

# РУДЫ И МЕТАЛЛЫ



5/1999

ISSN 0869-5997

## ОТ РЕДАКЦИИ ЖУРНАЛА «ОТЕЧЕСТВЕННАЯ ГЕОЛОГИЯ»

Журнал «Отечественная геология» в соответствии с приказом МПР РФ от 03.06.99 будет публиковать тезисы докладов XXXI Международного геологического конгресса. Для этого как английская, так и русская версии тезисов должны быть оформлены одинаково по следующему образцу.

Оставить пустое место

### **Заголовок**

<sup>1</sup>ИВАНОВ А.А., <sup>2</sup>ПЕТРОВ С.С. и <sup>1</sup>СИДОРОВ В.В. <sup>1</sup>ЦНИГРИ,  
Москва, Россия; <sup>2</sup>МГУ, Москва, Россия.

1. Первую букву заголовка набирать прописной, остальные строчными, шрифт жирный, размещать от левого поля.

2. После заголовка пропустить 1 строку и набрать прописными (большими) буквами фамилии и инициалы авторов. Затем указать место работы, город и страну.

Если авторы представляют несколько организаций, то слева от фамилии в верхнем индексе дать 1, 2, 3 и т.д.

3. После имен авторов и их места работы пропустить 1 строку и далее расположить текст тезисов (не более 250 слов).

Не допускаются рисунки, ссылки, сокращения и жирный шрифт.

4. Необходимо:

весь текст разместить в прямоугольнике размером 12,5×17,5 см;

использовать полную ширину прямоугольника;

выравнивать текст по левому и правому краям;

начинать каждый абзац с красной строки;

использовать шрифт размером 12 Helvetica, Arial;

применять одинарный межстрочный интервал.

К распечаткам тезисов приложить дискету 3,5" с записью в формате MS Word 6.0/95.

Материалы, ранее переданные в редакцию, необходимо переработать и выслать новые до 15 марта 2000 г.

Несоблюдение изложенных требований влечет за собой исключение тезисов из подготовленного сборника.

# РУДЫ И МЕТАЛЛЫ



**5/1999**

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

ВЫХОДИТ 6 РАЗ В ГОД

ОСНОВАН В 1992 ГОДУ

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

**Главный редактор И. Ф. МИГАЧЕВ**

Б. И. БЕНЕВОЛЬСКИЙ  
Э. К. БУРЕНКОВ  
В. И. ВАГАНОВ  
В. И. ВОРОБЬЕВ  
П. А. ИГНАТОВ  
М. М. КОНСТАНТИНОВ  
А. И. КРИВЦОВ, зам. главного редактора  
Н. К. КУРБАНОВ  
Г. А. МАШКОВЦЕВ  
В. М. МИНАКОВ  
Н. И. НАЗАРОВА, зам. главного редактора  
Г. В. ОСТРОУМОВ  
В. М. ПИТЕРСКИЙ  
В. И. ПЯТНИЦКИЙ  
Г. В. РУЧКИН  
Ю. Г. САФОНОВ  
Г. В. СЕДЕЛЬНИКОВА  
В. И. СТАРОСТИН  
И. А. ЧИЖОВА

**УЧРЕДИТЕЛЬ**

**ЦЕНТРАЛЬНЫЙ  
НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ГЕОЛОГОРАЗВЕДОЧНЫЙ ИНСТИТУТ  
ЦВЕТНЫХ И БЛАГОРОДНЫХ МЕТАЛЛОВ  
(ЦНИГРИ)**

Издается при участии

Международной академии минеральных ресурсов,  
Фонда им. академика В.И. Смирнова

**Москва ЦНИГРИ 1999**

Редакция: Н. И. Назарова, Г. В. Вавилова  
Оригинал-макет — Н. П. Кудрявцева  
Компьютерный набор — В. К. Комарова

---

Сдано в набор 15.08.99  
Подписано в печать 04.10.99  
Тираж 300 экз.

Формат 185×270 1/8  
Бумага офсетная №1  
Печать офсетная

Адрес редакции: 113545 Москва, Варшавское шоссе, 129«Б», ЦНИГРИ  
Телефон: 315-28-47  
Типография ЦНИГРИ: Варшавское шоссе, 129«Б»

© «Руды и металлы», 1999

# СОДЕРЖАНИЕ

# CONTENTS

## К 90-летию И.С. Рожкова

- От главного редактора 5
- Ненашев Н.И.*  
И.С. Рожков как организатор науки 6
- Избеков Э.Д.*  
И.С. Рожков — реформатор изучения россыпей 9
- Баранников А.Г., Шуб И.З.*  
Вклад И.С. Рожкова в изучение геологии уральских золото-платиновых россыпей 12

## Недропользование

- Порохня Е.А., Мелехин Е.С., Караганов В.В.*  
Актуальные проблемы недропользования на современном этапе 15

## Прикладная металлогения

- Трофимов Н.Н., Голубев А.И.*  
Геодинамические условия образования благороднометалльно-титаномагнетитовых месторождений Онежской рифтогенной структуры, Карелия 23

## Методы и методики прогноза, поисков, оценки и разведки месторождений

- Ахманов Г.Г., Васильев Н.Г.*  
К методике геолого-экономической оценки ресурсов барита Алтае-Саянской складчатой области 36
- Игнатов П.А., Штейн Я.И., Зинчук Н.Н., Черный С.Д., Бондаренко А.Т., Пыстин А.Б., Старостин В.И.*  
Физические и структурно-петрофизические характеристики осадочных пород, вмещающих Ботуобинскую кимберлитовую трубку, Центральная Якутия 41

## Строение рудных месторождений

- Баклаев Я.П., Полтавец Ю.А., Каретин Ю.С.*  
Прогнозирование новых скарново-магнетитовых месторождений на Северном и Среднем Урале 50

## 90-th birth anniversary I.S. Rozhkov

- Editorial
- Nenashev N.I.*  
I.S. Rozhkov as a science manager
- Izbekov E.D.*  
I.S. Rozhkov — a reformer in the study of placers
- Barannikov A.G., Shub I.Z.*  
I.S. Rozhkov's contribution to the study of geology of the Ural gold-platinum placers

## Subsurface use

- Porokhnya E.A., Melekhin E.S., Karaganov V.V.*  
Current topical problems of the subsurface use

## Applied Metallogeny

- Trofimov N.N., Golubev A.I.*  
Geodynamic conditions of formation of precious metal — titanomagnetite deposits within the Onega riftogenous structure, Karelia

## Methods and Methodology of Prediction, Prospecting, Evaluation and Exploration of Mineral Deposits

- Akhmanov G.G., Vasiliev N.G.*  
About the techniques of geologic-economic assessment of barite resources in the Altai-Sayan folded area
- Ignatov P.A., Stein Ya.I., Zinchuk N.N., Cherny S.D., Bondarenko A.T., Pystin A.B., Starostin V.I.*  
Physical and structural-petrophysical characteristics of sedimentary rocks hosting the Botuobinskaya kimberlite pipe, Central Yakutia

## Structure of Ore Deposits

- Baklaev Ya.P., Poltavets Yu.A., Karetin Yu.S.*  
Prediction of new skarn-magnetite deposits in the North and Middle Urals

### Аппаратурно-технические средства и технологии геологоразведочных работ

*Крылова Г.С., Седельникова Г.В., Елисеев В.Н., Зеленов В.И., Королев Н.И., Барашнев Н.И.*  
Влияние физических характеристик золото-содержащего сырья на параметры и режимы его переработки способом кучного выщелачивания

60

### Equipment and Technologies for Geological Prospecting

*Krylova G.S., Sedel'nikova G.V., Eliseev V.N., Zelenov V.I., Korolev N.I., Barashnev N.I.*  
Effect of physical properties of gold-bearing raw material on heap leaching parameters and regime

### Новости, информация

*Старостин В.И.*  
Десятые научные чтения имени академика В.И. Смирнова

64

*Кременецкий А.А., Головин А.А., Кубанцев И.А.*  
19-й Международный симпозиум по прикладной геохимии (Ванкувер, Канада)

68

Международный технологический форум, 9—15 июня, 1999 г., Дюссельдорф

75

### News, Information

*Starostin V.I.*  
10-th scientific readings named after academician V.I. Smirnov

*Kremenetsky A.A., Golovin A.A., Kubantsev I.A.*  
The 19-th International Symposium on Applied Geochemistry (Vancouver, Canada)

Technology Forum International, 9—15 June 1999, Dusseldorf

### Письма в редакцию

*Корытов Ф.Я.*  
Уран и торий во флюоритах

77

### Letters to Editor

*Korytov F.Ya.*  
Uranium and thorium in fluorite

### Поздравляем с юбилеем

60 лет В.И. Куторгину

80

### Congratulations

60th anniversary V.I. Kutorgin

## К 90-ЛЕТИЮ И.С. РОЖКОВА

### ОТ ГЛАВНОГО РЕДАКТОРА

В сентябре 1998 г. исполнилось 90 лет со дня рождения Ивана Сергеевича Рожкова (1908—1971), члена-корреспондента АН СССР, заслуженного деятеля науки Якутской АССР, профессора, доктора геолого-минералогических наук, дважды лауреата Государственной премии, возглавлявшего ЦНИГРИ с 1964 по 1971 гг.

Основные направления научной деятельности И.С. Рожкова связаны с разработкой научно-методических основ, принципов и методов поисков, оценки и разведки рудных и россыпных месторождений золота и алмазов. При этом Иван Сергеевич громадное значение придавал внедрению этих разработок в практику геологоразведочных работ, что органично сочеталось с его большой производственной и организационной деятельностью. И.С. Рожков был главным геологом треста «Уралзолото», главным геологом и заместителем начальника «Главзолото», председателем Якутского филиала Сибирского отделения АН СССР, директором ЦНИГРИ.

Руководя геологической службой золотой промышленности, он внес большой вклад в создание устойчивой минерально-сырьевой базы страны, ориентированной на крупные коренные и россыпные месторождения.

Будучи Председателем Президиума Якутского филиала СО АН СССР, Иван Сергеевич проводил исследования алмазных россыпей, руководил созданием металлогенических карт эндогенных и экзогенных месторождений Якутии, создавал новые научные учреждения в этом отдаленном крае.

Возглавив ЦНИГРИ, И.С. Рожков определил в качестве основных направлений деятельности института проведение средне- и крупномасштабного прогнозирования по главнейшим золотоносным регионам и разработку научных основ прогноза применительно к различным геологическим обстановкам. Ему принадлежит инициатива разработки институтом теоретических обобщений по проблемам связи золотого оруденения с магматизмом, типизации золоторудных месторождений по вещественному составу руд и окolorудным изменениям. Под руководством И.С. Рожкова была существенно расширена и укреплена аналитическая и экспериментальная база ЦНИГРИ, усилены методические работы по поискам, разведке и опробованию. Были созданы новые научные подразделения, такие как сектор алмазов и цветных металлов в г. Москве, алмазная лаборатория в г. Мирном; институт получил право приема к защите кандидатских диссертаций на соискание ученых степеней по геолого-минералогическим наукам. При непосредственном участии Ивана Сергеевича в ЦНИГРИ разработаны и изданы методические руководства по разведке и оценке месторождений золота и алмазов, проведены исследования по оценке минерально-сырьевой базы золотой и алмазодобывающей промышленности.

В 1998 г. в Институте геологических наук СО РАН в г. Якутске состоялся симпозиум, посвященный памяти Ивана Сергеевича Рожкова. Предлагаем вниманию читателей доклады-статьи с этого симпозиума, освещающие разные стороны деятельности крупного ученого и организатора геологической службы нашей страны — И.С. Рожкова.



© Н.И. Ненашев, 1999

## И.С. РОЖКОВ КАК ОРГАНИЗАТОР НАУКИ

### Н.И. Ненашев (Институт геологических наук СО РАН)

Истоки характера и деятельности Ивана Сергеевича Рожкова — творца науки, производства, прекрасного педагога-психолога, как теперь принято говорить, общественного авторитета и т.д. — связаны с его прошлым. Генетика в лице родителей, дедов и прадедов, по социальному положению — крестьян, подарила ему крепкое здоровье, развитое и закрепленное семейным воспитанием в постоянном труде и уважении к трудовому люду. Девизом его жизни с детства была мудрая поговорка «как потопаешь, так и полопаешь». Представление о незаменимой ничем роли труда в становлении личности передалось ему с молоком матери и от батюшки, учившего его всего достигать собственными руками и здравым смыслом.

В крестьянской дореволюционной России сильны были общинные настроения — «что полезно обществу — полезно и нам». Эти настроения отражались и в идеях передовой русской интеллигенции, романах, пьесах, очерках литературных корифеев, уставах и меморандумах сравнительно многочисленных партий. Здоровые демократические тенденции того времени призывали молодежь своими руками строить будущее страны. После окончания школы любознательный юноша перебирается в г. Ленинград к родственникам и устраивается рабочим на завод «Русский дизель», где он проработал с 1925 по 1928 гг. За рубежом в это время наступил экономический кризис, безработица. И наш — в то время — Ваня постигал выгоды коллективного труда над индивидуальным. Рабочая среда закалила его характер, сделала, как теперь выражаются, «крутым». И ему не терпелось проявить себя, показать на что он способен. Следуя лозунгу тех лет «ученье — свет, а неученье — тьма», он занимается самообразованием, выдерживает конкурс и поступает в Ленинградский государственный университет, где препода-

вали крупнейшие ученые-энциклопедисты, а окончательную специализацию получает в Ленинградском горном институте (4 и 5 курсы). Поступлению в Горный институт способствовала реклама (пропаганда — в старом понимании) изыскательских работ по освоению природных ресурсов. За время учебы в вузах И.С. Рожков прошел трудовую практику в качестве коллектора в Кочкарском районе Урала, производителя работ в Уссурийском крае и начальника отряда Южно-Уральской экспедиции Научно-исследовательского сектора Московского геологоразведочного института им. С. Орджоникидзе.

В 1933 г. всесторонне подготовленный выпускник ленинградских вузов выехал на Урал на комбинат «Миассзолото», где ему сразу поручили ответственнейшую работу по ревизии угасавших тогда Васильевского и затем Мелентьевского рудных месторождений. Традиции, знания и опыт искуснейших рудознатцев, специфику тонких геологических наблюдений и опробования при изучении рудных тел, блоков, полей — все это перенял и освоил И.С. Рожков. Молодой и пылкий ум «крутого» специалиста искал альтернативу казалось бы незыблемым, достаточно хорошо апробированным геологическим представлениям. В частности, после глубокого осмысления запасы золота он стал подсчитывать не только в кварцевых жилах, но и в сульфидных рудах, вмещающих породах, корах выветривания и т.д. В итоге по Мелентьевскому руднику был получен большой прирост запасов золота, продливший жизнь данного предприятия. Это способствовало выдвижению И.С. Рожкова на должность начальника геологического отряда треста «Уралзолото», в сферу деятельности которого входила работа на многих приисках Богословского, Ивдельского и Серовского районов Северного Урала. С 1939 по 1945 гг. он — главный геолог треста «Уралзолото».



Под его руководством была полностью re-организована и усилена работа всех производственных партий и экспедиций Урала по многим видам минерального сырья. Россыпи благородных металлов стали искать не только в современных долинах, но и в отмерших участках гидросети — отложениях более древнего возраста — третичных и мезозойских.

Все свои принципиальные разработки, касающиеся различных проблем — от нового геологического строения Мелентьевского рудного поля до описания закономерностей металлоносности мезозойских отложений, И.С. Рожков публиковал. Однако значительная часть его трудов, посвященных организации разведки и добычи уральских алмазов, осмистого иридия, циркона и т.п., не нашла отражения в публикациях из-за секретности. Если учесть, что Урал в годы войны был единственным поставщиком алмазов и многих ценных минералов для промышленности СССР, то станет понятна и значимость проведенных им работ. Современники подчеркивали такие его качества, как смелость, энергия и организационные способности в решении не только геологических проблем, но также чисто технических и хозяйственных. Не случайно в 1945 г. он назначается на должность главного геолога, заместителя начальника Главзолота МЦМ СССР и фактически становится руководителем всей геологоразведочной службы страны.

С 1945 по 1957 гг. И.С. Рожков целиком перестроил геологическую службу страны в соответствии с ускоряющимися темпами освоения минерально-сырьевой базы СССР, обосновав создание многих десятков новых партий, экспедиций и спецпредприятий. При нем геологическая служба выросла в крупную отрасль. Постоянно не хватало геологов; для заполнения вакантных мест были организованы краткосрочные курсы специалистов среднего звена. В этот период он не только занимался организационной деятельностью, но и участвовал в фундаментальной работе «Металлогенический анализ золотоносных и платиноносных областей как основа для направления геолого-поисковых работ на золото и платину» с составлением одноименной карты м-ба 1:1 000 000. В истории

мировой геологии такая работа была произведена впервые, за что И.С. Рожков с соавторами в 1949 г. был удостоен Сталинской премии II степени. Не остался без внимания его самоотверженный труд и в годы Великой Отечественной войны — в 1951 г. он получает вторую подобную премию с формулировкой (опять же из-за секретности): «За открытие и разведку месторождений полезных ископаемых». В дальнейшем он организовал составление металлогенических карт более крупных масштабов по основным регионам страны. За время работы И.С. Рожкова в Главзолото резко возросли запасы золота СССР. Опять-таки он не случайно был членом ВКЗ и ГКЗ СССР. Если условно перевести в современные цены запасы золота, приращенные в годы его деятельности как организатора геологоразведочной службы, то получается, что финансовая мощь страны возросла на более чем 100 млрд. дол. Важно отметить, что свои способности он реализовывал не для личной выгоды, а на благо своей страны.

Громадная работа была проведена И.С. Рожковым по созданию методологии поисков и разведки россыпей, редактированию научных трудов по геологии полезных ископаемых, в том числе «Золотые месторождения Урала и Казахстана», пятитомного издания «Главнейшие золоторудные месторождения СССР» и т.п. Унификация и рационализация многочисленных вариантов поисков и разведки были важнейшей частью его работ. Иван Сергеевич прекрасно понимал необходимость постоянного совершенствования инструкций на базе новых теоретических разработок ведущих специалистов и нового фактического материала. Он ввел в практику проведение регулярных общесоюзных совещаний по геологии россыпей и металлогении, которые начинались с оценки геологических достижений и упущений за отчетный период.

Титанический труд весьма ослабил его казалось бы могучее здоровье, и в 1957 г. по совету врачей и друзей он переходит на более «легкую» работу Председателя Президиума Якутского филиала СО АН СССР (1957—1964 гг.). Еще в 1947 г. в Якутии была создана Якутская научно-исследовательская база АН СССР, в структуру которой

входил сектор геологии в составе одного младшего научного сотрудника и четырех лаборантов. В 1950 г. штат сектора удвоился. С приездом И.С. Рожкова были созданы Институт геологии и три лаборатории технических наук, несколько других институтов, жилищная, материальная и социальная базы, а коллектив вырос на целый порядок.

Иван Сергеевич уделял большое внимание развитию и внедрению новых научных направлений. В 50—60-е годы в научных центрах СССР начали внедрять изотопные методы исследований для определения абсолютного возраста пород и их генезиса. Создавались соответствующие лаборатории, но в азиатской части СССР, за Уральским хребтом их еще не было. И.С. Рожков, вступивший в должность Председателя Президиума ЯФ СО АН СССР, вызвал меня в г. Якутск и, введя в курс проблемы, предложил организовать такую лабораторию в Институте геологии. Я с радостью согласился. Под эту лабораторию были выделены восемь кабинетов и до 20 сотрудников. Было разрешено закупать сложное и дорогостоящее оборудование. В итоге в лаборатории были поставлены калий-аргоновый, рубидий-стронциевый, свинцовый методы определения абсолютного возраста и генезиса пород, а также изучение изотопии углерода и кислорода в карбонатах, что позволило геологам самого широкого профиля глубже изучать природу геологических процессов огромной территории Якутии. Примерно так же организовывались и развивались другие лаборатории, и не только Института геологии.

Будучи членом Якутского обкома КПСС, он участвовал в организации укрупнения геологических предприятий республики, в ревизионных работах на уровне управлений и экспедиций.

Институт геологии за период работы в нем И.С. Рожкова процветал. Увеличились фонд зарплаты, число специалистов и разных лабораторий. Именно он добился насыщения его разнообразными приборами и

аппаратурой, пригласил из разных регионов страны лучших специалистов — своим заместителем Н.В. Черского, а на должности заведующих лабораториями Ю.Н. Трушкова, Б.С. Русанова, Н.А. Ненашева, Б.Л. Флёрова, Г.А. Гринберга, В.В. Ковальского и многих других. Большая группа лучших выпускников Московского и Ленинградского госуниверситетов составила костяк вновь организуемых институтов: мерзлотоведения, космофизики, геологии, физтехпроблем и др. Он же уделял большое внимание воспитанию специалистов из местных кадров.

С 1964 г. и до конца своих дней, будучи директором Центрального геологоразведочного института цветных и благородных металлов, И.С. Рожков все более углубляется в науку. При нем в институте были организованы Тульский (по обогащению) и Мирнинский (по алмазам) филиалы. Осуществить до конца свои планы ему помешала скоростная смерть в 1971 г. — «сгорел» на работе. Сотрудников поражала его необычайная работоспособность, будь он за рабочим столом, в шахте, штольне, карьере, на буровом или шурфовом участке. Так, на руднике Колар (Индия) он спустился по примитивным устройствам на глубину более 1 км при температуре более 50°C и лично отбивал для исследования намеченные образцы, делал многочисленные геологические зарисовки, задавал массу вопросов по истории разведки и отработки этого уникального месторождения. В республике Гана на месторождении ископаемых золотоносных конгломератов Тарква он поразил хозяев тем, что, отказавшись от банкета, в течение нескольких дней лазил с маркшейдером по многочисленным выработкам и горизонтам, отбирая образцы и изучая это интереснейшее месторождение. Его организаторские и научные достижения базировались на фундаментальных знаниях, трудолюбии, самоотверженности, бескорысти и стремлении познать нашу малую планету Земля.

© Э.Д. Избеков, 1999

## И.С. РОЖКОВ — РЕФОРМАТОР ИЗУЧЕНИЯ РОССЫПЕЙ

### Э.Д. Избеков (Институт геологических наук СО РАН)

Наследие Ивана Сергеевича Рожкова сложно и в настоящий период его трудно оценить. Предлагаемый очерк — всего лишь попытка скромного осмысливания более чем 140 публикаций этого выдающегося человека, его начальной подготовки, условий и обстановки труда (некомфортность, излишняя засекреченность и т.п.) и требований, предъявляемых в те годы к специалистам. Кроме того, основные моменты его жизни и библиография работ уже отражены в трудах ЦНИГРИ (М., 1970. Вып. 87).

И.С. Рожков был воспитан в духе бескорыстного служения обществу, имел отличную начальную подготовку — Ленинградский государственный университет и Ленинградский горный институт, производственные практики в Уссурийском крае и на Южном Урале, а также рабочую закалку на питерском заводе «Русский дизель» и крестьянскую — в семье родного отца. Если для Ю.А. Билибина практической школой был Алданский район Якутии в период золотой лихорадки, то для И.С. Рожкова — «сердце» Урала — Миасский золоторудный район и знаменитые уральские рудознатцы. Наука по россыпям в то время, если судить по монографиям известных исследователей Н.Н. Горностаева (1937), Р.Ф. Нифонтова (1937), В.К. Флёрова (1937), Дана (1929) и др., была на уровне фактографии. Какой-либо системы прогнозирования, поисков и разведки россыпей не было. Отработка их начиналась с нахождения богатых проб металла единичными обычно хаотически расположенными вдоль русла рек выработками. По мере отработки выяснялись их контуры. Более или менее упорядоченная система разведки и опробования существовала лишь при освоении рудных месторождений. Налицо был дефицит знаний. Потребность государства в валюте понуждала его к массовым поискам и разведке россыпей благородных металлов. В свою очередь, для массовых поисков нужна была новая технология освоения россыпей. Назрел вопрос о широкомас-

штабных исследованиях этого класса месторождений с тем, чтобы получать необходимые практические результаты. В итоге трансформированную из рудной систему поисков и разведки россыпей начали применять на практике Ю.А. Билибин на Дальнем Востоке СССР, а И.С. Рожков на Урале.

Тематика научных изысканий Ивана Сергеевича была поистине необъятной. Первоначальное непосредственное соприкосновение И.С. Рожкова с выяснением тех или иных закономерностей месторождения, обработка и осмысливание первичной документации, продумывание причин морфологии и строения рудных тел и россыпей, их поиски — все это привело его к пониманию необычайной сложности и многообразия процессов, участвующих в их возникновении. Занимаемые в молодости должности — заведующий исследовательским кабинетом, начальник партии, районный инженер и соответствующие обязанности от обобщения результатов опробования и разведок, составления планов и геологических разрезов строения рудных тел и россыпей до ревизии отработанных участков и направления дальнейших работ благоприятствовали познанию закономерностей природы, их взаимосвязей, иерархии и эволюции. Первая научная работа «Мелентьевское полиметаллическое месторождение» была доложена им на выездной сессии Академии наук СССР в Ильменском заповеднике в 1934 г. и в 1935 г. опубликована. Последующие можно сгруппировать по таким тематическим разделам:

геотектоническое районирование территорий;

геология рудных месторождений от древних (Колар) до молодых (Нежданинское);

коры выветривания, в том числе древние и ископаемые;

классификация и систематика россыпей, литология россыпных месторождений, основные факторы их образования и типизация россыпей благородных металлов, ал-

мазов, вольфрамита, касситерита, ильменита, ниобия, тантала и т.д., экономика при поисках и разведке россыпей;

геоморфология, в том числе палеогеоморфология, как фактор формирования россыпей, геоморфологическое их районирование, составление карт металлоносности на геоморфологической основе;

геохимия и минералогия золота, золотоносность всего геологического разреза Земли, в том числе протерозойских конгломератов;

принципы сопоставления территорий по минерагении, составление металлогенических карт;

геологические особенности алмазных месторождений, условия образования и размещения кимберлитов в восточной части Сибирской платформы, размещение и образование алмазных россыпей, физика алмазов;

исследования технологий переработки руд;

поиски и разведка месторождений благородных металлов, алмазов и других ценных минералов;

состояние золотой и платиновой промышленности, перспективы развития сырьевой базы благородных металлов и алмазов, значение минерально-сырьевых ресурсов в народном хозяйстве;

геология месторождений минералов платиновой группы;

история, оценка, перспективы освоения благородных металлов и алмазов;

методология поисков и разведок месторождений благородных металлов и алмазов и других ценных минералов;

инструктивные материалы;

роль науки и научных учреждений в развитии производительных сил;

экспертиза геологического строения регионов на потенциальные полезные ископаемые и др.

В каждом разделе его трудов раскрывалась или получала развитие определенная научная проблема. Публикации Ивана Сергеевича носят не просто информационный характер. Глубина познания (а он долгое время руководил всей геологической службой страны) позволяла ему на основании фактов, выявленных закономерностей, аналитики и интуиции шире раскрывать известные и ставить новые назревшие проблемы. Круг его интересов был весьма об-

ширен. Если золотые руды — то от Нежданки до Колара (Индия); если россыпи — то от четвертичных до ископаемых (Тарква, Гана). Весь геологический разрез земной коры был в сфере его внимания. При чем он однозначно доказал осадочное происхождение россыпей золота в ископаемых конгломератах, а наличие в них зерен золота рудного облика объяснял гидротермальным метаморфизмом нижнепротерозойских толщ. Именно И.С. Рожков раскрыл и поставил во всей ее значимости проблему возраста россыпных месторождений, в том числе в своих работах по мезозойским россыпям Урала и Енисейского края. Другая проблема, освещенная им, касается глубокозалегающих так называемых погребенных россыпей. Он обращал внимание специалистов и на россыпи отмерших участков долин, которые также имели свою специфику. Его участие в исследовании и освоении уральских алмазных россыпей заслуживает отдельной публикации. Иван Сергеевич в не малой степени причастен к тому, что на Урале в годы Великой Отечественной войны началась промышленная эксплуатация алмазных россыпей. Кое-что из опыта их освоения было применено и в Якутии. Интересны его публикации по истории добычи алмазов на всех континентах и в разных странах, в том числе в России.

И.С. Рожков предлагал выделять промышленные, генетические и морфологические типы россыпей с многими их видами. В своих исследованиях он отмечал, что образование россыпей — явление сложное и длительное, что россыпи образуются как за счет руд, так и за счет минерализованных коренных пород, а также за счет более древних россыпей в результате многократного переотложения. К главным факторам россыпеобразования он относил: источники того или иного полезного ископаемого, климатические условия и колебательные движения, в том числе неотектонические. Климатические условия определяют качество и особенности выветривания руд и коренных пород. Движения земной коры в виде пульсирующих поднятий и опусканий определяют характер эрозионно-аккумулятивной деятельности. Движущиеся потоки обуславливают перенос ценных минералов, сортировку

обломочных частиц по физическим параметрам и свойствам, главным образом по массе, что приводит в благоприятных геоморфологических обстановках к концентрации зерен полезных компонентов. Более детально теоретическая основа этих проблем развита в работах Н.А. Шило, который в 1952—1953 гг. был аспирантом И.С. Рожкова. Взаимодействие климатических условий с неотектоникой определяет характер геоморфологии, значение которой как фактора пространства, где протекают россыпеобразующие процессы, постоянно привлекало внимание Ивана Сергеевича.

Большое внимание И.С. Рожков уделял металлогении. Начал он с обобщения материалов по золотоносности и платиноносности Урала и составления геоморфологической карты Урала с данными по металлоносности м-ба 1:500 000, а завершилась работа созданием металлогенической карты СССР м-ба 1:1 500 000, за которую Иван Сергеевич вместе с другими участниками был удостоен звания лауреата Сталинской премии II степени в 1950 г. Такой же премии он был удостоен в 1951 г. за открытие месторождений. В его публикациях рассмотрены проблемы прогнозирования, поисков, разведки и экономики россыпных месторождений, их парагенетическая связь с определенным типом магматизма, с определенными структурами и т.д. В итоге скромная дисциплина «геология россыпей» за время его плодотворной деятельности превратилась в многоветвистое древо познания, связанное со всеми дисциплинами, изучающими экзогенную и эндогенную геологию.

Основная заслуга Ивана Сергеевича, по-видимому, кроется в расширении подхода к изучению россыпей. Анализируя его труды, можно понять глобальную полноту и эволюцию минералообразования: с одной стороны, эндогенное, когда породы и руды формируются при высоких давлениях, температурах и иных экстремальных физико-химических условиях, с другой — экзогенное, когда упомянутые породы и руды выводятся на поверхность с иными температурами, давлением, физико-химической средой. В новой среде они становятся неустойчивыми, разрушаются в так называемых корах выветривания, дифференцируются и концентрируются в экзогенных движущихся потоках, опять погружаются в глубь земной коры, вновь под-

вергаясь метаморфизму или переплавлению и гидротермальному воздействию, преобразуясь в очередной раз в эндогенные породы и минералы, т.е. совершают эволюционный кругооборот. Он показал как бы неразрывность и единство процессов, происходящих в земной коре. Опираясь на его работы, по-видимому, можно прогнозировать россыпи и на иных планетах.

В краткой статье невозможно осветить все поднятые И.С. Рожковым проблемы, совокупность которых и на сегодняшний день составляет новый уровень знаний о россыпных месторождениях. Можно отметить, что количественную оценку механизма образования россыпей предложил его соратник по исследованиям Ю.Н. Трушков. Следует назвать и некоторых его ближайших сподвижников и в какой-то мере наследников, т.е. фанатиков научной работы, кто разделял и понимал значение творческого труда, кто в основном выполнил ряд фундаментальных исследований в соавторстве с ним. Это прежде всего Л.В. Разин («Платина Алданского щита», 1962; «Геохимия золота в коре выветривания и биосфере золоторудных месторождений куранахского типа», 1966) и др.; Г.П. Михалёв и Э.А. Шамшина (серия работ по алмазным россыпям восточной части Сибирской платформы); К.К. Абрашов (труды по теплопроводности алмазов и др.). Л.В. Разин один из открытых им минералов — интерметаллид золота и меди — назвал «рожковитом».

С именем И.С. Рожкова связано начало проведения регулярных общесоюзных научных конференций по конкретным разделам геологии россыпных месторождений, алмазам, металлогении и региональных, как например, в Институте геологии г. Якутска. Он был инициатором и проводником многочисленных проектов освоения различных месторождений и районов от благородных металлов и алмазов до циркона и гафния. Причем обычно его инициативы завершались финансированием и организацией поисков и разведки искоемых минералов. Не случайно высокие показатели добычи и прироста запасов золота в СССР по времени совпадают с работой Ивана Сергеевича главным геологом в Главзолото МЦМ. Наследие И.С. Рожкова еще долго будет служить человечеству.

© А.Г. Баранников, И.З. Шуб, 1999

## ВКЛАД И.С. РОЖКОВА В ИЗУЧЕНИЕ ГЕОЛОГИИ УРАЛЬСКИХ ЗОЛОТО-ПЛАТИНОВЫХ РОССЫПЕЙ

**А.Г. Баранников (УГГГА), И.З. Шуб (ОАО УГСЭ)**

В сентябре 1998 г. исполнилось 90 лет со дня рождения крупнейшего геолога-ученого и производственника И.С. Рожкова, более 10 лет проработавшего на Урале. Именно на Урале Иван Сергеевич сформировался как специалист, получив богатейший производственный опыт. Волею судьбы вся его жизнь была связана с изучением, разведкой и оценкой месторождений благородных металлов и алмазов. Однако наибольшее внимание он уделял россыпным месторождениям золота и платины.

Чем же ценны работы И.С. Рожкова на современном этапе изучения уральских россыпей? Почему об этих работах, опубликованных более полвека назад, сейчас мы не только упоминаем, но и активно используем их в производственной и научной деятельности? Дело в том, что многие идеи, мысли и предположения, высказанные Иваном Сергеевичем, в настоящее время нашли не только подтверждение, но и творческое развитие, внедрение.

Как в 30-е, так и в 40-е годы И.С. Рожков обращает пристальное внимание на познание геологии мезозойских россыпей. Обобщение огромного фактического материала по разведке разновозрастных россыпей (выполнявшейся, как правило, горными выработками «тяжелого» типа и позволявшей получать уникальные данные по составу и строению разрезов континентальных толщ) дало ему возможность предложить систематику россыпных месторождений мезозойского, третичного и четвертичного возрастов. Основное внимание в вышедших в этот период монографиях [2, 3] уделено характеристике россыпей мезозойского возраста. И.С. Рожков очень своевременно подметил тенденцию истощения россыпей, связанных с современными гидросетями, и ориентировал разведчиков и эксплуатационников на освоение более древних месторождений. Он писал, что уже в конце 30-х годов мезозойские россыпи «занимали прочное место среди других россыпей

Урала, а в отдельных районах удельный вес добычи с этих месторождений стал значительным. Мезозойские россыпи на Урале хотя и являются более трудными для освоения по сравнению с россыпями четвертичного периода, но эксплуатация их вполне возможна и вполне рентабельна применяемыми в золотой промышленности способами». Время и практика показали правильность этих слов.

Какие же важные, на наш взгляд, вопросы геологии россыпей Урала рассмотрены в публикациях И.С. Рожкова? Остановимся лишь на основных из них.

1. Опираясь на материалы многих геологов-россыпников того времени (В.М. Сергиевский, А.И. Александров, Г.Д. Карамышева и Б.А. Максимов, Е.Н. Шукина, А.П. Сигов, В.П. Трифонов и др.) и собственные данные, он привел подробную литолого-стратиграфическую характеристику континентальных толщ мезозойско-кайнозойских отложений Среднего и Северного Урала, содержащих россыпи благородных металлов и алмазов.

2. В монографиях [2, 3] подробно описаны основные рудно-россыпные узлы Среднего и частично Северного Урала. Они включают россыпи Висимской, Невьянской, Кособродской, Синарской, Южно-Заозерской групп, Кантуровского покоса, а также других месторождений — Белужное, Лангурское и т.д. Подробное описание разрезов, подтверждаемое известными фаунистическими находками, сопровождается достаточно подробными картами (схемами).

