

На правах рукописи

ЦЫКИНА СВЕТЛАНА ВАЛЕНТИНОВНА

**ЧУКТУКОНСКОЕ №-TR МЕСТОРОЖДЕНИЕ.
МОДЕЛИРОВАНИЕ, ТИПИЗАЦИЯ РУД И
ОЦЕНКА ПЕРСПЕКТИВ**

Специальность 25.00.11 - «Геология, поиски и разведка
твердых полезных ископаемых, минерагения»
(по геолого-минералогическим наукам)

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени
кандидата геолого-минералогических наук

КРАСНОЯРСК 2004

Работа выполнена в Государственном образовательном учреждении высшего профессионального образования «Государственный университет цветных металлов и золота» на кафедре «Геологии, минералогии и петрографии»

Научный руководитель: доктор геолого-минералогических наук
Сазонов Анатолий Максимович

Официальные оппоненты: доктор геолого-минералогических наук
Макаров Владимир Александрович

кандидат геолого-минералогических наук
Динер Алексей Эдуардович

Ведущая организация: ОАО «Красноярскгеология»

Защита состоится 16 июня 2004 г. в 12.00 ч. в ауд. 237 у. к. на заседании диссертационного Совета Д 212.095.01 при Государственном образовательном учреждении высшего профессионального образования «Государственный университет цветных металлов и золота» по адресу: 660025, г. Красноярск, пр. им. газ.-Красноярский рабочий, 95.

Автореферат диссертации разослан «~~12~~» мая 2004 г.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ГОУ ВПО «ГУЦМиЗ»

Ученый секретарь
диссертационного Совета



кандидат технических наук
В.Н. Морозов

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность работы.

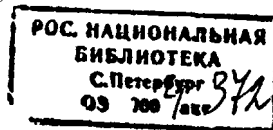
Постоянная Комиссия по природным ресурсам, экологии и природоохранной деятельности Законодательного Собрания Красноярского края в апреле 2003 г. приняла решение о формировании в Красноярском крае редкометалльной промышленности. На базе Горно-химического комбината (ГХК) в г. Железногорске заканчивается создание опытного производства Metallургического завода (МЗ) по переработке руд, содержащих ниобий и редкоземельные элементы. Эти работы являются одним из главных конверсионных направлений ГХК. В дальнейшем завод может стать основным продуцентом редкометалльной продукции в России. Чуктуконское месторождение является одним из наиболее перспективных объектов для создания сырьевой базы Metallургического завода. В настоящее время на месторождении еще не завершена оценочная стадия работ, не выяснены структурно-геологические условия локализации редкометалльного оруденения. Технологические свойства полезного ископаемого изучены лишь на лабораторных пробах. Параметры кондиций не установлены, хотя подсчет ресурсов, проведенный при участии соискателя, апробирован в ИМГРЭ и утвержден в МПР России. По состоянию на 01.01.2003 г. ресурсы редкоземельных металлов Чуктуконского месторождения составляют 83,9 %, а по ниобию более 70 % от ресурсов Российской Федерации.

Цель работы:

На основе созданной базы данных и системного анализа имеющегося фактического материала по геологии и редкометалльному оруденению разработать геолого-геохимическую модель и дать оценку геологическим и технологическим параметрам Чуктуконского комплексного месторождения, определяющим перспективы его промышленного освоения как редкометалльного объекта.

В соответствии с поставленной целью в диссертационной работе решались следующие задачи:

- уточнение геологического строения и разработка геолого—геохимической модели Чуктуконского месторождения;
- анализ состава и зональности профиля коры выветривания;
- выяснение характера распределения ниобиевого и редкоземельного оруденения, а также сопутствующих компонентов по латерали и на глубину возможной открытой отработки;
- выделение природных типов руд;
- анализ ресурсной базы месторождения;



- изучение вещественного состава руд;
- выявление корреляционных зависимостей между компонентами руд.

Фактический материал и методы исследования

В работе использованы геологическая документация и данные химического опробования поисковых и разведочных скважин, пробуренных на Чуктуконском месторождении с 1971 по 1991 гг., а также данные анализов групповых проб. На их основе созданы компьютерные базы данных с привязкой проб по координатам x , y , z , в которые вошли более 3000 анализов рядовых керновых проб и 270 групповых проб. Использованный в работе каменный материал, представленный групповыми пробами и дубликатами керновых проб, был отобран работниками КНИИГиМСа в полевой сезон 1999 г. и любезно предоставлен автору В.Г. Ломаевым.

Для получения характеристик вещественного состава образований коры выветривания и слабо измененных интрузивных пород применялись следующие лабораторные методы: петрографический, гранулометрический, термический, рентгенографический, масс-спектрометрический с индуктивно-связанной плазмой.

Решаемые в работе задачи предопределили также целесообразность использования математических методов:

- создание двумерных и трехмерных моделей распределения полезных (Nb и РЗМ) и попутных компонентов руд с применением компьютерной программы Surfer, вариантного подсчета ресурсов;

- данные анализов группового опробования обработаны с помощью методов математической статистики, включая корреляционный и регрессионный анализ с использованием программ Excel, ASOD (ГУЦМиЗ).

Научная новизна, полученных результатов

На основании выполненных исследований сделан вывод о преимущественной приуроченности участков наиболее богатого редкометалльного оруденения к зонам дизъюнктивных нарушений, контролировавших гипергенные преобразования вещества в коре выветривания карбонатитов.

Проведено моделирование оруденения центральной части месторождения по сечениям 300-250, 250-200, 200-150, 150-100 метров. Составлена геолого-геохимическая модель месторождения, околтурены два наиболее богатых участка редкометалльного оруденения и прослежено их распространение на глубину 150 м до абсолютной отметки +100 м (на глубину предполагаемой открытой отработки).

Выделены два различных природных типа руд (редкоземельные и ниобий-редкоземельные).

В рудах обнаружена высокая корреляционная зависимость между содержаниями Nb и Fe, а также TR и Мп.

Практическая значимость

Выполненные работы позволяют сосредоточить проведение дальнейших геологоразведочных работ оценочной стадии на площади богатых руд с максимально эффективным использованием ассигнований и объемов горных и буровых работ.

