

**ДИСЦИПЛИНА: «ГЕОЛОГО – ПРОМЫШ-  
ЛЕННЫЕ ТИПЫ МЕСТОРОЖДЕНИЙ  
ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ»**

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

## **Основная литература**

1. Авдонин В.В., Старостин В.И. . Геология полезных ископаемых М. : Издательский центр «Академия», 2010.
2. Авдонин В. В, Бойцов В. Е., Григорьев В. М. и др. Месторождения металлических полезных ископаемых. 2-е изд. Учебник. М.: Академический проект, Трикста, 2005.
3. Байбатша А.Б. Геология месторождений полезных ископаемых. Учебник. – Алматы: КазНТУ, 2008.
3. Смирнов В. И. Геология полезных ископаемых. М.: Недра, 1982.
4. Старостин В. И., Игнатов П. А. Геология полезных ископаемых. Учебник для высшей школы. – М.: Академический проект, 2004.

## **Дополнительная литература**

6. Вахромеев С.А. Месторождения полезных ископаемых. – М.: Недра, 1979.
7. Синяков В.И. Общие рудогенетические модели эндогенных месторождений. – Новосибирск, 1986

*Лекция № 3*

Промышленные типы  
месторождений

**МАРГАНЦА**



Марганец - серебристо-белый металл, по ряду свойств близкий к железу, имеющий плотность 7,2–7,46 г/см<sup>3</sup>, температуру плавления 1244 °С.

В технической классификации его относят к группе черных металлов.

От железа отличается большей твердостью и хрупкостью при невысокой температуре.

Наиболее ценные в промышленном отношении **окисные марганцевые руды**, в которых главными минералами являются: пиролюзит, мanganит, псиломелан, гаусманит, браунит.



Основным потребителем марганцевых продуктов в настоящее время является черная металлургия (*около 90 %*), где он используется преимущественно в виде сплавов с железом (*ферромарганца*) и кремнием (*силикомарганца*).

В сравнительно небольшом количестве марганец используется в производстве сплавов с цветными металлами (меди, алюминием, никелем и др.).

Только 5–10 % металла потребляется в электротехнической (для производства сухих батарей),

химической промышленности, керамическом и стекольном производстве, в сельском хозяйстве (добавки в минеральные удобрения и в корма для животноводства)

Добавка марганца к железу и стали существенно повышает их вязкость, ковкость и твердость.

В цветной металлургии марганец применяется для получения марганецсодержащих *бронз, латуней* и других сплавов с цветными металлами, обладающих повышенной прочностью и антикоррозионными свойствами.

Общие мировые запасы марганцевых руд порядка 3,4 млрд. т.

- *Уникальные* - с запасами *более миллиарда тонн*,
- *крупные* — с запасами *в сотни миллионов тонн*,
- *мелкие* — с запасами *в десятки миллионов тонн*.

В металлургии используют руды с содержанием 30—36 % Mn и менее 0,2 % P.

Кондиционное содержание

- для легкообогатимых руд более 10%,
- а для труднообогатимых — более 20% Mn.

## ***ГЕОХИМИЯ И МИНЕРАЛОГИЯ***

Кларк марганца 0,1 %.

Повышенные содержания (до 1,5 кларка) наблюдаются в ультраосновных и основных породах.

Известно свыше 150 минералов марганца.

Промышленными минералами являются

- пиролюзит  $MnO_2$  (55–63 % Mn),
- браунит  $Mn_2O_3$  (60–69%),
- гаусманит  $Mn_3O_4$  (65–72%),
- манганит  $MnO_2 \cdot Mn(OH)_2$  (50–62%),
- псиломелан  $mMnO \cdot MnO_2 \cdot nH_2O$  (40–60%),
- родохрозит  $MnCO_3$  (40–45%)
- манганокальцит  $(Ca, Mn)CO_3$  (7–23%).

*По минеральному составу марганцевые руды*  
разделяются на **оксидные, карбонатные и смешанные.**

Наибольшее промышленное значение имеют оксидные руды.

Казахстанские запасы заключены в  
**окисных железо-марганцевых** и  
**карбонатно-окисных марганцевых** рудах.

Доля подтвержденных запасов марганцевых руд по промышленным категориям около 700 млн т.

Среднее содержание марганца - 19,4%, ниже, чем в рудах большинства стран мира (30-50%).

Марганцевые руды республики отличаются

- **низким содержанием фосфора и серы**,
- практическим **отсутствием вредных примесей** мышьяка и сурьмы,
- существенно окисным минеральным составом,

Этим они выгодно отличаются от украинских и грузинских руд.

Недостаток – значительное содержание железа (от 2 до 30%), а на отдельных объектах присутствие свинца и цинка (до 0,01-0,4%

В Казахстане госбалансом учтено 19 месторождений марганца.

10 из них с запасами более 500 млн т находятся в недропользовании.

Все они располагаются в Центральном Казахстане

**(Атасуский и  
Жездинско-Улытауский рудные районы).**

Балансовые запасы по категории

**A+B+C<sub>1</sub>** составляют **423 828 тыс.т,**

по категории **C<sub>2</sub>** - **199 102 тыс.т.**

Три четверти разведанных запасов относятся к карбонатно-силикатно-окисному типу.

Окисные легкообогатимые руды составляют

пятую часть запасов – 97,8 млн.т.,

в т.ч. 83,4 млн.т на **месторождении Ушкатын III.**

Месторождения марганца в Казахстане представлены следующими геолого-промышленными и генетическими типами:

**1) вулканогенно-осадочными**

(стратиформными) месторождениями и (Каражал, Ушкатын Ш, Большой Ктай, Богач, Камыс и др.) **в кремнисто-карбонатных формациях;**

**2) осадочными** месторождениями

(Мангышлакское);

**3) метаморфизованными осадочными**

месторождениями (Жезды, Промежуточное и др.) в красноцветных терригенных

## Жаильминская грабен-синклиналь (Атасуский рудный район)

В Жаильминской грабен-синклинали известно 22 железо-марганцевых месторождения и 34 рудопроявления.

