

4,5. Этот тип можно сопоставить с Платрифом (Южная Африка), месторождениями Лак-дез-Иль (Канада), Контиярви и Ахмаваара (Финляндия).

2. В маломощных (до 3 м) довольно крутопадающих рифах Панского интрузива, пригодных в основном для подземной разработки, содержание полезных компонентов в среднем часто выше 3—4 г/т, до 10 г/т и более, Pd/Pt очень изменчиво, но обычно более 8. Такой тип напоминает риф Меренского, J-M риф Стиллуотера, SK риф залежи Наркус в Финляндии.

Итак, в настоящее время Федорово-Панский интрузив — важнейший объект Кольской платинометалльной провинции, где активно проводятся поисково-разведочные работы и намечаются сроки освоения месторождений. Это, конечно, не Норильский район и не Бушвелд, но в любом случае объект для промышленного освоения, особенно в современный век «палладий-платинового бума», объект, сопоставимый или даже лучше известных платино-палладиевых интрузивов Финляндии и Канады.

В заключение следует отметить, что в Кольском регионе в настоящее время выявлен ряд объектов промышленной добычи руд Co-Cu-Ni, Rh-Pt-Pd (с Au) и Cr, связанных с раннепротерозойским мантийным плюмовым гипербазит-базитовым магматизмом. Предлагаемые геолого-петрологические и изотопно-геохимические индикаторы ускоряют и удешевляют поисковые работы на эти руды в плохо обнаженных и необнаженных объектах.

*Работа выполняется при финансовой поддержке РФФИ по гранту «офи-а № 05-05-08028».*

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Баянова Т.Б.* Возраст реперных геологических комплексов Кольского региона и длительность процессов магматизма. — М.: Наука, 2004.
2. *Гроховская Т.Л., Бакаев Г.Ф., Шелетина Е.П.* и др. Платинометалльная минерализация в габброноритах массива Вуручайвенч, Мончегорский плутон (Кольский полуостров, Россия) // Геология рудных месторождений. 2000. Т. 42. № 2. С. 147—161.
3. *Корчагин А.У., Митрофанов Ф.П., Рундквист Т.В.* и др. Особенности геологического строения Федорово-Панского расслоенного массива и проявления платиновых металлов в его восточной части // Платина России. 2004. Т. 5. С. 143—152.
4. *Латыпов Р.М., Митрофанов Ф.П., Скиба В.И., Аланиети Т.Т.* Расслоенный интрузив Западно-Панских тундр, Кольский полуостров: механизм дифференциации и последовательность становления // Петрология. 2001. Т. 9. № 3. С. 253—292.
5. *Митрофанов Ф.П.* Pt-Pd руды — новый вид рентабельного и конкурентно способного горнорудного сырья Мурманской области / Природопользование в Евро-Арктическом регионе: опыт XX века и перспективы. — Апатиты, 2001. С. 103—108.
6. *Митрофанов Ф.П.* Новые виды минерального сырья Кольской провинции: открытия и перспективы / Смирновский сборник. — М., 2005. С. 39—53.
7. *Schissel D., Tsvetkov A.A., Mitrofanov F.P., Korchagin A.U.* Basal Platinum-group Element Mineralization in the Federov Pansky Layered Mafic Intrusion, Kola Peninsula, Russia // Economic geology. 2002. Vol. 97. P. 1657—1677.

УДК 550.8.072

В.И.Кочнев-Первухов, А.И.Кривцов, 2006

## Прогнозно-поисковые модели металлогенических таксонов Норильского района и их использование для выделения перспективных площадей

В.И.КОЧНЕВ-ПЕРВУХОВ, А.И.КРИВЦОВ (ЦНИГРИ)

Ряд разноранговых пространственных металлогенических таксонов отвечает принципу последовательного приближения, реализуемого при геологоразведочных работах в последовательности обнаружения объектов прогноза и поисков: металлогеническая провинция—металлогеническая зона—рудный район—рудное поле—месторождение—рудное тело. В этом ряду каждая последующая категория примерно на порядок меньше предшествующей по площади и входит в нее. Проведение работ на основе этого ряда металлогенических категорий отражает последовательный переход от крупных единиц к более мелким с возрастанием детальности работ и затрат, увеличением потенциальной ценности объектов и достоверности выявляемых в них ресурсов и запасов. Однако при этом допустимы «обрывы» последовательности — не в каждом таксоне высокого порядка есть все таксоны более низких порядков [8]. Для обстановок Норильского района пространственные металлогенические таксоны имеют следующее геологическое содержание.