Проведен анализ редкометалльной ресурсной базы месторождения с учетом наличия двух типов руд. Выделенные участки с различными природными типами руд позволяют планировать селективную добычу редкоземельных и ниобий-редкоземельных руд.

Выведенные уравнения регрессии дают возможность на основе относительно недорогих и доступных анализов на марганец и железо оценивать примерное содержание в рудах оксидов редких земель и ниобия и производить оперативную разбраковку руд.

Автор принимала непосредственное участие в работе по теме «Обоснование технического задания для разработки ТЭО кондиций Чуктуконского редкометалльного месторождения» (2000 г.), в создании проекта и работе по теме «Полупромышленные технологические испытания руд Чуктуконского месторождения» (2001-2004 гг.).

Защищаемые положения

1. Геолого-структурными исследованиями установлено, что богатое редкометалльное оруденение связано с зонами дизъюнктивных нарушений PZ_3 - MZ_1 возраста, контролирующими мощности продуктивных зон коры выветривания карбонатитов.

2. Модели распределения Nb_2O_5 , TR_2O_3 , Y_2O_3 , MnO , Fe_2O_3 , P_2O_5 и U, Th в интервалах абсолютных отметок 300-250, 250-200, 200-150 и 150-100 м позволяют выявить в коре выветривания карбонатитов зоны, наиболее обогащенные Nb и TR.

3. В рудах установлена сильная линейная корреляционная связь между TR и Мп, а также Nb и Fe, что позволяет производить предварительную оценку уровня концентрации TR и Nb по содержаниям в них Мп и Fe.

Реализация работы

Результаты работы были использованы АО «Красноярскгеология» при подсчете ресурсов по Чуктуконскому месторождению по состоянию на

01.01.2003 г. и при обосновании строительства металлургического завода в Красноярском крае.

Апробация работы

Защищаемые положения диссертации опубликованы в 11 работах, изложены в производственном отчете, докладывались на Всероссийской научно-технической конференции по состоянию марганцево-рудной базы России (г. Красноярск, 2001 г.), Межрегиональной научно-практической конференции «Молодежь Сибири - науке России», (г. Красноярск, 2002 г.), Международной конференции «Металлургия цветных и редких металлов», (Красноярск, 2003 г.), совещаниях молодых научных сотрудников и аспирантов ГОУ ВПО КГАЦМиЗ в 2001-2002 гг.

Ресурсы редкометалльных руд, охарактеризованные на площади 600х800 м с плотностью бурения 200х200 м (руда - 46,6 млн. т, оксиды Nb - 447 тыс. т, оксиды РЗМ - 2664 тыс. т), были апробированы в ИМГРЭ и утверждены НТС МПР России на 01.01.2003 г.

Структура и объем работы

Диссертация состоит из введения, шести глав и заключения. Общий объем работы составляет 149 страниц, включая 27 рисунков и 25 таблиц и 12 приложений.

Работа выполнена в процессе очного обучения автора в аспирантуре при ГОУ ВПО «ГУЦМиЗ» и в рамках работы ГПКК «КНИИГиМС» по краевой целевой программе № 16-01-51/21 «Геологическое изучение недр и развитие минерально-сырьевой базы Красноярского края». Научное руководство работой осуществлял профессор, доктор геол.-мин. наук АМ. Сазонов, которому автор приносит искреннюю благодарность за помощь при подготовке диссертационной работы.

Поскольку при решении поставленных задач использовался комплекс методов, многие исследования проводились совместно со специалистами в различных областях геологических наук. Особую благодарность за помощь и поддержку автор выражает заведующему Лабораторией геологии цветных и редких металлов (КНИИГиМС) В.Г. Ломаеву и ведущему геологу лаборатории Н.В. Ломаевой.

При подготовке диссертации автор пользовался советами и помощью сотрудников КНИИГиМСа В.А. Кириленко, В.Н. Князева, Т.А. Бабкиной. Автор выражает им, а также всем сотрудникам КНИИГиМСа искреннюю признательность за поддержку в ходе написания работы.

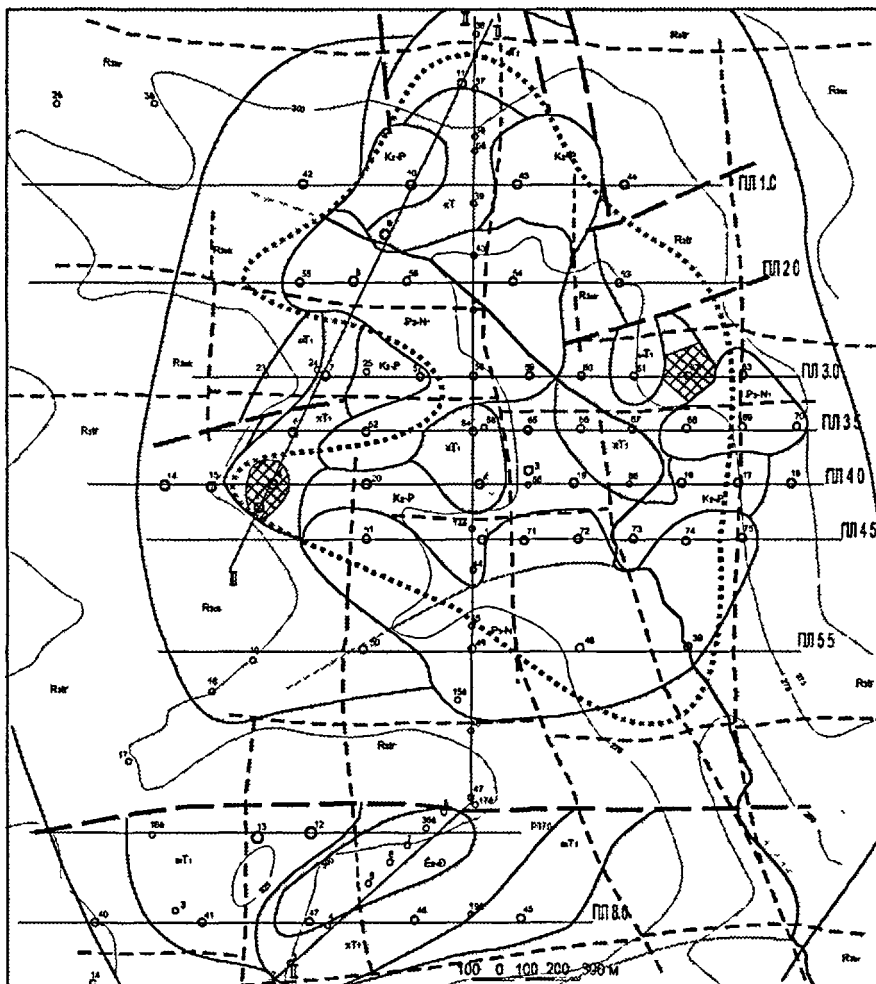
Глубокую признательность автор выражает преподавателям «ГУЦМиЗ» - Р.А. Цыкину, С.И. Леонтьеву, заведующему лабораторией № 5 ИХХТ СО РАН В.И. Кузьмину за неоценимую помощь в проведении аналитических исследований и консультации.