К этим месторождениям относятся *Каражальская, Ктайская, Жайремская, Ушкатынская группы, Жомарт, Камыс, Керегетас, Бестюбе, Клыч, Аккудук и др.* *Восточный Каражал, Жомарт, Камыс, Ушкатын III* преимущественно марганцевые.

*На месторождении Западный Каражал марганцевые  
руды имеют подчиненное значение,*

однако в балансе запасов марганцевой руды района они занимают первое место – около 55% всех разведанных запасов района и 45% запасов марганцевых руд Центрального Казахстана.

№	Страна	Добыча руды (тонн)
	Мир	18,500,000
1	 ЮАР	6,200,000
2	 Австралия	3,000,000
3	 КНР	2,900,000
4	 Габон	1,800,000
5	 Бразилия	1,000,000
6	 Индия	950,000
7	 Малайзия	400,000
8	 Украина	390,000
9	 Казахстан	390,000
10	 Гана	390,000
11	 Мексика	240,000
12	 Мьянма	100,000
	Остальные страны	400,000

По подтвержденным запасам марганцевых руд Казахстан занимает **четвертое место** в мире, по добыче – **восьмое-девятое**, Доля казахстанских руд от мировых запасов - **8%**.

**Список стран по добыче марганцевой руды за 2015 г од, основан на данных Геологической службы США, опубликованных в 2016 году.**



## **ТИПЫ ПРОМЫШЛЕННЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ**

Месторождения марганцевых руд представлены следующими промышленными типами:

1) осадочные, 2) вулканогенно-осадочные,  
3) выветривания, 4) метаморфогенные, а также  
5) месторождениями железомарганцевых образований  
(конкреции, корки) дна морей и океанов (табл.1).

*Главное промышленное значение имеют  
первый и третий типы.*

**Табл. 1 Промышленные типы месторождений марганца и основные типы руд**

Промышленный тип месторождений 1	Рудно-формационный тип месторождений 2	Природный (минеральный) тип руд 3	Ср. сод. Mn, % 4	Примеры месторождений 5
Осадочные морские	Пластовый в осадочных (терригенных) породах	Родохрозитовый	16–48	Новоберезовское
		Пиролюзит-псиломелановый	26–50	Чиатурское (Грузия)
Вулканогенно (гидротермально-осадочные)	Пласто- и линзообразный в вулканогенно-осадочных породах	Родохрозитовый с манганокальцитом	16–32	Усинское, Порожинское
		Гематит-гаусманит-браунитовый	16–35	Дурновское
		Браунит-гаусманит-магнетитовый с родохрозитом	20–35	Южно-Хинганское
Метаморфогенные	Пласто- и линзообразный в метаморфических породах	Гаусманит-пиролюзит-родохрозитовый	12–28	Парнокское
		Пиролюзит-псиломелан-криптомелановый с гётитом и гидрогётитом	15–45	Николаевское
	Плаще- и линзообразный в корах выветривания месторождений и марганцево-содержащих пород	Гётит-вернадит-псиломелановый	16–28	Шунгупешское (проявление)
		Пиролюзит-псиломелановый	26–37	Кипчакское (проявление)
		Псиломелан вернадитовый	25–30	Усинское
Выветривания (гипергенные)	Плаще- и линзообразный в корах выветривания месторождений и марганцево-содержащих пород	Вернадит-псиломелан-пиролюзитовый	15–28	Порожинское
		Пиролюзит-псиломелановый	10–19	Громовское
		Кобальт-железо-марганцевые конкреции и корки (Fe, Co, Ni, Cu)	20–30	Абиссальные равнины дна океанов)
	Плащеобразный	Железомарганцевые конкреции и корки	5–30 (Fe)	Шельф Финского залива

## 1. Осадочные месторождения

*Осадочные морские* месторождения имеют наибольшее промышленное значение. Типичными представителями этого типа месторождений являются

Никопольское, Большетокмакское (Украина),  
Чиатурское (Грузия), Оброчище (Болгария),

### **Мангышлакское (Казахстан)**

*локализованные в песчано-глинистых отложениях  
нижнего олигоцена и образующие крупнейшую  
Причерноморскую провинцию.*

*В этих месторождениях заключено более 70 %  
мировых запасов марганцевых руд.*

## Никопольский бассейн (Украина).

Этот марганцеворудный бассейн включает Никопольское и Больше-Токмакское месторождения и ряд рудоносных площадей, вытянутых вдоль берегов Днепра и Ингульца в виде полосы протяженностью **250** км и шириной до **25** км.

Пласт марганцевой руды залегает в ***нижнеолигоценовых песчано-глинистых осадках.***

## **Никопольское месторождение марганца заключает большую часть мировых запасов марганцевых руд.**

Рудный пласт залегает почти горизонтально в основании олигоценовых песчано-глинистых отложений на размытой поверхности пород докембрия (или на каолиновой коре выветривания, рис.....).

Он прослеживается на десятки километров, мощность достигает 4 -6 м.

Рудный пласт характеризуется перемежаемостью марганцевых конкреций, линз и стяжений с песчано-алеврит-глинистыми осадками.

Количество марганцевых руд, заключенных внерудной массе, достигает 50%,  
а среднее содержание марганца 15 -25%.

