

Лекция 7

**Промышленные типы
месторождений**

Алюминия, никеля и кобальта

АЛЮМИНИЙ

Краткие исторические сведения. Около 1900 лет назад Плиний Старший впервые назвал *квасцы*, применявшиеся для протравки при окраске тканей «алумен».

Спустя 1500 лет швейцарский натуралист Парацельс установил, что в состав квасцов входит *оксид алюминия*.

Впервые чистый алюминий был извлечен из боксита датским ученым Г. Эрстедом в 1825 г.

В 1865 г. русский химик Н. Бекетов получил алюминий путем вытеснения его магнием из расплавленного криолита (Na_3AlF_6).

В настоящее время по объему мирового производства алюминий уступает только железу

ГЕОХИМИЯ.

Алюминий относится к числу элементов, наиболее распространенных в земной коре. Его кларк равен 8,05 %.

В эндогенных условиях

алюминий концентрируется преимущественно в щелочных нефелин- и лейцитсодержащих породах, а также в некоторых разновидностях основных пород

Наибольшие скопления алюминия наблюдаются ***в корях выветривания кислых, щелочных и основных пород.***

В осадочном процессе глинозем растворяется и переносится растворами в бассейны седиментации.

В связи с различной геохимической подвижностью соединений алюминия, железа и марганца происходит их дифференциация в прибрежной зоне седиментационных бассейнов.

Ближе к берегу накапливаются

бокситы,

в верхней части шельфа —

железные руды,

а внизу шельфа —

марганцевые руды.

МИНЕРАЛОГИЯ.

Алюминий входит в состав около 250 минералов.

Промышленное значение имеют лишь:

Диаспор HAlO_2 , *Бёмит* AlOOH

Гиббсит (гидраргиллит) $\text{Al}(\text{OH})_3$

Нефелин $\text{Na}[\text{AlSiO}_4]$ (Al_2O_3 34 %), *алунит*, *андалузит*, *кианит*, *силлиманит* и др.

Важнейшими рудами алюминия являются

бокситы — горная порода, состоящая из гидрооксидов алюминия, оксидов и гидрооксидов железа и марганца, кварца, опала, алюмосиликатов и др.

По минеральному составу различают бокситы *диаспоровые, бёмитовые, гиббситовые.*

По текстуре они делятся на:
каменистые, рыхлые, оолитовые, бобовые, брекчиевидные, яшмовидные.

Минимальное промышленное содержание глинозема в бокситах **25 %**,

отношение $\text{Al}_2\text{O}_3:\text{SiO}_2$ (кремневый модуль) более 2,6.

Вредными примесями кроме SiO_2 являются также TiO_2 , S, CO_2 , V, Cr, Ca, Cu, Fe^{2+} , органическое вещество.

При производстве алюминия из бокситов и других видов сырья *вначале получают глинозем* (Al_2O_3), который затем восстанавливают до металлического алюминия. Процесс этот весьма энергоемок.

ПРИМЕНЕНИЕ В ПРОМЫШЛЕННОСТИ.

Алюминий благодаря своей легкости (плотность 2,7 г/см³), высокой электропроводности, большой коррозионной устойчивости широко используется в различных отраслях промышленности.

Основными областями применения алюминия и его сплавов являются:

автомобиле-, судо-, самолето- и машиностроение;
строительство (несущие конструкции);
производство упаковочных материалов (контейнеры, фольга);
электротехника (провода, кабель);
производство предметов быта;
оборонная промышленность.

РЕСУРСЫ И ЗАПАСЫ.

Основным сырьем мировой алюминиевой промышленности *являются бокситы.*

Алюминий получают также из *нефелиновых и алунитовых руд*. Возможно получение алюминия из силлиманитовых, андалузитовых, кианитовых кристаллических сланцев и гнейсов и других небокситовых источников глинозема.

Бокситы, как правило, образуют площадные залежи, *выходящие на поверхность* либо лишь незначительно перекрытые, вследствие чего их обнаружение и установление промышленных характеристик месторождений представляет собой сравнительно несложную задачу.

Мировые ресурсы бокситов оцениваются в 55–75 млрд т.

Около 33 % их сосредоточено в Южной и Центральной Америке

27 % – в Африке, 17 % – в Азии, 13 % – в Австралии

и лишь 10 % – в Европе и Северной Америке.

В первую шестерку стран, обладающих наибольшими запасами, входят ***Гвинея, Австралия, Бразилия, Ямайка Индия и Индонезия*** (табл. ...).

К уникальным относятся месторождения с запасами бокситов

- более 500 млн т, к крупным – 500–50 млн т,
- средним – 50–15 млн.т и мелким – менее 15млн. т.

**Мировые природные запасы бокситов на конец 2011 г.
(млн т, на конец года)**

| | 2010 г. | 2011 г. |
|----------------------------|--------------|--------------|
| Всего ¹⁾ | 28000 | 29000 |
| Гвинея | 7400 | 7400 |
| Австралия | 5400 | 6200 |
| Бразилия | 3400 | 3600 |
| Вьетнам | 2100 | 2100 |
| Ямайка | 2000 | 2000 |
| Индия | 900 | 900 |
| Гайана | 850 | 850 |
| КНР | 750 | 830 |
| Греция | 600 | 600 |
| Суринам | 580 | 580 |
| Венесуэла | 320 | 320 |
| Россия | 200 | 200 |
| Сьерра-Леоне | 180 | 180 |
| Казахстан | 360 | 160 |
| США | 20 | 20 |
| Прочие страны | 3300 | 3300 |

Мировые *природные запасы бокситов* на конец 2011 г. Геологическая служба США оценивает в 29 млрд. т, при этом ее географическая структура оценивается следующим образом (млн. т, на конец года):

ГЕНЕТИЧЕСКИЕ ТИПЫ ПРОМЫШЛЕННЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ.

Все известные на земном шаре месторождения бокситов относятся к **экзогенным образованиям**. Они разделяются на *месторождения выветривания и осадочные*.

1. МЕСТОРОЖДЕНИЯ ВЫВЕТРИВАНИЯ.

Среди них выделяются *остаточные и переотложенные*.

1.1 Остаточные латеритные месторождения

образуются при выветривании горных пород, *протекавшем в особых условиях*. Благоприятными факторами бокситообразования являются:

- 1) наличие пород с относительно легкорастворимыми пороодообразующими минералами,
нерастворимый остаток которых богат глиноземом;
- 2) тропический или жаркий климат;
- 3) высокая пористость или нарушенность пород;
- 4) равнинный или слабохолмистый рельеф поверхности;
- 5) длительные периоды покоя в развитии конкретных регионов Земли;
- 6) наличие растительного и бактериального мира.

Бокситовые остаточные месторождения возникают за счет выветривания и разложения

- *щелочных* (нефелиновые сиениты),
- *осадочных* (глины),
- *изверженных* (габбро, диабаз, базальт) и
- *метаморфических* пород.

Форма остаточных бокситовых месторождений – плащеобразные покровы, образовавшиеся на месте за счет подстилающих материнских высокоглиноземистых пород.

Бокситовые остаточные месторождения имеют большое экономическое значение во многих странах дальнего зарубежья. На их долю приходится более половины всех мировых запасов бокситовых руд.

Крупные месторождения остаточных бокситов известны в ***Африке, Латинской Америке, странах Карибского бассейна, Австралии, Индии.***

Остаточные месторождения широко распространены **в Гвинее**, которая по запасам высококачественных бокситов занимает первое место в мире.

Здесь наиболее крупным является
месторождение Боке.

Бокситовые залежи месторождения приурочены к холмистым возвышенностям (**бовалям**), окаймленным долинами рек, из которых наиболее крупной является река Когон.

Бокситовые латериты образовались в результате выветривания **силурийских сланцев** в **палеоген-неогене** в условиях слабо расчлененной пенепленизированной равнины.

Мощность латеритной коры выветривания составляет 5–15 м.

Бокситы выходят на поверхность (рис. ...). На месторождении выявлено более 100 бокситовых бовалей.

По условиям формирования, залегания и структурно-текстурным особенностям выделяются две разновидности бокситов:

элювиальные и делювиальные.

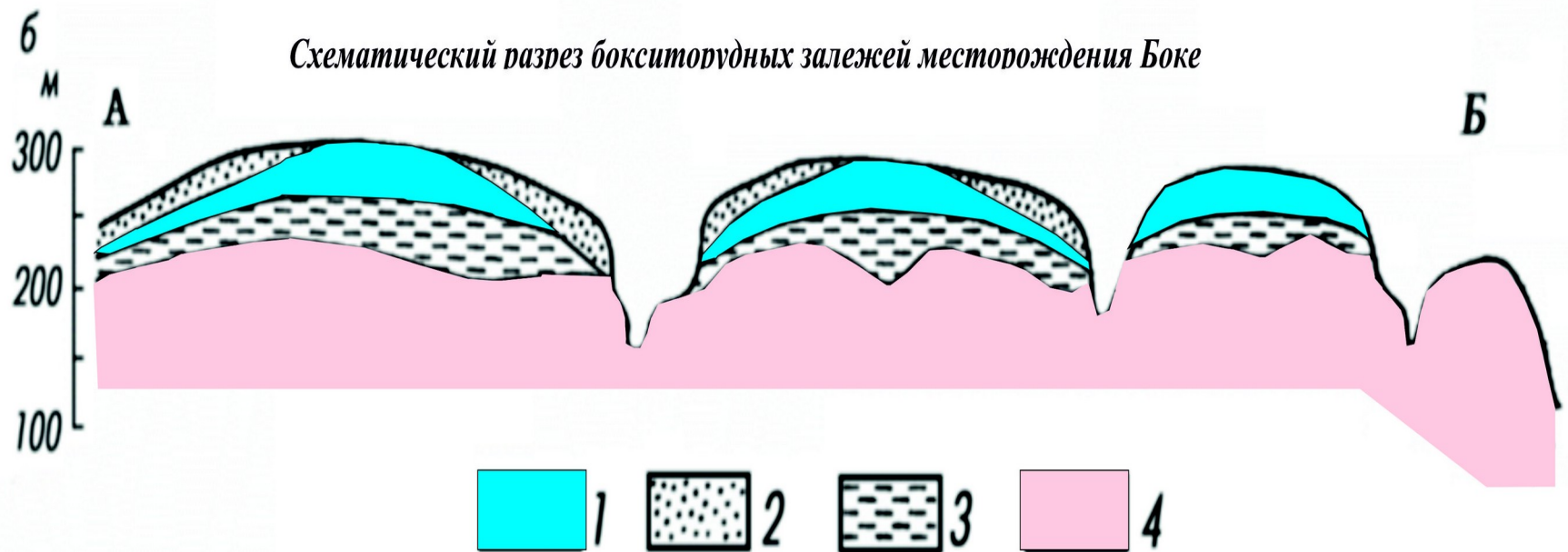


Рис 17. Схематический разрез бокситорудных залежей месторождения Боке (по И. Дубовской и Б. Одокию):

1 – залежи бокситов; 2 – бокситы структурные; 3 – бокситы обломочные; 4 – аллиты, каолиновые глины; 5 – граптолитовые сланцы и другие терригенные породы силура

Рис... Схематический разрез бокситорудных залежей м-ния Боке:
 1–залежи бокситов; 2–бокситы структурные;
 3–бокситы обломочные; 4–аллиты, каолиновые глины;
 5–граптолитовые сланцы и другие терригенные породы силура

Основными рудообразующими минералами бокситов являются гиббсит и гематит, с примесью в верхних частях залежей бёмита (до 10 %), каолинита (2–3 %) и титановых минералов.

