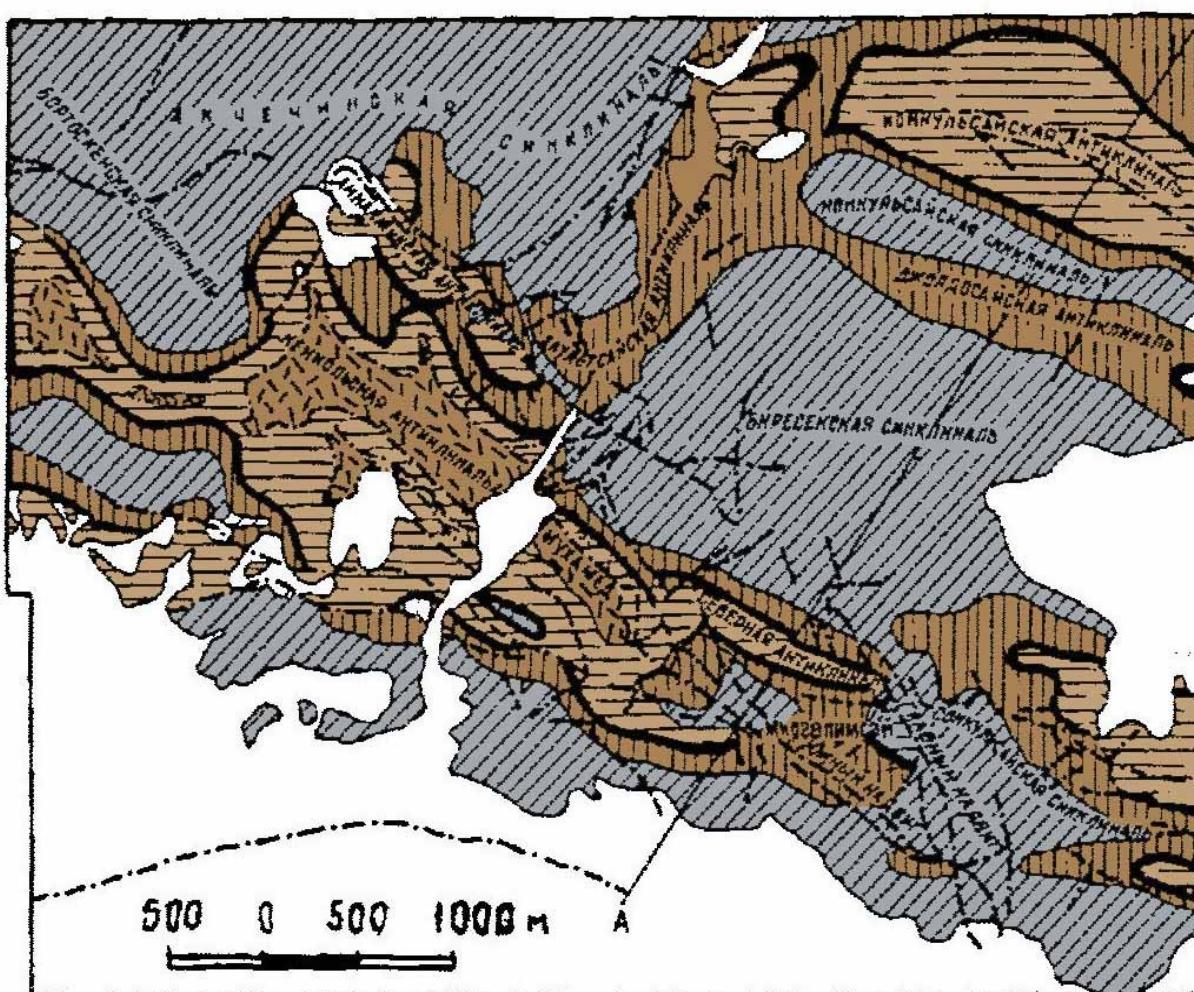
Преобладающее число рудных тел приурочено ко второму ленточному горизонту доломитов и известняков, находящемуся в средней части разреза.      Мощность горизонта от 2 до 25 м.

В пределах месторождения развиты брахиантиклинальные структуры и разрывные нарушения типа надвигов и взбросов. Разрывные нарушения сопровождаются зонами брекчирования, смятия и трещиноватости, в которых локализуются руды.