3. Предложена классификация золото-платиновых россыпей Урала, в которой выделены основные возрастные типы и морфологические разновидности месторождений. Она была взята за основу при разработке последующих систематик россыпных месторождений региона (В.П. Трифонов, 1960; А.Г. Баранников, 1966).

4. Сформулированы основные факторы, определяющие образование и пространственное размещение россыпей. Охарактеризованы ведущие типы коренных источников золотых и платиновых россыпей. Подчеркивается, что «в ряде мезозойских россыпей (Кантуровской, Белужной и др.) концентрация золота увеличивается на участках, находящихся в непосредственной близости к коренным месторождениям и, наоборот, в сравнительно небольшом удалении содержание металла резко падает». Подмечено, что «источником образования многих крупных золотоносных россыпей являются не только коренные месторождения с промышленными концентрациями металла, но и рассланцованные зоны и убогие вкрапленные руды». Описана важнейшая роль химического выветривания, «начавшегося в верхнем триасе. Оно способствовало высвобождению золота, платины и других устойчивых минералов из связанного состояния в коренных месторождениях». Рассмотрены основные эрозионно-аккумулятивные циклы, обусловленные колебательными движениями земной коры. С их проявлениями связаны россыпи ранне-позднеюрского, ранне-поздне мелового и четвертичного возрастов.

5. Предложена схема геолого-геоморфологического районирования региона. Выделенные при этом зоны отличаются как характером форм рельефа, интенсивностью накопления рыхлых отложений, так и типами россыпей. В числе этих районов: Западная Приуральская депрессия, Центральная горная гряда Уральского хребта, Зауральское предгорье, увалисто-холмистая равнина восточного склона Урала, Западно-Сибирская низменность.

6. Разобраны минералогические и химические особенности шлихового золота и платины, а также минеральный состав шлихов из россыпей. Проанализирована зависимость особенностей металла от условий образования коренных источников и его вторичных изменений.

7. Рассмотрены перспективы открытия новых месторождений россыпного золота, связанных с древними долинами; высказаны предложения по методике их поисков и разведки.

Идеи и мысли, содержащиеся в работах И.С. Рожкова, получили дальнейшее разви-

тие при геолого-геоморфологическом картировании Урала, проводившемся в 60—70-е годы под руководством А.П. Сигова. Результаты их отражены в обобщающих работах [1, 4]. Полученные новые данные позволили уточнить представления по ряду вопросов, касающихся геологии и геоморфологических особенностей формирования россыпей.

Углубленное изучение стратиграфии континентальных отложений, их литолого-минералогических особенностей позволило конкретизировать эпохи россыпеобразования и детально охарактеризовать ведущие возрастные, генетические и морфологические типы. Было показано, что промышленная золотоносность в регионе связана с аллювиальными отложениями лангурской ( $J_{2-3}$ ) и мысовский ( $K_2$ ) свит, аллювием наурзумской свиты ( $N_1^1$ ), делювиально-пролювиальными накоплениями пород каракольской серии ( $N_1^{2-3}—N_2^1$ ), аллювиально-делювиальными отложениями кустанайской свиты ( $N_2^2$ ), а также с четвертичными отложениями ( $Q_2, Q_3, Q_4$ ) различного генезиса. В работах И.С. Рожкова явно недооценивалось важное промышленное значение россыпей, связанных с «белоцветными» отложениями наурзумской свиты. Их ошибочно включили в категорию мезозойских.

Дальнейшее развитие получил вопрос о минерагеническом районировании Уральской россыпной провинции. Выделено девять районов, в четырех из которых сконцентрированы практически все прогнозные ресурсы. При обобщении материала взята за основу важнейшая закономерность, проявляющаяся в трансформации россыпей, заимствовании золота при перемыве более древних образований. Установлено, что степень размыва древних россыпей зависит от интенсивности региональных и локальных тектонических движений и особенно проявлений неотектоники.

В своих работах И.С. Рожков очень осторожно характеризует древние речные долины, содержащие россыпи. Он отмечает, что обычно они прослеживаются «на несколько километров». Работами А.П. Сигова [5] и его последователей убедительно показано широкое развитие этих речных систем, названных мезозойскими эрозион-

но-структурными депрессиями. В современной трактовке они рассматриваются как важнейшие в минерагеническом отношении **региональные морфоструктуры**, позиция которых предопределена литоморфными и структурно-тектоническими особенностями пород субстрата. Депрессии унаследовали зоны разломов, смятия, межформационных срывов и т.д. В днище депрессий достаточно широко проявлены эндогенные рудообразующие процессы. На многих отрезках эти морфоструктуры разработаны речными потоками. Ориентация поисковых (а впоследствии и разведочных) работ на оценку перспектив мезозойских депрессий позволила геологическим партиям Уралгеолкома за последние 30 лет выявить, разведать и передать в промышленное освоение около 60 месторождений золота и платины. При этом балансовые запасы металла резко возросли (по сравнению с 1960 г. более чем в 2,5 раза) [4].

Еще раз подчеркивая огромную значимость работ И.С. Рожкова в формировании современных представлений по геологии россыпей Урала, следует вспомнить его слова: «Исследование россыпей показывает, что разнообразие их типов и возраста

вызывает необходимость их глубокого изучения в каждой возрастной металлогенической провинции. Они должны проводиться на основе определения геологического возраста образования россыпей, выяснения изменения климатических условий, истории колебательных движений, характера эрозионно-аккумулятивных циклов, исследования литолого-минералогического состава отложений и шлихов, а также благородных металлов. Это позволит расширить перспективы уже эксплуатируемых объектов».

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Золото Урала. Россыпные месторождения (к 250-летию золотой промышленности Урала) / В.С. Шуб, А.Г. Баранников, И.З. Шуб и др. — Екатеринбург: Наука, 1993.
2. Рожков И.С. Мезозойские россыпи Среднего и Северного Урала. — М.: Metallurgizdat, 1945.
3. Рожков И.С. Геология золотых и платиновых россыпей Среднего и Северного Урала и закономерности их развития. — М.: Госгеолтехиздат, 1954.
4. Россыпные месторождения золота Урала / В.С. Шуб, А.Г. Баранников, В.Н. Хрыпов и др. // Горный журнал. Уральское горное обозрение. 1994. № 2 (6). С. 27—50.
5. Сигов А.П. Металлогения мезозоя и кайнозоя Урала. — М.: Недра, 1969.





## АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ НЕДРОПОЛЬЗОВАНИЯ НА СОВРЕМЕННОМ ЭТАПЕ

**Е.А. Порохня, Е.С. Мелехин (МПР России), В.В. Караганов  
(КПР по Челябинской области)**

*В настоящее время в недропользовании присутствует сильное государственное регулирование, осуществляемое через систему программного планирования, лицензирования, налогов, целевого финансирования процесса создания и развития минерально-сырьевой базы. Рыночное регулирование недропользования осуществляется посредством участия добывающих предприятий в программном планировании, привлечения их собственных средств для расширенного воспроизводства минерально-сырьевой базы, участия в производстве конечного продукта передела добычного комплекса. Внедрена и совершенствуется система платного недропользования, формируется экономический механизм регулирования освоения и разработки месторождений полезных ископаемых. Расширены права и самостоятельность регионов в решении вопросов управления использованием минерально-сырьевого потенциала за счет определения процедур предоставления недр в пользование, получения части рентного дохода от предстоящего и текущего использования недр, привлечения недропользователей к решению проблем социально-экономического развития региона (территории) в рамках дополнительных условий, определяемых лицензионным соглашением.*

Для России, в экономическом потенциале которой доминирует минерально-сырьевая составляющая, вопросы развития отношений, связанных с предоставлением прав на пользование недрами и контролем за выполнением условий их предоставления, использования отношений недропользования для регулирования более широкого спектра социально-экономических проблем являются актуальными.

Вопрос о праве собственности на недра ключевой, так как от того, кому принадлежит это право — государству, субъекту внутригосударственных отношений или частному лицу, зависят в конечном итоге распределение финансовых ресурсов, поступающих от использования недр, и решение различных социально-экономических проблем.

Внутренняя структура практически любой страны включает в себя отдельные

территориальные (административно-территориальные) образования — регионы, которые располагают теми или иными полномочиями в вопросах регулирования процессов недропользования.

Субъекты, являющиеся основными единицами государственно-территориального устройства России, в свою очередь взаимодействуют по вопросам недропользования с муниципальными образованиями (районами, городами), а также с отдельными гражданами. Именно в силу последнего из названных обстоятельств деятельность субъектов в сфере недропользования носит в значительной степени социально ориентированный характер.

В современных условиях при усилении центростремительных тенденций в развитии федерализма необходимо создание такой системы владения, распоряжения и

пользования минерально-сырьевыми ресурсами, которая позволила бы учесть и сбалансировать интересы всех основных сторон — Федерации, субъекта Федерации, муниципалитета и недропользователя.

Размещение производительных сил преимущественно основывается на экономико-географическом районировании, что позволило выделить на территории России 11 крупных экономических районов: Северный, Северо-Западный, Центральный, Волго-Вятский, Центрально-Черноземный, Поволжский, Северо-Кавказский, Уральский, Западно-Сибирский, Восточно-Сибирский, Дальневосточный. Это способствовало созданию территориально-производственных и минерально-сырьевых комплексов. Процесс суверенизации первоначально приостановил развитие этих структур, а в дальнейшем привел к их разукрупнению в рамках субъектов Федерации.

Характерной особенностью месторождений полезных ископаемых является пространственная неравномерность их распределения и, как следствие, естественное проникновение на территории смежных административно-территориальных единиц.

С народнохозяйственных позиций необходимость прогнозирования и размещения производительных сил требует учета геологического районирования, которое в большинстве случаев не совпадает с административно-территориальным делением. Как следствие, хозяйственно-экономические связи субъектов не замыкаются в рамках своих административных границ, что предполагает рассмотрение возможностей использования минерально-сырьевого потенциала в региональном плане.

Под регионом нами понимается совокупность геологических и административных образований, включающих ряд территорий (или одну территорию) субъектов Российской Федерации, имеющих общие геологическое строение и систему хозяйственно-экономических связей. В то же время в соответствии с действующим законодательством [5] и принятой системой оценочных показателей [4] регулирование недропользования осуществляется по отношению к субъекту Российской Федерации, при этом регион рассматривается как система, охваченная процессом внутреннего и внешнего регулирования (рис. 1).

Под внешним регулированием нами понимается динамичный процесс управления недропользованием на федеральном уровне, включающий соответствующие органы управления, нормативно-правовую базу, систему обеспечения воспроизводства минерально-сырьевого потенциала.

Основами как внешнего, так и внутреннего регулирования недропользования являются Конституция Российской Федерации, заключенный на ее основе Федеративный договор, законодательные акты Российской Федерации [3, 5, 6].

К внешним регуляторам отношений недропользования относятся ценообразование, организация внешне-экономической деятельности, налогообложение недропользователей, процесс лицензирования стратегических видов полезных ископаемых, программа геологического изучения недр и воспроизводства минерально-сырьевой базы, организация и систематизация Государственного баланса запасов полезных ископаемых. К внутренним регуляторам отношений недропользования относятся законодательные акты субъектов РФ, процесс лицензирования месторождений полезных ископаемых, устанавливаемый порядок разработки месторождений полезных ископаемых с учетом всех влияющих факторов.

Под внутренним регулированием нами понимается динамичный процесс управления недропользованием на региональном уровне и уровне субъекта Российской Федерации (территории), включающий соответствующие органы управления, нормативно-правовую базу и систему обеспечения воспроизводства минерально-сырьевого потенциала.

Основа нормативно-правового регулирования отношений Российской Федерации и ее субъектов в сфере пользования недрами на этапе формирования рыночной экономики заложена в Федеративном договоре от 31.03.1992 г. [5]. В нем к совместному ведению Российской Федерации и ее субъектов были отнесены природопользование, законодательство о недрах, а также отмечено, что «вопросы владения, пользования недрами и распоряжения... недрами и другими природными ресурсами регулируются основами законодательства Российской

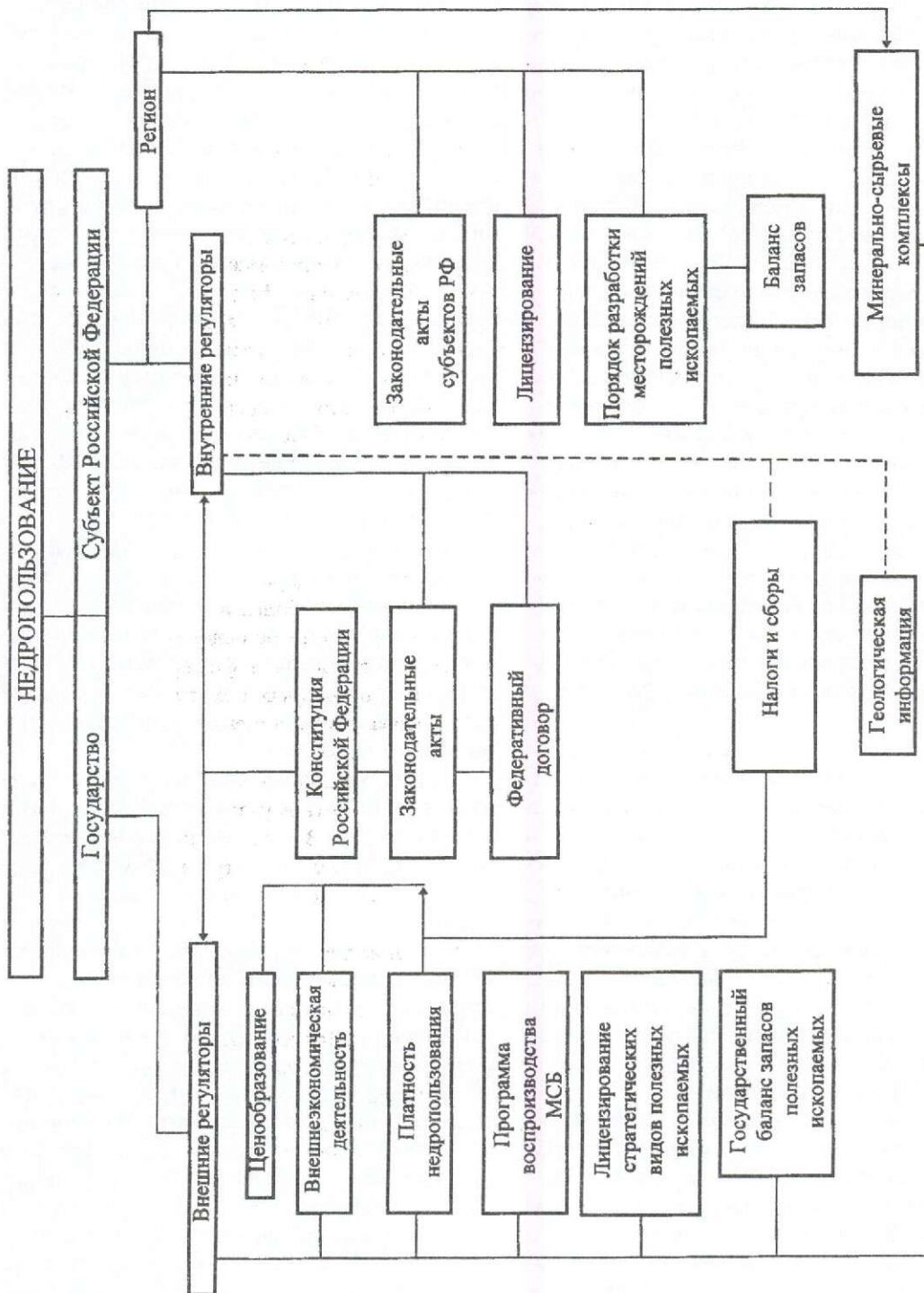


Рис. 1. Классификация внешних и внутренних регуляторов недропользования

Федерации и законодательством республик в составе Российской Федерации» (или соответственно правовыми актами субъектов Российской Федерации), а статус федеральных природных ресурсов определяется «по взаимной договоренности органов государственной власти Российской Федерации и органов государственной власти республик в составе Российской Федерации».

Конституция Российской Федерации 1993 года в части 1 статьи 72 закрепила предусмотренные Федеративным договором и законом Российской Федерации «О недрах» от 21.02.1992 г. [5, 6] положения относительно предметов совместного пользования недрами. Это получило дальнейшее развитие в Федеральном законе «О внесении изменений и дополнений в закон Российской Федерации «О недрах» от 03.03.1995 г., который закрепил государственную собственность на недра, а также положение о том, что «владение, пользование и распоряжение государственным фондом недр в пределах территории Российской Федерации в интересах народов, проживающих на соответствующих территориях, и всех народов Российской Федерации осуществляется совместно Российской Федерацией и субъектами Российской Федерации».

В законе «О недрах» впервые устанавливается компетенция государственной власти Российской Федерации и ее субъектов в сфере регулирования отношений недропользования. Понимание значения роли субъектов Российской Федерации в решении проблем использования и воспроизводства минерально-сырьевых ресурсов усматривается не только в существе передаваемых им полномочий, но и в том, что к компетенции органов государственной власти Российской Федерации и ее субъектов в законе отнесено равное количество вопросов.

К компетенции органов государственной власти субъектов Российской Федерации отнесены: принятие и совершенствование законов и иных нормативных актов субъектов Российской Федерации о недрах; участие в разработке и реализации государственных программ развития и использования минерально-сырьевой базы; создание и ведение территориальных фондов геологической информации; установление

порядка пользования недрами в целях разработки месторождений общераспространенных полезных ископаемых и др. Часть вопросов требует совместного рассмотрения или решения, хотя они приведены в разных статьях (3 и 4), разделенных по принципу федеральные и территориальные предметы ведения. Это вопросы разработки и реализации федеральных и территориальных программ развития минерально-сырьевой базы, создания и ведения единой системы федерального и территориальных фондов геологической информации о недрах; распоряжения информацией, полученной за счет федеральных и территориальных государственных средств; государственной экспертизы информации о разведанных запасах полезных ископаемых; составления государственного и территориального балансов запасов полезных ископаемых; определения условий, форм, порядка взимания и размеров платы за пользование недрами и др.

Анализ законодательства зарубежных государств с федеративным устройством показывает, что в большинстве из них разграничение предметов ведения и полномочий осуществляется в федеральных конституциях, в которых можно выделить [1] три способа разграничения предметов совместного ведения:

1. Перечисляются все вопросы, относящиеся к совместному ведению Федерации и ее субъектов. Затем по каждому из этих вопросов определяется круг проблем, находящихся в исключительном ведении Федерации.

2. Приводится перечень вопросов, по которым Федерация определяет общие принципы законодательства, а ее субъектам предоставляется право принятия законов, конкретизирующих эти принципы.

3. Предоставляется право законодательным органам субъектов Федерации принимать законы по вопросам совместного ведения лишь в случае отсутствия федерального закона по данному вопросу.

В отличие от зарубежных федеративных государств, имеющих практический опыт организации отношений между Федерацией и субъектами, Россия встала на путь федерализма фактически с момента подписания Федеративного договора в

марте 1992 г., который заложил основы демократической Российской государственности.

Анализ основных федеральных законов, законодательных и нормативных правовых актов субъектов Федерации о недрах, а также договоров о разграничении предметов ведения и полномочий между Российской Федерацией и ее субъектами позволяет сделать следующие выводы.

Согласно федеральному законодательству, вопросы владения, пользования и распоряжения недрами относятся к совместному ведению Российской Федерации и ее субъектов. Вместе с тем, ряд субъектов Федерации, обладающих развитой минерально-сырьевой базой, принимают свои нормативные правовые акты о недрах, в которых иногда нарушаются заложенные Конституцией Российской Федерации принципы совместного ведения в сфере пользования недрами, а недра рассматриваются как собственность субъекта Федерации.

В договорах о разграничении предметов ведения и полномочий, подписанных Российской Федерацией с некоторыми ее «сырьевыми» субъектами, также содержатся положения, противоречащие Конституции и федеральному законодательству о недрах, поскольку, согласно этим положениям, Российская Федерация теряет свои полномочия по предметам совместного ведения. Так, в результате договорного процесса появляются субъекты Федерации, обладающие значительно большими, чем другие субъекты, полномочиями, а на их территории федеральное законодательство действует не в полной мере (Татарстан; Башкортостан; Саха, Якутия).

Одна из важнейших характеристик социально-экономического кризиса в России — нарастание центробежных тенденций среди регионов, стремление (особенно богатых сырьевыми ресурсами регионов) к одностороннему использованию преимуществ от льготного экспорта их ресурсов, к удержанию налоговых поступлений на своей территории, к установлению собственных цен на продукцию, к запрету ее вывоза за пределы регионов [2]. Все это подрывает целостность экономического пространства и препятствует развитию интеграционных процессов.

Процесс повышения роли субъектов Российской Федерации, выражающийся в децентрализации власти и экономики, диктует необходимость четкого разграничения компетенции в области управления хозяйственной деятельностью между разными уровнями государственной власти. Особое место в этом процессе занимают природные ресурсы. Природно-ресурсный потенциал любой территории — основа ее экономического развития, особенно, если учесть то место в мировой экономике, которое сейчас занимает Россия, и те задачи, которые ей необходимо решить для выхода из социально-экономического и экологического кризисов.

Проводимая нормативно-правовая и экономическая политика слабо учитывает специфические особенности и интересы субъектов Российской Федерации. Сложившаяся в последние десятилетия структура экономики, искаженная система ценообразования, делающая низкорентабельными, даже убыточными большинство добывающих и перерабатывающих предприятий, недостаточное развитие рыночных механизмов в экономике старопромышленных регионов — все это лишает субъекты Российской Федерации мобильности в проведении экономических маневров по преодолению глубокого экономического кризиса и совершенствованию системы управления недропользованием.

В настоящее время в недропользовании присутствует сильное государственное регулирование, осуществляемое через систему программного планирования, лицензирования, налогов, целевого финансирования процесса создания и развития минерально-сырьевой базы (рис. 2). Рыночное регулирование недропользования осуществляется посредством участия добывающих предприятий в программном планировании, привлечения их собственных средств для расширенного воспроизводства минерально-сырьевой базы, участия в производстве конечного продукта передела добычного комплекса.

Переход к рыночной модели экономического развития сопровождается расширением платного недропользования (не только предоставление недр в пользование на срок за плату, но и экономическое регулирование освоения и разработки месторождений полезных ископаемых); расширением прав и

самостоятельности регионов в решении вопросов управления использованием минерально-сырьевого потенциала за счет определения процедур предоставления недр в пользование, получения регионами части рентного дохода от предстоящего и текущего использования недр, возможности привлечения недропользователей к решению проблем социально-экономического развития региона (территории) в рамках

дополнительных условий, определяемых лицензионным соглашением.

В настоящее время ухудшается ситуация с минерально-сырьевой базой (МСБ) в важнейших традиционных горно-добывающих регионах страны, где из-за интенсивной отработки разведанных запасов полезных ископаемых и снижения темпов их воспроизводства снизилась обеспеченность добывающих предприятий. Темпы воспро-

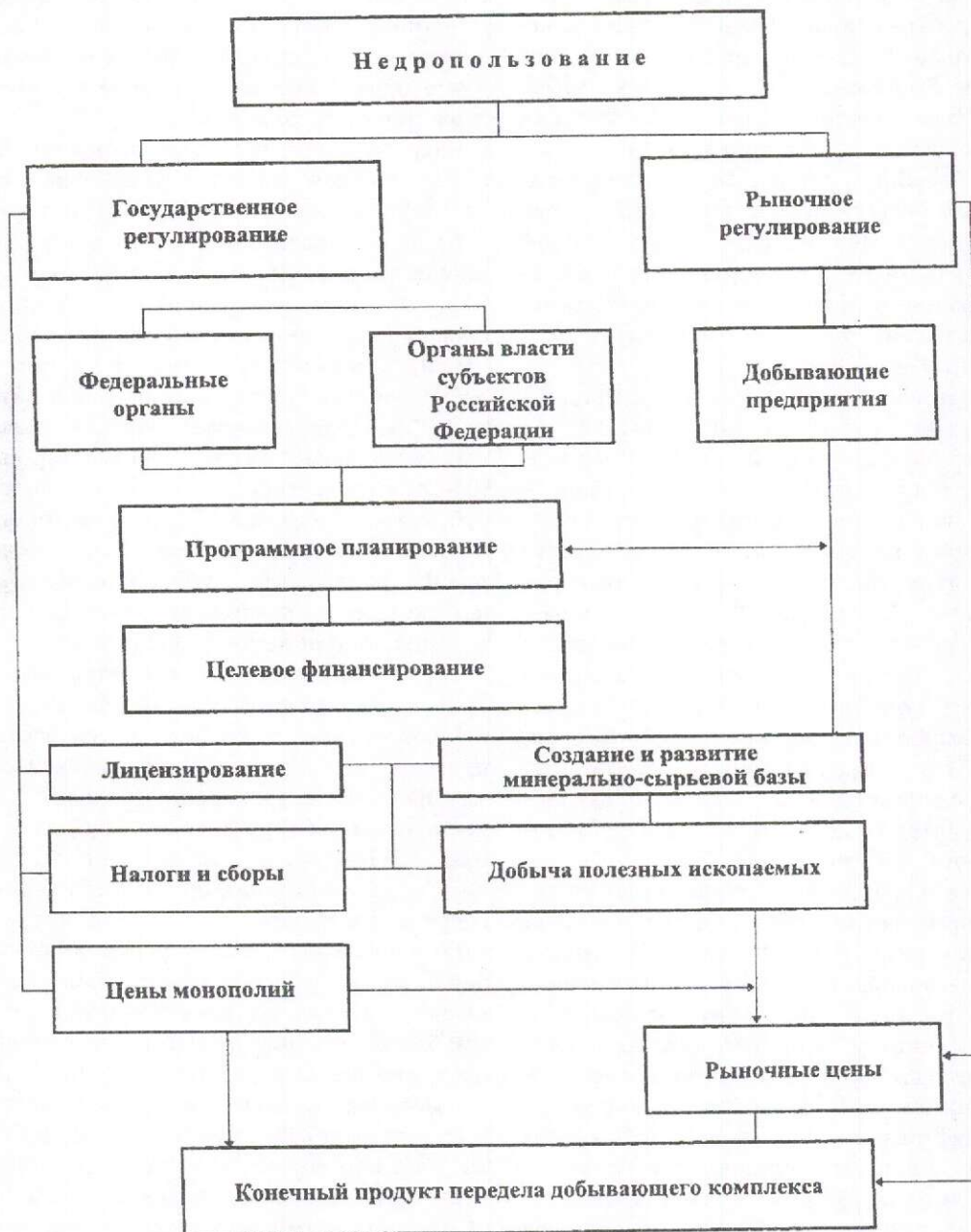


Рис. 2. Управление недропользованием

изводства минерально-сырьевой базы во многом определяются как конъюнктурой мирового рынка сырья, так и внутренними потребностями народного хозяйства. В основе методологии воспроизводства МСБ страны должны быть заложены принципы стратегического индикативного планирования, пронизывающие всю вертикаль государственного административно-территориального устройства. Однако интенсивное развитие процессов регионализации — усиление самостоятельности субъектов Российской Федерации, а в ряде случаев и значимых муниципальных образований — ведет к рассогласованию целей и интересов на различных уровнях иерархии.

Анализ состояния формирования минерально-сырьевого потенциала в зависимости от уровня управления — государство — субъект Российской Федерации (регион) — недропользователь — показал наличие разноплановых, а иногда и взаимоисключающих целей и задач (таблица). Так, при выборе направлений работ по геологическому изучению недр и воспроизводству МСБ государство ставит цель выбора территорий наиболее эффективных для подготовки стратегически важных запасов полезных ископаемых. На региональном уровне приоритет отдается подготовке участков, имеющих инвестиционную привлекательность. В то же время цель недропользователя состоит в изучении только высоко rentабельных для дальнейшей эксплуатации участков. На стадии обоснования геологического изучения недр задачей государства становится развитие работ в районах, не вовлеченных в освоение. Регионы стремятся повысить изученность собственных территорий, а добывающие предприятия — детально изучить недра в пределах лицензионного участка.

Государство стремится с наибольшей степенью достоверности оценить состояние минерально-сырьевого потенциала. На региональном уровне в первоочередном порядке оцениваются только дефицитные и выбывающие запасы имеющихся полезных ископаемых. Добывающие предприятия в зависимости от ситуационного анализа могут или предельно занижать запасы полезных ископаемых, когда необходимо получить дефицитные отчисления на воспроизводство

МСБ в целях доразведки на лицензионных участках, или максимально завышать их для последующей капитализации собственных акций на фондовом рынке.

Лицензирование недропользования на государственном уровне направлено на обеспечение оптимального развития минерально-сырьевого потенциала, потребностей страны в сырье и его рациональном экспорте. На региональном уровне увеличение числа лицензионных участков способствует росту объема поступлений платежей при пользовании недрами в бюджет субъекта РФ. Цель недропользователя — получение максимально возможного количества лицензий, которые позволят ему свободно маневрировать финансовыми и материальными ресурсами в зависимости от конъюнктуры рынка и технико-технологических особенностей месторождений.

Как правило, в настоящее время основным источником финансирования работ по геологическому изучению недр и воспроизводству МСБ служат отчисления на воспроизводство МСБ, установленные законом «О недрах» (ст. 39). Порядок их формирования, распределения между бюджетами разных уровней и целевого использования утвержден постановлением Правительства РФ от 17.05.1996 г. № 597 «О порядке использования отчислений на воспроизводство минерально-сырьевой базы и освобождения пользователей недр от указанных отчислений». Удельный вес инвестиций и собственных средств недропользователей в геологическое изучение недр незначителен — 15—20% от общего объема всех средств.

Освоение месторождений полезных ископаемых и связанное с ним налогообложение недропользователей нацелено на получение максимального экономического эффекта как на государственном, так и на региональном уровнях. Интересы недропользователя на данной стадии не совпадают с интересами государства и субъектов РФ и направлены на получение максимально возможной прибыли за счет разработки наиболее rentабельных месторождений и участков и снижение налогообложения путем получения в установленном законодательством порядке скидок и льгот, а иногда и прямого уклонения от налогов.

Структуризация задач показывает, что в

**Структуризация задач, обеспечивающих формирование минерально-сырьевого потенциала по уровням управления**

Цели и задачи	Государство	Регион — субъект РФ	Недропользователь
Направление работ по геологическому изучению недр	Выбор территорий, наиболее эффективных с государственной позиции для подготовки стратегически важных запасов полезных ископаемых	Подготовка новых инвестиционно-привлекательных участков	Изучение только высокорентабельных для освоения участков
Обоснование необходимости геологического изучения недр	Развитие работ в районах, не вовлеченных в освоение	Максимальная изученность территории	Детальное изучение недр на лицензионном участке
Оценка запасов	Количественная и качественная оценка состояния минерально-сырьевого потенциала страны и регионов	Конъюнктурная оценка запасов полезных ископаемых территории	Конъюнктурная оценка запасов месторождений на лицензионных участках
Состояние лицензирования	Обеспечение оптимального состояния развития минерально-сырьевого потенциала	Подготовка максимального количества участков недр для освоения и увеличения объема поступлений платежей в бюджет	Получение лицензий на максимально возможное количество участков для свободы действий в плане перспективного планирования своей деятельности
Финансирование работ	Отчисления на воспроизводство МСБ. Привлечение инвестиций	Отчисления на воспроизводство МСБ. Привлечение инвестиций	Отчисления на воспроизводство МСБ, оставляемые недропользователям целевым назначением на проведение геологоразведочных работ. Собственные средства недропользователей
Освоение месторождений и налогообложение недропользователей	Наиболее полное освоение месторождений, максимально возможное наполнение федерального бюджета	Наиболее полное освоение месторождений, максимально возможное наполнение бюджета субъекта РФ	Разработка наиболее рентабельных месторождений для получения сверхприбыли, максимальное уменьшение уплаты налогов

настоящий момент главенствующее звено в действующей экономической системе — региональная организация производства, сохранившая в основе структуру народно-хозяйственных территориально-производственных комплексов.

Таким образом, только комплексное решение вопросов государственного и регионального регулирования процессов недропользования позволит преодолеть кризисные явления в экономике, стабилизировать, а затем и наращивать минерально-сырьевой потенциал России.

**СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

1. Бурдэ А.И. Горные законы США и некоторые особенности аналогичного законодательства ряда других зарубежных стран. — СПб., 1993.
2. Дульциков Ю.С. Региональная политика и управление. — М.: Изд-во РАГС, 1998.
3. Конституция Российской Федерации 1993 года.
4. Методологические положения по статистике. — М.: Госкомстат России, 1998. Вып. 2.
5. Федеративный договор от 31 марта 1992 года.
6. Федеральный закон «О внесении изменений и дополнений в закон Российской Федерации «О недрах» от 8 февраля 1992 года.





## ГЕОДИНАМИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ ОБРАЗОВАНИЯ БЛАГОРОДНОМЕТАЛЬНО-ТИТАНОМАГNETИТОВЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ОНЕЖСКОЙ РИФТОГЕННОЙ СТРУКТУРЫ, КАРЕЛИЯ

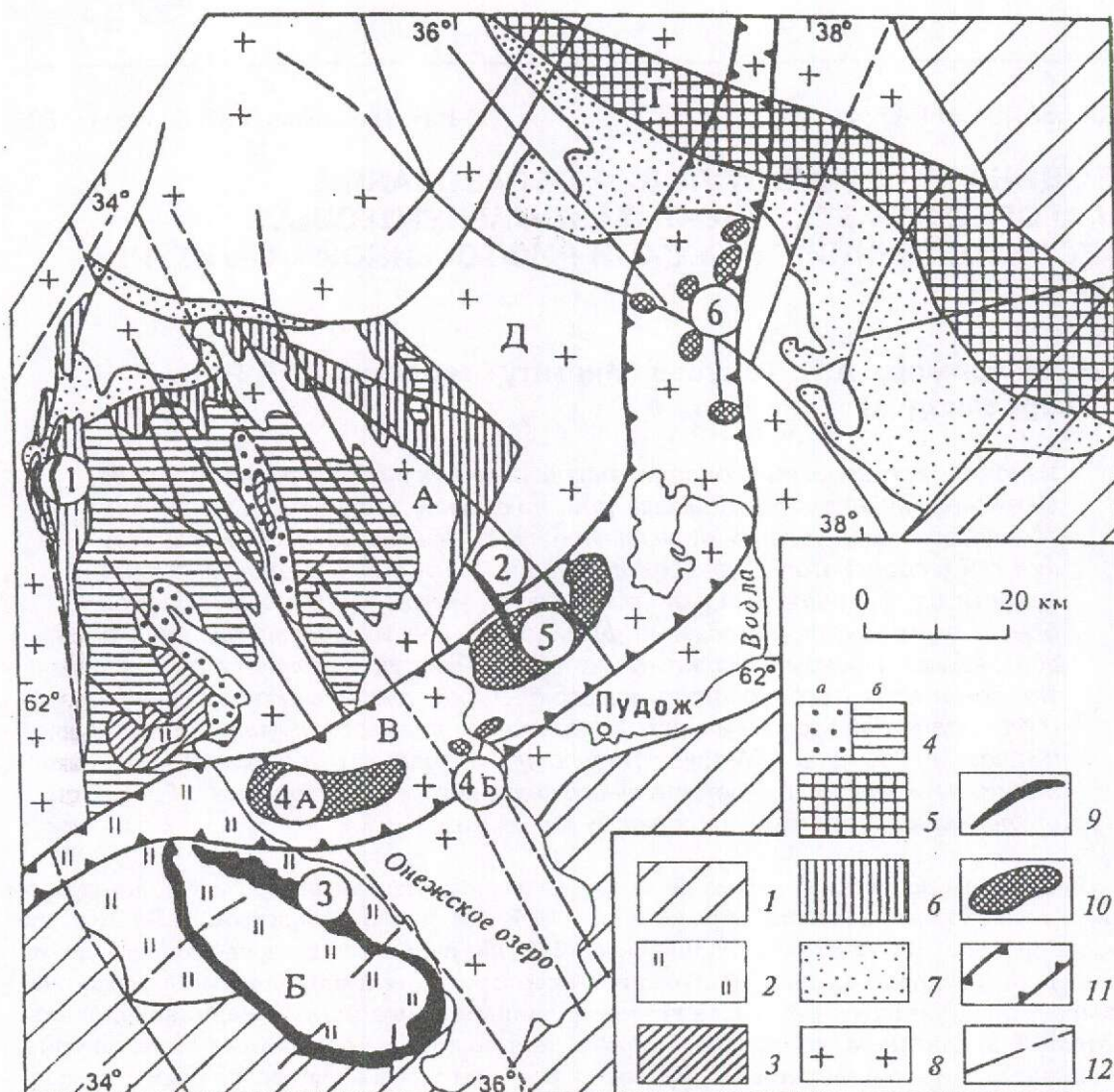
**Н.Н. Трофимов, А.И. Голубев (Институт геологии КНЦ РАН,  
г. Петрозаводск)**

*Изложена новая позиция определения временных и географических границ Онежской раннепротерозойской проторифтовой структуры. Определены геодинамические условия образования субвулканических пластовых интрузий габбродолеритов трапповой формации с благороднометалльно-титаномагнетитовой специализацией в бортах структуры на границе с рамой, обеспечивающие формирование флюидонасыщенных железистых расплавов с высоким фоном благородных металлов. Приведены данные о генезисе титаномагнетитового и сопутствующего благороднометалльного оруденения. В благоприятной геодинамической обстановке образуются крупные объекты с запасами 200–300 т БМ (существенно платиноидные) с убогими содержаниями, не имеющие самостоятельного значения, но совмещенные с Fe-Ti-V оруденением и поэтому практически значимые.*

Раннепротерозойские толеит-базальтовые вулканоплутонические образования на территории Карелии имеют широкое площадное распространение. Наибольший интерес представляют субвулканические интрузии ятулийского комплекса с промышленным титаномагнетитовым оруденением. Среди них наиболее известны и хорошо изучены Пудожгорская (ПИ) и Койкарско-Святнаволоцкая (КСИ) интрузии, приуроченные к Онежской структуре — фрагменту внутриконтинентальной проторифтовой зоны грабен-синклинального типа, по Е.Е. Милановскому (1983), заложенной в раннем протерозое на архейском гранит-зеленокаменном фундаменте. Она входит в состав Онежско-Белозерской зоны грабеновых впадин Карельско-Лапландской рифтогенной системы. Анализ геодинамической обстановки позволяет предложить новую, не рассматривавшуюся ранее, модель ее развития.