В целом в рудах содержание
 Al_2O_3 колеблется от 35,7 до 62,9 %,
 Fe_2O_3 от 8 до 38 %, SiO_2 от 0,7 до 3–4 %, TiO_2 от 0,7 до 3,7 %.

При бортовом содержании глинозема 50 % общие запасы, доступные для открытой разработки, составляют более 3 млрд т.

1.2. Переотложенные месторождения образовались в результате частичного размыва и переотложения бокситов. К этому типу относятся месторождения в штате Арканзас (США), отдельные месторождения Австралии, Гвианы, Гайаны, Суринама.

2. ОСАДОЧНЫЕ МЕСТОРОЖДЕНИЯ

по условиям образования и составу разделяются на
платформенные и геосинклинальные.

2.1 Платформенные бокситовые месторождения
связаны с континентальными отложениями
преимущественно озерно-болотной фации.

Месторождения платформенного типа обычно
характеризуются почти горизонтальным залеганием и
пластово-линзообразной формой рудных тел.

В составе бокситовых руд преобладает гиббсит.
Платформенные бокситовые месторождения широко
распространены *в России* (Восточно-Европейская
платформа, в Енисейском кряже)

в Казахстане (Тургайский прогиб).

2.2 Геосинклинальные бокситовые месторождения.

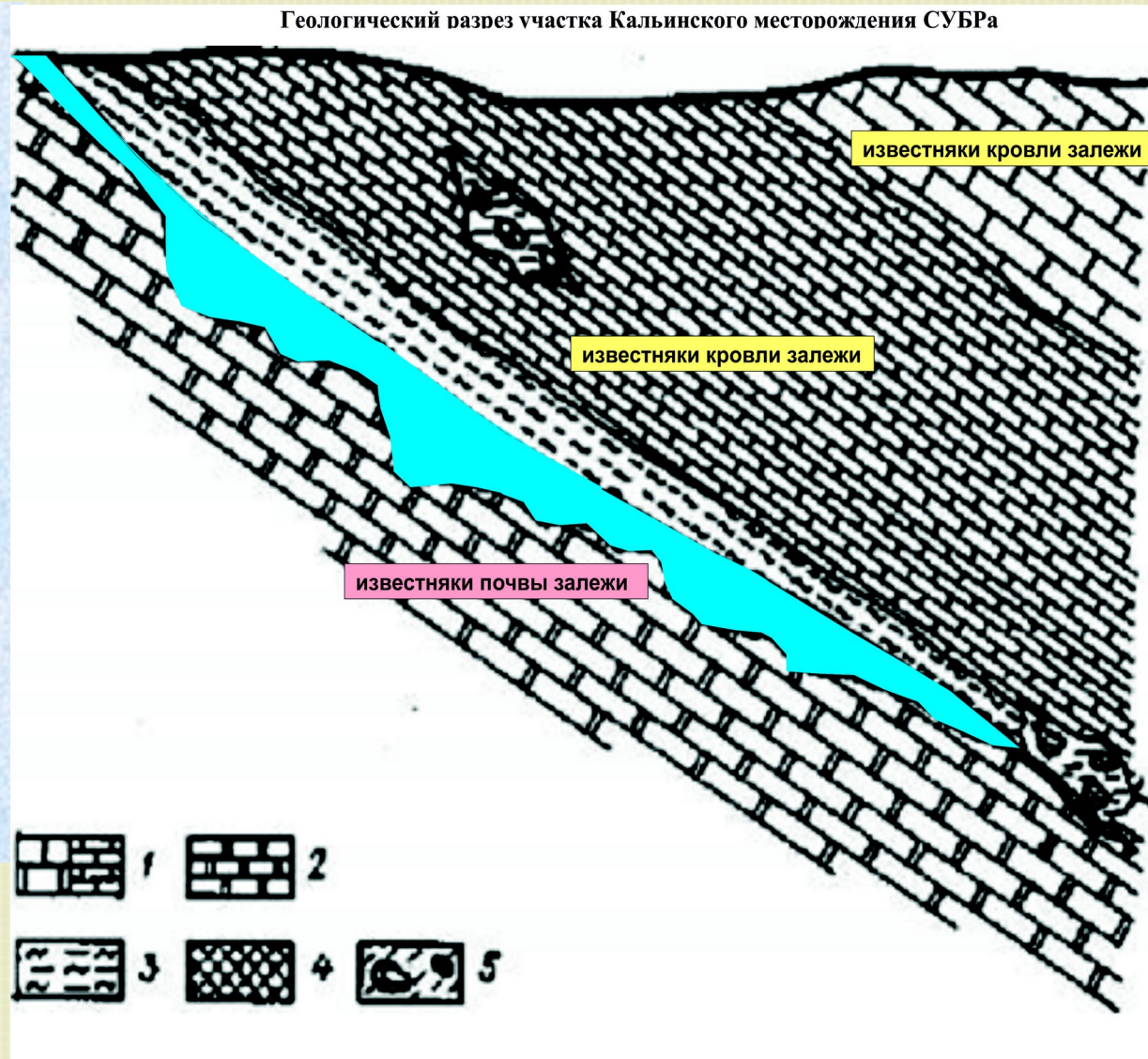
Пространственно они связаны с карбонатными и карбонатно-сланцевыми формациями.

Бокситы залегают на неровной поверхности подстилающих известняков, обычно закарстованных и перекрытых несогласно залегающими более молодыми карбонатными толщами.

Карстовые образования представляют собой ловушки, благоприятные для накопления бокситов и для сохранения их от последующего размыва.

Бокситовые пласты и вмещающие породы обычно смяты в складки и метаморфизованы. Источником для образования бокситов были коры выветривания основных эффузивов, сланцев и других пород, расположенных вблизи карстовых полостей.

Бокситовые м-ния геосинклинального типа широко развиты на Северном и Южном Урале, в странах Средиземноморского бассейна (Франция, Венгрия, Хорватия, Югославия, Турция)



Геологический разрез участка **Кальинского м-ния СУБРа**
1-2 - известняки: 1 - кровли, 2 - почвы залежи; 3 - глинистые сланцы кровли залежи; 4 - бокситы; 5 – закарстованные участки

В Казахстане сосредоточены значительные запасы бокситов. Запасы учтены по более 50 месторождениям *преимущественно платформенного* гиббситового типа мезозойского возраста. Они представляют собой хемогенные озерно-болотные образования и залегают на коре выветривания палеозойских пород, а иногда на юрских угленосных отложениях.

Среди учтенных крупные месторождения:

Краснооктябрьское, Белинское, Таунсорское, Восточно-Аятское, Кокतालское, Наурзумское, Верхне-Ашутское, Аркалыкское.

Все названные месторождения расположены в Торгайском прогибе, где образуют бокситорудные районы

- Западно-Торгайский (82,8% запасов),
- Восточно-Торгайский (Амангельдинский) (10,4%) и
- Центрально-Торгайский (6,7%)

В других районах известны бокситовые месторождения

- *Талды-Ащисайское* (2,1 % от общих запасов,

Мугалжары) и более мелкие:

- *Майбалык, Конарлы, Акмолинское* и др (Центральный Казахстан),

- *Фогелевка, Уртабас, Кутырган* и др. (Южный Казахстан).

Кроме того, в Казахстане сосредоточены крупные запасы **небокситовых видов** алюминиевого сырья:

высокоглиноземистые сланцы (кианитовые,

андалузитовые и др.) и

каолинитовые глины, а также

алунитовые и нефелин-апатитовые руды.

Амангельдинская группа бокситовых месторождений расположена вблизи г. Аркалык Костанайской обл. В состав ее входят пять обособленных месторождений: Аркалыкское, Северное, Верхне-Ашутское, Нижне-Ашутское и Уштобинское.

Складчатый фундамент сложен дислоцированными метаморфическими, изверженными и осадочными породами докембрия и палеозоя.

На неровной поверхности интенсивно размытого складчатого фундамента горизонтально залегает толща мезо-кайнозойских отложений, представленных песчано-глинистыми образованиями (рис.).

Бокситоносная аркалыкская свита палеогена представлена в нижней части песчано-глинистыми отложениями, на которых расположены каменистые рыхлые, сахаристые и глинистые бокситы.

Бокситы и генетически связанные с ними огнеупорные глины залегают на глубине до 100 м и располагаются в виде непрерывной цепочки обособленных рудных залежей, разделённых участками некондиционных пород.

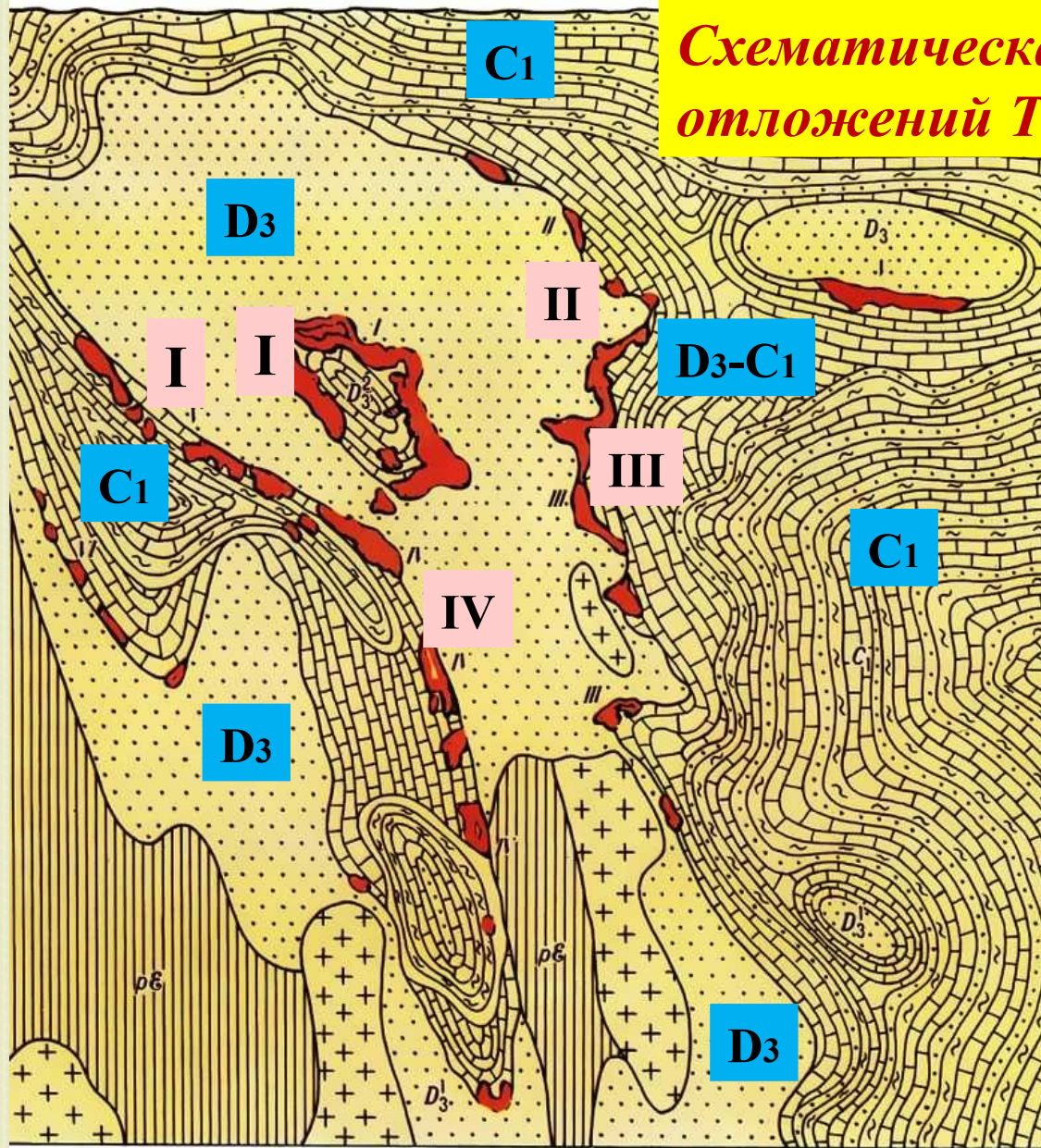
Большинство бокситовых залежей относятся к контактово-карстово-котловинному типу, но некоторые мелкие являются типично карстовыми. Залежи обычно состоят из нескольких горизонтальных или слабонаклонных рудных тел с неровной почвой и сравнительно ровной кровлей.