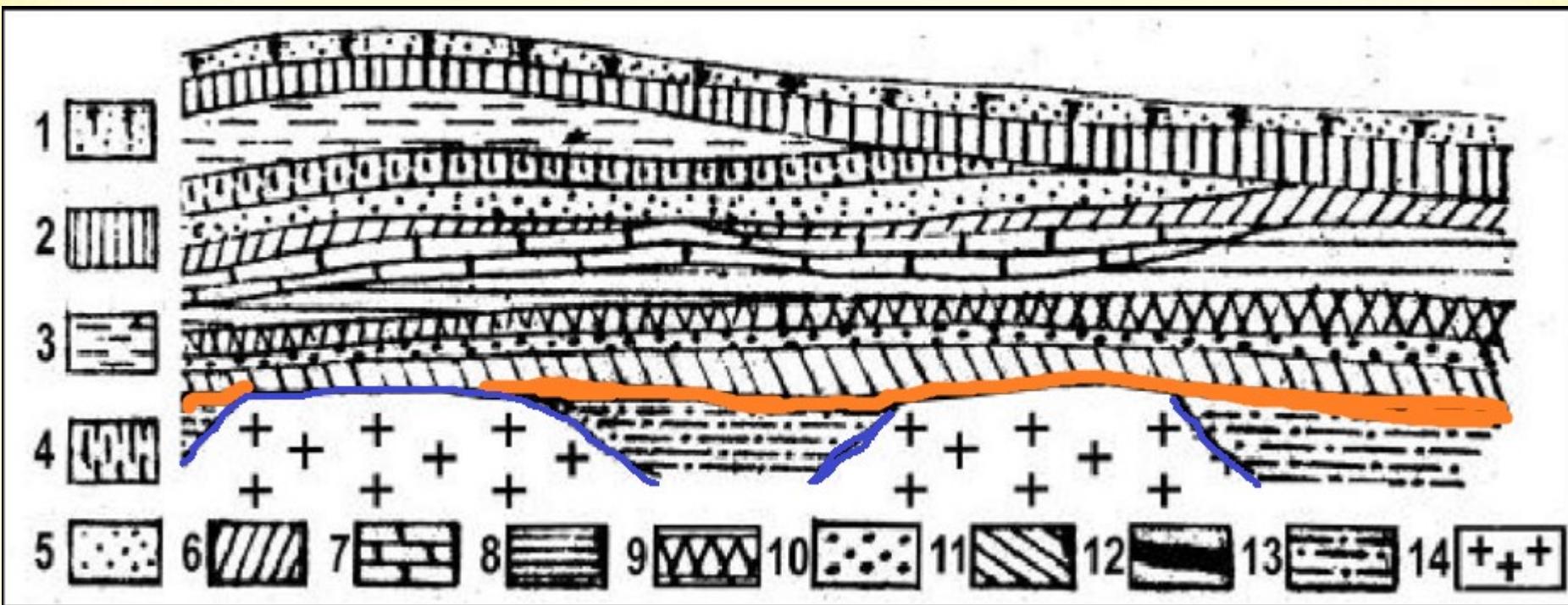
Выделяются три рудные латеральные зоны:

- оксидных,
- смешанных (оксидно-карбонатных) и
- карбонатных марганцевых руд.

Среди оксидных руд по текстурным особенностям выделяются следующие типы:

- конкреционные руды, представленные стяжениями пиролюзита и мanganита, хорошо обогащаются, наиболее распространены;
- ноздреватые руды, сложенные пористыми стяжениями гидроокислов марганца, обогащаются хуже;
- землистые руды (сажистые) с содержанием марганца 10 - 15%, не поддаются обогащению;

Месторождение образовалось путем накопления марганцеворудных осадков в мелководной части крупного морского бассейна.



1 - чернозем; 2 — лес с; 3 - глина красная; 4 - глина бурая;  
 5 - песок; 6 - глина серо-зеленая; 7 - известняк; 8 - глина серо-белая; 9 — глина черная; 10 — песок зеленый; 11 — глина зеленая; 12 — марганцевая руда; 13 - каолин; 14 - докембрийские кристаллические породы

**Чиатурское.** Это месторождение находится на западе Грузии.

Марганцеворудный горизонт, стратиграфически соответствующий *нижним слоям олигоцена*, трансгрессивно залегает на подстилающих верхнемеловых известняках с падением на восток, не превышающим нескольких градусов.

Олигоценовые отложения подразделяются на подрудные, рудные и надрудные.

В основании подрудных отложений располагается пласт базальных конгломератов мощностью до 0,5 м.

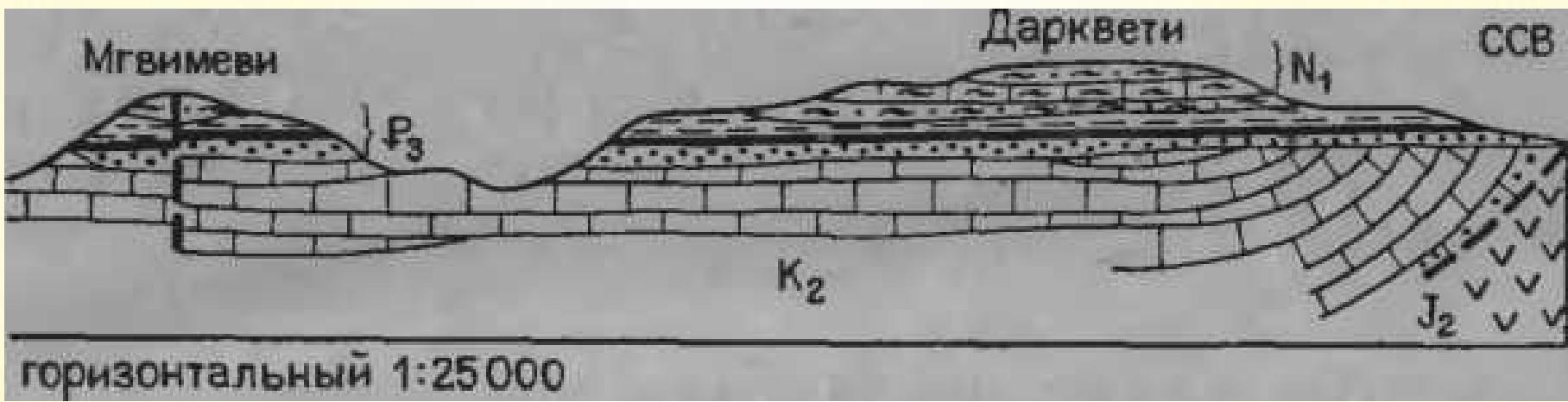
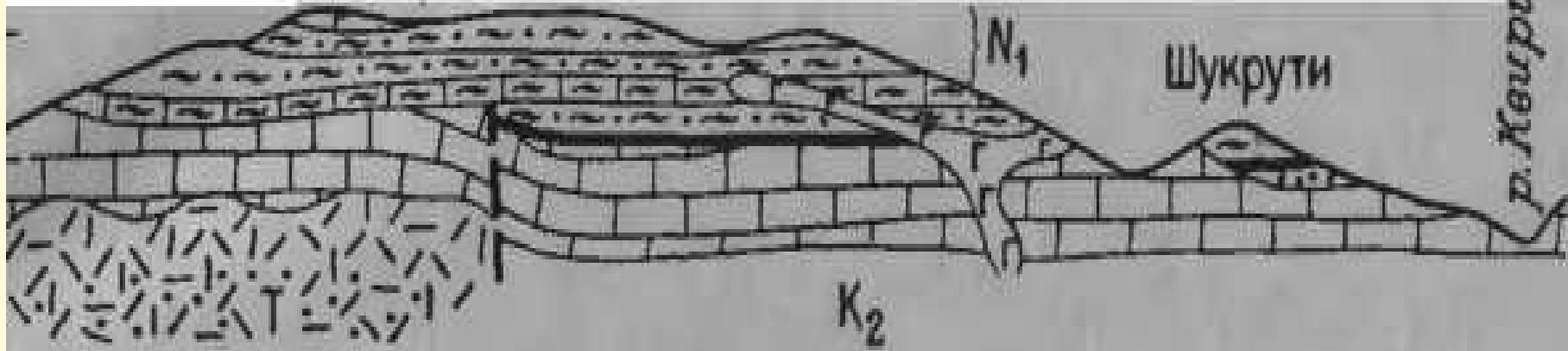
Марганценосный горизонт представлен переслаивающимися опоковидными песками, глинами и рудными пластами.