**Металлогеническая провинция (МП)** представляет собой северо-западную часть Большого траппового поля (БТП) Восточной Сибири, которая сложена преимущественно лавовыми фациями траппов. Этот участок Восточно-Сибирской плиты обладал высокой мобильностью на всех временных отрезках — от докембрия до триаса вклю-

чительно. Его формирование в пространстве и во времени сопряжено с рифтогенезом, интенсивно проявившемся в прилегающих структурах Западно-Сибирской плиты. Участок тяготеет к тройному сочленению рифтогенных структур [4, 6]. Как и для других подобных структур обрамления для него характерны проявления щелочно-ультраосновного магматизма.

**Металлогенические зоны (МЗ)** по структурно-вещественным характеристикам, площадям и конфигурации совпадают с вулкано-тектоническими депрессиями (ВТД). Они расположены на фланге кратона, в зоне длительных перикратонных опусканий, где до их формирования накапливаются мощные толщи преимущественно карбонатных отложений. По времени развития такие депрессии сопряжены по латерали с рифтовыми геоструктурами и находятся на их раме (плечах), на значительном удалении от осевых рифтовых зон. Позиция металлогенических зон вулкано-тектонической депрессии отражается в строении глубинных зон земной коры по рельефу поверхности Мохо и свойствам верхней мантии, характеру распределения продольных и поперечных сейсмических волн, положению блоков различной степени фемичности — сиаличности. Особое значение приобретает выделение в процессе работ Центра ГЕОН [1, 2, 5, 11] наклонных зон возможных «магмоводов», уходящих на значительные глубины к осям рифтов (рис. 1).

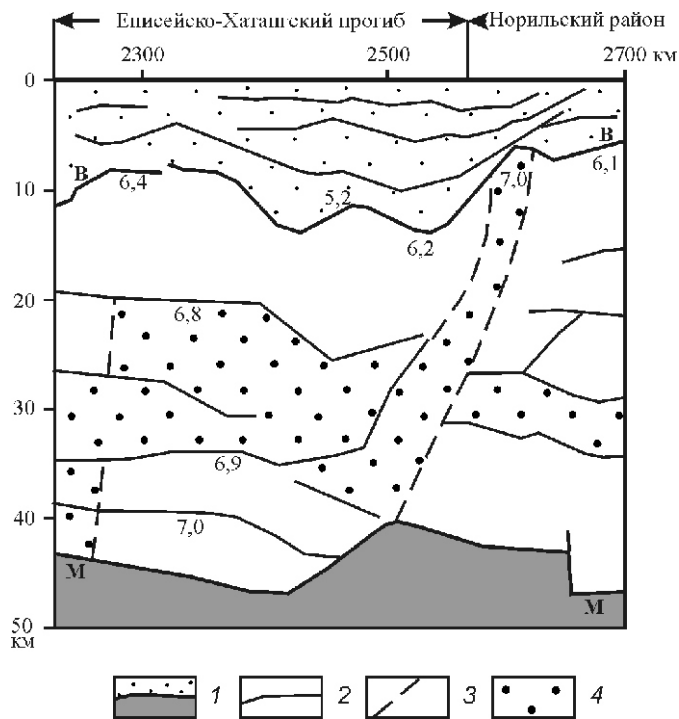


Рис. 1. Фрагмент сейсмического профиля «Батолит» [5]:

1 — опорные сейсмические границы (В — фундамент, М — поверхность Мохо); границы: 2 — внутрикоровые сейсмические, 3 — блоков с различными скоростными характеристиками; 4 — блоки земной коры, сложенные породами основного состава; цифры на рисунке — значения скоростей продольных волн, км/с

Вулкано-тектонические депрессии отчетливо выделяются в структурах магнитных полей, как в наблюдаемой версии, так и в различных их трансформатах, что позволяет оконтуривать такие депрессии и частично расшифровывать их внутреннее строение по аэромагнитометрическим данным. Материалы гравиметрических съемок, которые отражают глубинное, а не внутреннее строение территорий, не столь эффективны для выделения и оконтуривания рассматриваемых депрессий. Тем не менее, локальные гравитационные аномалии маркируют их периферию (рис. 2).