Онежско-Белозерская рифтогенная

зона, выделенная авторским коллективом ВСЕГЕИ под руководством А.Д. Щеглова [7], на наш взгляд, представлена двумя самостоятельными секторами с резко различными режимами осадконакопления, тектоники и особенностями металлогении. Секторы разделены поперечным Бураковским раздвигом (рис. 1): северному сектору соответствует Онежская структура (А), южному — Белозерская (Б). Основанием для выделения поперечной Бураковской раздвиговой зоны послужило наличие гравитационного уступа, образованного серией положительных аномалий силы тяжести, которые сопоставляются с расслоенными интрузиями перидотит-габброноритового комплекса — Бураковской и Монастырско-Мельнично-Шидмозерской групп. В юго-западной части ранее А.С. Гришиным [4] выделена подобная Петрозаводская аномалия, которая также отождествляется с расслоенным массивом. Наличие такого массива косвенно подтверждается выходами



**Рис. 1.** Схема геологического строения Онежской и Белозерской рифтогенных структур, составлена на основе Схемы магматических комплексов рифтогенных систем Карело-Кольского региона, ВСЕГЕИ, 1993 г., ред. А.Д. Щеглов, В.Н. Москалева; Геологической карты Онежской структуры, КГСПЭ, 1988 г., авторы Е.М. Михайлюк, А.И. Филимонов, с использованием материалов ИГ КНЦ РАН:

рифейско-палеозойские отложения: 1 — вулканогенно-осадочные и осадочные отложения рифтогенного этапа; верхний карелий: 2 — вепиский надгоризонт, нижний карелий, надгоризонты: 3 — калевийский, 4 — людиковийский (а — суйсарский, б — заонежский горизонты), 5 — людиковийский и ятулийский нерасчлененные, 6 — ятулийский, 7 — сариолийский и сумийский; 8 — архей нерасчлененный (древняя платформа); интрузивные и субвулканические образования рифтогенного этапа: 9 — пластовые интрузии габбродолеритов (дифференцированные: 1 — Койкарско-Святнаволоцкая, 2 — Пудожгорская; недифференцированные: 3 — Ропручейская); 10 — расслоенные интрузии перидотит-габброноритового комплекса: 4 — Петрозаводская (А — положительная гравитационная аномалия силы тяжести, Б — разрозненные выходы на островах и дайки в устье р. Водлы), 5 — Бураковская и 6 — Монастырско-Шиддозерская группы; 11 — поперечная Бураковская раздвиговая зона (В) и ее границы; 12 — тектонические нарушения; рифтогенные структуры: интракратонные (А — Онежская, Б — Белозерская), перикратонные (Г — Ветреный Пояс, Д — Водлозерский блок серых гнейсов — Водлозерское поднятие)

дифференциатов перидотит-габброноритового комплекса (плагиопироксенитов и габброноритов) возрастом  $2360 \pm 60$  млн. лет [6] в акватории Онежского озера на островах Деда, Кладовец и др. и серией мощных (до 400 м) крутопадающих дайкообразных тел габброноритов в устье р. Водлы (см. рис. 1, 4Б). Время заложения поперечной раздвиговой зоны можно сопоставить со временем проявления толеит-базальтового мантийного магматизма, соответствующим  $2449 \pm 1,5$  млн. лет [6] по данным изотопного датирования Бураковского расслоенного массива.

*Белозерская рифтогенная структура* имеет существенно осадочное заполнение. Ее осевая часть приурочена к акватории Онежского озера. На северо-западном фланге структуры (Западное Прионежье) отложения представлены сероцветными полевошпат-кварцитопесчаниками петрозаводской свиты (300—350 м) и красноцветными кварцитопесчаниками шокшинской свиты (800 м) с шунгитовым веществом в цементе отдельных слоев. Терригенная толща относится к вепиському надгоризонту, на площади более  $2000 \text{ км}^2$  она пронизана пологосекущим Ропручейским sillом габбродолеритов мощностью 200 м и возрастом по U-Pb определениям  $1770 \pm 12$  млн. лет [17]. Доля единичных базальтовых лавовых потоков в терригенной толще не превышает 1%.

*Онежская рифтогенная структура* характеризуется другим типом разреза — вулканогенно-осадочным с преобладанием эффузивного и субвулканического комплексов. Для нее типична спокойная пологая (конседиментационная) складчатость, переходящая в напряженную в зонах тектонических нарушений, ориентированных параллельно оси рифта (зоны СРД, по Т.В. Билибиной [2]). Время заложения структуры, видимо, следует соотносить с образованием сумийско-сариолийского комплекса (возраст по геологическим данным) и формированием синхронного Бураковского раздвига —  $2449 \pm 1,5$  млн. лет (возраст по радиологическим данным). Возрастная последовательность вулканогенных формаций носит антидромный характер: сумий — сариолий — андезит-базальтовая формация; ятулий — толеит-базальтовая; лодиковый — толеит-базальтовая (заонежский горизонт) и пик-

рит-базальтовая (суйсарский горизонт). Для калевия отмечено появление субщелочных базальтов, проявившихся в ятулийское время на этапе завершения траппового (толеитового) магматизма. Осадочные формации представлены терригенной, терригенно-карбонатной, карбонатной, карбонатно-углеродистой, терригенно-глинистой, терригенно-глинисто-углеродистой (табл. 1). Преобладают фаши прибрежные и мелководных бассейнов [4, 11]. Согласно результатам интерпретации сейсмического профиля (Карельская ГСЭ), максимальная мощность вулканогенно-осадочных отложений (до 3 км) сохранилась в центральной (район Уницкой губы) и западных частях структуры. Максимальная глубина прогибания фундамента, видимо, не менее 6 км, также соответствует этому участку. Амплитуда прогибания восточного плеча структуры не оценена, но, судя по эрозионному срезу приподнятого Аганозерского блока Бураковского массива, составляла около 3—4 км. Проявление в суйсарский этап интенсивного вулканизма в западной части структуры указывает на смещение во времени осевой части рифта к западу.

*Прототрапповый магматизм*, связанный с формированием Онежской рифтогенной структуры, активно проявился в ятулии и лодиковии и завершился в калевии (стадия затухания) субщелочными излияниями (см. табл. 1). Образования этого этапа отнесены А.П. Световым [12] к платобазальтовой формации. Пульсационный характер режима растяжения рифта обеспечил цикличность магматизма и проседание блоков фундамента, что создало условия для многократного внедрения в полости отслоения субвулканических пластовых интрузий габбродолеритов в ятулии, заонежье и перидотитов в суйсарии. Субвулканические тела с промышленно значимым титаномагнетитовым оруденением, кристаллизовавшиеся из флюидонасыщенных высокожелезистых расплавов, выявлены только в бортах структуры на границе с архейским фундаментом. Их формирование связано с особыми (уникальными) геодинамическими условиями — возникновением режимов периодического сжатия в бортах структуры, компенсирующих нагрузки этапов растяжения в ее централь-

1. Формационная принадлежность и возрастная последовательность осадочных, вулканогенно-осадочных и интрузивных комплексов Онежской протогрифтовой зоны

Стратиграфическое подразделение (надгоризонт), возраст «от» — «до», млн. лет [8]	Общая мощность надгоризонта, м	Формации (свиты)		Комплексы, возраст в млн. лет	Преимущественная область распространения
		осадочные	вулканогенно-осадочные		
Вепсий, 1950—1650	До 250	Пестроцветная терригенно-глинистая (шуйская)			Юго-западная часть структуры, ограниченное развитие
Калевий, 2000—1950	200—400	Терригенно-глинистая (падосская и вашозерская)	Трапшвая, толеит-грахибазальтовый подтип, по Ю.А.Кузнецову [5], резко преобладает терригенно-осадочная составляющая		Западная и центральная части структуры
Людиковый, 2100—2000	300—750	Суйсарский горизонт, терригенно-глинистая углеродсодержащая	Пикрит-базальтовая, интенсивная эксплзивность [12]	Силлы перидотитов и плагиопорфировых базальтов, Sm-Nd — 1975±24 (В.С.Куликов, В.В.Куликова, Б.С.Лавров и др., 1999)	То же
	1300—2750	Заонежский горизонт, карбонатно-глинисто-углеродистая (нижняя подсвита, 300 м) [4, 11]	Прототрапшвая толеит-базальтовая (вулканогенно-кремнисто-карбонатно-углеродистая). Средняя и верхняя подсвиты, соотношение вулканитов и осадков 1—2:1	Силлы долеритов	Малые интрузии — дайки долеритов. Дайка, секущая Бураковскую интрузию, U-Pb — 2050±70 [9]

Стратиграфическое подразделение (надгоризонт), возраст «от» — «до», млн. лет [8]	Общая мощность надгоризонта, м	Формации (свиты)		Комплексы, возраст в млн. лет		Преимущественная область распространения
		осадочные	вулканогенно-осадочные	субвулканических интрузий	интрузивные	
Ягулий, 2300—2100	500—1100	Терригенная (кварцевопесчаногалечная), терригенно-карбонатная, карбонатная (сульфатно-доломитовая), десятки метров	Прототрапшова толеит-базальтовая Низкая степень экспозивности, трехфазные излияния, трецинно- центральный тип [12]	Силлы долеритов и ферродолеритов — Пудожгорский и Койкарско- Святнаволоцкий	Малые интрузии — дайки долеритов, U-Pb — 2180±60 [3] (Западная Карелия)	В пределах всей структуры
Сумий, сарюлий, 2500—2300	1400—2000	Терригенная (полимиктовая валунно-галечная), 160 м [4]	Андезит-базальтовая (вулканогенно-терригенная), 1200 м [4, 11]	Силлы долеритов	Перидотит-габроноритовая формация. Бураковский расслоенный массив, U-Pb — 2449±1,5 [6]. Габроноритовые дайки, K-AR — 2360±60 [6]	Западное и северо-западное обрамление структуры

ных частях. Вследствие временного пережима подводящего канала в верхней коре происходила приостановка (возможно неоднократная) поднимающихся мантийных выплавок и их дифференциация с образованием промежуточных камер. Латеральная зональность базальтов, обусловленная подобными геодинамическими условиями, отмечена для Вилойской палеорифтовой системы [10]. Эти выводы хорошо согласуются с особенностями распределения редкоземельных элементов (РЗЭ). Средневзвешенный состав Пудожгорской интрузии характеризуется: истощенностью по европию —  $Eu/Eu^* = 0,72$ ; в 2 раза более высоким содержанием суммы РЗЭ (187,62 г/т), чем в толеитовых магмах (80—100 г/т); слабо выраженной тенденцией преобладания легких лантаноидов (рис. 2, А; табл. 2). Это объясняется кристаллизацией и грави-

тационным отделением оливина и плагиоклаза от остаточного ферритизированного расплава и указывает на внутрикоровые процессы дифференциации на глубине до 40 км (область устойчивости плагиоклаза) [1, 14].

Сопоставление распределения редкоземельных элементов в Пудожгорской интрузии и пермско-триасовых траппах Сибирской платформы показывает, что Пудожгорская интрузия достаточно близка к дифференцированной, обогащенной железом и титаном Алмаджакской интрузии, но отличается от нее высоким содержанием РЗЭ — в сумме 187,62 г/т и низким отношением  $Eu/Eu^*$  (табл. 3; см. рис. 2, А). В пределах интрузии породы ранних дифференциатов (подрудный горизонт) имеют относительно высокую величину  $Eu/Sm$ , которая снижается в разновидностях кислого состава и породах эндоконтактов. Такая же закономерность отмечена Ю.А. Балашовым [1] для Алмаджакской интрузии. При этом в диоритовой зоне содержания как легких, так и тяжелых элементов в сумме заметно выше, чем в других дифференциатах (см. рис. 2, Б).

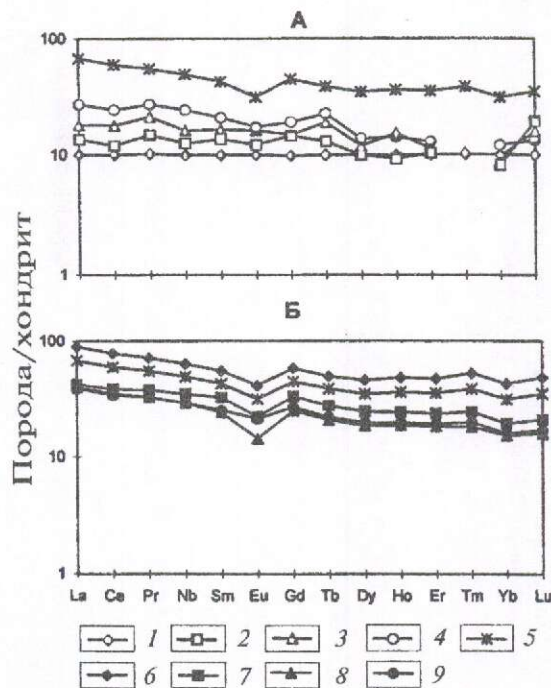


Рис. 2. Распределение РЗЭ нормализованных по хондриту [14]:

А — траппы Сибирской платформы, современные океанические и архейские базальты; Б — дифференциаты Пудожгорской интрузии; 1 — среднеархейские базальты; 2 — океанические базальты; 3 — траппы Сибирской платформы; 4 — средневзвешенный состав Алмаджакской интрузии; 5 — то же, Пудожгорской интрузии; 6 — диоритовая зона; 7 — эндоконтакт; 8 — рудный горизонт; 9 — подрудный горизонт

Среди многочисленных субвулканических интрузий ятулия и людиковия Пудожгорская (ПИ) и Койкарско-Святнаволоцкая (КСИ) заметно выделяются особенностями положения, состава и дифференцированностью. Они расположены в краевых частях структуры, в раме и на границе с ней, симметрично относительно ее бортов: в восточном (ПИ) и западном (КСИ), на расстоянии 130 км друг от друга (см. рис. 1). Пудожгорская пластовая интрузия выполняет трещины растяжения в позднеархейских плагиомикроклиновых гранитах, в плане имеет линейную дайкообразную форму, вытянута параллельно оси рифта в северо-западном направлении на 30 км. Ее северная часть, характеризующаяся наиболее пологим залеганием ( $5-15^\circ$ ), развездана и известна под названием Пудожгорского месторождения титаномагнетитов, а южная, именуемая Тубозерским участком, изучена слабо. Южный фланг ее интрузирует Бураковский массив (см. рис. 1). Койкарско-Святнаволоцкий силл имеет аналогичные протяженность и простирание, залегает в смятой в пологие складки вулка-

## 2. Соотношение легких и тяжелых РЗЭ в трапшовой формации, современных океанических и архейских базальтах

Объекты	Источник	Сумма РЗЭ, г/т	Eu/Eu*	La/Sm	La/Yb	Gd/Yb	$\Sigma Ce/\Sigma Y$
Пудожгорская, средневзвешенное	27 анализов	187,62	0,72	1,60	2,18	1,43	1,41
Алмаджахская, средневзвешенное	[1]	110,5	0,87	1,30	2,23	1,57	1,55
Сибирские траппы	[1]	86,30	1,03	1,09	1,86	1,52	1,23
Океанические базальты	Е. Алексеев, 1974	71,75	0,86	1,00	1,65	1,76	1,13
Среднеархейские базальты	[14]	38,94	0,99	1,01	1,00	0,97	1,00

## 3. Изменение европий-самариевого отношения в дифференциатах Пудожгорской и Алмаджахской интрузий

Пудожгорская интрузия (число анализов)	Eu/Sm	Алмаджахская интрузия	Eu/Sm
Микродолерит из кровли и подошвы эндоконтакта (3)	0,25	Микродолерит из кровли эндоконтакта	0,24
Диорит, кварцевый диорит из диоритовой зоны (14)	0,28	Гранофил, щелочное габбро	0,24; 0,21
Средне- и густовкрапленные титаномангнетитовые руды из рудного горизонта (7)	0,23	Феррогаббро	0,30
Габродолерит подрудного горизонта (4)	0,32	Габродолериты, троктолитовые долериты	0,40; 0,52
Средневзвешенное для интрузии	0,28	Средневзвешенное для интрузии	0,30

ногенно-осадочной толще ятулия (см. рис. 1). Интрузии с абсолютным возрастом 2050—2180 млн. лет (см. табл. 1) имеют одинаковую мощность (100—150 м) и строение, сформированы высокожелезистыми ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$  21—21,9%), высокотитанистыми ( $\text{TiO}_2$  2,85—3,1%), обогащенными V, Cu, S расплавами с региональным фоном благородных элементов на порядок выше кларка и истощенными по Ni, Co, Cr (табл. 4, 5). Наблюдается дифференцированность интрузий на нижнюю — габбровую и верхнюю — диоритовую зоны. Тренд их дифференциации сопоставим с трендом заключительного этапа кристаллизации расслоенных интрузий (рис. 3). В целом для разрезов обеих интрузий типично широкое развитие гидроксид- и фторсодержащих силикатов — амфиболов и биотита, что указывает на высокие концентрации летучих, в том числе воды, в исходном расплаве. Для ПИ в отдельных частях разреза отмечены повышенные концентрации в породе фтора (0,1—0,15%) [15].

*Габбровая зона* сложена габбродолеритами, имеет мощность 40—50 м и подразделяется на два горизонта — подрудный и рудный. Главные первичные порообразующие минералы — лабрадор, моноклиновый пироксен, титаномагнетит. Вследствие интенсивного автометасоматоза пироксен повсеместно амфиболизирован. В подрудном горизонте он замещен ферроактинолитом, а в рудном — железистой роговой обманкой.

*Рудный горизонт* залегает параллельно контакту в среднем в 25—30 м от подошвы (рис. 4), не имеет резких литологических границ из-за плавного перехода концентраций титаномагнетита от 60% в промышленной части залежи до 20% в краевой. Мощность горизонта в среднем 20—25 м, в его пределах выделяется слой богатых руд мощностью 5—10 м. Руды комплексные — Fe-Ti-V. Содержание валового железа в пересчете на окисное составляет для ПИ — 47,65% и КСИ — 28,1%, диоксида титана соответственно 9,25 и 4,89%, ванадия — 3000 и 1860 г/т (см. табл. 3). Текстура руд равномернокрапленая, структура идиоморфнозернистая. Кристаллы титаномагнетита преимущественно мелкозернистые, содержат значительное количество силикатных включений. Магнетит с ильменитом

образуют предельно насыщенную эмульсионную, пластинчатую и решетчатую структуры распада твердых растворов двух-трех уровней (от тонкой до микроскопической).

*Диоритовая зона* имеет мощность 60—100 м. Ее минеральный состав — андезин, железистые роговая обманка и актинолит, кварц, альбит, анортотлаз, биотит, эпидот, хлорит, апатит, окислы (титаномагнетит, ильменит, магнетит, гематит). Отсутствие реликтов пироксена и высокая концентрация воды в исходном расплаве указывают на первичную кристаллизацию амфибола. По основным характеристикам дифференциации диоритовой зоны относятся к семейству диорито-монцитов (мезократовые разности) и субщелочных кварцевых диоритов — кварцевых монцитов (лейкократовые) и характеризуются широким развитием гранофировой структуры, особенно в Пудожгорской интрузии.

*Титаномагнетитовый горизонт* является концентратором благородных металлов (БМ) и частично Cu. Исходные расплавы, согласно расчетам, обогащены Au, Pt и Pd: КСИ — 145, ПИ — 150 мг/т (см. табл. 5). Содержание суммы БМ в рудном горизонте относительно исходного возросло в 4—6 раз (см. табл. 5) за счет мобилизации из диоритовой зоны, при этом в наиболее обогащенных слоях оно составило для Пудожгорского месторождения 1,97 г/т на мощность 5,3 м, для Святнаволоцкого участка — 1,48 г/т на мощность 7,4 м [16]. Оруденение исключительно выдержано по простиранию и падению рудной залежи. На участке Пудожгора оно прослежено по падению на 1,7 км (до глубины отработки 210 м). Слои, обогащенные Pt, Pd и Au, приурочены к рудам с высокой железистостью, пик их концентрации совмещен (см. рис. 4). Их осаждение происходит в переходных окислительно-восстановительных условиях, маркируемых появлением борнита, и в восстановительных условиях, сопровождаемых сульфидным парагенезисом халькопирит+борнит (0,1—0,5%). Минеральные формы БМ представлены электрумом и теллуридами палладия — котульскитом и меренскитом [13].

*Титаномагнетитовое оруденение* имеет ликвационный генезис. Ликвации



4. Средний химический состав интрузий и рудных горизонтов, %

Объекты	Мощность, м	SiO <sub>2</sub>	TiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	FeO	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	MnO	MgO	CaO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	H <sub>2</sub> O	П. п. п.	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>
ШИ	115,0	50,3	2,85	11,90	7,90	12,6	21,90	0,20	2,32	4,88	3,81	1,20	0,23	1,57	0,30
Рудный горизонт П-2	19,3	26,3	9,25	9,37	19,05	25,7	47,65	0,36	3,29	4,70	1,27	1,39	0,16	1,18	0,19
КСИ	140,0	46,3	3,10	13,10	6,02	13,5	21,00	0,20	4,11	7,60	3,18	0,71	0,21	1,74	0,27
Рудный горизонт К-4	25,0	39,8	4,89	13,80	9,23	17,0	28,10	0,18	3,61	6,90	2,75	0,64	0,19	1,33	0,25

5. Среднее содержание благородных металлов (мг/т) и прочих химических элементов (г/т) в интрузиях и рудных горизонтах

Объекты	Pt	Pd	Au	Cu	S	V	Ni	Co	Cr	Li	Rb	Cs	Ba	Sr	Y	Zn	Nb	Pb
ШИ	27,9	88,4	33,9	438	1920	730	34	51	75	23	50	7	211	78	78	345	38	72
Рудный горизонт П-2	112,0	347,0	117,0	1160	1480	3000	79	110	80	42	135	17	345	76	41	170	15	25
КСИ	28,7	74,8	41,0	543	780	790	51	56	86	40	23	9	178	136	40	153	14	12
Рудный горизонт К-4	186,0	457,0	232,0	690	1160	1860	112	77	111	46	18	8	104	139	30	111	12	10

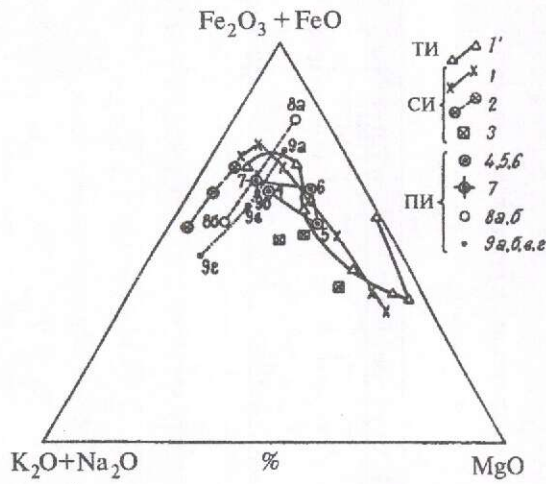


Рис. 3. Диаграмма составов  $K_2O+Na_2O-Fe_2O_3+FeO-MgO$ :

интрузии: ТИ — Таймырская траповая, СИ — Скергаардская, ПИ — Пудожгорская; 1' — направление дифференциации ТИ, по [5]; составы расплавов СИ, по Л. Уэйджеру, Г. Брауну, 1970: 1 — расслоенных серий, 2 — поздних дифференциатов, 3 — пород верхней краевой группы; составы расплавов ПИ: 4 — исходного, 5 — зон закалки, 6 — подрудного горизонта, 7 — подвергнувшегося ликвации; 8 — состав ликватов: а — меланократового (рудный горизонт), б — лейкократового (диоритовая зона); 9 а, б, в, г — составы горизонтов диоритовой зоны

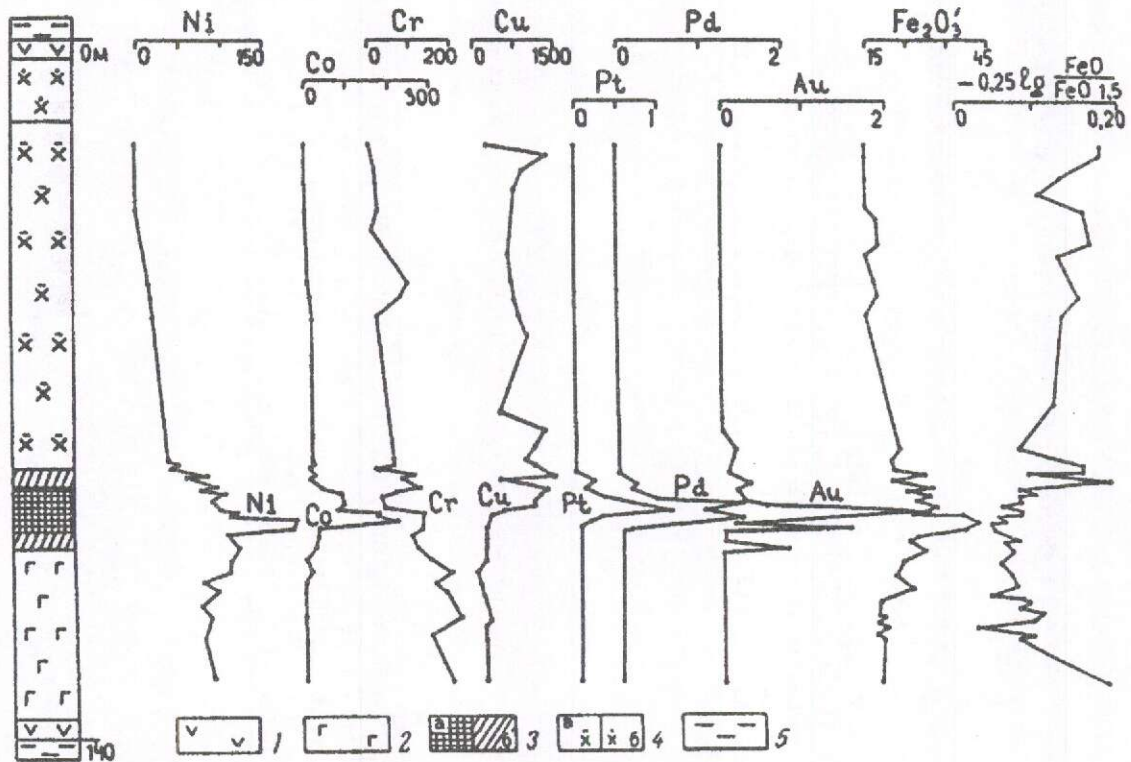


Рис. 4. Дифференцированное строение Койкарско-Святнаволоцкой интрузии и распределение основных породообразующих оксидов:

1 — афанитовый мелкозернистый габбродолерит; 2 — среднезернистый амфиболизированный габбродолерит с вкрапленностью титаномagnetита 5—20%; 3 — габбродолерит с титаномagnetитовым оруденением: а — средне-густовкрапленным, 30—60%, б — убоговкрапленным, 20—30%; 4 — альбитсодержащий биотит-амфиболовый и кварцевый диорит: а — мезократовый, б — лейкократовый, насыщенный граунофиром; 5 — кварцитопесчаники, доломиты

## 6. Запасы титаномагнетитовой руды, меди и БМ в Пудожгорском и Койкарско-Святнаволоцком месторождениях

Месторождения титаномагнетита	Комплексные титаномагнетитовые руды										
	Главные компоненты					Сопутствующие компоненты					
	Запасы руды, млн. т	Среднее содержание			Cu		Запасы (т) до глубины отработки 150—200 м	Сумма Au+Pt+Pd, мг/т	Соотношение запасов по металлам, %		
		Feвал	Ti	V	Запасы, тыс. т	Содер- жание, %			Pt	Pd	Au
Пудожгорское	316,7	28,9	8,14	0,43	411,7	0,13	247*	576	25,5	56,8	17,7
Койкарско-Святнаволоцкое	314,1	23,0	6,0	0,32	Не оценивались		270	875	21,7	57,8	20,5

\* С учетом запасов Губоверского участка.

подвергся обогащенный летучими остаточный расплав после кристаллизации эндо-контактовых образований и формирования придонной части интрузии подрудного горизонта. Он разделился на кислую — силикатную (диоритовая зона) и основную — рудно-силикатную (рудный горизонт) составляющие с мобилизацией в последней Fe, Ti, V, BM и частично Cu. Массовая кристаллизация титаномагнетита началась не сразу, а лишь после достижения довольно низкой критической температуры, на что косвенно указывает субмикроскопический уровень структур распада, и сопровождалась активным выделением летучих с интенсивным развитием аутометасоматических преобразований, затронувших и верхнюю часть горизонта. Титаномагнетиты подрудного горизонта (наиболее ранние высокотемпературные) содержат максимальные концентрации триоксида хрома от 0,108 до 0,398% и более низкие концентрации пентаоксида ванадия. В рудном горизонте преобладает поздняя низкотемпературная генерация титаномагнетита. Она отличается пониженной концентрацией Zn и более высокой  $V_2O_5$  (1—1,34%) [15]. Содержание  $TiO_2$  в обеих генерациях близкое и колеблется от 11 до 16%.

Мобилизация BM из ликвата диоритовой зоны осуществлялась фтор- и хлорсодержащими флюидами сверху вниз — в более холодную зону [15] — в ферроликват (рудный горизонт), способный растворить максимальное количество летучих относительно других слоев разреза интрузии, а следовательно, и кристаллизующийся при более низких температурах. В дальнейшем при кристаллизации ферроликвата в условиях изменения окислительно-восстановительного потенциала BM были захвачены сульфидной составляющей, способной концентрировать высокие содержания MPP и Au. Осаждение Pt, Pd и Au произошло в восстановительных условиях на заключительных этапах позднемагматического аутометасоматоза [15].

На площадях Пудожгорской и Койкарско-Святнаволоксской интрузий предварительная разведка титаномагнетитовых руд была проведена в начале 50-х годов; подсчитаны запасы Fe, Ti, V (табл. 6) и осуществлены всесторонние технологические

исследования руд. По содержанию пентаоксида ванадия (0,43%) Пудожгорское месторождение сопоставимо с лучшими уральскими объектами магматического генезиса. Позднее, в конце 60-х годов, на основании ревизии керн дана оценка запасов Cu, составивших в разведанных контурах по категории  $C_1$  411,7 тыс. т. Благородные металлы выявлены и изучены в 80—90-х годах (ЦНИГРИ, ИГ КНЦ РАН). Их прогнозные ресурсы (категория  $P_1$ ) в количестве 270 (КСИ) и 247 т (ПИ) позволяют классифицировать эти объекты как крупные месторождения комплексных благороднометалльно(существенно платиноидных)-титаномагнетитовых руд. На долю запасов Au приходится около 20% (см. табл. 6). Доказана принципиальная возможность извлечения BM из сульфидного концентрата хвостов магнитной сепарации [13].

Наличие столь крупных объектов только одного формационного типа с суммарными запасами BM около 500 т выдвигает Онежскую структуру в число наиболее перспективных объектов Карелии на платиноиды.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ «Карелия», грант № 98-05-03543.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Балашов Ю.А., Нестеренко Г.В. Распространенность редкоземельных элементов в трапах Сибирской платформы // Геохимия. 1966. № 7. С. 854—860.
2. Билибина Т.В., Мельников Е.И., Савицкий А.В. О новом типе месторождений комплексных руд в Южной Карелии // Геология рудных месторождений. 1991. № 6. С. 3—14.
3. Возрастные границы ятулийского комплекса Карелии / К.О. Кратц, О.А. Левченко, Г.В. Овчинникова и др. // Докл. АН СССР. 1976. Т. 231. № 5. С. 1191—1194.
4. Геология Карелии / Отв. ред. В.А. Соколов. — Л.: Наука, 1987.
5. Кузнецов Ю.А. Главные типы магматических формаций. Избр. тр. Т. 2. — Новосибирск: Наука, 1989.
6. Куликова В.В., Куликов В.С. Универсальная галактическая хронометрическая шкала. — Петрозаводск, 1997.
7. Магматизм и металлогения рифтогенных систем восточной части Балтийского щита / Под ред. А.Д. Шеглова. — СПб.: Недра, 1993.
8. Общая стратиграфическая шкала докембрия территории СССР / М.А. Семихатов, К.А. Шуркин, Ю.Р. Беккер и др. // Отечественная геология. 1992. № 10. С. 37—42.
9. Первые данные об изотопном возрасте и палеомагнетизме базитов и ультрабазитов Водлозерского блока Карелии / С.Б. Лобач-Жученко,

- С.А. Сергеев, Е.Г. Гуськова и др. // Докл. АН СССР. 1986. Т. 290. № 5. С. 1184—1187.
10. Петролого-геохимические черты латеральной зональности базитов среднепалеозойских палеорифтов Сибирской платформы / В.В. Олейников, М.Д. Томшин, А.Г. Копылова и др. // Отечественная геология. 1997. № 9. С. 3—6.
  11. Проблемы стратиграфии нижнего протерозоя Карелии. — Петрозаводск: Карельский филиал АН СССР, 1989.
  12. Светов А.П. Платформенный базальтовый вулканизм карелид Карелии. — Л.: Наука, 1979.
  13. Сереброва Е.Л., Филиппов Н.Б., Губко М.Г., Франк-Каменецкий Д.А. Платино- и золото-металлическая минерализация в титаномагнетитовых габбро-диабазях Карелии // Вест. Санкт-Петербургского университета. Сер. геология, география. 1995. Сер. 7. Вып. 1. С. 18—26.
  14. Тейлор С.Р., Мак-Леннан С.М. Континентальная кора: ее состав и эволюция. — М.: Мир, 1988.
  15. Трофимов Н.Н., Голубев А.И. Генезис комплексного благороднометалльного и титаномагнетитового оруденения в дифференцированных габбродолеритовых интрузиях Карелии // Крупные и уникальные месторождения редких и благородных металлов. СПб., 1998. С. 282—291.
  16. Трофимов Н.Н., Голубев А.И. Благороднометалльное оруденение в титаномагнетитовых месторождениях протерозоя Карелии // Проблемы золотоносности и алмазности Севера европейской части России. Петрозаводск, 1997. С. 51—56.
  17. U-Pb изотопный возраст вепся Карелии / Е.В. Вибикова, Т.И. Кириозова, Ю.И. Лазарев и др. // Докл. АН СССР. 1990. Т. 310. № 1. С. 189—191.