Число рудных пластов меняется от 3 до 25, мощность от 1 до 50 см, безрудных слоев до 1 м.

Общая мощность рудного горизонта достигает 14 м (средняя 4,2 м). (рис. ....).

На месторождении выделяются первично- оксидные (45 % запасов), карбонатные (40 %) и оксидные (15 %) руды.

В промышленном отношении наибольшее значение имеют оксидные пиролюзитовые руды.



Схематический геологический разрез через центральную часть Чиатурского месторождения. По Г. Авалиани, В. Табагари

## Вулканогенно-осадочные месторождения

Вулканогенно-осадочные марганцевые месторождения приурочены к областям интенсивного проявления подводного вулканизма, характеризующимся накоплением лав и туфов с подчиненным количеством осадочных пород и руд.

Для них установлена отчетливая связь с кремнистыми (яшма, туфы), карбонатными (известняки, доломиты) и железистыми (магнетито-гематитовыми) *породами* и рудами.

Руды формировались на ранней стадии геосинклинального этапа. Поступление марганца, железа, кремнезема, меди, цинка, свинца, бария, германия и других компонентов осуществлялось поствулканическими подводными экскавациями и гидротермами.

Месторождения этой группы отличаются браунит-гаусманитовым составом первичных марганцевых руд и псиломелан-вернадитовыми рудами в корах выветривания.

*Они представлены пластообразными залежами мощностью 1—10 м, содержащими в % (масс.): Mn 40—55; SiO<sub>2</sub> — 10; Р — 0,03-0,06.*

## *Месторождения по запасам, как правило, небольшие.*

Рудные залежи залегают согласно с вмещающими породами.

Главными минералами руд являются оксиды марганца (гаусманит и браунит).

В ряде месторождений присутствуют силикаты марганца (родонит, бустамит, спессартин).

Марганцевые руды нередко ассоциируют с рудами других металлов:    железными – Магнитогорская группа месторождений (Россия),  
 железными и полиметаллическими –  
*Атасусская группа* месторождений (Казахстан).

Примерами подобных месторождений в пределах СНГ являются ***девонские месторождения***

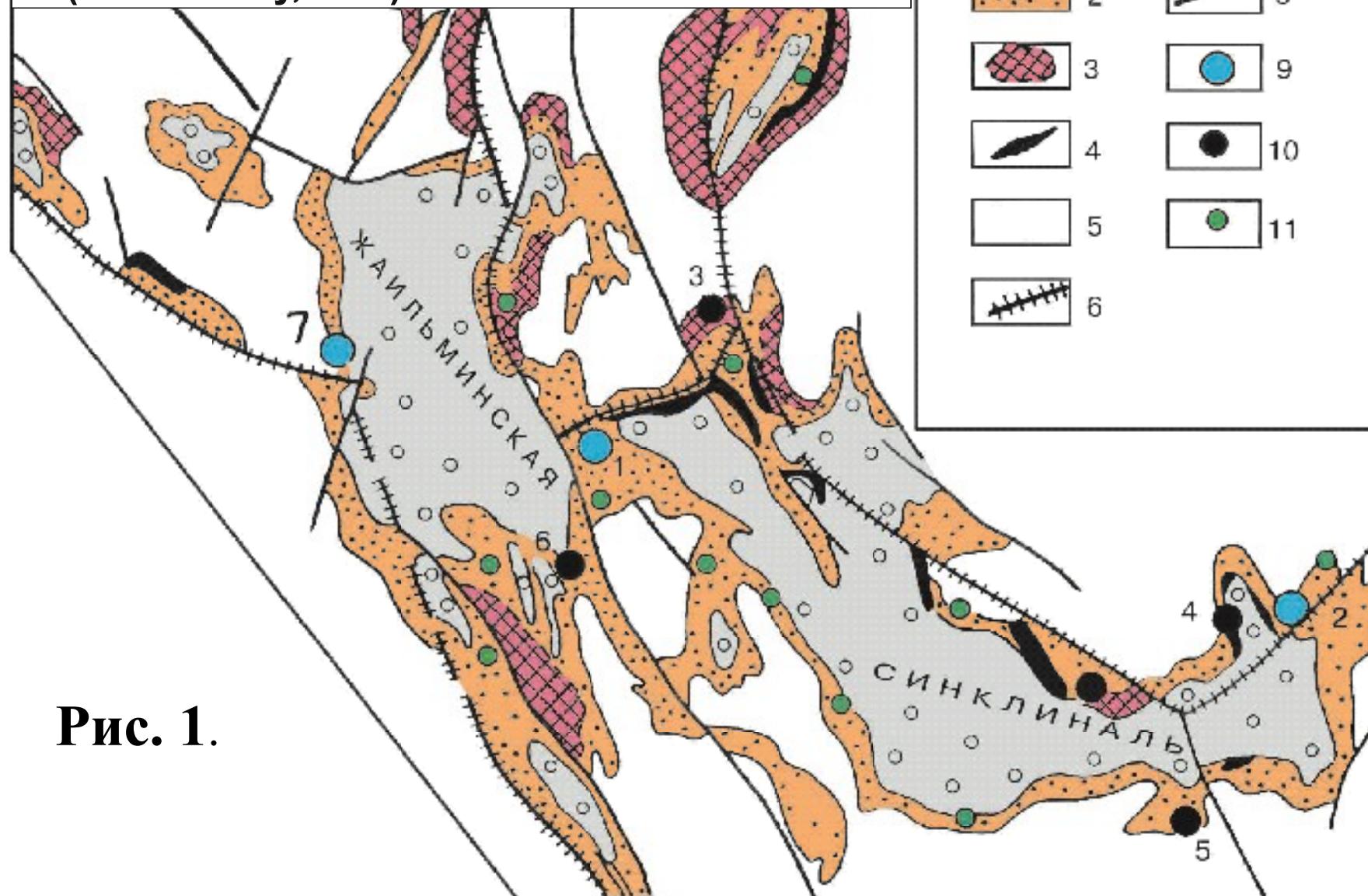
Атасусского и Жездинского районов Центрального Казахстана,