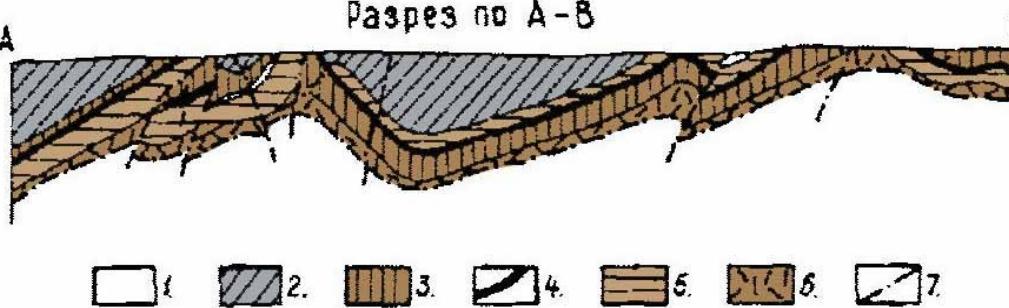
Руды состоят из пирита, галенита, сфалерита, карбонатов и барита, образуя вкрапленность и редкие гнезда сплошных сульфидов.

Из руд извлекают *свинец и барит*.

Сопутствующими компонентами являются серебро, германий, теллур, кобальт, висмут, кадмий.



### Разрешение А-В



## М-ние Миргалимсай.

## 1 – мезо-кайнозойские отложения;

**2 – нижний карбон:** горизонты полосчатый, второй и первый перемежающиеся, искристый, базальный;

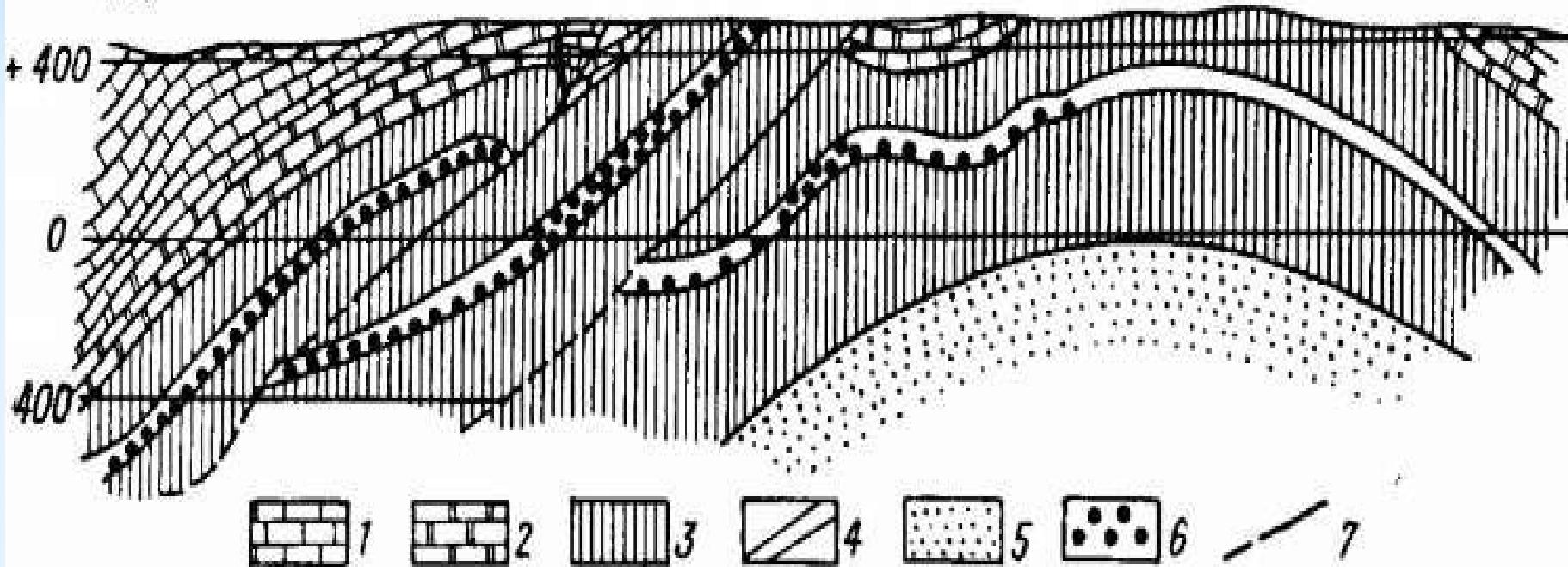
**3-6 – фамен:** 3 – верхний  
ленточный, верхний  
комковатый, плитчатый,  
средний комковатый  
горизонты,

## *4 – второй ленточный (рудный) горизонт,*

5 – ячеистый, нижний  
ленточный, нижний  
комковатый, доломитовый,  
переходный горизонты,  
6 – аргиллитовый горизонт;  
7 – разрывные нарушения.

ЮЗ

С8



## Схематический геологический разрез м-ния *Миргалимсай*

1 - известняки; 2 - доломиты;

3 - брекчированные известняки (*D3fm*);

**4 - рудоносный горизонт в толще *D3fm*;**

5 - аркозовые песчаники (*D3fr*);

6 - послойные залежи прожилково-вкрапленных барито-свинцовых руд; 7 - разрывные нарушения

## Месторождение Шалкия

расположено в северо-западной части Туркестанского трога

Является крупным рудным объектом девонского углеродисто-кремнисто-доломитово-известнякового серебряно-бариево-свинцово-цинкового металлогенического комплекса герцинского рифтогенного трога Карагату.

