

Август  
2010 г.  
№ 8 (188)

# Вестник

Института геологии Коми научного центра УрО РАН  
Научно-информационное издание  
Издается с января 1995 г. Выходит 12 раз в год

## В этом номере:

Главный геолог республики .....	2
Минералогия и геохимия золото-кварцевой минерализации верховьев р. Кожимью Северный Урал) .....	5
Визейско-серпуховские отложения бассейна верхней Печоры .....	11
Геологическое строение и характеристика пород Неченского буроугольного месторождения	
Косью-Роговской впадины .....	15
Сканирующая электронная микроскопия нитевидного и дендритоидального золота ....	20
Органическое вещество верхнепермских отложений среднего течения р. Печоры .....	21
О вероятно эндогенной природе мезопротерозойских алмазоносных «метаконгломератов» в Бразилии .....	23
One World, One Dream .....	33
Еще раз об ученых монахах, минералогии и пользе многообразия научных школ ...	37
Крым—2010 .....	43
Енганэпэ—2010 .....	46

## Главный редактор

академик Н. П. Юшкин

## Зам. главного редактора

д. г.-м. н. О. Б. Котова

## Ответственный секретарь

д. г.-м. н. Т. М. Безносова

## Редколлегия

чл.-кор. РАН А. М. Асхабов,  
к. г.-м. н. И. Н. Бурцев,  
к. г.-м. н. И. В. Козырева,  
к. г.-м. н. В. Ю. Лукин,  
к. г.-м. н. Н. Н. Рябинкина,  
к. г.-м. н. В. С. Цыганко,  
П. П. Юхтанов

## Памяти Ю. А. Спириданова

[01.11.1938–12.08.2010]



Двенадцатого августа 2010 г.  
на 72-м году жизни скончался  
первый Глава Республики Коми,  
депутат Совета Федерации  
и Государственной думы,  
доктор экономических наук  
Юрий Алексеевич Спиридовонов

Институт геологии Коми научного центра Уральского отделения РАН глубоко скорбит по поводу безвременной кончины великого Гражданина России, доктора экономических наук Юрия Алексеевича Спириданова и выражает сердечное соболезнование Галине Ивановне Медухе, родным, близким, друзьям и соратникам Юрия Алексеевича по всем направлениям его многогранной кипучей деятельности во благо Отечества и Республики Коми.

В числе многочисленных крупномасштабных свершений Ю. А. Спириданова мы высоко ценим его выдающийся вклад в познание и освоение недр Европейского Севера, в развитие геологической науки и практики.

Память о Юрии Алексеевиче будет вечной.

Огромной болью в наших сердцах отозвалось горестное известие о смерти Юрия Алексеевича Спириданова. Нам довелось работать вместе с Юрием Алексеевичем, и мы с гордостью можем причислить себя к соратникам Спириданова. В первую очередь для нас он был крупным государственным и общественным деятелем, который вззвали на свои плечи огромный груз ответственности за судьбу республики, за судьбу наших родных и близких в трудные и противоречивые 90-е годы. И мы, как никто, видели, как достойно онправлялся с этой нелегкой ношей.

Мы можем назвать себя учениками Спириданова, потому что, работая вместе с ним, мы учились у него таким качествам, как сила воли, целеустремленность, оптимизм, мудрость, государственный подход, внимательное и бережное отношение к людям. Это была действительно суровая «школа Спириданова».

Многие из нас могут причислить себя к друзьям Спириданова. Нам посчастливилось общаться с ним не только в деле, но и в неофициальной дружеской обстановке. Верность дружбе, порядочность, высокая внутренняя культура, благородство — всеми этими качествами был одарен Юрий Алексеевич.

Мы уверены, что период 1990-х годов навсегда войдет в современную историю нашей республики как «эпоха Спириданова», а его имя займет достойное место в ряду выдающихся сыновей Коми земли.

Мы выражаем глубокие соболезнования его супруге Галине Ивановне Медухе, дочери Марине Юрьевне, всем родным и близким.

Для нас это невосполнимая утрата.

М. Д. Бауров, В. А. Безрук, В. С. Бибиков, А. П. Боровинских,  
Г. В. Бутырева, М. Е. Волошин, Г. М. Дзуцев, В. В. Иванов, А. А. Каракчев,  
М. С. Кушнир, Е. Г. Лескин, В. И. Липатников, А. В. Орешкин, А. М. Окатов,  
Н. М. Пилюков, П. И. Поздеев, А. З. Сегаль, В. М. Шадрин, В. И. Экгардт,  
Г. Н. Вашкевич, Н. Д. Цхадая, Я. С. Сало, Ф. Н. Мамедов, Н. Н. Коучурин,  
С. В. Игнатов, М. П. Рощевский, В. И. Коробов, А. М. Асхабов, Н. П. Юшкин,  
С. М. Катунин, В. А. Гуторов, С. П. Каплин, Ю. Л. Жестарев, В. Г. Подюк,  
Б. В. Будзулак, А. А. Захаров, Д. Б. Лукашенко, В. И. Шульженко.



# ГЛАВНЫЙ ГЕОЛОГ РЕСПУБЛИКИ

Ушел из жизни Юрий Алексеевич Спиридонов, выдающийся государственный и общественный деятель России, ученый, великий человеческий Человек. В последние несколько лет у него были проблемы со здоровьем, которое несколько раз подводило почти к пределу, но Юрий Алексеевич оставался как всегда бодрым, деятельным, романтичным, коммунистичным и дружелюбным. Поэтому трагическое известие о его кончине 12 августа, оказалось просто шокирующим, в случившееся не хотелось верить.

Еще не прошло двух лет с 1 ноября 2008 г., когда республика, друзья, соратники, поклонники со всей России и зарубежья с любовью отметили 70-летний юбилей Юрия Алексеевича. «Вестник» по этому поводу опубликовал очерк о его жизни, делах, свершениях и многолетнем плодотворном сотрудничестве с Институтом геологии, огромном вкладе в создание современного научного потенциала (2008, № 11, с. 19—20).

В августе 2009 г., на XV Геологическом съезде Республики Коми Ю. А. Спиридов выступил с пленарным докладом «Пути развития горной промышленности в Республике Коми» (соавторы В. А. Витязева и Н. П. Юшкин), где нашли выражение разработки созданной по его инициативе в 1992 г. Комиссии по изучению естественных производительных сил Республики Коми (КЕПС — РК), в которой Юрий Алексеевич неизменно был заместителем председателя.

В пятницу, 2 апреля этого года, Юрий Алексеевич по телефону поздравил меня и коллектив института с предстоящим Днем геолога, а 6 апреля позвал нас с В. А. Илларионовым к себе домой, где, по его словам, уже до предела разогрелась сауна. Встретил нас у калитки, посадив на цепь сторожевого пса, и по настланному через грязь доскам провел в рубленую баню. Большой предбанник с верандой, увешанный охотничими трофеями, картинами, сувенирами, с книжными полками, с наброшенными на стулья и кресла шкурами, очевидно, был любимым местом уединения, отдыха и размышлений Юрия Алексеевича. Он продемонстрировал нам с Архипычем все банно-помывочные отсеки, сверил по приборам саунные параметры. А потом мы присели и проговорили весь вечер, вспоминали совместные маршруты, поездки на месторождения, работу над решением разных проблем, говорили об общих знакомых, друзьях и соратниках, о судьбах людей.

Даже строили планы будущих полевых выездов. В сауну так и не пошли.

Я много писал по разным поводам о Ю. А. Спиридове. Жизнь и деятельность его удивительна и многообразна, и еще будет написано немало очерков и книг. Сейчас я хотел бы предложить читателю «Вестника» материал, написанный в конце 90-х годов и опубликованный в каких-то предвыборно-агитационных изданиях. В нем нашли отражение некоторые черты замечательной личности Юрия Алексеевича.

Утро выдалось необычно жаркое, и маленький вертолетик, вчера спокойно высадивший нашу группу на таежную полянку в верховьях Выми, сегодня не мог оторваться от земли. Но лететь-то надо было.

Вертолетчик решил частями перебросить нас на примеченнную им невдалеке большую вырубку и по ней с разгона взлететь с полной нагрузкой. Прошлись шеренгой по вырубке. Вроде бы все в порядке. Земля твердая, утрамбованная лесовозами, колдобин не видно. И вот вертолет с ревом мчится по земле, бешено врачающийся винт безуспешно стремится вытянуть его в воздух.

останавливается, вертолет начинает выпрямляться, задравшееся колесо опускается на землю, машина бежит нормально и перед самым лесом уходит в воздух.

Сжавшийся в напряжении пилот расслабляется, поворачивается к нам, вопросительно-виновато смотрит на Ю. А. Спиридона. Юрий Алексеевич одобрительно взмахивает рукой. Я не видел его лица во время удара о кочку, но сейчас он улыбается.

Было это в июле 1988 г., во время одной из ревизионно-геологических микропрограмм, ставших традиционными с вхождением Ю. А. Спиридона в высокую республиканскую власть.

Я знал его и раньше. Возглавляя усинскую парторганизацию и являясь по сути дела, некоронованным королем гигантского района, где освоением новых уникальных месторождений и строительством столицы нефтяников — города Усинска — решалась нефтяная судьба республики, Юрий Алексеевич профессионально вникал во все сложности и тонкости региональной геологии. Он был тогда самым «геологическим» секретарем из всех районных и городских секрета-



Во время визита Н. И. Рыжкова в Институт геологии. 1990 г.

Слева направо: В. С. Бибиков, Н. П. Юшкин, А. И. Щелоков, В. Носов, Н. И. Рыжков, Ю. А. Спиридов, М. П. Рошевский

Вдруг страшный рывок, треск, вертолет будто спотыкается, заваливается на бок, и в иллюминатор видно, что конец лопастей уже срезает цветы иван-чая и вот-вот врежется в землю и наша изящная машина закувыркается, переминая свое металлическое тело и нас в нем. Сердце будто сжимает чья-то холодная рука, в глазах темно. Но каким-то чудом крен при-

рей партии. Он участвовал во всех геологических конференциях и совещаниях, причем не как свадебный генерал, а как активный участник, «подкидывал» нелегкие проблемы для обсуждения, зазывая нас, геологов, в свой район, возил по буровым, по новостройкам, втягивая в усинские дела.

Работать с ним было интересно и легко. Будучи горняком по образова-



нию, пройдя практическую школу на магаданских приисках и ярегских нефтешахтах, защитив кандидатскую диссертацию о релаксационных свойствах высоковязких нефтей, Ю. А. Спиридовон был не только политиком и хозяйственником, но и ученым высокого уровня с широчайшим кругозором.

В своем плотнейшем «президентском» распорядке дня находил время, чтобы заглянуть к геологам в экспедицию или в лабораторию, вмешаться на научном совещании или на заседании министерской коллегии в обсуждение геологических проблем, познакомиться с новейшей геологической литературой и даже пролистать отчеты студенческих практик. Он мог без подготовки в любой час дня или ночи сделать полный аналитический обзор минерально-сырьевого потенциала Республики Коми и перспектив его развития.

Войдя в 1984 г. в обкомовское здание и заняв кабинет второго секретаря, Ю. А. Спиридовон взял на себя координацию всех горно-геологических дел, и его особенное чутье перспективных направлений мы почувствовали сразу.

От науки всегда требовали и сейчас требуют скорейшей отдачи, самоокупаемости, и мы заваливали обком и другие директивные органы докладными записками, предложениями, рекомендациями, вытекающими из результатов научных исследований. Кое-что реализовалось, удавалось даже создать новые производства, но большая часть записок оседала на архивных полках. Впрочем, и это засчитывалось как показатель внедренческой деятельности научных коллективов.

Юрий Алексеевич при первой же деловой встрече предложил оставить пока мелкие прикладные исследования и разработать генеральную программу геологического изучения южных районов республики.

Это было несколько неожиданное, но весьма своевременное предложение.

Дело в том, что с начала века взгляд геологов был устремлен на Север и Урал, где создавалась нефтегазовая, угольная и рудная база республики, а южные районы оставались практически не изученными. И не потому, что они малоперспективны, — просто здесь работать труднее, да и сил не хватало.

Мы привлекли к новому делу геологов-производственников и с большим увлечением и довольно быстро

провели анализ геологических особенностей и сырьевого потенциала южных районов. А это почти половина территории республики. Были разработаны не только перспективная программа геологических исследований, но и два комплексных проекта геологоразведочных работ: один на нефть и газ, другой на рудные и нерудные полезные ископаемые. По этим проектам сразу же развернулись

сская нефтегазоносная провинция с прогнозными ресурсами более двух миллиардов тонн условного топлива, а во входящей в нее Вычегодской нефтегазоносной области с ресурсами в полмиллиарда тонн получена даже «живая нефть».

Словом, юг Республики Коми может стать и несомненно станет новым мощным минерально-сырьевым регионом, обеспечивающим подъем



С Президентом Беларуси А. Г. Лукашенко в Геологическом музее им. А. А. Чернова. 1998 г.