Рудоносные вулкано-тектонические депрессии отличаются от других частей Большого траппового поля Восточной Сибири (металлогеническая провинция) составом вулканогенного заполнения [3] (рис. 3), расчленяемого на серию свит (от ивакинской внизу до самоедской вверху). Такие депрессии практически повсеместно имеют в основании вулканогенного разреза неоднородные по составу фаций толщи вулканитов, датируемые как поздняя пермь — начало раннего триаса. Эти толщи состоят из субщелочных и щелочных базальтов, трахибазальтов, пойкилоофитовых базальтов, лейкобазальтов и, что особенно важно, пикритов (пикробазальтов) и анкармитов. Одна из пикритовых пачек венчает разрез толщ основания вулканогенного разреза, который многими исследователями считается вулканогенным аналогом собственно рудоносного плутонизма. Основной объем вулкано-тетонических депрессий занят платобазальтами, среди которых в различных пропорциях чередуются афировые, офитовые,

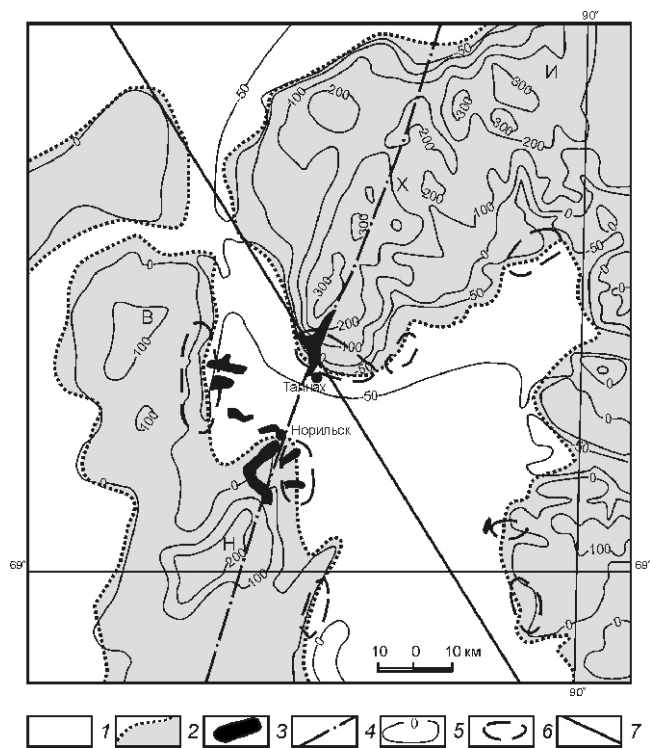


Рис. 2. Магнитное поле Норильского района по данным аэромагнитной съемки [9, 10]:

1 — породы основания ВТД; 2 — породы ВТД (депрессии: В — Вологодчанская, Н — Норильская, Х — Хараелахская, И — Иконская); 3 — рудоносные интрузивы; 4 — Норильско-Хараелахский разлом; 5 — изолинии магнитного поля, нТл; 6 — контуры локальных аномалий гравитационного поля; 7 — сейсмический профиль МОВЗ оз.Пясино—оз.Кета

пойкилоофитовые, порфиоровые и гломеропорфиоровые разности, предположительно связываемые с реститовыми расплавами раннетриасового вулканизма — плутонизма.

В качестве признаков потенциальной рудоносности описываемых депрессий могут считаться сульфидно-магнетитовые месторождения в трубках взрыва, стратиформные магнетитовые залежи в основании депрессий, месторождения самородной меди на нескольких уровнях разреза вулканитов.

**Рудные районы (РР)** — это группы интрузивов (ГИ), включающие рудоносные и потенциально рудоносные их разности (типы); обнаруживаются они вблизи основания вулкано-тектонических депрессий и нижних частях собственно вулканогенного разреза (табл. 1). Интрузивы погружаются к центрам таких депрессий с постепенным переходом из более высоких в более низкие (древние) стратиграфические толщ. Интрузивы рудоносного типа не поднимаются выше низов ханканчанской свиты, которую подстилают пикриты гудчихинской. Важно отметить, что в реальной практике к рудоносным принято относить интрузивы с наблюдаемой рудоносностью, а критерии отнесения интрузивов по частным безрудным сечениям к потенциально рудоносным пока отсутствуют или не бесспорны.

Хорошо известно, что во всех рудных районах этой территории (Норильский, Талнахский, Тальминский, Имандинский) рудоносные интрузивы пространственно сближены с интрузивами, которые обычно относятся к недифференцированным. Недифференцированные нередко сло-

