Записки Ленинградского ордена Ленина, ордена Октябрьской Революции
и ордена Трудового Красного Знамени горного института
им.Г.В.Плеханова, т.ХУШ, вып.2, 1975 г

РОЛЬ ЛЕНИНГРАДСКОГО ГОРНОГО ИНСТИТУТА В ИЗУЧЕНИИ МАГНЕТИТОВЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ТУРГАЙСКОГО ПРОГИБА

Г.С.ПОРОТОВ, Н.И.РУДЕНКО

В конце сороковых - начале пятидесятых годов усилиями геофизиков и геологов Урала и Казахстана в Зауралье, на территории Тургайского прогиба, была открыта новая железорудная провинция Советского Союза, представленная большой группой контактово-метасоматических месторождений магнетитовых руд и получившая впоследствии название Главной железорудной полосы Тургайского прогиба (рис. 1). Крупнейшие месторождения Главной железорудной полосы: Соколовское, Сарбайское и Качарское - уже к середине 50-х годов были в основном разведаны и переданы промышленности.

До 1956 г. магнетитовые руды Тургайского прогиба рассматривались лишь как источник железа, хотя было известно, что в них заключен целый ряд ценных примесей: сера, кобальт, никель, медь, цинк, свинец, фосфор, ванадий и др., указывающих на возможный комплексный характер руд. Именно с изучения проблемы комплексного использования магнетитовых руд Тургайского прогиба начались исследования Ленинградского горного института.

Эту проблему перед Горным институтом поставил Г.М.Тетерев - начальник Северо-Казахстанского геологического управления, сумевший своевременно оценить ее значение.

Первый этап исследований Института, 1956-1958 гг., носил рекогносцировочный характер и выполнен геологической группой под руководством профессоров Е.О.Погребицкого и Н.В.Иванова и доцента Н.И.Руденко. Основная задача заключалась в оценке масштабов распространения и степени концентрации ценных примесей, установлении формы их нахождения в магнетитовых рудах и выборе важнейших объектов для последующего, более глубокого изучения. Однако уже тогда работы вышли за

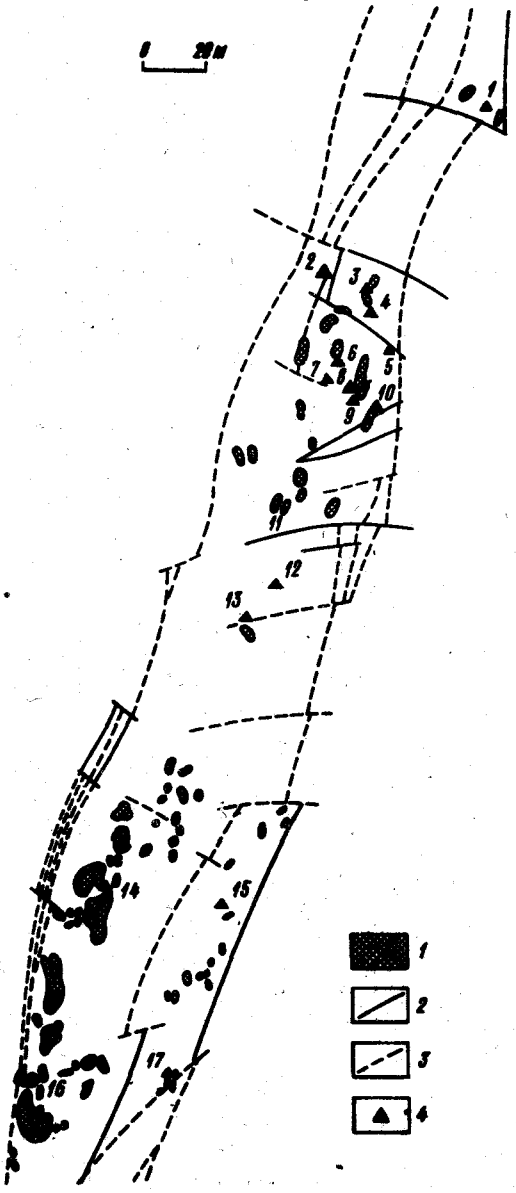


Рис. 1. Схема размещения железорудных месторождений Главной железорудной полосы Тургайского прогиба: 1 – Алешинское; 2 – Качарское; 3 – Давыдовское; 4 – Южно-Светлоджаркульское; 5 – Кунай-Жаркульское; 6 – Талкульское; 7 – Ломоносовское; 8 – Сарбайское; 9 – Южно-Сарбайское; 10 – Соколовское; 11 – Елтайское; 12 – Куржункульское; 13 – Коноткинское; 14 – Адаевское; 15 – Шагыркульское; 16 – Бенкалинское; 17 – Сорское