серьезные геолого-съемочные и поисковые работы, включая поисковое бурение. И хотя как раз в момент подъема исследований страна, а с ней и геологоразведочная отрасль вверглись в глубокий кризис, удалось заложить серьезный фундамент для будущих поисков минерального сырья.

экономики. Свидетельство этому — постепенное возрождение геологических исследований и первые многообещающие открытия.

Южные проекты — это особая и постоянная забота Ю.А. Спиридонона на всех этапах его властной эволюции: первого секретаря областной



На алмазной россыпи Ичетью, Тиман. Слева направо: Н. П. Юшкин, И. Б. Гранович, Ю. А. Спиридовон

Определился общий облик новой сырьевой базы. Это каменные и калийные соли, фосфориты, цеолиты, разнообразное техническое и химическое сырье, золото, алмазы, горючие сланцы, самые различные стройматериалы, пресные и минеральные воды. Была обоснована новая Мезен-

парторганизации, Председателя Верховного Совета и вот теперь Главы Республики Коми. Правда, и к традиционным сырьевым отраслям, нефтегазовой и угольной, составляющим сегодня основу экономики и благосостояния края, он был не менее внимателен и требователен.



Взаимодействие Главы республики с геологами — тесное и непрерывное, нередко он и сам становился полевым геологом, участвовал в многочисленных микроэкспедициях. Узнав о каких-то новых геологических находках, Юрий Алексеевич предпочитал посмотреть и обсудить все на месте. И тогда срочно формировался небольшой отряд, в который включались геологи от науки и от производства, чаще всего я и главный геолог Вычегодской экспедиции В. А. Илларионов (кстати, под усиленным на-тиском Юрия Алексеевича тоже ставший кандидатом наук). Часто к нам присоединялся председатель президиума Коми НЦ УрО РАН академик М. П. Рощевский.

Мы несколько раз то на машинах, то на вертолете мотались по Прилужскому и Койгородскому районам, разбираясь с месторождениями для производства местных стройматериалов, особенно кирпича, горючих сланцев, знакомились с признаками наметившейся золотоносности и алмазоносности, с древними горнорудными промыслами, в частности железоделательным. В Усть-Вымском районе обсуждали проблему соляных куполов и нефтеносности древних толщ, перспективы фосфоритоносности, цеолитоносности, содоносности, просматривали материалы инженерно-геологических изысканий под строительство атомной электростанции. В Усть-Куломском районе особенно интересовались признаками нефтегазоносности, строительным и декоративным камнем, самородной серой. Корткеросский район привлек песками с признаками золотоносности и спутниками алмазов, минеральными красками. Лазали по подземным выработкам полярноуральских кварцевых

рудников, любовались сказочными хрустальноносными гнездами. Разыскивали в цилемских лесах древние меднорудные и золото-серебряные копи. Это историческая гордость нашего края: с берегов Цильмы берет начало горно-металлургическая индустрия



Доклад на Геологическом съезде РК. 2009 г.

государства Российской. Это был 1491 год, когда первая в истории России правительенная геологоразведочная экспедиция, посланная Иваном III, открыла здесь медь, серебро и даже золото.

Впрочем, я давно заметил какое-то трепетное почтение Ю.А. Спиридонова к бытым местам хозяйствования человека. О древних и не очень древних промыслах, заводах, рудниках, технологиях он старался выяснить все, что можно, просил нас подобрать архивные материалы и литературу. Оказалось, что он давно работает над темой об исторических истоках современной индустрии Республики Коми, об эволюции древних кустарных производств в современные хозяйствственные комплексы, о кристаллизации из

первых добычных попыток наших предков новейших сырьевых технологий. Эти исследования могли бы стать интересной докторской диссертацией, но докторскую диссертацию «Управление социально-экономическим регионом» защитил по экономическим наукам.

Ну а там, где пахнет золотом, у Юрия Алексеевича взыгрывала его старательская кровь. Он брался за лоток и упорно отмывал шлих за шлихом, оценивая продуктивность россыпей. Мастерству мог позавидовать опытный промывальщик. И вообще, у него было особое чутье природного поисковика: он всегда одним из первых находил заброшенную выработку, интересный образец, богатое минеральное гнездо.

Я упомянул только наши поездки, и то далеко не все. Но Юрий Алексеевич, кроме того, постоянно бывал с геологами-нефтяниками и угольщиками на месторождениях энергетического сырья, посещал площади геологических съемок и инженерных изысканий. Мне кажется, что он знал каждый камень в своей республике.

В наших микроэкспедициях, как я понял, Ю. А. Спиридонов испытывал и конкретизировал те идеи, стратегические и тактические решения по минерально-сырьевой политике, которые потом становились программными, входили в жизнь.

Это только отдельные фрагменты геологической деятельности Ю.А. Спиридонова. На самом деле деятельность эта была многоуровневая и системная: от отмывки золотоносного шлиха в русле таежной речки до бурных дискуссий на общереспубликанской геологической конференции, постановки задач на коллегиях министерств и принятия решений на правительенных заседаниях. Умение видеть в малом большое, в первом открытии — судьбу республики было завидной особенностью Юрия Алексеевича, данной далеко не многим.

В геологических партиях, экспедициях, управлениях, объединениях есть самая уважаемая должность — должность главного геолога. На республиканском уровне такой должности нет, но в Республике Коми настоящим главным геологом и по профессиональному уровню, и по выполняемым функциям являлся ее бывший Глава — Юрий Алексеевич Спиридонов.

Академик Н. Юшкин



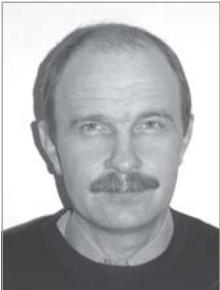
На заседании Президиума Коми НЦ УрО РАН



# МИНЕРАЛОГИЯ И ГЕОХИМИЯ ЗОЛОТО-КВАРЦЕВОЙ МИНЕРАЛИЗАЦИИ ВЕРХОВЬЕВ Р. КОЖИМЬЮ (СЕВЕРНЫЙ УРАЛ)



**A. А. Кокшаров\***  
*lex110287@rambler.ru*



**М. Ю. Сокерин**  
*m\_sokerin@mail.ru*



**Н. В. Сокерина**  
*sokerina@geo.komisc.ru*



**В. А. Жарков**  
*jarkov@mireko.ru*



**С. Н. Шанина**  
*shanina@geo.komisc.ru*



**С. И. Исаенко**  
*s.i.isaenko@gmail.com*

\* Выпускник Сыктывкарского государственного университета

В 2007—2008 гг. в ходе работ Буктыльской ГПП ООО «Кратон» по ГМК-200\* (геолого-минерагеническое картирование масштаба 1:200 000) на западном склоне Северного Урала в верховьях р. Кожимью впервые для района выявлены пункты минерализации золота в кальцит-кварцевых жилах. Для оперативного выявления характера связи золоторудной и жильной минерализации и определения таким образом её потенциальной продуктивности был применён комплекс минералогических и термобарогеометрических исследований.

## Геологическая характеристика участка Кожимью

Участок расположен на водоразделе и склонах между широтными отрезками долин р. Кожимью и руч. Верх. Кожимвож. В структурно-текtonическом плане участок расположен в западной части Маньхамбовского антиклиниория Центрально-Уральского поднятия. В геологическом строении участка задействованы позднерифейско-ранневендские стратифицированные вулканогенные и осадочно-вулканогенные образования нижней и верхней подсвиты саблегорской свиты и венд-кембрийской арьяншорской толщи, на которых с размытом залегают терригенные породы тельпосской свиты (рис. 1). Ин-

тузивные породы представлены метадолеритами, входящими в состав саблегорских субвулканических образований, а также их молодыми аналогами, относимыми к позднедевонскому ильческому комплексу. В восточной части участка закартированы метагаббро- и метадиориты парнусского комплекса, в северо- и юго-восточных частях обнажены выходы гранитоидов сальнёрско-маньхамбовского комплекса (массивы Ильяз и Маньхамбо).

При проведении ГМК-200 в пределах участка обнаружены [2] многочисленные пункты пиритовой, пирит-халькопиритовой, галенит-халькопиритовой и халькопирит-борнит-халькоzinовой минерализации. Полисульфидное оруденение приурочено к невыдержаным по простиранию хлорит-кальцит-кварцевым жилам мощностью от первых миллиметров до полуметра и зонам околожильных изменений в хлорит-серicit-кварцевых сланцах нижней подсвиты саблегорской свиты. Распределение оруденения в кварцевых и кальцит-кварцевых жилах неравномерно-вкрашенное, вкрашенно-прожилковое и гнездовое. Содержание сульфидов в жилах не более 2—3 об. %. Пиритовая минерализация приурочена к хлорит-слюдистым сланцам и метадолеритам, встречается и в кварцевых жилах, локализованных в этих породах. Пункты минерализации тяготеют к тектоническим зонам северо-западной и субширотной ориентировки, перспективным в региональном плане на Au, Ag, Cu, Pb и W.

В одном из образцов хлорит-кальцит-кварцевой жилы с халькоzinом, борнитом и медной зеленью визуально обнаружено самородное золото в виде кристалломорфных агрегатов размером 0.05—0.35 мм. В ассоциации с ним выявлен кавацулит ( $\text{Bi}_2\text{Te}_2\text{Se}$ ) [4]. Содержание Au в штучных и бороздовых пробах из участков жилы, насыщенных медными сульфидами, по данным атомно-абсорбционного анализа варьирует от 1.23 до 7.62 г/т. Наряду с Au определены Ag (до 16.7 г/т), Wi (до 180 г/т) и Cu (до 3.5 мас. %). Аналогичные кварцевые жилы и линзовидные кварцевые прожилки с кальцитом, сульфидами и аномальными содержаниями Au, Cu, Ag и Pb вскрыты шурфами на водоразделе и обнаружены в десятках обнажений. Отмечено, что относительно реже встречаются жилы с халькоzinом и борнитом более золотоносны, чем жилы с халькопиритом и галенитом.

В кварцевых жилах, локализованных в метагаббролеритах среди полей распространения пород нижнесаблегорской подсвиты и арьяншорской толщи, также обнаружены пирит, халькопирит и галенит в различных соотношениях, сопровождаемые медной зеленью, но повышенных содержаний золота в них не обнаружено. В протолочных пробах измененных метадолеритов и парасланцев отмечено присутствие шеелита в знаковых количествах.

В трети проб, проанализированных эмиссионным спектральным анализом, кроме золота обнаружены ано-

\*Жарков В. А. и др. Отчет по объекту «ГМК-200 западного склона Приполярного Урала, листы Р-40-IV, V, X, XI». ГУТФИ РК, Сыктывкар, 2008.

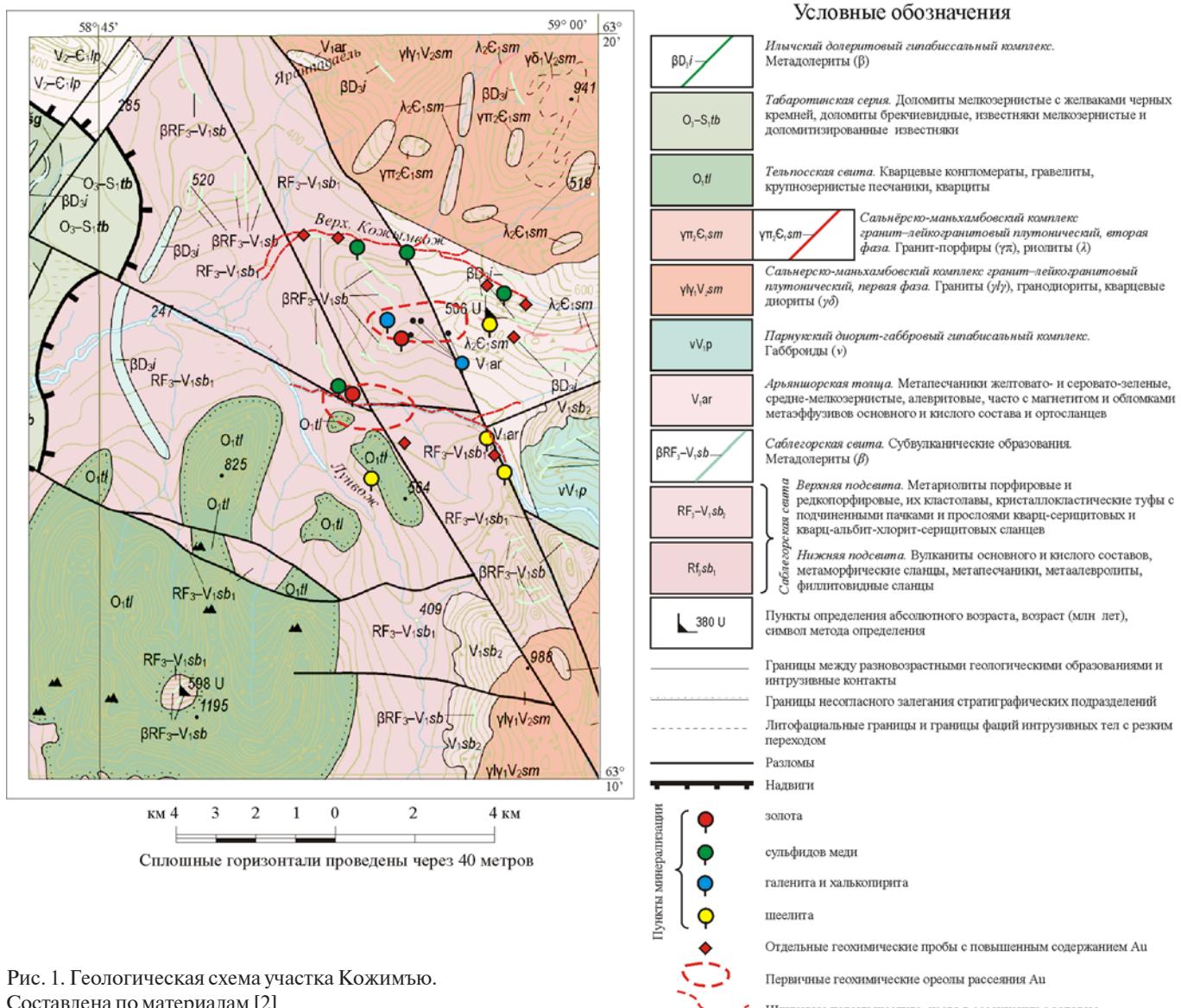


Рис. 1. Геологическая схема участка Кожимью.  
Составлена по материалам [2]

мальные содержания от одного до четырёх элементов. Выявлены рудогенные содержания Mo, P, Zn, Ag, Bi и W, бортовые содержания Pb и близкие к промышленным содержания Cu. Пробы отобраны в основном из карбонат-кварцевых жил, окварцованных серпентит-хлорит-кварцевых сланцев и метадолеритов с сульфидной минерализацией. Корреляционный анализ геохимических данных выявил устойчивую положительную зависимость содержаний Au, Cu, Ag и Bi.

