

# **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  $1,6 \cdot 10^{-3} \%$ .

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  $8,3 \cdot 10^{-3} \%$ .

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	$\text{PbS}$
Церуссит	$\text{PbCO}_3$
Англезит	$\text{PbSO}_4$

Сфалерит	$\text{ZnS}$
Смитсонит	$\text{ZnCO}_3$
Каламин	
	$\text{Zn}_4[\text{Si}_2\text{O}_7][\text{OH}]_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$

Свинец			
Галенит	$PbS$	86,6	7,57
Буланджерит	$Pb_5Sb_4S_{11}$	55,4	6,21
Бурнонит	$PbCuSbS_3$	42,5	5,93
Церуссит	$PbCO_3$	77,5	6,55
Англезит	$PbSO_4$	68,3	6,56
Пироморфит	$Pb_3(PO_4)_3Cl$	76,1	7,04
Ванадинит	$Pb_3(VO_4)_3Cl$	73,1	6,88
Вульфенит	$PbMoO_4$	51,5	6,57
Плюмбоярозит	$PbFe_8(SO_4)_4(OH)_{12}$	19,22	3,67

Цинк			
Сфалерит	$ZnS$	67,0	4,08
Вюртцит	$ZnS$	67,0	3,98–4,09
Смитсонит	$ZnCO_3$	51,9	4,43
Каламин	$Zn_4(Si_2O_7)(OH)_2 \cdot H_2O$	52,6	3,3–3,35
Цинкит	$ZnO$	80,2	5,68
Гидроцинкит	$Zn_5(OH)_6(CO_3)_2$	59,3	4
Виллемит	$Zn_2SiO_4$	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 антикоррозионным 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.

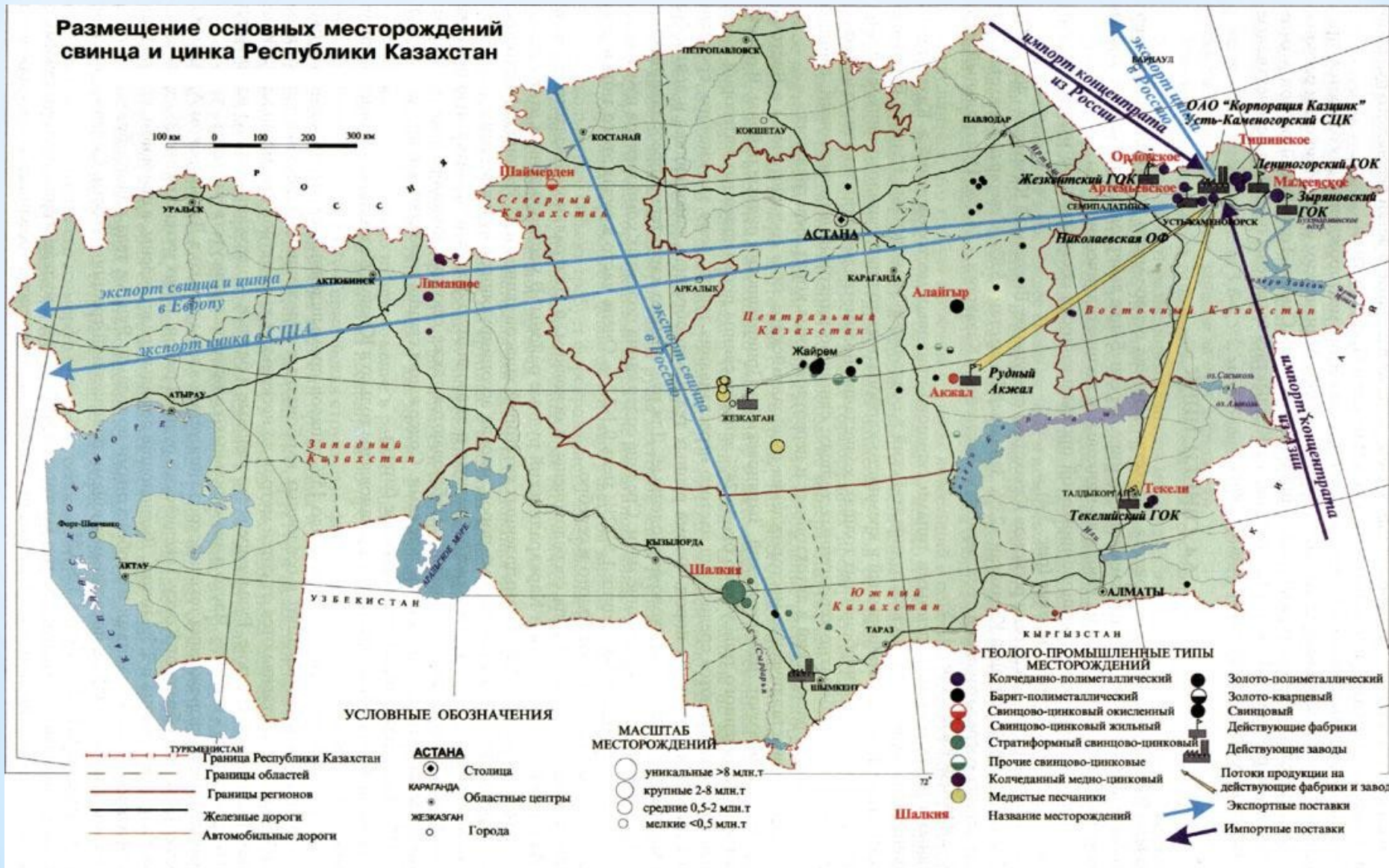
В республике разведано 83 месторождения свинцово-цинковых руд. В настоящее время эксплуатируются 13 месторождений.

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



# 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 в

*контактных зонах интрузивов с осадочными или вулканогенно-осадочными толщами, содержащих пласты известняков.*

Такие месторождения контролируются

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

Форма рудных тел пластообразная, линзовидная, жиллообразная.

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, Франклин-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.



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, ильваит, 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.

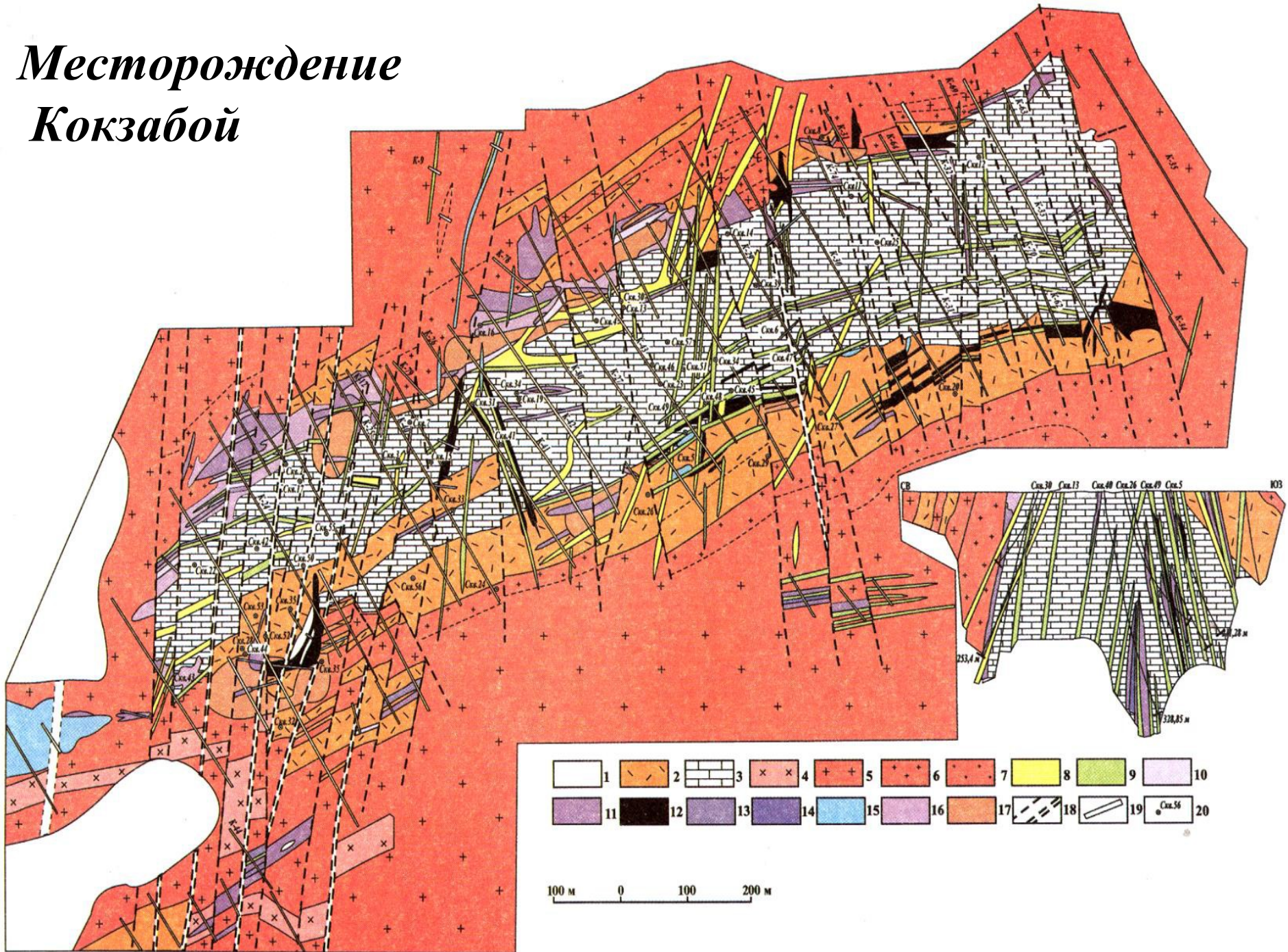
Запасы свинца по месторождению составляют 179,0  
тыс.т.

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

*Месторождение среднее.*



# Месторождение Кокзай



## Месторождения 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-тектоническим и межвулканическим депрессиям, зонам трещиноватости и разломам кольцевого и линейного типа.*

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

Размеры пластообразных 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 антиклинория.

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

В основании разреза грабена залегают

- сложнодислоцированные сланцы хлорит-актинолит-кварцевого состава (**O<sub>2</sub>-O<sub>3</sub>**),
- перекрывающиеся пологолежащей толщей *вулканогенно-осадочных* пород **D<sub>1-3</sub>**, расчлененной на лениногорскую, крюковскую, ильинскую и сокольную свиты.

