

На правах рукописи

Полетаев Владимир Алексеевич

**КАМЧАТСКАЯ ПЛАТИНОИДНО-НИКЕЛЕНОСНАЯ ЗОНА -
ГЕОЛОГИЯ И РУДОНОСНОСТЬ**

**25.00.11 - геология, поиски и разведка твердых полезных ископаемых;
минералогия**

**Автореферат диссертации на соискание ученой степени
кандидата геолого-минералогических наук**

Москва-2004

Работа выполнена в Московском государственном университете им. М.В.Ломоносова

Научные руководители - доктор геолого-минералогических наук, профессор В.И. Старостин;
член-корреспондент РАН, профессор Д.А. Додан (ВНИИОкеангеология)

Официальные оппоненты - доктор геолого-минералогических наук, профессор О.А. Дюжиков (ИГЕМ);
кандидат геолого-минералогических наук А.В. Щербакова (ЦНИГРИ)

Ведущая организация - Научно-исследовательский геотехнологический центр Дальневосточного отделения Российской Академии наук (НИГТЦ, г.Петропавловск-Камчатский)

Защита состоится в 14²² "02" апреля 2004г. на заседании диссертационного Совета Д.501.001.62 при Московском государственном университете им. М.В.Ломоносова по адресу:

119992, Москва, Ленинские горы, МГУ, геологический факультет, кафедра геологии и геохимии полезных ископаемых, ауд. 415 гл. здания.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке геологического факультета Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова (зона "А", 6 этаж).

Автореферат разослан "01" марта 2004 г.

Ученый секретарь
диссертационного Совета
доктор геолого-минералогических наук



Р.Н. Соболев

Введение

Актуальность работы заключается в острой необходимости расширения минерально-сырьевой базы по причине истощения главного источника никеля и платиноидов России — Норильско-Талнахской провинции. Среди новых перспективных районов, таких как Алданский щит, Карелия и Воронежский кристаллический массив Камчатская платиноидно-никеленосная зона, расположенная в благоприятном для освоения регионе и содержащая в перспективе достаточно высокий минерально-сырьевой потенциал, может иметь большое экономическое значение.

В настоящее время вовлечение в эксплуатацию месторождений полезных ископаемых - одна из главнейших народно-хозяйственных проблем Камчатской области, которая невыгодно отличается от других регионов развитием только рыбной, отрасли (моноэкономика). Освоение месторождений благородных и цветных металлов может стать источником дополнительных рабочих мест, налоговых поступлений, в бюджет области, способствовать достижению социально-экономической самодостаточности.

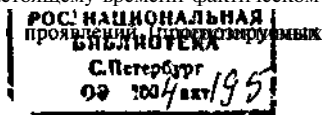
Сравнительно благоприятное расположение таких месторождений и современные технологии обогащения позволяют вести их разработку без ущерба для экологической ситуации территории.

В теоретическом аспекте изучение гипербазит-базитовых интрузий Камчатской зоны позволяет существенно переоценить рудоносность других аналогичных срединных массивов как Дальневосточного региона, так и за рубежом.

Следует также отметить сравнительно низкую степень изученности камчатских комплексных сульфидных рудных объектов и слабую научную известность. Прошло 45 лет со времени их открытия, и пока лишь одно месторождение разведано до категории Сг, а остальные находятся в стадии прогнозной оценки. За этот период было защищено только две кандидатские диссертации: - по специальности «петрология» (ПН.Старков, 1970) и - «геохимия» (С.Д.Минеев, 1991).

Объект исследования — рудоносные массивы, преимущественно габброидного состава, расположенные в центральной части полуострова Камчатка и несущие комплексное пентландит-халькопирит-пирротиновоеоруднение.

Цель работы - показать общие и специфические, свойственные только камчатским, черты сульфидных платиноидно-кобальт-медно-никелевых руд в связи с периодом активизации достаточно крупной структуры - Срединнокамчатского кристаллического массива, произвести металлогеническое районирование, отметить наиболее перспективные территории. На основе имеющегося к настоящему времени фактическом материале провести типизацию наиболее



месторождений) с разработкой прогнозных критериев для оруденения «Камчатского» (Шанучского) типа и подготовкой рекомендаций для направления дальнейших поисково-разведочных работ.

Для выполнения поставленной цели решались следующие *задачи*: 1) формационный анализ структуры Срединнокамчатского кристаллического срединного массива; 2) петрографо-минералогическое, петрогеохимическое изучение рудовмещающих интрузивных пород; 3) выявление закономерностей распределения полезных компонентов в рудных залежах; 4) минералогическое изучение сульфидных руд практически всех известных рудных объектов; 5) прогнозная оценка сульфидных руд на расширенный комплекс полезных компонентов; 6) типизация и районирование территории.

Фактический материал и методы исследования. В основу работы положены более чем двадцатилетние исследования автора в Корякско-Камчатском регионе базит-гипербазитовых комплексов и их рудоносности. Автор трижды проводил оценку прогнозных ресурсов никеля, меди, кобальта, россыпной и коренной платины Камчатской области по состоянию на 1.01.1993г., 1.01.1998г., 1.01.2003г., выполненные по «Заданию Министерства природных ресурсов РФ» для трех пятилетних периодов. Диссертант провел поисковые и тематические работы на всех значимых проявлениях комплексных сульфидных руд региона. Основные методы исследования: 1) геологическое картирование участков и отдельных массивов в масштабах 1:50000 - 1:5000, составление опорных геолого-петрографических разрезов; 2) петрографическое и минераграфическое изучение вмещающих пород и руд (более 1000 шлифов и аншлифов, около 500 микрозондовых анализов породообразующих и рудных минералов; 3) петрогеохимический (350 полных силикатных анализов и более 3000 количественных и приближенно-количественных спектральных анализов); 4) изучение распределения благородных (платиновой группы) и цветных (никель, кобальт, медь) металлов в главных разновидностях пород и руд (600 химико-спектральных анализов, 150 атомно-абсорбционных, 50 химических, 18 рентгено-спектральных флуоресцентных количественных анализов на Rb, Sr, Zr, Nb, Y, Ce, Ba). Исследования выполнялись в специализированных аттестованных и аккредитованных аналитических организациях: Центральной лаборатории ФГУ ГП «Камчатская ПСЭ», ЦХЛ Института вулканологии - г.Петропавловск-Камчатский, лабораториях Дальневосточного геологического института - г.Владивосток. При статистической обработке были использованы отчасти химико-аналитические данные геолого-съёмочных и поисково-разведочных работ.