Предполагается, что оруденение парагенетически связано с гранитами Ильинского и Маньхамбовского массивов. По данным ряда исследователей, оба массива являются эродированными фрагментами единого батолита, прослеженного по гравиразведочным данным до глубины 6 км, имеющего как интрузивные, так и тектонические контакты с вмещающими породами. В рамках такой мо-

дели выявленная минерализация, возможно, приурочена к надинтрузивной зоне гранитного батолита — области весьма перспективной на редкометальное золотосодержащее оруденение [2].

#### Минералогическая характеристика руд

Изучение минералогии руд проводилось в Институте геологии КНЦ УрО РАН методами оптической микроскопии. Микроминералы исследовались аналитическим сканирующим электронным микроскопом JSM-6400, оснащенным спектрометром фирмы «Link» с дисперсией по энергиям (программное обеспечение ISIS-300), аналитик — В. Н. Филиппов.

Как упоминалось выше, условно выявлены четыре пространственно разобщённых минеральных типа руд — пиритовый, пирит-халькопиритовый, галенит-халькопиритовый и

золотосодержащий халькопирит-борнит-халькозиновый. Закономерности в их размещении на данном этапе изучения не установлено. Все руды приурочены к хлорит-кальцит-кварцевым жилам и зонам окколоожильных изменений, выраженных в окварцевании, серпентизации и хлоритизации. Характерные текстуры руд — вкрашенные, гнездовые, реже прожилково-вкрашенные, структуры — гипидиоморфнозернистые, аллотриоморфнозернистые, пойкилитовые, эмульсионные, порфиросластические, коррозионные, обрастания, решётчатые распада твердых растворов.

Основными минералами являются: кварц, кальцит, хлорит, гидрослюдя; второстепенными (менее 1 об. %): пирит, халькопирит, халькозин, борнит, малахит, азурит, хризоколла, галенит, церуссит, агрегаты лейкоксенса, лимонита, эпидот, магнетит, гематит, амфибол. В акцессорных количествах



обнаружены самородное золото, апатит, шеелит, торит, циркон. Микрозондовым анализом выявлены также: в кварце — моттрамит  $\text{Bi}$ -содержащий, планхейт(?); в халькозин-борнитовых агрегатах — кавацулит, эмпрессит, петцит.

*Пирит* образует вкрапленность кубических и кубооктаэдрических кристаллов размером 0.01—3 мм. Встречается в виде самостоятельных выделений, реже в срастаниях с халькопиритом в кварце и хлорит-серпентит-кварцевых сланцах. Обычно обрастают или замещаются халькопиритом, но в одном образце отмечено замещение (?) халькопирита идиоморфным пиритом. В рудовмещающих сланцах часто замещается лимонитом.

*Халькопирит* встречается в виде редкой вкрапленности отдельных зерен или в срастаниях с пиритом, реже с галенитом и халькозином. В кварцевых жилах образует аллотриоморфные, субандеральные, а в мелких трещинах — ксеноморфные интерстиционные выделения размером 0.1—2 мм. Содержит многочисленные включения кварца и кальцита. По периметру и по трещинам замещается пленкой гётита. В срастаниях с сульфидами  $\text{Pb}$  и  $\text{Cu}$  обычно обрастают ими. На поверхности образцов, как правило, находится внутри небольших (до 1 см) обожженных и покрытых медной зеленью каверн.

*Галенит* чаще встречается в виде самостоятельных аллотриоморфных сильно трещиноватых выделений, реже обрастают или замещают халькопирит. Размеры зерен — 0.1—0.5 мм. Развит преимущественно в кальцит-кварцевых жилах. По периметру и трещинам обычно замещён церусситом.

*Халькозин и борнит* практически всегда образуют агрегаты с характерной решетчатой структурой распада твердых растворов. Размеры выделений 0.1—0.5 мм, редко до 1.5 мм. Формы выделений аллотриоморфные, в трещинах кварца — интерстиционные. В срастаниях с халькопиритом, как правило, обрастают или замещают последний. С поверхности и по трещинам обычно замещается малахитом и азуритом. Микрозондовым анализом в халькозине обнаружены микроскопические включения теллуридов золота, серебра и висмута. В борните обнаружены примеси (в мас. %)  $\text{Bi}$  (1.5),  $\text{Te}$  (0.7),  $\text{Se}$  (0.7).

*Самородное золото* обнаружено визуально в виде кристалломорфных агрегатов размером 0.05—0.35 мм в

кальцит-кварцевых жилах вблизи зёрен халькозина, либо в полостях, образованных при выщелачивании сульфидов и (или) кальцита. Часть золотин локализована внутри зёрен халькозина, а часть — на границе халькозина и кварца. Описываемое золото является высокопробным (см. таблицу).

Определён состав золота из современного аллювия, сформированного в непосредственной близости от коренных выходов руд. По данным микрозондового анализа поверхности золотин, в качестве примесей присутствуют (в мас. %)  $\text{Ag}$  (0.9—18),  $\text{Hg}$  (0.8—1.2), редко  $\text{Cu}$  (0.7—0.8) [2].

*Теллуриды золота, серебра и висмута* выявлены при микрозондовом исследовании халькозин-борнитовых агрегатов. Полученные составы этих минеральных фаз удовлетворительно пересчитываются на формулы *петцита* ( $(\text{Ag}_{2.5}, \text{Au}_{1.0})2.5(\text{Te}_{2.3}, \text{Se}_{0.3})_{2.6}$ ), *эмпрессита* ( $\text{Ag}_{1.0}\text{Te}_{1.0}$ ) и *кавацулита* ( $\text{Bi}_{1.0}\text{Te}_{2.0}\text{Se}_{1.0}$ ). Первые два минерала образуют эмульсиевидные субизометрические включения размером в десяти доли микрометра (рис. 2 а, г). Выделения петцита образуют линейно вытянутые цепочки, ориентированные поперек ламелей борнита. Кавацулит обнаружен в форме вытянутой линзочки длиной 10 и толщи-

ной около 1 мкм, расположенной субпараллельно ламелям борнита (рис. 2, б). Кавацулит участка Кожимью ранее описан С. К. Кузнецовым [4] в ассоциации с халькозином и самородным золотом в виде вытянутых уплощённых зерен величиной 10—50 мкм, находящихся вблизи частиц золота или в срастаниях с ними.

Минеральная фаза, близкая по составу к *моттрамиту* ( $\text{PbCu}(\text{VO}_4)(\text{OH})$ ), была обнаружена в мелкой каверне в кварце в виде интерстиционного выделения (рис. 2, в). Из примесей установлены  $\text{Bi}$  (около 6 мас.%) и  $\text{Fe}$  (1 мас.%).

*Кварц I генерации* является основным минералом рудовмещающих жильных тел. Слагает агрегаты водяно-прозрачных субизометрических и призматических слабодеформированных кристаллов размером 1—5 мм. Погасание равномерное, реже волнистое. Границы между индивидами неровные. Наблюдаются бемовская решётка, трассирующаяся мелкими включениями. Отмечаются хрупкие деформации в виде залеченных кальцитом и открытых трещин. Часто содержит агрегаты зелёного хлорита (пенин?) размером в первые доли миллиметра.

*Кальцит* представлен агрегатами неправильной формы, ксеноморф-

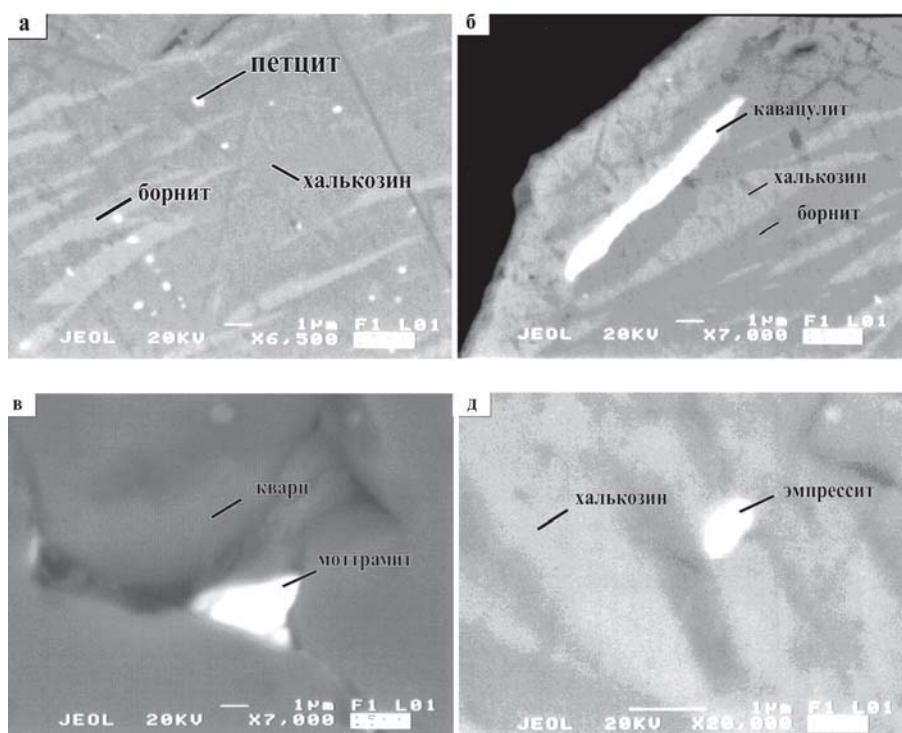


Рис. 2. Характер выделений микроминералов: а — цепочечные выделения петцита в халькозин-борнитовом агрегате; б — выделение кавацулита на контакте халькозина и борнита; в — интерстиционное зерно моттрамита в трещине кварца; г — выделение эмпрессита в халькозине. а, б, г — СЭМ-изображения в режиме упруго отраженных электронов, в — в режиме вторичных электронов



ных, реже субизометричных и призматических зёрен размером 0.5—5 мм. Образует относительно крупные (в первые сантиметры) выделения неправильной формы в кварце I генерации или выполняет в нем трещины. Реже встречается в виде самостоятельных жилок во вмещающих породах. Часто вблизи контакта с кварцем-I наблюдается уменьшение размеров зёрен. Иногда содержит включения галенита, медных сульфидов и «медной зелени».

Кварц II генерации встречается в виде мелкозернистых агрегатов с размером зёрен от 0.05 до 0.5 мм, слагающих мелкие невыдержаные жилки, линзочки, оторочки вдоль трещин в кварце-I, кальците и на границе с зёрами хлорита. Границы с кварцем-I и кальцитом неровные. Индивиды имеют изометричный облик, погасание обычно ровное, на границе с кальцитом и вмещающими породами иногда волнистое. Иногда удается наблюдать структуры замещения кварцем II генерации зёрен кальцита. Важной чертой данного кварца является частое присутствие в нем сульфидов, что позволяет отнести его вместе с кальцитом к собственно рудной стадии минералообразования.

Последовательность кристаллизации основных и второстепенных минералов рассматриваемых руд выстраивается следующим образом: (кварц-I, хлорит)<sup>®</sup> кальцит<sup>®</sup> (кварц-II, пирит)<sup>®</sup> халькопирит<sup>®</sup> (галенит, халькоzin, борнит,)<sup>®</sup> (малахит, азурит, хризоколла, церуссит, гётит). Образование самородного золота и теллуридов, вероятнее всего, произошло близкоодновременно с галенитом, халькоzinом и борнитом.

