

УТВЕРЖДАЮ

ВРИО директора Федерального государственного
бюджетного учреждения науки Института
тектоники и геофизики им. Ю.А. Косыгина
Дальневосточного отделения РАН

Д. Ф. М. Н. В. Т. Быков



21 мая 2018 г.

Отзыв ведущей организации

Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института тектоники и геофизики им. Ю.А. Косыгина Дальневосточного отделения РАН на диссертационную работу Новакова Романа Михайловича **«Перспективы никеленосности плутонических мафит-ультрамафитовых формаций Камчатки»**, представленную на соискание учёной степени кандидата геолого-минералогических наук по специальности 25.00.11 – геология, поиски и разведка твёрдых полезных ископаемых, минерагения.

Значительным событием в области поисковой геологии конца XX и начала XXI века России явилось открытие на Камчатке уникального Шанучского месторождения богатых сульфидных кобальт-медно-никелевых руд, а также серии проявлений никелевых в серпентинитах и Ni-Co-содержащих медноколчеданных руд, связанных с мафит-ультрамафитовыми интрузивами (Округин и др., 2006 и др.). Результаты проведённых исследований позволили отнести территорию Камчатской никеленосной провинции к разряду одной из наиболее перспективных в России на выявление промышленных месторождений (Трухин, Степанов, 2008). В ходе её изучения были выявлены признаки значимых по прогнозным ресурсам месторождений медно-никелевых руд. В связи с этим особенно важна детальная петрографическая, минералогическая и петрогеохимическая характеристика никелевой и медно-никелевой минерализации, а также вмещающих её образований и исследование особенностей формирования никелевой минерализации и рудогенеза в мафит-ультрамафитовых формациях Камчатки, выявление критериев рудоносности и оценка перспектив никеленосности этой территории. Зачастую оценка перспектив обнаружения скоплений никелевой минерализации основывается на применении традиционных методик и инструктивных материалов, что далеко не всегда даёт положительные результаты. Представленная на отзыв ведущей организации диссертационная работа Новакова Романа Михайловича **«Перспективы никеленосности плутонических мафит-ультрамафитовых формаций Камчатки»** объёмом 163 страницы состоит из Введения, четырёх глав в основной части работы и Заключения, включает 25 таблиц, 35 иллюстраций, 1 приложения из 3 таблиц и список литературы из 177 наименований. В данной работе соискателем сделан основной упор на изучение закономерностей формирования никелевых и никельсодержащих руд, никелевой минерализации, связанных с образованиями различной формационной принадлежности, для получения новых данных о рудогенезе и перспективах никеленосности образований норит-кортландитовой, дунит-гарцбургит-габбровой и дунит-клинопироксенит-габбровой

197-10
от 01.06.2018

формаций Камчатки и обоснования дополнительных критериев поиска и выделения никеленосных объектов.

Актуальность темы диссертации обусловлена необходимостью воспроизводства минерально-сырьевой базы никеля в Камчатском крае в связи с тем, что развитие горнорудной промышленности, уменьшение балансовых запасов разрабатываемого Шанучского месторождения богатых сульфидных кобальт-медно-никелевых руд, изменение кондиций минерального сырья и совершенствование технологий извлечения полезных компонентов требуют новых подходов при выделении перспективных площадей для поисков новых никелевых месторождений и рудопоявлений в телах норит-кортландитовой, дунит-гарцбургит-габбровой и дунит-клинопироксенит-габбровой формаций, в том числе и нетрадиционных для региона типов, позволяющих по-новому оценить перспективы никеленосности Камчатки. В связи с этим, основной целью исследования являлось проведение сравнительного анализа на основе большого массива собранной соискателем информации по минерагении, геохимии, минералогии и петрографии для получения новых данных о рудогенезе и перспективах никеленосности образований норит-кортландитовой, дунит-гарцбургит-габбровой и дунит-клинопироксенит-габбровой плутонических формаций Камчатки и обоснование дополнительных критериев поиска и выделения никеленосных объектов. Поставленные основные задачи исследования позволили приблизиться к достижению названной цели.