1 – интрузивные массивы Соколовско-Сарбайского интрузивного комплекса; 2 – достоверные разрывные нарушения; 3 – то же, предполагаемые; 4 – скарново-магнетитовые месторождения

рамки проблемы комплексного использования руд и затронули вопросы геологии месторождений и перспектив увеличения запасов магнетитовых руд.

Исследования первого этапа установили, что возможные запасы ценных примесей в магнетитовых рудах весьма значительны и сопоставимы с запасами самостоятельных месторождений цветных металлов, содержание многих примесей в рудах весьма низкое, но, несмотря на это, их можно извлечь из руд, так как наиболее важные примеси: сера, кобальт, никель, медь, цинк, свинец – заключены в сульфидах, которые могут быть извлечены в концентрат из хвостов, получающихся при магнитной сепарации руд (Н.В.Иванов). На этом же этапе на основе анализов мономинеральных проб, а также проб из руд и сульфидных концентратов И.В.Ивановым и Н.И.Руденко [2] была установлена очень важная закономерность, позволяющая оценивать содержание кобальта в пирите по содержаниям серы и магнетита в рудах: чем ниже содержание серы и выше содержание магнетита в рудах, тем выше содержание кобальта в пирите.

В то время комплексные магнетитовые руды с

весьма низким содержанием ценных примесей, промышленно не использовали поэтому многие геологи скептически оценивали выводы о возможности извлечения примесей из руд, считая их "стерильными".

В ходе исследования месторождений обращалось внимание и на вмещающие породы, в частности, В.А.Заварицким выполнено детальное петрографическое описание горных пород многих железорудных месторождений Тургая.

Впоследствии эти работы способствовали заметному повышению качества первичной геологической документации производственных организаций. Но к более важным последствиям привело уточнение структуры отдельных месторождений на основе тщательного расчленения вмещающих осадочно-вулканогенных толщ. Особое значение имеют работы В.А.Заварицкого [1] по Качарскому месторождению, где он установил, что интрузии гранит-порфиров, с которыми связывали образование месторождения, в действительности являются вулканическими породами, и, следовательно, они не могут ограничивать распространение оруденения на глубине. Это положение было вскоре подтверждено открытием новых крупных рудных залежей под толщей кварцевых порфиров (рис. 2).

Важным результатом исследований первого этапа явилось также установление блоковой структуры Качарского, Куржункульского, Северо-Адаевского и других месторождений (В.А.Заварицкий, Н.И.Руденко, Г.С.Поротов, Ю.Н.Яковлев и др.).

На втором этапе исследований, 1959–1961 гг., по комплексному использованию магнетитовых руд основной объем работ выпал на долю технологов. Успешному выполнению работ способствовал политехнический профиль Горного института. На этом этапе в исследованиях участвовали геологи, обогатители, металлурги и экономисты. Геологическая группа (Н.В.Иванов, Г.С.Поротов и др.) отбирала и изучала вещественный состав технологических проб, обогатители (А.К.Корольков, К.А.Разумов, Я.М.Якубовский и др.) проводили магнитную сепарацию руд и флотацию сульфидов, металлурги (И.Н.Пискунов) исследовали процессы переработки сульфидных концентратов, экономисты (С.Ф.Белов) выполняли технико-экономический анализ различных схем переработки руд и оценку экономической эффективности комплексного использования магнетитовых руд. Это чрезвычайно плодотворное содружество ученых и специалистов разного профиля быстро дало положительные результаты.