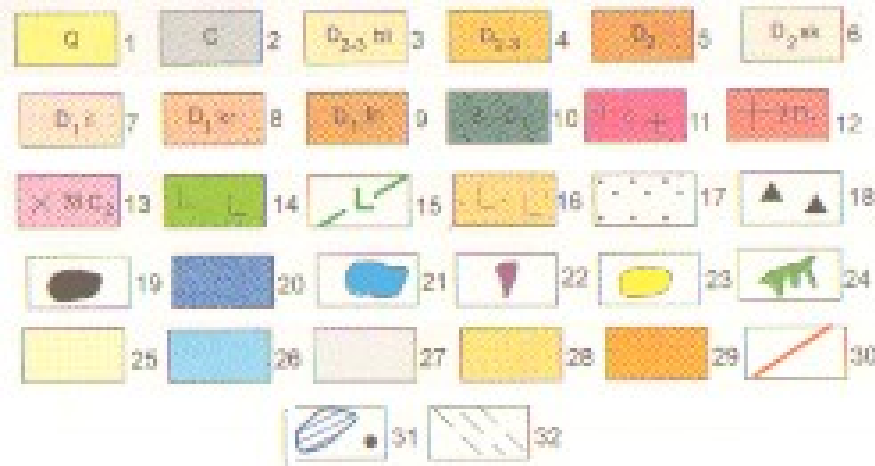
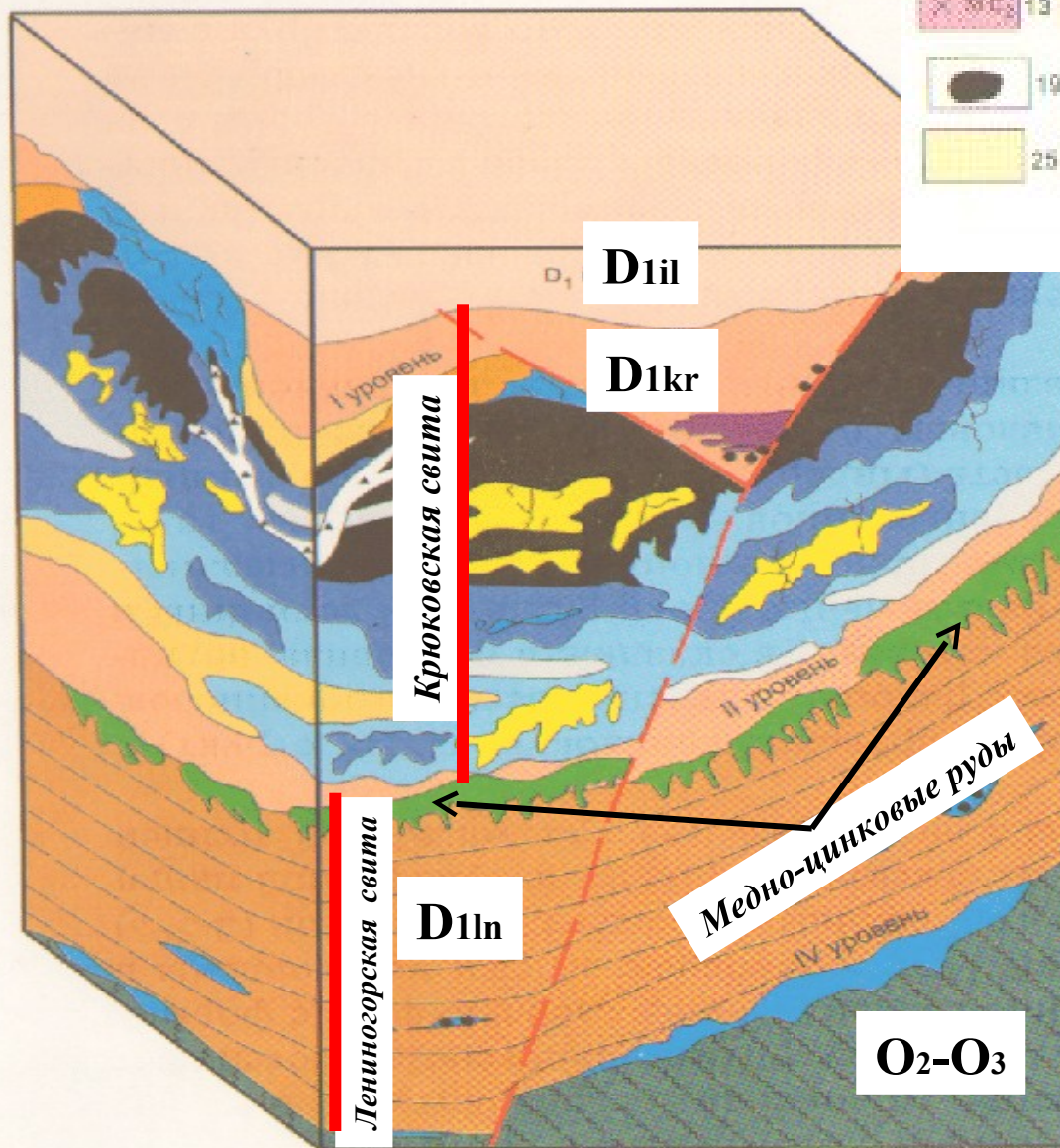
Промышленные руды приурочены к двум рудоносным горизонтам:

- *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

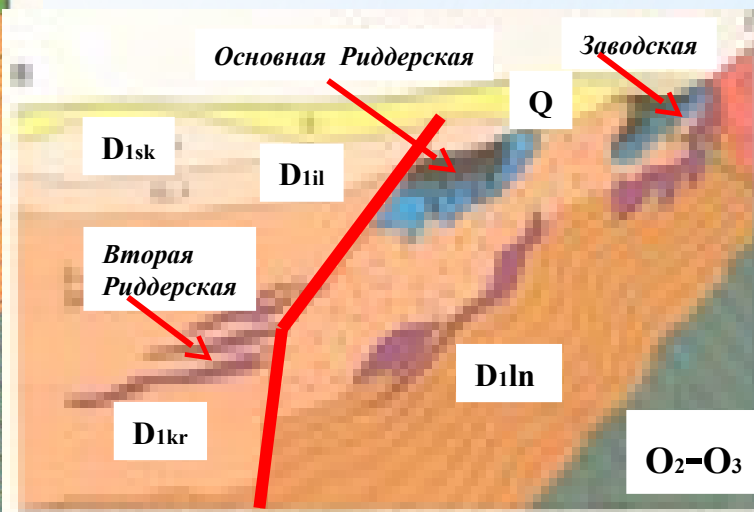


Рис. 3.7 Блок-диаграмма Риддер-Сокольного месторождения



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

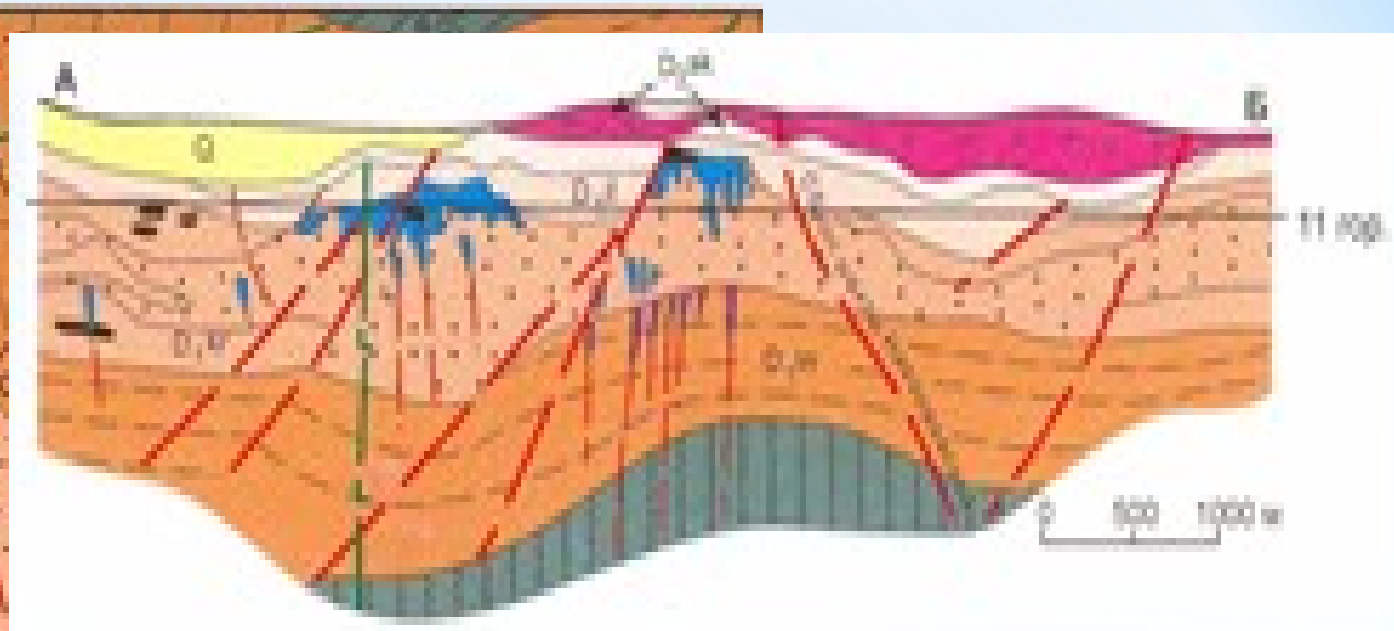
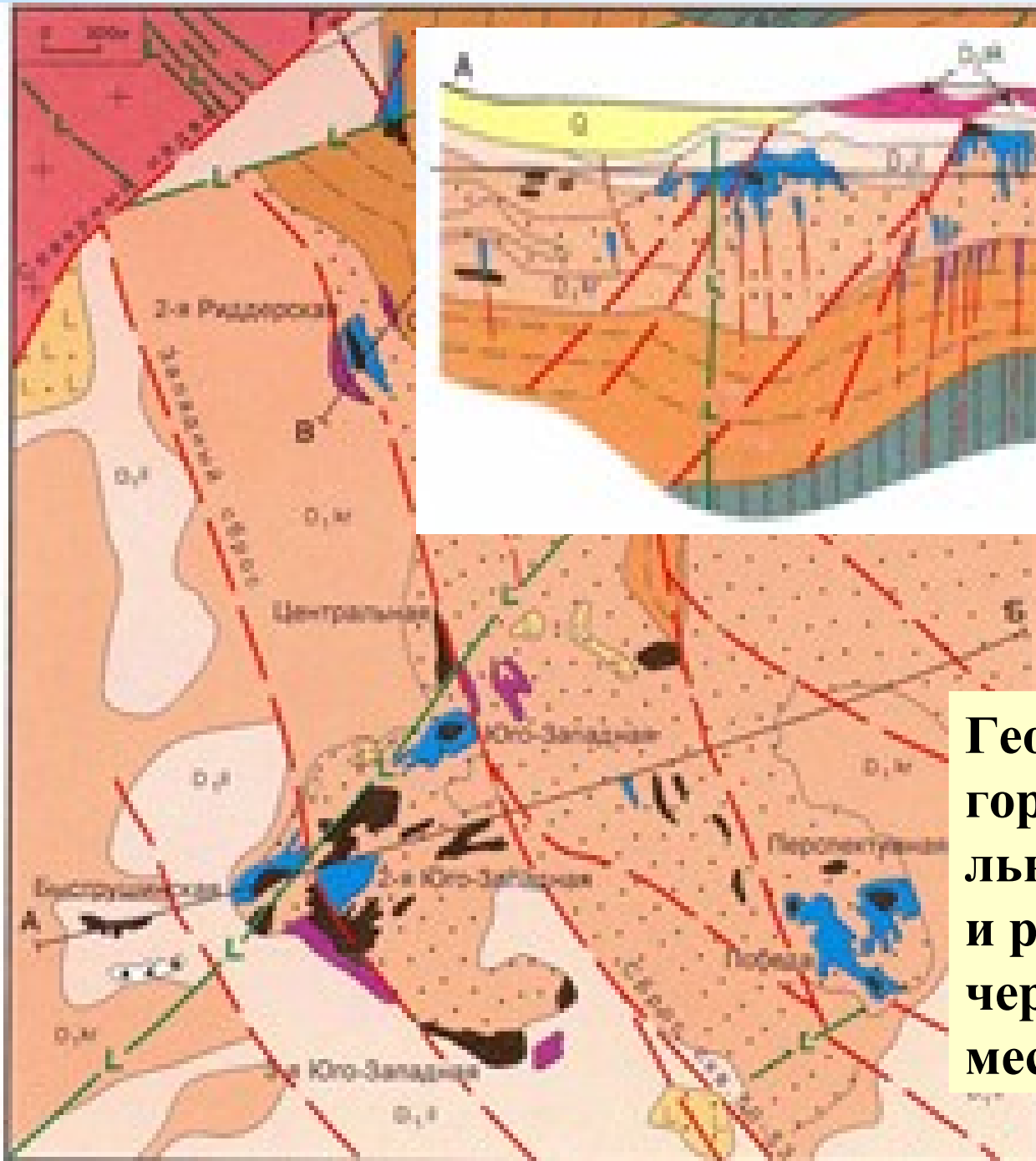
5 - вулканогенно-осадочные отложения среднего девона, 6 - сокольная свита - известковистые алевропелиты. аргиллиты. 7 - ильинская свита - туфолавы и лавы кварцевых фельзит-порфиров, 8 - крюковская свита - алевроиты, алевролиты с прослоями вулканитов, 9 - лениногорская свита - лавы, туфолавы фельзит-порфиров, 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 - взрывные 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-штокерковые 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 расланцевания.