Научная новизна работы проявилась, в частности, в выборе методов исследования, с помощью которых были установлены новые явления и закономерности. Соискателем широко использовались новейшие методы исследований лабораторий научных учреждений системы РАН и ЦЛ ОАО «Камчатгеология», на которых следует остановиться. Так, содержания меди, никеля и кобальта в рудах и породах определялись методами масс-спектрометрии с индуктивно-связанной плазмой (ICP-MS) на приборах Agilent 7500с в ДВГИ ДВО РАН и Elan 6100 DRC в ИМГРЭ; атомно-эмиссионной спектрометрии с индуктивно-связанной плазмой (ICP-AES) на ICAP-9000 в ГЕОХИ РАН, а также атомно-абсорбционным методом – на атомно-абсорбционном спектрометре «Shumadzu AA-6300» в НИГТЦ ДВО РАН и рентгенофлуоресцентным – на рентгенофлуоресцентных спектрометрах S4 PIONEER в Аналитическом центре ИВиС ДВО РАН и в ДВГИ ДВО РАН. В ЦЛ ОАО «Камчатгеология» проводились определения элементов платиновой группы химико-спектральным методом, а также определение золота по методике НСАМ «Атомно-эмиссионное определение золота в геохимических пробах с экстракционным концентрированием органическими сульфидами». Минералогические исследования выполнялись в ИВиС ДВО РАН на рентгеноспектральном микроанализаторе «Camebax-244» с энергодисперсионным спектрометром «Kevex» (позднее был укомплектован энергодисперсионным спектрометром X-MAX) и на сканирующем электронном микроскопе Tescan Vega 3 с энергетическим спектрометром X-Max. Часть исследований выполнена в ДВГИ ДВО РАН на рентгеноспектральном микроанализаторе JXA-8100 и аналитическом сканирующем электронном микроскопе EVO 50XVP (Carl Zeiss) с энергодисперсионным анализатором INCA Energy 350 (Oxford Instruments), а также в ИЭМ РАН на CamScan-2300 с энергодисперсионным рентгеновским микроанализатором на полупроводниковом Si(Li)-детекторе Link-IMSA. Р.М.Новаковым на основе опубликованных и собственных данных, а также материалов по никеленосности из территориальных фондов геологической информации «Камчатгеология» сформирована реляционная база данных (БД), которая содержит описания 1647 шлифов, 2121 количественный анализ руд и пород и 4201 микрозондовый анализ рудных и

породообразующих минералов вулканических и плутонических мафит-ультрамафитовых комплексов различной формационной принадлежности в пределах Камчатки. Используя эту БД, соискателем впервые был проведен сравнительный анализ содержаний никеля в рудах, рудных и породообразующих минералах из массивов различной формационной принадлежности для территории Камчатки, а для различных металлогенических подразделений - сравнительный анализ оценок прогнозных ресурсов никеля и установлены характерные их особенности. Также при проведении микроскопических исследований кобальт-медно-никелевых руд проявления «Аннабергитовая Щель» норит-кортландитовой формации им впервые установлено перераспределение рудного вещества, связанного с процессами контактового метасоматоза, а при изучении сульфидно-самородной медно-никелевой минерализации в оливиновых вебстеритах дунит-гарцбургит-габбровой формации п-ова «Камчатский Мыс» выделены ранее неизвестные здесь магматогенные минеральные ассоциации и минералы, представленные пентландитом, аваруитом, медно-никелевыми сульфидами, самородной и платинистой медью, халькогенидами с теллуром, висмутом и палладием. Создание БД, содержащей большой блок информации, многообразие аналитических методов исследования и значительный объём аналитического материала свидетельствует о глубине проработки собранного соискателем материала и довольно высокой степени обоснованности и достоверности полученных результатов и выводов, а также о значительном личном вкладе в развитии науки и производства.