Решающая роль в решении проблемы комплексного использования магнетитовых руд принадлежит группе металлургов (руководитель проф. И.Н.Пискунов), которые разработали новую весьма эффективную схему переработки кобальтосодержащих пиритных концентратов при низком содержании кобальта в пирите. Ранее такой пирит промышленность использовала только для производства серной кислоты. Новая схема включает в себя обжиг пиритных концентратов в кипящем слое, выщелачивание огарков, экстракцию и ионообменные процессы, электролиз. Сравнительная легкость обогащения хвостов магнитной сепарации и новая схема переработки сульфидных концентратов обеспечили экономи-

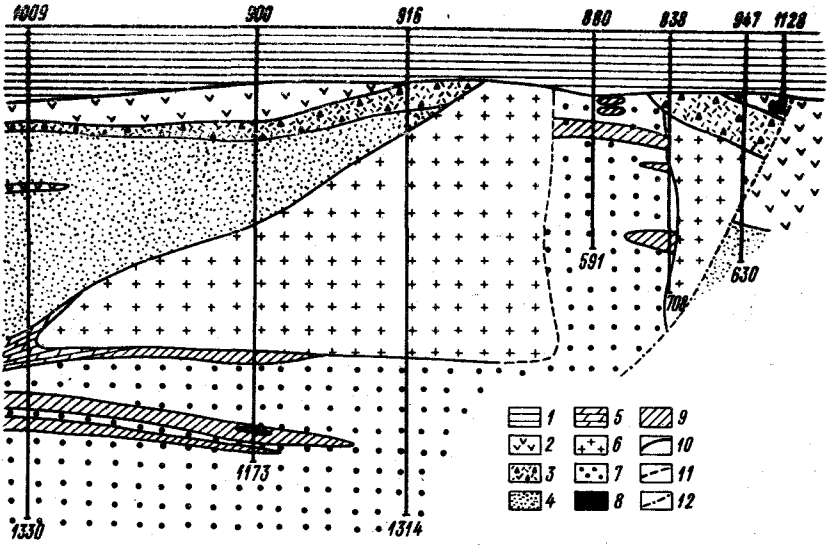


Рис. 2. Геологический разрез по линии 60 Качарского месторождения, по Г.С.Поротову

1 – мезозойские и кайнозойские рыхлые отложения; 2 – красноцветные андезитовые порфириты; 3 – красноцветные вулканические брекчии андезитовых порфиритов ; 4 – красноцветные вулканомиктовые песчаники; 5 – ангидриты; 6 – кварцевые порфиры вулканического конуса; 7 – пироксен-скаполитовые и пироксен-альбитовые метасоматиты; 8 – сплошные магнетитовые руды; 9 – вкрапленные магнетитовые руды; 10 – достоверные геологические границы; 11 – предполагаемые геологические границы; 12 – разрывное нарушение

чески выгодное извлечение всех ценных примесей, связанных с сульфидами.

Значение решения проблемы комплексного использования магнетитовых руд выходит за пределы Тургая, потому что месторождения руд аналогичного состава развиты во многих районах Советского Союза.

Третий этап исследований, 1961–1964 гг., был направлен на реализацию достигнутых результатов и подготовку материалов для утверждения запасов элементов примесей в ГКЗ. Особенно большой размах приобрели исследования геологической группы по изучению геологии месторождений, закономерностей распределения ценных примесей в рудах, по разработке рациональных методов опробования и подсчета запасов комплексных магнетитовых руд. В связи с вовлечением в исследования ряда новых месторождений продолжалась работа обогатителей, металлургов и экономистов по проверке технической возможности и экономической целесообразности извлечения ценных примесей из комплексных магнетитовых руд. В частности, в этот период на базе ВНИИЦЧЕТМЕТа выполнены полупромышленные испытания комплексных магнетитовых руд, полностью подтвердившие результаты лабораторных технологических исследований предыдущего этапа. Было доказано, что стоимость элементов примесей близка к стоимости железа в рудах. Можно сказать, что это был период окончательного решения проблемы

комплексного использования магнетитовых руд.

Подготовка исходных данных к подсчету запасов ценных примесей по промышленным категориям должна была обеспечить материалами проектные организации. Поэтому основные исследования были сосредоточены в области опробования и методики подсчета запасов ценных примесей, что оказалось не простым делом из-за низкого их содержания и необходимости установления баланса их распределения в минералах руд и концентратах.

Основное методическое достижение этого этапа - разработка весьма эффективного для комплексных руд минералого-технологического опробования (Н.В.Иванов, Г.С.Поротов, А.Г.Ларионов, Е.В.Веселов [4]), основанного на изучении зависимостей между составом руды и показателями обогащения. Минералого-технологическое опробование позволяет установить баланс распределения и подсчитать извлекаемые запасы ценных компонентов в любой точке, в любом блоке месторождения, если известен химический состав и запасы руды. Разработке минералого-технологического опробования способствовало содружество геологов с обогатителями, которые обработали большое число минералого-технологических проб многих месторождений.