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



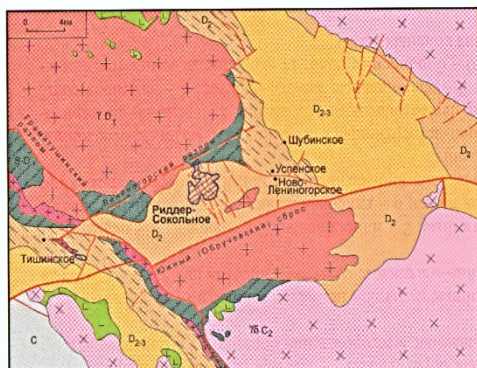


Рис. 3.1 Положение Риддер-Сокольного месторождения в основных структурах Ленинградского района (по В.В. Попову, 1967)

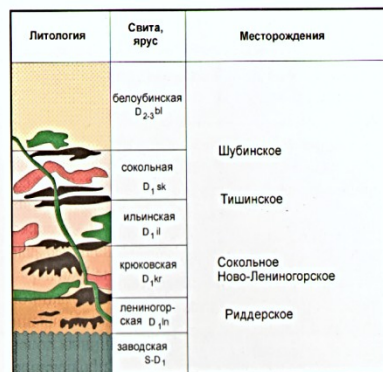


Рис. 3.2 Геохронологическая колонка с размещением месторождений Ленинградского рудного поля



Рис. 3.3 Проекция на горизонтальную плоскость Ленинградского рудного поля

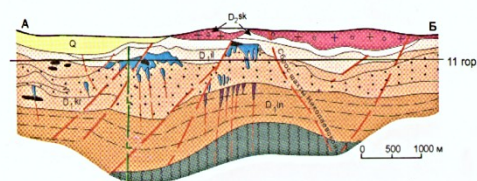
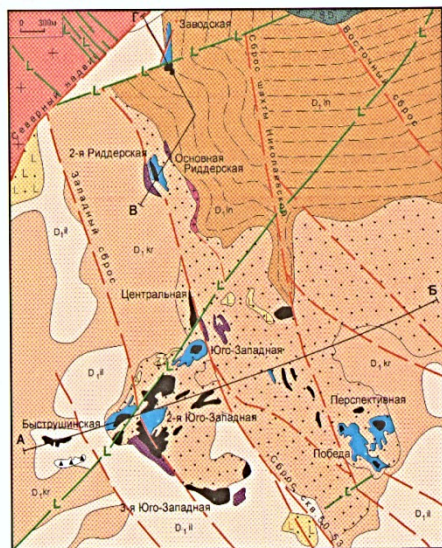


Рис. 3.4 Геологический план 11 горизонта Риддер-Сокольного месторождения и разрез по линии А-Б через Сокольное месторождение

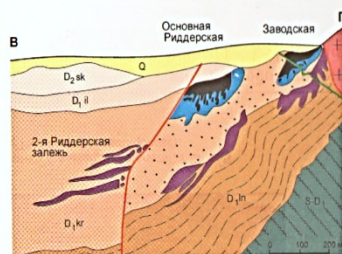


Рис. 3.5 Геологический разрез через рудные залежи Риддерского месторождения

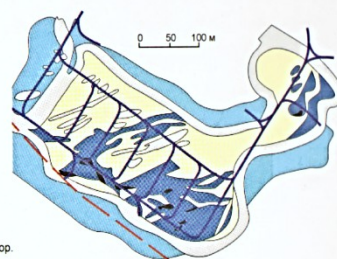


Рис. 3.6 Поперечный геологический план Третьей Юго-Западной залежи

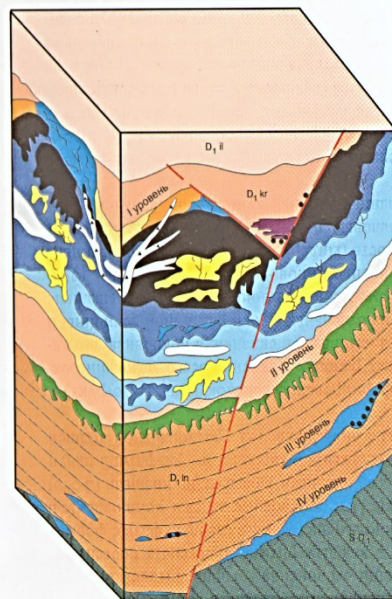


Рис. 3.7 Блок-диаграмма Риддер-Сокольного месторождения

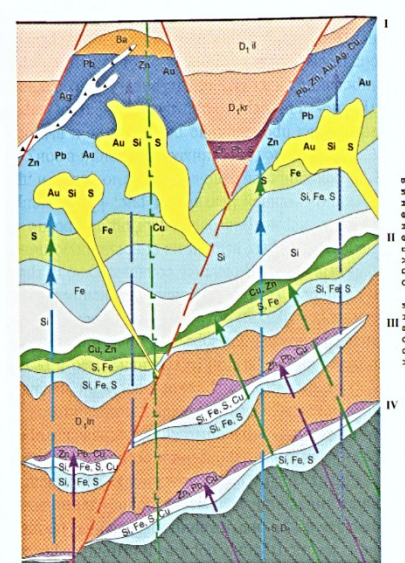
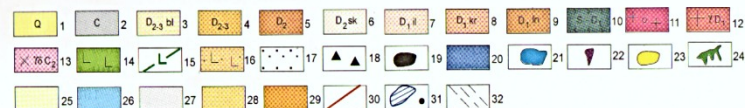


Рис. 3.8 Модель формирования оруденения Риддер-Сокольного месторождения





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

Месторождение находится в северо-западной части Ревнюшенского антиклинория, 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 прослоями 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.

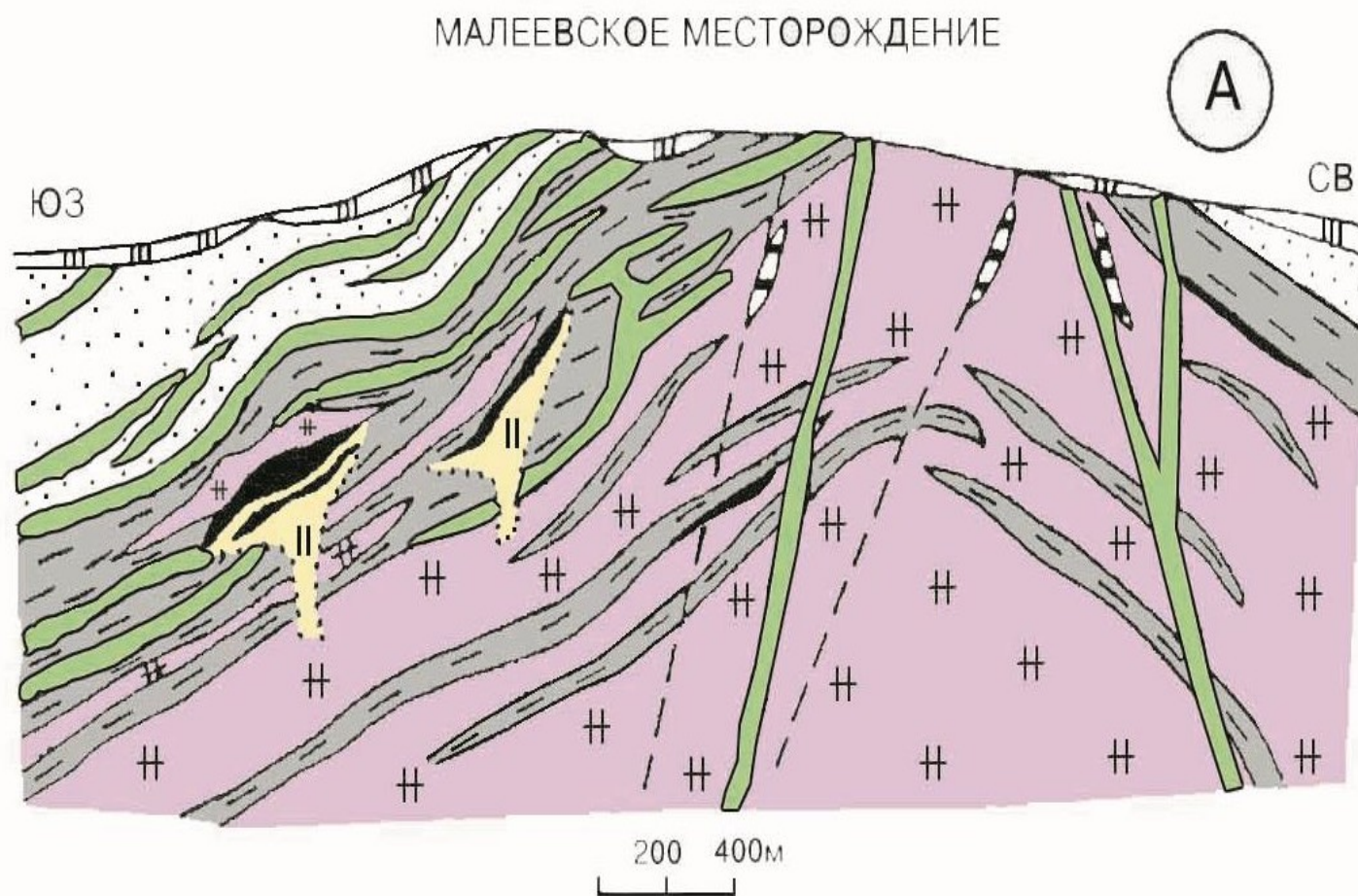
Протяженность рудных тел по простиранию 50-500 м,  
по падению 20-100 м,  
мощность 1-64 м.