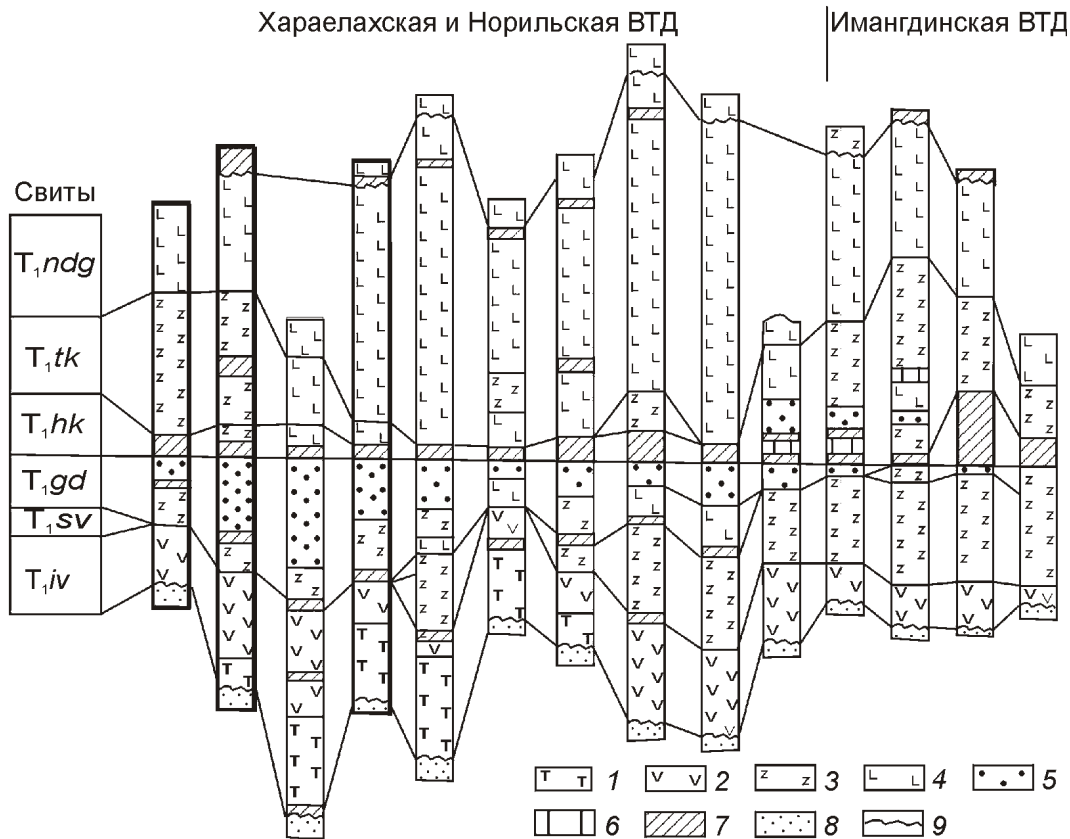


Рис. 3. Схема сопоставления разрезов вулканогенных толщ Норильского района [3]:

базальты: 1 — щелочные, 2 — субщелочные, 3 — пойкилоофитовые и офитовые толеитовые, 4 — афировые, порфиоровые и гломеропорфиоровые толеитовые; 5 — пикриты и пикробазальты; 6 — анкармиты; 7 — пирокластические и осадочные породы; 8 — породы основания ВТД; 9 — несогласия; названия свит см. в табл. 1

жены породами, близкими по составу к дифференциатам рудоносных интрузивов. Рудоносные интрузивы обычно сопровождаются силлообразными апофизами лейкогаббро, оливиновых габбро-долеритов, троктолитовых габбро-долеритов. При обнаружении изолированных тел такого состава их можно отнести к нерудоносным интрузивам. Важность выделения группы интрузивов и сопоставления их составов определяется тем обстоятельством, что их наблюдаемые части могут отвечать определенным зонам рудоносных интрузивов, которые разделены на дифференциаты не только по вертикали, но преимущественно по латерали. Пространственная близость и совмещение интрузивов различного состава на относительно ограниченных площадях усложняют выделение рудных районов и их оценку. Описательная модель районов приведена в табл. 2, а общая схема последовательности перехода от группы интрузивов к более детальным металлогенетическим таксонам представлена на рис. 4.

**Рудные поля (РП).** Рудоносные (потенциально рудоносные) интрузивы выделяются в пределах групп интрузивов по комплексу признаков, совокупность которых отвечает модели сульфидсодержащего магматического тела, несущего значительные запасы как вкрапленных, так и массивных руд. Модель рудоносного интрузива и ее отличия от интрузивов других типов приведена в табл. 3 [7]. Многие из признаков, приведенных в этой таблице, могут быть установлены лишь при достаточно детальном изучении интрузивов по обнажениям или скважинам.

Следует отметить, что характерный признак интрузивов рудоносного типа — их морфология. Это всегда трубообразные тела большой (более 25 км) протяженности с резкими изменениями площади их поперечного сечения и концентрацией наиболее богатых руд в головной части. Таковы интрузивы Норильский, Талнахский и Хараелахский, в которых выявлены все крупные (уникальные по запасам и качеству руд) месторождения Норильского района. Можно предположить, что именно благодаря этой их особенности в них столь отчетливо проявлены процессы концентрации рудного вещества, приводящие к образованию месторождений руд, резко обогащенных полезными компонентами — сульфидами цветных металлов и платиноидами.