ПЕРВОЕ ЗАЩИЩАЕМОЕ ПОЛОЖЕНИЕ







Геолого-структурными исследованиями установлено, что богатое редкометалльное оруденение связано с зонами дизъюнктивных нарушений PZ_3 - MZ_1 возраста, контролирующими мощности продуктивных зон коры выветривания карбонатитов.

Чуктуконское месторождение приурочено к южному одноименному куполу Чадобецкого поднятия, которое является кольцевой тектонической структурой юго-западной части Сибирской платформы. Поднятие приурочено к узлу пересечения региональных систем нарушений - Ковино-Тунгусской рифтогенной структуры, имеющей субмеридиональное простирание, и северо-восточной системы нарушений, обрамляющей с юго-востока Байкитскую антеклизу. Время заложения этих нарушений предположительно ордовик — девон. Они надежно установлены по геофизическим данным и подчеркиваются мелкими пликативными структурами поднятия.

Середина каменноугольного периода, пермское, триасовое время и начало юры послужили новым этапом знакопеременных тектонических движений, которые сопровождаются внедрением интрузивных пород чадобецкого комплекса, что, в конечном счете, привело к окончательному оформлению Чадобецкого поднятия и образованию внутри него дополнительных структурных форм, в том числе Чуктуконской брахиантиклинали, а также многочисленных тектонических нарушений. Купольный характер Чуктуконской брахиантиклинали в значительной мере определил заложение мелких сингенетических тектонических нарушений, выделенных при дешифрировании аэрофотоснимков — полукольцевых и радиальных, что подчеркивается в наибольшей степени кольцеобразным, концентрическим характером распределения форм рельефа, ориентировкой речных долин, расположением трубок взрыва и штоков карбонатитов. Апикальная часть структуры явилась тектонически наиболее напряженным участком, густота дизъюнктивных нарушений здесь наибольшая, они имеют, в основном, субмеридиональное и субширотное направления (рис. 1). Эти нарушения были выделены специалистами лаборатории геофизических исследований КНИИГиМС в 2002 г. по интерпретации данных на основе комплексного анализа магнитного, гравиметрического и электрического полей.



Условные обозначения

-  Тектонические границы: а) по геолого-поисковым данным
б) по геофизическим данным (КНИИГИМС, 2003 г.)
-  Скважины, пройденные при поисках железных руд
-  Скважины пробуренные на стадии общих поисков (1983-85 г), поисков (1985-88 г), в т.ч. картировочные (а), поисковые (б)
-  Скважины пробуренные в период 1989-1992 г.
-  Контур промышленного редкометалльного оруденения
-  Выход на поверхность рудных тел

(Составлен по материалам Ю.Д. Сорокина, СЕГФЭ и АГРЭ с дополнениями автора)

Рис. 1. Геолого-поисковый план Чуктуконского редкометалльного месторождения

Слабые восходящие движения к началу мела превратили Чуктуконский купол в пенеплен. Интенсивное выветривание привело к образованию мощных кор выветривания, в том числе по ультраосновным щелочным породам и карбонатам чадобецкого комплекса, два штока которых (Центральный и Южный) выявлены в сводовой части Чуктуконской брахиантиклинали. Карбонатиты представлены, в основном, двумя структурно-минералогическими типами: ниобиево-редкоземельными существенно кальцитовыми и собственно редкоземельными существенно доломитовыми. Основу Чуктуконского месторождения составляет кора выветривания Центрального штока карбонатитов. В морфологическом отношении она является площадной, в возрастном—древней, верхнемеловой - палеогеновой. Площадь её сравнительно небольшая - около 16 км², но мощность достигает 200-300 м, закономерно увеличиваясь к сводовой части купольной структуры.

В профиле коры выветривания карбонатитов сверху вниз выделены горизонты: 1) бурых железняков и охр; 2) выщелачивания и гидрогенной цементации, 3) дезинтегрированных карбонатитов. Охристые образования верхнего горизонта наиболее богаты Nb и TR. Наиболее существенную роль в формировании профиля выветривания карбонатитов играли процессы выщелачивания карбонатитов и уменьшения объема продуктов выветривания верхнего горизонта за счет их усадки и прессовки, что привело к вторичному концентрированию в его верхних частях редкометалльных минералов. В средней части профиля выветривания наблюдается вторичное переотложение и концентрирования карбонат-апатита, кварца и образование вторичного барита.

Анализ современного рельефа местности, геоморфологических данных и поисковых разрезов позволяет говорить о том, что на площади Чуктуконского месторождения, в отличие от известных Татарского и Томторского месторождений, сеть тектонических нарушений имеет малоамплитудный характер. Нет признаков блоковой тектоники. Четко выраженные депрессии, в настоящее время заполненные мел-палеогеновыми бокситоносными отложениями, образованы за счет наиболее интенсивной гипергенной проработки пород, усадки и прессовки продуктов выветривания именно в зонах дизъюнктивных нарушений. В некоторых депрессиях встречаются пласты углистых и лигнитовых глин и бурых углей. Инфильтрационные воды в результате взаимодействия с ними приобрели восстановленный характер и вызвали в нижележащих продуктах коры выветривания эпигенетические изменения (А.В. Лапин, 1995). Вынос Fe и Mn привел к накоплению в осветленных продуктах Nb, TR, Sr, Ba, P, Al, Si и других

элементов, которые ведут себя инертно в зоне эпигенеза.