Горного Алтая, Магнитогорского района на Южном Урале;

***кембрийские*** — Мазульское и Дурновское в Кузнецком Алатау.

Наиболее крупное железо-марганцевое месторождение Атасуйского района  
**Западный Каражал.**

**Закономерная приуроченность Fe и Mn, Pb- Zn  
месторождений к карбонатным и углисто-  
карбонатным отложениям девона  
(по Бахтееву, 1977)**



**Рис. 1.**

Рис. 1. Закономерная приуроченность железных, марганцевых, свинцово-цинковых и баритово-свинцово-цинковых месторождений и рудопроявлений к карбонатным и углисто-кремнисто-терригенно-карбонатным отложениям фамена (геологическая схема по М. К. Бахтееву, 1977).

1 – нижнекаменноугольные отложения;

**2 – фаменские карбонатные и углисто-кремнисто-карбонатные отложения;**

**3 – фаменские вулканогенные образования кислого состава;**

**4 – фаменские вулканогенные образования основного состава;**

5 – дофаменские отложения; 6-8 – разрывные нарушения;

9 – месторождения свинца, цинка, бария,

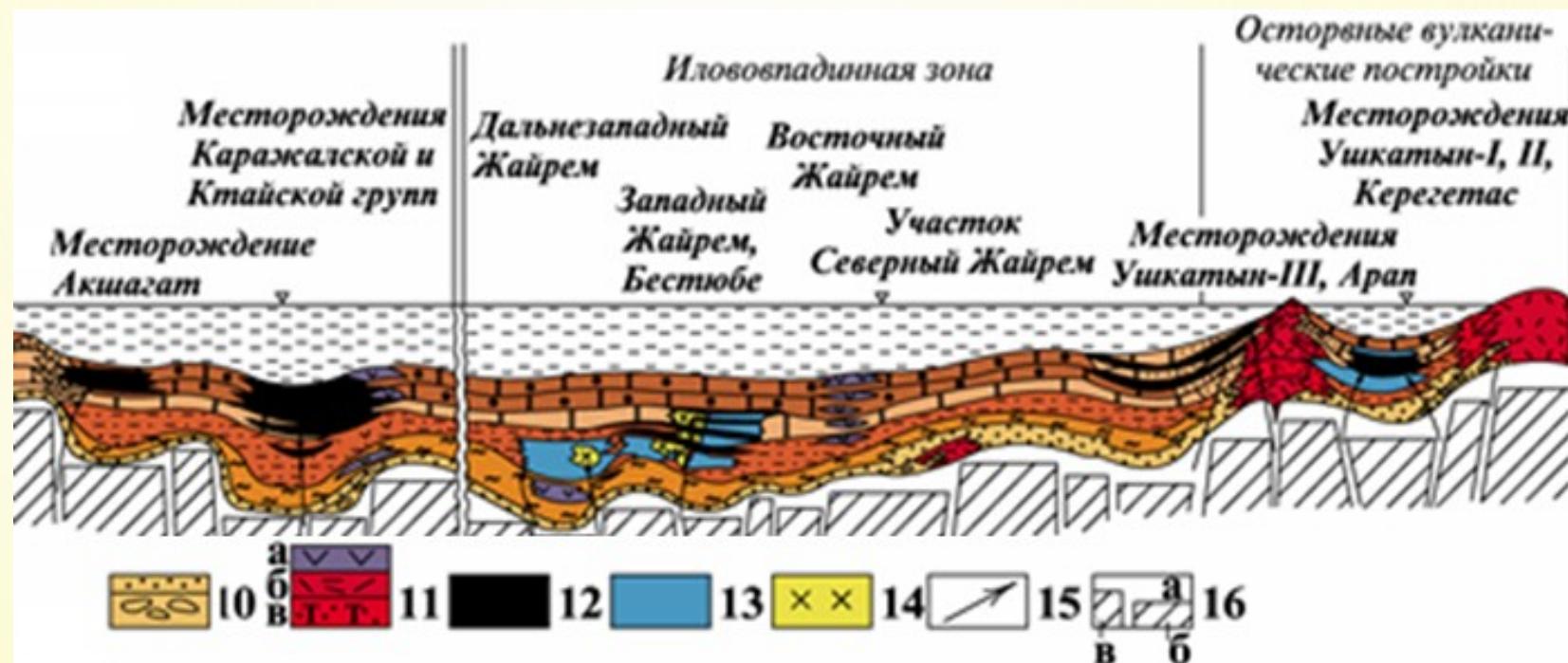
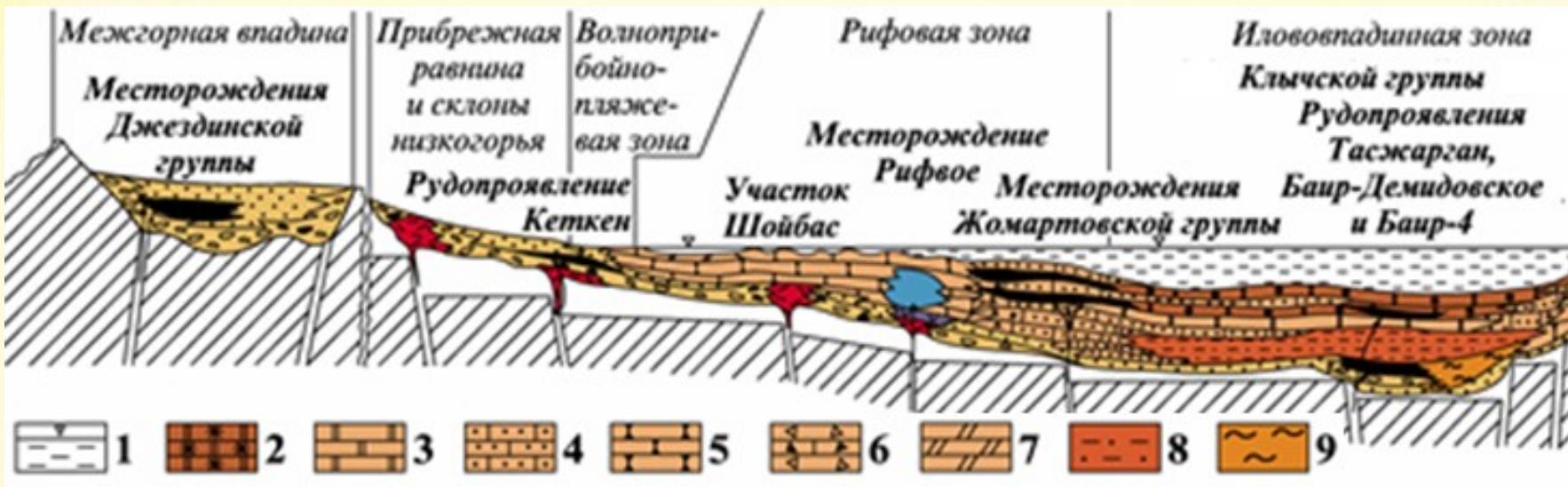
**10 – м-ния железа, марганца;** 11 – рудопроявления.