**Месторождения (М) и рудные тела (РТ)** — представляют собой отдельные части (участки) рудоносных интрузивов, располагаясь главным образом на границах зон сужений — раздувов сечений в основании магматических тел большой протяженности. Распределение вкрапленных руд в интрузивах обнаруживает меньшую зависимость от их мощности при менее ярко выраженной обратной зависимости их мощностей и запасов от таких же показателей массивных руд. В табл. 4 приведены основные характеристики моделей месторождений норильско-талнахского типа в сочетании с описанием рудных полей.

Месторождения — рудоносные интервалы протяженных сульфидоносных «лежачих» (субгоризонтальных) магматических колонн. Для них характерны: 1) вертикаль-

## 1. Положение интрузивов в стратиграфическом разрезе вулcano-тектонических депрессий Норильского района

Стратиграфические подразделения, индексы	Месторождения, рудопроявления	Типы интрузивов								
		Ергалахский	Cu-Ni-платиноносные			Круглогорский	Пясинский	Фокинский	Огонерский	Далдыканский
			Норильск-1	Хараелах	Талнах					
Самоедская, T <sub>1sm</sub>	Самородная медь									
Кумгинская, T <sub>1km</sub>										
Хараелахская, T <sub>1hr</sub>										
Мокулаевская, T <sub>1mk</sub>	—									
Моронговская, T <sub>1mr</sub>	Самородная медь									
Надеждинская, T <sub>1ndg</sub>	Магнетитовые трубки									
Туклонская, T <sub>1tk</sub>	—									
Хаканчанская, T <sub>1kh</sub>	—									
Гудчихинская, T <sub>1gd</sub>	—									
Сыверминская, T <sub>1sv</sub>	—									
Ивакинская, T <sub>1iv</sub>	Магнетитовые трубки									
Тунгусская серия C <sub>3</sub> —P <sub>1</sub>										
D <sub>1</sub> —C <sub>3</sub>	Стратоидные магнетитовые руды									
S <sub>2</sub> —D <sub>1</sub>										

## 2. Признаковая модель рудного района Норильского типа

Группа элементов-признаков	Содержание признака (группы признаков)
Формационные	Габбро-долеритовая рудоносная формация
Структурные	Группа интрузивов вблизи основания вулcano-тектонической депрессии или на ее флангах
Метасоматические	Гибридно-метасоматические породы, инфильтрационные магнезиальные и известковые скарны, щелочные метасоматиты, роговики, вкрапленность сульфидов в экзоконтакте интрузива
Геохимические	Повышенный геохимический фон Cu, Zn, Pb, Ag
Минералогические	Минеральная ассоциация магнезиального оливина и основного плагиоклаза; сингенетическая вкрапленность сульфидов
Геофизические	Линейные гравиметрические и магнитометрические аномалии, ориентированные по падению пород

ная зональность интрузивов — от обогащенных сульфидами контактовых, такситовых и пикритовых габбро-долеритов внизу до безрудных оливинсодержащих и безоливиновых габбро-долеритов вверху; 2) приуроченность к верхним эндоконтактам интрузивов лейкократового габбро, такситового и пикритового габбро-долерита; 3) наличие в нижнем эндоконтакте и в подстилающих породах крапленых и массивных руд; 4) мощные зоны экзоконтактовых изменений, содержащих обогащенные платиноидами медно-никелевые сульфиды; 5) обогащенность сульфидного вещества медью [Ni:Cu 1:(1,2 2,5)] и тяжелым изотопом серы [  $^{34}\text{S}$  (7 17)%]; 6) повышенные содержания  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  (0,5—2%) в пикритовых горизонтах и проявления хромитовой минерализации; 7) геохимические аномалии никеля, меди и платиноидов во вмещающих по-

родах; геофизические аномалии, свидетельствующие о возможном наличии в массиве медно-никелевых руд.