Характерны ***преобладание цинка над свинцом и отсутствие баритового оруденения.*** Отношение свинца к цинку колеблется от 1:2 до 1:20, возрастая к северо-западной части месторождения. Среднее содержание РЬ 0,89 %, Zn 3,2 %.

Месторождение находится в участке периклинального замыкания Акуюкской синклинали, в пределах Центрального надвига. Рудовмещающий блок погружается под Центральный надвиг (под углом 10—15) и прослеживается под юго-западным крылом Акуюкской синклинали на глубине 500-800 м.

*Свинцово-цинковое оруденение развито в узком стратиграфическом интервале **жанакорганского горизонта верхнего фамена**, в пределах продуктивной пачки мощностью 100-140 м, отличающейся от подстилающих и перекрывающих известняков преобладанием доломита и кварца над кальцитом и широким присутствием углеродистого вещества.*

На месторождении выделено две основных рудных залежи.

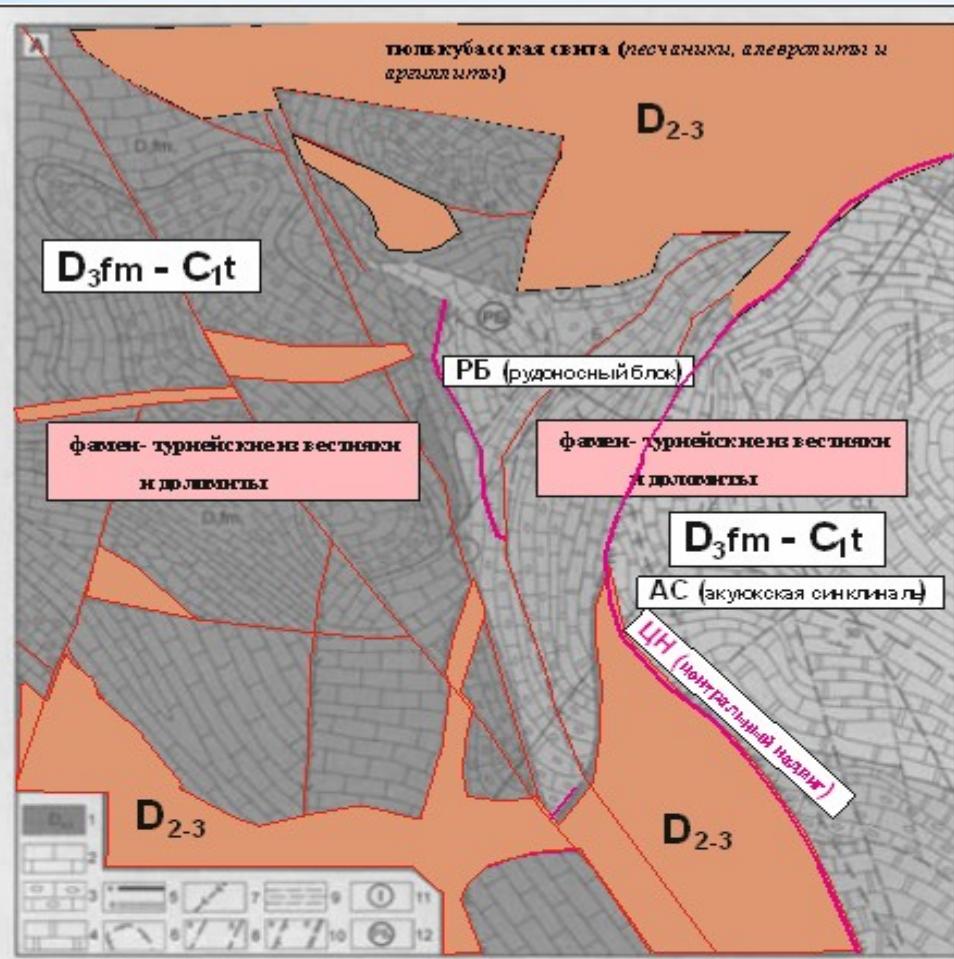
**Нижняя залежь** занимает среднюю подпачку ритмитов, **Верхняя** - обособляется в нижней половине верхней подпачки ритмитов.

Оба рудные тела имеют пластовую форму, значительную протяженность по простиранию (1600-2500 м) и падению (600-1300 м). Вместе с вмещающими отложениями они смяты в складки и нарушены разрывами.

