



**МОСКОВСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ
имени М.В. ЛОМОНОСОВА**

ГЕОЛОГИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ МГУ

Ленинские горы, Москва, 119234
Телефон: 939-13-01, Факс: 932-88-89

№ _____
На № _____

ОТЗЫВ

**На автореферат кандидатской диссертации И.О Крылова
«Условия локализации медно-никелевых руд западного фланга Октябрьского
месторождения Талнахского рудного узла (Норильский рудный район)»**

Представленная диссертационная работа Ивана Олеговича Крылова посвящена изучению особенностей богатых, вкрапленных и медистых медно-никелевых руд западного фланга Октябрьского месторождения Талнахского рудного узла.

Автореферат представленной к защите работы содержит многочисленные как фактические, так и методологические ошибки и несоответствия в тексте, а также большое количество опечаток, недоработок в оформлении, формулировках и т.д.. Большинство полученных Иваном Олеговичем выводов опровергается приведенными в этой же работе фактическими данными (в диаграммах, рисунках). К представленному реферату могут быть сделаны следующие замечания.

1. Основной вывод об отмеченных впервые закономерностях распределения породообразующих минералов, основанный на ИК-спектроскопических данных, является не корректным, причем сама интерпретация ИК-спектров проведена тоже неверно.

а) В работе на двух рисунках (6 и 7) приведены ИК-спектры плагиоклаза. Однако ни один спектр не соответствует ни одному из плагиоклазов. Во всех приведенных спектрах присутствуют сильные полосы поглощения деформационных и валентных колебаний воды и ОН-групп при 1620 см^{-1} и в интервале $3480 - 3620 \text{ см}^{-1}$. А в плагиоклазах, как известно, нет ни воды ни гидроксильных групп.

Также приведенный ИК-спектр «эталонного авгита» (рис. 8) не соответствует ни авгиту, ни другим минералам группы пироксена, он также содержит хорошо выраженные валентные колебания ОН-групп.

б) В последнем абзаце на стр. 16 сказано, что плагиоклазы «характеризуются широким диапазоном содержаний элементов-примесей, что отражается на ИК-спектрах», и дается ссылка на рисунок. Во-первых, по данным ИК-спектроскопии

не возможно корректно количественно оценить содержание элементов, и во-вторых в тексте даже не указано, о каких элементах и о каких вариациях их содержаний идет речь. На указанном рисунке (7) показана область валентных колебаний воды и ОН-групп (которых в плагиоклазах быть вообще не может) для 9 образцов, при этом нигде не указано, какое именно содержание в них FeO, и как содержание этой примеси влияет на характер спектра.

в) Все приведенные ИК-спектры (рис. 6-8) безграмотно и некорректно оформлены: как «единицы измерения пропускания» указаны обратные сантиметры, причем приведена и отрицательная область значений этой шкалы (подразумевается, что образцы излучают в указанном диапазоне?); значения волновых чисел приведены до десятых долей. Всё это демонстрирует абсолютное как невладение соискателем самим методом, так и непонимание его физических основ.

г) На стр. 17 содержится утверждение на основе изучения ИК-спектров о том, что «наиболее характерной примесью для кристаллической решетки плагиоклаза является FeO». Однако данное утверждение никак не подтверждается никакими структурными (рентренокструктурными) данными.