Исследования, проведённые Р.М.Новиковым, позволили получить достаточно интересные **научные результаты**, которые нашли наиболее полное отражение в защищаемых положениях. Выявленные эмпирические закономерности распределения и соотношений Ni, Co и Cu в породах мафит-ультрамафитовых формаций Камчатки дают наглядное представление, что с уменьшением основности и магнезиальности в породах дунит-клинопироксенит-габбровой и дунит-гарцбургит-габбровой формаций происходит снижение содержания Ni и Co и увеличение концентраций Cu, что обусловлено выделением сульфидов на магматическом этапе рудообразования. Тогда как для пород никеленосной норит-кортландитовой формации наблюдается снижение концентраций всех трех элементов, что, по представлению соискателя, указывает на участие в рудогенезе не только магматических, но и гидротермальных и контактово-метасоматических процессов. Наглядно продемонстрировано, что минеральные парагенезисы, структурно-текстурные особенности кобальт-медно-никелевых руд, связанных с массивами норит-кортландитовой формации, свидетельствуют об участии в рудогенезе не только магматических, но и гидротермальных и контактово-метасоматических процессов. Определено, что аналогами эпигенетических никель-кобальтсодержащих медноколчеданных руд из зон серпентинитового меланжа в гипербазитах Восточной Камчатки являются Ивановское и Ишкинское рудные объекты в серпентинитах зоны Главного Уральского разлома.

Говоря о **практической ценности работы** следует отметить очевидные перспективы использования результатов и выводов диссертации и тематической реляционной базы данных (БД), содержащей большой блок результатов лабораторно-аналитических исследований по металлогении, геохимии, минералогии и петрографии мафит-ультрамафитовых образований Камчатки и связанных с ними никеленосных пород и руд, для решения широкого спектра задач по поиску и исследованиям никеленосных объектов. Они могут быть реализованы российскими научными и производственными организациями, в частности, ФГБУН Научно-исследовательским геотехнологическим

центром ДВО РАН (НИГТЦ ДВО РАН), ФГБУН Институтом вулканологии и сейсмологии ДВО РАН (ИВиС ДВО РАН), ФГБУН Дальневосточным геологическим институтом ДВО РАН (ДВГИ ДВО РАН). Прослеженные эмпирические закономерности могут быть использованы в качестве дополнительных критериев выделения никеленосных интрузий норит-кортландитовой формации и прогнозирования никелевого оруденения при поисково-съёмочных работах и обзорных поисках на никель, которые проводятся ФГБУ Всероссийским научно-исследовательским геологическим институтом им. А.П. Карпинского (ФГБУ ВСЕГЕИ), а также «Камчатгеологией», ЗАО Научно-производственная компания «Геотехнология» (ЗАО НПК «Геотехнология») и другими организациями.

Романом Михайловичем сформулировано три защищаемых положения. Первое защищаемое положение говорит о том, что отличительной особенностью пород никеленосной норит-кортландитовой формации в сравнении с таковыми дунит-гарцбургит-габбровой и дунит-клинопироксенит-габбровой формаций является снижение средних содержаний никеля и сопутствующих меди и кобальта с уменьшением основности и магнезиальности в ряду безрудных их разновидностей, что обусловлено выделением сульфидов на магматическом этапе рудообразования. Первое защищаемое положение обосновано материалами, приведёнными в главе 2 диссертации.

Второе защищаемое положение говорит, что минеральные ассоциации, текстуры и структуры кобальт-медно-никелевых руд, связанных с массивами норит-кортландитовой формации, указывают на участие в рудогенезе магматических, гидротермальных и контактово-метасоматических процессов. Обоснование второго защищаемого положения даётся в третьей главе.

Третье защищаемое положение говорит о связи никелевой минерализации в породах дунит-гарцбургит-габбровой формации с магматическими и гидротермально-метасоматическими процессами. Защищаемое положение основано на аналогии эпигенетических никель-кобальтсодержащих медноколчеданных руд в блоках гипербазитов из зон серпентинитового меланжа Восточной Камчатки с Ивановским и Ишкининским рудопроявлениями в серпентинитах зоны Главного Уральского разлома. Материалы для обоснования третьего защищаемого положения приведены в четвёртой главе диссертации.