Как впоследствии оказалось, минералого-технологическое опробование применимо для изучения не только примесей, но и главных компонентов руд, причем не только для магнетитовых, но и для руд цветных металлов [3] .

Одновременно с исследованием комплексных магнетитовых руд продолжалось геологическое исследование ряда месторождений, позволившее уточнить их структуру, а иногда и перспективы. Следует отметить работы Г.С.Поротова и В.М.Изоитко на Сарбайском месторождении, Н.И.Руденко и А.Г.Ларионова на Соколовском месторождении.

До 1963 г. считали, что на Сарбайском месторождении лежачий бок рудных тел сложен интрузивными породами, кроме того, крупнейшее Восточное рудное тело ограничено по падению апофизой диоритов, а Западное и Восточное рудные тела локализованы в различных стратиграфических горизонтах (И.А.Кочергин). Исследования ленинградских геологов позволили расчленить осадочно-вулканогенную толщу, установить приуроченность обоих рудных тел к одному стратиграфическому горизонту, лежачий бок рудных тел оказался сложен вулканическими породами [2] . Эти факты дали возможность утверждать, что Западное рудное тело - взброшенная часть Восточного, реставрировать первоначальное рудное тело и прогнозировать продолжение Восточного рудного тела на глубине, существенно увеличив тем самым перспективы месторождения [5] .

На Соколовском месторождении также благодаря расчленению осадочно-вулканогенной толщи в 1961-1962 гг. Н.И.Руденко и А.Г.Ларионову одновременно с сотрудниками Казахского института минерального сырья (П.Н.Кобзарь) удалось установить не западное, как считалось по аналогии с участком карьера, а восточное падение осадочно-вул-

каногенной толщи и заключенных в ней рудных тел[x], что резко изменило перспективы месторождения.

Было установлено, что блоковая структура Соколовского месторождения определяется наличием крупных меридионального и так называемого Южно-Соколовского разломов, а также серией более мелких нарушений широтного простирания. На основании этого было высказано предположение о возможном наличии промышленных руд на больших глубинах к югу от Южно-Соколовского разлома.

Таким образом, работы третьего этапа ознаменовались не только завершением проблемы комплексного использования руд, но и получением данных, способствующих расширению минерально-сырьевой базы Тургайского прогиба.

Четвертый этап исследований, с 1965 г. по настоящее время, характеризуется тем, что основные месторождения Главной железорудной полосы за некоторыми исключениями уже разведаны и запасы утверждены в ГКЗ, поэтому рост запасов магнетитовых руд в последние годы замедлился. Дальнейший рост минерально-сырьевой базы возможен по крайней мере по трем направлениям: а) прослеживание рудных зон известных месторождений на глубину, так как на многих из них этот резерв далеко не исчерпан; б) открытие новых глубоко залегающих месторождений, таких, например, как Талкульское; в) вовлечение в промышленное освоение относительно бедных, но хорошо обогатимых магнетитовых руд, например прожилково-вкрапленных. Каждое из этих направлений имеет свою специфику и геологические проблемы, требующие решения. Немаловажно то обстоятельство, что в результате многолетнего изучения месторождений Главной железорудной полосы накоплен обширный материал по геологии месторождений и закономерностям размещения оруденения.

Прослеживание рудных тел на глубину на уже разведанных месторождениях возможно на основе хорошего знания геологии отдельных месторождений, а иногда и ближайшего геологического окружения. Выше приводились примеры прогноза по некоторым месторождениям. По-видимому, наиболее существенны прогнозы по Соколовскому и Сарбайскому месторождениям. Уточненный по сравнению с Н.В.Ивановым [5] прогноз по Сарбайскому месторождению выполнен Н.И.Руденко, Т.А.Великоборцем, Н.Л.Шаманиной [10]. Перспективы глубоких горизонтов оцениваются в 370 млн.т руды.

На Соколовском месторождении по Н.И.Руденко и В.А.Степанову [7], прогнозные запасы еще более внушительны - более 500 млн.т (рис.3). Однако в интервале глубин 500-1000 м на обоих месторождениях прогнозные запасы в сумме оценивают в 350 млн.т, а остальные расположены глубже.

---

[x] Ранее такую точку зрения высказывали Д.Д.Топорков и Г.М.Тетерев.