Научная новизна. 1) Выделена Камчатская платиноидно-никеленосная зона (в ранге металлогенической зоны, приуроченная к Срединнокамчатскому срединному

кристаллическому массиву. 2) Для названной металлогенической зоны выполнено районирование и ранжирование перспективных рудных объектов. 3) Показано, что рудоносные массивы Камчатской платиноидно-никеленосной металлогенической зоны представляют собой комплекс дифференцированных пород и могут быть подразделены на два типа по форме рудовмещающих интрузивов и их пространственному положению в структуре Срединнокамчатского кристаллического массива. 4) Установлено, что несмотря на сходный минеральный состав руд (пирротин-халькопирит-пентландит) существует ряд специфических отличий для конкретных рудных объектов (наличие арсенидов и сульфоарсенидов кобальта и никеля, платиноидов). 5) На основании комплекса признаков и критериев» произведена типизация платиноидно-медно-никелевых проявлений и прогнозируемых месторождений.

Практическая значимость. Выявленные закономерности размещения сульфидных комплексных платиноидно-медно-никелевых руд, особенности их минерального состава позволяют: 1) рассматривать Камчатскую металлогеническую зону в качестве одного из крупнейших в России регионов с прогнозируемыми ресурсами никеля сопоставимыми с ресурсами таких Скандинавских стран как Финляндия, Швеция, Норвегия вместе взятые; 2) рекомендовать для освоения по совокупности проведенных геолого-экономических расчетов такие прогнозируемые месторождения как Тундровое и Квинум (месторождение Шануч относится-к распределенному фонду недр); 3) прогнозировать в пределах Дальневосточного региона возможность обнаружения промышленных залежей сульфидных руд в краевых частях известных срединных массивов в связи с периодом мезозойской активизации.

Апробация работы. Основные положения диссертационной работы были представлены на 14 национальных и региональных, 2 международных. научных конференциях. Материалы диссертации содержатся в 24 опубликованных работах, в 17 геологических-отчетах автора.

Структура и объем работы. Диссертационная работа состоит из введения, девяти разделов и заключения. Общий объем 160 страниц. Работа содержит 42 рисунка и фотографий, 30 таблиц, 2 приложения. Список литературы включает 180 наименований.

Первый раздел посвящен истории проблемы и изученности сульфидных медно-никелевых проявлений Камчатки, второй - геологическому строению и металлогении Корякско-Камчатского региона, при этом особое внимание уделено новой платиноидно-никеленосной зоне, в третьем - приведена детальная структурно-геологическая характеристика главных элементов этой зоны, сделанная,на основе формационного анализа, в четвертом - показаны петро-геохимические особенности рудоносной

(рудовмещающей) перидотит-пироксенит-норитовой формации, в пятом - комплексное описание всех имеющихся значимых объектов платиноидно-медно-никелевых руд, в шестом - охарактеризованы особенности минерального состава руд и формы нахождения в них главных, представляющих промышленный интерес, химических элементов, в седьмом — дана типизация объектов, в восьмом — сформулированы прогнозные критерии сульфидного платиноидно-медно-никелевого оруденения камчатского типа, в девятом - проведена геолого-экономическая оценка наиболее перспективных проявлений (прогнозируемых месторождений) и сделаны практические рекомендации.

Работа выполнена на кафедре геологии и геохимии полезных ископаемых геологического факультета МГУ под научным руководством д.г.-м.н., профессора В.И.Старостина и члена-корреспондента РАН, д.г.-м.н., профессора Д.А.Додина (ВНИИОкеангеология), которым диссертант выражает глубокую признательность и искреннюю благодарность, а также всем сотрудникам кафедры геологии и геохимии месторождений полезных ископаемых МГУ и особенно Г.Г.Милосердиной. Большую помощь советами, ценными замечаниями оказал старший друг и товарищ к.г.-м.н. **А.И.Байков**. Автор особо благодарит сотрудников Института вулканологии к.г.-м.н. В.М.Округина, В.М.Чубарова, всех коллег-геологов, с которыми приходилось работать по проблеме и, прежде всего В.А.Кучуганова, к.г.-м.н. **В.М.Еркина**, А.С.Гумовского, Г.В.Кувакина, Ш.Ш.Ганеева, КХМ.Бамбурина, Е.К.Игнатъева, В.Н.Шаповаленко, сотрудников Научно-исследовательского геотехнологического центра ДВО РАН: д.г.-м.н. Ю.П.Трухина, д.т.н. А.С.Латкина, к.г.-м.н. А.Б.Селянгина, к.г.-м.н. В.В.Кононова, автор благодарит за ценные советы и замечания на начальном этапе своей деятельности сотрудников Дальневосточного геологического института ДВО РАН: д.г.-м.н. С.С.Зимина, чл.-корр.РАН А.И.Ханчука, д.г.-м.н.С.А.Щеку, д.г.-м.н.Тарарина.

Основные защищаемые положения

1. Камчатская платиноидно-никеленосная зона приурочена к срединному кристаллическому массиву и связана с перидотит-пироксенит-норитовой формацией, сформировавшейся в результате раннемеловой тектоно-магматической активизации.

В пределах полуострова Камчатка, сложенного преимущественно кайнозойскими и верхнемеловыми комплексами, выделяются метаморфические образования более древнего палеозойского и даже протерозойского возраста. Таковыми считаются

Срединнокамчатский массив, Ганальский и Хавывенский выступы. Срединнокамчатский кристаллический массив (СККМ) относится к числу самых крупных из названных выше и наиболее интересных и перспективных в отношении металлогенической специализации (месторождений полезных ископаемых) структур. СККМ протягивается в субмеридиональном направлении - на расстояние до 270 км при ширине 30-50 км, располагаясь в южной части Срединного хребта и занимая общую площадь порядка 11 тыс.км² (рис. 1). Он характеризуется двухъярусным строением: нижний этаж - сложноскладчатый фундамент протерозоя, верхний - слабо дислоцированный покров палеозой-раннемезозойского возраста, который автор вслед за А.И.Ханчуком (1985) считает чехлом платформенного типа. Сульфидное медно-никелевое оруденение определяет профиль металлогении СККМ. В его пределах известно одно месторождение, несколько прогнозируемых месторождений и до 60 рудопроявлений и точек минерализации никеля. По А.Д.Щеглову (1971) Срединнокамчатский кристаллический массив можно назвать «срединным массивом с медно-никелевой специализацией».