#### Термобарогеохимические исследования жильной минерализации

Изучение газово-жидких включений (ГЖВ) в кварце и кальците производилось следующими методами: температуры минералообразования определялись с помощью метода гомогенизации; солевой состав минералообразующего флюида изучался методом водной вытяжки; газовый состав ГЖВ определялся методом газовой хроматографии и рамановской спектроскопии.

Как было отмечено, наиболее ранней генерацией является крупно-среднезернистый кварц-I. В нём наблюдаются первичные и вторичные включения. В процессе нагревания

часто наблюдается декрепитация включений до полной гомогенизации, что может свидетельствовать о высоком давлении. Для этой генерации кварца характерно наличие большого количества однофазовых газовых включений, что свидетельствует о довольно длительной пневматолитовой стадии минералообразования. Все изученные включения можно разделить на:

— однофазовые первичные включения, содержащие 100 об. % газовой фазы (рис. 3, а). Они имеют разнообразную форму, иногда форму отрицательных кристаллов и встречаются поодиночке или группами. Размер включений обычно не превышает 15 мкм, в среднем 1—8 мкм;

— включения, образовавшиеся в результате вскипания растворов, имеют разнообразную форму. Размер включений обычно не превышает 10 мкм. Располагаются вдоль трещин. Гомогенизация включений идет по

первому и по второму типам при температурах 253—315 °C;

— двухфазовые первичные включения с объемом газовой фазы 30—70 об. % (рис. 3, б) часто имеют форму отрицательных кристаллов, либо элементы огранки. Размер включений — до 30 мкм, в среднем 15 мкм. Гомогенизация включений проходит по первому типу при температуре 307—440 °C. Температура плавления эвтектики близка к —24 — 25 °C, в трёх случаях около —33 — 34 °C. Первая может соответствовать водно-солевой системе с преобладанием хлоридов натрия и калия, вторая — с преобладанием хлоридов магния и натрия (солевой состав определялся по температуре плавления эвтектики [1]);

— двух-трёхфазовые вторичные включения с объемом газовой фазы 5—10 об. % (рис. 3 в, г). Они имеют обычно неправильную форму. Размер включений — до 30 мкм, в среднем 10 мкм. Третья фаза представлена мине-

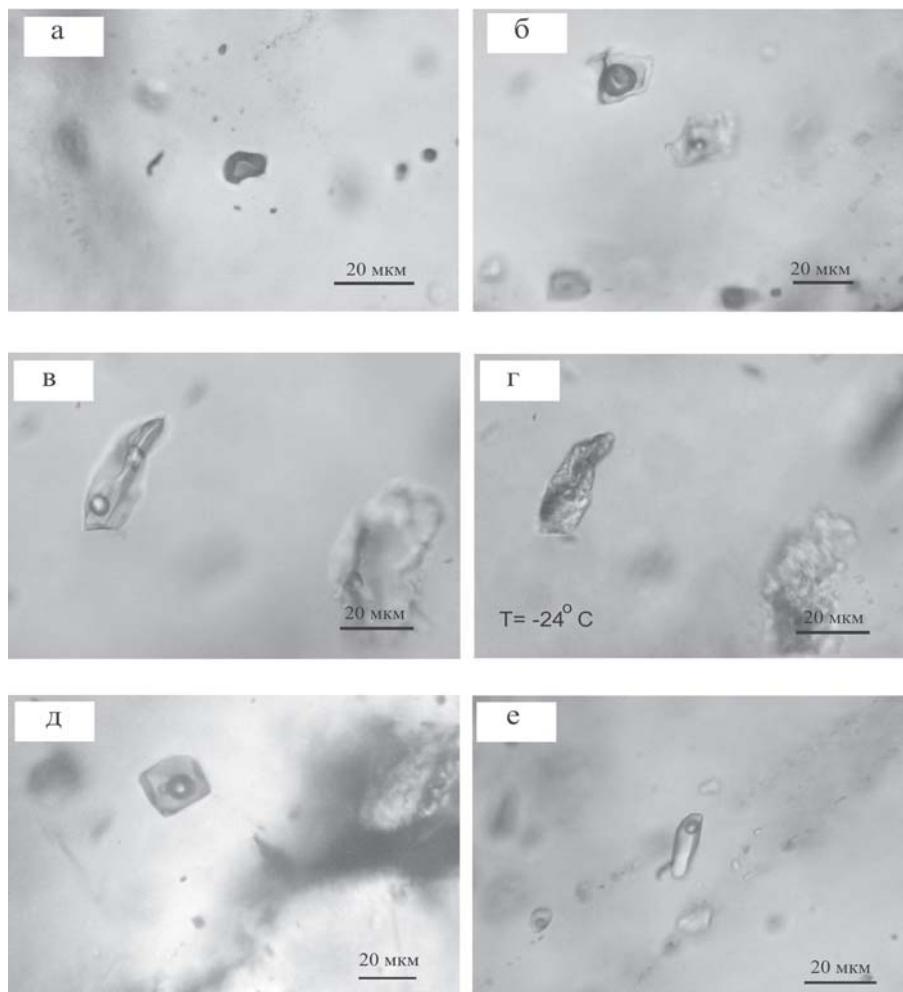


Рис. 3. Основные типы ГЖВ: а — однофазовое первичное включение, содержащее 100 об. % газовой фазы; б — двухфазовое первичное включение с объемом газовой фазы 70 об. %; в, г — двух-трёхфазовые вторичные включения с объемом газовой фазы 510 об. %; д — трехфазовое первичное включение в форме отрицательного кристалла с объемом газовой фазы 20 об. %; е — двухфазовые первичные включения с объемом газовой фазы 510 об. %



ралом-узником, чаще всего кальцитом. Гомогенизация включений проходила по первому типу при температуре 200—329 °С. Температура плавления эвтектики близка к —24 °С, что может соответствовать водно-солевой системе с преобладанием хлорида натрия и калия;

— двух-трёхфазовые первичные включения с объёмом газовой фазы 5—20 об. % (рис. 3, д). Они имеют разнообразную форму, иногда форму отрицательного кристалла. Размер включений — до 30 мкм, в среднем 10 мкм. Третья фаза представлена минералом узником, чаще всего кальцитом (по данным рамановской спектроскопии). Гомогенизация включений происходила по первому типу при температуре 233—413 °С. Температура плавления эвтектики в основном близка к —33 — —35 °С, что, вероятно, свидетельствует о преобладании хлоридов магния и натрия в составе минералообразующего флюида. В единичных случаях встречаются включения с температурой эвтектики около —24 °С, что может соответствовать водно-солевой системе с преобладанием хлорида натрия и калия.

При изучении мелкозернистого кварца было установлено, что для него характерно незначительно количество включений, которые можно разделить на несколько разновидностей;

— двухфазовые первичные включения с объемом газовой фазы 15—20 %. Они имеют неправильную форму. Размер включений — до 10 мкм, в среднем 6—7 мкм. Гомогенизация включений проходила по первому типу при температуре 300—360 °С. Температура плавления эвтектики близка к —23 — —24 °С, что может соответствовать водно-солевой системе с преобладанием хлорида натрия и калия.

— двух-трёхфазовые первичные включения с объемом газовой фазы 5—10 об. % (рис. 3, е). Они имеют неправильную форму. Размер включений — до 15 мкм, в среднем 7—8 мкм. Третья фаза представлена минералом узником, чаще всего кальцитом. Гомогенизация включений проходила по первому типу при температуре 200—310 °С. Температура плавления эвтектики близка к —23 — —24 °С, что может соответствовать водно-солевой системе с преобладанием хлорида натрия и калия.

Анализ данных по температуре гомогенизации и частоте встречаемости

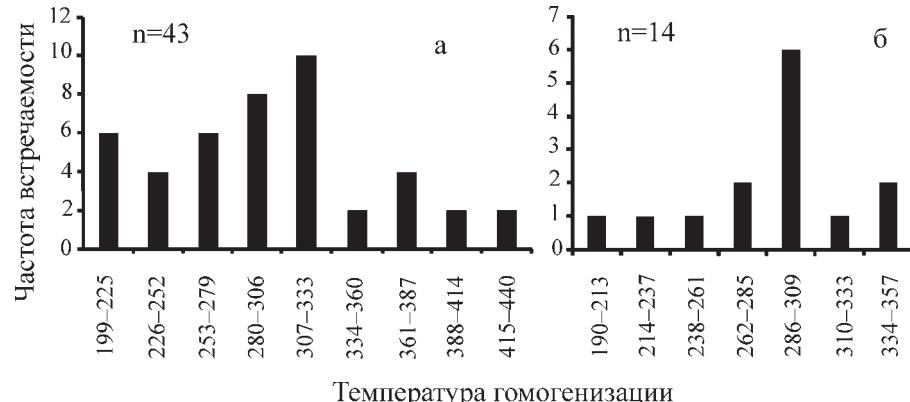


Рис. 4. Гистограмма зависимости температуры гомогенизации от частоты встречаемости: а — для крупнозернистого кварца; б — для мелкозернистого кварца

позволил установить, что для крупно-среднезернистого кварца характерно полимодальное распределение температур гомогенизации (рис. 4), что, вероятнее всего, свидетельствует о многоэтапном характере гидротермального цикла с активизацией наложенных процессов. Для мелкозернистого кварца характерно одномодальное распределение, свидетельствующее о том, что кварц не подвергался значительным наложенным процессам. По диаграмме распределения можно сказать, что мелкозернистый кварц и связанная с ним рудная минерализация образовались при температуре 280—310 °С.

#### Газовый состав минералообразующих растворов

По данным газовой хроматографии включения преимущественно состоят из воды (более чем на 95 об. %). При визуальном исследовании, наоборот, отмечается большое количество существенно газовых включений. Причина данного несоответствия пока неясна. Относительные содержания газов в крупнозернистом и мелкозернистом кварце отличаются друг от друга.

По данным газовой хроматографии, для крупнозернистого (допродуктивного) кварца характерно повышенное содержание азота (рис. 5). Азот, как известно, часто встречается в составе золоторудных кварцевых жил и в самородном золоте. В нашем случае в крупнозернистом кварце его содержание меняется от 0.49 до 3.45 мкг/г, в среднем составляя 1.27 мкг/г. Стоит отметить, что часто встречаются одно-двухфазовые включения, в которых, по данным рамановской спектроскопии, в качестве газовой компоненты наблюдается исключи-

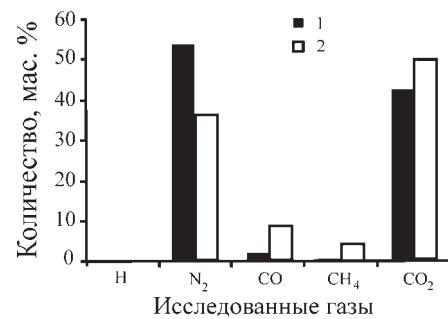


Рис. 5. Состав газов во включениях по данным хроматографии: 1 — крупно-среднезернистый кварц; 2 — мелкозернистый кварц

тельно азот (рис. 6). Особенно такой газовый состав характерен для первичных и первично-вторичных флюидных включений. На основании этого можно сказать, что формирование крупнозернистого кварца происходит при активном участии флюидов, обогащённых азотом. Обычно принято считать, что большая часть азота, который присутствует в составе газово-жидких включений, имеет атмосферное происхождение. Без проведения изотопных исследований однозначно определить его природу в изучаемом кварце сложно. Однако большое количество азота во включениях, присутствие включений, полностью состоящих из него, а также температуры минералообразования косвенно свидетельствуют о глубинном, возможно мантийном происхождении азота. В меньших количествах присутствует углекислый газ. Его содержание изменяется от 0.83 мкг/г до 1.64 мкг/г и в среднем составляет 1.00 мкг/г. При изучении индивидуальных включений методом рамановской спектроскопии установлено, что углекислый газ характерен в большей степени вторичным включениям, но

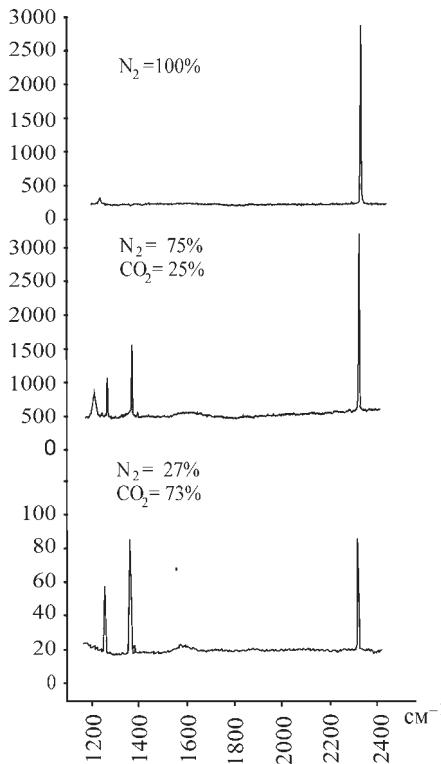


Рис. 6. Состав индивидуальных включений от преимущественно азотных до преимущественно углекислотных.