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.

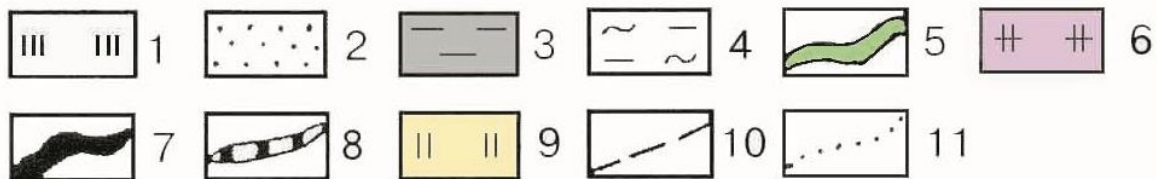
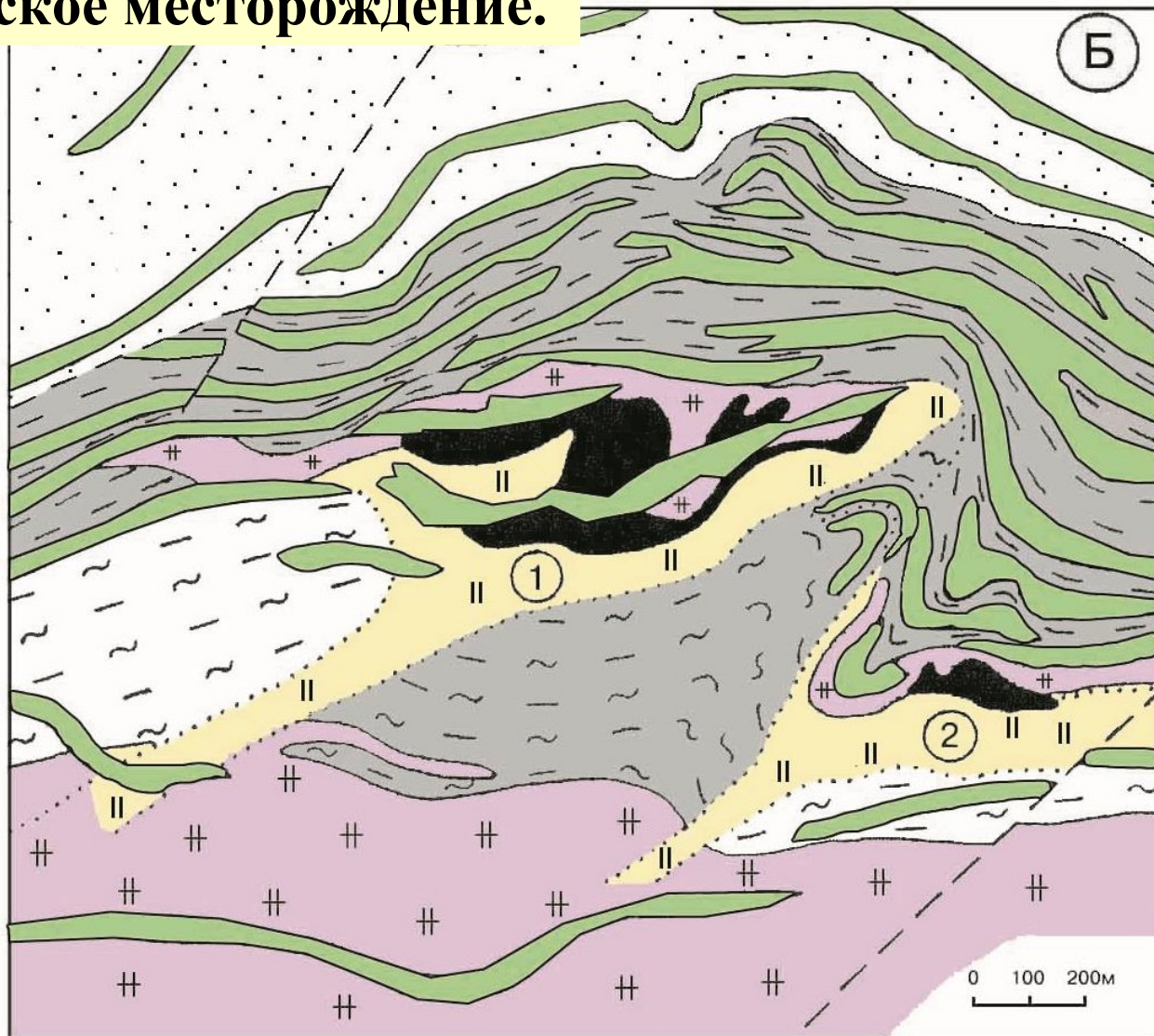
Состав руд: сфалерит, халькопирит, галенит, пирит, блеклая руда, арсенопирит, магнетит, пирротин, самородные висмут и золото и др. Текстура руд - массивная, вкрапленная, прожилковая. Околорудные изменения: окварцевание, серицитизация, баритизация, хлоритизация.



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 порфириды 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, Яблонево и др.)

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

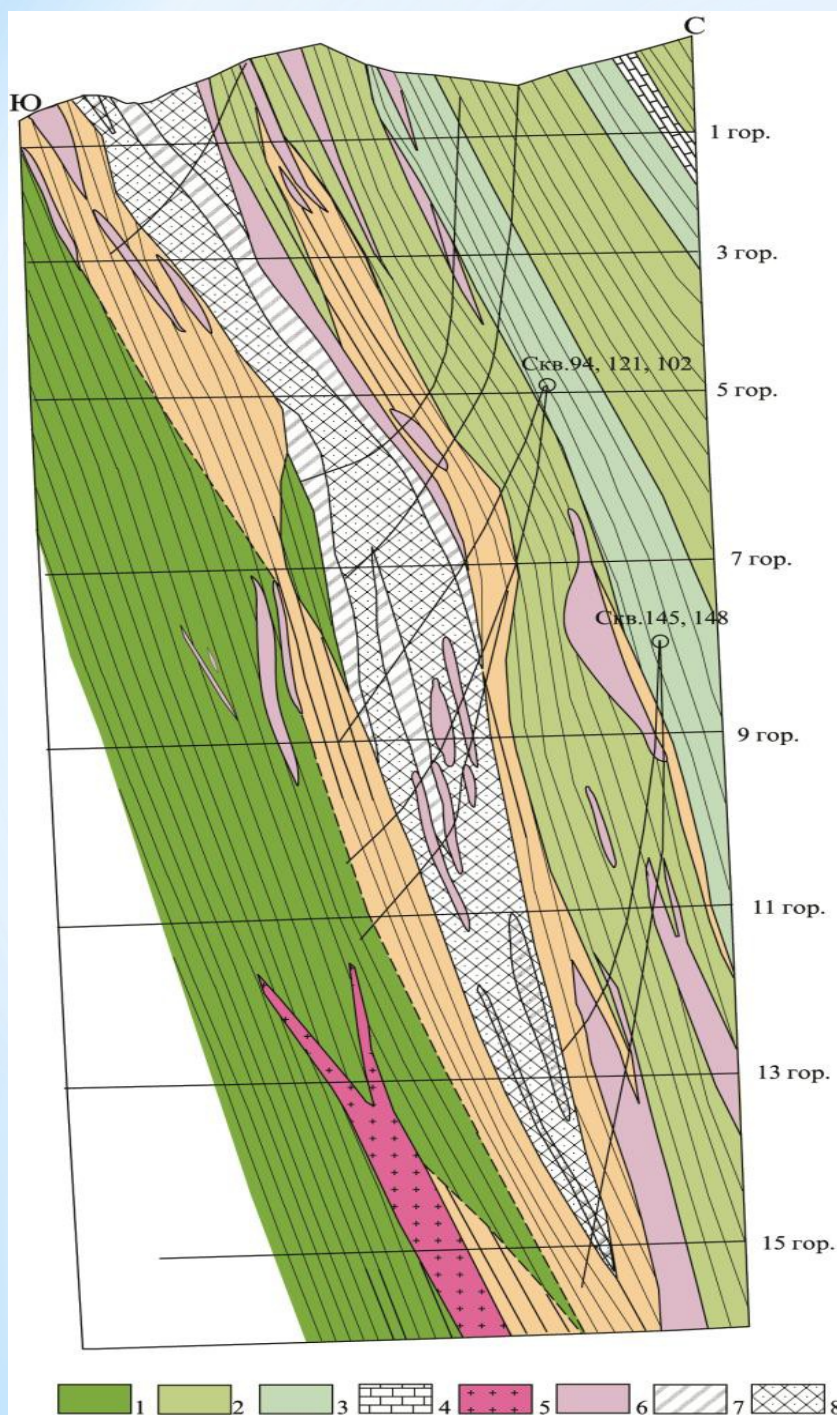
Руды сформированы гидротермально-осадочным путем. В результате метаморфических преобразований первичных руд возникало регенерированное оруденение, связанное с каледон-



## Месторождение Текели.

Геологический разрез по профилю 6  
(материалы ГРЭ).

- 1 – сланцы углеродистые глинисто-известковые;
- 2 – сланцы углеродистые известково-глинисто-кремнистые с прослоями 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* ( $D_3fm_a$ ), *флишовой* ( $D_3fm_1c$ ) и *ритмично-слоистой* ( $D_3fm_{1c}$ ) пачек, переслаивающиеся с железо-марганцевыми пластами (рис. 10.5, 10.9).