Мафические и ультрамафические образования, вмещающие сульфидные платиноидно-медно-никелевые руды, относятся к перидотит-пироксенит-норитовой магматической формации, которую некоторые исследователи выделяют в габбро-кортландитовую формацию или - кортландит-норитовый, кортландит-норит-диоритовый комплекс (Старков Г.Н.,1971, Щека С.А., Чубаров В.М.,1987, Щека С.А., Вросек АА., 1999). Диссертант в вопросах терминологии и классификации магматических формаций придерживается воззрений ВСЕГЕИ (1979). Для этой формации характерен непрерывный ряд пород: амфиболовые перидотиты (кортландиты), ортопироксениты, оливиновые нориты, нориты, габбронориты, габбро, а также габбродиориты и диориты при значительном преобладании габброидов. Количественными соотношениями различных типов пород в значительной мере определяется глубина эрозионного среза конкретного массива. Перидотит-пироксенит-норитовая формация представлена небольшими (до 30 км²) интрузивными массивами и мелкими телами габброидов, амфиболитизированных перидотитов, диоритов. Автором показано, что составы пород и характер дифференциации изученных интрузивных массивов Камчатки соответствуют типовым комплексам перидотит-пироксенит-норитовой формации. Проиллюстрировано сходство составов пород таких массивов и отражена их близость средним составам расслоенных никеленосных интрузий Норильского и Печенгского района. По типу дифференциации интрузий в сопоставлении с классическими расслоенными массивами камчатские более соответствуют малым интрузиям Северной Кореи. По геохимическим данным подтверждается дифференцированность интрузивных массивов Дукук и Кувалорог.

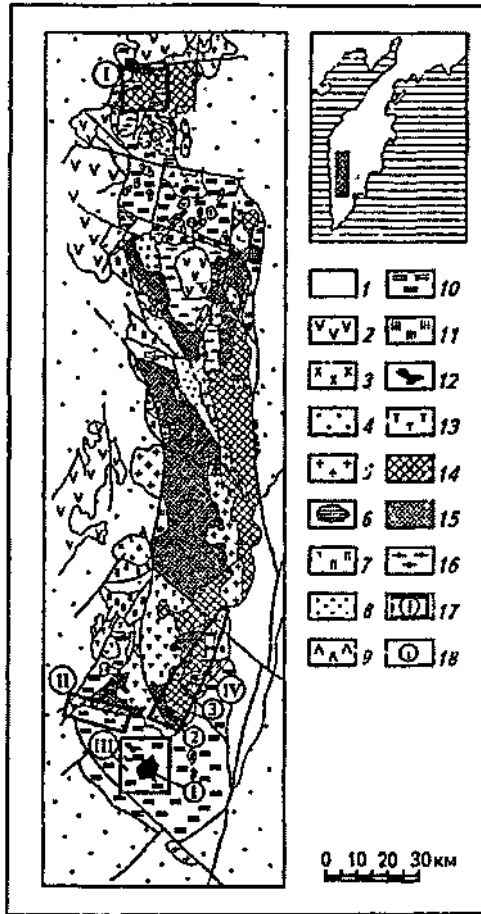


Рис. 1. Схема размещения платиноидно-никеленосных комплексов в структуре Срединнокамчатского кристаллического массива (на формационной основе)

(Полетаев В.А., 1999, [6])

1 - четвертичные аллювиальные образования; 2-3 *орогенные формации*: 2 - андезит-базальтовая кайнозойских вулканических поясов, 3 - диорит-гранодиоритовая миоценовая; 4-6 *формации структур обрамления*: 4 - группа стратифицированных формаций ниже-верхнемеловых, 5-6 позднемеловые интрузивные формации; 5 - тоналит-плагиогранит-гранодиоритовая, 6 - дунит-клинопироксенит-габбровая; 7 - *формации чехла* стратифицированные (7-11) и интрузивные (12-13): 7 - метапикритовая нижнемеловая, 8 - углисто-метатерригенная верхнеюрско-раннемеловая, 9 - зеленосланцевая верхнего палеозоя, 10 - углисто-метатерригенная среднего-верхнего палеозоя, 11 - метатраппобазальтовая нижнего палеозоя, 12 - перидотит-пироксенит-норитовая раннемеловая, 13 - трондьемит-тоналитовая позднепалеозойская; 14-16 *формации фундамента* стратифицированные (14-16) и интрузивные (16): 14 - углисто-кристаллосланцевая протерозоя, 15 - кристаллогнейсовая протерозоя, 16 - мигматит-плагиигранитовая протерозойская; 17 - границы никеленосных площадей: I - Шанучское рудное поле, II - Квинумское рудное поле, III - Кувалоргорское рудное поле, IV - Пенницкая рудная зона; 18 - никеленосные массивы: 1 - Кувалоргор, 2 - Дукук, 3 - Пенницкий

Перидотит-пироксенит-норитовая формация типична для периодов активизации срединных массивов. Результаты определения абсолютного возраста калий-аргоновым методом (30 анализов, приведенных в геологических отчетах ПГО Камчатгеология за период от 1966 до 1990 гг.) отвечают временному интервалу от юры до палеогена (олигоцена). Однако породы формации затронуты зеленосланцевым метаморфизмом, поэтому калий-аргоновые определения, по-видимому, отражают время наложенных вторичных процессов. По нашему мнению, время образования формации следует связывать с периодом активизации СККМ, начавшемся в позднеюрско-раннемеловое время, в общем случае - в раннем мелу.

2. Рудоносные массивы Камчатской платиноидно-никеленозной зоны представляют комплекс дифференцированных пород, подразделяются на два типа по форме рудомещающих интрузий и приуроченности к структуре СККМ.

Рудоносные массивы *первого типа* — представляют собой небольшие по размерам (до 1000 - 1200 м по простиранию, при мощности десятки метров, редко до 150 - 200 м) и простые по форме линейные пластообразные тела. Пространственно они тяготеют к периферии СККМ. К ним относятся интрузивные комплексы Квинумского и Шанучского рудных полей. Такие интрузивы отличаются четко выраженной дифференциацией и интенсивными вторичными изменениями. Дифференциация выражена закономерной сменой вверх по разрезу ультраосновных пород основными и средними. На современном эрозийном срезе гипербазиты, представляют собой - рассланцованные тальк-хлорит-флогопит-тремолитовые породы, иногда значительно окварцованные, в которых наблюдаются небольшие количества сосюритизированного плагиоклаза (андезин-олигоклаз) и калиевого полевого шпата. Вверх по разрезу количество лейкократовых минералов постепенно увеличивается, а степень рассланцевания уменьшается. Габброиды, переходящие в наиболее крупных телах в диориты, сложены роговой обманкой и плагиоклазом, второстепенные - биотит, хлорит, клинопироксен, кварц. Текстура пород массивная. Контакты линейных интрузивов с вмещающими породами, как правило, ровные четкие, выражены зонками тектонических глин, мощностью до первых дециметров. В некоторых случаях в экзоконтактах отмечаются ороговикование и пиритизация сланцев.