# МЕТОДЫ И МЕТОДИКИ ПРОГНОЗА, ПОИСКОВ, ОЦЕНКИ И РАЗВЕДКИ МЕСТОРОЖДЕНИЙ



УДК 553.689.2 (571.15)

© Г.Г. Ахманов, Н.Г. Васильев, 1999

## К МЕТОДИКЕ ГЕОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ОЦЕНКИ РЕСУРСОВ БАРИТА АЛТАЕ-САЯНСКОЙ СКЛАДЧАТОЙ ОБЛАСТИ

**Г.Г. Ахманов, Н.Г. Васильев (ЦНИИгеолнеруд МПР России)**

*Основу методики оценки баритового потенциала составляет оценка эффективности освоения объекта по качеству руд, затратам на изучение и освоение объекта и стоимости получаемой товарной продукции. Потенциальные запасы барита в регионе оценены в 43 млн. т, стоимость, товарной продукции, которую возможно получить за счет их реализации, в 1,73 млрд. дол. Предложены мероприятия по формированию и освоению сырьевой базы барита региона.*

Проблема сырьевой базы барита в России состоит в малой обеспеченности добывающей отрасли запасами и низким качестве руд. Ее острота в значительной степени может быть снижена посредством создания сырьевой базы в Алтае-Саянском регионе.

Достоверная оценка сырьевых ресурсов страны всегда имела большое значение. В условиях рынка она приобретает еще большую актуальность. Подходы к оценке и методы геолого-экономического анализа сырьевых ресурсов территорий и конкретных объектов постоянно совершенствуются. В этом направлении ведут разработки коллективы ВИЭМС, ВСЕГЕИ, ЦНИГРИ, ЦНИИгеолнеруд, ВостСибНИИГГ и МС и др. В предлагаемой статье авторы делятся опытом оценки баритового потенциала крупнейшего баритоносного региона России.

Как известно, барит в основном используется в качестве утяжелителя буровых растворов (барит класса Б) и на сегодняшний день в этом плане является непревзойденным материалом. Довольно значительный объем высокосортного барита используется в лакокрасочной и других отраслях промышленности (барит класса А). Для удовлетворения потребности промышленности при существующих в настоящее время качестве сырьевых ресурсов (четвертую часть запасов

составляют бедные сульфидно-баритовые руды) и технологии переработки руд необходимо ежегодно добывать порядка 1400 тыс. т барита. Обеспеченность указанного объема добычи активными запасами промышленных категорий (12,9 млн. т барита) не превышает 9 лет [5].

Подавляющая часть активных запасов барита (75,2%) сосредоточена в Алтае-Саянском регионе, здесь же прогнозируется и основной объем ресурсов. Всего в регионе известно 64 баритоносных и перспективных объекта, 14 из которых учитываются Государственным балансом. Баритовое оруденение представлено следующими геолого-промышленными типами: собственно баритовыми — стратиформным в кремнисто-сланцевых толщах и жильным и комплексными баритсодержащими — колчеданно-полиметаллическим и редкоземельно-флюорит-барит-железородным. В районах разработки комплексных месторождений известны объекты, относящиеся к техногенному типу.

Геолого-экономическая оценка баритового потенциала региона позволила определить возможности сырьевой базы для баритопотребляющих отраслей. При этом решались следующие задачи:

- определение экономической эффективности эксплуатации объекта;
- стоимостная оценка баритового потен-

циала и определение затрат на его реализацию;

определение очередности проведения ГРР по развитию и формированию сырьевых баз.

В качестве основного показателя эффективности освоения объекта было принято отношение среднего содержания барита в рудах к рассчитанному минимально-промышленному ( $C_{min}$ ). Превышение первого над вторым предполагало наличие на объекте запасов (ресурсов), разработка которых достаточно эффективна. Исходными параметрами при расчетах служили технико-экономические показатели разрабатываемых или детально разведанных месторождений-аналогов. В качестве объекта-аналога принималось месторождение, принадлежащее к тому же, что и оцениваемый объект, геолого-промышленному типу, однопорядковое с ним по масштабу и сходное по горно-геологическим условиям локализации. В случае, когда для оцениваемого объекта подобрать аналог из числа детально разведанных или эксплуатируемых месторождений не представлялось возможным, строилась модель по технико-экономическим показателям двух детально изученных месторождений, одно из которых соответствовало оцениваемому объекту по условиям локализации, а другое по технологическим особенностям руд.

При оценке малых и средних жильных проявлений, аналоги которых среди разведанных или эксплуатируемых месторождений в настоящее время неизвестны, в качестве аналога принималось месторождение из числа крупных, при этом учитывалось соотношение затрат на освоение мелких и крупных месторождений [1]. При оценке комплексных месторождений считалось, что эффективна их отработка на основные компоненты (сульфиды металлов и др.), поэтому решалась задача: при каких минимальных содержаниях барита в руде получение его товарного продукта не снизит экономических показателей эффективности эксплуатации объекта в целом. Поскольку извлечение барита из недр при отработке комплексных руд не увеличивает затраты на добычу последних, при расчете  $C_{min}$  для барита учитывались лишь затраты на переработку сырья, т.е. на по-

лучение баритового концентрата. Принималось во внимание также местоположение объекта относительно действующих, проектируемых или предлагаемых к строительству баритдобывающих предприятий. При этом учитывалась пространственная сближенность малых объектов, зачастую приводящая к формированию узлов концентрации. Поэтому переработка их руд прогнозировалась на единой обогатительной фабрике (ОФ), мощность которой была бы соизмерима с мощностью ОФ, перерабатывающей руды крупных месторождений. При этом повышающий коэффициент на затраты (капитальные и эксплуатационные) на переработку сырья не применялся. При оценке объектов, рассматриваемых как резерв действующих (проектируемых) предприятий, капитальные затраты на строительство ОФ также не предусматривались.

С учетом изложенного баритовосные и перспективные объекты АССО объединены в восемь групп (табл. 1). Для каждой группы подбирался реальный или смоделированный аналог. Используя технико-экономические показатели последнего, рассчитывалось значение  $C_{min}$  для оценки объектов, входящих в группу. Экономические параметры освоения месторождений-аналогов приводились к современному уровню цен путем использования коэффициентов-дифляторов [2]. Полученный результат пересчитывался в долларовый эквивалент.

При положительной оценке эффективности освоения объекта рассчитывалась извлекаемая стоимость его запасов и определялись затраты на их реализацию. Извлекаемая стоимость ( $СТ_{из}$ ) определялась по формуле:

$$СТ_{из} = \frac{C_p I_0 C_k (1-P)}{C_k} A,$$

где  $C_p$  — среднее содержание барита в руде оцениваемого объекта, %;  $I_0$  — извлечение барита в концентрат при обогащении, доли ед;  $C_k$  — цена за 1 т баритового концентрата определенного качества, дол.;  $P$  — величина потерь барита при добыче, доли ед;  $C_k$  — содержание барита в концентрате, %;  $A$  — запасы руды оцениваемого объекта, тыс. т.

При определении прогнозируемого качества концентрата и его цены авторы ис-

1. Показатели групп оцениваемых объектов

Номер группы	Геолого-промышленный тип	Масштаб объекта, способ отработки	Объект-аналог	Потребности в капитальном строительстве при освоении объекта	Экономические показатели, используемые при геолого-экономической оценке объекта	Минимальное промышленное содержание барита, %
I	Стратиформный баритовый	Крупный, открытый	Толчинское месторождение	Строительство новых ГОКов	Экономические показатели принимаются в соответствии с показателями объекта-аналoga	34,5
II	То же	То же	То же	Строительство новых рудников. Использование потенциала ОФ действующих (проектируемых) ГОКов	Из капитальных затрат исключаются затраты на строительство перерабатывающего предприятия	33,3
III	Жильный баритовый	Средний, открытый	Модель (Чиганакское и Чордское месторождения)	Строительство новых ГОКов с единой (для нескольких объектов) ОФ	На удельные капитальные затраты, на строительство рудника и эксплуатационные затраты на добычу вводится повышающий коэффициент 2,5	40,23
IV	То же	Мелкий, открытый	То же	То же	То же, повышающий коэффициент 7	75,8
V	То же	То же	То же	Строительство новых рудников. Использование потенциала ОФ действующих (проектируемых) ГОКов	Из капитальных затрат исключаются затраты на строительство ОФ, а на затраты эксплуатационные, на добычу и удельные капитальные, на строительство рудника вводится повышающий коэффициент 7	74,1
VI	Баритосодержащий колчеданно-полиметаллический	Мелкий и средний, открытый	Зона окисления месторождения Кварцитовая Сопка	Полупное получение товарного продукта на действующих ГОКвах	Учитываются только эксплуатационные затраты на обогащение	17,8
VII	То же	То же, подземный	Зона первичных руд месторождения Кварцитовая Сопка	То же	То же	11,7
VIII	Техногенный	Средний и крупный, открытый	То же	То же	Учитываются эксплуатационные затраты на обогащение и добычу	24,72



## 2. Коэффициенты для расчета баритового потенциала стратиформных объектов

Категория расчетного потенциала	Категория имеющегося потенциала				
	A+B+C <sub>1</sub>	C <sub>2</sub>	P <sub>1</sub>	P <sub>2</sub>	P <sub>3</sub>
A+B+C <sub>1</sub>	1	0,81	0,52	0,30	0,11
C <sub>2</sub>	1,24	1	0,65	0,37	0,13
P <sub>1</sub>	1,91	1,55	1	0,57	0,20
P <sub>2</sub>	3,33	2,69	1,74	1	0,35
P <sub>3</sub>	9,09	7,69	5	2,86	1

## 3. Коэффициенты для расчета баритового потенциала жильных объектов, по И.А. Нежинскому, 1995

Категория расчетного потенциала	Категория имеющегося потенциала				
	A+B+C <sub>1</sub>	C <sub>2</sub>	P <sub>1</sub>	P <sub>2</sub>	P <sub>3</sub>
A+B+C <sub>1</sub>	1	0,92	0,75	0,42	0,1
C <sub>2</sub>	1,09	1	0,81	0,45	0,11
P <sub>1</sub>	1,33	1,23	1	0,56	0,13
P <sub>2</sub>	2,38	2,19	1,78	1	0,24
P <sub>3</sub>	10	9,2	7,5	4,2	1

ходили из того, что содержание барита в концентрате и цена последнего в значительной степени зависят от содержания барита в первичной руде. Поэтому при расчетах стоимости руд, в которых содержание барита не превышало 70%, принималась цена низкосортного (содержание BaSO<sub>4</sub> 80%) и дешевого (40 дол. за 1 т) баритового концентрата. Руды объектов с содержанием BaSO<sub>4</sub> от 70 до 85% рассматривались как исходное сырье для получения более качественного (содержание BaSO<sub>4</sub> 90%) и дорогостоящего (80 дол. за 1 т) товарного продукта, а руды, в которых содержание BaSO<sub>4</sub> превышало 85%, — для получения концентрата высшего качества (содержание BaSO<sub>4</sub> 95%, цена 200 дол. за 1 т).

Поскольку потенциал большей части оцениваемых объектов представлен запасами категории C<sub>2</sub> и ресурсами различных категорий, при определении запасов в недрах для приведения общего потенциала к промышленным категориям в расчетах использованы переводные коэффициенты, рассчитанные авторами для объектов стратиформного типа (табл. 2) и И.А. Нежинского [4] для жильных объектов (табл. 3). Затраты, необходимые на изучение и освое-

ние оцениваемого объекта, рассчитывались по формуле:

$$Z = (Z_0 + K_y + Z_{ГРП})A,$$

где Z<sub>0</sub> — удельные эксплуатационные затраты на добычу и обогащение, исключая амортизационные отчисления, дол.; K<sub>y</sub> — удельные капитальные вложения, дол.; Z<sub>ГРП</sub> — удельные затраты на ГРП, дол.

При расчете затрат на ГРП учитывались соотношение затрат по стадиям ГРП и их доля от общих затрат на получение конечного продукта [4].

В основу определения очередности проведения ГРП положены следующие факторы:

спрос на товарный барит различного качества;

степень экономической эффективности освоения объекта;

географо-экономические условия локализации объекта, положение его относительно действующих, строящихся или предлагаемых к строительству баритдобывающих предприятий и необходимость укрепления, воспроизводства или расширения их сырьевой базы. При этом учитывались рекомендации изложенные в работе [3].

Анализ эффективности освоения позво-

лил из 64 известных и прогнозируемых в регионе объектов в качестве перспективных рекомендовать лишь 47 (рисунок). Их баритовый потенциал оценивается в 187,2 млн. т барита, 9,7% которого составляют запасы

категорий A+B+C<sub>1</sub> и C<sub>2</sub>, сосредоточенные в 16 месторождениях, и 90,3% — ресурсы 31 объекта. Из 16 месторождений на Государственном балансе числятся восемь; запасы барита по ним составляют 9,8 млн. т

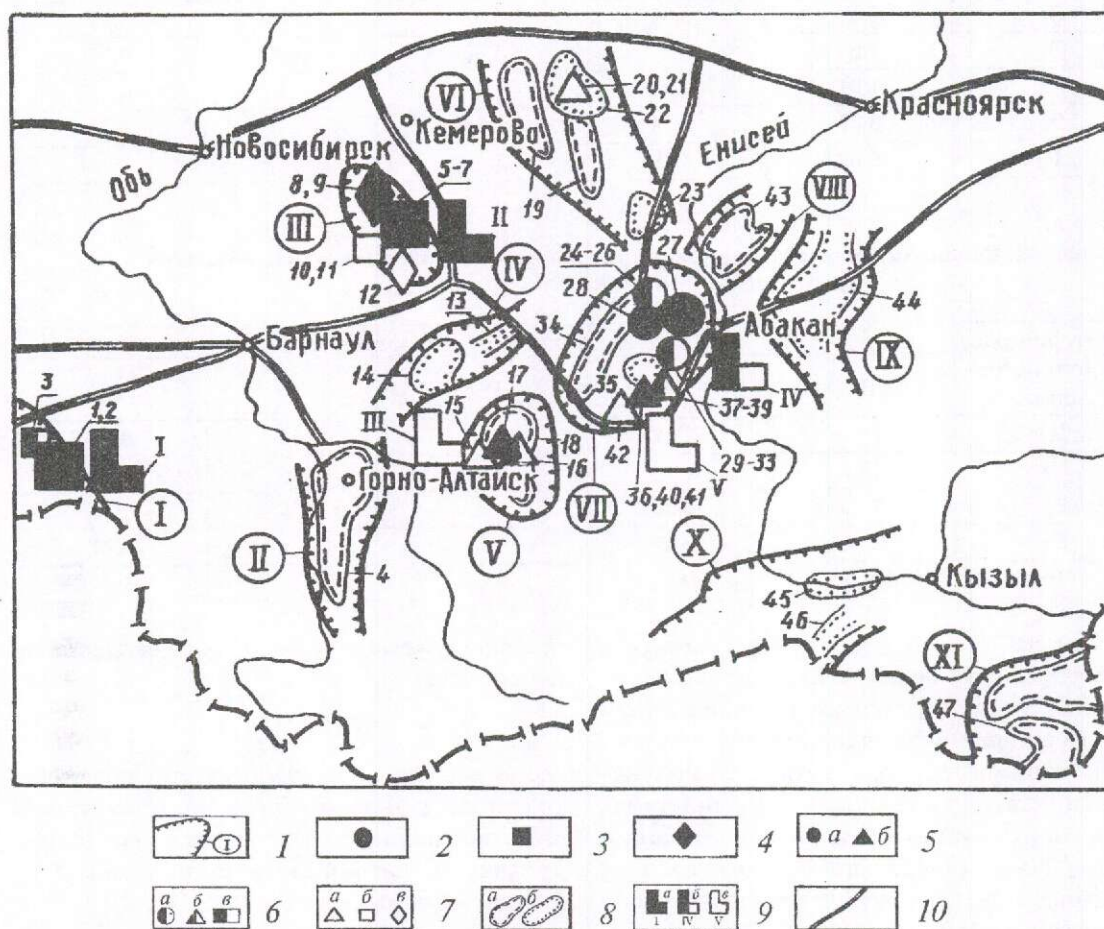


Схема размещения баритосодержащих объектов Алтае-Саянской складчатой области:

1 — баритосодержащие подзоны (рудные районы): I — Змеиногорский, II — Катунская, III — Салаирский, IV — Кузнецкая, V — Горно-Шорский, VI — Кузнецко-Алатауская, VII — Батеневский, VIII — Беллыкско-Белогорская, IX — Восточно-Минусинская, X — Тувинская, XI — Сангиленская; эксплуатируемые и резервные разведанные месторождения: 2 — баритовый стратиформный тип: 27 — Толчинское; 3 — колчеданно-полиметаллический тип: 1 — Зареченское, 2 — Среднее, 5 — Кварцитовая Сопка, 6 — Первомайское, 7 — Троицкое; 4 — техногенный тип: 8 — Ново-Урское, 9 — Белоклочевское; объекты, рекомендуемые для дальнейшего изучения: 5 — первой очереди: а — баритовый стратиформный тип: 28 — Кутень-Булуksкое; б — баритовый жильный тип: 17 — Азасский участок, 36 — Саксырское, 40 — Топтан-Туразы, 41 — Чансордаксское; в — второй очереди: а — баритовый стратиформный тип: 24 — Ерба, 25 — Карасугское, 26 — Юбилейное, 29 — Моховское, 30 — Колбальское, 31 — Мартюхинское, 32 — Сорнинское, 33 — Таежное; б — баритовый жильный тип: 16 — Азасская площадь, 37 — Тересукское, 38 — Аскизское, 39 — Мало-Сырское; в — колчеданно-полиметаллический тип: 3 — Западно-Захаровский участок; 7 — третьей очереди: а — баритовый жильный тип: 15 — Сайзак-Базасское, 20 — Вольшое, 21 — Имуртинское, 42 — Сирский и Бирикчульский участки; б — колчеданно-полиметаллический тип: 10 — Июнька, 11 — Каменушинское; в — техногенный тип: 12 — отвал № 9; 8 — перспективные площади (третья очередь изучения) на: а — стратиформный тип: 4 — Катунская, 18 — Горно-Шорская, 19 — Кузнецко-Алатауская, 34 — Батеневская, 43 — Беллыкско-Белогорская, 47 — Сангиленская; б — жильный тип: 13 — Нижнемерасская, 14 — Кондомская, 22 — Базырская, 23 — Копьевская, 35 — Западно-Минусинская, 44 — Восточно-Минусинская, 45 — Центрально-Тувинская, 46 — Кендейская; 9 — горно-обогатительные комбинаты: а — действующие: I — Змеиногорский, II — Салаирский; б — строящиеся: IV — Толчинский; в — предлагаемые к строительству: III — Азасский, V — Аскизский; 10 — железные дороги

категории A+B+C<sub>1</sub> и 2,5 млн. т категории С<sub>2</sub>. Степень изученности ресурсов соответствует категориям от Р<sub>3</sub> до Р<sub>1</sub>. За счет ресурсного потенциала и потенциала не учитываемых месторождений балансовые запасы промышленных категорий в регионе могут быть доведены до 42,7 млн. т барита, в т.ч. 31,4 млн. т барита для производства баритового утяжелителя и 11,3 млн. т для производства высококачественного барита для химической и лакокрасочной промышленности. Стоимость товарной продукции, которую возможно получить на базе этих запасов, может составить 1732 млн. дол.

В значительной степени проблему дефицита баритового утяжелителя можно решить за счет разведки и ввода в эксплуатацию месторождений Кутень-Булуковского рудного поля. Для организации производства высококачественного барита необходимо доразведать жильные месторождения Батеневского района (Саксырское, Тогган-Туразы, Чапсордакское) и оценить Азасское проявление в Горно-Шорском районе, на базе которых возможно строительство ГОКов. Потенциал

объектов второй и третьей очереди изучения (см. рисунок) позволяет обеспечить работу действующих, строящихся и предлагаемых к строительству ГОКов даже в отдаленной перспективе.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Денисов М.И. Разведка и освоение малых месторождений рудных полезных ископаемых // Минеральные ресурсы России. 1994. № 5. С. 31—34.
2. Методика геолого-экономической оценки (переоценки) запасов месторождений твердых полезных ископаемых по укрупненным технико-экономическим показателям. — М.: ВИЭМС, 1996.
3. Методические указания по оценке, апробации и учету прогнозных ресурсов твердых полезных ископаемых Российской Федерации по состоянию на 01.01.98 г. — М.: Министерство природных ресурсов РФ, 1997.
4. Нежинский И.А., Павлова И.Г. Методические основы оценки стоимости российских недр // Минеральные ресурсы России. 1995. №4. С. 13—18.
5. Сырьевая база барита и перспективы ее развития / Г.Г. Ахманов, Н.Г. Васильев Н.Г. и др. // Минеральные ресурсы России. 1995. № 5. С. 13—19.

УДК 552.323.6:551.71 (571.56)

© Коллектив авторов, 1999

## ФИЗИЧЕСКИЕ И СТРУКТУРНО-ПЕТРОФИЗИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ОСАДОЧНЫХ ПОРОД, ВМЕЩАЮЩИХ БОТУОБИНСКУЮ КИМБЕРЛИТОВУЮ ТРУБКУ, ЦЕНТРАЛЬНАЯ ЯКУТИЯ

**П.А. Игнатов, Я.И. Штейн (МГГА), Н.Н. Зинчук, С.Д. Черный, А.Т. Бондаренко, А.Б. Пыстин (АК АРС), В.И. Старостин (МГУ)**

*Приведены результаты анализа электрических, физических свойств и объемных ультразвуковых измерений терригенно-карбонатных осадочных пород ордовикского возраста непосредственно из экзоконтакта трубки Ботубинская и на удалении от нее до 1500 м, включая профиль вкост рудоконтролирующей зоны скрытых разрывных нарушений. Подтверждена проявленность околотрубного пространства и кимберлитоконтролирующей зоны скрытых разломов в количественных показателях физических свойств пород.*

В пределах недавно открытого Накынского кимберлитового поля, как и в других районах Якутской провинции, отмечается значительная вариация физических свойств вмещающих кимберлиты нижнепалеозой-

ских терригенно-карбонатных пород. Изменение физических характеристик этих пород отчетливо прослеживается в околотрубном, около- и межразломном пространствах [1—3, 7, 8, 10, 11, 14]. Результа-

ты определения петроэлектрических и петрофизических параметров кимберлитовмещающих осадочных пород широко используются при создании прогнозно-поисковых, разведочных интерпретационных геомоделей для повышения эффективности геолого-геофизических работ в зоне многолетней мерзлоты в алмазонасных районах Якутии [9, 13, 15, 18]. В последнее время опубликованы новые данные о пространственной анизотропии физико-механических свойств по результатам ультразвукового сканирования образцов терригенно-карбонатных пород, вмещающих кимберлиты [4, 5]. В этой связи представляет интерес сопоставление физических свойств пород и результатов объемных ультразвуковых измерений образцов, отобранных на различном удалении от кимберлитовых тел, в зонах разломов и ненарушенных межразломных площадях.

Изученная коллекция представлена известняками, песчанистыми известняками и доломитами из раннеордовикской олдондинской свиты, которые отобраны в пределах участка Ботуобинской кимберлитовой трубки Накынского поля. Последнее расположено в осевой части Вилкойско-Мархинской тектонической зоны, нарушающей осадочный чехол мощностью 3—4 км. Отдельные разломы этой зоны выполнены дайками докимберлитовых трапнов [3, 15, 16]. В этом поле обнаружены Ботуобинская и Нюрбинская высокоалмазонасные и сходные по минералого-петрографическим и петрохимическим особенностям двухфазные кимберлитовые трубки [3]. Они перекрыты чехлом терригенных отложений ранней юры мощностью 60—100 м. Ботуобинская трубка представлена ранней дайкой порфировых кимберлитов, диатремой, сложенной автолитовыми кимберлитовыми брекчиями и кратером, состоящим из кимберлитовых туфобрекчий [3]. Кимберлитоконтролирующие дислокации — разломы IV и более высоких порядков — в объеме разрывных нарушений составляют не более 10% [3, 16].

Исследованы следующие группы образцов кимберлитовмещающих пород:

из ближайшего околотрубного пространства на расстоянии от контакта с кимберлитами 10—350 м, что примерно равно двум диаметрам диатремы (18 проб);

на расстоянии от диатремы 400—1550 м (14 проб);

вблизи разломов (6 проб);

в удалении от разломов из пород: с признаками разломных деформаций (8 проб), с проявлениями ударных деформаций (12 проб) и без признаков остаточных тектонических деформаций (9 проб).

Образцы были отобраны примерно из одного стратиграфического интервала с глубин от 96,6 до 160 м.

Следует отметить, что тектонические швы в пределах участка (куста) трубки Ботуобинская откартированы по результатам специального изучения керна разведочных и поисково-оценочных скважин [5]. Это — скрытые локальные нарушения, слабо выраженные в геофизических полях [3, 16]. Ближайшее околотрубное пространство также тектонически нарушено как за счет докимберлитовой трещиноватости, так и при многофазном внедрении кимберлитов. Кроме того, в экзоконтакте Ботуобинской диатремы откартирован экстенсивный ореол наложенной метазернистой пиритизации мощностью более 20 м на глубинах 120—160 м.

Наибольшая трещиноватость и наложенные изменения пород отмечаются на расстоянии до 100 м от трубки. Важно подчеркнуть, что как в околотрубном пространстве, так и в пределах всего участка имеют место лишь малоамплитудные деформации, достигающие первых десятков сантиметров, и трещины без смещения (диаклаза).

Остаточные деформации карбонатных пород установлены по измерениям скоростей продольных ультразвуковых волн в образцах, ориентированных относительно субгоризонтального залегания осадочной толщи (оси керна вертикальных скважин). Примененная методика ультразвукового структурно-петрофизического анализа пород и руд (УСАПИР) основана на существующей зависимости упругих свойств от текстуры и структуры горной породы. Выявляемая по данным дирекционных измерений скоростей ультразвуковых волн на ориентированных образцах индикатриса скоростей позволяет оценить упругую анизотропию исследуемого твердого тела. Форма индикатрисы и абсолютные значе-

ния упругих параметров зависят от минерального состава, условий образования, а также характера и интенсивности последующих преобразований. Существующая лабораторная аппаратура предназначена для определения скоростей прохождения упругих волн в различных направлениях способом прозвучивания по предварительно вырезанным из образца и пришлифованным трем взаимно перпендикулярным плоскопараллельным пластинам толщиной 7—10 мм. Результаты измерений по всем трем пластинам наносятся на одну сферическую диаграмму. Измерения проводятся в абсолютно сухой и насыщенной водой породе. Обработка результатов измерений осуществляется с помощью персональной ЭВМ посредством программы ULT, разработанной А.В. Волковым (МГУ) и В.А. Петровым (ИГЕМ РАН).

Упругая анизотропия горных пород и руд зачастую обусловлена сочетанием двух основных элементов внутренней структуры: упорядоченным расположением отдельных кристаллов и зерен минералов, ориентировкой микротрещиноватости и микрокапилляров. Анизотропия упругих свойств, обусловленная микротрещиноватостью и пористостью, особенно отчетливо проявляется при изучении пород в абсолютно сухом состоянии. В этом случае скорость продольной волны при пересечении микротрещин и пор уменьшается и тем заметнее, чем больше трещин и под большим углом встретится на ее пути. На петрофизической диаграмме насыщенного водой образца отчетливо выделяются элементы структуры, обусловленные ориентировкой кристаллов и зерен минералов. Для обоих случаев строятся диаграммы скоростей прохождения продольных волн. Вычитая из первой диаграммы вторую, получаем новую, на которой отражается анизотропия упругих волн, обусловленная исключительно ориентировкой микротрещиноватости. На такой диаграмме максимумы приращений скоростей коррелируются с направлением перпендикуляров к плоскостям систем микротрещин.

В нашем случае для анализа выбирались макроскопически однородные карбонатные породы, чтобы исключить влияние седиментационных неоднородностей. Их индикатриса отражает либо линейные тек-

тонические деформации (в зонах разрывных нарушений), либо ударные деформации с субвертикальным или субгоризонтальным векторами напряжений (в ореоле около двух диаметров трубки взрыва), либо дает мозаичную картину фоновых ненарушенных пород. Линейные деформации следует связывать с воздействием на осадочную толщину региональных напряжений сжатия, раздвигания и сдвига, в результате которых образовались протяженные и мелкие субвертикальные нарушения, часть из которых в пределах поля выполнена дайками среднепалеозойских долеритов или кимберлитовыми жилами в околотрубочном пространстве. Проявления ударных деформаций в рассматриваемых осадочных породах отражают флюидоразрывные явления, сопровождавшие становление кимберлитовых трубок и даек. Они преимущественно распространены в ближайшем околотрубочном пространстве на расстоянии до двух диаметров диаметры. Однако в пределах Ботуобинского участка они встречаются и самостоятельно, что интерпретируется как проявления газоразрывов, сопровождавших внедрение собственно кимберлитов.

В числе физических параметров на тех же образцах были измерены: плотность ( $\sigma$ ), эффективная пористость ( $n$ ), скорость прохождения продольных ультразвуковых волн ( $v_p$ ), удельное электрическое сопротивление при постоянном токе ( $\rho_0$ ), эффективное электрическое сопротивление ( $\rho_{эф}$ ) и относительная диэлектрическая проницаемость ( $\epsilon/\epsilon_0$ ) в трех взаимно перпендикулярных направлениях на частоте электромагнитного поля 0,625 МГц. Эти показатели в целом укладываются в пределы значений, характерных для карбонатных пород раннего палеозоя других кимберлитовых полей Якутии [1, 2, 10] и имеют некоторые особенности.

Электрические параметры измерялись на предельно водонасыщенных образцах при температуре  $-4^\circ\text{C}$ . Отметим, что  $\rho_{эф}$ ,  $\epsilon/\epsilon_0$  в переменных полях являются основными физическими параметрами, определяемыми по распространению электромагнитных волн в массиве горных пород. Эффективные значения этих параметров, таких как  $\rho_0$ , зависят от минерального состава пород, структурно-текстурных характеристик, уровня ме-

тасоматических преобразований, обводненности (льдистости), термодинамических условий их залегания и др. Они широко используются в электроразведочных методах различных частотных модификаций при поисках и разведке рудных образований [9, 13, 18]. Необходимо отметить, что большинство приведенных на диаграммах и графиках значений удельного электрического сопротивления для отдельных геологических участков будут несколько больше по сравнению с таковыми для пород разрезов, представленных тонкослоистыми глинистыми и песчанистыми разностями, поскольку параметрические измерения в работе проводились в основном на монолитных прочных образцах. При этом можно утверждать, что последнее не скажется на установленной ранее контрастной дифференциации по электрическим свойствам между кимберлитами и вмещающими их породами олдондинской свиты [11]. Подчеркнем, что подобная высокая контрастность обнаруживается также каротажными и радиоволновыми скважинными измерениями [7, 11].

При рассмотрении образцов из околотрубного пространства и из относительно удаленных от Ботубинской трубки участков следует отметить следующие тенденции.

Во-первых, значения плотности и пористости в экзоконтакте кимберлитов имеют больший разброс (рис. 1). Здесь отмечаются и самые большие значения пористости и минимальные — плотности, соответственно 21,233% и 2,337 г/см<sup>3</sup>. При этом для высокопористых пород (более 5%) характерно понижение плотности, что естественно.

Во-вторых, в породах околотрубного пространства в среднем понижается удельное электрическое сопротивление при постоянном токе до 11 000 Ом·м,  $\rho_0$  в образцах пород из удаленных участков составляет 19 600 Ом·м (см. рис. 7). Это согласуется с полевыми данными и, видимо, связано с повышенной трещиноватостью геологической среды и более широким развитием метазернистой пиритизации в экзоконтакте кимберлитов.

В-третьих, в породах околотрубного пространства отмечается близкая к прямой пропорциональной зависимость между за-

мерами удельного электрического сопротивления при постоянном токе вдоль и поперек напластования пород (рис. 2). Характерна также и минимальная анизотропия значений  $\rho_0$ , выраженная их отношением ( $\lambda_p$ ). Последнее объясняется наложением до- и послетрубной трещиноватости, что в совокупности привело к равномерному распределению объемных микроразрывов и утрате породами первичной анизотропии.

В-четвертых, ближайшее околотрубное пространство (менее 100 м) заметно отличается от других участков более тесной связью между значениями электрических сопротивлений и скоростями продольных волн (рис. 3, 4). Совокупность этих значений вблизи экзоконтакта имеет минимальный разброс и указывает на изотропию петрофизических свойств пород экзоконтакта кимберлитов в отличие от окружающих пород.

Следует отметить, что в замерах параллельных напластованиям связи электрических свойств и скоростей продольных

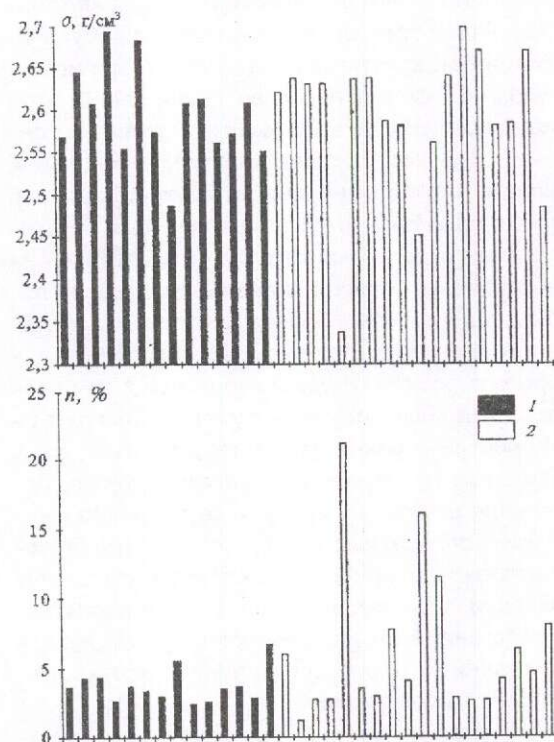


Рис. 1. Распределение плотности и пористости пород в экзоконтакте трубки Ботубинская и на удалении от нее:

1 — далее 350 м от контакта трубки; 2 — не далее 100 м от контакта трубки

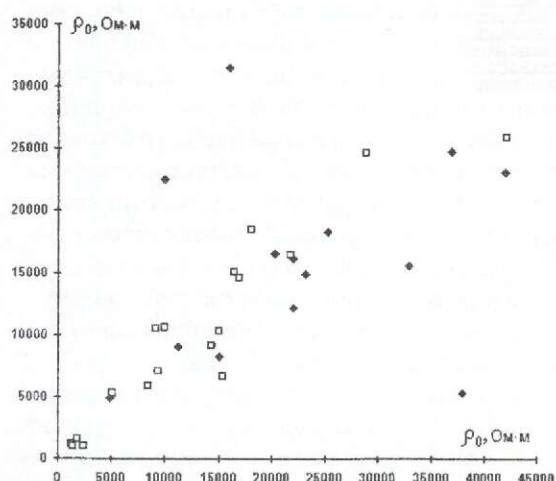


Рис. 2. Соотношение удельного электрического сопротивления (Ом-м), измеренного вдоль (ось Y) и по нормали (ось X) к субгоризонтальному напластованию осадочных пород:

усл. обозн. см. рис. 1

волн более тесные, чем вдоль вертикальной оси зерна. Это можно связать с интенсивным развитием однонаправленных межпластовых трещин. Соотношения электрических сопротивлений при постоянном токе и скоростей продольных ультразвуковых волн обнаруживают больший разброс значений по сравнению с  $\rho_{эф}$ . Это можно объяснить высокой разрешающей способностью высокочастотного переменного электромагнитного поля, используемого при измерении электрических параметров гетерогенных горных пород.