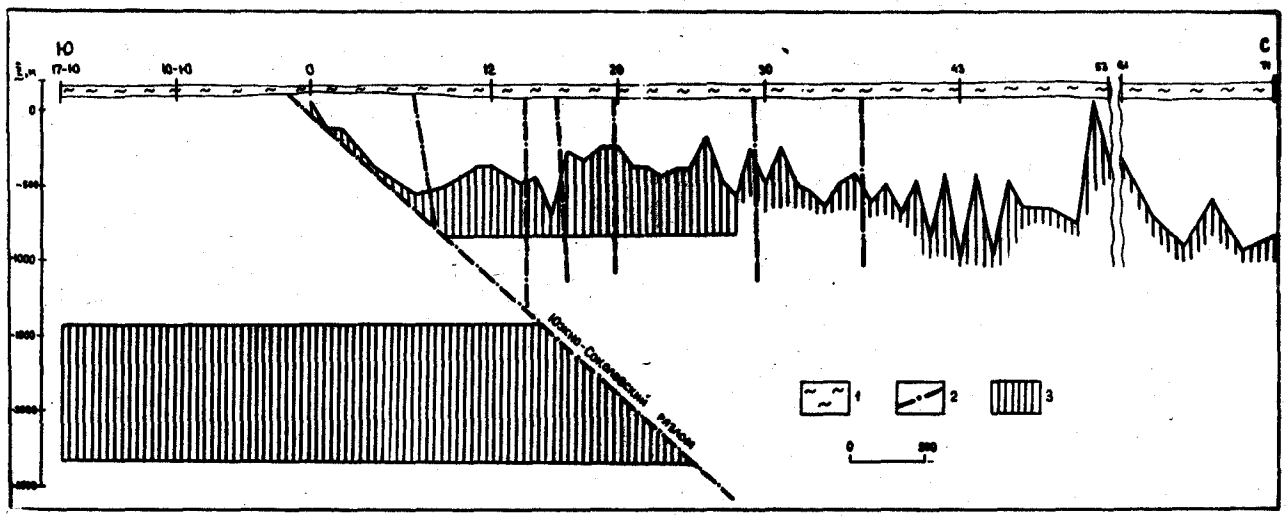


Рис. 3. Схематическая продольная вертикальная проекция Соколовского месторождения
1 – рыхлые мезозойские и кайнозойские отложения; 2 – внутрирудные и послерудные разрывные нарушения; 3 – контуры прогнозных запасов магнетитовых руд

Успешное открытие новых глубоко залегающих месторождений возможно путем сочетания геофизических методов поисков с изучением геологических закономерностей размещения оруденения. В этом отношении новые идеи выдвинуты Н.И.Руденко [8] по региональной и локальной метасоматической зональности, позволяющие в будущем использовать зональность как показатель эрозионного среза, а также масштаба и вероятной глубины оруденения. Интересны данные Г.С.Поротова и Е.В.Веселова [6] о приуроченности Качарского месторождения к вулканической постройке центрального типа, что вряд ли является простым совпадением и указывает на то, что при поисках железорудных месторождений в осадочно-вулканогенных толщах надо обращать внимание на вулканические постройки и на синвулканические разрывные нарушения: жерла, кальдерные разломы и пр., которые могут служить рудоподводящими каналами.