Шанучское рудное поле расположено в центральной части полуострова Камчатка, на северном окончании СККМ. Структура рудного поля обусловлена как специфическими особенностями краевой части срединного массива, так и влиянием субширотного долгоживущего Ичинско-Адриановского глубинного разлома, в зоне которого

локализованы линейные рудоносные интрузивы. Субширотные разрывные нарушения - главные магмо- и рудоконтролирующие структуры.

Шанучское рудное поле занимает площадь около 85 км². В его пределах развиты интрузивы первого типа, представленные, главным образом, измененными габброидами, несущими сульфидную медно-никелевую минерализацию. Здесь находятся одноименное месторождение (Шануч), рудопроявления Графитовое, Геофизическое и несколько точек убоговкрапленной минерализации. Вмещающие породы - кристаллические сланцы камчатской серии (углисто-кристаллосланцевая формация протерозоя) и гнейсограниты (протерозойская мигматит-плагиигранитовая формация). Дайкоподобные интрузивные тела измененных метаморфизованных габброидов и менее распространенных гипербазитов прослеживаются в субширотном направлении в виде линейной зоны на расстояние более 3 км. Мощность отдельных тел обычно от первых ветров до первых десятков. Они склоняются на юг под углами 45 - 70°, но встречаются участки вертикальных и даже крутых северных падений. Никеленосные габброиды и гипербазиты значительно изменены: амфиболлизированы, окварцованы и представляют собой породы амфибол-полевошпатового, биотит-амфибол-полевошпатового, существенно амфиболового состава, почти постоянно содержащие различное количество кварца. Для них часто характерен пегматоидный, облик, обусловленный разрастанием кристаллов амфиболов и плаггиоклаза. Наиболее распространены среди них амфиболовые метапироксениты, метагорнблендиты, метагаббро, реже встречаются метаперидотиты.

К настоящему времени на месторождении Шануч известно две рудные залежи.

Залежь №1 представляет собой линзовидное в плане трубообразное тело северо-восточного простирания с размерами 150-160 на 50-60 м. Она имеет крутое, близкое к вертикальному северо-западное падение и склоняется на запад под углами 65-70°. В настоящее время залежь прослежена до глубины 200 м. С глубиной простирание ее меняется на субширотное, морфология усложняется и сопровождается резкими колебаниями мощности, раздувами и ответвлениями, сложным характером выклинивания. Отличительная особенность залежи - она сложена на 70-80% богатыми массивными и брекчиевидными рудами.

Средние содержания (утвержденные) в залежи: Ni - 4,96% (при максимальных **10,0%**), Cu - 0,76% (**4,82%**), Co - 0,16% (**1,5%**), Pt - 0,39 г/т, Pd - 0,39 г/т, Au - 0,26 г/т, Se от 20 до 55 г/т и Te от 5 до 14 г/т. Особый интерес в отношении благородных металлов представляет "железная шляпа". В ней происходит накопление МПГ и золота, средние содержания в которых (**в г/т**): Pt - 3,09, Pd - 2,53, Au - 2,07. Максимальные содержания

суммы МПГ по данным поисковых работ (Игнатъев Е.К., 1979 ф.) составили (в г/т) 19,36 из них: Pt - 13Д Pd - 6,12, Rh - 0,042, Au - 5,78.

Минералогически МПГ выражены мелкими единичными редко встречающимися зернами обычно около 10 мкм, иногда до 150 мкм. В массивных и густовкрапленных рудах отмечались самородная платина и сперрилит в виде единичных обособлений в кобальтине и пентландите. В прожилково-вкрапленных существенно халькопиритовых рудах эндоконтактной зоны - майченерит.

Залежь №2 расположена в 80 м к югу от рудной залежи №1 и на 60-70 м выше ее по рельефу. Залежь имеет в плане сложную крестообразную форму с размерами 120 на 35-50 м, с крутым падением на юг и представляет собой своеобразный бескорневой останец некогда единого тела. Большое количество мелких разноориентированных тектонических нарушений осложняет морфологию этой залежи, сложенной прожилково-гнездовыми рудами, в которых встречаются линзообразные участки массивного строения с размерами до 15 м при мощности 1 - 4 м.

Средние содержания по месторождению (**в %**): **Ni - 2,7, Co - 0,13, Cu - 0,45**, а также (**в г/т**): **Au - 0,3, Pt - 0,5, Pd - 0,57**.

Квинумское рудное поле приурочено к юго-западному окончанию СККМ и прослеживается в северо-западном направлении более чем на 20 км, занимая площадь 120 км². Оно включает 10 комплексных медно-никелевых рудных объектов, связанных с линейными телами измененных гипербазитов и габброидов. Такие интрузивы имеют, как правило, размеры 250-350 м, редко до 1000 - 1200 м, с мощностью первые десятки метров, достигая 200 м в наиболее протяженных телах, северо-западное простирание и падают под углами 20-35°, иногда до 50-60° в юго-западном направлении, согласно элементам залегания сланцеватости.

В пределах наиболее крупного рудного объекта - прогнозируемого месторождения Квинум известно четыре рудные залежи, локализованные в трех, вытянутых в северо-западном направлении субпараллельных массивах амфиболитизированных перидотитов, горнблендитов и габброидов. Две залежи расположены в массиве Нижнем, длина которого составляет 1100 м при мощности до 200 м. Массив Верхний расположен на 50 м выше Нижнего, имеет протяженность 600 м при мощности до 200 м. Массив Квинум П находится примерно на одном уровне с Нижним, в 650 м к северо-западу и вытянут в плане на 1000 м при мощности до 50 м.

Рудные залежи приурочены к лежащему боку интрузивного тела. Наиболее богатые руды тяготеют к нижнему (лежащему) контакту. Протяженность рудных залежей обычно 200-350 м, мощность рядовых руд - первые десятки метров (до 50 м), богатых - обычно

первые метры и до 10 м. Рудные тела сложены массивными, вкрапленными и прожилково-вкрапленными, иногда брекчиевыми и брекчиевидными рудами, в которых главные рудные минералы представлены пирротинном, халькопиритом, пиритом, с подчиненными количествами пентландита, виоларита, сульфидов, сульфоарсенидов и арсенидов никеля и кобальта. Характерная особенность сульфидной минерализации Квинумского рудного поля - обогащение минералами мышьяка в верхних частях рудных тел.

Рудная залежь №1 приурочена к лежащему боку центральной части массива Нижнего. Протяженность залежи 250 м при средней мощности 15 м. Руды рядовые вкрапленные и прожилково-вкрапленные, с поверхности в значительной степени выщелочены. Мощность зоны окисления достигает глубины порядка 30м.