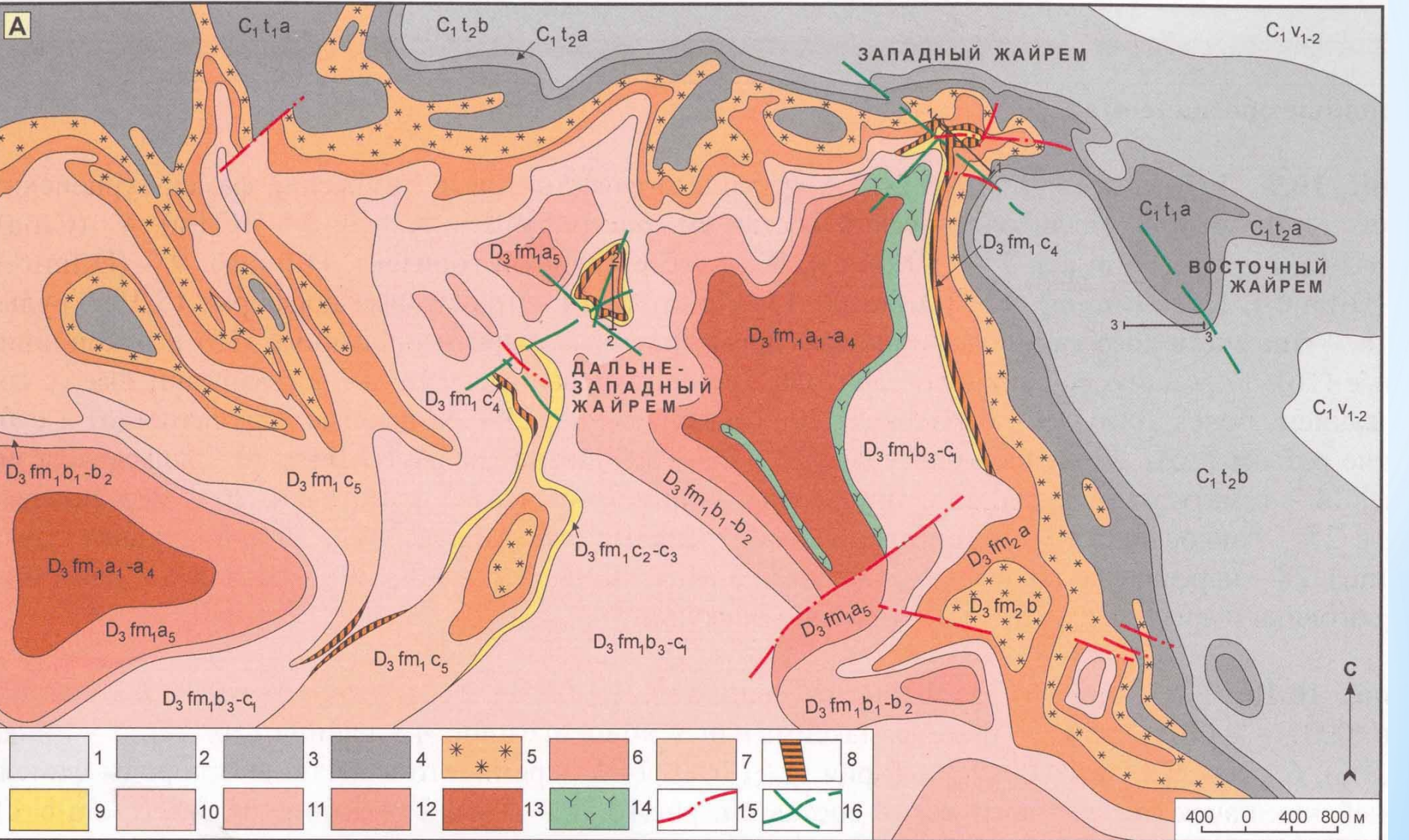
*Установлена приуроченность месторождений к сложно построенным узлам сопряжения разноориентированных складчатостей*

- Жайрем Западный расположен в седловидной антиклинальной складке, образованной в центре 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

**А - геологическая карта,**

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



1 - аргиллиты с прослоями 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 красноватые ( $D_3fm_2b$ ),

6 - волнисто-слоистые сероватые ( $D_3fm_1a$ ):

7 - переслаивание органо-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 органо-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.



1

Б

17 - песчано-глинистые осадки  
кайнозоя;

18 - глинисто-кремнисто-извест-  
ковистые отложения ( $D_3 fm_1 c_3$ );

19 - углистые карбонат-калиш-  
патово-кремнистые породы  
( $D_3 fm_1 c_2$ );

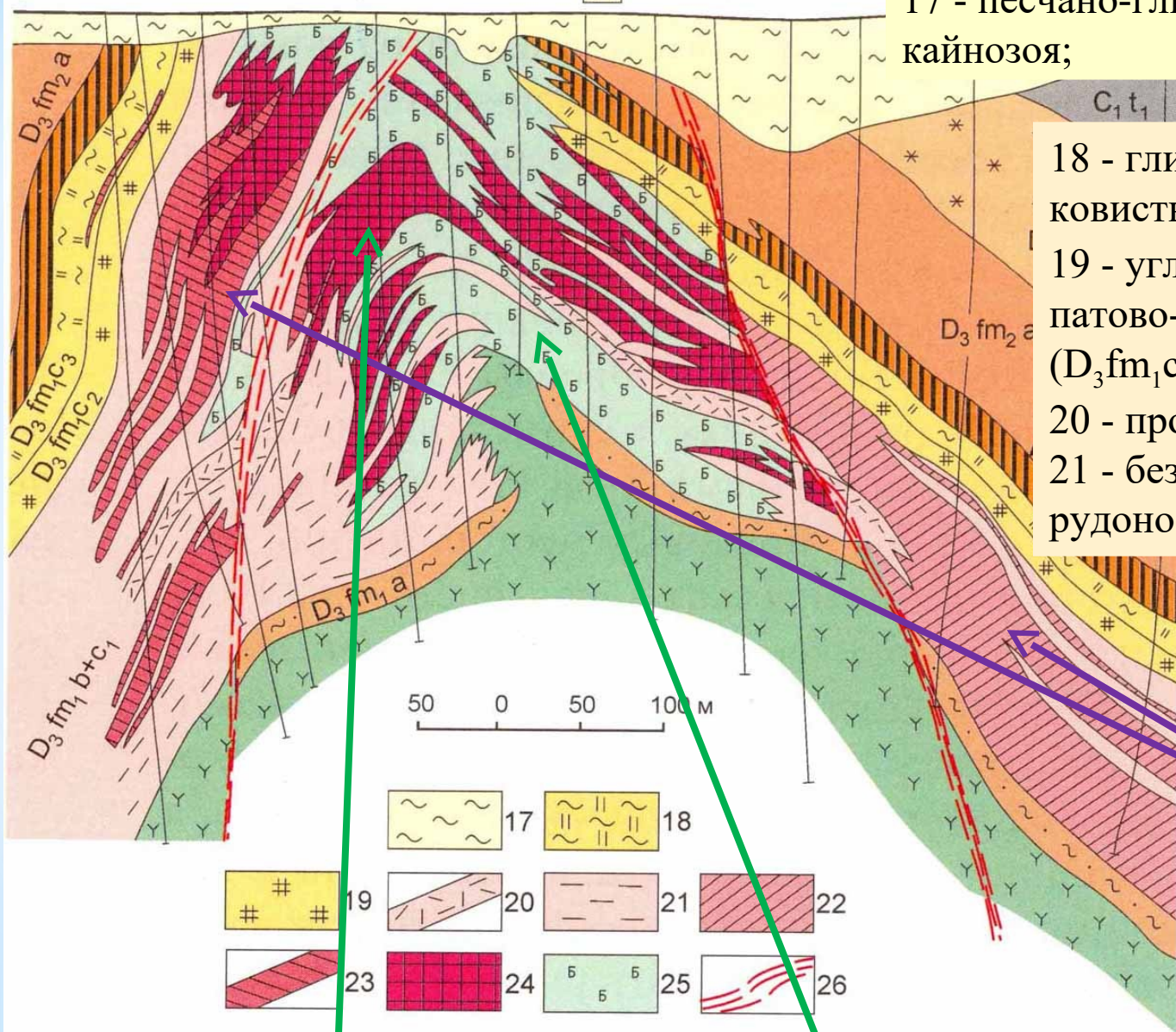
20 - прослои туфов;

21 - безрудные породы  
рудонесной пачки ( $D_3 fm_1 b+c_1$ );

22-23 - свинцово-  
цинковое оруденение  
(сингенетичное):

22 - непромышленное,

23 - кондиционное;

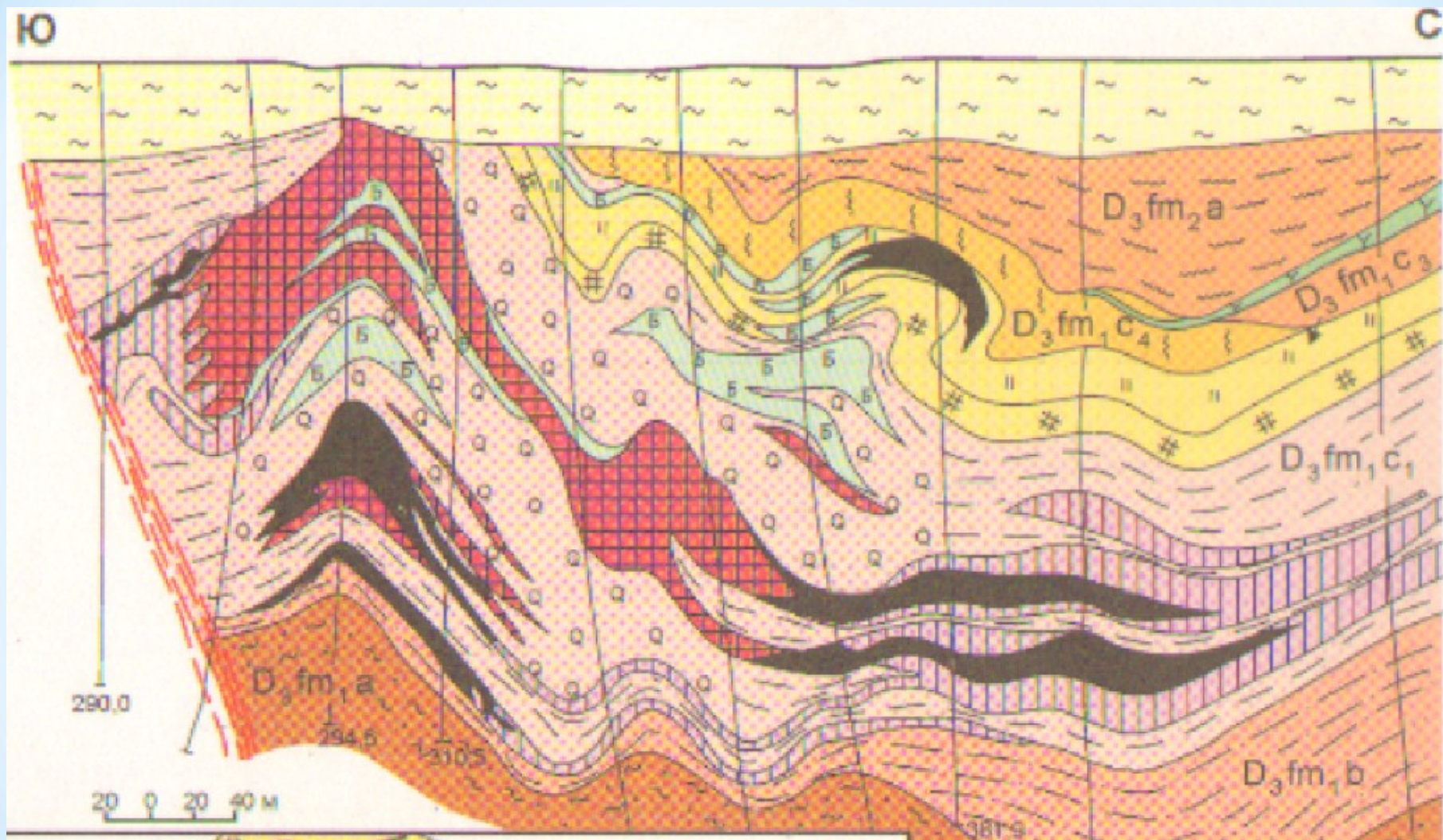


24-25 - регенерированные гидротермально-метасоматические руды:

**24 - цинково-свинцово-баритовые, 25 - медно-баритовые;**

26 - зоны кливажирования антиклинальных складок.