В результате всего вышесказанного можно сделать вывод, что участки дизъюнктивных нарушений в коре выветривания карбонатитов являются наиболее перспективными для обнаружения богатого редкометалльного оруденения.

ВТОРОЕ ЗАЩИЩАЕМОЕ ПОЛОЖЕНИЕ

Модели распределения Nb_2O_5 , TR_2O_3 , Y_2O_3 , MnO , Fe_2O_3 , P_2O_5 и U , Th в интервалах абсолютных отметок 300-250, 250-200, 200-150 и 150-100 м позволяют выявить в коре выветривания карбонатитов зоны, наиболее обогащенные Nb и TR .

Установлено, что Центральное тело карбонатитов слагают в основном кальцитовые ниобий-редкоземельные карбонатиты (отношение TR_2O_3 к Nb_2O_5 составляет 6,5). Доломитовые карбонатиты слагают Южный карбонатитовый массив, ему присуща существенно редкоземельная минерализация с соотношением P_2O_5 к Nb_2O_5 равным 15. Главными рудными компонентами по их количеству и ценности являются лантаноиды, ниобий и иттрий. Лантаноиды представлены, в основном, цериевой группой (от лантана до неодима). Они образуют непрерывный изоморфный ряд в монаците и флоренсите. Вторым по распространенности стоит ниобий в составе пирохлора и в его модификациях (барий-, стронцио-, цериопирохлор), третьим по содержанию является спутник лантаноидов - иттрий, присутствующий в виде изоморфной примеси в редкоземельных минералах, редко в самостоятельной минеральной фазе - чертите.

Для выявления закономерностей распределения рудных и сопутствующих элементов по площади и вертикальным сечениям месторождения создана компьютерная база данных результатов опробования скважин, пробуренных за период 1971 -1991 гг., в координатах x , y , z , на основании которой была произведена геометризация распределения Nb_2O_5 , TR_2O_3 , P_2O_5 , Fe_2O_3 , MnO , Y_2O_3 , U , Th в изолиниях содержаний. В интервалах абсолютных высотных отметок 300-250, 250-200, 200-150, 150-100 м, определены средние содержания компонентов и показано их пространственное распределение.

Обработка данных опробования позволила установить некоторые особенности площадного и глубинного распределения ниобиевого и редкоземельного оруденения.

1. В восточной части Центрального штока карбонатитов выделилась суб-вертикальная зона редкоземельного оруденения, вытянутая в северо-восточном

направлении и прослеживающаяся на всех горизонтах (рис. 2).

2. Максимумы распределение ниобия пространственно не связаны с редкоземельным оруденением. На всех интервалах глубин наиболее обогащенные ниобием участки окаймляют редкоземельную зону с юга, юго-востока и с севера. Наиболее вероятной причиной установленной зональности является унаследованность корой выветривания неоднородности распределения металлов в первичных карбонатах.

3. В распределении марганца, фосфора и тория выявилась прямая пространственная корреляция с богатым редкоземельным оруденением, аналогичная закономерность выявлена в распределении железа и ниобия.

4. Максимумы распределения содержаний U и Th за редким исключением (скв. 62 в инт. 300-250 м, скв. 58 в инт. 200-150 м), не совпадают, но пространственно совмещены с верхней частью профиля выветривания. При сопоставлении моделей с геологическими разрезами выяснилось, что максимумы содержаний U и Th характерны для участков, расположенных под наиболее мощными мезо-кайнозойскими бокситоносными отложениями с прослоями углей, а также для участков с интервалами богатых редкометалльных руд.

Таким образом, проведенные исследования позволили выделить участки наиболее обогащенные РЗЭ и Nb. В дальнейшем при ведении оценочных работ можно ориентироваться на два возможных природных типа руд - редкоземельный и ниобий-редкоземельный. В рудах кор выветривания пироклор-монацитового состава Nb и РЗМ выделяются при гидрометаллургии различными приемами, поэтому целесообразно провести подсчет ресурсов отдельно для редкоземельных и ниобий-редкоземельных руд, что позволит планировать их селективную добычу.

Проведение дальнейших геологоразведочных работ оценочной стадии на площади распространения богатых руд будет возможно с максимально эффективным использованием ассигнований и объемов горных и буровых работ.

Практическим выходом этой части работ явился анализ ресурсной базы месторождения. В 2000 г. по месторождению при участии автора был произведен подсчет ресурсов с вариантами повышения бортового содержания суммы Nb_2O_5 и РЗО последовательно с 1,0 % до 4,0 %. Все расчеты произведены на участке поисков площадью около 5 км², разбуренном скважинами по неоднородной сети от 200x200 до 400x800 м. Оконтуривание производилось по данным химического опробования керна скважин.