иногда встречается в первичных и первично-вторичных. Остальные газы содержатся в резко подчиненных количествах. Среднее содержание метана — 0.02 мкг/г, окиси углерода — 0.05 мкг/г.

Для мелкозернистого (рудного) кварца характерно повышенное содержание углекислого газа, составляющее в среднем 1.4 мкг/г. Азот является вторым по значимости газом в составе включений со средним содержанием 1.0 мкг/г. Остальные газы содержатся в резко подчинённых количествах. Среднее содержание метана — 0.13 мкг/г, окиси углерода — 0.25 мкг/г. При изучении газового состава отдельных включений методом рamanовской спектроскопии установлено, что все включения содержат в своем составе преимущественно углекислый газ и в меньших количествах азот. Чисто углекислотные включения нами не наблюдались. Такие газы, как окись углерода и метан, в составе индивидуальных включений нами не обнаружены.

Таким образом, на начальном этапе минералообразования процесс носил пневматолитовый характер, о чём свидетельствует большое количество первичных газовых включений. При снижении температуры характер процесса поменялся на гидротермальный. В кварце присутствуют

включения, образовавшиеся в результате вскипания растворов, что свидетельствует о нестабильной обстановке минералообразования. Такие включения характерны для золоторудных кварцевых жил. Во время минералообразования менялся и солевой состав флюида. В начале и в конце процесса в составе солей преимущественно встречались хлориды натрия и калия. На промежуточных этапах активное участие принимали растворы, состоящие преимущественно из хлоридов магния и натрия. Наиболее активно образование крупнозернистого кварца происходило при 250—340 °С. Образование мелкозернистого кварца и связанной с ним рудной минерализации происходило в основном при 280—310 °С. На начальном этапе, при образовании крупнозернистого кварца, geoхимическая среда минералообразования характеризовалась повышенным содержанием азота, что вообще характерно для золоторудного кварца. Но обычно он присутствует в меньших количествах, чем углекислый газ. В изученных образцах содержание азота существенно больше углекислого газа и всех остальных газов. Это свидетельствует о резко восстановительных условиях минералообразования, при которых происходила кристаллизация кварца ранней генерации, а также, вероятно, миграция золотосодержащих комплексов и первичное отложение золота. Постепенно обстановка минералообразования менялась на более окислительную, о чём свидетельствует большое количество углекислого газа в составе первичных включений в позднем мелкозернистом кварце. В этих условиях могло происходить переотложение золота [5].

### Заключение

Проведённое нами изучение минералогии руд участка Кожимью выявило широкое развитие золото-серебро-висмут-теллуридной минерализации, парагенетически связанной с халькоzin-борнитовой и кварцево-жильной минерализацией. Применение комплекса термобарогеохимических методов позволило установить основные черты эволюции условий жильного минералообразования, благоприятствующие возникновению продуктивного золотоносного оруденения.

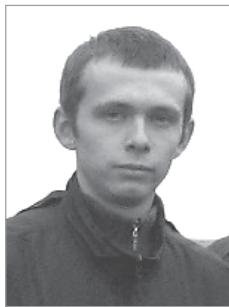
Таким образом, с большой вероятностью можно утверждать, что ми-

нералогические и термобарогеохимические свойства руд участка Кожимью свидетельствуют о его перспективности на золото.

Полученные результаты подтверждают мнение первооткрывателей [2] о принадлежности выявленной золоторудной минерализации к золото-кварцевой малосульфидной рудной формации смешанного метаморфогенно-гидротермального и магматогенно-гидротермального происхождения. Состав минеральной ассоциации, пространственная близость к массивам гранитов сальёрско-маньхамбовского комплекса позволяют сопоставить оруденение участка Кожимью с оруденением Торговского W-Mo-Vi месторождения, проявлением Синильга в Ресомахинском золоторудном узле, месторождением Сосновое и многочисленными проявлениями Хальмерынского рудного поля Хобеинского золоторудного узла [3] Торговско-Народинского рудного района.

### Литература

1. Борисенко А. С. Определение карбонатов и бикарбонатов натрия в растворах газово-жидких включений методом криометрии // Минералогия эндогенных образований (по включениям в минералах). Новосибирск: Ротапринт, 1975. Вып. 2. С. 98—105.
2. Жарков В. А. Коренное золото г. Маяк и правобережья р. Кожимью (Приполярный Урал) // Геология и минеральные ресурсы Европейского Северо-Востока России: Материалы XV Геологического съезда Республики Коми. Сыктывкар: ИГ Коми НЦ УрО РАН, 2009. Т. III. С. 188—190.
3. Ким Г. П. Особенности геологического строения и характеристика золоторудных объектов Хальмерынской площади (Приполярный Урал) // Тр. II Полярно-Уральской научно-практической конференции. Тюмень, 2004. С. 210—213.
4. Кузнецов С. К., Онищенко С. А., Филиппов В. Н., Жарков В. А. Кавацулит в ассоциации с минералами золота на Приполярном Урале // Материалы Международного минералогического семинара «Структура и разнообразие минерального мира». Сыктывкар, Республика Коми, Россия, 17—19 июня 2008 г. Сыктывкар: Геопринт, 2008. С. 113—115.
5. Попивняк И. В. Основные термобарогеохимические критерии прогнозирования и оценки золотого оруденения // Термобарогеохимия золота. Львов: Свит, 1995. С. 215—227.



# ВИЗЕЙСКО-СЕРПУХОВСКИЕ ОТЛОЖЕНИЯ БАССЕЙНА ВЕРХНЕЙ ПЕЧОРЫ

И. С. Комов

(научный руководитель А. И. Антошкина)

Несмотря на многолетние исследования, бассейн Верхней Печоры в геологическом отношении до сих пор остается слабоизученным районом, в связи с его сложным тектоническим строением. Основные геологические исследования здесь проводились со стратиграфическими целями, и поэтому детальная литолого-фациальная изученность оказалась слабой. Этот район является весьма интересным с позиций его геологического положения между самыми восточными (восточная часть западного склона Северного Урала) и западными (Предуральский краевой прогиб) разрезами отложений Елецкой структурно-формационной зоны в предколлизионное время. Поэтому установление особенностей развития окраины платформы, выражющихся в литологическом составе отложений, является весьма актуальным и представляет интерес для геологов разных направлений.

Район работ расположен на территории Северного Урала и относится к западной структурной зоне Уральской складчато-надвиговой области.

В геологическом строении района принимают участие породы, имеющие возраст от среднего ордовика до нижней перми, а также четвертичные отложения. Как видно из геологической карты, здесь наиболее широко развиты каменноугольные отложения (рис. 1, А).

Наибольший вклад в изучение каменноугольных отложений изучаемого района внесли работы В. А. Варсанофьевой, Н. В. Калашникова и А. И. Елисеева [2, 3], результатами которых автор пользовался при написании стратиграфии.

Район характеризуется сложным тектоническим строением. Он расположен в пределах западной подзоны Верхнепечорского поперечного опускания. Здесь развиты сильно сжатые, линейные, асимметричные складки, которые обычно опрокинуты на запад и осложнены надвигами и сдвигово-надвигами [9].

Были изучены разрезы визейско-го и серпуховского ярусов нижнего отдела каменноугольной системы, вскрытые в бассейне р. Утлан в обн. 8-12 (рис. 1, Б).

В обн. 12 и 11 выходят песчаники бобриковского горизонта, которые перекрываются тульскими известняками. В обн. 11а вскрыты известняки и доломиты алексинского горизонта. В обн. 10 — доломиты алексинского и михайловского горизонтов. В обн. 9 выступают известняки веневского горизонта, самые молодые известняки противинского горизонта серпуховского яруса вскрыты в обн. 8.

Макро- и микроскопическое изучение пород визейского и серпуховского ярусов позволило составить их схему классификации и выделить породы первичного и вторичного генезиса. Первичные по своему происхождению породы подразделяются на две группы: группа карбонатных пород, включающая четыре подгруппы известняки биокластовые, биоморфные, биоморфно-биокластовые и биохемогенные, и группа терригенных пород, в состав которой входит подгруппа кварцевых песчаников и алевролитов. Вторичные (преобразованные) породы представлены группой карбонатных пород, в состав которой выделяется подгруппа доломитов с теневой органогенной структурой и подгруппа карбонатно-кремневых пород (рис. 2).

В результате обособилось 15 основных литотипов.

В подгруппу биокластовых известняков входят следующие литотипы: полибиокластовые известняки, биокластовые известняки с хорошо окатанными органогенными обломками, водорослевые биокластовые известняки с фрагментами талломов водорослей *Fasciella* и *Ungdarella* [7], криноидные и брахиоподовые биокластовые известняки.

Как показали литолого-палеоэкологические исследования, литотипы данной подгруппы формировались в основном в условиях нижней и вер-

хней сублиторали. Скелетные обломки сюда привносились с более мелководных участков и подвергались интенсивной биокоррозии (рис. 3).

Исключением является лишь литотип биокластовых известняков с хорошо окатанными органогенными обломками. Эти отложения формировались в более мелководной части в условиях активной гидродинамики. Кроме того, присутствие в одном из шлифов вадозного цемента (рис. 4), образовавшегося под воздействием пресных и атмосферных вод, может указывать на то, что породы выводились в область литорали или даже супralиторали, т. е. в субаэральных условиях [10].

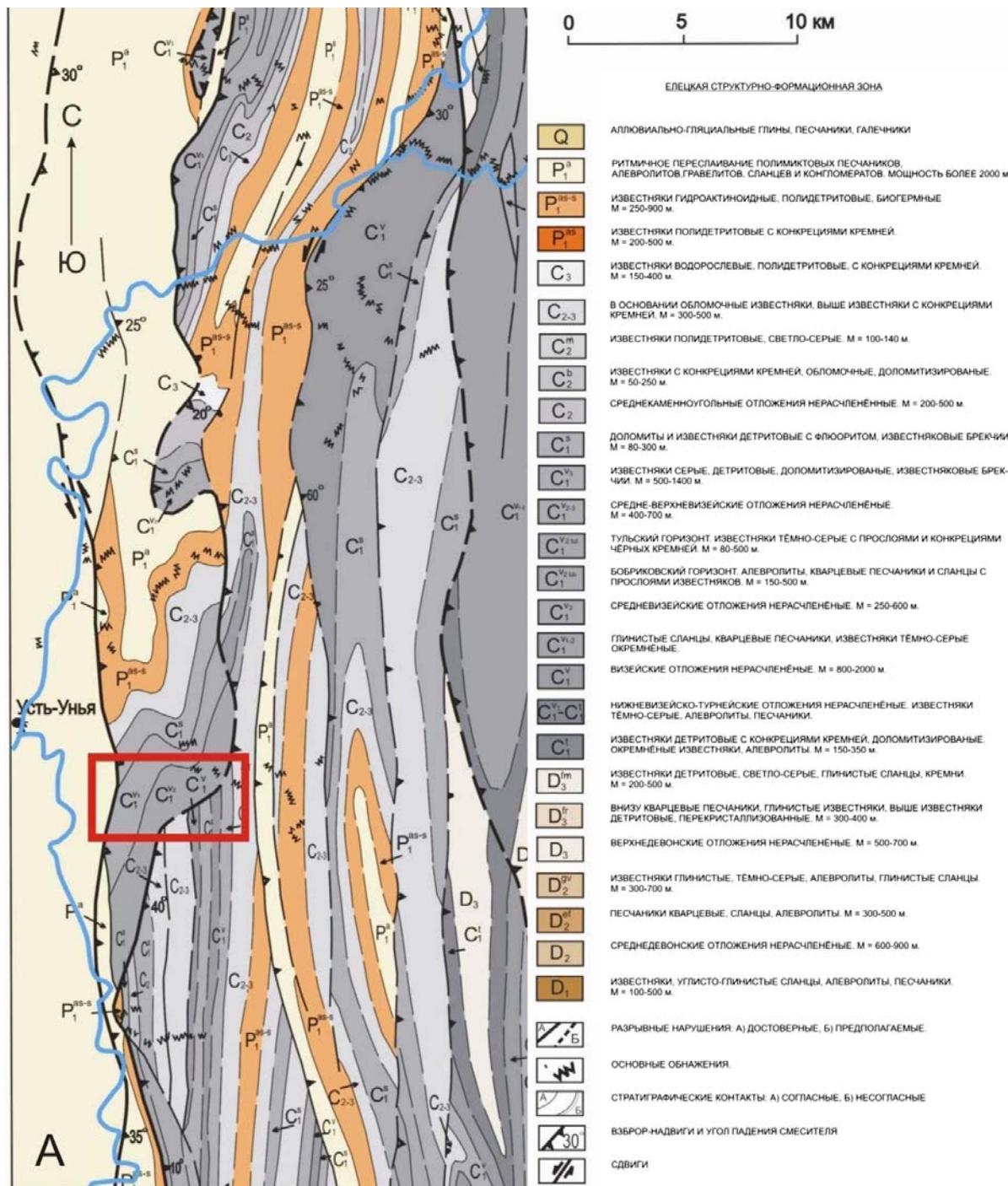
Подгруппа биоморфно-биокластовых известняков включает в себя литотип микробиально-биокластовых известняков, формирование которых происходило на границе литоральной и сублиторальной зон.