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

**Месторождения Жайремского рудного поля** расположены в Карагандинской области. Приурочены к Жайремской брахиантиклинальной 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, брекчиевые, 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 плекативными 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 красноватые;

6 – известняки сероватые;

**7 – железорудный горизонт;**

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

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

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

12 – трахитовые порфиры;

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

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

15 – баритовые метасоматиты, баритизация;

16 – кварцевые метасоматиты, окварцевание;

17 – тектонические нарушения; 18 – граница коры выветривания;

19 – скважины





**Месторождение Западный Жайрем**

Ядро брахиантиклинали 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 прослоями туфов, туфитов, бедных гематит-магнетитовых и сидеритовых руд. Следующие 2 - ритмично-слоистая и 3 - флишоидная пачки сложены

- известняками, глинисто-кремнисто-карбонатными породами с прослоями железистых яшм, *бедных гематит-магнетитовых руд*,

- углистых, пиритовых и пирит-сфалеритовых ритмитов, с которыми *связаны промышленные свинцово-цинковые руды* на всех участках.

1

Б

17 - песчано-глинистые осадки  
кайнозоя;

18 - глинисто-кремнисто-извест-  
ковистые отложения ( $D_3 fm_1 c_3$ );

19 - углистые карбонат-калиш-  
патово-кремнистые породы  
( $D_3 fm_1 c_2$ );

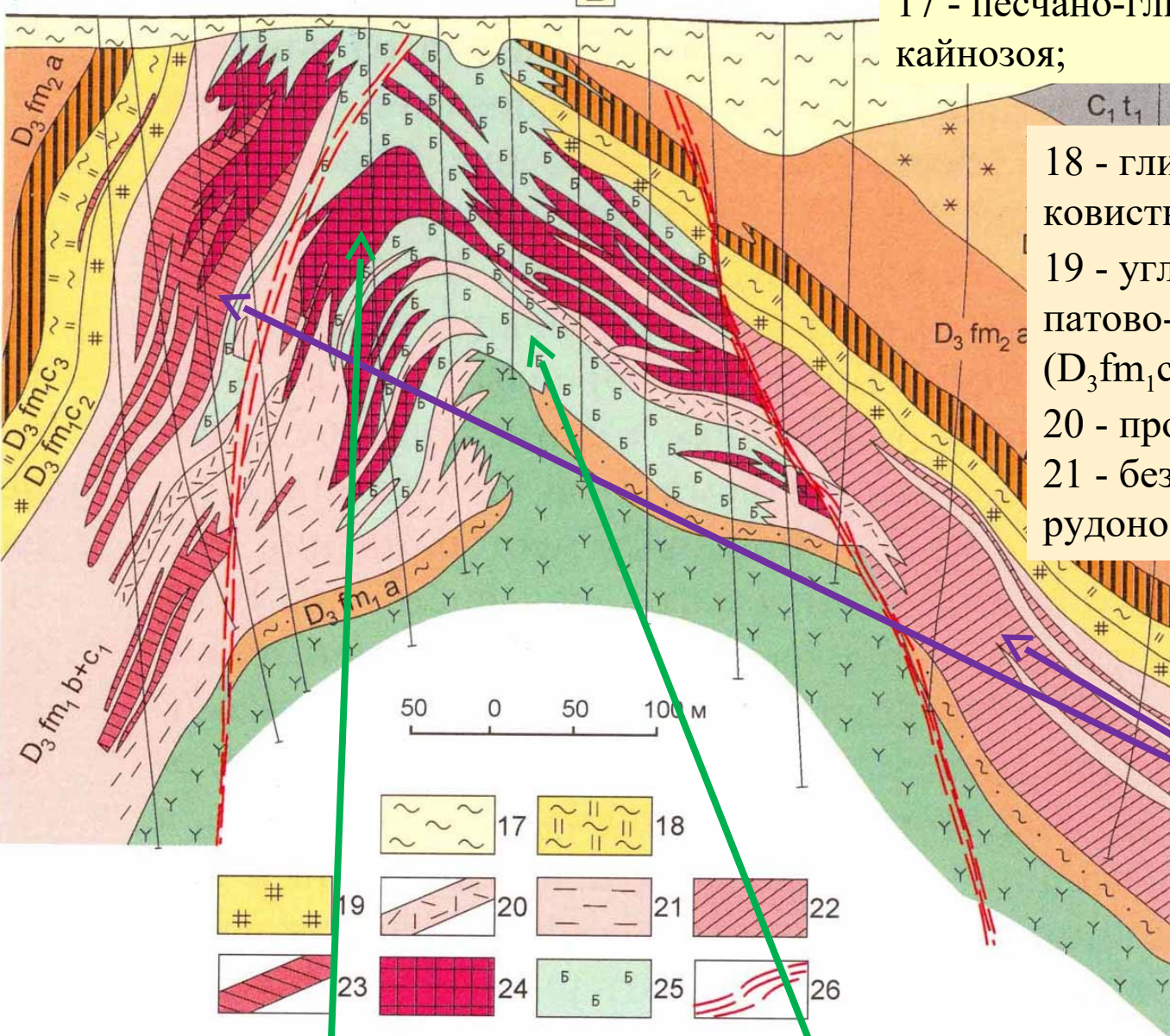
20 - прослои туфов;

21 - безрудные породы  
рудонесной пачки ( $D_3 fm_1 b+c_1$ );

22-23 - свинцово-  
цинковое оруденение  
(сингенетичное):

22 - непромышленное,

23 - кондиционное;



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 прослоями железистых яшм и гематит-магнетитовых руд.

Отложения фамена перекрыты карбонатной толщей 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 слоями 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.

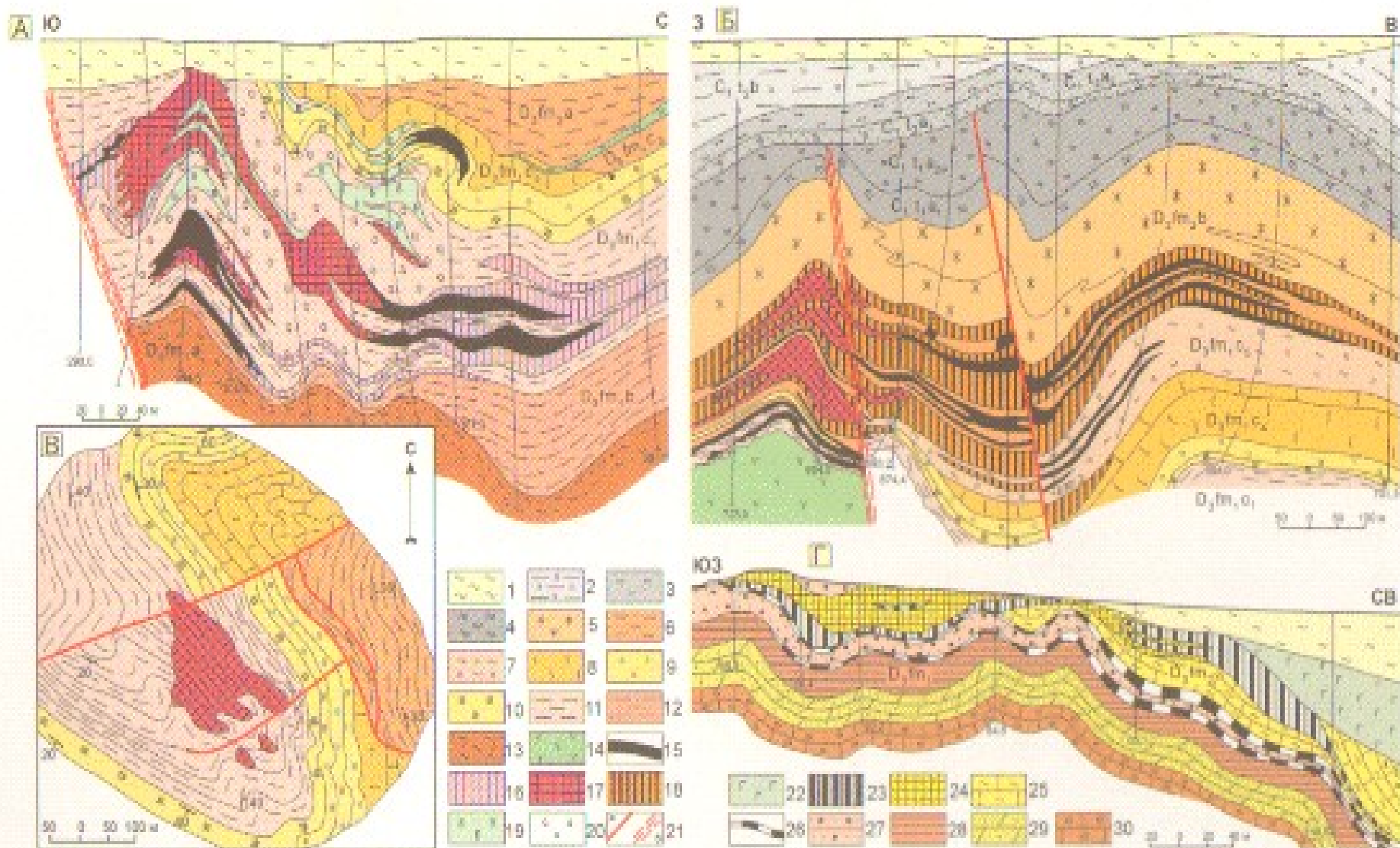


Рис. 10.9 Приуроченность промышленного Ва-Рb-Zn (А, Б, В) и Fe-Mn (Г) оруденения в сводах деформирующих седиментные руды антиклинальных складов на месторождениях Жайрем Дальнезападный (А, разрез 2-2; план карьера 1), Восточный (Б, разрез 3-3) и Большой Ктай (Г, разрез А-В) (по А.А.Рожнову (А, Б), К.М.Егимбаеву (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** сульфидеровый горизонт, верхний фамен, кремнисто-глинистые и углеродистые известняки,;
- 6 – **подрудная толща** мейстеровский горизонт, нижний фамен - кремнисто-глинистые и углеродистые известняки.;
- 7 – **рудонесная 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