Рассмотренные прогнозно-поисковые (признаковые) модели, построенные на примере соответствующих рудоносных интрузивов Норильского района, были использованы при оценке перспектив Западного фаса Сибирской платформы (рис. 5), где были выделены перспективные площади: Светлогорский рудный район, расположенный на периферии вулcano-тектонической депрессии Курейской, и Колуйский — Северореченской. Оба района находятся в северной части Западного фаса на южном продолжении структур Норильского района и не выходят за границу распространения эффузивного толеит-андезит-базальтового структурно-вещественного комплекса, включающего проявления пикритовых вулканитов. Интрузивы

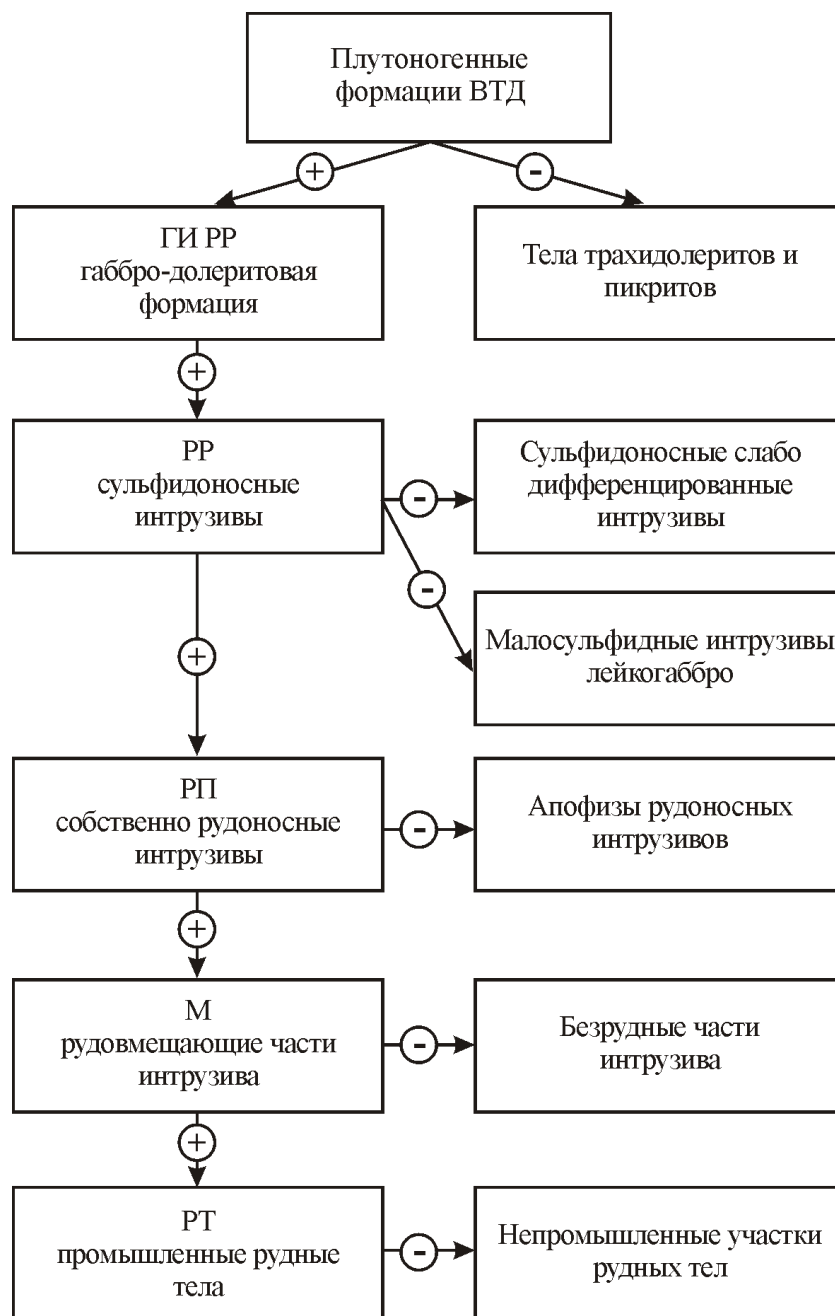


Рис. 4. Положение объектов прогноза и поисков в плутоногенных образованиях вулcano-тектонических депрессий

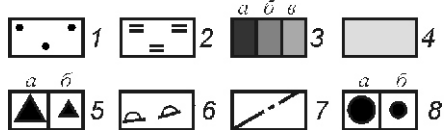
### 3. Типы интрузивов Норильского рудного района