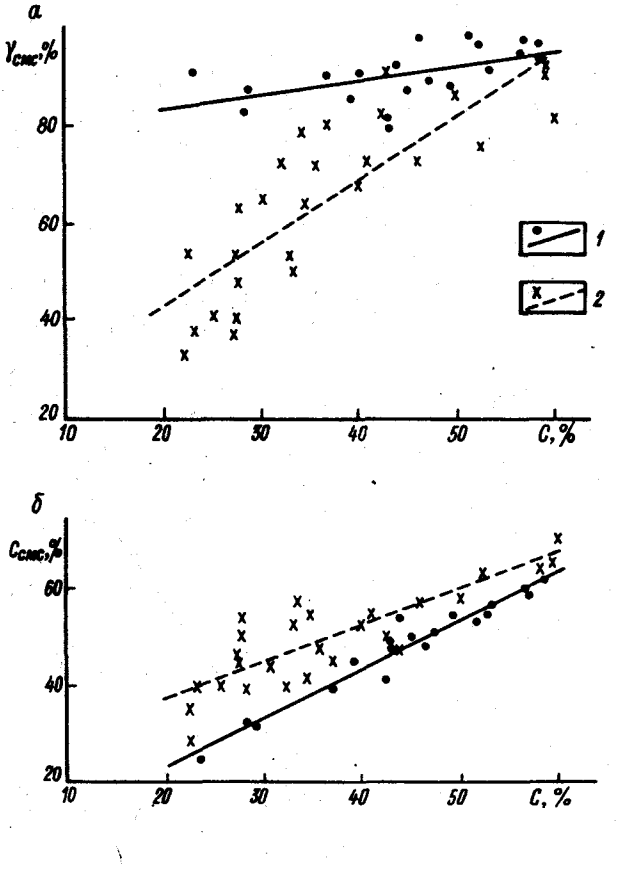


Рис. 4. Выход промежуточного продукта $\gamma_{смс}$ (а) и содержание в нем железа $C_{смс}$ (б).
1 – тонкозернистые метасоматические магнетитовые руды; 2 – крупнозернистые прожилково-вкрапленные магнетитовые руды

В Главной железорудной полосе есть скопления различной формы прожилково-вкрапленных магнетитовых руд, слагающих либо рудные тела (Соколовское, Южно-Сарбайское месторождения), либо рудопроявления (Центрально-Ломоносовское, Кунай-Жаркульское и др.). Прожилково-вкрапленные руды в отличие от обычных тонкозернистых магнетитовых руд эффективно обогащаются дешевой сухой магнитной сепарацией (СМС) и могут конкурировать с последними, несмотря на пониженное содержание железа C (рис. 4). Наиболее перспективен в этом отношении, по-видимому, штокверк

Центрально-Ломоносовского месторождения, где запасы прожилково-вкрапленных руд оцениваются нами в 150-200 млн.т и, вероятно, доступны для открытой разработки.

Проведенные исследования являются крупной комплексной работой института, имеющей большое народнохозяйственное значение. В пределах учебного института весьма важно содружество ученых и специалистов разного профиля, обеспечивающее высокую эффективность исследований. Уместно отметить, что Северо-Казахстанское геологическое управление, ведущее разведку железорудных месторождений, на протяжении последних 20 лет возглавляют выпускники Ленинградского горного института.

Литература

1. Заварицкий В.А. Вулканические породы кислого состава Качарского месторождения. Зап. Всес.мин.о-ва, 1960, ч.89, вып.5.

2. Изоитко В.М. Закономерности строения вулканогенно-осадочной толщи Сарбайского месторождения. Зап. ЛГИ, 1964, т.47, вып.2.

3. Матвеев П.С., Шевченко Е.Д. О необходимости всестороннего минералого-технологического опробования месторождений цветных металлов. "Разведка и охрана недр", 1972, № 1.

4. Минералого-технологическое опробование комплексных магнетитовых руд. "Разведка и охрана недр", 1969, № 6. Авт.: Н.В.Иванов, Г.С.Поротов, А.В.Ларионов, Е.В.Веселов.

5. Морфология рудной залежи Сарбайского месторождения. Известия вузов, геология и разведка, 1967, № 11. Авт.: Н.В.Иванов, Г.С.Поротов, В.М.Изоитко, Е.В.Веселов.

6. Поротов Г.С., Веселов Е.В. О генезисе кислых пород Качарского магнетитового месторождения. "Геология и геофизика", 1972, № 3.

7. Руденко Н.И. Геологическое строение и закономерности размещения руд на Соколовскем месторождении. "Геология, методы поисков и разведки месторождений черных металлов", № 2. М., изд.ВИЭМС, 1969.

8. Руденко Н.И. К вопросу о локальной и региональной зональности магнетитовых месторождений Тургайского прогиба. В кн.: Магматизм и эндогенная металлогения Зауралья. Изд. Уральского геол. управления, 1970.

9. Руденко Н.И., Бузура П., Салимбаев А.С. Закономерности распределения кобальта в минералах руд на участке Соколовского карьера. "Геология, методы поисков и разведки месторождений цветных, редких и благородных металлов", № 4. М., изд.ВИЭМС, 1970.

10. Руденко Н.И., Великоборец Т.А., Шаманина Н.Л. Опыт структурной реставрации первичных размеров рудной залежи Сарбайского месторождения. В кн.: Теоретические основы разведки. Изд. ЛГИ, 1973.