Рудная залежь №2 находится в северо-западной части массива Нижнего и приурочена к его лежащему боку. Она вытянута на 250 м при мощности до 50 м. Руды вкрапленные, прожилково-вкрапленные, в подошве массива - прожилково-гнездовые, с поверхности значительно выщелочены.

Рудная залежь №3 расположена в пределах массива Верхнего. Протяженность залежи составляет 350 м при средней мощности 25 м. Наиболее богатые массивные и брекчированные руды образуют субпластовое линзовидное тело в лежащем боку залежи. Длина блока богатых руд - 230 м при средней мощности 2,5 м.

Рудная залежь Квинум П приурочена к лежащему боку юго-восточного фланга одноименного линейно вытянутого массива, сложенного амфиболизированными перидотитами, в различной степени измененными (главным образом окварцованными). Рудная залежь представляет собой полого падающее на юго-запад пластообразное тело длиной 300 м при средней мощности 21 м. Залежь сложена в лежащем боку богатыми прожилково-гнездовыми рудами, постепенно переходящими в рядовые и бедные сульфидные вкрапленные. Богатые руды образуют тело протяженностью 150 м при мощности 8 м.

Средние содержания: Ni - 4,59% в массивных рудах и 1,58% в прожилково-гнездовых, **Сu – 1,6% и 0,56%, Со – 0,1% и 0,04%, МПГ – 3,96 г/т и 0,2 г/т, Au – 0,47 г/т и 0,03 г/т, Ag** - 3,0 г/т.и 2,9 г/т соответственно. Максимальные содержания МПГ более 4,5 г/т выявлены в массивных рудах при поисковых работах с бурением скважин. Характерны высокие содержания **Pd до 2,0 г/т и Rh** до

Формы нахождения МПГ в рудах: собственные минералы, главным образом, сперрилит, значительно реже - висмутеллуриды платины и палладия (майченерит,

мончеит). Не исключено, что значительная часть МПП может находиться в качестве элементов-примесей в главных сульфидах.

Второй по размерам рудный объект - прогнозируемое месторождение Тундровое занимает северо-западный фланг Квинумского рудного поля.

Сульфидная медно-киселевая минерализация приурочена к двум небольшим дифференцированным (от кортландитов и горнблендитов до роговообманковых габбро) массивам площадью 0,05 и 0,07 км², расположенным примерно на одном гипсометрическом уровне в 600 м друг от друга. По геофизическим данным они представляют на глубине единый линейно вытянутый интрузивный массив, полого падающий на юго-запад согласно общему падению сланцеватости. Ультраосновные породы интенсивно рассланцованы, актинолитизированы и оталькованы. Сульфидное оруденение тяготеет к наиболее меланократовым разностям пород и локализуется в нижней части (лежащем боку) интрузивов. В настоящее время здесь известны две рудные залежи, которые с поверхности в значительной степени окислены и выщелочены. Мощность зоны окисления превышает 12,0м.

Рудная залежь №1 расположена в южной части месторождения. Она вытянута вдоль лежащего контакта интрузива и представляет собой линзо- или пластинообразное тело с падением на юго-запад под углами 70 - 80°, при постепенном выполаживании до 20 — 30°. С поверхности она сложена на 15-20% богатыми прожилково-гнездовыми, которые сменяются на южном фланге рядовыми прожилково-вкрапленными, а затем - вкрапленными рудами. Средняя мощность линзообразного тела богатых руд 6 м, рядовых - 40 м, протяженность - 200 м и 300 м соответственно.

Рудная залежь №2 приурочена к северо-западному выходу гипербазитов и имеет в плане линзообразную форму. Она изучена с поверхности канавами и прослежена на глубину 12,4 м двумя скважинами. Богатые руды составляют центральную часть залежи и вскрываются на более низких гипсометрических уровнях эрозионного вреза. Средняя мощность богатых руд в залежи 10 м, рядовых - до 40 м, при протяженности 230 и 350м соответственно.

Средние содержания в богатых рудах из-за разной степени окисления и выщелачивания в рудных телах различные: **Ni – 2,59% в залежи №1 и 1,25% в залежи №2, Cu – 0,84% и 0,24%, Co – 0,06% и 0,03%** соответственно, при средних содержаниях МПП **– 0,65 г/т, Au – 0,14 г/т, Ag – 3,4 г/т.**

Рудоносные массивы *второго типа* - округлые или овальные в плане интрузивы - лополиты площадью до 20 - 30 км². К ним относятся массивы Кувалорог, Дукук,

Пеницкий, Кагнисин, находящиеся во внутренней южной оконечности СККМ. Они сравнительно более удалены от границ срединного массива и прорывают образования углито-кристаллосланцевой формации протерозоя и углито-метатерригенной формации среднего-верхнего палеозоя.

Особенностью пород массивов второго типа является то, что они практически всегда содержат роговую обманку и плагиоклаз (в том числе и гипербазиты), часто слюды биотит-флогопитового ряда, вкрапленность и крупные линзообразные скопления графита, для краевых частей интрузий характерен гранат и ксенолиты вмещающих кристаллических сланцев, плагиогнейсов, гнейсогранитов.

Массив Кувалорог расположен в осевой части Срединного хребта, в южной части СККМ и объединяет 17 точек минерализации, рудопоявлений и прогнозируемых месторождений никеля, сосредоточенных, главным образом, в его пределах, зоне контакта и мелких выходах габброидов - сателитов главного массива, образуя все вместе Кувалорогское рудное поле площадью около 220 км². Массив Кувалорог достаточно крупное интрузивное тело имеет в плане округлую, несколько вытянутую в северо-западном направлении форму с размерами 5 на 6 км. По мнению геофизиков это лополит с неровной подошвой, осложненной магмоподводящим каналом. Мощность интрузива в центральной части, в районе магмоподводящего канала 2,5-3,0 км, а в краевых частях - 500 м. В периферийных областях интрузива местами предполагается небольшое увеличение мощности, что может создавать своеобразные структурно-литологические ловушки благоприятные для локализации руд. Состав пород от амфиболовых перидотитов - кортландитов до диоритов и гранодиоритов. Наблюдается четкая приуроченность более кислых дериватов к краевым частям интрузии. В керне глубоких буровых скважин обнаружены крупные слои-ритмы мощностью 50 — 250 м состоящие из габброноритов, гранатсодержащих габбро, горнблендитов и кортландитов. Так в скважине 5 (глубина 502 м) отмечается 3 ритма, а в скважине 3 (глубина 900 м) - 5 ритмов.