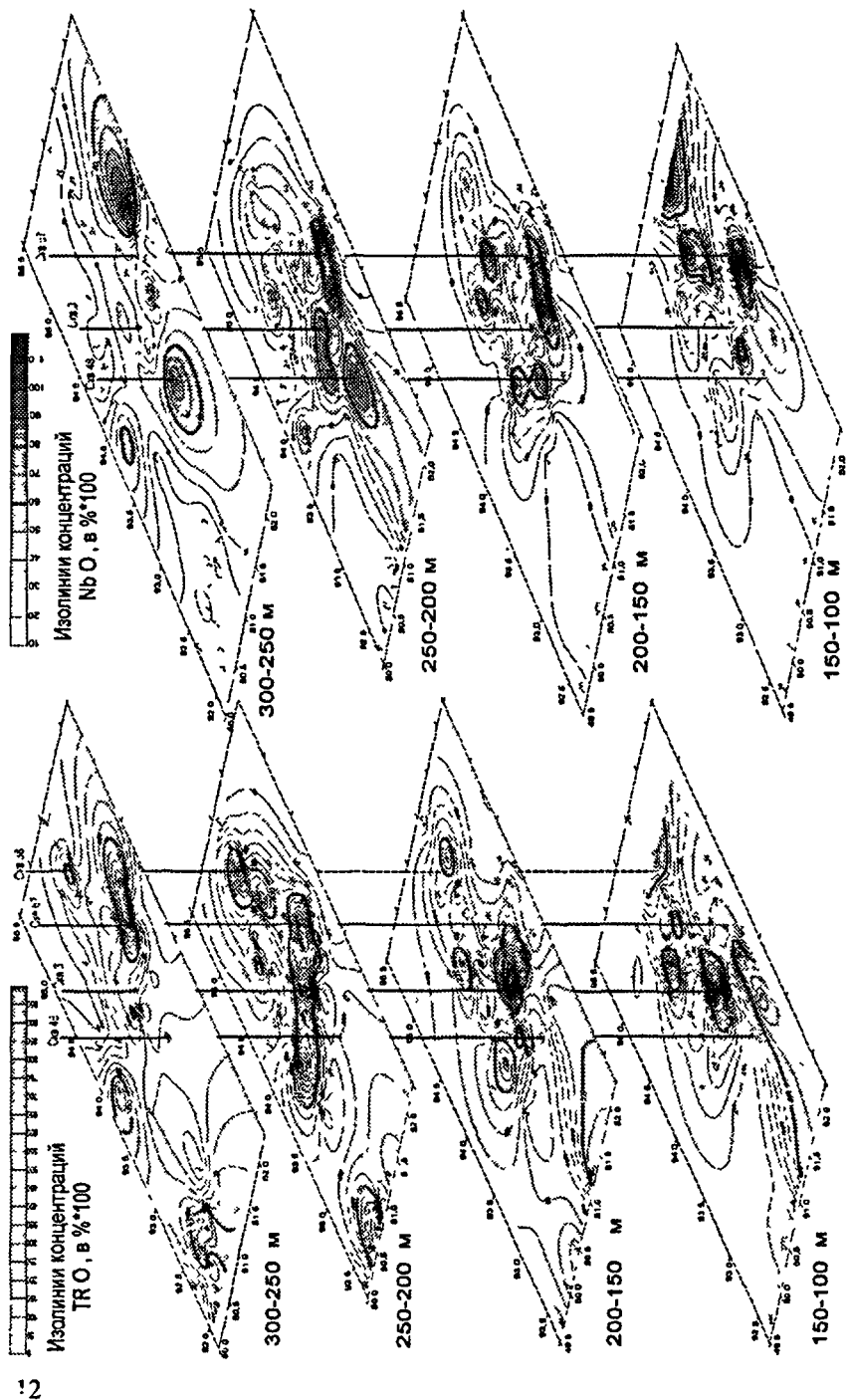


Рис. 2. Модели распределения TR_2O_3 и Nb_2O_5

Подсчет проводился по геологическим блокам с опорой на два сечения, с введением понижающего линейного коэффициента рудоносности. Результаты подсчета даже по небольшому, составляющему 10 % от ресурсов, Центральному блоку, по бортовому содержанию суммы оксидов 1,0 %, обеспечивают объем руды 80 млн. т с суммарным содержанием оксидов редких металлов 3,01 % и Nb_2O_5 - 0,69 %. Подсчет при 4% бортовых по тому же блоку - руда 46,6 млн.т, оксиды Nb - 447 тыс. т, оксиды РЗМ - 2664 тыс. т, содержание Nb_2O_5 - 0,96 %, РЗО - 5,72 %. представленный АО «Красноярскгеология», был апробирован в ИМГРЭ и утвержден НТС МПР России на 01.01.2003 г. как ресурсы категории P_1 .

С целью оптимизации качества руды и с учетом ее значительных объемов по Центральному блоку был произведен подсчет ресурсов с вариантами повышения бортового содержания Nb_2O_5 последовательно от 0,5 % до 2,0 %. Такие же подсчеты были выполнены по РЗО с бортовыми содержаниями от 0,7 до 9,0%. Расчеты также показали, что данный блок целесообразно рассматривать как редкоземельный, так как при повышении бортового содержания по Nb_2O_5 резко падает количество руды и возрастает коэффициент вскрыши (табл. 1).

Таблица 1

Изменение средних содержаний оксидов и ресурсов руды в Центральном блоке при различных вариантах оконтуривания

Бортовое содержание	Руда	Содержание, %		Ресурсы, %		Коэф. вскрыши, м ³ /м ³	Ценность 1 т руды, долл.
	усл. ед.	Nb_2O_5	РЗО	Nb_2O_5	РЗО		
РЗО 0,7%	100,0	0,69	3,01	100,0	100,0	0,2	370
РЗО 1,5%	65,4	0,84	3,99	79,6	86,6	0,9	483
РЗО 2,5%	48,7	0,93	4,84	65,6	78,3	1,6	577
РЗО 3,5%	35,1	0,96	5,72	48,8	66,7	2,6	668
РЗО 6%	21,8	0,96	6,80	23,4	49,3	4,7	776
РЗО 8%	10,6	0,96	9,68	14,7	34,0	10,8	1064
РЗО 9%	7,6	1,09	10,36	10,6	26,3	15,5	1145
Nb_2O_5 0,5%	100,0	0,69	3,01	100,0	100,0	0,2	370
Nb_2O_5 1%	15,5	1,62	4,93	36,4	25,4	7,0	655
Nb_2O_5 1,5%	9,5	1,92	5,23	26,8	16,5	12,2	718
Nb_2O_5 2%	3,6	2,50	6,65	13,1	8,0	33,7	915

Повышение качества руды с ужесточением бортового содержания выводит Чуктуконское месторождение по содержаниям главных компонентов руд в

число богатых и доказывает возможность выделения на месторождении участков супербогатых руд, наиболее рентабельных для промышленной отработки.