Месторождения: 1 - Жайрем, 2 - Бестюбе,

**3 – Ушкатын I, II, III (марганец совместно с цинком),**

**4 – Каражал, 5 – Ктай, 6 – Клыч, 7 – Жумарт, 8 – Камыс.**

Рис. 2. Продольный разрез Жаильминской синклинали



## К рис. 2.

- 1 – уровень поверхности морского бассейна в конце фаменского века;
- 2-6 – известняки
- 7 – доломиты и доломитистые известняки;
- 8-9 – глинисто-кремнисто-карбонатные породы;
- 10 – песчаники, алевролиты, конгломераты;
- 11 – вулканиты
- 12 - железо-марганцевые руды;*
- 13 – свинцово-цинковые руды;*
- 14 – баритовые и барит-свинцово-цинковые руды;*
- 15 – направления движения рудоносных растворов;
- 16 – глыбовое основание фундамента:
- а – терригенно-вулканогенные отложения девона,
- б – метаморфизованные толщи нижнего палеозоя с интрузиями гранитоидов,
- в – разломы глубокого заложения и длительного развития

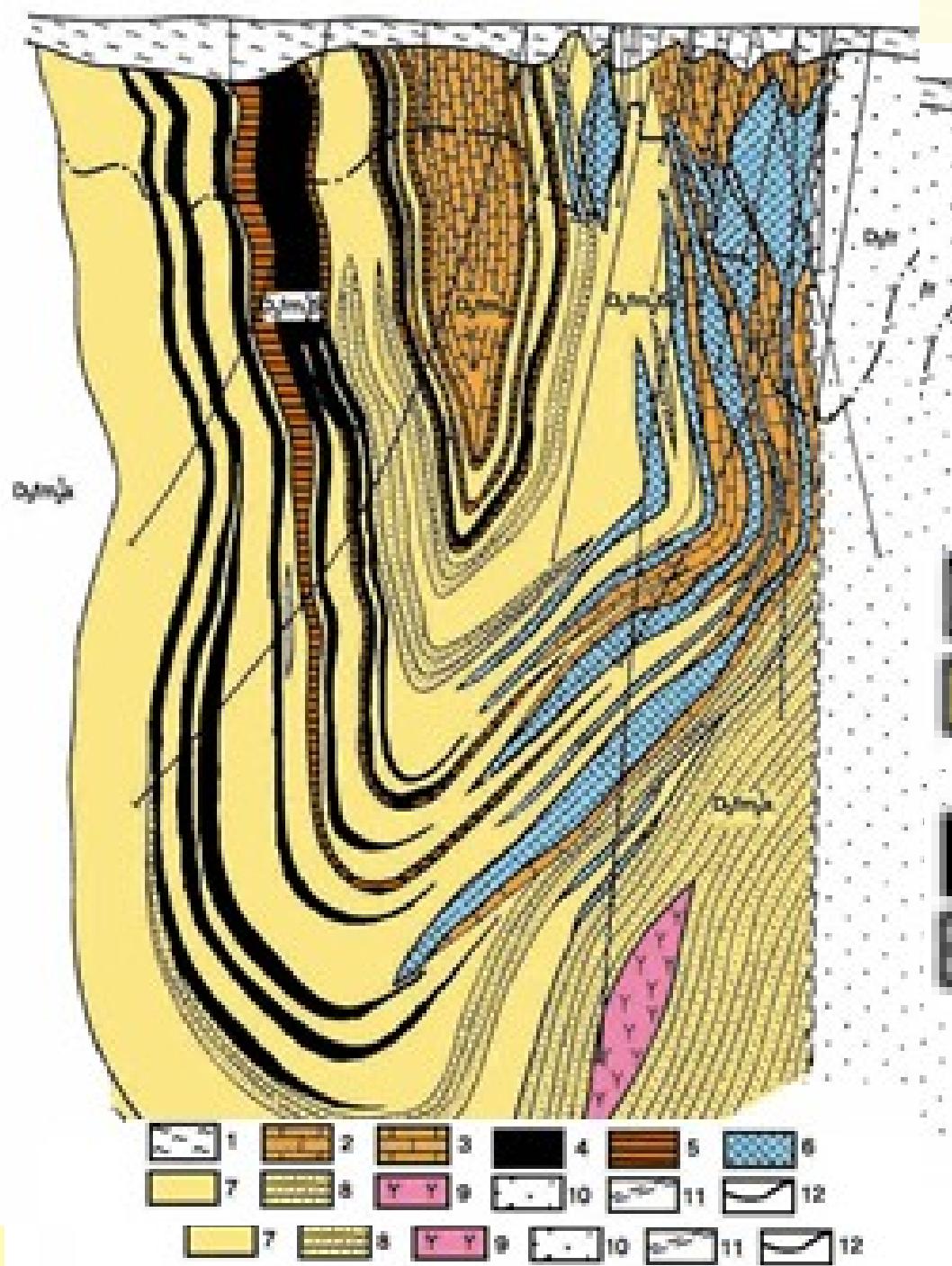


Рис. 3 Геологический  
разрез месторождения  
Ушкатаин III

К рис. 3. Характер совмещения гидротермально-осадочных железных, марганцевых и барит-свинцовых руд. Геологический разрез месторождения Ушкатын III (по А. А. Рожнову).

1 – рыхлые отложения – глины, пески, кайнозой;

**2 – серые кремнистые известняки;**

**3 – рифогенные известняки;**

4-6 – руды: 4 – марганцевые,

5 – железные,

6 – барит-свинцовые;

**7 –известняки массивной текстуры;**

8 –алевролиты и песчаники;

9 – фельзит-порфиры;

10 –песчаники и алевролиты;

11 – разрывные нарушения;

12 – нижняя граница древней коры выветривания и окисления руд

# Атасуский геолого - промышленный тип

Марганцевое оруденение является составной частью разреза фаменских отложений, ***строго стратифицировано***, образует выдержаные по простиранию и падению пластовые тела.

Промышленные концентрации марганцевых руд приурочены к одной красноцветной пачке ( $D_3 fm_2 b_3$ ), ***сложенной известняками с редкими линзами и прослоями алевролитов, песчаников, известняковых брекчий, яшм, туфов и туффитов.***

Марганцеворудные тела представляют чередование слоев марганцевых руд, известняков, железистых яшм и руд.

Число пластов марганцевых руд колеблется на месторождениях в широких пределах (от 1 до 14).