Признаки интрузивов	Типы интрузивов		
	Убогосульфидные (Ергалахский, Огонерский, Далдыканский)	Сульфидсодержащие (Круглогорский, Нижнеталнахский, Зубовский, Моронговский)	Рудоносные (Норильско-Талнахский)
Формы интрузивов	Силлы, пласты, ступенчатые тела	Пластообразные, иногда с раздувами; редко секущие	Пластообразные, трубообразные
Характеристики экзоконтактных ореолов:			
отношение суммарной мощности контактового ореола к мощности интрузивов	0,1—0,5	0,4—1,5	1,5—2,5
отношение мощностей надинтрузивных ореолов к подинтрузивным	0,1—1,5	1,1—2	2—4
преобладающие типы роговиков	Мусковитовый	Амфиболовый	Пироксеновый
распространенность метаморфических пород спуррит-мервинитовой фации	Отсутствуют	Редки	Обычны
минеральные типы магнезиальных скарнов	Флогопитовый	Флогопит-форстеритовый	Флогопит-форстерит-периклаз-монтichelлитовый
Характеристики строения и состава пород и руд:			
характер дифференциации	Недифференцированные или с неотчетливой дифференциацией	Неполно дифференцированные	Полно дифференцированные — сверху вниз: лейкогаббро, такситовые габброиды, диориты, габбро-долериты: кварцсодержащие и безоливиновые, оливиновые, оливин-биотитовые, пикритовые, такситовые, контактовые
преобладающие породы	Долериты, оливиновые долериты	Габбро, оливиновые долериты и габбро-долериты	Оливиновые и пикритовые габбро-долериты
характерные микроструктуры пород	Бостонитовые, пойкилоофитовые	Сегрегационные офитовые, микродолеритовые	Офитовые
породообразующие минералы	Ol <sub>60</sub> , Ti-Aug, Pl <sub>80</sub> , Ti-Mgt	Ol <sub>25</sub> , Pl <sub>90</sub> , Sp	Ol <sub>25</sub> , Pl <sub>90</sub> , Sp
кумуляс и его минеральный тип	Отсутствует	Плагиоклазовый, оливиновый	Оливиновый
сегрегации хромита	«	Редки	Обычны
вторичный минерал по оливину	Боулингит (редко)	Боулингит, тальк	Серпентин
ведущие сульфидные ассоциации	Pn-Po-Cp	Pn-Po-Cp	Pn-Po-Cp
рудные минералы	—	Pу, Вп, Сб	Tln, Mh, Mill, МПГ
Геохимические характеристики сульфидной вкрапленности в интрузивах			
Cu/Ni	0,52—5,26	0,12—5,0	0,83—3,0
Co/Ni	0,06—2,0	0,02—0,67	0,40—2,0
Pd/Pt	1,42—10,0	3,0—5,0	0,64—10,0
<sup>34</sup> S‰	1,7 1,7	0,1 9,7	1,9—13,6

*Примечание.* Aug — авгит, Вп — борнит, Сб — кубанит, Ср — халькопирит, Мh — моихукит, Mill — миллерит, Ol — оливин, PGM — минералы платиновых металлов, Pl — плагиоклаз, Pn — пентландит, Po — пирротин, Pу — пирит, Sp — шпинель, Ti-Aug — титан-авгит, Tln — талнахит, Ti-Mgt — титаномagnetит

#### 4. Характеристика моделей месторождений норильского типа

Элементы модели	Месторождение норильско-талнахского типа
1. Рудоносные магматические тела	
1.1. Состав и формационная принадлежность	Дифференцированные габбро-долеритовые
1.2. Форма	Протяженные лентовидные и ветвящиеся по простиранию и восстанию, с частыми перепадами мощностей
2. Рама магматического тела	
2.1. Кровля	Потоки базальтов
2.2. Подошва	Осадочные породы, титан-авгитовые базальты, трахибазальты, андезит-базальты
3. Экзоконтактовые изменения	
3.1. В кровле	Роговики, альбит-микроклиновые метасоматиты, скарны, скарноиды, биотитизация
3.2. В подошве	То же, в ореолах существенно меньшей мощности
4. Внутреннее строение магматического тела	
4.1. Верхние части	Эруптивные брекчии, гибридные породы, лейкократовые габбро, габбро-диориты, верхние пикритовые и такситовые габбро-долериты
4.2. Средние части	Безоливиновые, оливинсодержащие, оливиновые, пикритовые габбро-долериты
4.3. Нижние (придонные) части	Такситовые и контактовые габбро-долериты
5. Рудные тела	
5.1. Положение относительно фаций (фаз) магматических массивов	1. Верхние контактовые прожилково-вкрапленные руды — породы кровли. 2. Малосульфидные МПГ руды — эндоконтактовая зона лейкогаббро. 3. Вкрапленные руды — пикритовые, такситовые, контактовые габбро-долериты. 4. Массивные руды — придонные части массивов на участках раздува их мощностей, породы подошвы массива. 5. Нижние контактовые прожилковые руды — под телами массивных руд или в позиции массивных при их отсутствии
5.2. Морфология рудных тел	1—2. Верхние контактовые прожилково-вкрапленные и малосульфидные МПГ руды — прерывистые пластообразные тела и линзы. 3. Вкрапленные руды — протяженные по всему простиранию интрузива пластообразные тела с малоамплитудными перепадами мощностей. 4. Массивные руды — пласто- и линзообразные уплощенные тела, вытянутые по простиранию интрузива и удаленные друг от друга на значительные расстояния. 5. Нижние контактовые прожилково-вкрапленные руды — пласто- и линзообразные уплощенные тела, сходные по распределению в пространстве с телами массивных руд
5.3. Состав руд	Пирротин, халькопирит, кубанит, борнит, талнахит, миллерит, пирит, халькозин, магнетит, минералы металлов платиновой группы (МПГ)
6. Проявления рудной минерализации иного элементного и минерального состава, их положение в магматических телах и относительно сульфидных руд	Хромит в зонах развития малосульфидных МПГ руд и в нижних частях вкрапленных руд, аксессуарный титаномagnetит во всех зонах
7. Геохимические ореолы:	
7.1. Внутри магматического тела	Повышение локального фона Cu, Ni, Co, Zn, Pb, Mo, Ag, МПГ в интрузиве и в надрудных ореолах
7.2. Вне интрузива	Повышение локального фона Cu, Ni, МПГ перед, под и над фронтом интрузива