В 2003 г. для подтверждения обнаруженной зональности был произведен подсчет ресурсов по двум различным природным типам руд. В центральной части месторождения на площади 140 тыс. м² в виде овала выделены существенно редкоземельные руды (рис. 3). По периметру контура редкоземельных руд выделена окаймляющая их зона ниобий-редкоземельных руд площадью около 800 тыс. м².

При подсчете использованы следующие значения основных параметров: бортовое содержание по сумме $Nb_2O_5 + TR_2O_3 = 4\%$; минимальная мощность рудного интервала 5 м; мощность пустых пород и некондиционных руд 5 м; минимальный метропроцент на рудный интервал 20; абсолютная отметка глубины подсчета - горизонт +100 м. Метод подсчета - метод геологических блоков с опорой блока на одно сечение. Подсчет ресурсов руды выполнен с применением коэффициента рудоносности. Результаты подсчета ресурсов раздельно по типам руд приведены ниже (табл. 2).

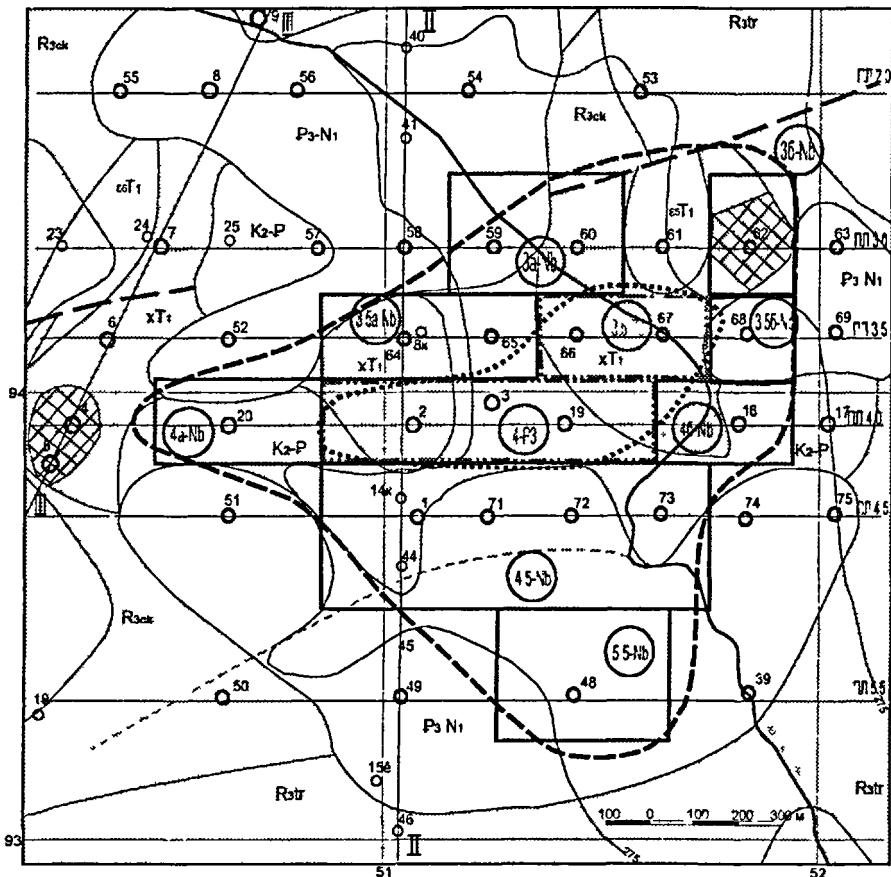
Таблица 2

Прогнозные ресурсы центральной части Чуктуконского месторождения в контурах ниобий-редкоземельных и редкоземельных руд до отм. +100 м

Типы руд	Ресурсы руды, тыс. т	Кoeff. рудон.	Ресурсы Nb ₂ O ₅ , тыс. т	Ресурсы P3O, тыс. т	Содержание, %	
					Nb ₂ O ₅	P3O
Ниобий-редкоземельные	49855	0,66	724	2080	1,45	4,17
Редкоземельные	25745	0,85	98	2142	0,38	8,32
Всего по месторождению	75600	0,72	822	4222	1,09	5,59

Отношение содержаний TR_2O_3 и Nb_2O_5 в зоне редкоземельных руд - 21,9, в зоне ниобий-редкоземельных - 2,9, доказывает факт существования двух типов руд. Прирост ресурсов оксидов ниобия и редкоземельных металлов составил соответственно 345 тыс. т и 1558 тыс. т (на 01.01.03 учтено ресурсов по Nb_2O_5 - 447 тыс. т и TR_2O_3 - 2664 тыс. т).

При планировании дальнейших работ предлагается сосредоточить основные их объемы в пределах контуров подсчитанных ресурсов для определения более обоснованных границ зон с разными типами руд и выделением внутри этих зон участков обогащения с целью первоочередной их эксплуатации.



Условные обозначения









-  Скважины, пройденные при поисках железных руд
-  Скважины, пробуренные на стадии общих поисков (1971-85 г), поисков (1985-88 г), в тч Картировочные (а), поисковые (б)
-  Скважины, пробуренные в период 1989-1992 г
-  Выход на поверхность рудных тел
-  Контур (1) ниобий-редкоземельных руд, (2) редкоземельных руд
-  Блоки ниобий-редкоземельных руд
-  Блоки редкоземельных руд
-  Номер блока

Рис. 3. Схема блокировки запасов руд (подсчет 2003 г)

ТРЕТЬЕ ЗАЩИЩАЕМОЕ ПОЛОЖЕНИЕ

В рудах установлена сильная линейная корреляционная связь между TR и Mn, а также Nb и Fe, что позволяет производить предварительную оценку уровня концентрации TR и Nb по содержаниям в них Mn и Fe.

На основании данных химических анализов групповых проб автором 1989-1992 гг. определены основные статистические характеристики, в том числе парные коэффициенты корреляций между петрогенными и рудными оксидами в руде. Подсчеты проводились массиву данных в 99 проб. Наиболее высокие корреляционные коэффициенты выявились между TR_2O_3 и MnO ($r=0,77$), а также TR_2O_3 ($0,63$). Значение Nb_2O_5 коррелирует с Fe_2O_3 .