Возможные параметры рудных тел основываются на данных по комплексным геофизическим аномалиям и коренным выходам сульфидных медно-никелевых руд. Залежи богатых руд предполагаются на глубинах от 160 до 800 м. Предполагается, что рудные тела могут быть пластинообразными или плитообразными, полого падающих к центру массива (месторождения Медвежье, Северное) или штокообразными крутопадающими (Правокихчинское). При этом Северное прогнозируется как крупное месторождения никеля, Медвежье - среднее, а Правокихчинское — в качестве мелкого. Расчетные средние содержания в рудах: **Ni – 1,34%, Cu – 0,6%, Co – 0,2%, МПГ - 1,23 г/т, Au – 0,41 г/т.**

Массив Дукук (18 км²) также относится к наиболее изученным, но только поверхностными горными выработками. Он представляет собой лополитообразное тело 2 на 10,5 км, вытянутое в плане в северо-западном (азимут 320°) направлении. Массив Дукук, наряду с Пеницким (15 км²), Немтикским (7 км²) и массивами Кагнисинской группы приурочены (также как и Кувалорог) к зоне разуплотнения северо-восточного простирания, выделяемой по геофизическим данным. Они образуют Пеницкую (Пеницко-Дукукскую) рудную зону, вытянутую более чем на 40 км при ширине до 10 км. В пределах зоны можно выделить прогнозируемые рудные поля, связанные с названными массивами перидотит-пироксенит-норитовой формации. В каждом из них известны проявления сульфидных медно-никелевых руд, но все они, за исключением Дукукского изучены очень слабо.

Чашеподобная подошва лополита Дукук, согласно геофизическим данным находится на глубине 400-700 м, максимально погружаясь в центральной части. Массив отличается заметной дифференциацией, которая выражена в том, что водоразделы и их высоты сложены лейкократовыми габбро и габбродiorитами, — склоны водоразделов и основания «подвешенных» цирков - габбро, габброноритами, - норитами, горнблендитами, кортландитами.

В пределах массива геологическими и геофизическими работами установлено б рудных тел различной морфологии и размеров, которые прогнозируются в качестве среднего месторождения никеля - месторождение Дукук. Богатые массивные и прожилково-вкрапленные руды по геофизическим данным могут залегать на глубинах 400 - 650 м.

Средние содержания полезных компонентов на поверхности составляют 0,5% (при **максимальных 1,45% Ni, 0,2% (1,33%) Cu, 0,03% (0,122%) Co, 0,2 г/т (0,36 г/т) МПГ, 0,08 г/т (0,213 г/т) Au, 4,0 г/т Ag, 12 г/т Se, 0,9 г/т Te.**

Общим для рудоносных интрузивных массивов обоих типов является их приуроченность к углеродсодержащим метатерригенным формациям: углисто-кристаллосланцевой формации протерозоя и углисто-метатерригенной формации среднего-верхнего палеозоя.

3. Формирование сульфидного оруденения происходило полигенным и полихронным способом в магматический и метаморфический этапы, однако богатые руды связаны с метаморфическим этапом.

Для магматического этапа характерно наличие округлых мелких пойкилитовых выделений сульфидов в оливине и пироксенах амфиболовых перидотитов, оливиновых

норитах, а также их сидеронитовая вкрапленность в кортландититах, норитах, иногда и диоритов рудоносных массивов второго типа.

Первый этап метаморфизма - автометаморфизм, связан с магматическими процессами становления интрузий обоих типов. Он носит регрессивный характер и выражен серпентинизацией оливина, незначительным оталькованием пироксенов и не оказывает существенного влияния на сульфиды, способствуя лишь некоторому замещению их магнетитом. К настоящему моменту среди сульфидных, медно-никелевых объектов Камчатки не выявлено богатых руд магматического генезиса, что не исключает возможность их обнаружения при глубоком бурении, на что косвенно указывают интенсивные геофизические аномалии в пределах массива Кувалорог.

В метаморфический этап происходит формирование богатых эпигенетических руд. Для рассматриваемых массивов метаморфический этап регионального зеленосланцевого метаморфизма позднемелового времени проявлен в повсеместном развитии в габброидах и гипербазитах кальциевых амфиболов (стадия кальциевого метасоматоза): роговой* обманки, актинолита, а также флогопита. При этом из породообразующих минералов и первичных сульфидов высвобождались Ni, Co, Fe, Си способствуя увеличению общей кислотности минеральных ассоциаций. Для этой стадии (кислотного выщелачивания) характерно формирование сидеронитовой сульфидной вкрапленности, особенно проявленной в рудных залежах первого типа. В краевых частях массивов второго типа получили развитие биотит, куммингтонит, гранат, хлорит, антофиллит.

В результате влияния тектонических подвижек в зонах долгоживущих глубинных разломов, в которых консолидировались рудоносные интрузии, под влиянием повышенной общей кислотности рудоносных растворов происходило образование богатых сплошных и брекчиевидных руд, а в окружающих породах экзоконтактных зон - вкрапленных и прожилково-вкрапленных.

Позднемеловая гранитизация сопровождалась привнесом кремнезема и щелочей, «раскислила» до диоритов краевые части существенно габброидных интрузивов второго типа, привела к образованию жил пегматитов, особенно характерных для Дукусского массива, и способствовала значительному окварцеванию вмещающих малых интрузий Шанучского рудного поля и повсеместному развитию кварцевых (незолотоносных) жил небольшой мощности в пределах Дукусского рудного района.

4. Типизация объектов сульфидных комплексных платиноидно-медно-никелевых руд позволяет прогнозировать в регионе средние и мелкие месторождения никеля (возможно и крупные).

Рассматривая весь комплекс петрохимических и геохимических характеристик приходим к выводу, что наиболее близки рассмотренные месторождения *северо-корейскому типу*, оставаясь при этом самостоятельным Шанучским типом в классификации Д.А.Додина и Н.М.Чернышова (1994). Для этого типа характерны средние и мелкие месторождения никеля со средними содержаниями МПП от десятых долей до первых единиц г/т. Рудные объекты Дукусского и Кувалорогского массивов по величинам концентраций полезных компонентов и по составу вмещающих интрузивных пород предварительно отнесены к садберийскому типу (табл. 1).