Кроме того, рассматривая соотношения  $\rho_0$  и  $\rho_{эф}$  относительно  $v_p$ , замеренных вдоль и поперек напластования, можно отметить два распространенных случая. В первом эти значения примерно равны или сопротивление по нормали к напластованию заметно выше. В некоторых образцах установлено, что сопротивление вдоль пластов существенно больше, чем в поперечном к ним направлении. Такие тенденции можно объяснить следующими причинами. «Изоотропные» значения могут в равной мере отвечать или ненарушенным осадочным породам или объемно катаклазированным. Причиной высокого электрического сопротивления по субвертикальным плоскостям относительно субгоризонтальных следует считать распространение на участке зоны субвертикальных нарушений и трещинова-

тости. Присутствие межпластовых зон трещиноватости обусловило наличие высокого сопротивления вдоль напластования. Признаки межпластовых нарушений встречаются в разрезах гораздо реже, чем субвертикальных, и представлены зеркалами скольжения с бороздами параллельными межпластовым границам осадочных пород.

Интересно рассмотреть соотношение петрофизических и структурно-петрофи-

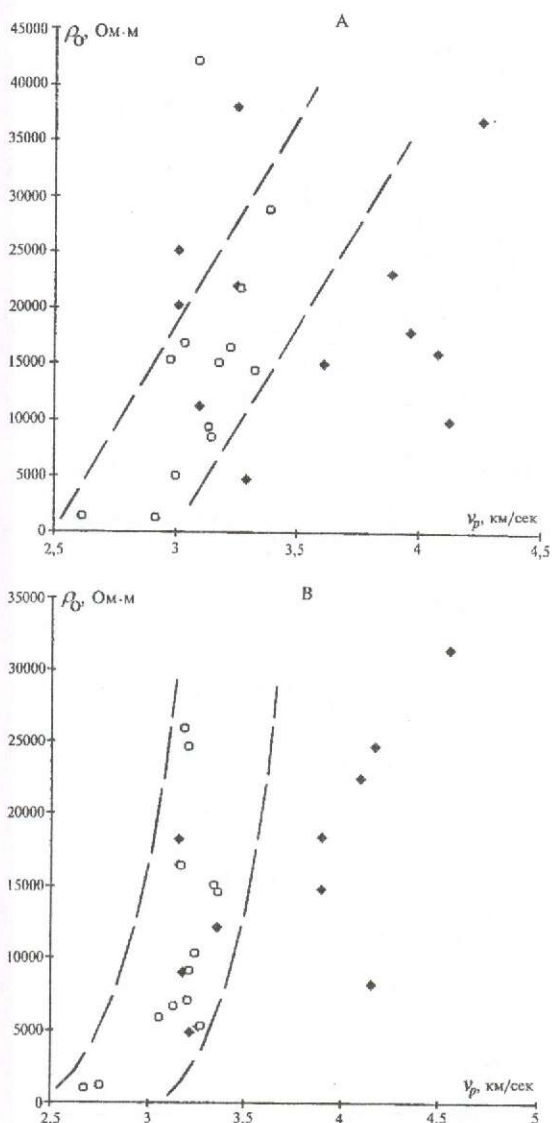


Рис. 3. Соотношение удельного электрического сопротивления  $\rho_0$  и скорости ультразвуковых продольных волн  $v_p$ :

A — вдоль оси зерна; B — нормально к оси зерна; остальные усл. обозн. см. рис. 1

зических данных, полученных методом УСАПИР, т.е. проанализировать удельные электрические сопротивления различных образцов и соответствующие им скорости продольных волн, замеренные вдоль напластования (рис. 5). В этих координатах образцы с ударными остаточными деформациями вместе с разломными укладываются примерно в одно поле, отличающееся от фоновых трендом распределения с более резким возрастанием значений  $\rho_0$ . Харак-

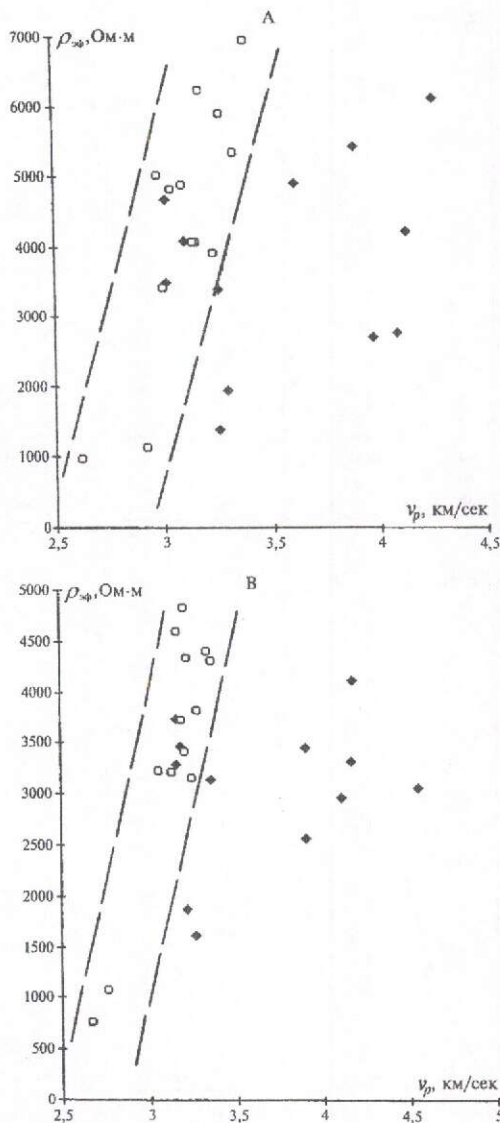


Рис. 4. Соотношение удельного электрического сопротивления  $\rho_{zh}$  при переменном токе (0,625 МГц) и скорости продольных ультразвуковых волн  $v_p$ :

усл. обозн. см. рис. 3

терно, что большинство фоновых значений укладываются в зависимости, близкие к прямой пропорциональности. Единичные пробы иногда дают аномальные значения, что связано с неоднозначной трактовкой сложных структурно-петрофизических диаграмм. Полученные характеристики служат подтверждением палеотектонических реконструкций, которые свидетельствуют о локализации Ботуобинской дайки и диагренмы в узле пересечения докимберлитовых мелких разломов [5, 16].

Каждая из трех структурно-петрофизических групп пород, характеризующих разломные, ударные и фоновые деформации, отличается и по усредненным значениям их электрических свойств. Они четко разделяются в координатах  $\lambda_p$  и  $\rho_0$ , измеренных вдоль напластования. Аналогично различаются эти группы по средним значениям в координатах анизотропии скоростей продольных волн вдоль и поперек напластования. Образцы пород с разломными структурами характеризуются самой высокой электрической анизотропией, пониженным удельным электрическим сопротивлением, низкой упругой анизотропией и высокой скоростью продольных волн. Группа образцов с признаками ударных деформаций отличается относительно низкими значениями  $\lambda_p$  и высокими удельными электрическими

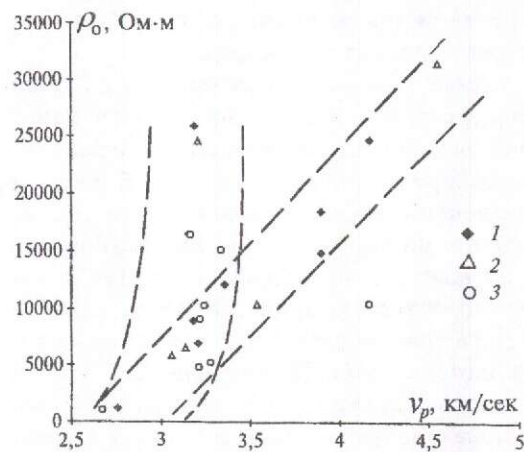


Рис. 5. Распределение пород с различными характеристиками нарушения по УСАПИР в соотношении: удельное сопротивление при постоянном токе  $\rho_0$  — скорость продольных УЗ волн  $v_p$  нормально к оси зерна:

1 — фоновые; 2 — разломные; 3 — ударные



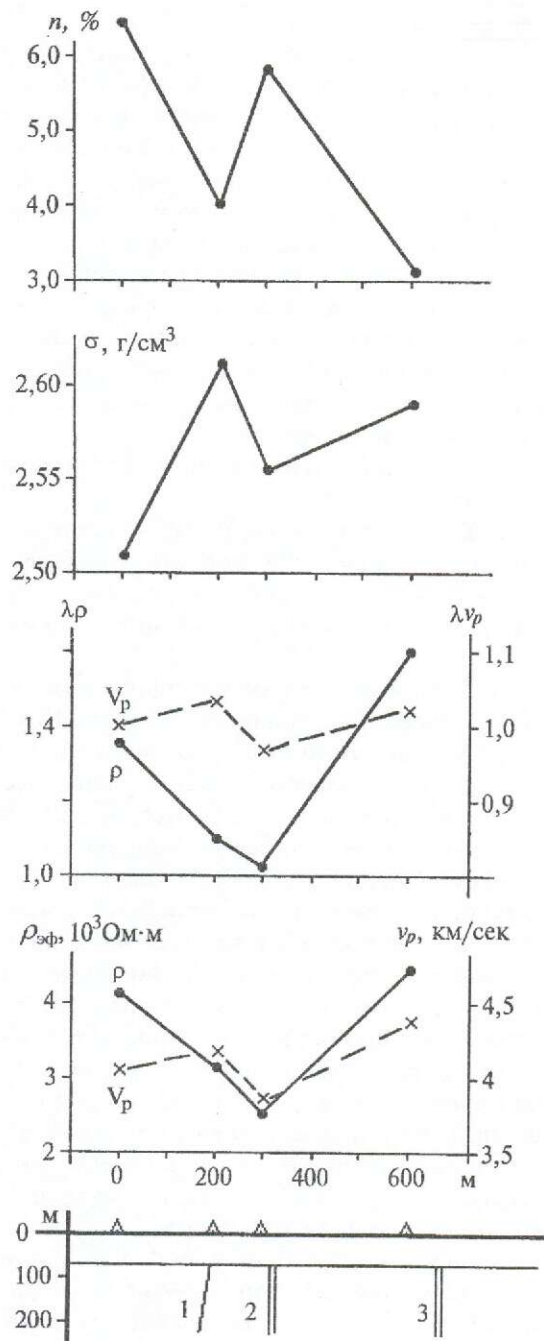


Рис. 6. Распределение значений петрофизических параметров  $\rho_{\text{эф}}$ ,  $v_p$ ,  $\lambda_p$ ,  $\sigma$ ,  $n$  в карбонатных породах олдондинской свиты по профилю, пересекающему разломные структуры на глубине 100—196 м:

разломы: 1 — рудоконтролирующий, диагональный, 2—3 — оперяющие швы Дяггарского разлома Виллойско-Мархинской системы

сопротивлениями (до 25 000 Ом·м). Фоновые образцы попадают в область низких значений анизотропии электрических свойств, но их абсолютные значения  $\rho_0$  и  $v_p$  относительно высокие.

Установленные зависимости логично связать с наличием линейных напряжений на участке кимберлитовой трубки Ботуобинская, которые предопределили субвертикальные и послойные тектонические швы, нарушившие фоновую изотропную среду. Проявления ударных деформаций привели к наложенной изотропии вмещающей среды.

Сопоставление полученных петрофизических данных с откартированными по керну структурами позволило составить схематические петроэлектрические разрезы участка вкрест диагреды и рудоконтролирующей северо-восточной тектонической зоны (рис. 6, 7). На разрезах распределение усредненных объемных значений эффективного удельного электрического сопротивления в межразломном и околотрубном пространствах приведено для частоты электрического поля 0,625 МГц. Объемные усредненные значения  $\rho_{\text{эф}}$  определялись из измерений электрического сопротивления названных пород, как указано выше, на плоскопараллельных образцах, вырезанных из монолитного керна в трех взаимно перпендикулярных направлениях. Анизотропия электрического сопротивления  $\lambda_p$  для всех петрографических разностей карбонатных пород олдондинской свиты весьма низкая — 1,01—1,46, в единичных случаях — 1,64—2,4.

На шестисотметровом структурно-петрофизическом профиле, расположенном в нескольких сотнях метров на северо-запад от диагреды, обнаруживаются высокие объемные значения  $\rho_{\text{эф}}$ , достигающие 4200—4600 Ом·м в зоне диагонального рудоконтролирующего нарушения, и сравнительно низкие — в разломах (2200—3000 Ом·м). По профилю наблюдается также похожее распределение скоростей продольных волн, плотности и пористости. Отметим, что низкая  $\sigma$  и высокая  $n$ , зафиксированные в одном из образцов, объясняются трещиноватостью доломитовой породы, отобранной из зоны локального нарушения.

Наблюдаемое достаточно высокое  $\rho_{эф}$  обусловлено массивными кристаллическими структурами льда, составляющими в трещинах 7%. Важно подчеркнуть, что в разломе и вблизи него устанавливаются очень низкие значения коэффициента анизотропии электросопротивления (1,05—1,1) и скорости продольных волн (0,98—1,1). Это указывает на развитие зон интенсивной объемной субвертикальной трещиноватости и вероятную вторичную пирит-кальцитовую минерализацию по ней, вследствие чего породы утратили свою первичную анизотропию. Аналогичные явления были встречены и в пределах Мирнинского кимберлитового поля в околотрубочном пространстве диатремы Амакинская и в зоне Восточного разлома [14].

Кимберлитовмещающие породы трубки Ботуобинская на частоте 0,625 МГц характеризуются относительно низкими значениями  $\rho_{эф}$ , составляющими 1800—3400 Ом·м (рис. 7). Этот параметр для прослоев алевролитоглинистых карбонатных пород в пределах ближайшего экзоконтакта трубки равен 600—1000 Ом·м. Высокая контрастность по основным электрическим показателям  $\rho$  и  $\epsilon/\epsilon_0$  между кимберлитами и вмещающими их осадочными породами может служить индикационной основой при проведении прогнозно-поисковых

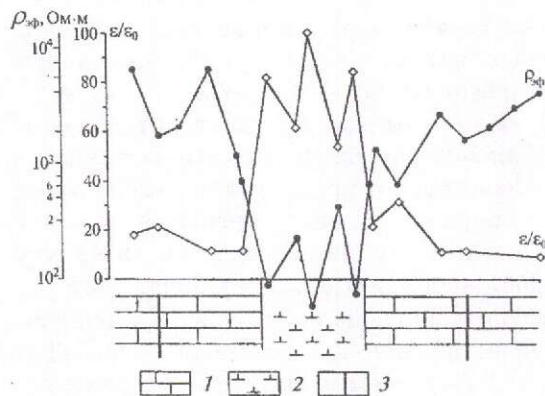


Рис. 7. Схематическое распределение средних объемных значений электрических характеристик в околотрубочном пространстве трубки Ботуобинская:

1 — карбонатные породы; 2 — кимберлиты; 3 — рудоконтролирующие структуры

работ на алмазонасных объектах электро-разведочными методами.

Выявленные высокие значения электросопротивления доломитов в межразломном пространстве, возможно, обусловлены динамометаморфизмом, связанным с Вилойско-Мархинской тектонической зоной. Низкие значения этих параметров в околотрубочной среде и непосредственно в разломных швах, вероятно, связаны с локальными нарушениями и сопутствующими пирит-кальцитовыми, кальцитовыми и доломитовыми микропрожилками, сформированными в условиях регионального горизонтального сжатия и внедрения кимберлитов [4, 5].

Приведенные данные позволяют сделать следующие выводы.

1. Тектонические нарушения, установленные при изучении керна в пределах участка трубки Ботуобинская, отражены в количественных показателях физических свойств пород.

2. Физические параметры пород из околотрубочного пространства Ботуобинской диатремы по сравнению с таковыми фоновых пород отличаются большим разбросом значений плотности и пористости, заметным понижением удельного электрического сопротивления при постоянном токе, существенной изотропией петрофизических свойств, выраженной в трендах близких к прямой пропорциональной зависимости между удельными электрическими сопротивлениями при постоянном токе, замеренными вдоль и поперек напластования субгоризонтально залегающих осадочных пород, и между удельными электрическими сопротивлениями и скоростями продольных ультразвуковых волн, замеренными вдоль и поперек оси керна.

3. Анизотропия значений удельного электрического сопротивления пород и скоростей продольных ультразвуковых волн, замеренных вдоль и по нормали к напластованию, отражает анизотропию упругих свойств пород со следами разрывных дислокаций, ударно-взрывных деформаций, а также тектонически ненарушенных.

4. Самые низкая степень анизотропии и высокие значения удельного электрического сопротивления экспериментально обнаружены в породах, претерпевших ударные деформации; низкая степень анизотропии

скоростей продольных ультразвуковых волн и их низкие абсолютные значения характерны для пород с признаками разломных остаточных деформаций.

5. Выявленные связи между петрофизическими параметрами и структурно-деформационными характеристиками следует учитывать при интерпретации результатов детальнейших геофизических съемок электрических полей и скважинного радиоволнового просвечивания.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бондаренко А.Т., Борис Е.И., Стогова В.А. Латеральное изменение электрических свойств кимберлитовместающих осадочных пород Западной Якутии // Геология и геофизика. 1995. Т. 36. № 3. С. 119—135.
2. Бондаренко А.Т., Пыстин А.Б. Петрофизические свойства карбонатных и магматических пород и их использование при поисках кимберлитовых трубок // Руды и металлы. 1995. № 1. С. 69—76.
3. Геологическое строение и вещественный состав кимберлитовых трубок Накынского поля Якутской провинции / С.Д. Черный, А.С. Фомин, Ю.Т. Яныгин, Г.В. Колесников // Геология, закономерности размещения, методы прогнозирования и поисков месторождений алмазов. Мирный, 1998. С. 157—159.
4. Деформации кембрийских пород, вмещающих кимберлиты Мало-Вотубинского района / П.А. Игнатов, В.А. Иваших, В.И. Старостин и др. // Руды и металлы. 1997. № 2. С. 40—46.
5. Игнатов П.А., Штейн Я.И. Типы локальных структур, контролирующих кимберлиты Центральной Якутии // Руды и металлы. 1997. № 6. С. 61—66.
6. Игнатов П.А., Штейн Я.И. Признаки кимберлитонности в раннепалеозойских осадочных породах Центральной Якутии // Геология, закономерности размещения, методы прогнозирования и поисков месторождений алмазов. Мирный, 1998. С. 263—264.
7. Миков И.И., Рязанцев Д.А. Применение радиоволнового просвечивания при поисках кимберлитовых тел // Геология, закономерности размещения, методы прогнозирования и поисков месторождений алмазов. Мирный, 1998. С. 332—334.
8. Методика крупномасштабного и локального прогноза месторождений цветных, благородных металлов и алмазов / В.И. Ваганов, А.Г. Волчков, М.М. Константинов и др. — М.: ЦНИГРИ, 1989.
9. Петровский А.Д. Радиоволновые методы в подземной геофизике. — М.: Недра, 1971.
10. Петрофизическая характеристика околотрубного пространства кимберлитовой трубки Восток Сибирской платформы / А.Т. Бондаренко, Ю.Д. Ковалев, Н.Н. Зинчук и др. // Руды и металлы. 1997. №1. С. 81—89.
11. Петрофизические характеристики криогенных кимберлитов и вмещающих их пород Накынского поля Якутии в связи с поисками алмазов / Н.Н. Зинчук, А.Т. Бондаренко, М.Н. Гарат и др. // Геология, закономерности размещения, методы прогнозирования и поисков месторождений алмазов. Мирный, 1998. С. 134—136.
12. Петрофизическая характеристика пород зоны Восточного разлома Мирнинского поля Западной Якутии в связи с поисками алмазов / Н.Н. Зинчук, А.Т. Бондаренко, А.Б. Пыстин, М.Н. Виноградова // Руды и металлы. 1998. № 6. С. 66—74.
13. Пятницкий В.И. Обзор состояния электромагнитных технологий прикладной геофизики // Руды и металлы. 1995. № 5. С. 122—129.
14. Распределение электрических и радиоволновых параметров карбонатных пород в межразломном пространстве / А.Т. Бондаренко, В.Ю. Абрамов, Н.Н. Зинчук, А.Б. Пыстин // Отечественная геология. 1996. № 11. С. 37—43.
15. Стратегия ведения и результаты алмазопоисковых работ / Н.Н. Зинчук, В.М. Зуев, В.И. Коптиль, С.Д. Черный // Горный вестник. 1997. № 3. С. 53—57.
16. Структуры, контролирующие положение кимберлитов Средне-Мархинского района / В.М. Зуев, С.М. Безбородов, С.Д. Черный и др. // Геология, закономерности размещения, методы прогнозирования и поисков месторождений алмазов. Мирный, 1998. С. 260—262.
17. Файрузов Р.З., Валугев А.А. Геологические особенности вмещающих пород околотрубного пространства // Геология, закономерности размещения, методы прогнозирования и поисков месторождений алмазов. Мирный, 1998. С. 389—390.
18. Цыганов В.А. Надежность геолого-поисковых систем. — М.: Недра, 1994.

# СТРОЕНИЕ РУДНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ



УДК 553.061/0.64.320.812 (470.5)

© Я.П. Баклаев, Ю.А. Полтавец,  
Ю.С. Каретин, 1999

## ПРОГНОЗИРОВАНИЕ НОВЫХ СКАРНОВО-МАГNETИТОВЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ НА СЕВЕРНОМ И СРЕДНЕМ УРАЛЕ

**Я.П. Баклаев**, Ю.А. Полтавец, Ю.С. Каретин (Институт геологии и геохимии УО РАН)

*На рудных полях скарново-магнетитовой формации Урала показано, что вулканиты основного и среднего составов, вмещающие скарново-рудные залежи, а также комагматичные им дорудные габброиды отличаются повышенной щелочностью и особенно калиевоcтью (до 5%  $K_2O$ ). Оценены перспективы ряда участков промышленной рудоносности.*

Скарново-магнетитовые месторождения Урала издавна привлекают к себе особое внимание. Столь высокий интерес эти объекты вызывают прежде всего своей промышленной значимостью. Вот уже почти 300 лет они обеспечивают металлургические предприятия богатой железной рудой. Вместе с тем эти месторождения служили, да и сейчас являются своего рода естественным полигоном, на котором совершенствуется творческая мысль геологов.

За последние 20 лет на Урале выполнен значительный объем работ по созданию научных основ прогнозирования и поисков скарново-магнетитовых месторождений. Установлены типовые закономерности их размещения и локализации, систематизированы геолого-геофизические материалы по глубинному строению региона и отдельных рудных полей, изучены изменения состава и свойств рудного вещества в пространстве и во времени на месторождениях-эталонах. Результаты исследований отражены в составленных прогнозно-металлогенических картах Челябинской области на магнетитовые руды м-ба 1:200 000 (1990 г.) и Урала м-ба 1:500 000 (1988 г.), а также в многочисленных публикациях [1, 4—9 и др.].

В этот период разработан и метод количественной оценки перспектив того или

иного участка на скарново-магнетитовое оруденение по аномальному содержанию калия в дорудных магматитах основного и (среднего) составов [2—5, 8]. Рядом исследователей ВИМСа (Н.Г. Шмидт, Л.К. Пожарицкая и др., отчет 1975 г.) и Института геологии и геохимии УНЦ АН СССР [1, 6—8, 10] было установлено повышенное (до 2—3 раз) содержание щелочей и особенно калия в вулканитах, вмещающих скарновые рудные залежи. При этом зафиксирована количественная связь между содержанием  $K_2O$  в вулканитах и масштабами железооруденения.

Аномалии по калию, которые характеризуются наиболее высокими значениями в рудоносных толщах около рудных тел, связаны обычно с новообразованиями калишпата в основной массе породы. Обнаружить эти новообразования нередко можно только путем окрашивания основной массы породы кобальт-нитритом натрия в парах HF.

В 1980—1988 гг. нами было проведено детальное петрохимическое изучение известных рудных полей и сопряженных с ними участков. В ряде рудных полей выполнялось профильное петрохимическое картирование [2, 10]. Результат работ оказался однозначным: все рудные поля отличались аномальным содержанием  $K_2O$  в

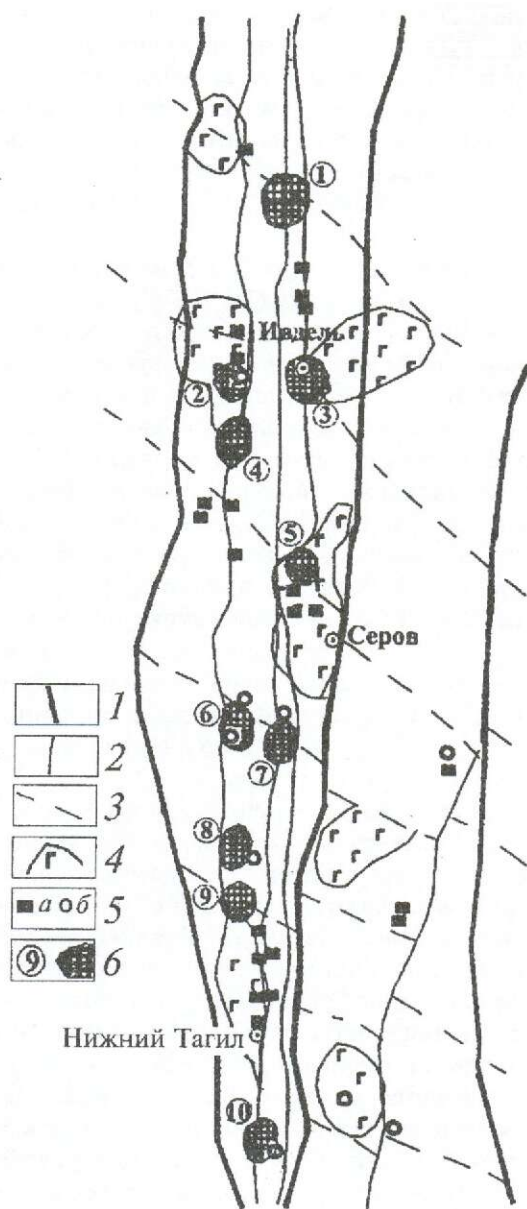


Рис. 1. Размещение новых участков Северного и Южного Урала, перспективных на скарново-магнетитовое оруденение:

1 — границы прогибов; 2 — глубинные разломы общепалеозойского направления; 3 — оси допалеозойских складчато-разрывных структур, по [2]; 4 — центры базальтоидного магматизма; 5 — известные скарново-магнетитовые месторождения (а) и рудопроявления (б); 6 — новые перспективные участки (цифры в кружках: 1 — Тамуньерский, 2 — Бобровский, 3 — Ивдельский, 4 — Воскресенский, 5 — Чернореченский, 6 — Восьмиверстно-Юртинский, 7 — Латинский, 8 — Исовский, 9 — Верхнегурийский, 10 — Шуралинский).

базальтоидах рудовмещающей толщи с максимальным его содержанием вблизи рудных тел. Естественно, после этого возникла идея об использовании аномальной калиевости в магматитах в качестве поискового признака, особенно для рудных тел, не выходящих на дневную поверхность. Сопоставляя многочисленные (несколько тысяч) химические анализы горных пород, собранных при проведении геолого-съемочных и поисково-разведочных работ в Свердловской области, с геолого-геофизическими материалами, полученными в ходе детальных исследований различными исполнителями, мы пришли к выводу о том, что в пределах известных рудных зон Тагильского прогиба имеются новые участки, перспективные на промышленное скарново-магнетитовое оруденение (рис. 1).

В отличие от богатых калием трахитовых эффузивов, образующих широкие поля, аномально высококальциевые базальтоидные эффузивы на участках скарново-магнетитового оруденения распространены локально, обычно в контактовом ореоле гранитоидов продуктивной базальтоидной габбро-гранитной формации. Орудение, связанное с интрузивными комагматами однопородных вулканических формаций пост-офиолитовой стадии мегацикла уралид, относится к пяти последовательным этапам (возрастным уровням) [7]: 1)  $S_{12}-S_{1v1}$  непрерывно-дифференцированная формация (павдинская, именновская свиты); 2)  $S_{1v3}-S_{2ld}$  андезит-базальтовая формация (гороблагодатский комплекс); 3)  $S_{2p}-D_1^1$  базальт-трахиты в совокупности с андезит-базальтовой формацией (Гороблагодатское рудное поле); 4)  $D_1^2-D_2^1$  андезит-базальты (месторождения Ауэрбахо-Турьинской группы, Шуралинское и др.); 5) габбро-диабазы  $C_1$ , секущие известняки  $D_2$  и  $D_3$  (месторождение 1-е Северное).

Пространственная приуроченность повышенных содержаний калия к контакту интрузивных тел и нередко проявление их в микро- и макромасштабах в эффузивах более древнего возраста — все это указывает на генетическую связь, обусловленную деятельностью глубинного флюидно-магматического очага. При этом часто оказывается, что ореолы щелочных элементов (К

и Na) распространяются далеко за пределы макроскопически наблюдаемых зон гидротермально измененных пород. Они нередко фиксируются в породах, которые даже и по данным микроскопических исследований рассматриваются как неизмененные.

Приведем краткую характеристику некоторых участков.

**Тамуньерский участок** находится в северной части Первой Северной рудной зоны, в Ивдельском районе Свердловской области. Приурочен к центральной части Тамуньерской брахиантиклинали, сложенной в основном нижнепалеозойскими осадочными и вулканогенными породами. Стратиграфический разрез, по данным Л.Н. Князевой, выглядит следующим образом.

Силурийские отложения ( $S_2^2p$ ) развиты преимущественно в западной части района и предполагаются в ядре Тамуньерской антиклинали. Представлены пироксен-плагиоклазовыми порфиритами и туфами андезит-базальтового состава. В верхах толщ известны диабазовые порфириты с прослоями серых слоистых известняков, иногда мергелистых и кремневых. В виде обломков в туфах позднепалеозойского возраста (в количестве до 25%) встречаются нижнепалеозойские андезитовые и андезит-базальтовые порфириты кайнотипного облика, известняки, габброподобные сильно метасоматически измененные породы, эпидозиты и метасоматиты, состоящие из альбита, диопсида, магнетита и сфена.

Нижнедевонские отложения ( $D_1^1$ ) согласно залегают на  $S_2p$ . Представлены массивными рифогенными известняками светло-серого, иногда розового цвета. Мощность 800—1000 м.

Эйфельский ярус ( $D_2^1$ ) — известняки светло- и темно-серые, иногда с прослоями глинистых сланцев и мергелей; вулканомиктовые туфопесчаники и порфириты андезит-базальтового и андезит-дацитового составов, переслаивающиеся и фациально замещающиеся туфами того же состава или иногда кремнистыми сланцами. Выше залегают туфы андезит-базальтового и базальтового составов с щелочным уклоном, причем под микроскопом отчетливо видно (впервые это наблюдала и описала в отчете по геологическим работам 1959—1965 гг. Л.Н. Кня-

зева), что калишпат здесь вторичный. Он образует каемки вокруг зерен плагиоклаза, прожилки в основной массе породы. В парагенезисе с калишпатизированным плагиоклазом отмечаются биотит, апатит, моноклинный пироксен, магнетит. Общая мощность отложений 1200 м, причем на долю известняков приходится 50—200 м, на долю вулканитов — 800 м.

Живетский ярус ( $D_2^2$ ) и живетско-франские отложения ( $D_2^2—D_3^1$ ) представлены пачкой терригенно-осадочных пород (полимиктовые песчаники, туфосланцы, туффиты), нередко переходящих в бокситы и бокситоподобные породы, а также известняками, сиалитами, черными углистыми сланцами. Мощность более 1000 м. Помимо гипогенных калишпатизированных метаморфических пород, особенно интенсивно развитых в пределах центральной зоны Тамуньерской антиклинали, выделяются: десилифицированные, хлоритизированные, амфиболизированные, эпидотизированные и окварцованные порфириты и туфы; осветленные (деанортизированные) порфириты и туфы.

Процессам изменения особенно интенсивно подвергается основная масса породы. В ней стекло, плагиоклаз и цветные минералы замещаются хлоритом, плагиоклаз также деанортизируется. Типично зарождение вторичной микропоякритоидной и трахитоидной структур. Следующий этап изменений состоит в полном замещении породы вторичными минералами — кварцем, серицитом, эпидотом, гематитом, калишпатом второй генерации. Возникают вторичные кварциты, каолинит-кварцевые и каолинит-хлорит-кварцевые породы.

Гипогенная калишпатизация захватывает два участка в осевой зоне Тамуньерской антиклинали — Северный и Южный. Южный участок площадью около 40 км<sup>2</sup> расположен в пределах хребта Тамуньер. По данным анализа 20 проб среднее содержание  $K_2O$  в базальтоидах здесь около 2%. На участке фиксируются крупные разрывные нарушения меридионального, северо-восточного и западно-северо-западного направлений, а также локальные магнитные аномалии размером 2000×(250—1200) м, интенсивностью до 2000 нТл. Если учесть локальное обогащение эффузивов магнети-

том, природа которого детально не изучена, то напрашивается вывод о возможности концентрации здесь глубинных тел скарново-магнетитовой формации. Впервые такой вывод (без отнесения к определенной рудной формации и без учета развития гипогенной калишпатизации) сделан в 1966 г. Л.Н. Князевой.

В 1962 г. на северной периферии Южного Тамуньерского участка Л.Н. Князевой было открыто рудопроявление полиметаллического типа, названное «Каменный цветок». Оно представлено метасоматитами кварц-серпидит-карбонат-хлоритового и гематит-хлорит-карбонатного составов, развивающихся по основным эффузивам. Метасоматиты содержат неравномерно распределенную сульфидную вкрапленность сфалерита, галенита, пирита, халькопирита, причем мощность слабо обогащенной зоны около 25 м, а наиболее обогащенных участков (40—50% сульфидов) 0,2—1 м. Жилообразные тела приурочены к плоскостям расланцевания и падают на запад под углом 50—75° к горизонту. По простиранию они не прослежены, но, как видно из сопоставления нескольких поперечных разрезов, располагаются кулисообразно. При опробовании отдельных пунктов скопления сульфидов выявлены, %: Zn 0,10—0,12; Pb до 6,1; Cu 0,01—0,23; Cd 0,01—0,08; Co не обнаружен; Mo 0,003—0,01; Fe 4,39—8,24.

Считается, что поисковые работы на рудопроявлении «Каменный цветок» проведены неполностью и недостаточно качественно. Если учесть возможность развития на участке магнетитового оруденения, то появление сульфидной минерализации можно рассматривать как следствие нормальной метасоматической зональности. Примеры этого известны на Урале (Гороблагодатское рудное поле и др.).

Северный Тамуньерский участок находится в 7 км к северу от Южного, вблизи широтного течения р. Лозьвы. Площадь его 20 км<sup>2</sup>. На участке развиты туфы пироксен-плагиоклазовых порфиритов основного состава и эйфельские белые и светло-серые известняки. Эффузивы претерпели значительные метасоматические изменения: осветление, амфиболизацию, хлоритизацию и калишпатизацию. Среднее содержание К<sub>2</sub>O в туфах (по данным 10 проб) 2,03%. На

западе участка на фоне немагнитных пород — известняков — зафиксирована не очень крупная (1500×800 м) магнитная аномалия интенсивностью 1000 нТл. Она, возможно, связана с глубинным рудным полем.

Выходы массивов интрузивных пород непосредственно на Тамуньерском участке не зафиксированы, но они известны в 5 км к западу от рудопроявления «Каменный цветок», в районе пос. Вижай. Здесь же вдоль разлома закартированы тектонические брекчии карбонатных пород мощностью несколько десятков метров. Интрузивные породы, по Л.Н. Овчинникову [11], представлены среднезернистым габбро (состав: лабрадор — 66 %, моноклиновый пироксен — 20 %, магнетит — 4 %, остальное — пренит, хлорит, эпидот) с повышенным содержанием К<sub>2</sub>O (0,80%). Следует отметить, что участок севернее пос. Вижай (северная часть западной антиклинали) во многом напоминает Тамуньерские участки. Здесь также развиты базальтовые и андезит-базальтовые порфириты и туфы с повышенным содержанием вторичного калишпата. В них можно ожидать как скопления сульфидов в зонах расланцевания, так и более высокотемпературное оруденение контактово-метасоматического типа. При аэрогаммаспектрометрической съемке, выполненной в 1977 г. Среднеуральской комплексной экспедицией (А.В. Чурсин и др.), был четко зафиксирован Тошемско-Вижайский аномальный максимум по содержанию К<sub>2</sub>O в эффузивах (до 2% и более) размером 3,5×2,5 м.