Протяженность изменяется от нескольких сотен метров до 6 км. Руды имеют обычно тонкослоистую, реже брекчиеовую и прожилковую текстуры.

На месторождениях обычно выделяются **первичные** карбонат-силикат-окисные и окисные руды, а также **окисленные руды**.

## Главные минералы

**первичных** окисных марганцевых руд - браунит и гаусманит, подчиненное значение имеют карбонаты марганца.

Среднее содержание марганца в первичных окисных рудах 21-23%.

**Окисленные руды** являются продуктом

окисления первичных марганцевых руд и состоят, главным образом, из пиролюзита, псиломелана и вернадита.

Среднее содержание марганца в окисленных рудах 25,5 - 27,5%.

Для атасуйского типа руд характерно низкое содержание фосфора (0,02-0,08%) и серы (0,08-0,1%).

В марганцевых рудах установлено повышенное содержание германия (среднее 7 г/т), таллия (среднее 9 г/т), рубидия, цезия и кобальта.

В месторождениях атасуйского типа подсчитано 624 млн. т марганцевых руд.

## Западный Каражал.

Это месторождение находится в 110 км к юго-западу от ст. Жана-Арка Карагандинской области, в Атасуском железорудном районе.

В геологическом строении месторождения участвуют мощные свиты (до 1,5 км) *эффузивных и туфогенных* пород *нижнего и среднего девона* и такой же мощности свиты *осадочных пород верхнего девона* — нижнего карбона Жаильминской мульды.

**Вулканогенно-осадочные** породы - лавы трахитового и липаритового состава.

*Свита осадочных пород* представлена **в нижней части** углисто-кремнистыми и углисто-глинисто-кремнистыми известняками с прослойями и линзами кремнистых яшмовидных пород, ***а также пластами и линзами магнетитовых, гематитовых и марганцевых руд.***

***В средней и верхней частях*** разреза находятся кремнисто-глинисто-карбонатные и яшмовидные породы.

Породы до глубины 600 м залегают под углами 45—50°, далее круто погружаются.

Изверженные породы представлены дайками диоритов и диоритовых порфиритов, пересекающими как вулканические, так и осадочные отложения.

Рудная залежь представляет собой пластообразное тело, согласно залегающее с вмещающими породами. Она прослежена по простиранию на 6,5 км, по падению на 800 м; мощность залежи 20—40 м, (рис. ).