2. Вывод о нескольких генерациях плагиоклазов не подтверждается (не иллюстрируется) никакими фактическими данными: ни BSE-изображениями, ни обычными фотографиями шлифов в проходящем свете. Совершенно не охарактеризованы эти генерации, не указано, что они образуют – вкрапленники (насколько зональные?), интерстиционную вкрапленность, характерны ли для них структуры нарастания, насколько резко меняется состав в пределах одного кристалла. Изменение состава плагиоклаза великолепно видно на фотографиях в отраженных электронах, зональность кристаллов плагиоклаза отмечается многими исследователями норильских интрузивов.
3. В тексте автореферата не указывается, в чем измеряются приведенные содержания элементов – в мас. % элементов или оксидов.
4. На стр. 17 сказано, что «содержание Са в авгите от 20 до 45 м.%». Во-первых не понятно, в каких единицах даны значения (мол. или мас. %); во-вторых, при приведенном разбросе содержаний кальция более чем в 2 раза, на диаграмме составов клинопироксенов все точки лежат в очень узком диапазоне значений содержания Са. Текст противоречит рисунку, на который дается ссылка.
5. На стр. 19 сказано, что «Все изученные авгиты ... имеют повышенные содержания Mg по сравнению с Fe», и даны ссылки на 2 рисунка № 8 и 9. При этом на рис. 8 продемонстрирован один ИК-спектр «эталонного» авгита, который, на самом деле, не является спектром ни авгита, ни другого минерала из группы пироксенов, а на рисунке 9 на диаграмме составов клинопироксенов большинство точек лежит в поле с преобладанием Fe над Mg. Текст опять противоречит рисунку, на который дается ссылка.
6. На стр. 18 сказано, что «в авгитах отмечается повышенное содержание примеси TiO₂». Однако не указано ни содержание этих примесей, ни с какими авгитами проводится сравнение.
7. Стр. 19. Подпись к рисунку № 10. Указано, что изображение получено с помощью «электронного масс-спектрометра в режиме отраженных электронов». Это в очередной раз показывает безграмотность соискателя, невладение им методами исследования, и непонимание физических основ методов.

8. На стр. 18 сказано, что «хромшпинелиды западной ветви Хараелахского интрузива в целом менее магнезиальны и более обогащены глиноземом», и идет ссылка на рисунок 12. На обеих диаграммах (рис. 12) приведено только 3 (три!!!!) значения для этих хромшпинелидов. Как на основе 3-х значений можно делать какие-либо выводы?! При этом соотношения Mg/Fe и $Al/Cr+Ti+Fe$ для хромшпинелидов западной ветви Хараелахского интрузива полностью перекрываются приведенными на этих диаграммах литературными данными.
9. В начале автореферата сказано, что было выполнено изучение содержания элементов в рудных оксидах с помощью «квадропольного масс-спектрометра». И «было выполнено 2077 замеров». Три значения есть на диаграммах. А где остальные 2074?! Почему их не нанесли на диаграммы? Для чего затрачено столько сил и времени сложных аналитических приборов и аналитиков?
10. Автореферат содержит массу ничем не подтвержденных утверждений. Например, сказано, что «изучение распределение примесей в рудоносных габбро-долеритах указывает на прямую корреляцию содержания примеси Fe с рудоносностью габбро-долеритов». При этом указанная корреляция не подтверждена никакими конкретными значениями, т.е. не указано содержание железа в плагиоклазах рудоносных габбро-долеритов, оливиновых и/или безоливиновых габбро-долеритов, никак не сравнивается содержание железа в плагиоклазах рудоносного Хараелахского интрузива с другими рудоносными и не рудоносными интрузивами. Хотя в литературе приведена масса данных по каждому интрузиву. Причем результаты измерения содержания железа в плагиоклазах вызывают большие сомнения, поскольку, судя по приведенным ИК-спектрам, изучался не плагиоклаз, а продукты его изменения.
11. В подписи к рисунку 10 сказано, что на фотографии изображено «эпитаксическое сростание, закономерно нарастающее на зерно клинопироксена». Не указано, сростание каких минералов, глядя на рисунок, можно догадаться, что на пироксен нарастают магнетит и ильменит. Но нарастают НЕ закономерно. И сростания ильменита и магнетита никак не являются эпитаксическим нарастанием одного на другой. Судя по картинке, это может быть как распад твердого раствора высокотемпературного титаномагнетита, так и их совместный рост. Но никак не эпитаксическое сростание.
12. В третьем защищаемом положении говорится обо всех типах вкрапленных руд, хотя исследования, судя по тексту, проводились только в «образцах пирротиновых вкрапленных руд», т.е. наиболее бедных типах руд. Характеристики пирротин-кубанитовых, пирротин-кубанит-халькопиритовых, халькопирит-пентландитовых руд никак не обсуждаются, никакие данные по ним не приводятся, а вывод делается обо всех типах руд.
13. Для определения морфометрических характеристик вкрапленных руд было выделено 4 группы фаз, различных по степени поглощения рентгеновского излучения. Фазы выделены совершенно не корректно, и такое выделение не несет никакой смысловой нагрузки. Фаза 1 (PGM + галенит) образует настолько мелкие выделения во вкрапленных рудах (менее 0.5 мм), что они не отображаются на картинках. Выделять ее отдельно нет никакого смысла. Фазы 3 и 4 представляют собой силикаты – и первичные и вторичные вперемешку. Какой смысл разделять вторичные серпентин и мусковит? Какой смысл разделять пироксен и плагиоклаз? А вот разделить сульфиды, которые несут рудные