Согласно Е.М. Ананьевой, Е.Б. Гороневичу и др. (1978 г.), Тамуньерской структуре отвечают крупный максимум Δg и сложное магнитное поле. По данным сейсмического зондирования мощность магматических образований в пределах Гарничной и Тамуньерской структур около 8 км. Развитые на поверхности мелкие тела габбро и габбро-диабазов, по-видимому, объединяются на глубине в более крупные образования. Участки, расположенные вблизи этих центров, в первую очередь представляют интерес для поисков эндогенного оруденения [4].

**Бобровский участок** находится в 25—35 км к западу-юго-западу от г. Ивделя Свердловской области, в нижнем течении

р. Бобровки (притока р. Тальтии). Судя по геолого-структурному положению, — это южный экзоконтакт Южно-Помурского гранодиоритового массива. Вскрытые на участке эффузивные породы, представленные пироксен-плагноклазовыми порфиридами андезит-базальтового состава, их туфами и туфобрекчиями, относятся к силурийской ( $S_{1v}-S_2^{1ld}$ ) базальт-андезит-дацитовая формация. В восточной половине участка они согласно перекрываются толщей мраморизованных известняков позднелудловского возраста. В виде тонких про-

слоев известняки встречаются и среди эффузивов.

Площадь приконтактовых метасоматических изменений около южного края Южно-Помурского гранодиоритового массива (амфиболизация, деанортизация, хлоритизация и калишпатизация) превышает  $60 \text{ км}^2$ . Это, отчасти, связано со сложным строением контактовой зоны, где имеются мелкие штоки, некки и жилообразные залежи порфиридных диоритов и габбро-диоритов, переходящих с глубиной в массивное габбро. Примером может служить Чащевский массив, располагающийся по восточную сторону и южнее оз. Чащево (рис. 2).

Как показали результаты химических анализов нескольких десятков проб, взятых из обнажений и буровых скважин (табл. 1), среднее содержание  $K_2O$  в затронутых метасоматозом контактных эффузивах составляет 1,41%, а за пределами этой территории, в тех же породах, только 0,44%.

В восточной части перспективной территории, где в разрезе преобладают известняки, характер метасоматических преобразований несколько изменяется. Наряду с осветлением (деанортизацией), здесь существенное значение приобретают скарнирование и эпидотизация. Появляются железорудные и меднорудные рудопроявления контактово-метасоматического типа.

Бобровское и Чащевское рудопроявления подробно описаны в работе [6]. Зона Бобровских магнитных аномалий прослежена на расстоянии 3 км. В интервале 0—100 м здесь встречены две пластообразные скарново-рудные залежи мощностью 5—6 м, представленные хлоритизированными пироксен-гранатовыми скарнами и густо вкрапленной магнетитовой рудой. Залежи не оконтурены.

На Чащевском рудопроявлении в разрезе двух скважин, находящихся на расстоянии 200 м друг от друга, вскрыта вкрапленная сульфидно-магнетитовая руда мощностью 2 м. Она фиксируется локальной магнитной аномалией интенсивностью до 1600 нТл. Кроме того, здесь же выявлена локальная гравиметрическая аномалия размером  $3,5 \times 0,5 \text{ м}$ . К сожалению, небольшие по масштабам разведочные бу-

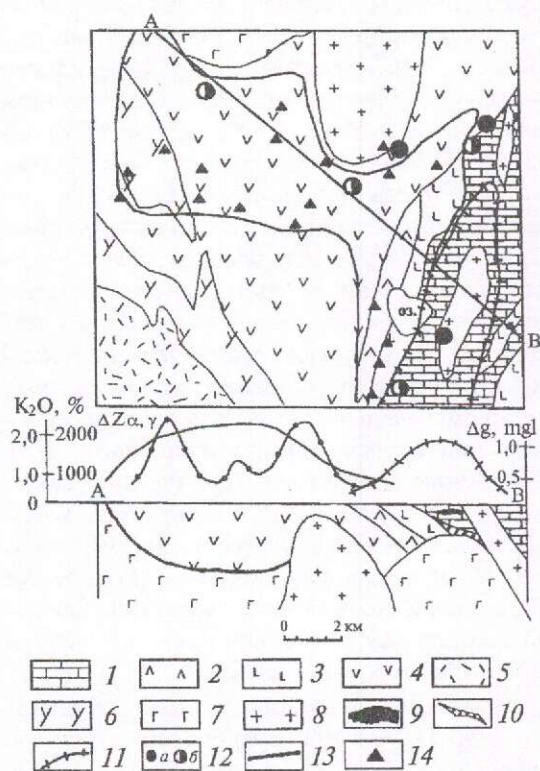


Рис. 2. Геологическая карта и разрез по Бобровскому участку, материалы ПГО «Уралгеология» с дополнениями:

1 — известняки,  $S_{1v3}$ ; 2 — диабазы и диабазовые порфириды,  $S_{1v3}$ ; 3 — пироксен-плагноклазовые базальтовые и андезит-базальтовые порфириды,  $S_{1v3}$ ; 4 — то же,  $S_{1v1}$ ; 5 — альбитофиры и кварцевые альбитофиры,  $S_{1l-2}$ ; 6 — амфиболизированные диабазовые порфириды; 7 — габбро; 8 — диориты и диоритовые порфириды; 9 — сульфидно-магнетитовая руда (вскрытая); 10 — то же, предполагаемая; 11 — локальные гравитационные аномалии; 12 — рудные (а) и перспективные на оруденение (б) магнитные аномалии в плане; 13 — область повышенного содержания  $K_2O$  в базальтоидах; 14 — точки опробования базальтоидов на  $K_2O$



1. Химический состав магматитов некоторых участков, среднее массовое содержание в %

Компоненты	Тамуньерский			Бобровский			Ивдельский [3]			Воскресенский		
	А	Б	В	А	Б	В	А	Б	В	А	Б	В
SiO <sub>2</sub>	51,21	Нет данных	45,30	51,21	51,90	41,64	52,83	Нет данных	50,73	48,91	52,80	44,64
TiO <sub>2</sub>	0,67	Нет данных	0,63	0,71	0,85	0,22	0,80	Нет данных	0,62	0,88	0,76	0,22
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	15,00		20,09	16,81	15,71	21,24	16,08		16,07	17,93	16,40	21,24
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	6,72		6,56	3,65	4,21	4,48	5,12		5,60	5,20	3,80	4,48
FeO	5,34		5,17	5,01	7,14	5,74	5,92		4,53	5,53	5,23	5,74
MnO	0,13		0,14	0,13	0,18	0,17	0,13		0,07	0,16	0,17	0,17
MgO	3,65		4,46	4,40	6,37	6,86	3,93		4,21	5,10	5,92	6,86
CaO	7,70		11,79	8,14	7,30	14,60	5,78		8,85	7,70	8,01	14,60
Na <sub>2</sub> O	4,25		2,49	3,46	3,68	1,29	4,78		3,82	3,30	4,34	1,29
K <sub>2</sub> O	2,03		0,77	1,41	0,44	0,47	1,90		0,40	1,30	0,40	0,27
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,27		Н/о	0,14	0,14	Н/о	Н/о		Н/о	0,23	0,20	Н/о
Плп	2,32		2,49	4,20	3,30	1,09	2,51		4,33	2,70	2,70	1,09
Сумма	99,30		99,89	99,17	100,0	100,60	99,78		99,23	98,44	100,75	100,60
Число проб	28		1	13	27	1	10		1	32	22	1
FeO'	11,39		11,07	8,30	10,93	9,77	10,53		9,57	10,21	8,65	9,77
R <sub>2</sub> O	6,28		3,26	4,87	4,12	1,76	6,68		4,22	4,60	4,74	1,56
K/R <sub>2</sub> O	0,32		0,24	0,29	0,11	0,27	0,28		0,10	0,28	0,08	0,17
Fe <sup>3+</sup> /FeO'	0,59		0,59	0,44	0,42	0,48	0,48		0,58	0,51	0,44	0,45

Примечание. А — эффузивные базальтоиды рудопроявляющей толщи на перспективных участках; Б — то же, вдали от рудопроявлений (фоновые значения); В — дорудные габброиды на перспективных участках.

ровые работы, поставленные на Чащевском участке в 1976 г., были выполнены некачественно (с очень низким выходом керна) и поэтому нуждаются в повторении.

*Западно-Бобровское рудопоявление* представлено одним пластообразным магнетитовым телом среди гранатовых и пироксен-гранатовых скарнов северо-восточного простирания и юго-восточного падения. Мощность тела 7,5 м, содержание железа 43—56%. Кроме того, в интервале 109—158 м одной из скважин (14) встречены плагиоклазовые порфириты с вкрапленностью магнетита (объемное содержание 30—40%).

*Магнитная аномалия А-2* установлена к северо-западу от Западно-Бобровского рудопоявления. В разрезах скважин 24 и 26 рудная зона с содержанием железа 32,6% обнаружена в интервалах соответственно 10—12 и 23—28 м. Руда залегает среди хлорит-эпидотовых метасоматитов (эпидозитов), развивающихся по туфам андезит-базальтовых порфиритов. В 20—40 м ниже рудной зоны залегают гранодиориты Южно-Помурского массива, осветленные и калишпатизированные.

*Казанское рудопоявление* открыто в 1977 г. при поисковых геохимических работах. Находится в такой же геологической обстановке, что и Западно-Бобровское рудопоявление, в 3 км к юго-западу от него. Вкрапленная магнетитовая руда встречена в интервалах 21—30,6 и 68,6—72 м скв. 450. В составе руды — магнетит, халькопирит, пирит, пирротин, марказит, сфалерит, галенит, молибденит и нерудные минералы — гранат, эпидот, хлорит, кварц, кальцит. Массовое содержание основных компонентов в руде, %: Fe 20—28; Cu 0,10—1,48; Zn 0,01—0,10; Co 0,09—0,16; Au 0,03—0,5 г/т. Каротажем в скв. 450 (глубина 86 м) выявлена также боковая магнитная аномалия интенсивностью 10 000 нТл, указывающая на возможное наличие рудного тела к востоку от скважины.

Мощное проявление контактово-метасоматических изменений на Бобровском участке и присутствие здесь представительных рудопоявлений заставляют обратить на него более пристальное внимание. Особая промышленная ценность участка определяется тем, что здесь развито не

только магнетитовое, но и сульфидно-магнетитовое оруденение при содержании меди в руде 1—1,8% и железа более 30%.

По подсчетам П.С. Прямоносова, в 1979 г. прогнозные ресурсы на Тальтийской площади (Бобровские аномалии) по категориям  $P_2+P_3$  определялись в 100 млн. т магнетитовых руд. К этой цифре следует прибавить 100 млн. т сульфидно-магнетитовых руд на Чащевской гравимагнитной аномалии [6] и 30—60 млн. т тех же руд на Западно-Бобровском рудопоявлении и магнитной аномалии А-2. Таким образом, Бобровский участок в целом вырисовывается как перспективный объект среднего значения.

**Воскресенский участок** находится в 10—30 км к югу от Бобровского, в юго-западной части Ивдельского района Свердловской области, между поселками Воскресенка, Всеволодо-Благодатское, Тренкино. Участок представляет собой экзоконтактовую зону крупного габбро-диорит-гранодиоритового массива Денежкин Камень. На поверхности эрозионного среза здесь развиты диабазы, базальтовые, андезитовые и андезит-базальтовые порфириты, их туфы и туфобрекчии силурийского возраста ( $S_{1v}-S_2^{1d}$ ), содержащие прослои туффитов и туфопесчаников мощностью до 100 м. В восточной половине участка на значительной площади (рис. 3) эффузивы перекрываются светлыми мраморизованными известняками позднесилурийского возраста, среди которых встречены пластообразные тела гранатовых скарнов, эффузивов, осветленных (деанортизированных) порфиритов и сульфидно-магнетитовой руды (Воскресенское, Таскинское месторождения, Всеволодо-Благодатское и Пуинское рудопоявления). Мощность известняков 200—500 м, эффузивной толщи более 3 км.

Полные химические анализы эффузивов, распространенных на территории между поселками Всеволодо-Благодатское и Воскресенское (65 проб), показали аномальное содержание в них  $K_2O$  в центральной части участка. Из табл. 1 видно, что среднее содержание последней в базальтоидах (32 пробы) составляет 1,30%, а за пределами участка, в тех же породах, 0,40%.

Интрузивный массив Денежкин Камень, к которому с востока примыкает опи-

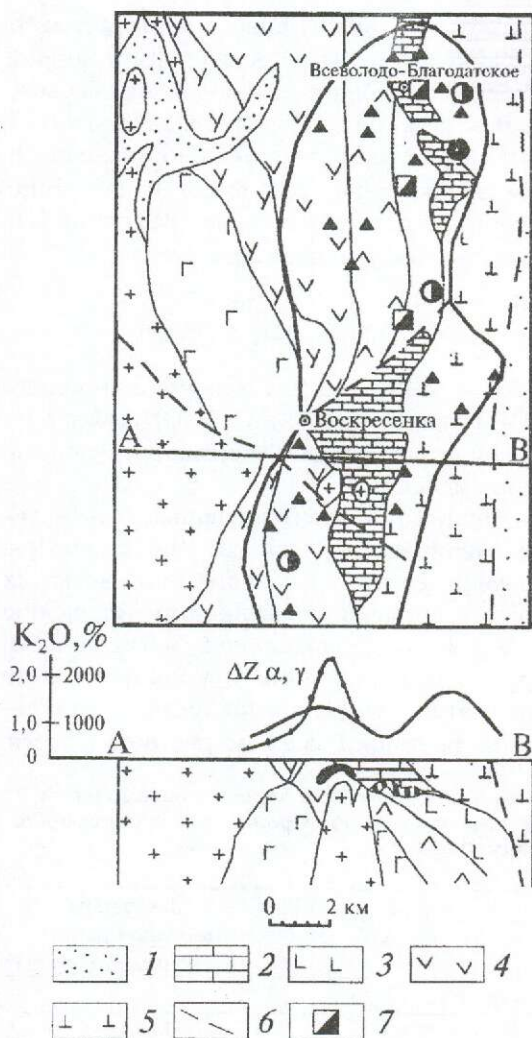


Рис. 3. Геологическая карта и разрез по Воскресенскому участку, материалы ПГО «Уралгеология» с дополнениями:

1 — современные отложения; 2 — известняки,  $S_2^{ld}$ ; 3 — пироксен-плаггиоклазовые базальтовые и андезит-базальтовые порфирыты,  $S_2^{ld}$ ; 4 — то же,  $S_1V_3-S_2^{ld}$ ; 5 — порфирыты и туфы базальт-трахитовой формации,  $S_2^2p-D_1^1$ ; 6 — разрывные нарушения; 7 — мелкие шахты с сульфидной минерализацией; остальные усл. обозн. см. рис. 2

сываемый участок, имеет сложный состав. При картировании здесь зафиксированы пироксениты, нормальное и оливинное габбро, кварцевые диориты, гранитоиды и соответствующие им жильные породы\*. Благодаря значительной тектонической

\*Интересно отметить, что в габбро Черной сопки Л.Н. Овчинниковым было зафиксировано содержание  $K_2O$  1,24%.

проработке в области нарушенной разрывными дислокациями антиклинали меридионального направления интрузивные породы в виде штоков, даек, жилообразных залежей проникают далеко на восток от вскрытого на поверхности интрузивного контакта массива Денежкин Камень, обуславливая развитие метасоматических изменений на широкой площади (см. рис. 3).

Кроме скарнирования, деанортизации (осветления), эпидотизации и калишпатизации, вмещающие оруденение эффузивные породы несут следы значительной пропилитизации. Здесь установлены проявления не только магнетитовых, но также сульфидно-магнетитовых и скарновых сульфидных руд. Особо следует отметить наличие на участке локальных магнитных аномалий интенсивностью до 3000—3500 нТл. Частичная проверка их привела к открытию новых скарново-рудных тел на Таскинском месторождении [6].

Из известных на участке пунктов вскрытого оруденения сравнительно недавно в литературе [6] были описаны Воскресенское и Таскинское месторождения. Они считаются недоразведанными. Ставится задача с учетом магнитных аномалий и независимо от них проследить по простиранию и падению вскрытые рудные зоны. Помимо этого, необходимо обратить внимание на следующие благоприятные рудолокализирующие структуры: 1) нижний стратиграфический контакт верхнесилурийских известняков в районе пос. Всеволодо-Благодатское и Воскресенка; 2) крутопадающие зоны разрывных нарушений в западной части Воскресенского участка; 3) области отслаивания в крыльях рудоносной антиклинали как возможные места локализации новых рудных тел типа Таскинского месторождения.

Помимо рассмотренных участков, локальное повышение содержания  $K_2O$  в эффузивных базальтоидах зафиксировано на Ивдельском, Чернореченском, Восьмиверстно-Юргинском, Латинском, Верхнетуринском, Шуралинском и Исовском участках (см. рис. 1). Описание их приводится в работе [3]. Для всех этих объектов в зонах экзоконтактов характерно присутствие интрузивов габбро-гранитной базальтоидной формации. Им свойственны и

другие характерные признаки [1] рудных полей скарново-магнетитовых месторождений, а именно: наличие дизъюнктивных нарушений рудоконтролирующего значения; значительная мощность вулканогенных пород с прослоями среди них карбонатсодержащих отложений; наличие (в наиболее изученных участках) типичных контактово-метасоматических образований в виде осветленных (деанортизация) пород, скарнов и других метасоматитов; наличие рудопроявлений или перспективных магнитных аномалий.

В свое время в работе А. Сутимур [12] была показана тесная линейная связь между кремнеземом (массовое содержание, %) и соотношением  $(\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O})/\text{Al}_2\text{O}_3$  (молекулярное количество), выраженная уравнением в виде:

$$\text{SiO}_2 = \theta + \lambda \frac{(\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O})}{\text{Al}_2\text{O}_3}$$

Установлено, что петрохимический

параметр  $\theta$  закономерно уменьшается в направлении океан — континент и коррелируется с глубиной сейсмофокальных зон, т.е. чем ниже уровень генерации магматического расплава, тем меньше значение  $\theta$  и, следовательно, тем выше содержание щелочей в первичной магме. Величина  $\lambda$  в приведенном уравнении равняется:

$$\lambda = r \frac{\delta \text{SiO}_2}{\delta (\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O})/\text{Al}_2\text{O}_3}$$

где  $r$  — коэффициент корреляции между  $\text{SiO}_2$  и отношением  $(\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O})/\text{Al}_2\text{O}_3$ ;  $\delta$  — средние квадратичные отклонения содержания компонентов.

Используя многочисленные химические анализы вулканитов Урала, авторы провели соответствующие пересчеты их состава, согласно приведенному уравнению (табл. 2). С уменьшением масштабности оруденения значение петрохимического параметра  $\theta$  в вулканитах андезит-базальтовой формации закономерно понижается,

## 2. Значение параметров $\theta$ и $\lambda$ в уравнениях связи для вулканитов андезит-базальтовой формации в известных рудных полях скарново-магнетитовых месторождений и некоторых новых перспективных участках

Рудное поле, участок	$\theta$	$\lambda$	Масштабы месторождений, прогнозные ресурсы*
<i>Известные рудные поля [8, 9]</i>			
Покровское	51,75	9,8	Мелкие
Круглогорское	48,24	6,8	То же
Теченское	46,69	11,2	«
Ауэрбахо-Турьинское	45,10	20,3	Средние
Высокогорское	45,13	14,7	То же
Глубоченское	44,40	15,6	«
Алешинское	42,60	14,9	Крупные
Магнитогорское	39,62	22,5	То же
Соколово-Сарбайское	39,80	18,0	«
Качарское	37,30	34,5	«
<i>Новые участки</i>			
Тамуньерский	49,16	4,68	Мелкие*
Бобровский	45,44	14,86	Средние*
Ивдельский	57,70	5,52	Мелкие*
Воскресенский	46,43	13,24	То же*
Чернореченский	46,80	13,50	«*
Восьмиверстно-Юртинский	46,56	16,68	«*
Латинский	44,80	15,23	Средние*
Верхнетуринский	45,52	13,55	«?*
Шуралинский	43,30	24,70	То же*
Исовский	45,28	17,64	«*

Примечание. Масштабы месторождений, млн. т: мелкие — до 100, средние — 100—300, крупные — более 300.

а значение параметра  $\lambda$  повышается. Таким образом, представляется возможность практического использования этих параметров при оценке потенциальной рудоносности не только известных рудных полей [9, 10], но и новых участков [3, 4].

Следует подчеркнуть, что в настоящей работе шла речь о вулканитах базальтоидных формаций (базальт-андезит-базальтовой, базальт-андезит-дацитовой и базальт-андезит-риолитовой), где аномально повышенные содержания  $K_2O$  связаны не только с собственно магматическим этапом, но и постмагматической деятельностью глубинных магматических очагов. Неравномерное распространение этого процесса, локальная приуроченность участков к экзоконтактовым ореолам интрузивных массивов базальтоидной формации подтверждают это.

Приведенный фактический материал показывает, что при геологических исследованиях любого масштаба в рудных поясах (зонах) развития месторождений контактово-метасоматического типа следует обращать особое внимание на калиево-магматитовый состав основного и среднего состава, которая является важным поисковым признаком. Базальтоиды перспективных участков характеризуются не только отчетливо выраженной повышенной калиево-щелочностью, но и общей щелочностью пород интрузивной серии. При этом они, как правило, отличаются также повышенной глиноземистостью и меньшими содержаниями суммарного железа по сравнению с пери-

ферийными частями участков и интрузивными породами.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Баклаев Я.П. Критерии распознавания промышленных рудных узлов скарново-магнетитовых месторождений // Тектоника и металлогения Урала. Свердловск, 1980. С. 72—81.
2. Баклаев Я.П., Полтавец Ю.А. Калиево-магматитовый состав и сорудная альбитизация магматитов — важные поисковые признаки метасоматических месторождений // Геология, поиски и разведка месторождений рудных полезных ископаемых. Иркутск, 1987. С. 44—54.
3. Баклаев Я.П., Каретин Ю.С., Полтавец Ю.А. Оценка перспектив на контактово-метасоматическое оруденение новых участков Северного и Среднего Урала. — Екатеринбург, 1994. (Препринт / УРО РАН).
4. Баклаев Я.П., Плохих Н.А., Полтавец Ю.А. Прогнозирование скарново-магнетитовых месторождений на Южном Урале // Отечественная геология. 1966. № 1. С. 33—38.
5. Дымкин А.М., Полтавец Ю.А., Холоднов В.В., Бушляков И.Н. Критерии генетической связи железооруденения с магматизмом // Докл. АН СССР. 1984. Т. 274. № 5. С. 1160—1163.
6. Железорудные формации Среднего и Южного Урала. — М.: Наука, 1989.
7. Овчинников Л.Н. Прогноз рудных месторождений. — М.: Недра, 1992.
8. Полтавец Ю.А. Скарново-магнетитовое оруденение Урала и связь его с вулканоплутоническим магматизмом: Автореф. дис... д-ра геол.-минер. наук. — Свердловск, 1991.
9. Полтавец Ю.А., Баклаев Я.П. О возможностях использования петрохимического параметра  $\theta$  для оценки потенциальной рудоносности отдельных рудных полей // Ежегодник-1981. Свердловск, 1982. С. 107—109.
10. Скарновые месторождения / Под ред. Д.С. Коржинского. — М.: Наука, 1985.
11. Скарново-магнетитовые формации Урала (Средний и Южный Урал) / Под ред. В.И. Смирнова, А.М. Дымкина. — Свердловск: УРО АН СССР, 1989.
12. Сугимура А. Состав первичных магм и сейсмичность мантии Земли в области островных дуг // Окраины континентов и островные дуги. М., 1970. С. 263—269.

# АППАРАТУРНО-ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА И ТЕХНОЛОГИИ ГЕОЛОГОРАЗВЕДОЧНЫХ РАБОТ



УДК 622.7

© Коллектив авторов, 1999

## ВЛИЯНИЕ ФИЗИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ЗОЛОТОСОДЕРЖАЩЕГО СЫРЬЯ НА ПАРАМЕТРЫ И РЕЖИМЫ ЕГО ПЕРЕРАБОТКИ СПОСОБОМ КУЧНОГО ВЫЩЕЛАЧИВАНИЯ

Г.С. Крылова, Г.В. Седельникова, В.Н. Елисеев, В.И. Зеленов,  
Н.И. Королев, Н.И. Барашнев (ЦНИГРИ МПР России)

*Рассмотрены закономерности цианидного выщелачивания золота из лежащих пиритных хвостов. Исследовано влияние физических свойств и гранулометрического состава материала на показатели перколяционного и кюветного выщелачивания. Показано, что для мелкозернистых золотосодержащих материалов более предпочтителен способ кюветного выщелачивания.*

При кучном выщелачивании золота из минерального сырья в качестве растворителя широко используется цианид натрия (или калия) с концентрацией 0,05—0,1%. При орошении поверхности штабеля происходит просачивание раствора сверху вниз под действием силы тяжести. Извлечение металла из кускового материала выщелачиванием связано со специфическими условиями диффузии, которые определяются многими факторами. Особое значение среди них имеет пористость. Диффузия растворенных веществ может протекать в свободном поровом пространстве. Насыщенность порового пространства зависит от плотности орошения. Такой гидродинамический режим называют инфильтрационным.

Скорость извлечения золота при кучном выщелачивании зависит от интенсивности орошения. Этот показатель используется в технологической практике для определения рационального режима выщелачивания, так как он не зависит от геометрических параметров применяемых аппаратов.

Плотность  $J$  и интенсивность  $q$  орошения связаны между собой выражением:

$$J = \gamma N_{\text{сл}} q, \quad (1)$$

где  $\gamma$  — объемная масса руды в штабеле, т/м<sup>3</sup>;  $N_{\text{сл}}$  — высота орошаемого слоя, м.

Высота орошаемого слоя — один из важных параметров, определяемых при проектировании установок кучного выщелачивания.

При свободном орошении максимальная влагопроводимость рудной массы всегда значительно меньше ее полной проницаемости, характеризуемой коэффициентом фильтрации. Это связано с тем, что при рассматриваемом способе подачи раствора воздух, находящийся в поровом пространстве, не может быть вытеснен из него полностью. Максимальная влагопроводимость численно соответствует такому значению плотности орошения  $J_{\text{max}}$ , с превышением которого над поверхностью штабеля появляется слой (зеркало) непоглощенного раствора.

При рациональном режиме выщелачивания, определяемом интенсивностью орошения  $q_{\text{рац}}$ , максимально возможная высота орошаемого слоя равна

$$N_{\text{сл max}} = \frac{J_{\text{max}}}{\gamma q_{\text{рац}}}, \text{ м.} \quad (2)$$

Данное соотношение имеет существенное значение при выборе высоты орошаемого слоя, прежде всего для материалов с ограниченной проницаемостью ( $K_{\text{ф}} \leq 5—10$  м/сут), к которым относятся окисленные

руды, коры выветривания, хвосты обога-  
тельных фабрик и др. На практике высоту  
орошаемого слоя принимают равной

$$H_{\text{сл}} = (0,9 - 0,95) H_{\text{сл макс}}, \text{ м.} \quad (3)$$

Кучное выщелачивание глинисто-шла-  
мистых материалов проводят с предвари-  
тельным окомкованием известью и порт-  
ланд-цементом. В результате окомкования  
образуются окатыши округлой формы с мак-  
ропористым пространством между ними, что  
повышает проницаемость рудной массы.

При выборе высоты орошаемого слоя  
для окомкованных материалов определяется  
прочность окатышей при раздавливании  
 $P_{\text{сж}}$  и учитывается, кроме соотношений (2)  
и (3), выражение

$$H_{\text{сл}} = \frac{P_{\text{сж}}}{\gamma}, \text{ м,} \quad (4)$$

где  $P_{\text{сж}}$  — прочность окатышей при раздав-  
ливании,  $\text{кг/м}^2$ .

Из полученных значений  $H_{\text{сл}}$  следует  
выбирать наименьшее.

Исследования по окомкованию золотосо-  
держающего сырья показали, что некоторые  
его типы при окомковании не образуют ус-  
тойчивых окатышей. Так, золотосодержа-  
щие пиритные хвосты одной из ЗИФ круп-  
ностью  $-0,4...+0$  мм при окомковании порт-  
ланд-цементом с расходом 10  $\text{кг/т}$  давали  
окатыши, которые разрушались при ороше-  
нии цианистым раствором. Кучное выщела-  
чивание золота из хвостов проводили на  
исходном неокомкованном материале со сле-  
дующими физическими параметрами: коэф-  
фициент фильтрации 1  $\text{м/сут}$ , максимальная  
плотность орошения 0,067  $\text{м}^3/\text{м}^2 \cdot \text{сут}$ .

Низкая плотность орошения (в 15 раз  
меньше коэффициента фильтрации) ограни-  
чивает возможность управления режимом  
орошения и в итоге лимитирует высоту оро-  
шаемого слоя. Зависимость высоты слоя от  
интенсивности орошения и продолжитель-  
ности выщелачивания приведена в табл. 1.

При лабораторных испытаниях интенсив-  
ность орошения составила 160  $\text{л/т} \cdot \text{сут}$ . Высота  
орошаемого слоя при этом всего 0,3 м. Увели-  
чение высоты орошаемого слоя возможно  
за счет снижения интенсивности орошения,  
но при этом возрастает продолжительность  
выщелачивания. Например, при интенсив-

### 1. Зависимость высоты слоя и продолжительности выщелачивания от интенсивности орошения

q, л/т·сут	$\tau_{\text{выщел}}$ , сут	$H_{\text{сл макс}}$ , м
10	256	4,40
20	128	2,20
30	85	1,50
40	64	1,10
50	51	0,90
60	43	0,75
160	16	0,30

ности орошения 60  $\text{л/т} \cdot \text{сут}$  продолжитель-  
ность выщелачивания материала хвостов  
составила 43 дня, а высота слоя — 0,75 м.  
При интенсивности орошения 20  $\text{л/т} \cdot \text{сут}$   
(обычной для практики кучного выщела-  
чивания) высота слоя может составлять 2,2 м,  
но продолжительность выщелачивания воз-  
растает до 128 сут. Переработка хвостов  
методом кучного выщелачивания с дли-  
тельностью 128 сут может осуществляться  
только в районах с продолжительным теп-  
лым сезоном и вряд ли возможна в районах  
с умеренным и холодным климатом, харак-  
терным для большинства районов России.

Реализация традиционного варианта  
кучного выщелачивания с использованием  
низкой (принятой на практике) интенсив-  
ностью орошения ( $q < 30$   $\text{л/т} \cdot \text{сут}$ ), но при  
относительно большой высоте орошаемого  
слоя ( $H > 1,5$  м) потребует довольно большой  
длительности ведения процесса (85 сут).

Применение более высокой интенсивно-  
сти орошения ( $30 < q < 60$   $\text{л/т} \cdot \text{сут}$ ) вызывает не-  
обходимость проводить выщелачивание ма-  
териала на тонких слоях ( $0,7 < H < 1,5$  м). Для  
успешной реализации такого варианта куч-  
ного выщелачивания потребуется разработ-  
ка инженерно-технических решений, обес-  
печивающих сравнительно высокую произ-  
водительность установки кучного  
выщелачивания без отвода под нее больших  
земельных площадей.

Для объектов, подобных описанному,  
наиболее эффективный вариант перера-  
ботки — кюветное выщелачивание. В этом  
случае сырье размещается в гидроизоли-  
рованных корытообразных сооружениях  
(кюветах). Растворы подаются снизу вверх  
с приложением избыточного давления. На-  
сыщенная растворами рудная масса опре-

деленное время выстаивается, затем растворы выпускаются. Подобные циклы могут повторяться до достижения необходимых результатов по запланированному извлечению золота. Режим, в котором ведется кюветное выщелачивание, обычно называют периодическим затоплением.

Кюветное выщелачивание осуществляется при полном заполнении раствором порового пространства обрабатываемого материала, которое достигается с применением к раствору избыточного давления. Регулируя давление, можно регулировать скорость заполнения порового пространства. Поэтому режим с периодическим заполнением не накладывает столь жестких ограничений на высоту слоя материала, обладающего малой проницаемостью.

Количество раствора, взаимодействующего с материалом в период выстаивания, равно объему его порового пространства. Интенсивность воздействия раствора на материал определяется длительностью циклов, включающих заполнение, выстаивание и выпуск растворов. Выпуск растворов производится при снижении в период выстаивания концентрации цианида в растворе до уровня 0,1—0,2 г/л.

Следует отметить, что в каждом цикле, исключая первоначальное насыщение, для заполнения 1 т материала потребуется объем раствора, определяемый разницей между полной  $W_{\text{п}}$  и максимальной молекулярной  $W_m$  влагоемкостями

$$V_{\text{уд}} = \frac{W_{\text{п}} - W_m}{100}, \text{ м}^3/\text{т}, \quad (4)$$

$$W_{\text{п}} = \frac{\sigma}{\gamma}, \%, \quad (5)$$

где  $\sigma$  — пористость, %;  $\gamma$  — объемная масса, т/м<sup>3</sup>.

Для исследуемых золотопиритных хвостов  $V_{\text{уд}}$  составляет 0,11—0,12 м<sup>3</sup>/т. Именно поэтому режим с периодическим затоплением для мелкозернистых слабопроницаемых видов сырья, которые плохо поддаются окомкованию, предпочтительнее режима капельного орошения.

Для кучного выщелачивания (особенно мелкозернистого материала) важное значение имеет максимальная молекулярная влагоемкость. Золотопиритные хвосты об-

ладают большой удельной поверхностью, тонкопористой структурой и, следовательно, значительной  $W_{m \text{ max}}$  — 24 %. Это обуславливает большое количество порового раствора, удерживаемого материалом. Высокая молекулярная влагоемкость  $W_m$ , особенно при малой исходной влажности  $W_e$ , обуславливает значительные затраты времени на первоначальное влагонасыщение материала до величины  $W_m$ . Это время можно оценить по формуле:

$$\tau_{\text{нас}} = \frac{W_m - W_e}{100q}, \quad (6)$$

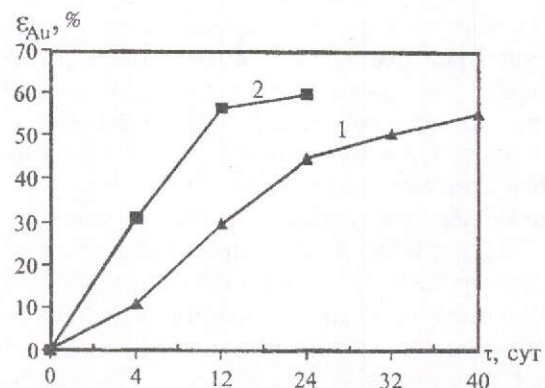
где  $\tau_{\text{нас}}$  — время насыщения, сут;  $q$  — интенсивность орошения, м<sup>3</sup>/т сут;  $W_m$  и  $W_e$  — максимальная и исходная влажность материала, %.

В табл. 2 приведены затраты времени на влагонасыщение исследуемых хвостов в зависимости от интенсивности орошения при  $W_e = 2\%$ .

Учет всех изложенных особенностей процесса кучного выщелачивания мелкозернистых материалов и дает основания для выбора кюветного варианта ведения

2. Затраты времени на влагонасыщение в зависимости от интенсивности орошения

$q$ , л/т-сут	$\tau_{\text{выщел}}$ , сут	$\tau_{\text{нас}}$ , сут
10	256	22
20	128	11
30	85	7,3
40	64	5,5
50	51	4,4



Кинетика извлечения золота из пиритных хвостов при кюветном и кучном выщелачивании:

1 — перколяция; 2 — кювета



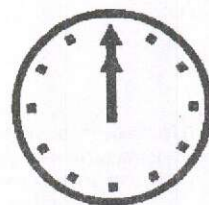
**3. Сравнительные показатели цианидного выщелачивания золота из пиритных хвостов в режимах перколяционного и кюветного выщелачивания**

Показатели	Перко- ляция	Кювета
Содержание золота, г/т: в исходном материале	1,02	1,02
в хвостах цианирования	0,44	0,41
Извлечение золота, %	56,90	58,80
Время выщелачивания, сут	44,00	21,00
Расход цианида, кг/т	1,80	2,10

процесса цианидного выщелачивания благородных металлов.