**Петрогеохимические показатели сульфидных медно-никелевых руд
Центральной Камчатки.**

Таблица 1

Месторождение, рудопроявление	MgO, %	Ni / Cu	Ni/Co	Pt / Pd	Вмещающие интрузивы
Шануч	5-22	4,5-6,5	30-31	0,9	измененные габброиды
Тундровое	7-22	3,6	35	0,5-0,9	амфиболитизированные перидотиты, горнблендиты, габброиды
Квинум I	6-20	2,6-4,6	35-41	0,5-0,8	амфиболитизированные перидотиты, измененные габброиды
Квинум II	6-18	2,1-3,3	25-26	0,2-0,6	амфиболитизированные перидотиты
Группа р/проявлений мас. Кувалорог	4-27	2,0-3,4	10-32	0,3-0,5	кортландиты, нориты, габбро
Аннабергитовая щель	16	0,6-3,1	21-31	0,3-1,3	амфиболитизированные вебстериты
Дукусское	10-20	2,5	17	0,5-1,2	кортландиты, нориты
Типовые объекты (классификационные типы по Додину, Чернышovu)					
Роновский	5-25	1-4	10-20	0,4-1	перидотит-пироксенит-норитовые, кортландит-норитовые
Мамонско-Печенгский	20-25	1-5	10-50	1-2	дунит-перидотит-габброноритовые (мамонский), габбро-верлитовые (печенгский)
Мончегорский	15-20	1-3	7-20	0,2-2	норит-ортопироксенит-перидотитовые
Садберийский	20-25	1-5	10-50	1-2	норит-диоритовые
Еланский	4-12	5-40	8-50	0,5-1,5	ортопироксенит-норит-диоритовые

По характерным ассоциациям МПГ рудные объекты Квинумского рудного поля относятся к рутений-родиевой, а рудопроявление Аннабергитовая щель (Кувалорогское рудное поле) к иридий-рутений-родиевой геохимической разновидности. С медно-никелевыми рудами в регионе связаны основные прогнозные ресурсы МПГ, которые более чем в 5 раз превышают ресурсы россыпных платиноидов (в том числе и Корякин).

Типовой объект - наиболее близкий по петро-геохимическим характеристикам, согласно классификации - Роновское месторождение (Норвегия) и небольшие и средние сульфидные платиноидно-медно-никелевые месторождения Аляски, Невады, Калифорнии, Британской Колумбии, Мексики и Кореи.

5. Расчет показателей геолого-экономической оценки - своеобразная геолого-экономическая модель, позволяющая проводить оценку перспективности объектов на стадии прогнозирования (категории **P₂**).

В настоящее время в пределах СККМ насчитывается одно месторождение (Шануч), оцененное по категории **C₂**, семь прогнозируемых месторождений и более полусотни рудопроявлений и точек минерализации никеля. В целом, изученность сульфидных руд довольно слабая, особенно на глубину. Однако, в современных условиях, требования получения инвестиций для постановки дальнейших геологоразведочных работ ставят не только благоприятные геологические перспективы, высокие прогнозные оценки, но и расчет возможной экономической эффективности освоения месторождения. Такими показателями эффективности резервных месторождений с учетом существующих налогов, платежей и отчислений будут: чистая дисконтированная (приведенная) прибыль, индекс доходности, срок окупаемости капитальных вложений, внутренняя норма доходности, рентабельность предприятия (месторождения).

Рассматриваются два наиболее перспективных в настоящее время прогнозируемых месторождения Квинум и Тундровое Квинумского рудного поля, оцененные по категории **P₂**. По морфологии рудных залежей, вскрытых поверхностными горными выработками и единичными скважинами, они относятся к жильному и линзообразному промышленному типу, к которому принадлежат такие известные месторождения как Аллареченское, Каула, Фалконбридж (табл. 2).

**Параметры месторождений жильного и линзообразного
промышленного типа**

Таблица 2

	Пло- щадь м-ния, км ²	Запасы (ресурсы)		Коли- чество рудн. тел	Параметры рудного тела, м			Средние содержания			
		руды, млн.т	Ni, тыс.т		длина	мошн.	Протяж на глубину	Ni, %		МПГ, г/т	
								бо- гат.	ря- дов	богат.	рядов
Квинум	2,5	21,4	197,7	4	150-350	2,5-50	500 ?	2,47	0,7	1,83	0,16
Тундровое	2,0	27,4	245,5	2	200-350	6,0-40	500 ?	1,71	0,75	0,66	0,1
<i>Средние промышлен- ного типа</i>	0,5-5	1-15	<i>средние мельче</i>	4-60	300-1500	0,3-30	20-1200	1-5		0,1-1,0	

Расчет технико-экономических показателей геолого-экономической оценки по методикам³ ВИЭМС, предусматривает достаточно детальную изученность, после составления "Технико-экономического обоснования" (ТЭО), тогда как даже самое известное из камчатских месторождений - Шануч, прошло лишь стадию составления "Технико-экономического доклада" (ТЭД). Однако, в условиях легко ранимой природы Камчатки особенно важно правильно оценить перспективы рудных объектов на стадии прогнозирования. В реальных экономических условиях области, отличающихся практически полным отсутствием горно-добывающей промышленности, ее традиций и какой-либо инфраструктуры, интерес на первом этапе освоения могут представлять только богатые руды, которые и учитывались в расчетах.

Геологические показатели месторождения Тундровое более предпочтительны: прогнозируемые запасы руды почти в полтора раза выше, при несколько более низких средних содержаниях.

Согласно расчетов технико-экономических показателей геолого-экономической оценки, анализа геологических факторов и горно-технических условий оба месторождения могут быть экономически эффективны и приносить прибыль. При сравнении- основных геолого-экономических показателей отчетливо видно, что месторождение Квинум более рентабельно (табл. 3):

**Сопоставление основных показателей геолого-экономической оценки
месторождений Квинум и Тундровое**

Таблица 3

Показатели	Ед. изм.	КВИНУМ	ТУНДРОВОЕ
Годовая прибыль	млн.\$	22,25	5,10
Чистая годовая прибыль	“-	14,91	2,38
Чистая дисконтированная прибыль	“-	49,55	17,21
Срок окупаемости	лет	5,7	7,0
Индекс прибыльности		0,60	0,29
Рентабельность:	%		
к производственным фондам		12,45	2,38
к эксплуататрам		69,97	8,13

Заключение

В результате проведенных исследований в пределах Корякско-Камчатского региона выделена перспективная на никель, сопутствующий кобальт, платиноиды и ряд других полезных компонентов сульфидных руд Камчатская никеленосная зона (в рамках металлогенической зоны), детально охарактеризованы ее общие особенности: рудные объекты по своему геолого-промышленному типу отнесены к сульфидным медно-никелевым полихронным и полигенным образованиям, пространственное положение которых контролируется жесткой структурой СККМ, руды сложены классической халькопирит-пентландит-пирротиновой минеральной ассоциацией с МПГ.

Особое своеобразие выделенной зоны составляют два типа рудоносных массивов, относительно повышенное количество As, особенно в поверхностных частях рудных тел и на флангах. Платиноносность промышленных типов руд тесно связана с их качеством, за исключением образований «железной шляпы», и составляет в бедных (по содержанию никеля) - десятые доли г/т и первые г/т - в богатых рудах.