Основные рудообразующие минералы бокситов :
гипс, гематит, и каолинит,

Химический состав бокситов (% по массе):

Al_2O_3 - 28-60; SiO_2 -- 1,8-20; Fe_2O_3 -- 0,5-30.

Схематическая литологическая карта отложений Торгайской группы



- 1 - залежи бокситов;
- 2 - известняки, аргиллиты C1
- 3 - известняки D3-C1
- 4 - песчано-глинистые сланцы, алевролиты, песчаники франского яруса
- 5 - кварциты, гнейсы докембрия

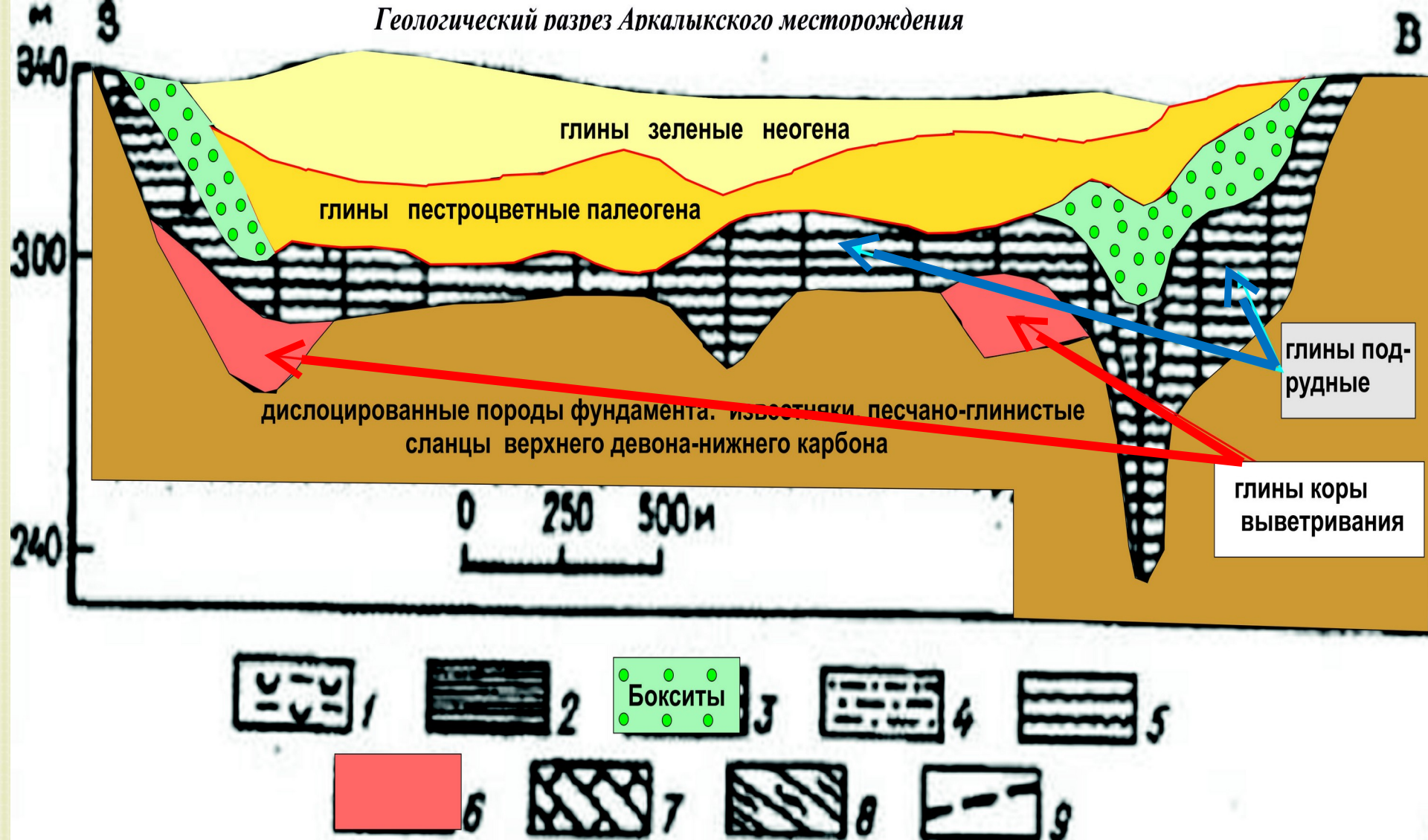
6 - граниты

Месторождения:

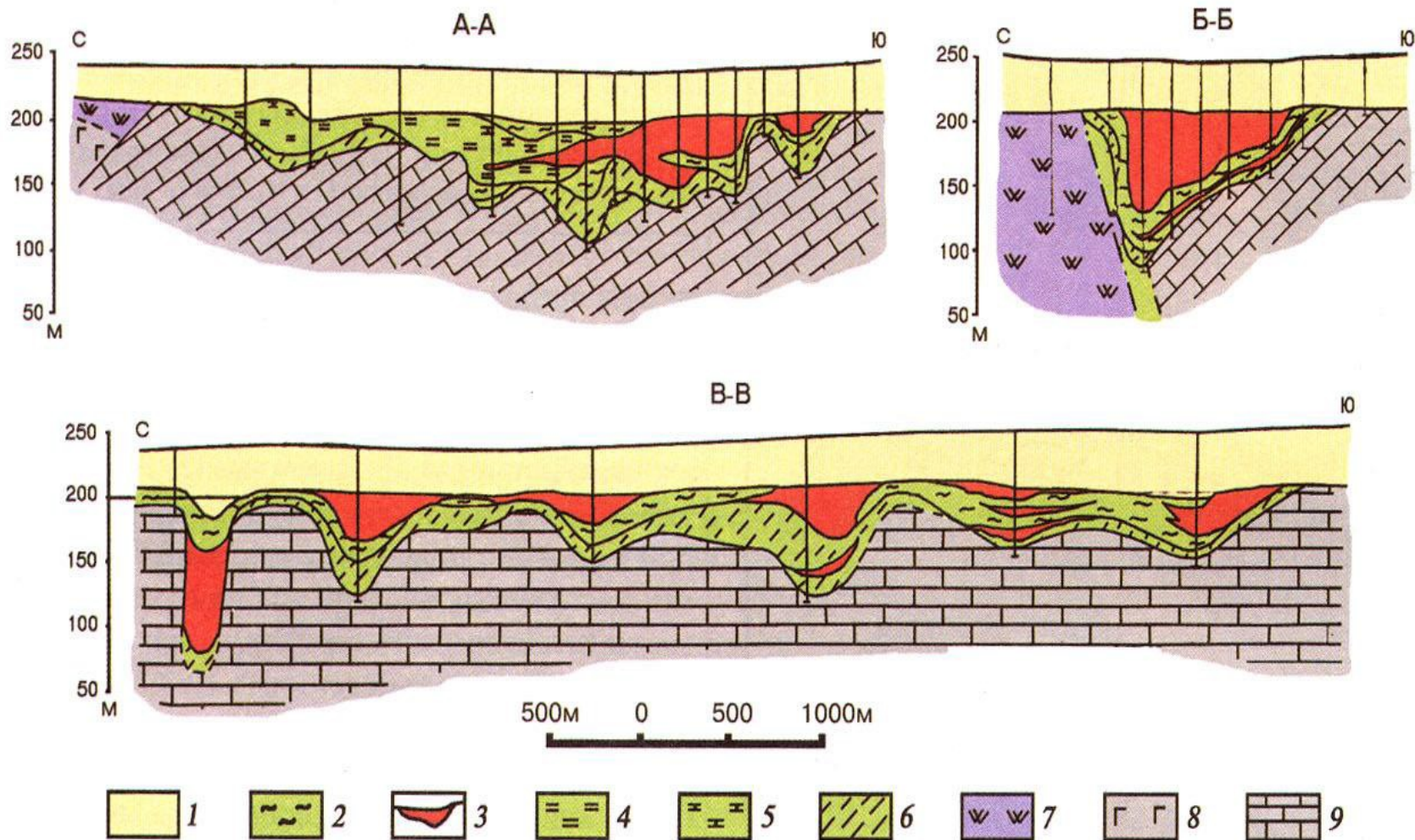
- I - Аркалыкское;
- II - Северное;
- III - Верхнеашутское;
- IV - Нижнеашутское;
- V - Уштобинское;
- VI - Актасское



Геологический разрез Аркалыкского месторождения



Геологический разрез Аркалыкского месторождения 1–глины зеленовато-серые неогеновые; 2–глины пестроцветные палеогеновые; 3–бокситы каменные рыхлые и глинистые; 4–углисто-глиноземистая порода; 5–глины подрудные; 6–глины коры выветривания; 7–известняки верхнего девона-нижнего карбона; 8–песчано-глинистые сланцы верхнего девона; 9–разрывные нарушения



Геологические разрезы Красноярского месторождения бокситов, поперечные (А-А,Б-Б) и продольный (В-В) по отношению к вытянутости рудных тел (по Д.А. Венкову)

1 - кайнозойские песчано-глинистые отложения; 2-5 - бокситоносные меловые отложения (Cr_2t-st): 2 - бокситовые глины, 3 - бокситы, 4 - каолинит-гипсбитовые и каолинитовые глины, 5 - лигнитоносные глины; 6 - пестроцветные глины (Cr_2c); 7 - кора выветривания эффузивных пород ($T-Cr_1$); 8 - порфиры и их туфы (C_1v_{2-3-s}); 9 - известняки (C_1v_{2-3-s})

Никель – серебристо-белый, тугоплавкий металл (температура плавления 1453°C). Он тверд, гибок, ковок, тягуч, хорошо поддается полировке, химически малоактивен.

Кобальт – серебристо-белый, слегка желтоватый, тугоплавкий (температура плавления 1493°C), ковкий, тягучий, устойчив к коррозии

Применение.

Никель в металлургии (80 % общего потребления): легированные стали и сплавы с высокой твердостью, жаропрочностью, ковкостью, пластичностью, сопротивлением коррозии.

Кроме того: сплавы никеля с медью, цинком, алюминием (*латунь, нейзильбер, мельхиор, бронза, монетный сплав*), с хромом (нихром, элинар, инконель), с железом (платинит), а также магнитные сплавы.