Подгруппа биоморфных известняков объединяет литотипы микробиальных, спикуловых и микробиально-кальцисферовых известняков. Микробиальные известняки с онколитами, в которых распознается структура цианобактерий *Girvanella* и *Ortonella*, формировались в литоральной зоне [4].

В микробиально-кальцисферовых известняках среди кальцисфер, в происхождении которых много неясного, отчетливо распознаются кальцитизированные радиолярии. Это явление распространено и в верхнедевонских микробиально-кальцисферовых известняках, о чем имеется ряд публикаций К. М. Седаевой и В. А. Вишневской [11], А. И. Антошиной [1] и др.

Установление этого факта дает возможность считать, что микробиально-кальцисферовые известняки, как и спикуловые, формировались в условиях нижней сублиторали.

В подгруппу биохемогенных известняков входят микробиально-сгустковые известняки и остракодово-брахиоподовые ракушняки с микро-



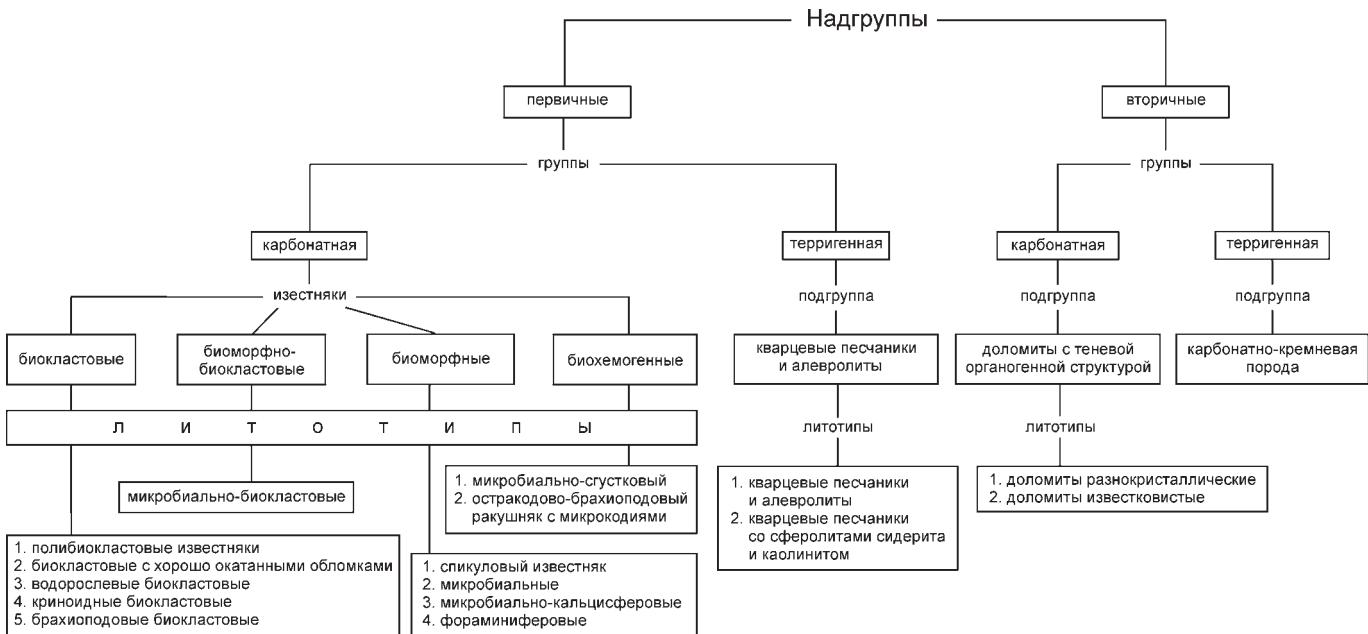
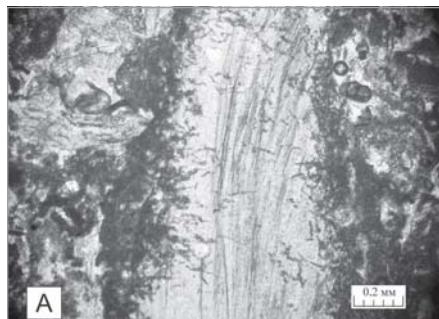
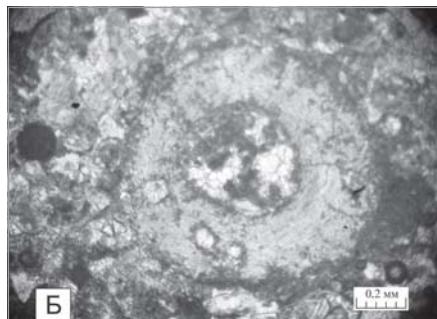


Рис. 2. Основные литотипы визейско-серпуховских отложений



А



Б

Рис. 3. Интенсивная биокоррозия: А — фрагмент створки брахиоподы, шл. 8/1, обр. Утл 8/1 (николи параллельны); Б — игла брахиоподы, шл. 10/17, обр. Утл 10/17 (николи параллельны)

фах, т. е. первичные породы формировались в условиях глубокой сублиторали.

Таким образом, изучение выделенных литотипов показало, что формирование их происходило не только в разных условиях, но и в разные этапы осадочного процесса: седиментогенеза и эпигенеза.

Выявленные условия образования основных литотипов обнаружили широкий спектр обстановок осадкообразования: от континентальных (бары с почвенным горизонтом) до глубоководных (нижняя сублитораль) (рис. 5).

Построение фациальных кривых по разрезам обн. 8—12 показало, что в отложениях проявляется некоторая цикличность трансгрессивно-регressiveного типа, но присутствие большого числа перерывов не дает возможности четко выделить циклиты. Однако можно отметить ряд литотипов, образующих регressive и трансгрессивные части циклитов. На

регressiveный характер осадконакопления указывают: кварцевые песчаники со сферолитами сидерита и каолинитом, биокластовые известняки с хорошо окатанными органогенными обломками и участками водозного цемента, остракодово-брахиоподовые ракушняки с микрокодиями и микробиально-глутковые известняки.

О трансгрессивном начале циклитов говорят следующие литотипы: спикуловые известняки, микробиально-кальцисферовый известняк, карбонатно-кремневые породы (рис. 5).

Границы стратиграфических подразделений, там, где они проявлены в разрезах, характеризуются либо резко выраженной регрессией, вплоть до формирования континентальных отложений (кровля бобриковского горизонта), либо частой резкой фациальной сменой условий осадкообразования от супралиторали до нижней сублиторали (кровля алексинского горизонта). Анализ фациальной кривой показывает, что более

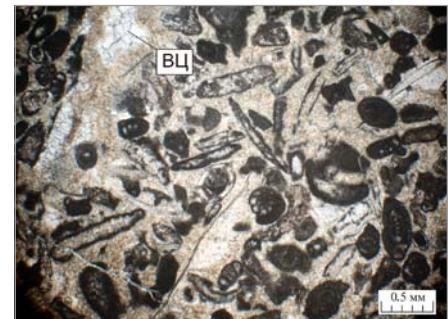


Рис. 4. Биокластовый известняк с участками водозного цемента (ВЦ), шл. 10/25, обр. Утл 10/25 (николи параллельны)

устойчивый характер осадконакопления был в позднеалексинское и михайловское время. В противное время преобладают обстановки верхней сублиторали, охарактеризованные группой биокластовых известняков (полибиокластовых и биокластовых водорослевых).

Полученные данные кривых фаций и колебания уровня моря, а также чередование различных литотипов говорят о том, что в бобриковское время в данном районе в прибрежноморских условиях формировались песчаные бары в приустьевых частях рек, а на них затем образовался почвенный горизонт. В тульское время происходит резкая трансгрессия моря, о чем свидетельствует накопление криноидных известняков. В алексинское время преобладали нормально-морские условия, но в более позднее время в результате регрессии моря эти отложения были выведены в условия крайнего мелководья. Михайловское время характеризуется неустойчивым

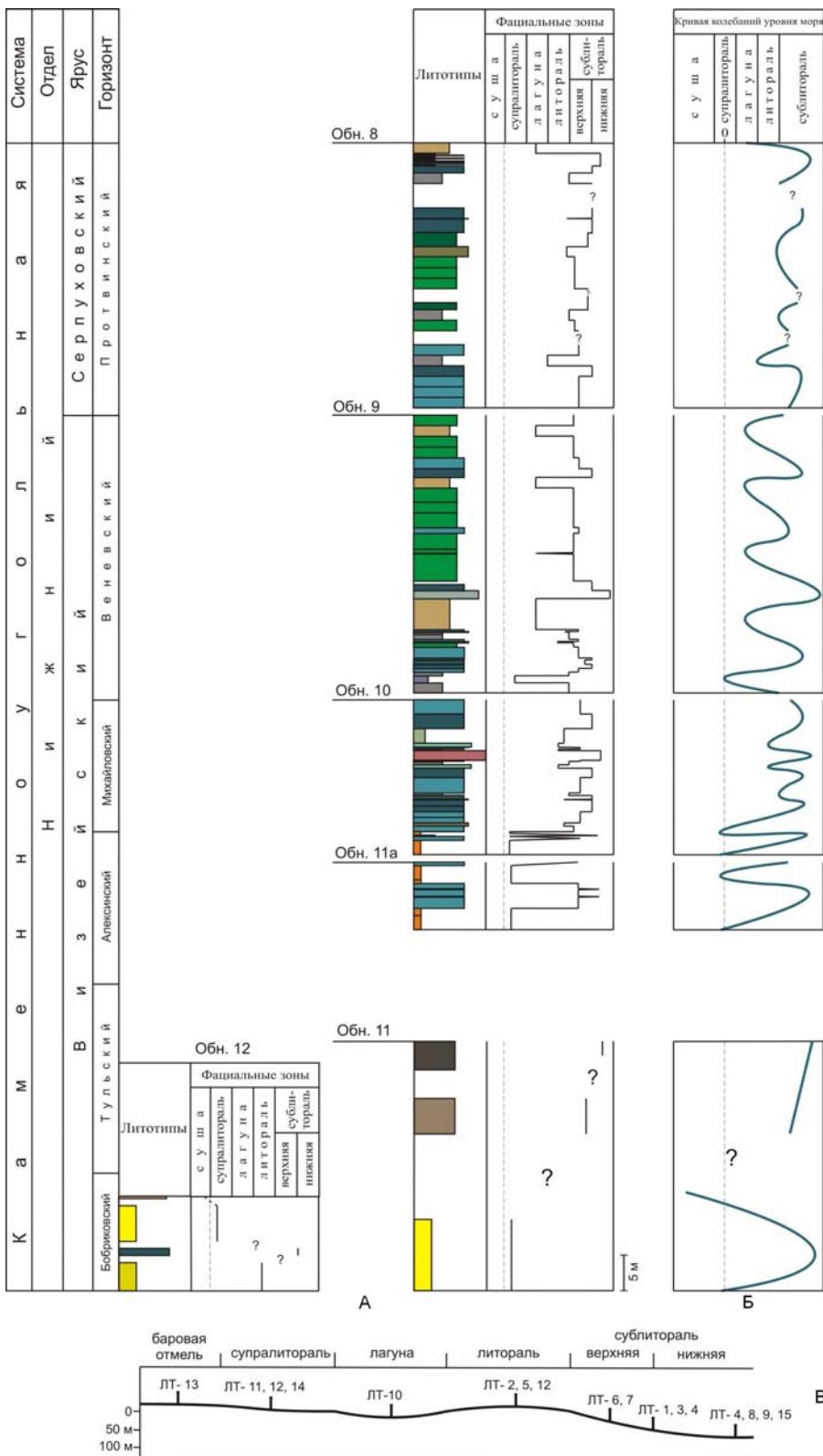


Рис. 5. Схема сопоставления визейско-серпуховских отложений с указанием фациальных зон (а), колебаний уровня моря (б) и палеогеографическим профилем с указанием местоположения литотипов в фациальных зонах (в)

тектоническим режимом, о чём говорит частая смена трансгрессий и регрессий. В веневское время также наблюдается чередование трансгрессий и регрессий, но временные промежутки между ними больше. Протвинское время характеризуется более спокойным тектоническим режимом, т. к.

преобладают сублиторальные условия осадконакопления, временами сменяющиеся активноводными условиями литорали.

Таким образом, полученные фациальные кривые и кривая колебания относительного уровня моря показывают, что в визейско-серпуховское

время на данной территории, представляющей пологую окраину карбонатного шельфа, существовало мелкое море без резких перегибов рельефа дна. Частая смена фаций, отчетливо видимая по смене литотипов, возможно определялась наступлением предколлизионного периода в пределах Палеоуральского океана, сопровождавшегося некоторой тектонической активизацией.