На рисунке приведены кинетические кривые извлечения золота из пиритных хвостов для вариантов перколяционного и кюветного выщелачивания, а в табл. 3 — сравнительные технологические показатели обоих способов.

Таким образом, выбор рационального режима выщелачивания определяется видом сырья и его физико-механическими свойствами. Для мелкозернистых, плохо окомковывающихся материалов с низкими коэффициентами фильтрации предпочтительнее вариант кюветного выщелачивания, позволяющий значительно сократить время процесса при получении сравнимых прочих технологических показателей.



© В.И. Старостин, 1999

## ДЕСЯТЫЕ НАУЧНЫЕ ЧТЕНИЯ ИМЕНИ АКАДЕМИКА В.И. СМИРНОВА

**В.И. Старостин (МГУ)**

29 января 1999 г. в Московском государственном университете состоялись юбилейные десятые научные чтения имени акад. В.И. Смирнова. За прошедшее десятилетие был создан общественный Фонд, посвященный этому выдающемуся ученому, выпущено пять научно-литературных альманахов. Дипломами и премиями Фонда отмечены 37 крупных ученых России, СНГ и зарубежных стран и 72 лучших студента, аспиранта и магистранта вузов России. Фонд оказал финансовую помощь для прохождения производственных практик и ведения научно-исследовательских работ 28 студентам, магистрантам и аспирантам.

К десятым чтениям выпущен научно-литературный альманах «Смирновский сборник-98». В нем в разделе «Основные проблемы рудообразования и металлогении» помещены доклады, сделанные на девятом научном чтении 30 января 1998 г.: акад. РАЕН *Е.А. Козловского*, акад. РАН *И.Д. Рябчикова*, акад. РАЕН *А.И. Кривцова*, главного геолога компании «Баррик Голд Корпорейшн» *Джея Ходжсона*, акад. РАЕН и чл.-кор. РАН *Ю.М. Арского* и доцента *А.Б. Волкова*.

В раздел «Научно-популярные и литературные произведения» включены следующие произведения.

*И.В. Крейтер* и *Н.Н. Трофимовым* в очерке «Крейтер Владимир Михайлович (к 100-летию со дня рождения)» на большом фактическом материале освещена личная жизнь, научная и производственная деятельность выдающегося геолога России, создавшего в нашей стране учение о поисках и разведке месторождений полезных ископаемых.

*В.А. Жариков* и *А.А. Матвеев* посвяти-

ли свою работу «Человек, ученый, учитель» 90-летию со дня рождения крупного ученого и талантливого геохимика *А.П. Соловова*.

Известный грузинский ученый и друг акад. В.И. Смирнова *Г.А. Твалчрелидзе* посвятил свою статью «Выдающаяся личность» воспоминаниям о встречах и совместной работе с *Владимиром Ивановичем*.

*В.Т. Трофимов* в короткой заметке описал свои встречи с *Владимиром Ивановичем Смирновым*.

*В.В. Марченко* в связи с 300-летием горно-геологической службы России написал статью «Демидовы: русские мастера-вые, промышленники, патриоты». Кроме того, помещен и один из его рассказов «Змеиная свадьба».

Еще одним произведением порадовал читателей наш постоянный автор *В.Г. Лешков* «На золотоносной Жуге».

Заведующий кафедрой сектоведения православного Свято-Тихоновского богословского института *А.Л. Дворкин* небольшой очерк «Тюремный священник» посвятил литологу, доктору геолого-минералогических наук, профессору *Г.А. Каледе*, активно занимавшемуся просветительной религиозной деятельностью.

*Н.В. Короновский* по материалам личных наблюдений и литературным данным в своей статье воссоздал «Последний день Помпеи».

Крупный ученый-геофизик, пионер отечественного дельтапланеризма *М.Б. Гохберг* свою научную деятельность в связи с 60-летним юбилеем отметил обзором «Салат научный (без крабов)».

Выдающийся ученый-геофизик, известный российский бард и наш постоян-

ный автор *А.М. Городницкий* поместил в альманахе 20 стихотворений, часть из которых публикуется впервые. Кроме того, *А.М. Городницкий* — автор статьи «В поисках Атлантиды».

В сборнике помещены стихи безвременно ушедшего от нас талантливого геолога *Л.М. Лебедева*.

Выпускница геологического факультета МГУ *И.В. Василькова*, в настоящее время профессиональная поэтесса, представила для нашего издания часть своих стихов.

Геологи Казахстана (*А.А. Калаченко* и др.) написали стихи, посвященные Дню геолога.

Саркастическое эссе «Тектонический бедлам» принадлежит выдающемуся тектонисту *Ю.М. Пуцаровскому*.

Большой очерк, посвященный поискам Атлантиды, написан специально для сборника крупным ученым-геологом *Е.Е. Милановским*. Две статьи об Атлантиде (*А.М. Городницкого* и *Е.Е. Милановского*), хотя и альтернативны по некоторым аспектам, но написаны талантливо и представляют собой шедевры научно-популярного жанра.

Завершает сборник небольшая юмористическая заметка известного петролога *Б.П. Золотарева* «Субдукция коры в мантию, дефекация мантии и ее эксгумация».

Программа десятых чтений была весьма насыщенной. Блестящие доклады представили академики РАН *В.А. Садовничий* (ректор МГУ), *Л.Н. Когарко* и *Ф.А. Летников*, главный геолог компании «Би-Эйч-Пи» (Лондон, Англия) *Ноел Уайт*, директор и зам. директора ВНИИСИМСа *Б.А. Дороговин* и *Е.В. Полянский*, акад. РАЕН *Н.К. Курбанов*.

В докладе *В.А. Садовничего* «Университет и общество» рассмотрены основные «вечные» проблемы университетов, обусловленные их отношениями с государством, обществом и человеком. Дана резкая критика концепции «кризиса образования», или «кризиса университетов». Высказана твердая уверенность, что система университетского образования органически вписывается в модель «устойчивого развития общества». Большая часть доклада посвящена исключительно важной роли Московского университета в развитии общества на рубеже столетий. Основной вывод доклада состоит в утверждении, что университеты

мира — это исторически сложившиеся центры науки и духовной культуры. Только они в состоянии вернуть общество к истокам гуманизма.

*Л.Н. Когарко* в докладе «Модели генезиса гигантских апатитовых месторождений Кольского полуострова» подробно проанализированы главные факторы, контролировавшие рудный потенциал природных магматических систем: 1) режим летучих компонентов: равновесие расплав—флюидная фаза; 2) особенности фракционирования рудных минералов: равновесие кристалл—жидкость; 3) растворимость рудных компонентов в магматических расплавах. Сделан вывод о том, что рудоносные щелочные магмы возникли на рубеже 2,5—2,7 млрд. лет. В это время резко изменился геодинамический режим Земли — тектоника плюмов сменилась тектоникой плит; сформировалась кислородная атмосфера; произошел самый мощный рост континентальной коры, появились платформенные режимы. Процессы окисления атмосферы Земли, а затем мантии привели к глобальным метасоматическим перемещениям вещества и формированию щелочных магм, обогащенных рудными литофильными элементами.

В докладе *Ф.А. Летникова* «Флюидные фации континентальной литосферы и проблемы рудообразования» на большом экспериментальном и геологическом материале сделан фундаментальный вывод о том, что все процессы формирования минералов, горных пород и руд протекают при активном участии флюидов. Уникальность флюидных систем литосферы заключается в многообразии их свойств: флюиды концентрируют различные элементы, переносят их на значительные расстояния, взаимодействуют с горными породами и формируют рудные месторождения. Большинство месторождений, порожденных флюидами, сначала возникают в неявной форме в объеме породивших их флюидных систем. Главное условие образования скоплений рудного вещества — неравновесные условия в верхних горизонтах земной коры. В связи с тем, что с глубиной степень равновесности систем возрастает, вероятность образования рудных месторождений на больших глубинах сводится к нулю.

Доклад Ноела Уайта «Проведение геологоразведочных работ в мировом масштабе и конкурентное преимущество Би-Эйч-Пи» посвящен тактике и стратегии деятельности одной из крупнейших горно-рудных компаний мира. Для того чтобы обеспечить максимальную вероятность получения реальной прибыли для своих акционеров, она постоянно пересматривает стратегию в отношении видов сырья, задач, мировой геологии и стран. Би-Эйч-Пи максимально использует все возможности: 1) устанавливает тесные взаимоотношения с технически развитыми местными организациями, которые могут содействовать успеху ее деятельности в какой-либо стране; 2) принимает на работу и обучает высококвалифицированный персонал на местах; 3) применяет последовательный перспективный подход; 4) развивает передовые технологии, которые позволяют ввести новаторские методы работы там, где они ранее не применялись.

Этот подход обеспечил компании доступ к широкому спектру геологоразведочных объектов во многих странах мира. Технически безупречная и смело примененная философия ведения геологоразведочных работ дает технические преимущества, следствием которых может стать экономический успех.

Страны, переходящие от централизованной плановой экономики к рыночной, проходят несколько стадий в отношении к инвестированию в горно-добывающую отрасль. На первой стадии они оберегают геологическую информацию, завышают ценность минеральных ресурсов и придерживаются прежней политики в отношении собственности на них. Привлечь крупных инвесторов им не удается. На второй стадии они улучшают защищенность прав пользователя недрами и проводят другие изменения, отвечающие нуждам иностранных инвесторов, что привлекает внимание иностранных геологоразведочных компаний. На третьей стадии иностранные инвесторы рассматриваются как партнеры в развитии экономики, а не как эксплуататоры, и государство отводит себе роль регулирующей стороны, а не роль активного участника. В России произошли определенные сдвиги, но она все еще находится где-то между

первой и второй стадиями. Некоторые крупные горно-добывающие «дома» были привлечены перспективами в России, но затем они ушли из страны. Несмотря на определенный отрицательный опыт, Би-Эйч-Пи осталась в России и продолжает вести геологоразведочные работы во многих ее регионах, веря, что в развивающейся экономической ситуации ее усилия в конце концов оправдают себя. Учитывая вышесказанное, в России все еще нужны существенные реформы. Посредством реформ высвободится на общее благо огромный сырьевой потенциал.

В ярком, прекрасно иллюстрированном докладе Б.А. Дороговина и Е.В. Полянского «Возможности промышленного синтеза кристаллов при воспроизведении минерально-сырьевой базы России» показаны огромные перспективы этой высокотехнологической отрасли нашей страны. Продемонстрированы уникальные и серийные образцы синтезированного кристаллооптического сырья. Был показан также цветной фильм об этом грандиозном по масштабам производстве. Широкий спектр продуктов синтеза, большие возможности созданного в институте оборудования, пионерские теоретические разработки — все это позволяет создавать для новейших отраслей техники материалы, намного превышающие по свойствам и качеству природные аналоги или не имеющие их. Однако главный вывод доклада заключается в том, что ученые ВНИИСИМСа в разработках опираются на природные процессы, тщательно их изучая и создавая новые модели. Лаборатории института представляют собой естественное продолжение неповторимых природных лабораторий.

Завершающим на чтениях был доклад Н.К. Курбанова «Полигенно-полихронные золоторудные месторождения». На огромном фактическом материале автор сформулировал концепцию образования этих важных в экономическом отношении месторождений. Суть ее состоит в следующем.

1. Формирование полигенно-полихронных золоторудных месторождений фанерозоя и позднего докембрия связано с тремя рудно-энергетическими системами: экзогенно-эндогенной, плутоногенной и вулканогенной. Каждой системе свойственны

конвергентные ряды месторождений, формирующиеся в различных типах золотоносных провинций в результате смены в пространстве и во времени геолого-генетических моделей гетерогенного рудообразования, присущего различным экзогенным и эндогенным режимам развития земной коры.

2. Формирование конвергентного ряда полигенно-полихронных месторождений экзогенно-эндогенной рудно-энергетической системы определяется процессами регенерации и ремобилизации золота из более ранних гетерогенных рудных скопленений, реликты которых сохраняются на месторождениях в зависимости от интенсивности переотложения, и из обогащенных рассеянной золотоносной сульфидной вкрапленностью осадочных углеродистых толщ, выполняющих локальные впадины, что является важным поисковым критерием. Регенерационное рудообразование может осуществляться *in situ* — в пределах рудоносной формации или с переотложением в верхние структурные ярусы (по Шнейдерхену), с образованием секущих рудных тел.

3. Энергетическое обеспечение процессов регенерации связано преимущественно с эндогенными факторами, в т.ч. с участием гранитоидного магматизма. При усилении его влияния на поздних стадиях регенерации происходит наложение плутоногенно-гидротермальной модели на более раннее гетерогенное оруденение, связанное с процессами элизионно-катагенетического, вулканогенно-осадочного или метаморфоген-

но-метасоматического рудообразования. В результате месторождения экзогенно-эндогенной и плутоногенной систем могут образовывать более обширный и единый конвергентный ряд.

На десятых научных чтениях присутствовало более 200 человек — студенты, магистранты, аспиранты многих вузов г. Москвы, представители ведущих геологических организаций и учебных центров России и СНГ. Дипломами Фонда награждены ректор МГУ академик РАН В.А. Садовничий, академик РАН Л.Н. Когарко, академик РАН Ф.А. Летников, директор ВНИИСИМСа Б.А. Дороговин, зам. директора Е.В. Полянский, академик РАЕН Н.К. Курбанов. Правление Фонда наградило дипломами и денежными премиями лучших студентов, магистрантов и аспирантов вузов России (МГУ им. М.В. Ломоносова, Российского университета Дружбы народов, Московского геологоразведочной академии, Новосибирского государственного университета, Иркутского государственного технического университета, Уральской государственной горно-геологической академии). Всего награждено 11 человек.

По материалам и процедуре проведения десятых научных чтений снят видеofilm. Проведенные чтения явились очередным важным событием в жизни геологической общественности нашей страны, способствующим объединению геологов, производственников, преподавателей и студентов и направленным на поддержку геологической отрасли.

© А.А. Кременецкий, А.А. Головин, И.А. Кубанцев

## 19-Й МЕЖДУНАРОДНЫЙ СИМПОЗИУМ ПО ПРИКЛАДНОЙ ГЕОХИМИИ (ВАНКУВЕР, КАНАДА)

**А.А. Кременецкий, А.А. Головин, И.А. Кубанцев (ИМГРЭ МПР  
России)**

С 10 по 16 апреля 1999 г. в г. Ванкувере (Канада) был проведен очередной 19-й Международный симпозиум по поисковой геохимии\*. Его девиз — «Геохимические методы поисков и разведки — в 21-й век». Симпозиум посвящался памяти проф. Г.В. Уоррена (1904—1998), одного из пионеров поисковой биогеохимии.

Ключевым для тематики симпозиума можно считать следующий фрагмент послания председателя оргкомитета д-ра Б. Сми (Канада) к его участникам: «Мы входим в XXI век, и многие территории, где проводятся геологоразведочные работы, перекрыты безрудными рыхлыми или консолидированными образованиями. Аналитические методики, предложенные для опознания таких территорий, похожи на те, что использовались пионерами поисковой геохимии... Однако процессы рассеяния, образующие здесь геохимическое поле, далеко не полностью поняты. По сути, геохимии сейчас вернулись к отправной точке. И в этом — основная проблема, поставленная перед ними нуждами нового века: как найти промышленные скопления минерального сырья в столь трудных условиях?».

В работе симпозиума участвовали ученые и специалисты из 28 стран. Программа включала 50 устных и около 80 стендовых докладов, отобранных из более чем 400 сообщений, полученных оргкомитетом. Сообщения содержали наиболее важные итоги исследований, выполненных во всех ландшафтно-климатических поясах на всех населенных континентах Земли. Организаторы симпозиума представили наи-

большее количество сообщений; далее следуют Австралия, США, Россия и Китай.

Российские исследователи представили на симпозиум девять сообщений. Это англоязычная версия атласа многоцелевых геохимических карт, составленного под методическим руководством Министерства природных ресурсов РФ (А. Морозов) и ИМГРЭ (Э. Буренков, А. Головин и др.); сообщения специалистов МГУ (Ю. Николаев, А. Аплеталин и др.) о поисках и оценке золотого оруденения, а также эколого-геохимических аспектах его разведки и разработки на Камчатке, С. Григоряна с соавторами о поисках медно-порфирового оруденения в Иране, А. Ковалевского и Г. Лапаева о биогеохимических поисках скрытого оруденения, М. Каргера и С. Сандомирского о статистическом методе усиления слабых геохимических аномалий.

Тематика научных, учебно-методических и коммерческих мероприятий симпозиума отчетливо ориентирована в двух неразрывно связанных главных направлениях: геохимические поиски скрытого оруденения (преимущественно по вторичным ореолам и потокам рассеяния) и геохимическое картирование.

*Геохимические методы поисков скрытого оруденения.* Как и прежде, приоритетные объекты поисковых геохимических работ в мире — золоторудные месторождения. Это долговременная тенденция, сохраняющаяся вопреки всем коллизиям мировой экономики. К сожалению, всемирная сводка результативности методов поисковой геохимии не была приведена. Эффективность геохимических поисков на примере КНР можно проиллюстрировать данными из доклада Ван Шуэж Ю. Согласно статистическим данным Министерства геологии и минеральных ресурсов КНР, за период с 1981 по 1995 гг. на территории страны открыто 817 рудных месторожде-

\*19th International Geochemical Exploration Symposium (Symposium Program and Abstracts Volume) / Edited by W.K. Fletcher and I.L. Elliott. — Vancouver, Canada, 1999.

ний. Из них 579, или 71%, обнаружены с помощью геохимических методов. При этом особая роль принадлежит этим методам в открытии золоторудных месторождений. В частности, специалистами КНР выявлены два рудных поля с запасами золота в каждом более 500 т. Одно из них находится в зеленокаменном поясе близ границы провинций Хэнань и Шаньси, другое (типа Карлин) приурочено к карбонатным породам и расположено на юге Китая.

По нашему мнению, приведенные сведения характеризуют, скорее, ситуацию «снятия сливок» при реализации централизованной правительственной программы на огромной, ранее слабо опосредованной территории. Более показательны в отношении эффективности геохимических поисков на закрытых территориях сведения из доклада Р. Ананда и др. (Австралия). Здесь комплексными геолого-геохимическими работами на восьми участках, где золотое оруденение перекрыто безрудными морскими и континентальными осадочными образованиями мощностью от 2 до 30 м, с помощью серии селективных экстрагентов на дневной поверхности удалось в шести из восьми случаев установить аномалии золота, прямо увязывающиеся с положением коренного оруденения.

В области разработки концептуальных моделей образования геохимических ореолов не было выдвинуто сколько-нибудь заметных новых идей. Здесь, пожалуй, можно выделить три главных ветви их развития.

Во-первых, «неоплутонистский» подход, развиваемый преимущественно китайскими исследователями. Так, Ши Шиан полагает, что глубинные флюиды, находящиеся в надкритическом состоянии, дают начало глубинному потоку газов и наночастиц металлов. Последние переносят информацию о скрытой минерализации к дневной поверхности. Этот подход, «разбавленный» очевидным по смыслу участием гидроморфного рассеяния, иллюстрирован сообщением Ж. Чен и др., в котором приводится пример успешного комплексного использования наночастиц металлов в газовой фазе (методика NAMEG) и методов последовательной селективной химической экстракции (методика MOMEQ) при поисках скрытого оруденения меди и золота.

Во-вторых, рассматривается электрохимическая модель, особенно в связи с продвижением на рынок ферментного экстрагента Энзайм Лич (Enzyme Leach). В сообщениях Р. Кларка, а также Р. Кларка и Р. Томкинса (США) «Окислительные аномалии как геохимический феномен, связанный с глубокозалегающими восстановленными телами» и «Сопоставление аномалий естественного электрического поля и геохимических аномалий, полученных с помощью ферментного экстрагента над газовой залежью, находящейся на глубине 4500 м» дана описательная модель, распространяющаяся на сульфидное оруденение и залежи углеводородов как на геологические тела, сложенные восстановленными соединениями и сходным образом взаимодействующие с преимущественно окислительной средой. С. Хэмилтон (США) с соавторами сообщил о разработке модели электрогеохимического рассеяния в среде ледниковых образований, хорошо объясняющей наблюдаемые аномалии, полученные с помощью методов селективной экстракции.

В-третьих, в большинстве работ, освещающих поиски скрытого оруденения, вопросы о генезисе ореолов (аномалий) излагаются, как правило, сугубо прагматически: авторам не столь важно, каков механизм образования ореола (обычно бегло перечисляются лишь возможные геохимические факторы); им важно, что ореолы имеют место, и с их помощью можно решать практические задачи. В качестве исключения можно назвать работу Ф. Фрейсинье с соавторами, в которой приведены итоги натурных режимных наблюдений за миграцией золота в одном из малых водосборных бассейнов Амазонии на территории Французской Гвианы. Установлено, что содержание золота в поровых водах верхней части почвенного профиля составляет 10—20 частей на триллион (чнт), с глубиной оно убывает (менее 10 чнт). В зоне окисляющейся золотоносной сульфидной минерализации грунтовые воды содержат в среднем около 15 чнт золота в виде коллоидов; максимальное содержание — 60 чнт. Выявлены значимые сезонные вариации содержания металла в водах, свидетельствующие о накоплении золота в верхней части почвенного профиля в течение сухого сезо-

на. Вынос (растворенного и коллоидного стоков) золота из данного водосбора составляет примерно 0,24 г в год с гектара. С помощью химических трассеров установлено, что большая часть металла поступает в поверхностные водотоки с почвенным стоком, а меньшая — из подстилающих выветрелых пород.

В докладе главы аналитического подразделения Геологической службы Канады Гвенди Е.М. Холл отмечается, что основным фактором, способствовавшим широкому внедрению методов селективной экстракции в практику прикладных геохимических исследований, стало использование с начала 90-х годов метода индуктивно связанной плазмы с масс-спектрометрией (ICP-MS). Последнее дало возможность повысить чувствительность аналитического определения на несколько порядков. В настоящее время коммерческие лаборатории развитых индустриальных стран обеспечивают значения нижнего порога определения большинства микроэлементов на уровне десятков—сотен частей на триллион (таблица); для разбавленных растворов идеального состава фирмы-разработчики аппаратуры ICP-MS обеспечивают значения нижнего порога определения на уровне одной части на триллион. Однако внедрение методов ICP в практику поисковых геохимических работ ставит перед исследователями ряд новых проблем: 1) обеспечение однородности пробы при отборе и первичной обработке; 2) подбор растворителя(ей) по селективности и экономическим показателям (стоимости и производительности); 3) контроль полноты экстракции; 4) реадсорбция (особенно важно для оксианионов золота и платиноидов в окислительной среде и свинца в нейтральной и щелочной обстановках); 5) стабильность состава вытяжек в период, предшествующий их анализу; 6) аналитические аспекты процедур калибровки; 7) правильность и точность селективных методов. Перечень этих проблем показывает, что применение такой высокочувствительной аппаратуры, как ICP-MS, требует параллельного развития подготовительной химико-лабораторной базы и соответствующих стандартов, что должно быть принято во внимание при обеспечении геологоразведочных и исследовательских работ в России.

Судя по материалам 19-го Международного симпозиума, указанные проблемы довольно успешно решаются компанией Actlabs (Канада), выпустившей на международный рынок ферментный экстрагент Энзайм Лич, первоначальная разработка которого выполнена и запатентована Р. Кларком (США). Действие экстрагента основано на взаимодействии специально подготовленного вещества пробы с водным раствором глюкозы и фермента (оксидазы). При воздействии оксидазы на глюкозу продуцируются глюконовая кислота и перекись водорода, реагирующие главным образом с аморфными оксидами марганца, содержащимися в пробе. Из материала пробы извлекаются слабо связанные соединения различных металлов, содержание которых определяется методом ICP-MS. Предлагается еще десяток процедур селективной экстракции; ориентировочная стоимость одного анализа на несколько элементов 17—25 дол. США. Для поисков погребенного золоторудного оруденения австралийскими специалистами С. Смитом и М. Ньютоном предложен «мягкий» селективный экстрагент.

В целом доклады симпозиума показывают, что разработка и типизация моделей процессов распространения геохимического сигнала от скрытого оруденения составляют основную проблему поисковой геохимии. Методы определения содержаний химических элементов в веществе геохимических проб близки к достижению динамических концентраций, и внимание исследователей должно быть сосредоточено на теоретическом обосновании и технологической отработке приемов опробования, соответствующих по метрологическим характеристикам возможностям аналитических методов и аппаратуры. Решение этой задачи выводит на передний план изучение форм нахождения нанокочесств компонентов и лигандов скрытого оруденения в природных материалах и аналитических стандартах с использованием тонких методов современного материаловедения, обладающих разрешением на уровне малых (десятки—сотни) групп атомов.

Методология и проблемы геохимического картирования на симпозиуме рассматривались в сравнительно небольшом числе работ. Следует подчеркнуть, что все



Методы анализа и значения нижнего предела обнаружения химических элементов в геохимических пробах из различных геологических сред, по данным коллмерческих лабораторий Канады, США, Австралии и других стран-участниц 19-го МСПГ

H	He	H	He	O	N	C	B	Be	Mg	Al	Si	C	N	O	H	He	
Li 1—0,001 чнм ААС, ИСП-АЭС, ИСП-МС		F 20—0,5 чнм Х, ИХ, ИК	Ne				5—0,001 чнм ИНА-РФА, ИСП-АЭС, ИСП-МС	0,1 чнм— 100 чнт ААС, ИСП-АЭС, ИСП-МС	100— 0,001 чнм ИСП-АЭС, ИНА-РФА, ААС, ИСП-МС	100— 0,002 чнм ИСП-АЭС, ИНА-РФА, ААС, ИСП-МС	100— 0,05 чнм Х, ИХ, ИК	100 чнм Х, ИК	100—0,5 чнм ИХ				
Na 100—0,02 чнм ИСП-АЭС, ААС, ИНА-РФА, ИСП-МС		Cl 100—1 чнм Х, ИНА-РФА, ИК	Ar	S 1000—100 чнм Х, ИХ, ИК	P 10—0,05 чнм ИСП-АЭС, ИХ		Al 100— 0,002 чнм ИСП-АЭС, ИНА-РФА, ААС, ИСП-МС	100— 0,001 чнм ИСП-АЭС, ИНА-РФА, ААС, ИСП-МС	100— 0,001 чнм ИСП-АЭС, ИНА-РФА, ААС, ИСП-МС	100— 0,002 чнм ИСП-АЭС, ИНА-РФА, ААС, ИСП-МС	100— 0,05 чнм Х, ИХ, ИК	100 чнм Х, ИНА-РФА, ИСП-АЭС, ИСП-МС	10—0,05 чнм ИСП-АЭС, ААС, ИСП-МС				
K 100—0,02 чнм ИСП-АЭС, ААС, ИНА-РФА, ИСП-МС		Mn 5 чнм—100 чнт ИСП-АЭС, ААС, ИСП-МС	Fe 100— 0,05 чнм ИСП-АЭС, ААС, ИСП-МС	Cr 10 чнм— 500 чнт ИСП-АЭС, ААС, ИСП-МС	V 1 чнм—50 чнт ИСП-АЭС, ААС, ИСП-МС	Ti 10 чнм— 100 чнт ИСП-АЭС, ИНА-РФА, ИСП-МС	Sc 0,5— 0,001 чнм ИНА-РФА, ИСП-АЭС, ИСП-МС	Ca 100—0,05 чнм ИСП-АЭС, ААС, ИНА-РФА, ИСП-МС	Ca 100—0,05 чнм ИСП-АЭС, ААС, ИНА-РФА, ИСП-МС	Sc 0,5— 0,001 чнм ИНА-РФА, ИСП-АЭС, ИСП-МС	Ti 10 чнм— 100 чнт ИСП-АЭС, ИНА-РФА, ИСП-МС	Ge 5 чнм— 10 чнт ААС, ИСП-МС	As 5 чнм—30 чнт ААС, ИСП-АЭС, ИНА-РФА, ИСП-МС	Se 5 чнм—200 чнт ААС, ИСП-АЭС, ИНА-РФА, ИСП-МС	Br 0,5— 0,003 чнм Х, ИНА-РФА, ИСП-МС	Kr	
Cu 1 чнм— 200 чнт ИСП-АЭС, ААС, ИСП-МС		Zn 1 чнм— 500 чнт ИСП-АЭС, ААС, ИСП-МС					Ga 1 чнм— 10 чнт ААС, ИСП-МС	Zn 1 чнм— 500 чнт ИСП-АЭС, ААС, ИСП-МС	Zn 1 чнм— 500 чнт ИСП-АЭС, ААС, ИСП-МС	Ga 1 чнм— 10 чнт ААС, ИСП-МС	Ge 5 чнм— 10 чнт ААС, ИСП-МС	As 5 чнм—30 чнт ААС, ИСП-АЭС, ИНА-РФА, ИСП-МС	Se 5 чнм—200 чнт ААС, ИСП-АЭС, ИНА-РФА, ИСП-МС	Br 0,5— 0,003 чнм Х, ИНА-РФА, ИСП-МС			
Rb 1 чнм— 5 чнт ААС, ИСП-МС, ИСП-МС		Sr 1 чнм— 40 чнт ААС, ИСП-МС, ИСП-МС					Y 1 чнм— 3 чнт ИСП-МС, ИНА-РФА, ИСП-МС	Sr 1 чнм— 40 чнт ААС, ИСП-МС, ИСП-МС	Sr 1 чнм— 40 чнт ААС, ИСП-МС, ИСП-МС	Y 1 чнм— 3 чнт ИСП-МС, ИНА-РФА, ИСП-МС	Zr 1 чнм— 30 чнт ИСП-МС, ИНА-РФА, ИСП-МС	Nb 1 чнм—10 чнт ИСП-МС, ИНА-РФА, ИСП-МС	Mo 1 чнм—100 чнт ИСП-АЭС, ААС, ИСП-МС	Tc 0,005 чнм— 20 чнт И, ИСП-МС	Ru 0,005 чнм— 20 чнт И, ИСП-МС	Rh 0,005 чнм— 20 чнт И, ИСП-МС	Rd 0,005 чнм— 20 чнт И, ИСП-МС
Ag 0,2 чнм— 200 чнт ААС, И, ИСП-АЭС, ИСП-МС		Cd 0,1 чнм— 10 чнт ААС, ИСП-АЭС, ИСП-МС					In 1 чнм— 1 чнт ААС, ИСП-АЭС, ИСП-МС	Cd 0,1 чнм— 10 чнт ААС, ИСП-АЭС, ИСП-МС	Cd 0,1 чнм— 10 чнт ААС, ИСП-АЭС, ИСП-МС	In 1 чнм— 1 чнт ААС, ИСП-АЭС, ИСП-МС	Sn 2 чнм— 100 чнт Х, ИСП-МС	Sb 5 чнм—10 чнт ААС, ИСП-АЭС, ИНА-РФА, ИСП-МС	Te 5 чнм—200 чнт ААС, ИСП-МС	I 20 чнм— 1000 чнт Х, ИНА-РФА, ИСП-МС	Xe		



работы по геохимическому картированию основаны на использовании количественных прецизионных многоэлементных инструментальных анализов, ГИС-технологий и методов автоматической обработки и интерполяции с интерактивной корректировкой. Эти работы, кроме российской, имеют только ту или иную целевую направленность.

А. Ган и К. Ролин (Великобритания) представили карту оценки перспективности Шотландского нагорья на золото м-ба 1:250 000. На основе комплексной и разнородной геологической, геохимической и геофизической информации с использованием Булевой логики и модели нечетких множеств выделены площади различной степени перспективности.

В докладе П. Морриса (Западная Австралия) предложен примитивный вариант геохимического картирования рыхлых отложений для поисковых целей в м-бе 1:250 000: на генерализованной геологической основе содержания химических элементов отображаются их символами, размер которых пропорционален их концентрациям.

Р. Карвер (Австралия) предложил давно известный и применяемый в России способ отображения результатов поисков по потокам рассеяния с помощью цветных линий, форма которых совпадает с соответствующими водотоками, а толщина пропорциональна содержанию химического элемента («червячные» карты).

В работах Д. Кэмбела и др. (Канада), Н. Бранда (Австралия), Д. Ламота и М. Бумера (Канада) при геохимических поисках среднего и детального масштабов предлагается использовать моноэлементные карты или карты различных соотношений породобразующих оксидов ( $MgO/Al_2O_3$ ,  $K_2O/Al_2O_3$ ), химических элементов ( $Ni/Zn$ ,  $Cu/Zn$ ) или мультипликативных показателей (например,  $Ni \times Cu / Cr \times Zn$ ), которые применяются в российской прикладной геохимии последние 30 лет. Отличие названных работ состоит, как отмечено выше, в использовании ГИС-технологий и привязке к базам данных.

Интересная работа по геохимическому картированию донных отложений и поверхностных вод штата Джорджия (США) с плотностью 1 проба на  $17 \text{ км}^2$  представ-

лена М.Д. Кокером. Он безуспешно попытался решить ряд задач: оценить параметры фона речных бассейнов, определить геохимическую специализацию региональных и локальных геологических структур, выявить и изучить геохимические аномалии известных и вновь обнаруженных зон минерализации, оконтурить и оценить антропогенные аномалии.

Р. Ди Лабио с соавторами (Канада) в работе «Потенциальная природная геохимическая опасность в Канаде» представил цифровой Атлас геологически опасных территорий, в котором выделены естественные потенциально опасные геохимические зоны по семи провинциям Канады, где уровни содержания токсичных химических элементов превосходят законодательно установленные нормативы. Концептуальные основы этой работы в значительной мере перекликаются с разработками российских ученых (В. Певзнер, И. Морозова и др.) по выявлению и подходам к оценке экологически потенциально опасных природных территорий. Использование компьютерных баз данных, на основе которых составлены карты, позволяет представлять информацию как по отдельным факторам, так и по их сочетаниям.

Геохимические атласы Ньюфаундленда и Лабрадора (П.Х. Давенпорт, Канада) составлены на основании опробования коренных горных пород и ледниковых отложений в м-бе 1:500 000—1:1 000 000 и отражают распределения концентраций химических элементов, что используется для поисков полезных ископаемых.

Геохимический атлас Западной и Южной Гренландии (А. Смитфельт) отражает результаты 25-летних исследований донных отложений, проанализированных на 41 химический элемент. Атлас содержит моноэлементные карты в виде изолиний или точек разного размера на геологической основе и сопровождается комментариями по поисковой и экологической оценке аномалий.

А. Пасечна и Й. Лис (Польша) провели средне- (м-б 1:100 000) и крупномасштабное (м-б 1:25 000) эколого-геохимическое картирование Верхней Силезии и одного из ее горно-рудных районов. Созданы атласы моноэлементных карт по почвам (горизонты

A<sub>1</sub> и BC), донным отложениям и поверхностным водам. При оценке уровней загрязнения почв использованы нормативы предельно допустимых концентраций. Проведена генетическая интерпретация выявленных аномалий (природные — литологические, петрохимические, рудогенные; техногенные — добыча и переработка руды, селитебно-промышленные).

Министерство природных ресурсов России и ИМГРЭ (А. Морозов, Э. Буренков и др.) продемонстрировали уникальный комплект геохимических карт м-ба 1:1 000 000 по Восточно-Забайкальскому полигону, выполненный в рамках реализации целевой программы «Геохимическая карта России». Этот комплект цифровых многослойных карт также создан с использованием ГИС-технологии. В его основе лежит многофакторное районирование территории с выделением квазиоднородных участков с последующим сопряженным опробованием коренных горных пород, почв (горизонты A<sub>1</sub> и BC), донных отложений и поверхностных вод. По этим компонентам природно-геологической среды демонстрировались карты распределения химических элементов и карты типоморфных геохимических комплексов, созданные с применением разработанного в ИМГРЭ оригинального программного комплекса ГЕОСКАН, а также карта интегральных геохимических аномальных полей, позволяющая проводить их интерпретацию и дифференциацию на природные, техногенные и поля смешанной природы.