Кобальт: специальные стали и сплавы (70%) – жаростойкие, инструментальные, сверхтвердые и магнитные.

Кроме того: лакокрасочная, керамическая, стекольная и химическая промышленности.

ГЕОХИМИЯ И МИНЕРАЛОГИЯ

Никель: кларк 0,058 %. 45 минералов.

Главные– **пентландит** $(\text{Fe,Ni})_9\text{S}_8$ (22–42%),
миллерит NiS (65%),
никелин NiAs (44%),

а также водные силикаты –

гарниерит $\text{Ni}_4[\text{Si}_4\text{O}_{10}](\text{OH})_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ (46% NiO) и
ревдинскит $(\text{Ni,Mg})_6[\text{Si}_4\text{O}_{10}](\text{OH})_8$ (51 % NiO).

Кобальт: кларк 0,0018 %. 25 минералов.

промышленные –

линнеит Co_3S_4 (40–53%),

кобальтин CoAsS (26–34%),

саффлорит $(\text{Co},\text{Fe})\text{As}_2$ (6–23%),

кобальтсодержащие (до 3%) пентландит и пирит,

асболан $m(\text{Co},\text{Ni})\text{O}_2 \cdot n \text{H}_2\text{O}$ (до 19 %).

Типы руд и кондиции.

Основными типами руд никеля и кобальта являются

сульфидные и оксидно-силикатные.

Мин. пром. содержание

в **сульфидных рудах**

никеля - 0,3%,

кобальта – 0,015%,

в **оксидно-силикатных** соответственно 0,6 и 0,037 %.

Никелевые руды

зарубежных стран
составляют около 90 млн т,
достоверные – 46,6 млн т.

Они сосредоточены
преимущественно в Новой
Каледонии (более 25%),
Канаде (15 %), Австралии,
Филиппинах, Бразилии и
Греции.

Основными производителями кобальта (26,8 тыс. т в год без СНГ) являются *Заир, Замбия, Австралия, Канада, Финляндия.*

ЗАПАСЫ И ДОБЫЧА

Кобальт - в дальнем зарубежье и развивающихся странах оцениваются в

6,0 млн т;

достоверные – 4,8 млн. т.

(Заир, Индонезия, о.Новая Каледония, Замбия, Канада, Филиппины).

По масштабам запасов (тыс. т) месторождения делят на

| | |
|----------------|-------------------------|
| весьма крупные | (>500 Ni или >50 Co); |
| крупные | (250–500 Ni, 25–50 Co) |
| средние | (100–250 Ni, 10–25 Co); |
| мелкие | <100 Ni, <10 Co). |

В СНГ: крупные месторождения

- комплексных **сульфидных** руд расположены в

Норильском районе

- **силикатных руд** – на Урале, в Казахстане, на Украине.

***В Казахстане** около 50 м-ний кобальт-никелевых руд.*

***Основная база** в Мугалжарах (Кемпирсайский рудный район):
Бурановское,
Новобурановское,
Новотайкентское,
Кемпирсайское,
Ширпакаинское,
Щербаковское, и др.*

Более мелкие м-ния кобальт-никелевых руд имеются в

***Центральном** (Ангрес-орское, Шайтантас, Сарыкулболды и др.),
Северном (Шевченковское, Кундыбайское) и
Восточном Казахстане (Горностаевское, Белогорское, Максут и др.).*

промышленные типы

никелевых м-ний:

- 1. магматические
ликвационные;**
- 2. гидротермальные
плутоногенные;**
- 3. остаточные
выветривания.**

кобальтовых м-ний:

- 1)магматические,*
- 2)скарновые,*
- 3)плутоногенные
гидротермальные,*
- 4)стратиформные,*
- 5)коры выветривания.*

ГЕНЕТИЧЕСКИЕ ТИПЫ ПРОМЫШЛЕННЫХ М-НИЙ.

НИКЕЛЬ

1) магматические

в России – в Красноярском крае (Норильск-1, Октябрьское, Талнахское) см. рис. ниже
на Кольском полуострове (Печенга),
в Швеции (Клева), Финляндии (Пори),
Канаде (Садбери, Томпсон и др.), США (Стиллуотер),
ЮАР (Бушвельд, Инсизва) и Австралии.
Все они связаны с дифференцированными базит-гипербазитовыми массивами.

2) плутоногенные гидротермальные

жильные месторождения никель-кобальтовых арсенидов, нередко с серебром и висмутом. Известны в России (Ховуаксы в Туве), Марокко (Бу-Аззер), Канаде (Эльдорадо, Кобальт), Германии (Рудные горы), Финляндии и Киргизии.

образуются в условиях тропического климата при выветривании основных и ультраосновных пород. По форме различают: 1) плащеобразные или площадного типа; 2) линейно вытянутые или трещинные; 3) контактово-карстовые.

Площадные: на Кубе, в Бразилии, Индонезии, Филиппинах, а также в России. Руда состоит из смеси гидрооксидов железа и алюминия, глинистого материала с примесью Ni, Cr, Co и Mn.

Линейно вытянутые месторождения контролируются линиями относительно крупных разрывных нарушений и зонами повышенной трещиноватости, прослеживающимися в серпентинитах.

Контактово-карстового типа приурочены к тектоническим контактам серпентинитов с известняками.

КОБАЛЬТ

1) магматические

Представлены сульфидными медно-никелевыми рудами
ликвационного генезиса, **концентрирующими кобальт**.
Основные объемы кобальта в России, Канаде и ЮАР
располагаются **на щитах**
Кобальт, Томпсон, Линн-Лейк и другие на **Канадском щите**,
Мончегорское, Печенгское на **Балтийском щите**
или на **платформах**
Норильск-1, Октябрьское, Талнахское на **Сибирской**;
Бушвельд, Инсизва на **Африканской платформе**

2) скарновые

кобальтсодержащими магнетитами известковистых
скарнов. Они известны в Казахстане (Соколовское и
Сарбайское месторождения),
в России (Высокогорское и Магнитогорское на Урале;
Таежное в Восточной Сибири) и в некоторых других странах

**Плутогенные
гидротермальные**

Связаны с гранитоидными интрузивами, а вмещающие толщи представлены осадочными и метаморфизованными образованиями.

Распространены в Марокко (Бу-Аззер), Чехии (Яхимов), Армении (Дашкесан-Кобальт), США (Блэкбирд), Канаде (Эльдорадо), России (Ховуаксы), Австралии (Маунт-Кобальт).

Стратиформные

кобальтсодержащих медистых песчаников известны в Замбии (Чамбиши, Нчанга) и Заире и имеют большой удельный вес в мировой добыче кобальта

Коры выветривания.

приурочены к коре выветривания серпентинитов. Кобальтсодержащие гидрооксиды марганца встречаются во всех зонах профиля выветривания площадного типа, но наиболее обогащены Со верхние горизонты обохренных и нонтронизированных серпентинитов.

Норильский рудный район представляет собой группу медно-никелевых месторождений, пространственно и генетически связанных с массивами ***дифференцированных габбро-долеритов второго цикла триасового вулканизма.***

В основании комплекса пород, слагающих Норильское плато, залегают осадочные известково-глинистые и мергелистые ***породы девона,*** которые с несогласием перекрываются песчано-глинистыми образованиями ***среднего карбона–верхней перми,*** известные под названием тунгусской серии. Мощность этой серии составляет 130–225 м.

На осадочных породах тунгусской серии залегает мощная толща лав, в которой выделяются четыре горизонта. Самый нижний из них относится к перми, остальные к триасу (рис. ...).

Образование массивных сульфидных руд Норильского рудного района связано с глубинной ликвацией и поступлением рудоносных растворов по разрывным нарушениям из остывавших на глубине магматических очагов.

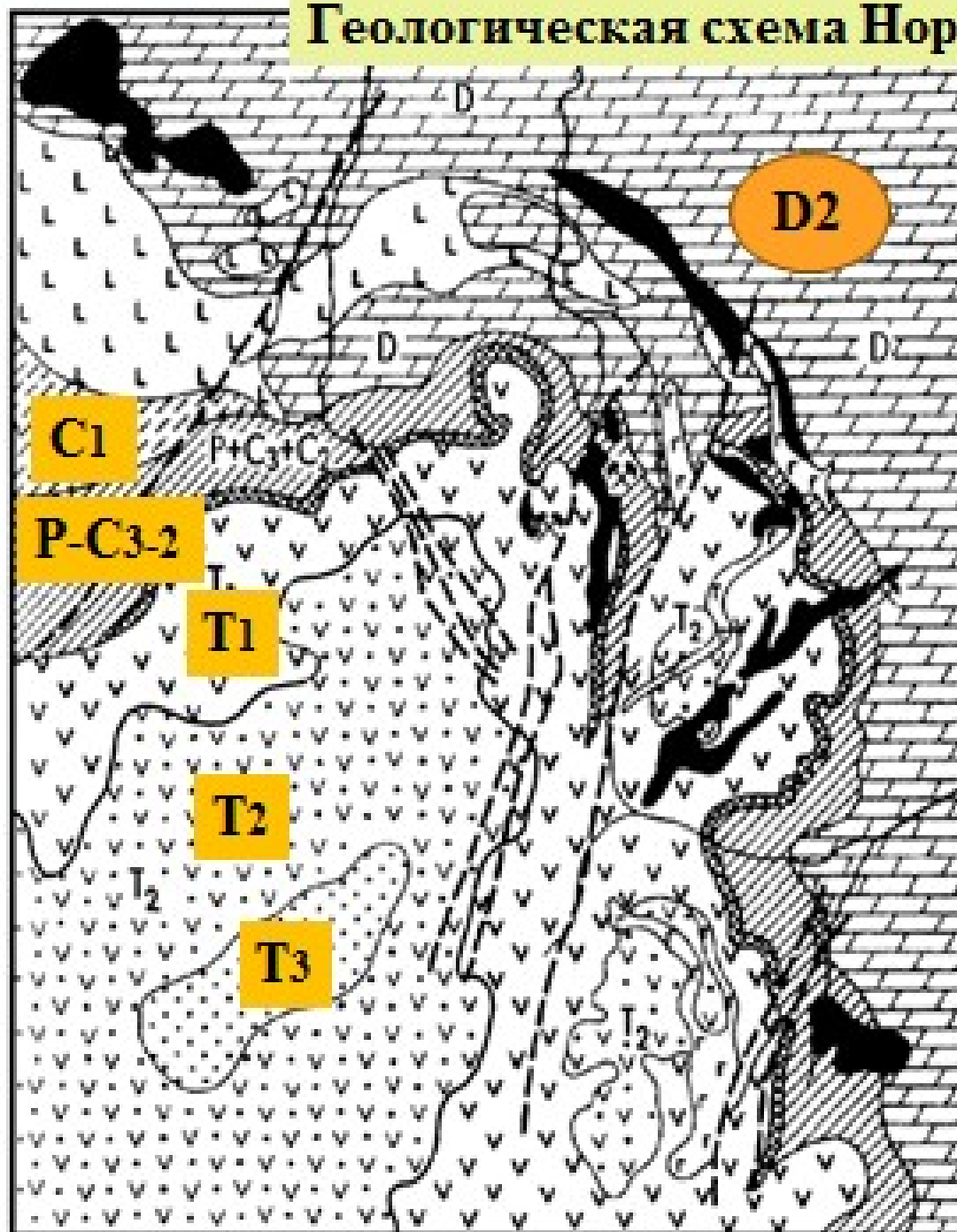
В районе Норильска имеются месторождения медно-никелевых руд — *Норильское-1, Талнахское, Октябрьское и др.*

Талнахское и Октябрьское месторождения расположены на юго-западном склоне плато Хараелах и связаны с крупным **дифференцированным интрузивом габбро-диабазов** площадью более 50 км² приуроченным к глубинному разлому.