## Литература

1. Антошина А. И. Рифообразование в палеозое (на примере севера Урала и со-пределльных территорий). Екатеринбург: УрО РАН, 2003, 303 с.
2. Варсанофьев В. А. К характеристике визейских отложений бассейна Малой Печоры // Труды Института геологии Коми филиала Академии Наук СССР, 1970.
3. Елисеев А. И. Формации зон ограничения северо-востока европейской платформы (поздний девон и карбон). Л.: Наука, 1978. 203 с.
4. Иванова Р. М. Биогеография и палеэкология альгофлоры карбона // Палеонтология и стратиграфия, 2002, вып. 5, с. 149–157 (приложение к журналу «Геология и геофизика», т. 43).
5. Малышева Е. О., Антошина А. И. Микрокодии в верхнепермских отложениях Печорского бассейна как показатель субаэральных условий // Минералогия и жизнь: биominеральные взаимодействия: Тез. докл. Сыктывкар: Геопринт, 1996. С. 56–57.
6. Малышева Е. О., Ларионова З. В., Рябинкина Н. Н., Тимонина Н. Н. Природные резервуары в терригенных формациях Печорского нефтегазоносного бассейна. Сыктывкар: Коми НЦ УрО РАН, 1993. 154 с.
7. Маслов В. П. Атлас породообразующих организмов. М.: Наука, 1973. 267 с.
8. Рябинкина Н. Н. Условия формирования и перспективы нефтегазоносности визейского терригенного комплекса Печорского бассейна. Екатеринбург: УрО РАН, 2006. 103 с.
9. Юдин В. В. Орогенез севера Урала и Пай-Хоя. Екатеринбург: Наука, 1994. 285 с.
10. Flügel E. Microfacies analysis of limestones. Berlin; New York: Springer-Verlag, 2004. 986 p.
11. Sedaeva K. M., Vishnevskaya V. S. An origin of spheropatterned limestones in the Late Devonian mud mounds of the South-East Western Siberia // Pan-Arctic Palaeozoic Tectonics, Evolution of Basins and Faunas. Syktyvkar: Geoprint, 2000. P. 105–107. (Ichthyolith Issues Special Publication 6).
12. Kabanov P., Anadon P., Krumbeib W. E. Microcodium: an extensive review and proposed non-rhizogenic biologically induced origin for its formation / Sedimentary Geology. 2008. V. 205. P. 79–99.



# ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ И ХАРАКТЕРИСТИКА ПОРОД НЕЧЕНСКОГО БУРоУГОЛЬНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ КОСЬЮ-РОГОВСКОЙ ВПАДИНЫ

Выпускница СыктГУ Н. С. Суворова  
(научный руководитель В. А. Салдин)

Неченское буроугольное месторождение расположено в Косью-Роговской впадине Предуральского краевого прогиба и приурочено к одноименной синклинали, простирающейся вдоль юго-восточного борта гр. Чернышева с юго-юго-запада на северо-восток. Наиболее перспективная площадь месторождения приурочена к верхнему течению р. Неча (рис. 1). В районе месторождения развиты верхнепермские терригенные породы тальбейской свиты печорской серии. Слои пермских пород залегают субгоризонтально и перекрываются четвертичными отложениями. На некоторых участках они диформированы в пологие складки.

Достоверно известно, что первые сведения о наличии бурых углей на р. Неча сообщил в 1912 г. геологу П. П. Матафтину местный житель И. Н. Сорвачев. В 1923 г. под руководством В. П. Семяшкина на месторождении было пробурено семь скважин ручного бурения, в пяти из которых был отмечен уголь. В 1924 г. обнажения уг-

лей в бассейне р. Неча были изучены геолого-поисковой партией А. А. Чернова, который отнес угленосные отложения к пермским осадкам. В 30-х гг. на месторождение работали Н. К. Складнев, В. В. Коперина, В. Н. Нашивочников, Н. Н. Тихонович, П. И. Полевой. Позднее на Неченском месторождении исследования проводили Б. Н. Андросов, С. А. Князев, К. Х. Музаров, С. С. Самолкин и др. [1—3]. В 2008 г. на Неченском месторождении ревизионные работы проводились сотрудниками Института геологии Коми научного центра УрО РАН.

Целью наших работ было выяснение строения, состава и условий образования вмещающих пород неченского буроугольного месторождения Косью-Роговской впадины.

В результате исследований проведено расчленение и корреляция разрезов (обн. 758, 757, 463, 467) верхнепермских пород [4]. Найден литологический маркер, представленный пачкой зеленовато-серых глин с включениями карбонатных конкреций. Угленосные

отложения в изученных разрезах слагают три типа пачек, отличающихся по составу и строению: 1) угольные (пачка 1 обн. 463, 754); 2) глинисто-угольные (пачки 1—3 обн. 758); 3) угольно-глинистые (пачки 2—7 обн. 757 и пачка 5 обн. 758). Так как угленосные отложения пачек второго и третьего типа наблюдаются в едином разрезе, то их можно объединить в одну угольную толщу. В итоге на изученной площади Неченского месторождения в естественных выходах выделяются две различные угленосные толщи.

В разрезе Неченского буроугольного месторождения кроме каустобиолитов были выделены следующие группы пород: глинистые, терригенные и карбонатные. Они слагают разные по мощности слои и пролегают по разрезу неравномерно. Наиболее широко распространены глинистые породы, алевролиты и угли. Редко встречаются слои песчаников и лишь в виде конкреций отмечены карбонатные породы.

**Глинистые породы** наблюдаются во всех изученных разрезах (обн. 758, 757, 463, 467). Они образуют слои мощностью от первых сантиметров до метра. Глинистые породы представлены плотными средне литифицированными разновидностями, которые можно аттестовать как глины уплотненные (размокающие в воде) или аргиллитами слабо литифицированными. Глины по цвету разделяются на зеленовато-серые (Сорг. от 0.01 до 9 %) и темно-серые (от 10 до 30 %). Среди темно-серых глин по составу обособляются углистые глины. Текстура пород массивная.

Для определения минерального состава глинистых пород Неченского месторождения был выполнен дифрактометрический анализ 40 образцов, а также изучены 10 шлифов аргиллитов под поляризационным микроскопом.

Под микроскопом в шлифах наблюдается основная масса (60—90 %)

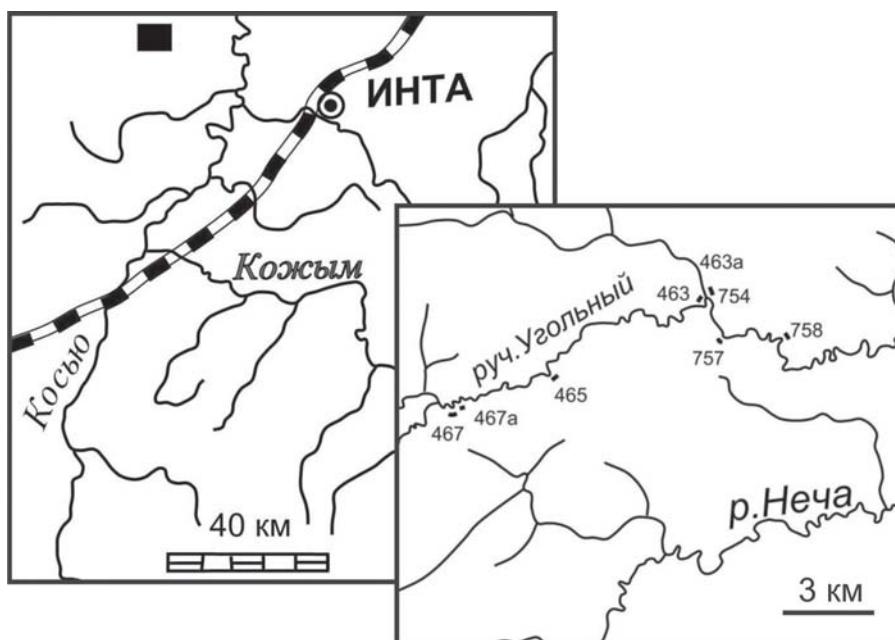


Рис. 1. Местоположение и расположение коренных выходов верхнепермских пород Неченского буроугольного месторождения



пелитоморфной структуры и примесь алевритовой размерности (10—20 %). Среди основной массы легко узнаются включения зерен серицита и хлорита. Серицит (до 5 % от всей глинистой массы) представлен зернами удлиненной формы (в виде иголочек), иногда размером до 0,07 мм (рис. 2). Хлорит отмечен двумя видами: зерна удлиненной формы насыщенного зеленого цвета и чешуйчатые агрегаты — бледно-зеленого цвета. Размеры зерен

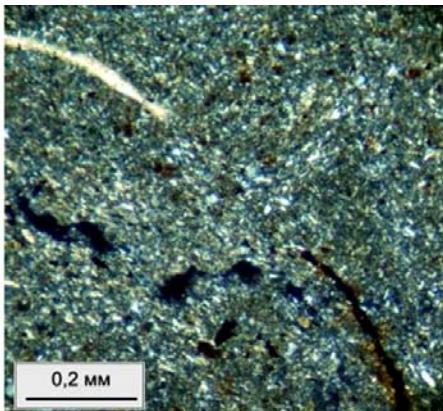
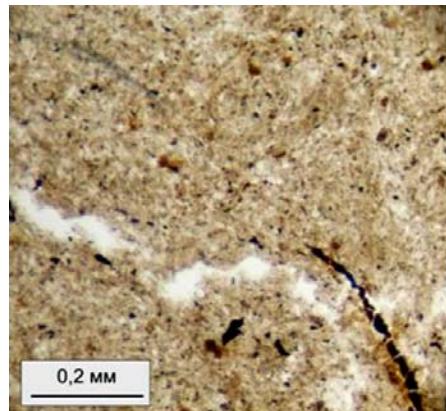


Рис. 2. Аргиллит с алевритовой примесью (шлиф с анализатором и без анализатора). Руч. Угольный, обн. 467, обр. 467-6.

хлорита от 0,01 до 0,04 мм. В виде включений алевритовой и тонкопесчаной размерности встречены зерна кварца, калиевого полевого шпата, плагиоклазов, а также циркона и лейкоксена.

Для разных пачек разреза Неченского месторождения выделено две устойчивые ассоциации глинистых минералов: 1) хлорит-иллит-каолинитовая и 2) иллит-смектит-хлорит-каолинитовая [5].

Первая ассоциация связана с угольными пачками и распространена в углистых аргиллитах и собственно углях (рис. 3). Преобладающим минералом является каолинит, составляющий от 73 до 93 %. Хлорит и иллит имеют примерно одинаковое процентное содержание, варьирующееся от 5 до 15 %. В породах в основании разреза наблюдается самое низкое содержание хлорита (2 %) и иллита (5 %) и самое высокое — каолинита (93 %). В угольной пачке важно отметить полное отсутствие смектита. Однако в аргиллите непосредственно в кровле этой пачки (обн. 463, обр. 27) обнаружен смектит (до 2 %).

Вторая ассоциация характерна для глинистых пород безугольных пачек (рис. 3). Здесь каолинит также преобладает, но содержание его уменьшается от 30 до 70 %, а содержание хлорита увеличивается от 15 до

31 % и в большинстве случаев преобладает над иллитом. Содержание иллита в целом остается прежним 5—14 %, лишь в верхней части рассматриваемого разреза увеличивается до 20 %, при этом содержание каолинита уменьшается до 30 %. Характерным компонентом ассоциации является смектит, составляющий от 5 до 30 %, в среднем его количество даже больше иллита. Как было уже отмечено выше, смектит в значительном коли-

честве присутствует в образцах обн. 467, а в данном обнажении выходы угольных пластов вовсе отсутствуют.

Песчаники относятся к граувакковым (содержание обломков пород превышает 25 %), главным образом, зеленовато-серого цвета, встречены в обн. 463, 467, 757. Они образуют слои незначительной мощности (0,05—0,1 м), переслаиваясь с алевролитами и глинистыми породами, и характеризуются тонкой горизонтальной и косой слойчатостью. Лишь в обн. 757, в верхней части разреза, встречен выклинивающийся слой крупно-зернистого песчаника (размер обломков 0,01—1 мм) желто-коричневого цвета с крупной косой слоистостью и линзами (10×30 см) угля.

По соотношению главных породообразующих компонентов на диаграмме В. Д. Шутова [6] обособляются два типа граувакк — собственно граувакки и полевошпато-кварцевые граувакки. По структурно-вещественным признакам выделено три типа песчаников: собственно граувакковые крупнозернистые, полевошпато-кварцевые граувакки среднезернистые и мелко тонкозернистые.

Среди обломков пород определены осадочные (силициты, кварцевые

честие присутствует в образцах обн. 467, а в данном обнажении выходы угольных пластов вовсе отсутствуют.