в этих районах близки по составу и рудоносности к норильским аналогам — интрузивам норильско-талнахского типа. Они изучены только в своих головных частях, где установлено наличие богатых руд норильского типа, и не прослежены на глубину, под образования соответствующих вулканотектонических депрессий.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Булин Н.К., Егоркин А.В. Среднекоровые аномалии параметра  $V_p/V_s$  и их металлогеническое значение // Региональная геология и металлогения. 1994. № 7. С. 18—21.
2. Булин Н.К., Солодилов Л.Н. Глубинный контроль эндогенного оруденения по сейсмическим данным // Региональная геология и металлогения. 1994. № 2. С. 26—41.
3. Геологическая карта Норильского рудного района. 1:200 000. Объяснительная записка. —М.: Геоинформмарк, 1994.
4. Глубинные исследования недр в СССР / Доклады сов. геологов на 28 сессии МГК, Вашингтон, июль 1989 г. —Л.: ВСЕГЕИ, 1989.

**Рис. 5.** Схема размещения основных структурно-вещественных комплексов Западного фаса Сибирской платформы:

структурно-вещественные комплексы: 1 — рифей-раннекарбоновые (терригенные, карбонатно-терригенные, карбонатные, гипсоносные, соленосные), 2 — среднекарбоновые-пермские (терригенные, угленосные), 3 — раннетриасовые эффузивные: а — трахибазальтовый, б — толеит-пикробазальт-базальтовый и трахибазальтовый, толеитовый андезит-базальтовый, в — толеит-базальтовый; 4 — раннетриасовый пирокластический; 5 — вулканотектонические депрессии: а — установленные (1 — Норильская, 2 — Вологодчанская, 3 — Тальминская, 4 — Хараелакская, 5 — Имангдинская), б — предполагаемые (6 — Хантайская, 7 — Курейская, 8 — Северореченская); б — граница распространения трахибазальтовых и толеит-пикробазальтовых комплексов и рудоносных интрузий; 7 — Хараелакский разлом; 8 — сульфидные медно-никелевые месторождения: а — уникальные, б — прочие

5. Дюжиков О.А., Дистлер В.В., Струнин Б.М. и др. Геология и рудоносность Норильского района. —М.: Наука, 1988.
6. Заскинд Е.С., Кочнев-Первухов В.И. Геотектонические закономерности размещения никеленосных регионов и оценка их продуктивности / Никеленосность базит-гипербазитовых комплексов Норильского региона. —Апатиты, 1988. С. 4—8.
7. Комплексование работ по прогнозу и поискам сульфидных медно-никелевых месторождений (прогнозно-поисковые комплексы). Вып. VI. —М., 1977.
8. Кривцов А.И., Кочнев-Первухов В.И., Конкина О.М. и др. Cu-Ni- МПГ месторождения Норильского типа. —М.: ЦНИГРИ, 2001.
9. Ремпель Г.Г., Парицук Н.П., Вайвод Е.А. Объемное моделирование туфогенно-эффузивной толщи Норильского района по данным аэромагнитной съемки и прогноз медно-никелевого оруденения // Геология и геофизика. 1990. № 10. С. 87—90.
10. Ремпель Г.Г., Салов В.М. Природа региональных гравитационных аномалий и их использование при оценке объема интрузивных масс в Норильско-Хараелакском прогибе // Геология и геофизика. 1977. № 9. С. 86—96.
11. Солодилов Л.Н. Центр «ГЕОН» — 25 лет глубинных сейсмических исследований // Разведка и охрана недр. 1994. № 10. С. 2—8.