Талнахское месторождение приурочено к верхнему рудоносному горизонту (пермские отложения тунгусской серии), а Октябрьское находится в нижнем рудоносном горизонте (карбонатно-глинисто-ангидритовые породы нижнего и среднего девона).

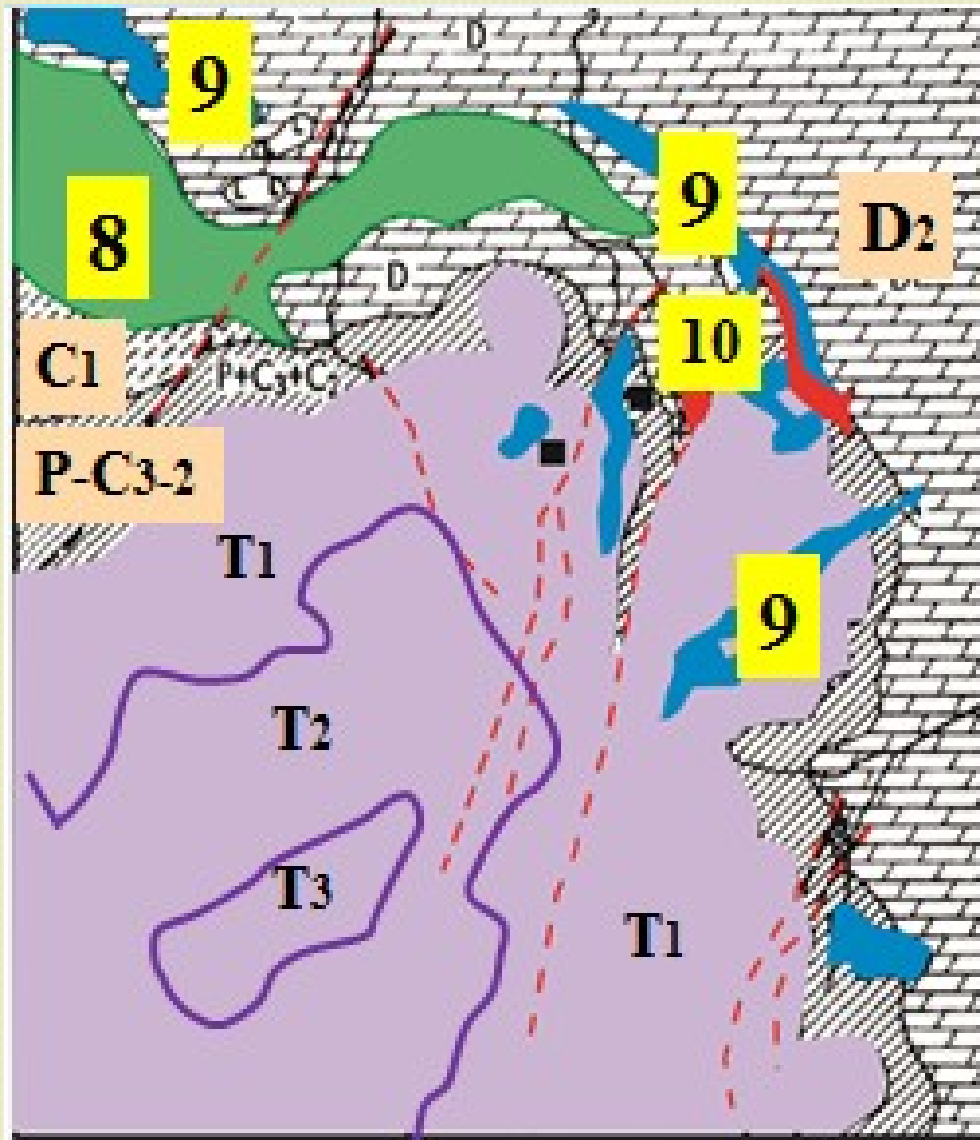
Расслоенная рудоносная интрузия (Талнахское м-ние) расположена **на границе** туфолавовой толщи с угленосными осадками тунгусской серии. Форма интрузива осложнена серией разрывных нарушений, оперяющих основной рудоконтролирующий разлом. Интрузив расслоен. Сверху вниз происходит следующая смена пород: эруптивные брекчии—> габбродиориты—> кварцевые-безоливиновое габбро —>габбро-оливиновые—> оливин-биотитовые-пикритовые контактовые габбро-диабазы (в основании интрузива).

Геологическая схема Норильского рудного района



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

Геологическая схема Норильского рудного района



- 1
- 2
- 3
- 4
- 5
- 6
- 7
- 8
- 9
- 10
- 11
- 12

1-4 – лавы вулканических циклов триаса и перми;
 5-7 осадочные породы верхнего палеозоя;
 8 – долериты и габбро-долериты второго триасового цикла;
 9 – дифференцированные габбро-диориты второго триасового цикла;
 10 – габбро-долериты третьего триасового цикла;
 11 – сбросы;
 12 – медно-никелевые месторождения

P-C -D

осадочный комплекс
верхнего палеозоя

T

Лавы вулканических
циклов триаса и перми

8

долериты и габбро-долериты
2-го триасового цикла

9

дифференцированные габбро-диориты 2-го триасового цикла

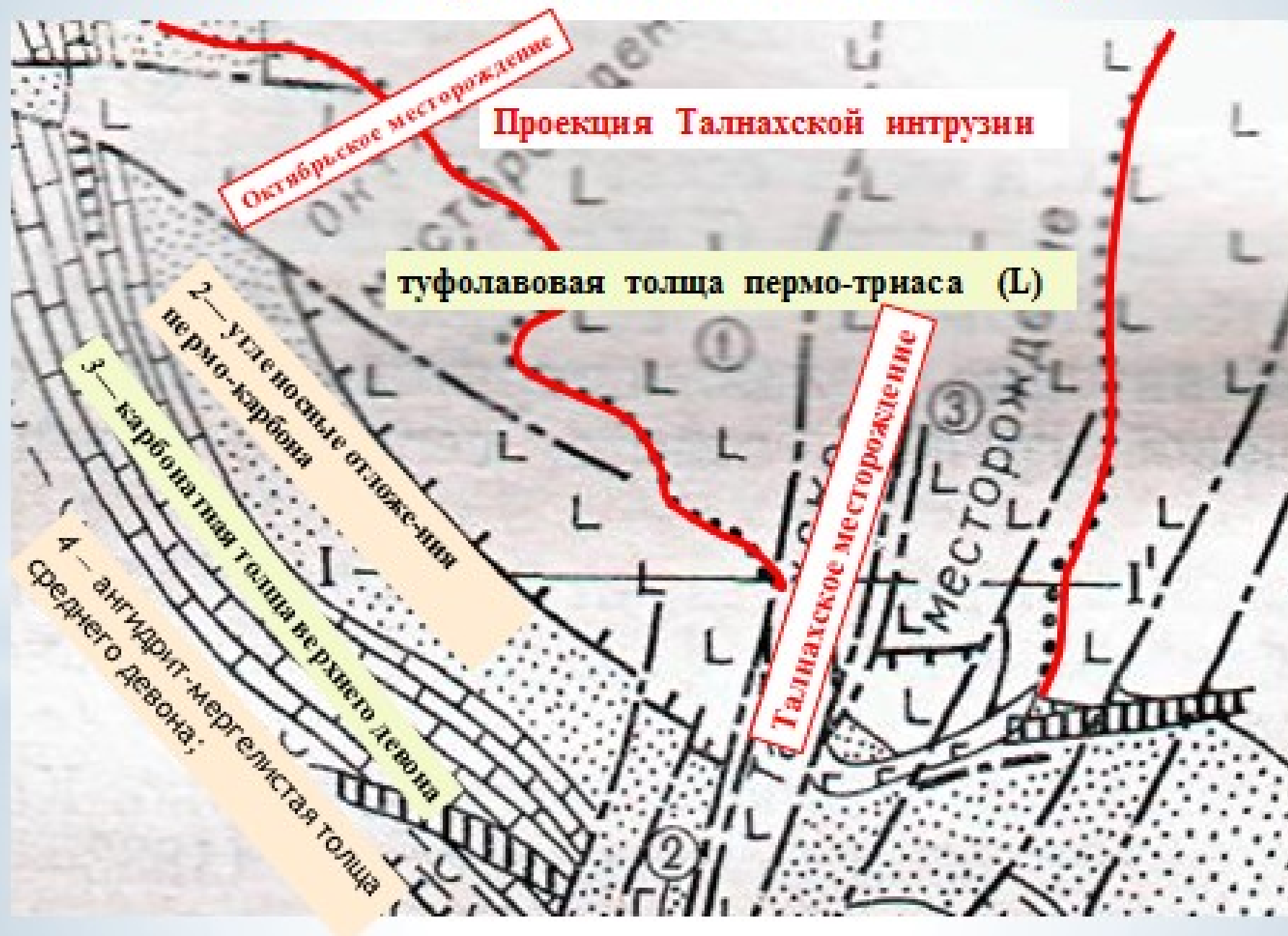
10

габбро-долериты
3-го триасового цикла

■

медно-никелевые месторождения

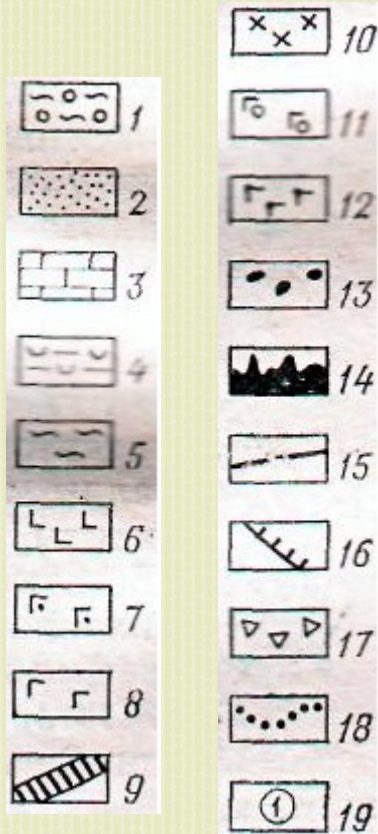
Талнахское месторождение. Схематическая карта



Талнахское месторождение. Разрез по линии



1—четвертичные отложения; 2—угленосные отложения пермо-карбона; 3—карбонатная толща верхнего девона;
4 — ангидрит-мергелистая толща среднего девона;



5 — карбонатно-глинистая толща нижнего девона;

6 — туфолавовая толща пермо-триаса;

7—долериты и микродолериты (на разрезе);

8 — выходы рудоносной Талнахской интрузии под четвертичные отложения (на плане);

9 — пластообразные апофизы Талнахской интрузии;

10 — метадиориты, габбро;

11 — оливиновые габбродолериты;

12 — рудоносные габбродолериты;

13 — вкрапленные богатые руды;