Согласно проведенной типизации по форме рудных залежей (морфологии) прогнозируемые месторождения относятся к линзообразному и жильному типу, аналогичному Аллареченскому (Квинум, Тундровое) и Фалконбридж (Шануч). Для него характерны мелкие и средние комплексные месторождения никеля и кобальта с содержаниями платиноидов до первых г/т. Не исключена возможность выявления (подтверждения) крупных месторождений пластообразного типа в пределах массива

Кувалорог и, возможно, Дукук (здесь могут быть найдены рудные залежи комбинированного типа). Прогнозируемые месторождения района массивов Кувалорог и Дукук предварительно отнесены к Садберийскому типу.

В группе объектов нераспределенного фонда первоочередными являются прогнозируемые месторождения Квинум и Тундровое Квинумского рудного поля. Рассчитанные технико-экономические показатели подтверждают, что они могут быть экономически эффективны и приносить прибыль. Компактное и достаточно доступное их расположение, близость источников энергетического сырья: каменного угля, природного газа, возможность отработки месторождений открытым или комбинированным способом могут увеличить их инвестиционную привлекательность.

Объекты II очереди - прогнозируемые месторождения Кувалорогского рудного поля: Северное, Медвежье, Правокихчинское. По геофизическим параметрам среди них могут быть крупные месторождения никеля, платиноидов и кобальта. Однако отработка рудных залежей возможна, по-видимому, только подземным способом, что на данном этапе и не позволяет относить их к первоочередным объектам.

Рудные объекты Дукукского массива отнесены к объектам III очереди освоения, так как характеризуются невысокими средними содержаниями в известных рудных телах.

Первостепенной - задачей дальнейших исследований следует считать изучение прогнозируемых месторождений на глубину.

Проведенная автором оценка прогнозных ресурсов никеля и сопутствующих кобальта, меди, платиноидов, золота позволяет выделить (прогнозировать) в пределах названной зоны, кроме известного уже месторождения Шануч, одно крупное (Северное), одно среднее (Медвежье) и три мелких месторождения никеля (Квинум, Тундровое, Правокихчинское) с богатыми рудами.

В целом для Камчатской платиноидно-никеленоносной зоны прогнозируется по категории $P_1 + P_2$, только в богатых рудах (без учета рядовых) более 1 млн.т Ni и около 120тыс.т Co.

Список основных опубликованных работ по теме диссертации

1. Полетаев В.А., Бамбури Ю.М., Минеев С.Д. Петрология массивов Дукук и Юрчик на Камчатке. // Тезисы докладов совещания "Геология" и "рудные формации Дальнего Востока". Вл-к, 1984. С. 38-39.

2. Полетаев В.А. Платиноносные формации Срединнокамчатского массива и Ганальского выступа метаморфических пород Камчатки. // Тезисы докладов совещания "Геология и генезис месторождений платиновых металлов". М.: ИГЕМ РАН, 1992. С. 87.

3. Полетаев В.А., Байков А.И. Платиноносность медно-никелевых проявлений Камчатки. // Тезисы докладов VII Международного платинового симпозиума. М., 1994. С. И.

4. Полетаев В.А., Москалева С.В. Минералого-геохимические особенности медно-никелевых руд Центральной Камчатки. // Тезисы 2-го Международного симпозиума "Проблемы комплексного использования руд". С-Пб., 1996. С. 23.

5. Полетаев В.А. Камчатско-Корякский платиноносный пояс. // Платина России. - Т.ЛИ. - Кн.1. М.: ЗАО "Геоинформмарк", 1999. С.76 - 87.

6. Полетаев В.А. Сульфидные платиноидно-медно-никелевые месторождения и рудопоявления перидотит-пироксенит-норитовой формации Центральной Камчатки // Платина России. - Т.ЛИ. - Кн.2. М.: ЗАО "Геоинформмарк", 1999. С.191-199.

7. Латкин А.С, Полетаев В.А. Совершенствование методов обогащения тонкодисперсных фракций благородных металлов // Платина России. - Т.ІV* М.: ЗАО "Геоинформмарк", 1999. С.237-242.

8. Полетаев В.А. Типизация платиноидных проявлений Корякско-Камчатского региона // Матер, региональной научно-практической конференции "Геология и полезные ископаемые Камчатской области и Корякского автономного округа". Петропавловск-Камчатский, 1999. С.56-57.

9. Полетаев В.А. Минералого-геохимические особенности платиноидно-медно-никелевых руд Центральной Камчатки. // Тезисы докладов научной сессии Камчатского отделения ВМО, посвященной памяти ФЖКутыева "Петрология и металлогения базит-гипербазитовых комплексов Камчатки". Петропавловск-Камчатский, 2000. С.85-86.

10. Полетаев В.А. Типовые особенности платиноидных проявлений Корякско-Камчатского региона. // Материалы XI сессии Северо-Восточного отделения ВМО "Проблемы геологии и металлогении Северо-Востока Азии на рубеже тысячелетий": в 3-х томах. Т.2. Металлогения. Магадан: СВКНИИ ДВО РАН, 2001. С.66-70.

11. Полетаев В.А., Байков А.И., Шаповаленко В.Н. Благородные металлы сульфидных медно-никелевых руд Центральной Камчатки. // Тезисы докладов Годичного собрания Минералогического общества при РАН «Минералогия - основа использования комплексных руд». С-Пб, 2001. С.82-84.

12. Полетаев В.А. Практика геолого-экономической оценки прогнозируемых месторождений комплексных сульфидных медно-никелевых руд Центральной Камчатки. // Материалы Всероссийского совещания (XII сессия СВО ВМО), посвященного 90-летию академика Н.А.Шило «Геодинамика, магматизм и минерогения континентальных окраин севера Пацифики»: в 3-х томах. Т.3. Магадан: СВКНИИ ДВО РАН, 2003. С. 187-188.

Полегаев Владимир Алексеевич

**КАМЧАТСКАЯ ПЛАТИНОИДНО-НИКЕЛЕНОСНАЯ ЗОНА
ГЕОЛОГИЯ И РУДОНОСНОСТЬ**

*Автореферат диссертации на соискание ученой степени
кандидата геолого-минералогических наук*

Лицензия ИД № 02187 от 30.06.00 г. Подписано в печать 27.02.2004 г.

Формат 61*86/16. Печать офсетная. Гарнитура Times New Roman

Усл. печ. л. 1,33. Заказ № 213. Тираж 100

Редакционно-издательский отдел
Камчатского государственного технического университета

Отпечатано полиграфическим участком РИО КамчатГТУ
683003, г. Петропавловск-Камчатский, ул. Ключевская, ~35

0 - 4 8 6 6