После оконтуривания богатой ниобий-редкоземельной зоны коэффициенты парных корреляций были рассчитаны в ее пределах. В ореоле ниобий-редкоземельных руд (55 проб) наиболее высокие корреляционные связи также между оксидами TR и Mn ($r=0,75$) и оксидами Nb и Fe ($r=0,74$). Th в этих рудах показывает очень низкие, либо отрицательные коэффициенты корреляции со всеми элементами, U же надежно коррелирует с TR, Nb, Mn и Fe. Форма и ориентировка корреляционных полей также позволяет сделать вывод о наличии корреляционной связи между вышеперечисленными элементами руд (рис. 4). Анализ корреляционных матриц (рис. 5) (по 99 пробам и по выборке ниобий-редкоземельной зоны) с позиции теории графов, с помощью дендрограмм, с целью выделения парагенетических ассоциаций между элементами, показал сходство ассоциаций, для обеих выборок характерны группы, объединяющие редкоземельные элементы с марганцем и магнием, железо - с ниобием.

. Наличие достаточно сильной линейной связи между оксидами этих элементов позволили построить уравнения регрессии. Наибольшая сходимость эмпирических значений с теоретическими была получена при использовании уравнения, основой которого послужили коэффициенты корреляции:

$$y - y_{cp} = r \cdot (S(y)/S(x)) \cdot (x - x_{cp}), \quad (1)$$

где r - коэффициент корреляции; S - стандартное отклонение признака.

Для функции $y - Nb_2O_5$, аргумента $x - Fe_2O_3$ получаем уравнение регрессии $y = 0,036 + 0,024x$, для которого $D_{cp} = 0,002$; $S_D = 0,30$; $t = 0,05$.

Для функции $y - lgTR_2O_3$, аргумента $x - lgMn_2O$, учитывая логнормальное распределение признаков, получено уравнение $lgy = 1,07 lgx - 0,113$,

$$D_{cp} = 0,005; S_D = 0,22; t = 0,16.$$

Для функции $y - lgTR_2O_3$, аргумента $x - lgU$, получено уравнение $lgy = 0,884 lgx + 2,65$, $D_{cp} = 0,001$; $S_D = 0,217$; $t = 0,06$.

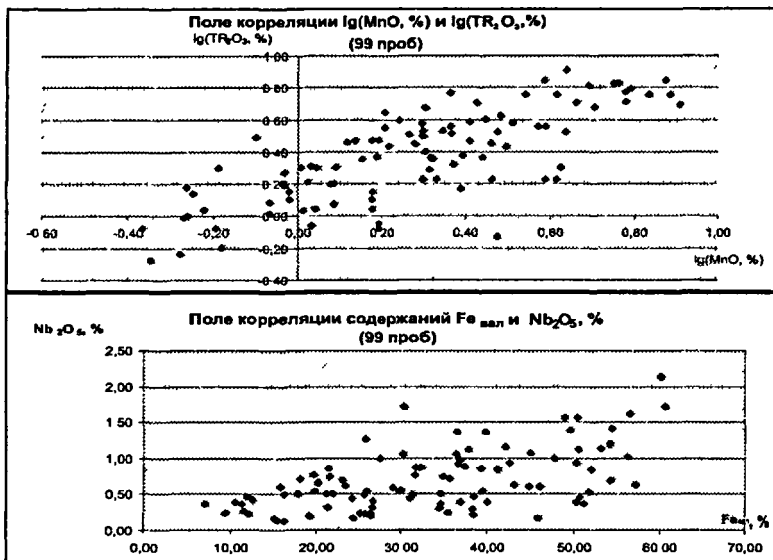


Рис. 4. Поля корреляции по групповым пробам.

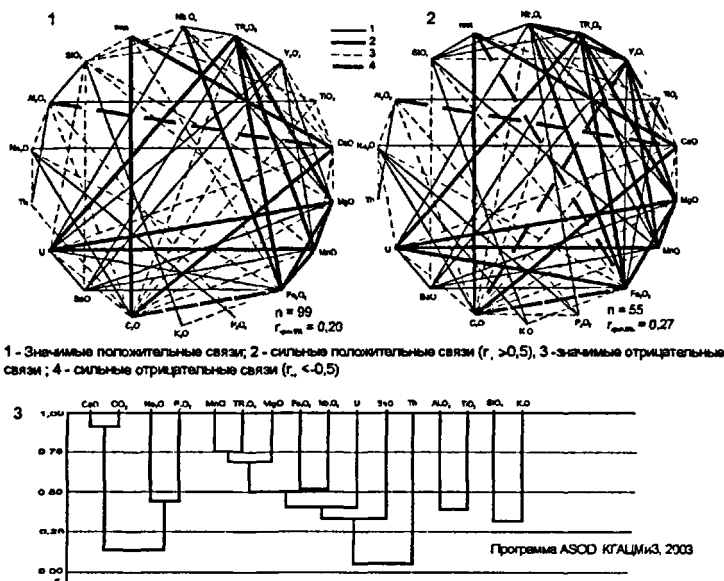


Рис. 5. Характеристики корреляционных связей между содержаниями оксидов в рудах Чуктуконского месторождения: (1) граф по 99 групповым пробам; (2) граф по 55 групповым пробам (зона ниобий-редкоземельных руд); (3) дендрограмма по 99 пробам.

Оценка полученных уравнений осуществлена на основе критерия разностного ряда. Расхождение эмпирических и теоретических значений несущественно, поэтому уравнения могут быть использованы для примерной оценки содержания редких земель и ниобия по содержаниям соответственно марганца и железа в оконтуренной ниобий-редкоземельной зоне. Богатые руды также хорошо будут выделяться радиометрией и кроме того, они имеют более темную окраску. Таким образом, предложен способ разбраковки редкометалльных руд на основе недорогих, доступных, экспрессных анализов на Mn и Fe.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. В результате выполненных исследований сделан вывод о преимущественной приуроченности участков наиболее богатого редкометалльного оруденения к зонам дизъюнктивных нарушений в породах субстрата, повлиявших на вещество коры выветривания карбонатитовых штоков.