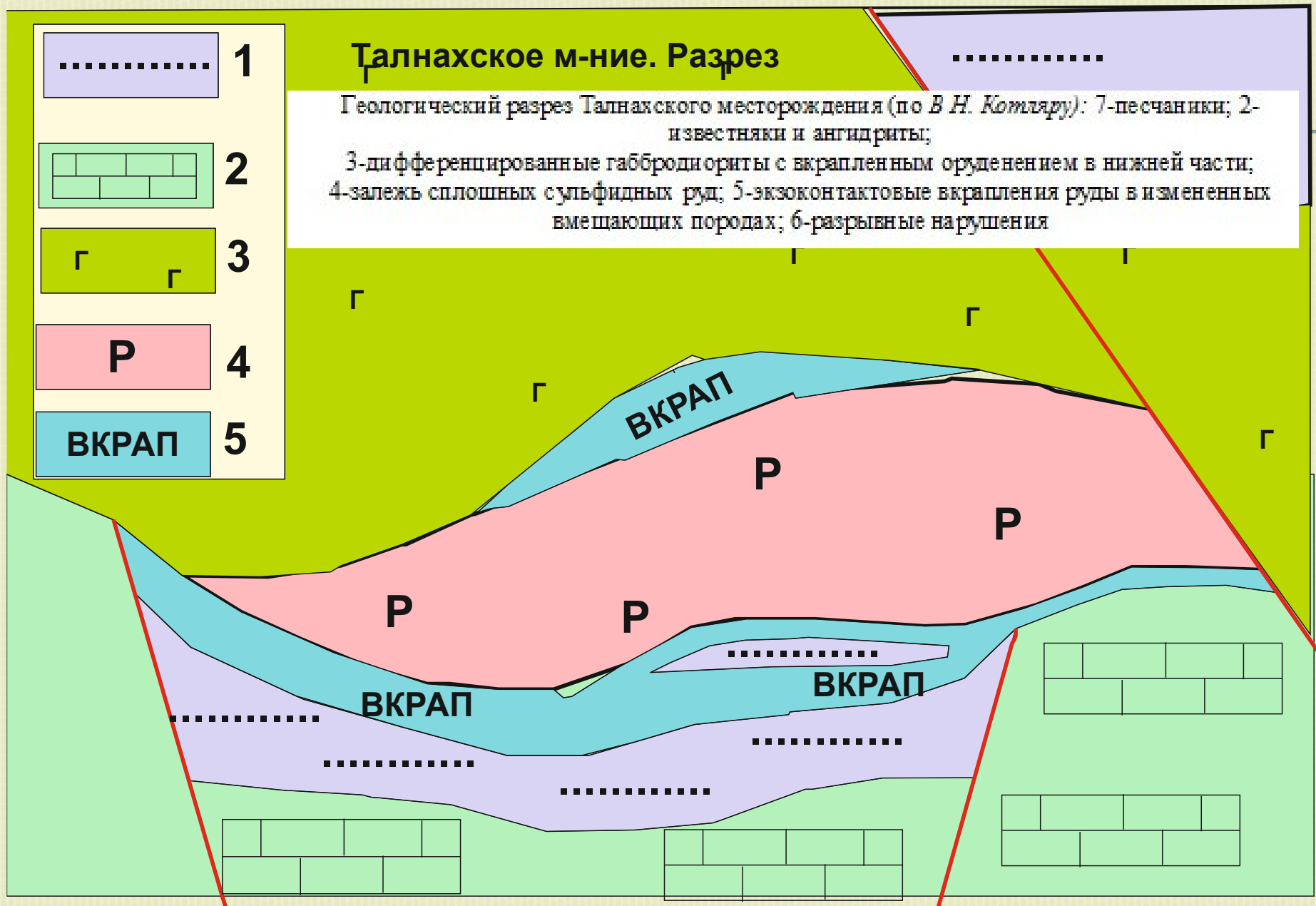
14 — массивные руды;

15 — разрывные нарушения; 16 — пологие разрывные нарушения;

17 — тектонические брекчии; 18 — границы рудоносной Талнахской интрузии; 19 — ветви Талнахской интрузии; 1 — северо-западная, 2 — юго-западная, 3 —северо-восточная, 4 — Хараелахская

Талнахское м-ние. Разрез

Геологический разрез Талнахского месторождения (по В. Н. Котляру): 1-песчаники; 2-известняки и ангидриты; 3-дифференцированные габбродиориты с вкрапленным оруденением в нижней части; 4-залежь сплошных сульфидных руд; 5-экзоконтактовые вкрапления руды в измененных вмещающих породах; 6-разрывные нарушения



Хараелахская мульда сложена породами *девона*,
песчано-сланцевыми отложениями *пермо-карбона*
(тунгусская серия),
туфогенно-лаваовой толщей *пермо-триаса* и
комплексом межпластовых дифференцированных интрузий
габбро-долеритов триасового возраста.

Интрузии локализованы в нижней части вулканогенной
трапповой формации, общая площадь их достигает 45 кв.км .

В расслоенных магматических телах наблюдается
следующая смена горизонтов (сверху вниз):

- 1 - эруптивные брекчии, лейкократовые габбро;
- 2 —габбро-долериты и кварцсодержащие долериты;
- 3 - безоливиновые долериты; 4 - оливиновые долериты;
- 5 — пикритовые долериты, оливиниты;
- 6 — такситовые и контактовые долериты.

Основная масса сульфидных медно-никелевых руд локализуется в области нижнего эндо- и экзоконтакта никеленосных массивов. Рудные тела имеют пластообразную и линзовидную форму.

Выделяются три типа руд:

вкрапленные, сплошные и вкрапленно-прожилковые.

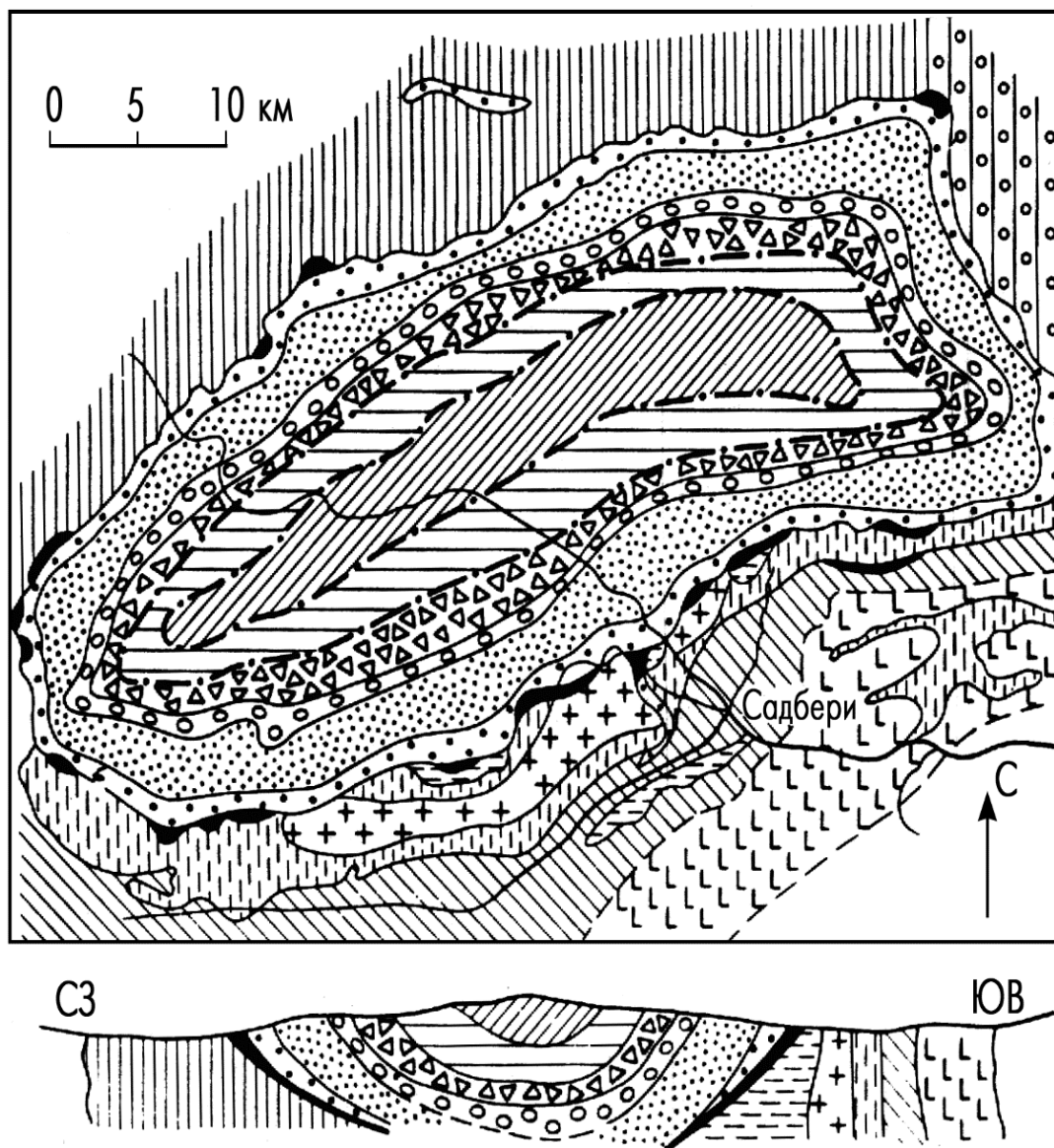
В составе руд преобладают пирротин, пентландит, халькопирит,

широко развиты также кубанит, магнетит, ильменит.

Содержание никеля в руде от 0,5 до 5%, меди от 1 до 6-7%. Отношение $Ni:Cu = 1: (2,5 - 1)$, $Ni : Co = 16:1$.

Кроме никеля и меди в рудах содержатся кобальт, платиноиды, золото, серебро, селен и теллур .

Геологическая карта и разрез массива Садбери



- | | |
|--|----|
| | 1 |
| | 2 |
| | 3 |
| | 4 |
| | 5 |
| | 6 |
| | 7 |
| | 8 |
| | 9 |
| | 10 |
| | 11 |
| | 12 |
| | 13 |
| | 14 |

- 1-4 —осадочно-вулканогенная толща;
 5 — оливиновые нориты;
 6 — нориты;
 7 — рудные залежи;
 8 — лаврентьевская свита;
 9 — граниты;
 10— древние нориты;
 11 — амфиболиты;
 12 — граувакки;
 13 — кварциты;
 14 — лаврентьевские и зеленокаменные породы

Геологическая карта и разрез массива Садбери



Рис. 38. Схематическая геологическая карта Садбери, Канада. По Ф. Гранту и др.