C-571 C-553 C-560 C-600 C-563 C-505 C-631

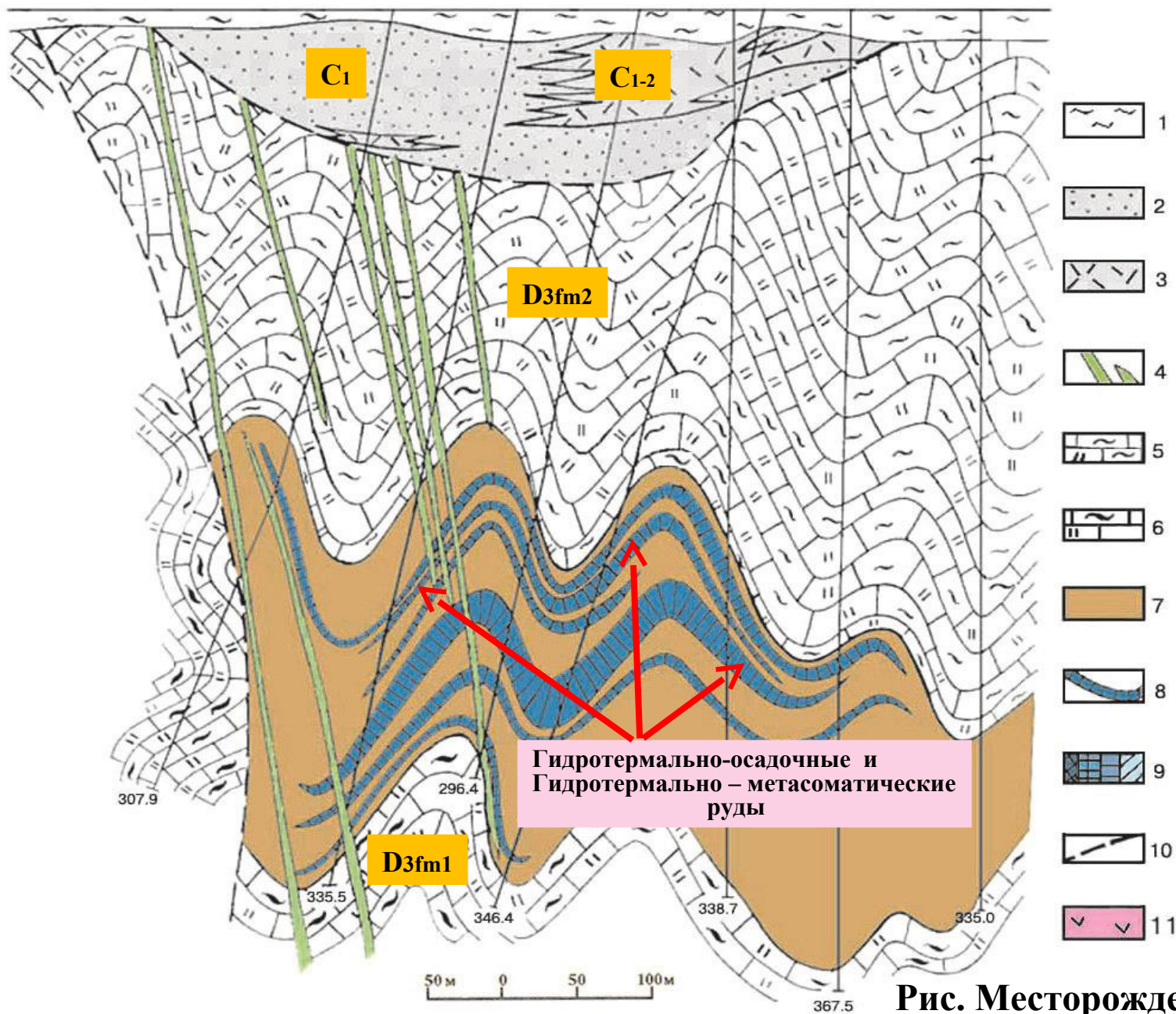
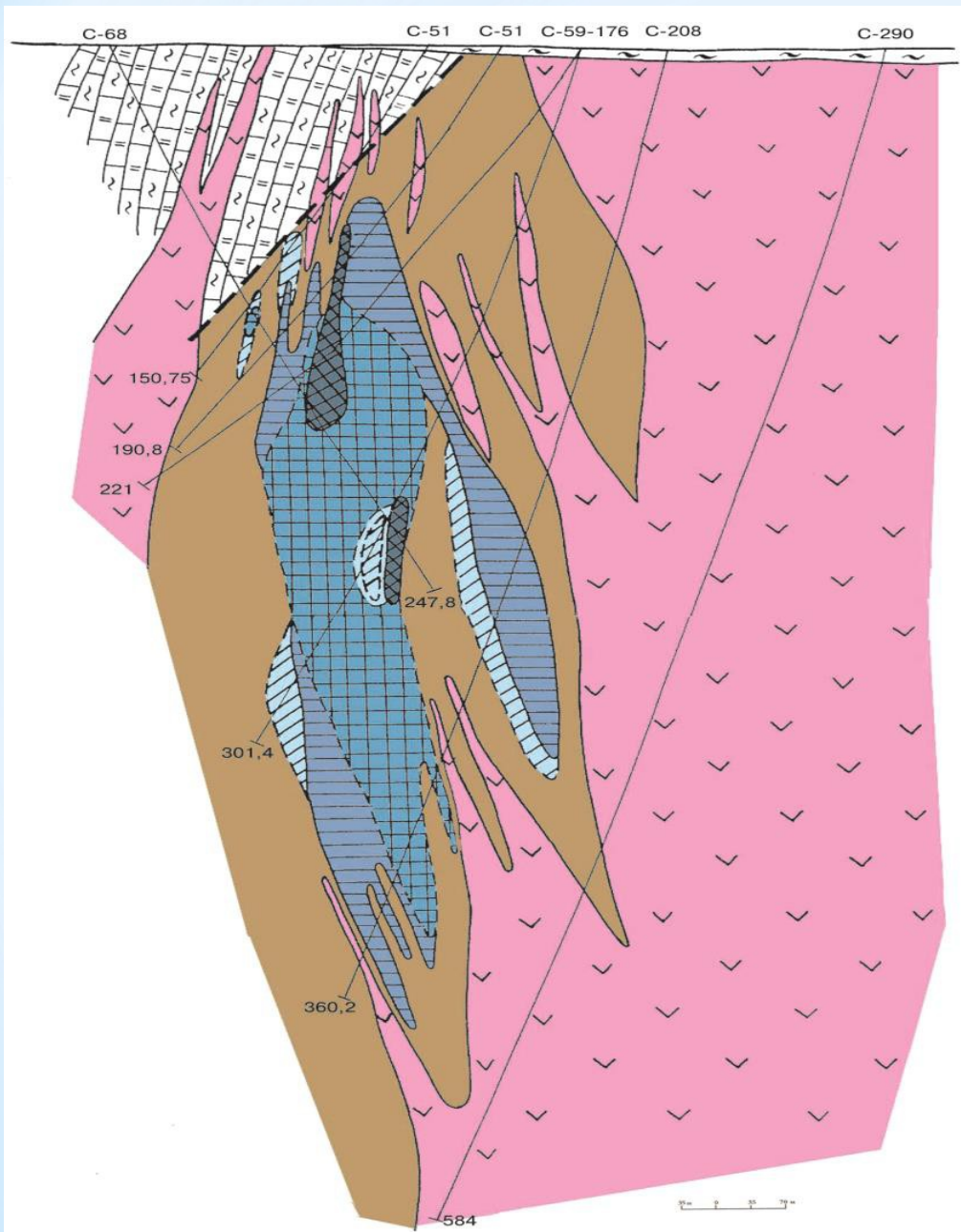


Рис. Месторождение Акжал.





## 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 *жилых месторождений* галенит-сфалеритовой формации рассмотрим *месторождение Згид*.

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, брекчиевые, полосчатые и крустификационные, структуры — крупнокристаллические, коррозионные и др.

Рудовмещающие граниты окварцованы, 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, пираргирит, аргентит, буланжерит.

Текстуры руд – прожилковые, полосчатые брекчиевые 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 м-ния 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.