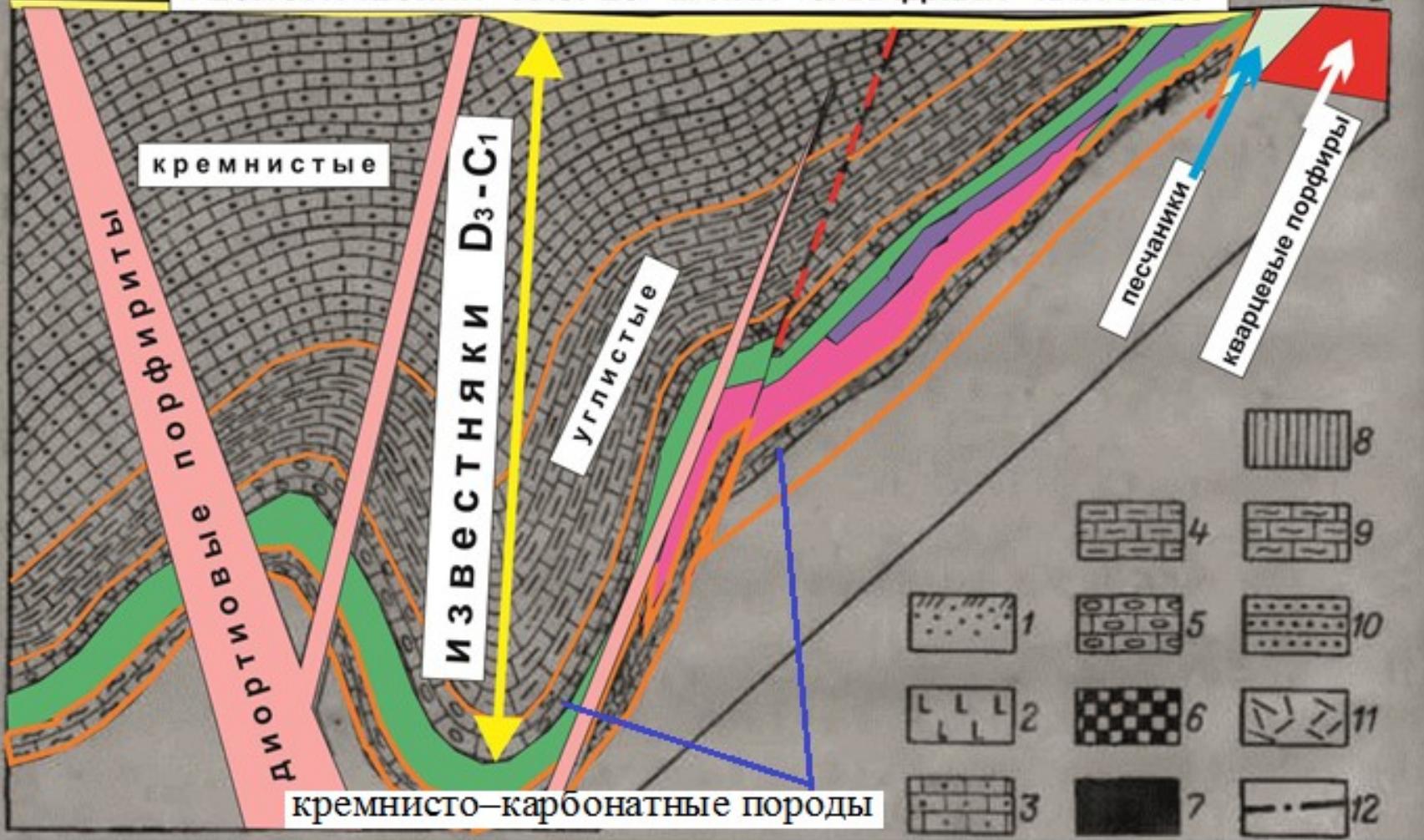
Рудный пласт залегает между  
кремнисто-карбонатными породы ***в лежачем боку***  
и известняками — ***в висячем.***

***В нижней*** части рудной залежи развиты  
***гематитовые*** руды,  
***в средней*** — преимущественно ***магнетитовые***,  
***в верхней*** — ***бедные гематитовые марганцовистые***  
***руды.***

***В основании*** рудной залежи прослеживается  
***тонкий марганцеворудный пласт.***

В верхних частях месторождения выделяется  
зона баритизированных железных руд.

Ю ГЕОЛОГИЧЕСКИЙ РАЗРЕЗ М-НИЯ ЗАПАДНЫЙ КАРАЖАЛ С



руды:



магнетитовые



гематитовые



железо-марганцевые

1 - четвертичные суглинки; 2 - диоритовые порфиры; 3-5 — известняки: 3 - кремнистые, 4 - углистые, 5 - с прослойми роговиков; 6-8—руды: 6- магнетитовые, 7 - гематитовые, 8 -железо-марганцевые; 9 - кремнисто- карбонатные породы; 10- песчаники, 11-кварцевые порфиры; 12 - тектонические нарушения

## МЕСТОРОЖДЕНИЯ ВЫВЕТРИВАНИЯ

Месторождения выветривания образуются по марганцесодержащим метаморфизованным силикатным и карбонатным породам.

Распространены они главным образом в Индии и Бразилии, а также в Канаде, Венесуэле, Габоне, Гане, ЮАР и Австралии.

В Индии промышленное значение имеют залежи богатых марганцевых руд, сложенные пиролюзитом и псиломеланом, образовавшиеся в корах выветривания (марганцевых шляпах) гондитов и кодуритов протерозойского возраста, содержащих в % (масс.): Mn 30—50; SiO<sub>2</sub> — до 12; Fe — до 14; P — обычно до 0,2, иногда до 2. Глубина распространения оксидных руд 10—70 м.

В Бразилии марганцевые месторождения связаны с железистыми кварцитами, марганецсодержащими карбонатными породами и гондитами.

Месторождения кембрийского, ордовикского и протерозойского возраста,.

В ЮАР месторождения марганца приурочены к основанию толщи железистых кварцитов, перекрытых известковистыми доломитами верхнего докембрия системы Трансвааль.

Рудная толща состоит из трех рудных пластов суммарной продуктивной мощностью от 20 до 50 м. Руды сложены браунитом, криптомеланом, реже гаусманитом и мanganитом.

Содержание Мп в рудах 38—48, Fe 4—20%-

## Метаморфогенные месторождения

Метаморфогенные марганцевые месторождения связаны с марганецсодержащими протерозойскими силикатными породами — гондитами и кодуритами.

Гондиты сложены кварцем, спессартином, браунитом, гаусманитом и родонитом.

Кодуриты состоят из калиевого полевого шпата, спессартина и апатита.

Гондиты и кодуриты распространены на площадях в сотни квадратных километров, протяженность метаморфизованных марганценосных залежей до 3—8 км, мощность 3—60 м, среднее содержание марганца 10—20%.

Наиболее крупные месторождения находятся в Индии и Бразилии.