1 — микропегматиты; 2 — кварцевые габбро; 3 — нориты, кварцевые диориты; 4 — чилисфордские песчанники; 5, 6 — породы формации: 5 — Олватин, 6 — Онапинг; 7 — граниты и архейские гнейсы; 8 — породы гуронской серии; 9 — дайки оливиновых диабазов; 10 — разломы; 11 — сульфидные медно-никелевые месторождения

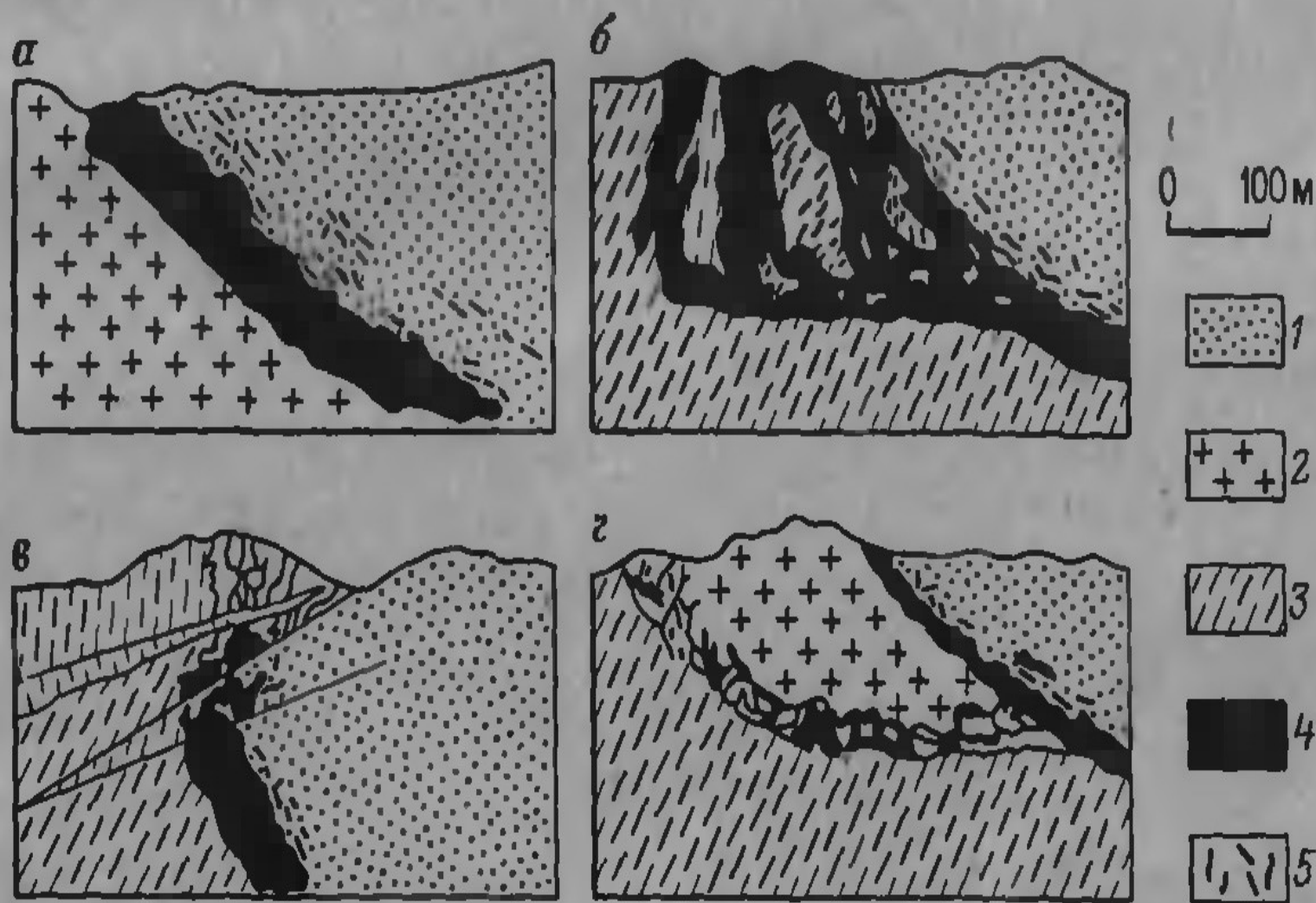
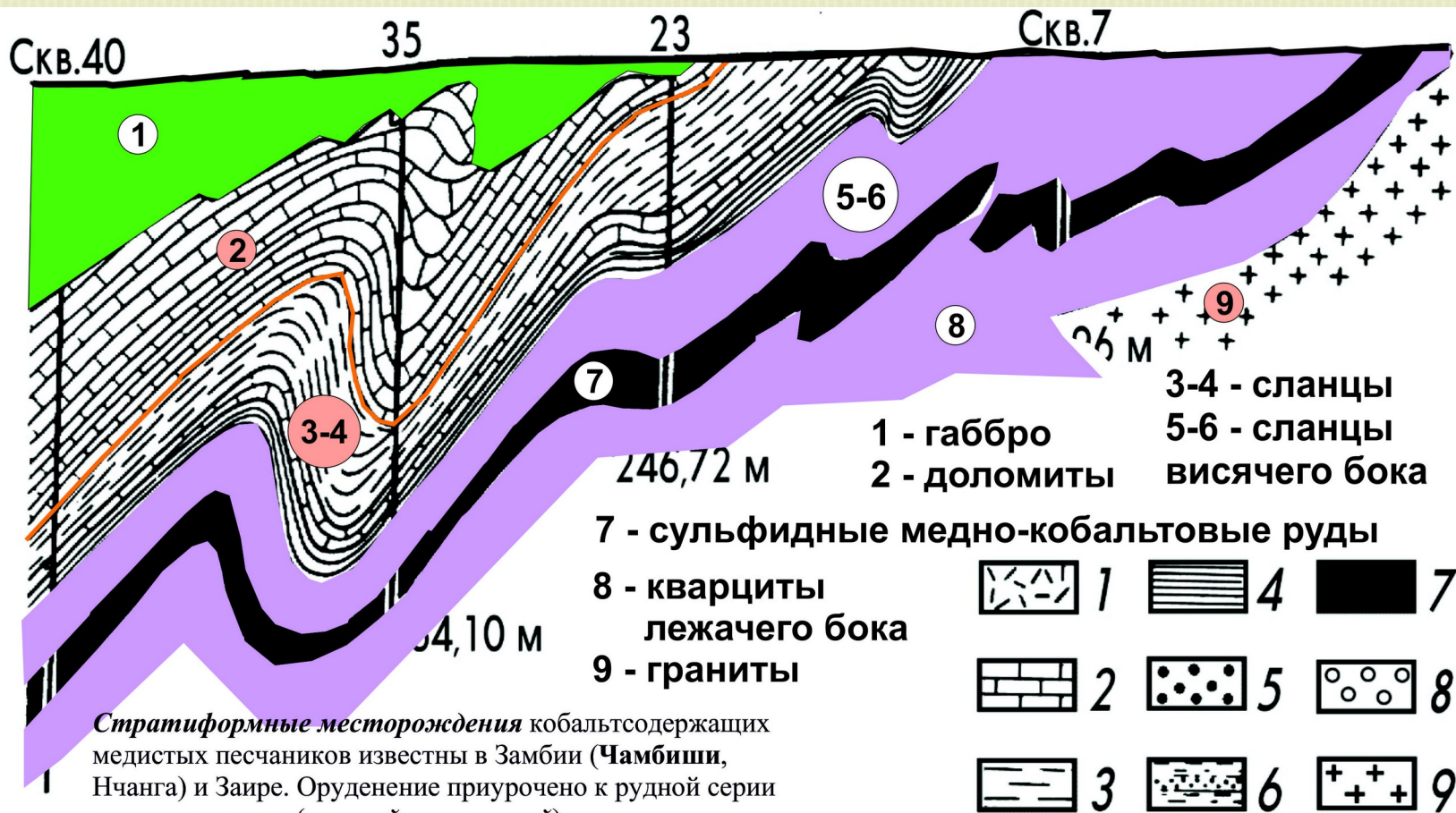


Рис. 39. Типы разрезов рудных тел у окраины интрузива Садбери. По А. Колеману.

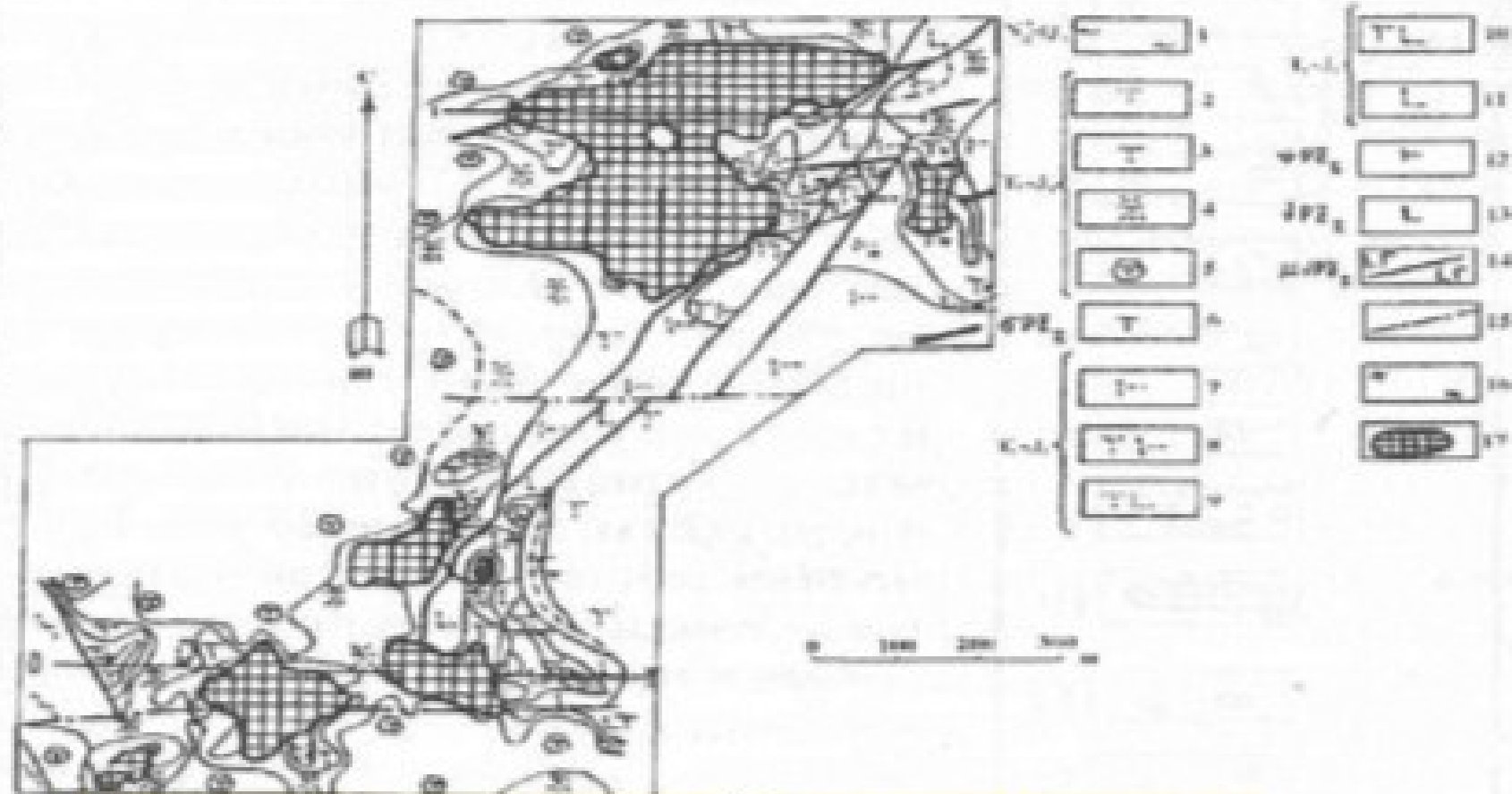
Залежи: *a* — краевые, *б* — дислоцированные краевые, *в* и *г* — жиллообразные в основании интрузива; 1 — нориты; 2 — древние граниты; 3 — древние зеленокаменные породы; 4, 5 — руды: 4 — сплошные, 5 — прожилковые



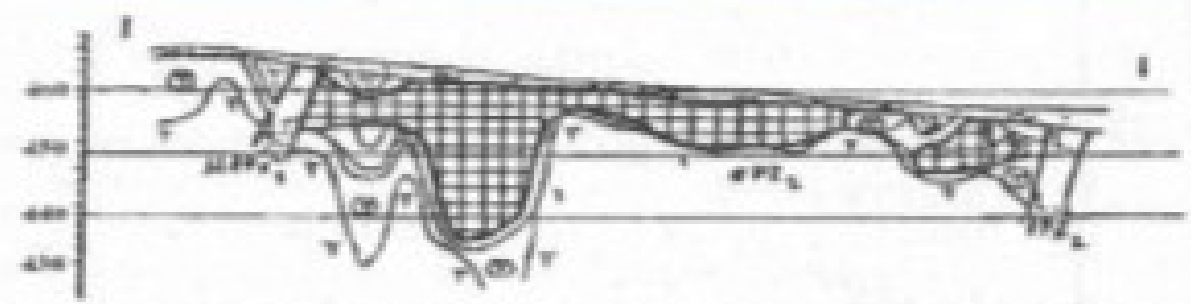
Стратиформные месторождения кобальтсодержащих медистых песчаников известны в Замбии (**Чамбиши**, Нчанга) и Заире. Оруденение приурочено к рудной серии системы катанга (*верхней протерозой*).