элементы, и оксиды, которые нужно от сульфидов отделить, было крайне необходимо. Но их объединили в одну «фазу». При этом степень поглощения рентгеновского излучения сульфидами существенно выше, чем оксидами. Т.е. технически их можно было разделить.

14. На рис. 14 показана «общая картина распределения фаз в руде». При этом совершенно нет условных обозначений, и даже при прочтении текста не становится понятно, что показано зеленым цветом, а что – синим.
15. На стр. 22 сказано, что «для них [для рудных минералов, т.е. для сульфидов и оксидов] были рассчитаны объем, площадь поверхности минерального агрегата, 3D-фрактальная размерность и анизотропия», и дается ссылка на рисунок и таблицу. Но ни в таблице, ни на рисунке, ни в тексте – нигде не приведены эти значения!
16. В работе делается вывод, вынесенный в третье защищаемое положение, на основе не корректного сопоставления значений трехмерной и двухмерной фрактальной размерностях. При этом трехмерная модель строилась на основе трехмерной рентгеновской томографии, а двухмерный фрактальный анализ, судя по разделу «методы исследования», проводился по изображениям в обратно рассеянных электронах.
17. На стр. 7 упоминается «микрорентген-флюоресцентная спектрометрия». Что это за анализ? На каких принципах он основан? Имеется в виду рентгенфлюоресцентный анализ или микрорентгеноспектральный?
18. Там же сказано, что «детектор работал в режиме 50 кв. мм.». Это обозначения килоэлектронвольт? Что значит «мм»?
19. Было выполнено 2077 замеров содержания элементов-примесей в рудных оксидах. Об этом нет ни слова в автореферате. Зачем было выполнено столько анализов? Где результаты?
20. Также указано на стр.7, что «определение кремния проводилось методом атомно-эмиссионной спектрометрии с ... Низкие концентрации кремния дополнительно измерялись методом спектрофотометрии....» Но не сказано, для каких минералов/или пород проводились такие сложные измерения, для чего были задействовано столько высокотехнологичного оборудования. И, главное, не приведены ни сами результаты, ни какие-либо выводы на основе полученных данных.
21. На страницах 11 и 13 размер шрифтов в подписях к рисункам не читаем (размер букв менее 0.5 мм).
22. Стр. 13. Рис. 3б, 3в. На рисунке 3б на разрезе слева указано «СЗ», справа «ЮВ». На рисунке 3в слева указано «ЮВ». При этом указаны одинаковые азимуты для обоих разрезов, несмотря на то, что линии на разрезе и направления – существенно различаются. На рисунке 3в не указан масштаб, хотя он, судя по всему. Отличается от того, что на плане (рис. 3а).
23. Стр. 14. При описании особенностей богатых руд западного фланга Октябрьского месторождения сравнение их, видимо, с главной залежью осевой зоны, проведено не корректно, т.к. сравниваются мас. % соотношения сульфидов в расчете на 100 % сульфидов и содержания элементов (Ni, Cu).
24. Стр. 16. В начале страницы написано, что «рудные тела приурочены к горизонтам пикритовых габбро-долеритов»... «Минеральный состав этих пород (об. %): оливин (0-2)..». Пикритовые габбро-долериты по определению содержат оливин, без которого они