## М-ние Миргалимсай.

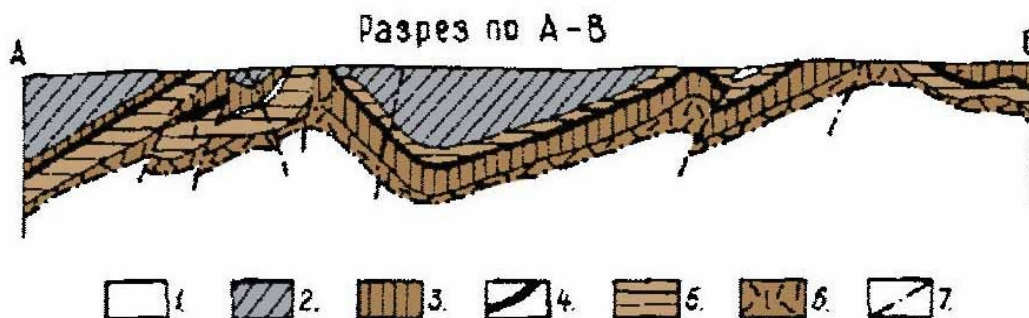
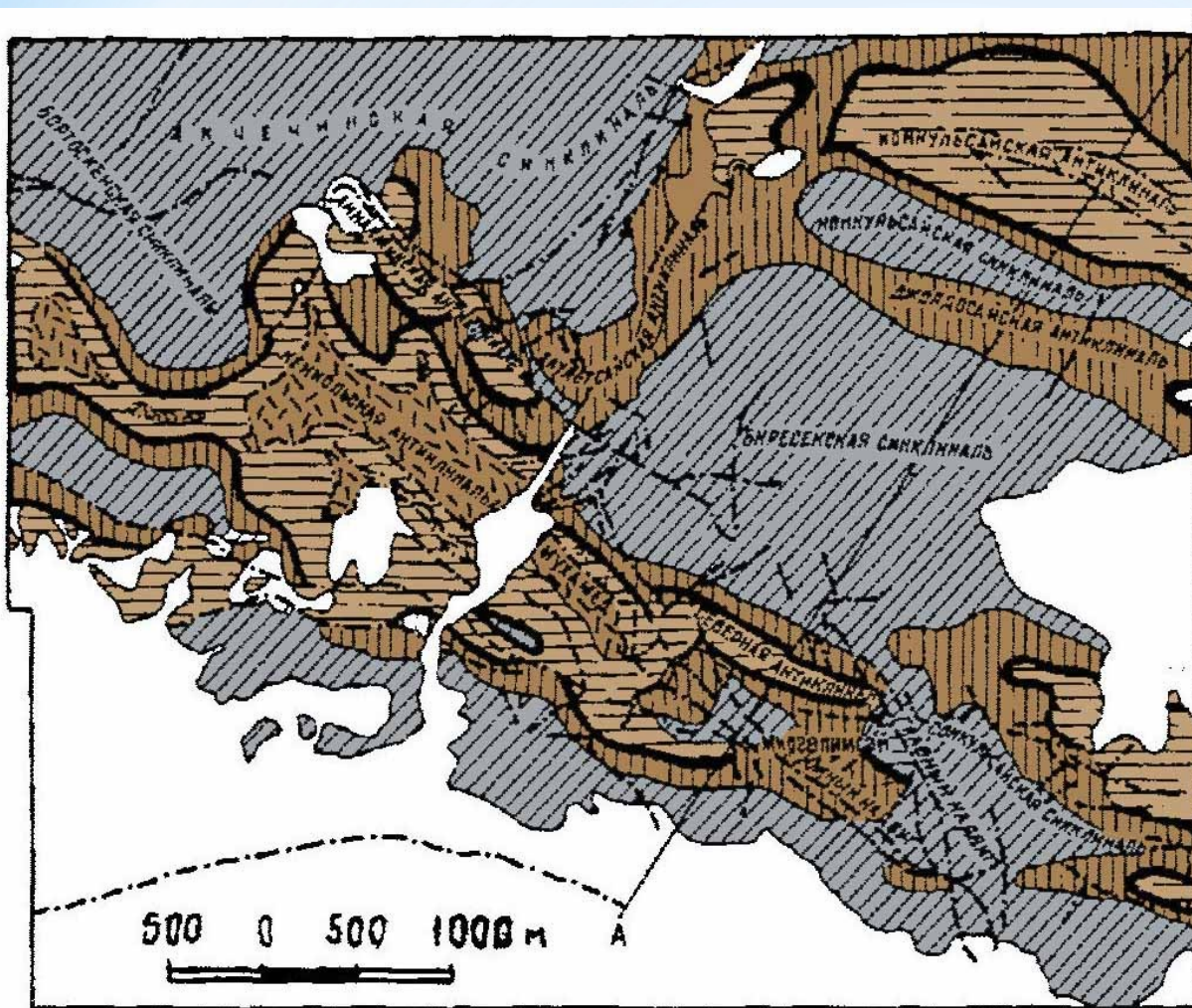
1 – мезо-кайнозойские отложения;

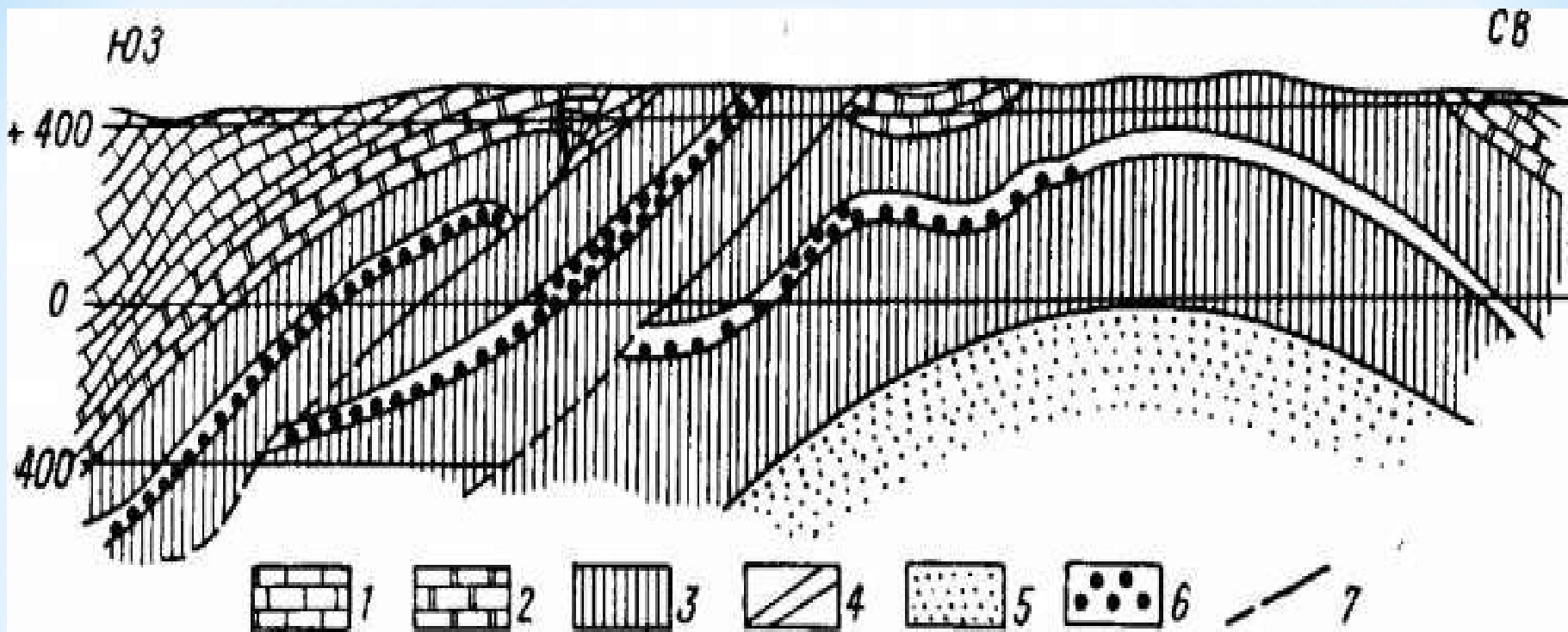
**2 – нижний карбон:** горизонты полосчатый, второй и первый перемежающиеся, искристый, базальный;

**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.





### 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 Каратау.

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.

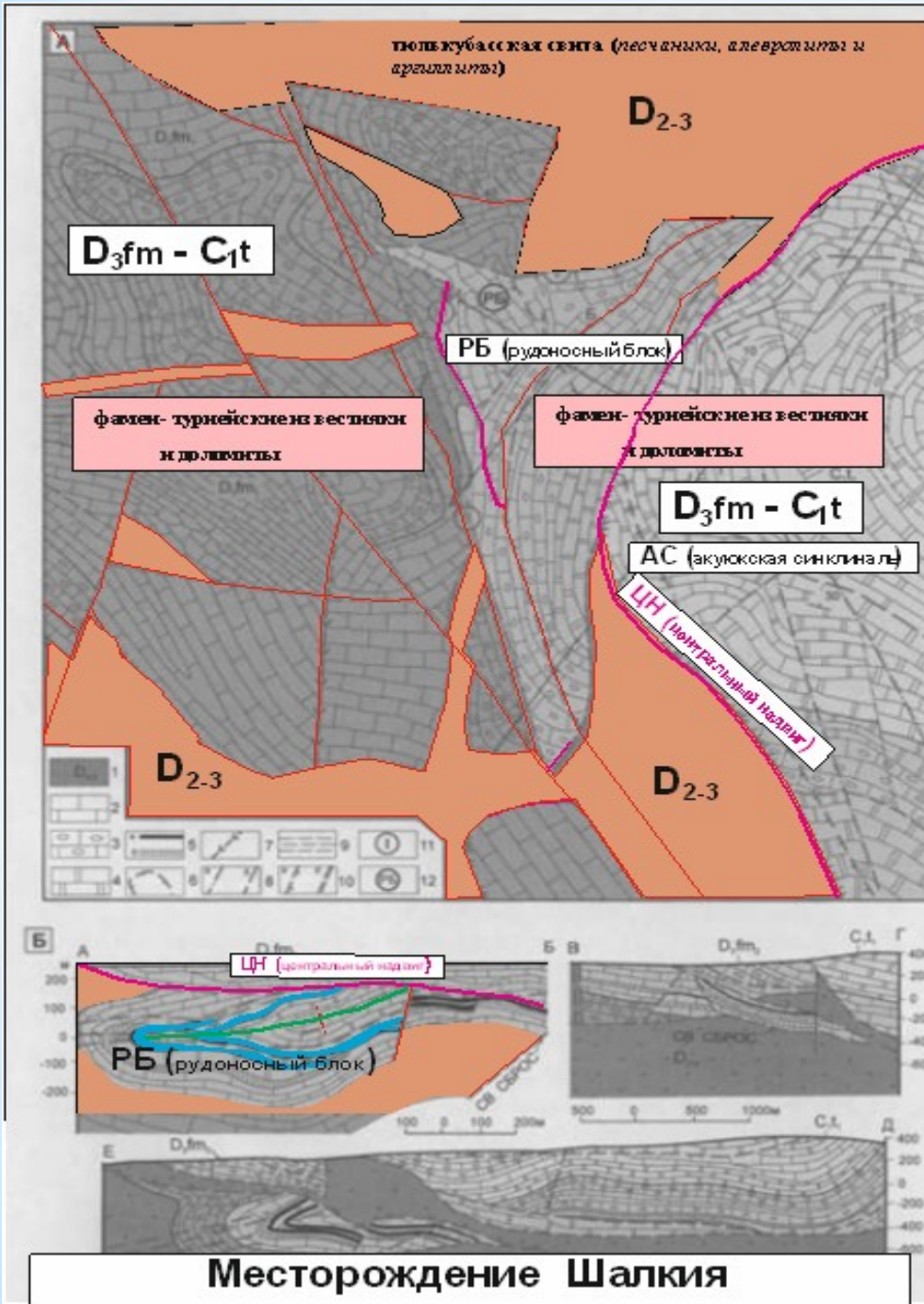
***Нижняя залежь** занимает среднюю подпачку ритмитов,  
**Верхняя** - обособляется в нижней половине верхней подпачки ритмитов.*

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, каолипат.



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

1 - песчаники, алевролиты и аргиллиты тюлькубасской свиты ( $D_{2-3}$ );

2-4 - фанен-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 (Каратау).

***Важное промышленное значение имеют  
месторождения:***



а) **рудноалтайского колчеданно-полиметаллического типа** - Риддер-Сокольное, Тишинское, Новоленинское, Зыряновское, Малеевское, Чекмарь, Греховское, Путинцевское, Николаевское, Иртышское, Белоусовское, Новоберезовское, Артемьевское;

б) **атасуского стратиформного** свинцово-цинкового и баритово- свинцово-цинкового типа - Жайрем, Карагайлы, Акжал, Узунжал, Бестобе, Ушкатын, Алайгыр;

в) **миргалимсайского (каратауского) стратиформного** 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 разведанными 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.

**СПАСИБО**

**ЗА**

**ВНИМАНИЕ**