Они приурочены к Катанга-Родезийскому меденосному поясу. Кроме меди и кобальта в них присутствуют в промышленных концентрациях цинк, платина, кадмий, германий, серебро, уран и другие полезные компоненты.

**Разрез месторождения
Чамбиши**



Разрез м-ния Северо-Рождественское



Месторождение Северо - Рождественское Оруденение связано с локальными участками сохранившейся древней коры выветривания по серпентинитам на контакте их с телом габбро-амфиболитов

В строении коры выветривания выделяются три зоны (снизу-вверх): выщелоченных и нонтронитизированных серпентинитов и габбро-амфиболитов, нонтронитовых глин и зона охр.

Кобальт-никелевое оруденение выявлено во всех трех зонах элювия.

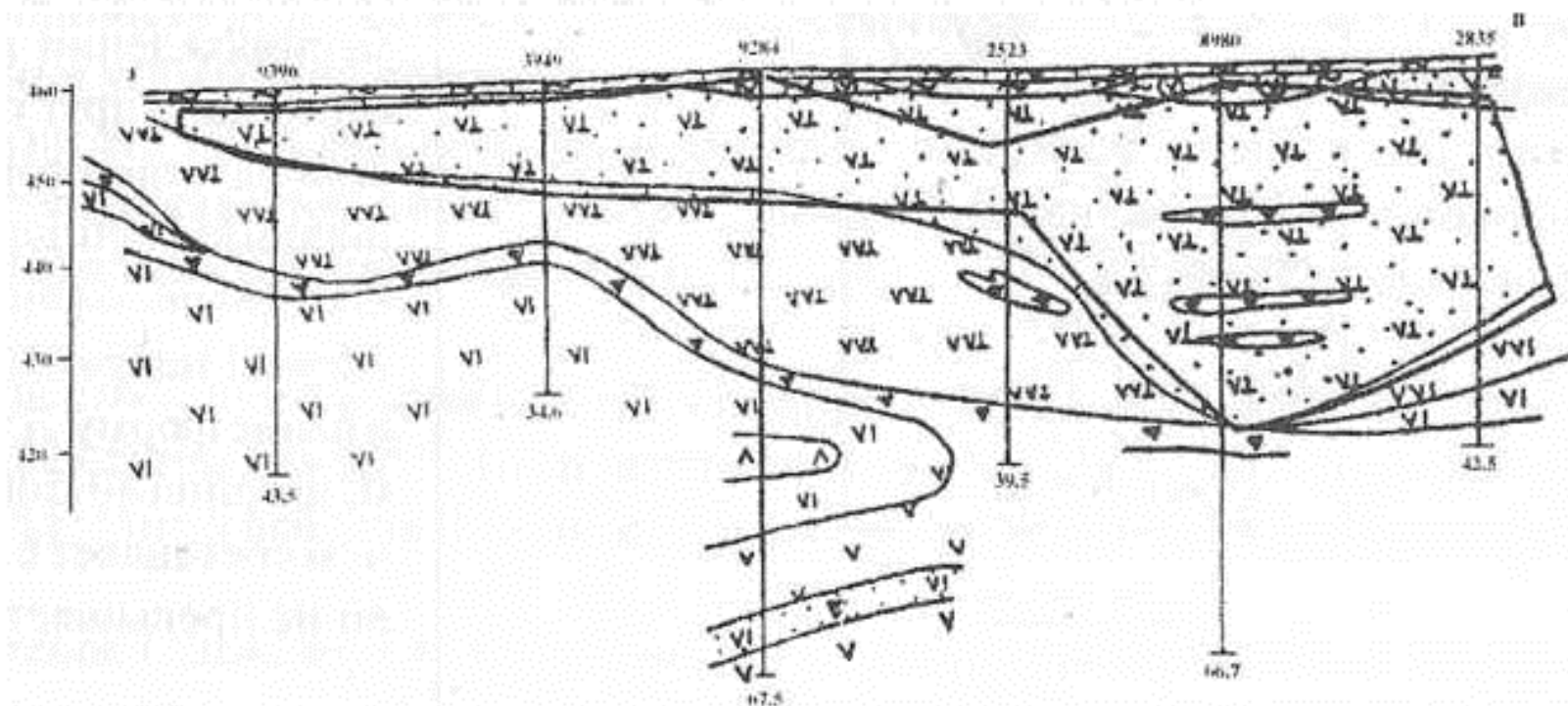
Руды представлены тремя литологическими типами:

охры и обохренные нонтрониты - 9,5%, нонтрониты - 54,6%,
выщелоченные и нонтронитизированные серпентиниты - 35,9%.

Главные рудные минералы - нонтронит и асболан, второстепенные - никельсодержащий хлорит, керолит, гарниерит и окислы железа.

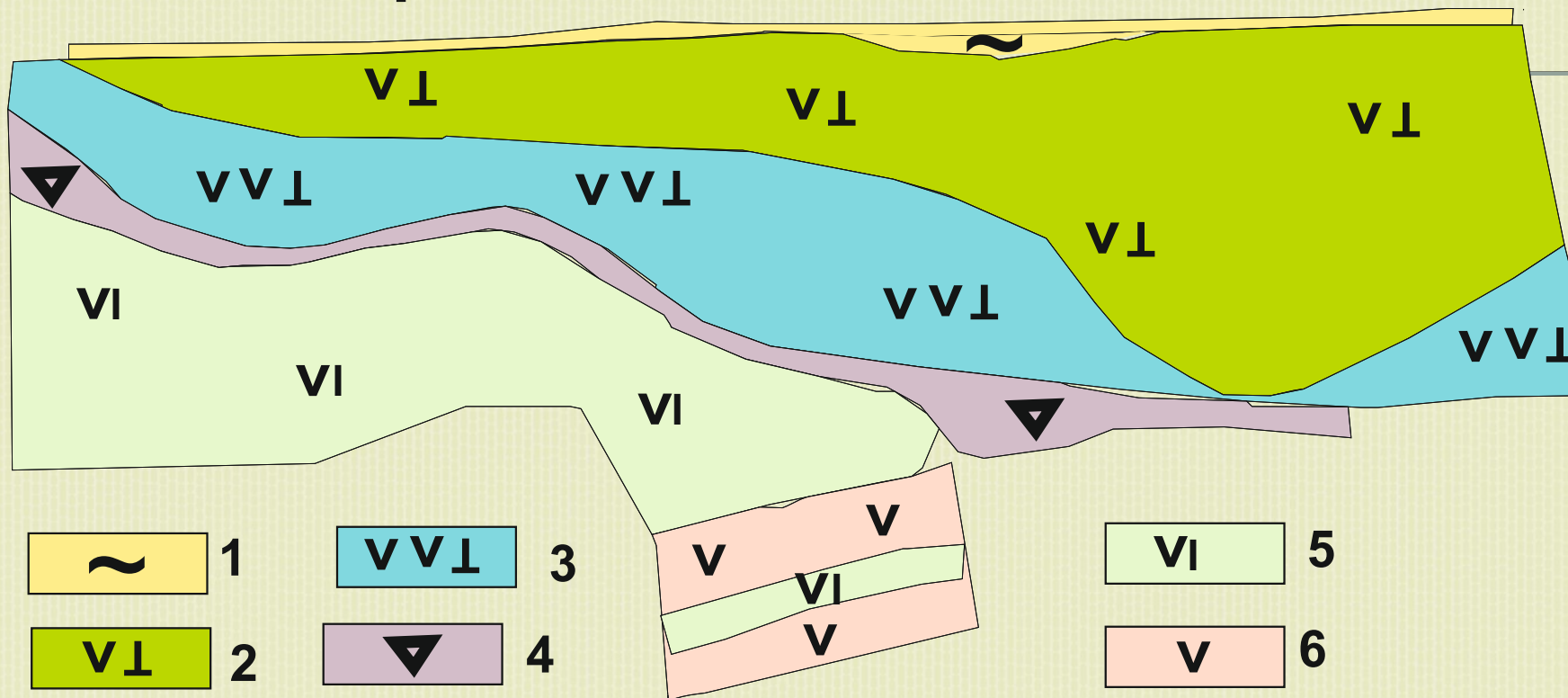
| Месторождение | К- во зале- ей | Длина, м | Шири- на, м | Ср. мощ- ност ь, м | Среднее содер. | |
|--------------------|-------------------------|-------------|-------------------|-----------------------------|----------------|-------|
| | | | | | Ni % | Co % |
| Бурановское | 3 | 310-1180 | 40-700 | 4,5 | 1,11 | 0,055 |
| Северное | 2 | 150-460 | 120-140 | 5,6 | 1,22 | 0,035 |
| Рождественское | | | | | | |
| Щербаковское | 3 | 70-1760 | 85 | 6,9 | 1,1 | 0,04 |
| Молодежное | 3 | 55-670 | 65-84 | 6,3 | 1,15 | 0,046 |
| Жарлыбутак | 5 | 290-1060 | 30-450 | 4,3 | 1,1 | 0,058 |
| Южно-Шуылкудыкское | 4 | 210-1460 | 20-630 | 4,3 | 1,16 | 0,057 |
| Кызыл Кайын | 4 | 100-900 | 200-300 | 5,4 | 1,11 | 0,057 |

Месторождение Шевченковское



1-суглинки, 2-глина, 3-пересотложенные продукты выветривания,
 4-охристые продукты выветривания, 5-нонтрониты,
 6-нонтронитизированные серпентиниты, 7-выщелоченные серпентиниты,
 8-окремненные серпентиниты, 9-деинтегрированные серпентиниты,
 10-плотные серпентиниты, 11-контуры рудных тел.

Разрез. М-ние Шевченковское



2 нонтрониты 3 – нонтронитизированные серпентиниты

4 – кремненные серпентиниты 5 – выщелоченные серпентиниты

6 – плотные серпентиниты

Рудные залежи по форме пластообразные и плитообразные, они залегают горизонтально. Главные рудные минералы - нонтронит и гарниерит зеленого и желтовато-зеленого цвета, дополнительные минералы - керолит, асболан, никелистый хлорит, гетит, гидрогетит и др. Мощность рудных тел от 1-2 до 21-26 м.

СПАСИБО

ЗА

ВНИМАНИЕ