Несколько демонстрируемых карт (ландшафтная, геологических комплексов, функционального зонирования) использовались в качестве картографических и интерпретационных основ при создании итоговых карт, представляющих основную содержательную ценность всего комплекта. Карты ландшафтно-геохимическая и геохимической специализации геологических комплексов позволяют выявить закономерности фонового распределения химических

элементов и геохимическую зональность типов ландшафтов и структурно-формационных зон, оценить геохимическую эндемичность территории, ее потенциальную экологическую опасность. На прогнозно-геохимической карте выделены металлогенические зоны, а также известные и потенциальные рудные районы, по комплексу предпосылок и признаков дана их прогнозная оценка. Следует подчеркнуть, что в таком хорошо изученном регионе, как Восточное Забайкалье, по данным МГХК-1000 выявлен ряд новых перспективных площадей: золоторудная зона в юго-западной части полигона, три района в южной и юго-восточной части, перспективные на оловянное, вольфрамовое оруденение и флюорит. Эколого-геохимическая карта отображает распределение площадей с различным уровнем загрязнения токсичными химическими элементами и радионуклидами. Установлено, что площади с высоким и чрезвычайно высоким уровнями загрязнения совпадают с районами длительной горно-промышленной деятельности. На агрогеохимической карте проведена дифференциация сельскохозяйственных земель по их качеству (степени плодородия и уровню загрязнения). На геохимической основе карты рационального природопользования даны комплексная эколого-ресурсная оценка территории и конкретные рекомендации по направлениям рационального природопользования.

Сравнение российской экспозиции с геохимическими картами, продемонстрированными учеными других стран, позволило убедиться в том, что уровень наших разработок в области геохимической картографии по комплексу решаемых задач, по интерпретационно-оценочной насыщенности карт не имеет аналогов в практике мировой геохимической картографии. Сожаление вызывает лишь явно недостаточный уровень международной пропаганды этих разработок.

## МЕЖДУНАРОДНЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ФОРУМ, 9—15 ИЮНЯ 1999 г., ДЮССЕЛЬДОРФ

Пресс-служба форума в заключительном пресс-релизе отметила высокий уровень всех его выставок.

96 000 посетителей из разных стран побывали на 9-й Международной ярмарке литья, 5-й Международной металлургической ярмарке, 7-й Международной выставке промышленных печей и процессов термического производства, Международной торговой ярмарке горно-добывающих технологий и Международной торговой ярмарке геотехнологий и прикладных наук о Земле (GEOSPECTRA). За время работы форума около 2000 экспонентов из 47 стран представляли наиболее передовые на сегодняшний день техническое оборудование, машины и процессы.

По мнению Хорста Клостеркемпера, директора-распорядителя Дюссельдорфской ярмарки, Международный технологический форум продемонстрировал всю цепочку работ — от разведки минерального сырья, его добычи, очистки металлов до защиты окружающей среды и рекультивации. Такой подход чрезвычайно хорошо воспринят посетителями, которые извлекли пользу из торговых ярмарок, конгрессов, симпозиумов и специальных презентаций. Международное событие было тем более впечатляющим, что проходило при трудном современном состоянии мировой экономики.

В форуме приняли участие специалисты из 84 стран — от Австралии до Зимбабве. 45% посетителей прибыли из-за границы, причем примерно каждый третий был из неевропейских стран — 10% из Азии, 8% из Северной Америки и 6% из Южной Америки.

Организации МПР РФ участвовали в выставке GEOSPECTRA-99. На ней демонстрировались достижения в начале цикла использования природных, в первую очередь минеральных, ресурсов.

Выставка GEOSPECTRA-99 оказалась наименьшей как по числу участников, так и по экспозиционной площади. Значительную часть посетителей привлекали другие

выставки в смежных павильонах, где крупные компании использовали откровенно рекламные приемы — периодический показ шоу, раздача сувениров, различного рода угощения.

На GEOSPECTRA-99 стенд МПР РФ оказался единственным из стран СНГ. На выставке было представлено ограниченное число геологических служб — Германии, Зимбабве, ЮАР, Саудовской Аравии, Мозамбика, а также провинциальных — Онтарио (Канада), Северный Рейн-Вестфалия (Германия), Постдамский исследовательский центр (Германия). Не были представлены геолслужбы Северной и Южной Америки, Азии, Австралии.

Основную массу экспонатов предоставили фирмы (главным образом немецкие), специализирующиеся на каком-либо одном виде работ или оборудовании. Преимущественно демонстрировались технологии изучения геолсреды для комплексного освоения, программные средства, геофизические методы (главным образом электро-разведка и скважинные ГИС). Практически не была представлена геологическая картография.

Западные геолслужбы и фирмы демонстрировали свои возможности с показом результатов работ как на примере собственных, так и зарубежных стран. В этом отношении выделялась геолслужба Германии, показавшая итоги работ во многих странах мира.

Геолслужбы африканских стран свои экспозиции ориентировали на привлечение инвестиций как в геологические исследования, так и в освоение месторождений. Особенно выделялась в этом отношении геолслужба Саудовской Аравии, представившая достаточно полные описания всех более или менее значимых месторождений твердых полезных ископаемых с данными предварительной геолого-экономической оценки, а также условия недропользования в весьма доступной и наглядной форме.

Стенд МПР РФ отличался выгодным расположением с четырехсторонним досту-

пом к экспозициям. В то же время это привело к сокращению экспозиционной площади и необходимости периодической смены плакатов и карт с целью показа всех привезенных материалов.

Экспонаты организаций МПР РФ по дизайну, красочности, наглядности подачи материала во многом превосходили аналогичные экспонаты близких по профилю стендов. На стенде была реализована система плакат-рекламное описание (листовки), т.е. привлекалось внимание к зрительному ряду с последующим переходом к текстовому описанию.

Общая посещаемость стенда оценивается выше удовлетворительной (по сравнению с аналогичными стендами). Наибольшее внимание привлекли разработки МПР в области картографирования (включая многоцелевое), компьютерные технологии прогноза и мониторинга МСБ, технологические схемы и устройства (мелкое золото, шунгиты), а также отраслевые издания.

В целом основная задача демонстрации научно-технических достижений МПР РФ была выполнена, установлен ряд рабочих контактов, которые могут иметь продолжение.

В то же время следует отметить, что для большей эффективности такого рода демонстраций с учетом многопрофильности экспозиции МПР РФ требуется существенно большая площадь или выбор узкого целевого направления. Весьма важно сопровождение плакатов рекламными описаниями, брошюрами, буклетами, а также различными мелкими сувенирами с символикой МПР РФ и его организаций (ручки, зажигалки, значки, вымпелы и т.п.). В экспозиции были представлены материалы

МПР РФ, ЦНИГРИ, ИМГРЭ, ВИМСа и Геоинформмарка.

ЦНИГРИ демонстрировал следующие рекламные плакаты:

Добыча минеральных ресурсов к 2025 году. Мир и Россия;

Компьютерно-картографическая система сопровождения федеральной минерально-сырьевой программы;

Карта перспектив экзогенной золотоносности РФ;

Золотоносность субъектов Российской Федерации. Состояние минерально-сырьевой базы и перспективы ее развития. Челябинская область;

Золотоносные коры выветривания;

Карта зон россышной золотоносности РФ;

Золото России. Музей ЦНИГРИ;

Модели месторождений благородных и цветных металлов для прогноза, поисков и оценки;

Радиоволновые методы обнаружения кимберлитовых трубок;

Трансокеанские геотраверзы;

Система прогноз — поиски — оценка — разведка;

Анализ руд;

Карта геоэкологических условий освоения золотороссыпных районов РФ;

Изотопно-геохимический мониторинг водных систем;

Концентратор «Бегущая волна»;

Отработка золотоносных россыпей и кор выветривания методом скважинной гидродобычи;

Информационно-аналитические технологии прогноза и поисков («Spring»).

*Руководитель делегации МПР —  
директор ЦНИГРИ  
И.Ф. Мизгачев*

# ПИСЬМА В РЕДАКЦИЮ

УДК 550.49:546.791

© Ф.Я. Корытов, 1999

## УРАН И ТОРИЙ ВО ФЛЮОРИТАХ

**Ф.Я. Корытов (ВИЭМС МПР России)**

*Уровни концентрации урана и тория во флюоритах и других минералах можно использовать как при оценке термобарогеохимических условий образования руд эндогенных месторождений, так и при прогнозе их потенциальной урано- и ториеносности.*

Известно, что уран и торий являются постоянными элементами-примесями во флюоритах, определяющими их радиоактивность, физические свойства и нередко окраску [1, 2, 4—7 и др.]. Это связано, как считают многие исследователи, в основном с изоморфным вхождением урана и тория в кристаллическую решетку флюорита, что обусловлено близостью ионных радиусов  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{U}^{4+}$  и  $\text{Th}^{4+}$ . Такой изоморфизм подтвержден и экспериментально при синтезе кристаллов флюорита с примесью урана (К. Рехер, 1961). Между тем сведения о содержании урана и тория во флюоритах различных месторождений мира все еще весьма ограничены. Поэтому представляют интерес новые данные о концентрации урана и тория во флюоритах и других минералах разнотипных и разновозрастных месторождений Монголии, на территории которой находятся крупнейшие в Азии минерагенические пояса. В одном из них (Восточно-Монгольском) сосредоточено большое количество крупных месторождений флюорита, редких и благородных металлов, урана и других полезных ископаемых. Этот субмеридиональный пояс рифтогенеза характеризуется широким проявлением магматизма, включая лампроиты, кимберлиты и карбонатиты, которые потенциально алмазонасны.

Определение урана и тория проводилось рентгеноспектральными и другими методами в ряде институтов и прежде всего во ВСЕГЕИ. В результате изучения около 200 проб флюорита и ассоциирующих с ним минералов из

65 месторождений установлено постоянное присутствие в них урана и тория. При этом содержание урана во флюоритах из эндогенных месторождений Монголии варьирует от 0,1 до 1600 г/т, а тория — от 0,1 до 645 г/т. Максимальные концентрации урана выявлены в темно-фиолетовом флюорите из Дорнотского гидротермального уранового месторождения, образовавшегося в меловую эпоху. Высокие содержания урана (139 г/т) и тория (645 г/т) обнаружены также в октаэдрическом темно-фиолетовом флюорите из мезозойских пегматитов Жанчивлана. Относительно низкие концентрации урана и тория характерны для светлоокрашенных флюоритов многих грейзеновых и гидротермальных флюоритовых месторождений Монголии.

Сравнительный анализ распределения урана и тория во флюоритах позволяет разделить последние по содержанию этих элементов на две группы. Первая, наиболее многочисленная, отличается низкими концентрациями (от 0,1 до 8 г/т) урана и тория; вторая — сравнительно высокими их содержаниями (от 4 до 645 г/т). Причем во флюоритах второй группы наблюдается обратная зависимость между ураном и торием: чем больше урана, тем меньше тория.

Распределение урана и тория во флюоритах из разных месторождений весьма неравномерное. Например, во флюоритах из пегматитов Горихо и Жанчивлан содержание урана изменяется от 1,2 до 139 г/т, а тория — от 5,3 до 645 г/т. Повышенные концентрации урана (20 г/т) и тория (30 г/т) характер-

ны для флюоритов позднемезозойского карбонатитового месторождения Мушугай-Худук. Примерно такие же содержания этих элементов установлены в темно-фиолетовых флюоритах из гидротермально-метасоматических месторождений фосфоритов Хубсугульского бассейна, а также во флюорите мезозойского Хадхальского скарново-карбонатитового фтор-литий-бериллиевого месторождения. В юрско-меловых грейзеновых месторождениях вольфрама и олова (Хара-Мориту, Тумэн-Цогт и др.) концентрация урана во флюоритах составляет 0,1—9,8 г/т, а тория — 5,1—25 г/т.

Во флюоритах из меловых гидротермальных месторождений (Бороундур, Бэрхэ и др.) содержание урана 1—34 г/т, а тория — 1—74 г/т. Установлена связь содержания урана и тория во флюоритах с окраской и морфологией их кристаллов. Наиболее высокие концентрации данных элементов характерны в основном для зеленых и особенно темно-фиолетовых октаэдрических кристаллов флюорита. Это подчеркивается и тем, что в некоторых гидротермальных месторождениях яркоокрашенные флюориты ранних относительно высокотемпературных стадий минералообразования концентрируют уран и торий в больших количествах, чем светлоокрашенные флюориты поздних стадий. Так, на месторождении Бэрхэ зеленый флюорит ранней стадии с температурой минералообразования 200—150°C (по данным гомогенизации газовой-жидкой включений) содержит 4 г/т урана и 5,9 г/т тория, а светло-коричневый флюорит поздней стадии (с температурой минералообразования 150—100°C) — 1,4 г/т урана и 5,1 г/т тория. Аналогичная картина в изменении содержания урана и тория во флюоритах разных стадий минерализации наблюдается на месторождениях Галшарыйн и Бороундур. Все это указывает на существующую положительную корреляцию между содержаниями урана и тория во флюоритах с их температурами кристаллизации.

Уран и торий присутствуют также в кварце, полевых шпатах, мусковите, биотите, кальцитах, баритах, каолинитах, цеолитах, лимонитах, гранатах и других минералах эндогенных месторождений Монголии. Очень высокие содержания урана (849 г/т) и тория (228 г/т) обнаружены в целестине

Мушугай-Худукского карбонатитового месторождения и в биотите (380 г/т урана, 890 г/т тория) из пегматитов месторождения Жанчивлан.

Проведенные исследования свидетельствуют о том, что в Монголии наиболее высокие содержания урана и тория присущи флюоритам и другим минералам из меловых эндогенных месторождений ряда рудных районов, один из которых локализован в северной части Восточно-Монгольского минерагенического пояса, где расположена Дорнотская кольцевая (вихревая) вулканотектоническая структура. Именно в ней находятся самые крупные меловые гидротермально-метасоматические месторождения урана. Такое закономерное обогащение флюоритов и других минералов в районах развития урановых месторождений характерно для многих стран мира (Россия, Китай, Франция, США, Мексика, Узбекистан, Казахстан и др.). В них, как известно, широко проявлены мезозойско-кайнозойские флюоритовые и урановые месторождения, генетически связанные между собой. При этом установлена вертикальная зональность, при которой урановая минерализация формируется позднее и, как правило, ниже флюоритового оруденения. Так, согласно Дж. Габельману [7], большая часть флюоритовых месторождений западных районов США локализована в верхней части рудоносной зоны. Для них характерен нерадиоактивный флюорит. Уран-флюоритовые месторождения, в которых флюорит содержит до 0,5 % урана, приурочены к нижней части этой рудоносной зоны. Подобная закономерность выявлена в Монголии, Узбекистане, Китае, Забайкалье и других регионах, где проявлены региональная обратная вертикальная зональность и уровни интенсивности оруденения [3].

Установлена также региональная горизонтальная зональность распределения урана и тория в рудах эндогенных месторождений Монголии и других стран. Например, в субмеридиональном минерагеническом поясе Восточного Забайкалья максимальные концентрации урана и тория в минералах различных руд приурочены к южной части пояса, где находятся крупнейшие месторождения флюорита (Уртуй-



ское и др.) и урана (Стрельцовское и др.). Следует отметить, что в этом поясе имеются различные по генезису месторождения, в том числе меловые флюоритсодержащие карбонатиты (Ларгинское, Березовское и др.).

Рассматривая формы вхождения урана и тория во флюориты, необходимо отметить, что среди них обнаружено более 100 микроминералов. Из минералов урана и тория во флюоритах, как показывает электронная микроскопия, широко распространены уранинит и торианит (рисунок, а, б). Есть также основания полагать, что уран и

торий во флюоритах и его рудах присутствуют в формах  $UF_4$ ,  $ThF_4$ ,  $ThOF_2$ ,  $UF_3$ ,  $UP$ ,  $UC$ ,  $U_2C_3$ ,  $ThH_2$  и др. Очевидно, был прав Ф. Хесс, который еще в 1931 г. выделил радиофлюорит  $(Ca, Ra)F_2$  [7].

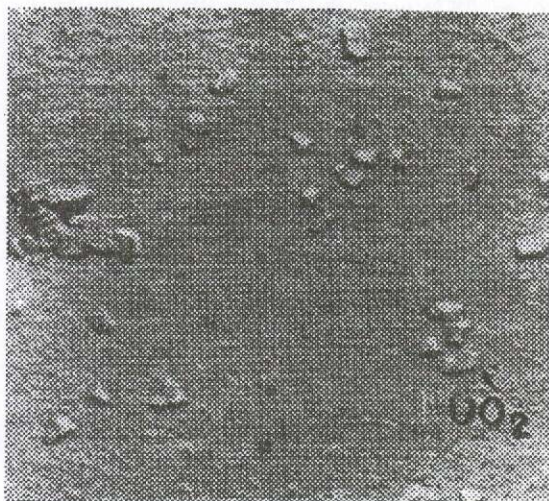
В настоящее время во флюоритах из разных месторождений выявлены высокие концентрации многих химических элементов: от золота и платиноидов до гелия, аргона, ксенона и других благородных газов. Во флюоритах некоторых месторождений содержание ряда химических элементов составляет более 1%. В связи с этим можно говорить о существовании хлорфлюорита, бариофлюорита, стронциофлюорита, уранфлюорита, ториофлюорита и других разновидностей флюорита. Более того, в последнем и его рудах присутствуют криолит, селлаит, галит, золото, платина, рутений, самородный алюминий,  $AlF_3$ ,  $SrF_2$ ,  $YF_3$ ,  $LiF$ ,  $PbF_2$ ,  $CrF_2$ ,  $(CF)_n$ ,  $ThF_4$ ,  $UF_4$  и другие минералы, в форме которых в основном и представлены элементы-примеси, включая уран и торий.

Таким образом, уровень концентрации урана и тория во флюоритах и других минералах можно использовать не только при оценке термобарогеохимических условий образования руд эндогенных месторождений, но и при прогнозе их потенциальной урано- и ториеносности.

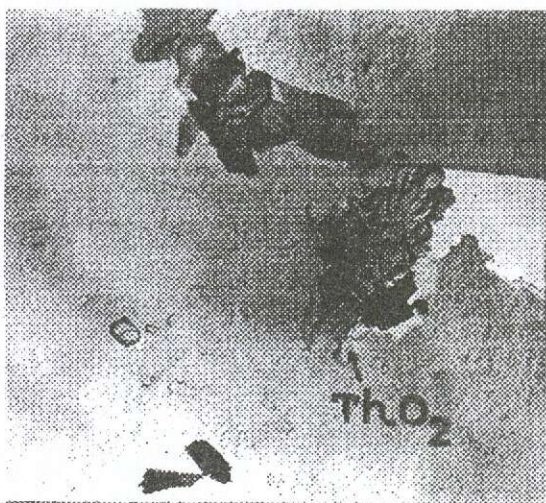
#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Андреева И.П., Россман Г.И., Василькова Н.Н. Значение некоторых типоморфных особенностей флюоритов // Геология рудных месторождений. 1979. № 1. С. 97—102.
2. Баранов Э.Н. О содержании урана во флюоритах // Геохимия. 1966. № 8. С. 1006—1009.
3. Корытов Ф.Я. О первичных уровнях интенсивного развития месторождений полезных ископаемых // Геология и разведка. 1978. № 4. С. 182—185.
4. Пришбрал К. Окраска и люминесценция минералов. — М.: ИЛ, 1959.
5. Стаац М.Х., Остеруолд Ф.Л. Уран во флюоритовых месторождениях Томас Рейндис, Юта // Тр. Междунар. конференции по мирному использованию атомной энергии. М., 1958. Т. 6.
6. Файзиев А.Р. Торий во флюорите из месторождений и рудопроявлений Центрального Таджикистана // Геохимия. 1978. № 7. С. 1095—1097.
7. Хейнрих Х. Минералогия и геология радиоактивного минерального сырья. — М.: ИЛ, 1962.

а.

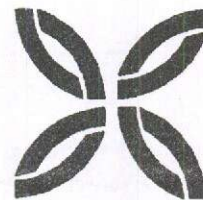


б.



Микровключения уранинита (а) и торианита (б) во флюорите Модонского месторождения (МНР), ув. 16 000

## ПОЗДРАВЛЯЕМ С ЮБИЛЕЕМ



---

### 60 лет В.И. Куторгину

2 сентября 1999 г. ведущему научному сотруднику ЦНИГРИ, кандидату геолого-минералогических наук Владимиру Ильичу Куторгину исполнилось 60 лет.

В.И. Куторгин в 1959 г. окончил Магаданский горно-геологический техникум, а в 1970 г. — Всесоюзный заочный политехнический институт. В 1982 г. защитил кандидатскую диссертацию.

В период с 1959 по 1984 гг., работая в Магаданской области — главной природной кладовой россыпного золота Советского Союза, он приобрел значительный опыт практической и исследовательской работы.

С 1984 г. В.И. Куторгин работает в ЦНИГРИ, где проявляет свои высокопрофессиональные знания и организаторские способности.

Основные направления научной деятельности В.И. Куторгина связаны с разработкой методов оценки достоверности разведки россыпей золота и платиноидов. Им опубликовано около 50 работ методического характера, в том числе инструкции и пособие по эксплуатационной разведке и эксплуатационному опробованию россыпей золота.

Результаты научных исследований коллектива методистов ЦНИГРИ под руководством юбиляра обобщены в монографии «Методика разведки россыпей золота и платиноидов», которая является настольной книгой геологов, работающих в области изучения разведки и освоения россыпных месторождений.

В.И. Куторгин делится своими знаниями со всеми заинтересованными сотрудниками института.

Сердечно поздравляем Владимира Ильича Куторгина с юбилеем, желаем ему крепкого здоровья, благополучия, счастья и дальнейших творческих успехов.

*Ученый совет ЦНИГРИ  
Редколлегия журнала*

## ХII МЕЖДУНАРОДНОЕ СОВЕЩАНИЕ ПО ГЕОЛОГИИ РОССЫПЕЙ И МЕСТОРОЖДЕНИЙ КОР ВЫВЕТРИВАНИЯ

Природные и техногенные россыпи и месторождения  
кор выветривания на рубеже тысячелетий

Москва, 25–29 сентября 2000 г.

### Организаторы

Российская академия наук,  
Министерство природных ресурсов Российской Федерации,  
Национальная академия наук Украины,  
Государственный комитет Украины по геологии и использованию недр,  
Союз старательских артелей России,  
Международная ассоциация по изучению четвертичного периода (ИНКВА)

### Тематика совещания

- Новые генетические, возрастные, минеральные и промышленные типы россыпей и месторождений кор выветривания.
- Минералогия и геохимия россыпей и месторождений кор выветривания – применение прецизионных методов изучения вещества.
- Месторождения мелкого и тонкого золота в россыпях и корах выветривания.
- Новые технологии прогнозирования, поисков, разведки, оценки отработки и обогащения россыпей.
- Геолого-экономическая оценка россыпей, особенности условий лицензирования.
- Информационные технологии при изучении и оценке россыпей, геоинформационные системы.
- Процессы современного рудообразования в техногенных месторождениях.
- Роль россыпей и месторождений кор выветривания в добыче минерального сырья – перспективы XXI века.
- Развитие научных идей и выдающиеся личности в геологии россыпей и кор выветривания. Научные школы и учебные программы.

### Выездные экскурсии и семинары

#### *Предконгрессные:*

1. Однодневный семинар «Континентальные перерывы, коры выветривания и россыпи» (г. Воронеж). Геологическая экскурсия на Павловский ГОК и месторождения КМА. 4 дня.
2. Полевая экскурсия на россыпи и золотоносные коры выветривания Зауральского пенеппена, посещение Ильменского заповедника. 5 дней.
3. Полевая экскурсия на золотоносные песчано-гравийные смеси Северного Кавказа и Бешпагирское титан-циркониевое месторождение (Ставропольский край). 4–5 дней.

#### *Послеконгрессные:*

Одно-двухдневный семинар «Человеческая деятельность и минерально-сырьевая база» (г. Судак, Крым), геологические экскурсии по Крыму, посещение Малышевского титан-циркониевого месторождения. 5–6 дней.

Заявки направлять в Оргкомитет совещания по адресу:

109017 Москва, Ж-17, Старомонетный, 35, ИГЕМ РАН,  
ученому секретарю, д-ру геол.-минер. наук Патык-Кара Наталии Георгиевне.  
Тел. 7 (095) 230-8427, факс 7 (095) 230-2179, e-mail rkv2000@igem.ru  
Текущая информация по совещанию будет публиковаться в ИНТЕРНЕТЕ по адресу:  
<http://www.igem.ru/symp/rkv2000/>

### **ВНИМАНИЕ!**

В ДЕКАБРЕ 1999 Г. В МОСКВЕ В ИГЕМ РАН ПРОЙДЕТ ЗАСЕДАНИЕ, ПОСВЯЩЕННОЕ  
40-ЛЕТИЮ СЕКЦИИ РОССЫПЕЙ СОВЕТА ПО РУДООБРАЗОВАНИЮ И МЕТАЛЛОГЕНИИ РАН  
(1959—1999 ГГ.)

В программе: выступление академика Н.А.Шило, доклады ведущих ученых и молодых сотрудников ИГЕМ, ЦНИГРИ и др., дружеский ужин.

**ПРИГЛАШАЕМ ПРИНЯТЬ УЧАСТИЕ!**

*Контактные телефоны:*

(095) 315-2756 Матвеева Елена Вениаминовна,  
(095) 230-8427 Шевелев Андрей Георгиевич.

МИНИСТЕРСТВО ПРИРОДНЫХ РЕСУРСОВ РОССИИ  
ПРАВИТЕЛЬСТВО СВЕРДЛОВСКОЙ ОБЛАСТИ  
КОМИТЕТ ПРИРОДНЫХ РЕСУРСОВ ПО СВЕРДЛОВСКОЙ ОБЛАСТИ  
УРАЛЬСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ РАН  
УРАЛЬСКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ ГОРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ АКАДЕМИЯ

**РЕГИОНАЛЬНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ ГЕОЛОГОВ  
ЕВРОПЕЙСКОЙ ТЕРРИТОРИИ РОССИИ И УРАЛА**

3—7 июля 2000 г., г. Екатеринбург

*Основные темы семинаров конференции:*

- Организация, экономика и управление геологоразведочным производством.
- Нормативно-правовое регулирование природно-ресурсных отношений.
- Состояние и развитие минерально-сырьевой базы.
- Актуальные вопросы геологии, геохимии, геофизики и минерагении.
- История геологической службы.
- Геологическое обеспечение горнодобывающего производства.
- Проблемы технического перевооружения геологоразведочной отрасли.
- Мониторинг геологической среды и охрана недр.
- Геологическое и горное образование. Кадры.
- Геоинформатика.

*Контрольные даты:*

- Заявка на участие — до 15 февраля 2000 г.
- Тезисы докладов — до 15 февраля 2000 г.
- Оплата оргвзноса — до 1 марта 2000 г.
- Заезд участников — 3 июля 2000 г.
- Экскурсии и отъезд — 7 июля 2000 г.

*Оплата:*

Оргвзнос в размере 300 рублей на участие в Конференции перечисляется на расчетный счет № 4050281090000000024 ООО «УИК-БАНКА» г. Екатеринбург, кор. счет 30101810100000000739, БИК банка 046568739, ИНН 6609000544 Филиалу БГЭ с указанием: «Оргвзнос за участие в Конференции».

*Требования к тезисам:*

Текст тезисов объемом до 2 страниц должен быть набран через один интервал на 3,5-дюймовой дискете в редакторе Word 6.0/7.0/97. Шрифт — Times New Roman Cyr, размер 12. Поля сверху, снизу, слева — 3 см, справа 2 см. Сначала заглавными буквами указывается название доклада, ниже фамилии и инициалы авторов, организация, город, страна. К дискете прилагается один экземпляр распечатанного текста. Возможна отправка тезисов по электронной почте.

*Заявка на участие в Конференции:*

Фамилия, Имя, Отчество \_\_\_\_\_  
Ученая степень, звание \_\_\_\_\_  
Организация, должность \_\_\_\_\_  
Почтовый адрес \_\_\_\_\_

Телефон \_\_\_\_\_ факс \_\_\_\_\_ e-mail \_\_\_\_\_

Предполагаемая форма участия (нужное подчеркнуть)

- |                      |  |
|----------------------|--|
| 1. Устный доклад.    | 4. Выставка.                                   |
| 2. Стендовый доклад. | 5. Геологические экскурсии.                    |
| 3. Без доклада.      | 6. Посещение Уральской сверхглубокой скважины. |

Название доклада \_\_\_\_\_

Дата \_\_\_\_\_ Подпись \_\_\_\_\_

*Адрес:*

620014 г. Екатеринбург, ул. Вайнера, 55  
Оргкомитет региональной конференции геологов Европейской территории России и Урала  
Телефоны: (3432) 29-45-16, 22-74-76  
Факс: (3432) 29-41-05  
E-mail: uricc@mail.ur.ru

## ХII МЕЖДУНАРОДНОЕ СОВЕЩАНИЕ ПО ГЕОЛОГИИ РОССЫПЕЙ И МЕСТОРОЖДЕНИЙ КОР ВЫВЕТРИВАНИЯ

Природные и техногенные россыпи и месторождения  
кор выветривания на рубеже тысячелетий

Москва, 25–29 сентября 2000 г.

### Организаторы

Российская академия наук,  
Министерство природных ресурсов Российской Федерации,  
Национальная академия наук Украины,  
Государственный комитет Украины по геологии и использованию недр,  
Союз старательских артелей России,  
Международная ассоциация по изучению четвертичного периода (ИНКВА)

### Тематика совещания

- Новые генетические, возрастные, минеральные и промышленные типы россыпей и месторождений кор выветривания.
- Минералогия и геохимия россыпей и месторождений кор выветривания – применение прецизионных методов изучения вещества.
- Месторождения мелкого и тонкого золота в россыпях и корах выветривания.
- Новые технологии прогнозирования, поисков, разведки, оценки отработки и обогащения россыпей.
- Геолого-экономическая оценка россыпей, особенности условий лицензирования.
- Информационные технологии при изучении и оценке россыпей, геоинформационные системы.
- Процессы современного рудообразования в техногенных месторождениях.
- Роль россыпей и месторождений кор выветривания в добыче минерального сырья – перспективы XXI века.
- Развитие научных идей и выдающиеся личности в геологии россыпей и кор выветривания. Научные школы и учебные программы.

### Выездные экскурсии и семинары

#### *Предконгрессные:*

1. Однодневный семинар «Континентальные перерывы, коры выветривания и россыпи» (г. Воронеж). Геологическая экскурсия на Павловский ГОК и месторождения КМА. 4 дня.
2. Полевая экскурсия на россыпи и золотоносные коры выветривания Зауральского пенепплена, посещение Ильменского заповедника. 5 дней.
3. Полевая экскурсия на золотоносные песчано-гравийные смеси Северного Кавказа и Бешпагирское титан-циркониевое месторождение (Ставропольский край). 4–5 дней.

#### *Послеконгрессные:*

Одно-двухдневный семинар «Человеческая деятельность и минерально-сырьевая база» (г. Судак, Крым), геологические экскурсии по Крыму, посещение Малышевского титан-циркониевого месторождения. 5–6 дней.

Заявки направлять в Оргкомитет совещания по адресу:

109017 Москва, Ж-17, Старомонетный, 35, ИГЕМ РАН,  
ученому секретарю, д-ру геол.-минер. наук Патык-Кара Наталии Георгиевне.  
Тел. 7 (095) 230-8427, факс 7 (095) 230-2179, e-mail rkv2000@igem.ru  
Текущая информация по совещанию будет публиковаться в ИНТЕРНЕТЕ по адресу:  
<http://www.igem.ru/symp/rkv2000/>

### **ВНИМАНИЕ!**

В ДЕКАБРЕ 1999 Г. В МОСКВЕ В ИГЕМ РАН ПРОЙДЕТ ЗАСЕДАНИЕ, ПОСВЯЩЕННОЕ  
40-ЛЕТИЮ СЕКЦИИ РОССЫПЕЙ СОВЕТА ПО РУДООБРАЗОВАНИЮ И МЕТАЛЛОГЕНИИ РАН  
(1959—1999 ГГ.)

В программе: выступление академика Н.А.Шило, доклады ведущих ученых и молодых  
сотрудников ИГЕМ, ЦНИГРИ и др., дружеский ужин.

**ПРИГЛАШАЕМ ПРИНЯТЬ УЧАСТИЕ!**

*Контактные телефоны:*

(095) 315-2756 Матвеева Елена Вениаминовна,  
(095) 230-8427 Шевелев Андрей Георгиевич.

МИНИСТЕРСТВО ПРИРОДНЫХ РЕСУРСОВ РОССИИ  
ПРАВИТЕЛЬСТВО СВЕРДЛОВСКОЙ ОБЛАСТИ  
КОМИТЕТ ПРИРОДНЫХ РЕСУРСОВ ПО СВЕРДЛОВСКОЙ ОБЛАСТИ  
УРАЛЬСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ РАН  
УРАЛЬСКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ ГОРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ АКАДЕМИЯ

РЕГИОНАЛЬНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ ГЕОЛОГОВ  
ЕВРОПЕЙСКОЙ ТЕРРИТОРИИ РОССИИ И УРАЛА

3—7 июля 2000 г., г. Екатеринбург

*Основные темы семинаров конференции:*

- Организация, экономика и управление геологоразведочным производством.
- Нормативно-правовое регулирование природно-ресурсных отношений.
- Состояние и развитие минерально-сырьевой базы.
- Актуальные вопросы геологии, геохимии, геофизики и минерагении.
- История геологической службы.
- Геологическое обеспечение горнодобывающего производства.
- Проблемы технического перевооружения геологоразведочной отрасли.
- Мониторинг геологической среды и охрана недр.
- Геологическое и горное образование. Кадры.
- Геоинформатика.

*Контрольные даты:*

- Заявка на участие — до 15 февраля 2000 г.
- Тезисы докладов — до 15 февраля 2000 г.
- Оплата оргвзноса — до 1 марта 2000 г.
- Заезд участников — 3 июля 2000 г.
- Экскурсии и отъезд — 7 июля 2000 г.

*Оплата:*

Оргвзнос в размере 300 рублей на участие в Конференции перечисляется на расчетный счет № 40502810900000000024 ООО «УИК-БАНКА» г. Екатеринбург, кор. счет 30101810100000000739, БИК банка 046568739, ИНН 6609000544 Филиалу БГЭС с указанием: «Оргвзнос за участие в Конференции».

*Требования к тезисам:*

Текст тезисов объемом до 2 страниц должен быть набран через один интервал на 3,5-дюймовой дискете в редакторе Word 6.0/7.0/97. Шрифт — Times New Roman Cyr, размер 12. Поля сверху, снизу, слева — 3 см, справа 2 см. Сначала заглавными буквами указывается название доклада, ниже фамилии и инициалы авторов, организация, город, страна. К дискете прилагается один экземпляр распечатанного текста. Возможна отправка тезисов по электронной почте.

*Заявка на участие в Конференции:*

Фамилия, Имя, Отчество \_\_\_\_\_  
Ученая степень, звание \_\_\_\_\_  
Организация, должность \_\_\_\_\_  
Почтовый адрес \_\_\_\_\_

Телефон \_\_\_\_\_ факс \_\_\_\_\_ e-mail \_\_\_\_\_

*Предполагаемая форма участия (нужное подчеркнуть)*

- |                      |  |
|----------------------|--|
| 1. Устный доклад.    | 4. Выставка.                                   |
| 2. Стендовый доклад. | 5. Геологические экскурсии.                    |
| 3. Без доклада.      | 6. Посещение Уральской сверхглубокой скважины. |

Название доклада \_\_\_\_\_

Дата \_\_\_\_\_ Подпись \_\_\_\_\_

*Адрес:*

620014 г. Екатеринбург, ул. Вайнера, 55  
Оргкомитет региональной конференции геологов Европейской территории России и Урала  
Телефоны: (3432) 29-45-16, 22-74-76  
Факс: (3432) 29-41-05  
E-mail: uricc@mail.ur.ru