В целом, степень обоснованности и достоверности защищаемых положений и выводов достаточно высокая, определяется представительностью и надёжностью аналитических данных, детальностью геологического изучения ключевых объектов, применением современных методов исследования вещества, непротиворечивостью полученных соискателем результатов и особым сомнений не вызывает.

В результате обсуждения определились следующие **замечания и пожелания к представленной диссертационной работе:**

- отсутствие схематических геологических карт и разрезов по основным рудным районам или районам распространения никеленосных мафит-ультрамафитовых формаций в первых главах диссертации осложняет восприятие текста; все ссылки - на одну мелкомасштабную схему без геологической нагрузки (под № 1). Геологические схемы и схематические карты массивов и рудных объектов в главах 3 и 4 частично восполняют этот пробел, но они не отражают основные черты геологического строения и тектоники региона. Геологические схемы желательно сопровождать разрезами с буровыми скважинами – это представительность и уровень изученности (достоверности исследования);

- положение мафит-ультрамафитовых тел в зонах глубинных разломов, преобладающая пластообразная их форма, тектонические контакты, минеральный состав пород (гранат, силлиманит) в приконтактных зонах мафит-ультрамафитовых тел позволяют говорить, скорее всего, не о роговиках, а о средне- или высокотемпературных динамометаморфитах (тектонитах) независимо от их глубинной предыстории. Также сложно представить «порфиробласты граната (гранатиты по автору) с графит-силлиманитовым матриксом» в качестве роговиков. Для более точной диагностики необходимо проведение детальных структурно-геологических и минералогическо-петрографических исследований как по самим телам, так и по вмещающим их породам;

- если выполненная работа базируется, как утверждает соискатель, на формационном подходе, то необходимо привести результаты силикатных (химических) анализов основных типов исследуемых пород. В тексте – всего один химический анализ оливиновых вебстеритов (стр. 68). Также отсутствуют современные изотопно-геохронологические данные о возрасте пород мафит-ультрамафитовых формаций, тем более, что в табл. 2.3 предложены временные критерии выделения никеленосных интрузий. К сожалению временные критерии, справедливо выделенные, озвучены довольно абстрактно, остались без должной трактовки. Простые указания на позднемеловой, раннепалеозойский, палеоценовый или эоценовый их возраст звучат легковерно и неубедительно. Проблема возраста рудной минерализации и вмещающих её мафит-ультрамафитов очень актуальна, а в табл. 2.3 и в тексте работы кроме редких упоминаний она не нашла своего отражения;

- маловероятно, что графит является аксессуарным минералом в гранатсодержащих биотит-роговообманковых норитах (стр. 57), оливиновых ортопироксенитах (рис. 17, стр. 76 -77); также маловероятно, чтобы «в диоритах графит сохранился в результате ассимиляции ксенолитов вмещающих терригенных пород», тем более тут же в подписи к рис. 12 отмечено, что они «графитизированные»;

- следовало бы более полно раскрыть содержание и структуру реляционной базы данных (не ограничиваться механическим перечислением), какие программы при этом использовались, не совсем понятно какие новые результаты получены при её использовании и не названы дальнейшие пути её развития-усовершенствования и рекомендации по её использованию;

- названия таблиц 1 и 2 громоздки и не совсем удачные. Слово «оценка» лишнее, в таблицах содержится информация и другого рода. Можно просто «средние содержания...» (табл. 1), «прогнозные ресурсы...» (табл. 2). В целом, за редким исключением, таблицы, рисунки информативны, хорошо оформлены и производят благоприятное впечатление;

- отмеченные в тексте (стр. 72, 89, 92 и др.) и в подписях к рисункам (рис. 27 и др.) «пламенеvidные включения пентландита в пирротине» и «тонкие субпараллельные пластинчатые выделения и линзы пентландита вдоль кристаллов пирротина» представляют собой скорее всего структуры распада, а не «вроски скелетных кристаллов пентландита» (стр. 121). Местами в тексте фигурируют применительно к ним то включения, то выделения (рис. 20), а в разделе 3.1.3 – отмечены и структуры распада (стр. 63, рис. 16, стр. 121). В табл. 13 и 15 все пирротины содержат от 0.18 до 2.6% никеля;