2. В восточной части Центрального карбонатитового штока оконтурены два наиболее богатых участка редкоземельного и ниобий-редкоземельного оруденения и прослежено их распространение до абсолютной отметки +100 м. Проведение дальнейших геологоразведочных работ оценочной стадии на площади этих участков возможно с максимально эффективным использованием ассигнований и объемов горных и буровых работ

3. Выделенные участки с различными природными типами руд позволяют планировать селективную добычу редкоземельных и ниобий-редкоземельных руд в зависимости от потребностей экономики и конъюнктуры рынка.

4. Выведенные уравнения регрессии дают возможность на основе относительно недорогих и доступных анализов на Mn и Fe оценивать примерное содержание в рудах оксидов редких земель и Nb и производить оперативную разбраковку руд.

5. Проведенные графическая интерпретация и статистические исследования позволяют говорить о том, что богатые редкоземельные руды будут также иметь наибольшие концентрации марганца, стоимость которого составляет от 10 до 20 % от суммы стоимости конечных продуктов.

6. Результаты анализа ресурсной базы месторождения свидетельствуют о том, что на месторождении возможно выделение супербогатых участков редкоземельных и ниобий-редкоземельных типов руд, отработка которых будет наиболее рентабельной.

Таким образом, выполненные работы свидетельствуют, что Чуктуконское

месторождение является перспективным для проведения дальнейших оценочных и разведочных работ с целью создания рентабельного горнодобывающего предприятия и производства Nb, TR, Mn на базе ГХК в г. Железногорске.

СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

1. Бульонков Л.А., Кузьмин В.И., Ломаев В.Г., Махнева Г.Г., Озерский Ю.А., Пашков Г.Л., Самойлов В.Г., Сердюк С.С., **Цыкина С.В.** О перспективах создания редкометалльной промышленности в Красноярском крае / Сб. *Металлургия цветных и редких металлов: Материалы II Международной конференции*. Т. 1. - Красноярск, ИХХТ СО РАН, 2003. - С.91-94.

2. Бульонков Л.А., Кузьмин В.И., Ломаев В.Г., Махнева Г.Г., Озерский Ю.А., Пашков Г.Л., Самойлов В.Г., Сердюк С.С., **Цыкина С.В.** Редкометалльная промышленность Красноярского края - пропуск в XXI век / Сб. *Проблемы использования и охраны природных ресурсов Центральной Сибири*. Вып. 5. - Красноярск, КНИИГиМС, 2003. - С54-57.

3. Ломаев В.Г., Кузьмин В.И., Озерский Ю.А., **Цыкина С.В.**, Коваленко Н.Л.. Редкометалльные руды Чуктуконского месторождения - сырье для попутного производства диоксида марганца / *Состояние марганцево-рудной базы России и вопросы обеспечения промышленности марганцем: Материалы Второй Всероссийской науч.-техн. конференции по проблеме (17-19 июля 2001 г)*. - Красноярск, КНИИГиМС. 2001. - С.77-82.

4. **Цыкина С.В.** Редкометалльное оруденение Нижнего Приангарья // *География на службе науки, практики и образования: Сб. Материалы VII научно-практической и методической конференции, посвященной 100-летию Красноярского отдела РГО*. - Красноярск, РИО КГПУ, 2001. - С176-177.

5. Цыкин Р.А. **Цыкина С.В.** Редкометалльные коры выветривания Сибири // *Геология и полезные ископаемые Западного Урала: Материалы региональной научно-практической конференции*. - Пермь, Изд. ПТУ, 2001.

6. **Цыкина С.В.** Редкометалльное оруденение Чадобецкого поднятия // *Проблемы геологии и освоения недр: Труды V международного научного симпозиума имени академика М.А. Усова студентов, аспирантов и молодых ученых, посвященного 100-летию горно-геологического образования в Сибири*. - Томск, Изд-во «СТТ», 2001. - С.269-270.

7. **Цыкина С.В.** Геология и генезис Карасутского месторождения Тувы // *Молодежь и наука - третье тысячелетие: Сб. материалов Межрегионального научного фестиваля*. - Красноярск, КРО НТС «Интеграция», 2002. - С144-146.

8. Цыкина СВ. Проблемы геоэкологической безопасности разработки редкометалльных месторождений Центральной Сибири // Сб. Проблемы использования и охраны природных ресурсов Центральной Сибири. Вып. 4. - Красноярск, КНИИГиМС, 2003. - С 238-240.

9. Цыкина СВ. Сравнительный анализ ценности редкоземельных металлов в рудах Чуктуконского и Карасутского месторождений // Молодежь Сибири - науке России: Сб. материалов Межрегиональной научно-практической конференции, II часть. - Красноярск, КРО НТС «Интеграция», 2003. - С323-325.

10. Цыкина СВ. Анализ ресурсной базы Чуктуконского месторождения с целью оптимизации качества руды. // Сб. Проблемы использования и охраны природных ресурсов Центральной Сибири. Вып. 5. - Красноярск, КНИИГиМС, 2003. - С58-59.

11. Цыкина СВ. Зональность редкометалльного оруденения коры выветривания карбонатитов Чуктуконского месторождения // Геология и минеральные ресурсы Центральной Сибири. Вып. 4. - Красноярск, КНИИГиМС, 2003. - С.153-158.

12. Цыкина СВ. Кириленко В.А, Роль дизъюнктивной тектоники в формировании богатых руд Чуктуконского редкометалльного месторождения (в печати).

13. Цыкина СВ. Кириленко В.А. Роль дизъюнктивной тектоники в формировании Чуктуконского редкометалльного месторождения (в печати).

Подписано к печати 9 мая 2004 г.
Формат А5 (148,5x210 мм), уч.-изд. 1 л. Тираж 100 экз.
Изготовлено в издательском центре КНИИГиМС,
г. Красноярск, пр. Мира, 55.

■ - 9 2 9 4