Главные минералы руд - сфалерит, галенит, пирит, доломит, кварц, кальцит, серицит, углеродистое вещество;

второстепенные - арсенопирит, блеклая руда, ангидрид, хлорит;

редкие и очень редкие - халькопирит, бурнонит, буланжерит, флюорит, мусковит, апатит, ка лишпат.



Месторождение Шалкия

**Рис. Геологическая карта (А) и разрезы (Б) месторождения Шалкия:**

1 - песчаники, алевролиты и аргиллиты тюльку басской свиты ( $D_{2-3}$ );  
 2-4 - фамен-турнейские известняки и доломиты; 5 - рудные тела промышленные (а) и некондиционные (б);  
 6 - рудные залежи; 7 - дайки щелочных лампрофиров; 8 - разрывы установленные (а) и предполагаемые (б); 9 - субвязкие разломы; 10 - надвиговые швы; 11 - разрывные нарушения: I, II - Главный (его ветви), III - Шалкиинский, IV - Северный, V - Центральный надвиг, VI - Огузмуюкский; 12 - складки: А - Акуюкская синклиналь, РБ - рудовмещающий блок, КА - Кызылсайская антиклиналь

**6. Метаморфизованные** месторождения свинца и цинка выявлены в России (Горевское и Россохинское в Енисейском кряже, Таборное и Таежное в Прибайкалье),  
США (Юнайтед-Верде), Канаде (Флин-Флон),  
Индии (Мохна-Магра),  
Австралии (Брокен-Хилл, Маунт-Айза, Мак-Артур-Ривер).

Они приурочены, как правило, к протерозойским и нижнепалеозойским кристаллическим и метаморфическим сланцам и мраморизованным известнякам, слагающим щиты или древние складчатые области.

Рудные тела представлены пластовыми и пластообразными залежами большой протяженности (сотни метров – первые километры) при мощности их 10–100 м.

Метаморфические изменения вмещающих пород проявились в их перекристаллизации и метаморфизме до эпидот-амфиболитовой, биотит-гранатовой, гранат-амфиболитовой и гранулитовой фаций.

Среди метаморфизованных месторождений известны две рудные формации:

- 1) пирротин-пирит-сфалерит-галенитовая** в метаморфизованных карбонатных породах (Горевское месторождение и др.);
- 2) галенит-сфалерит-пирротин-пиритовая** в метаморфизованных осадочных силикатных породах (Брокен-Хилл, Россохинское и др.).

Рудные залежи *Горевского месторождения* пласто- и линзообразной формы, залегают согласно с доломитизированными и окварцованными известняками, прорванными дайками и штоками оливиновых долеритов. С оливиновыми долеритами парагенетически связано оруденение. Основные рудообразующие минералы: галенит, сфалерит и пирротин (среднее содержание сульфидов в рудах 16–20 %).

**Казахстан** по запасам свинца и цинка занимает одно из первых мест в мире. В Казахстане выявлено более 100 месторождений свинца и цинка. Балансом учтено 58 месторождений. Из них в 44 месторождениях свинец и цинк учитываются совместно.

- Большая часть запасов (и добычи) **свинца**, в меньшей степени цинка сосредоточена **в Центральном**,
  - **цинка и свинца** - **в Восточном** (Рудный Алтай) Казахстане.
- Третье место по запасам свинца и цинка занимает Южный Казахстан (Каратай).

*Важное промышленное значение имеют месторождения:*

- а) **рудноалтайского колчеданно-полиметаллического типа** - Риддер-Сокольное, Тишинское, Новолениногорское, Зыряновское, Малеевское, Чекмарь, Греховское, Путинцевское, Николаевское, Иртышское, Белоусовское, Новоберезовское, Артемьевское;
- б) **атасусского стратiformного** свинцово-цинкового и баритово- свинцово-цинкового типа - Жайрем, Карагайлы, Акжал, Узунжал, Бестобе, Ушкатаын, Алайгыр;
- в) **миргалимсайского (каратаяуского) стратiformного** свинцово- цинкового типа - Миргалимсай, Шалкия, Талап;
- г) **текелийского колчеданного свинцово-цинкового** типа - Текели, Западное Текели, Яблоновое, Большой Усек и др.

К новому типу относится карстовое **месторождение Шаймерден** богатых окисленных цинковых руд.

В последние годы в республике в эксплуатации находилось около 30 месторождений свинца и цинка.

Достигнутый уровень добычи свинцово-цинковых руд обеспечен в среднем по республике разведенными запасами более чем на 20 лет, что соответствует среднемировому уровню.

Проблема заключается в необходимости улучшения качества рудной базы за счет сокращения добычи бедных руд и ускорения освоения богатых месторождений.

С этих позиций открытие таких богатых месторождений, как *Малеевское, Артемьевское* на Рудном Алтае, существенно улучшает минерально-сырьевую базу свинцово-цинковой промышленности Казахстана.

С П А С И Б О

З А

В Н И М А Н И Е