- Карагинская ртутно-медная зона, несмотря на невысокие содержания никеля, несомненно представляет большой интерес. Про ртуть в тексте диссертации нет никакой информации и соответственно непонятны роль и место её в рудной зоне;

- критерии выделения никеленосных интрузий норит-кортландитовой формации, сведённые в табл. 9, производят с одной стороны неплохое впечатление, а с другой - незавершённости. Практически не нашли отражения вопросы геодинамической обстановки их формирования. Многие критерии требуют более детальной расшифровки и увязки с конкретным, озвученном в работе, фактическим материалом. По всей вероятности, перспективы никеленосности Камчатской провинции могут быть обусловлены тем, что всё это формировалось в задуговой обстановке зоны субдукции под Камчатский полуостров, являвшийся частью Центрально-Камчатской окраинно-континентальной дуги (Nokleberg et al., 2003). Поэтому офиолиты требуют более серьёзного отношения, а не простого упоминания о них в тексте работы.

В целом, диссертационная работа Романа Михайловича Новакова отредактирована и производит хорошее впечатление, хотя по ряду позиций в трактовке некоторых положений и выводов в конце глав просматривается некая противоречивость или неуверенность. Вероятно, что это скорее всего техническая манера изложения текста соискателем. Работа оснащена иллюстрациями очень высокого качества. Автореферат диссертации Р.М. Новакова полностью соответствует содержанию работы.

Опубликованные по теме диссертации 14 статей (в том числе 11 статей в рецензируемых изданиях, входящих в список ВАК) и тезисы корректно отражают основные положения работы. Работа апробирована на совещаниях разного уровня.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Высказанные замечания не мешают, в целом, благоприятному впечатлению от рассмотренной диссертации. Работа базируется на большом фактическом и литературном материале, собранном и обработанном лично соискателем, хорошо оформлена.

Диссертация является законченной научно-исследовательской работой. Полученные Новаковым Романом Михайловичем выводы и практические рекомендации новы, достоверны и направлены на решение важной научно-производственной задачи – совершенствования методов поисков богатых сульфидных кобальт-медно-никелевых и нетрадиционных для региона типов руд, выявление критериев рудоносности и оценка перспектив никеленосности образований норит-кортландитовой, дунит-гарцбургит-габбровой и дунит-клинопироксенит-габбровой формаций и выделения никеленосных объектов, что имеет крайне важное значение для горнорудной промышленности Камчатского региона.

Диссертационная работа Новакова Романа Михайловича содержит необходимые научно-квалификационные признаки применительно к учёной степени кандидата наук, а её автор заслуживает присуждения учёной степени кандидата геолого-минералогических наук по специальности 25.00.11 – геология, поиски и разведка твёрдых полезных ископаемых, минерагения.

Отзыв составил:

Старший научный сотрудник лаборатории тектоники ФГБУН ИТИГ им Ю.А. Косыгина ДВО РАН к.г.-м. н.  Гурьянов Валентин Алексеевич

Тел./факс: (4212)22-71-89, E-mail: Guryanov_v@mail.ru

Почтовый адрес: 680 000, г. Хабаровск, ул. Ким Ю Чена, д. 65, оф. 326

Отзыв на диссертацию и автореферат Новакова Романа Михайловича заслушан и обсуждён на заседании лаборатории Тектоника и утверждён в качестве официального отзыва ведущей организации (протокол № 05 от 21.05.2018 г.).

Заведующий лабораторией тектоники

к. г.-м. н.  Кудымов Александр Владимирович, E-mail: itig@itig.as.khb.ru

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт тектоники и геофизики им. Ю.А. Косыгина Дальневосточного отделения РАН, 680000, г. Хабаровск, ул. Ким Ю Чена, 65, Факс:(4212)22-71-89, Web-сайт: <http://itig.as.khb.ru>