**Терригенные породы** представлены песчаниками и алевролитами. Наиболее широко распространены

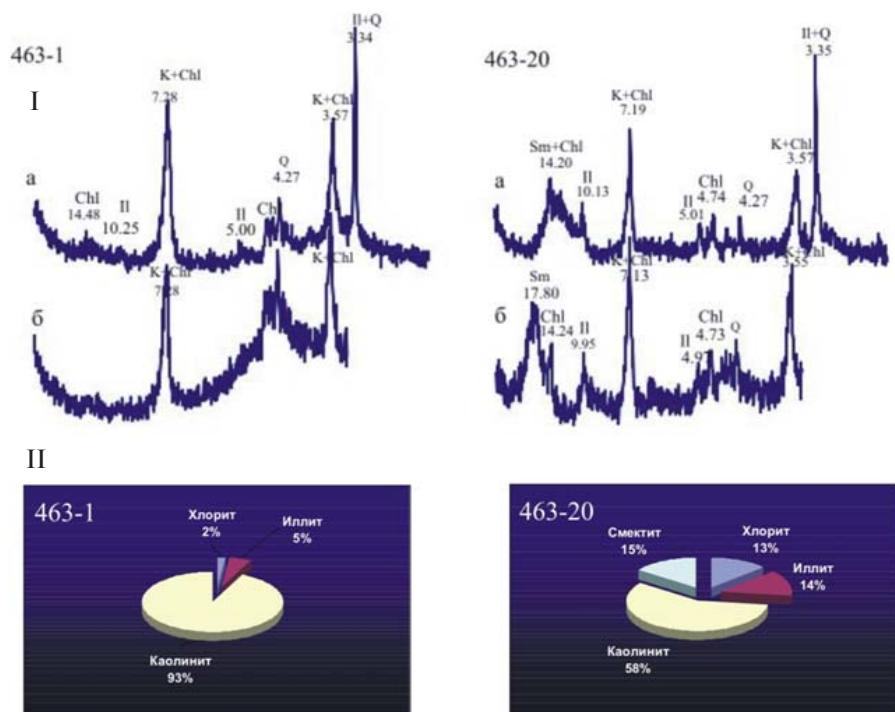


Рис. 3. Типичные дифрактограммы (I) и диаграммы (II) глинистой фракции: обр. 463/1 — из углистой пачки и обр. 463/20 — из неуглистой пачки. Воздушно-сухой образец (а) и обработанный глицерином (б). Межплоскостные расстояния в ангстремах. Sm — смектит, Chl — хлорит, Il — иллит, K — каолинит, Q — кварц



песчаники, аргиллиты), метаморфические (хлорит-серицитовые, хлоритовые, кварц-серицитовые и кварц-хлоритовые сланцы) и магматические (гранитоиды, основные и средние эфузивные) породы. Преобладают обломки кремнистых пород, поэтому песчаники классифицированы как литокластические граувакки. Минералы представлены кварцем, полевыми шпатами (рис. 4).

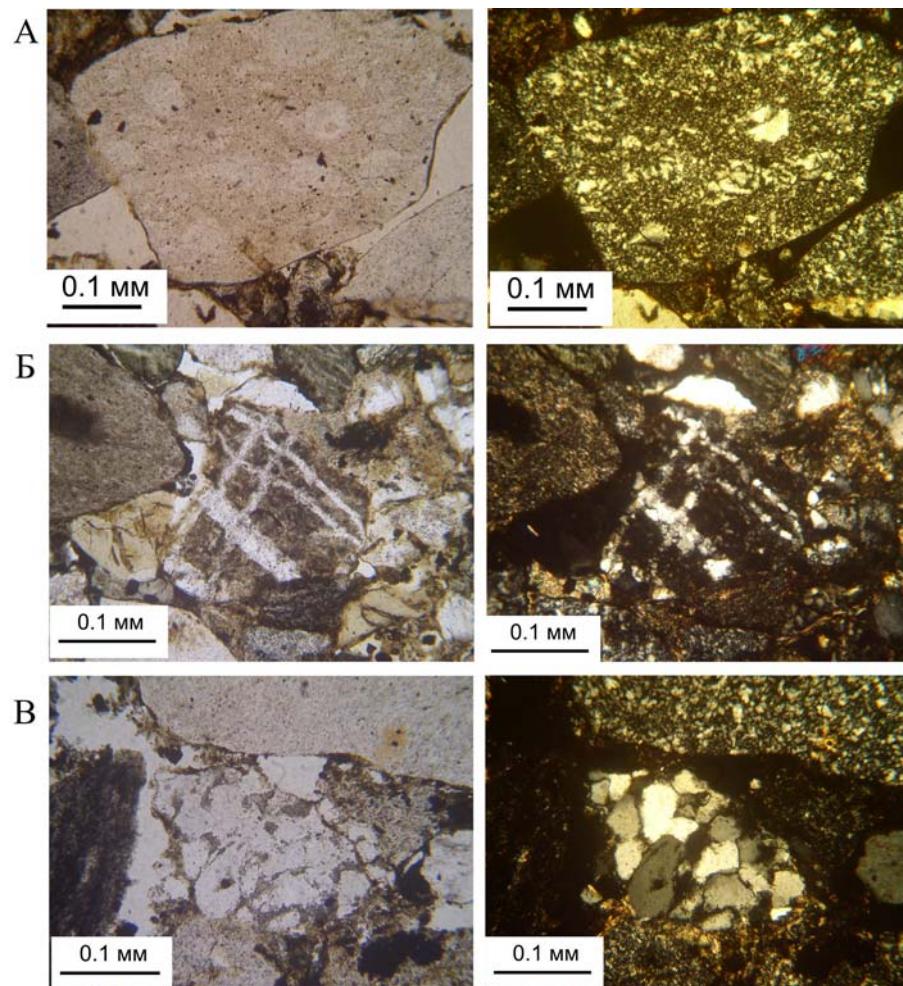


Рис. 4. Обломки осадочных пород в граувакковом песчанике (А — радиолярит; Б — обломок глинистой породы в центре шлифа; В — кварцевый песчаник в центре и кремнистая порода вверху шлифа).

В тяжелой фракции под бинокуляром определены циркон, хромшпинелиды, турмалин, рутил, апатит, гранат, ильменит, магнетит, эпидот, дистен, сфен, амфиболы (рис. 5).

Все минералы можно отнести к трем группам: весьма устойчивым к выветриванию, переносу и внутристойному растворению (циркон, хромшпинелиды, турмалин, рутил), устойчивым (апатит, гранат, ильменит, магнетит) и умеренно устойчивым (эпидот, дистен, сфен, амфиболовы). Данные по тяжелой фракции песчаников указывают на то, что среди источников обломочного материала

большую роль играли основные и в меньшей степени кислые изверженные породы [7—9]. Однако изучение обломочной части в шлифах противоречит этому выводу. На диаграмме Диккенсона [6] состав обломочных компонентов верхнепермских песчаников тальбейской свиты попадают в поля разных тектонических обстановок: собственно граувакки отвечают рециклированным орогенам, средне-

ности характерно одномодальные кривые распределения, а для грубозернистых — бимодальное [8]. Бимодальное строение объясняется смешением двух отстоящих друг от друга фракций обломков. В нашем случае две моды образованы распространением зерен размером мелкозернистой фракции (0.1—0.25 мм), вес которых составляет 27 % от всего образца и зернами грубозернистой фракции (1—2 мм), весом 25 %. Такое распределение кривой, возможно, объясняется двумя в равной степени действующими способами переноса частиц. Вероятно, это сальтация — мелкозернистые частицы и перекатывание — грубозернистая фракция. Для определения различных гранулометрических коэффициентов были построены аккумулятивные кривые, на основании которых определены средний размер зерен песчаников, коэффициенты сортировки, асимметрии, величины эксцессов и различные квантили. На диаграмме Гостинцева (диаграмма построена по зависимости эксцесса и асимметрии) изученные четыре пробы песчаников легли в динамогенетическое поле — это участки устьев рек, мелководье, речные плесы, морские фации и одна проба — в поле осадков рек и пойм. На диаграмме Пассеги (зависимость значения медианы и 1 % квантиля), направленной на определение способа переноса частиц в водной среде, изученные четыре пробы песчаников легли в поле О/Р — осадков перекатывания с незначительным количеством осадков взвеси, и одна проба попала в поле Р/Q — осадки взвеси с некоторым количеством осадков перекатывания [10]. В целом для изученных пород можно отметить относительно высокий гидродинамический режим потока, транспортирующий обломочный материал.

Для выяснения условий образования песчаников не достаточно проведенных гранулометрических анализов. Требуется гораздо больше изменений и в настоящее время нет однозначных гранулометрических параметров и диаграмм для диагностики генезиса обломочных пород [11]. Однако некоторые выводы на основании гранулометрических анализов все-таки можно сделать, например о способе переноса частиц.

**Карбонатные породы** встречены в обн. 467, 758 и 757 в алевролинистых породах и глинах. Они представлены сидеритовыми конкрециями, отличающимися и по составу. В обн. 467 они

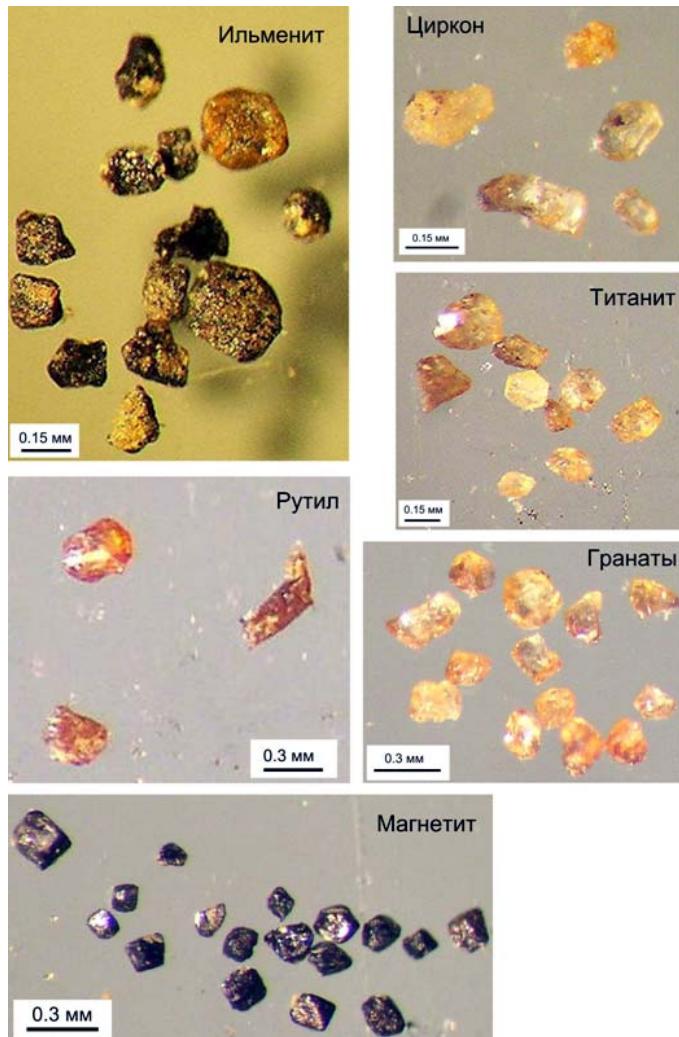


Рис. 5. Минералы тяжелой фракции песчаников тальбейской свиты Неченского буроугольного месторождения (руч. Угольный, обн. 757).

имеют округлую и округло-удлиненную форму [12], часто со скорлуповато-концентрической отдельностью кальцит-сидеритового состава (обр. 467/97, рис. 6). Размеры их изменяются от первых сантиметров до 0.5 м. Самые большие конкреции имеют округлые формы и встречены у уреза воды в осыпи. Под микроскопом карбонатная часть представлена пелитоморфными зернами сидерита и микрозернистыми зернами кальцита. Согласно данным фазового карбонатного анализа содержание карбонатных компонентов в конкреции составляет 36 %. Сидерита в конкреции, согласно химическому пересчету ( $\text{FeO} = 13.26 \%$ ), содержится 21.3 %, остальная часть представлена кальцитом ( $\text{CaO} = 11.19$ ). Основную часть конкреций слагают глинистые минералы и обломки алевритовой размерности, среди которых узнаются кварц,

полевые шпаты, обломки пород и серицит. Следует отметить, судя по содержанию  $\text{P}_2\text{O}_5$  (1.62 %) в конкреции присутствуют фосфатные минералы [14–16].

Конкреции, встреченные в обн. 758 и 757, являются сидеритовыми. Карбонатная часть конкреции (обр. 758/116) составляет 85 % и представлена сидеритом с изоморфной примесью марганца и кальция ( $\text{FeCO}_3 = 94 \%$ ,  $\text{MnCO}_3 = 3 \%$  и  $\text{CaCO}_3 = 3 \%$ ). Нерастворимый остаток — 7.5 %. Форма конкреций караваебобразная диаметром около 30 см. Сидерит под микроскопом имеет волокнистую и радиально-лучистую структуру размером 0.05–0.08 мм. Наблюдаются трещины, выполненные гидроксидами железа.

Сидеритовая конкреция в обн. 757 (обр. 757/101) размером  $0.2 \times 0.12$  м, округло-удлиненной формы встречена у уреза воды. Согласно фазовому

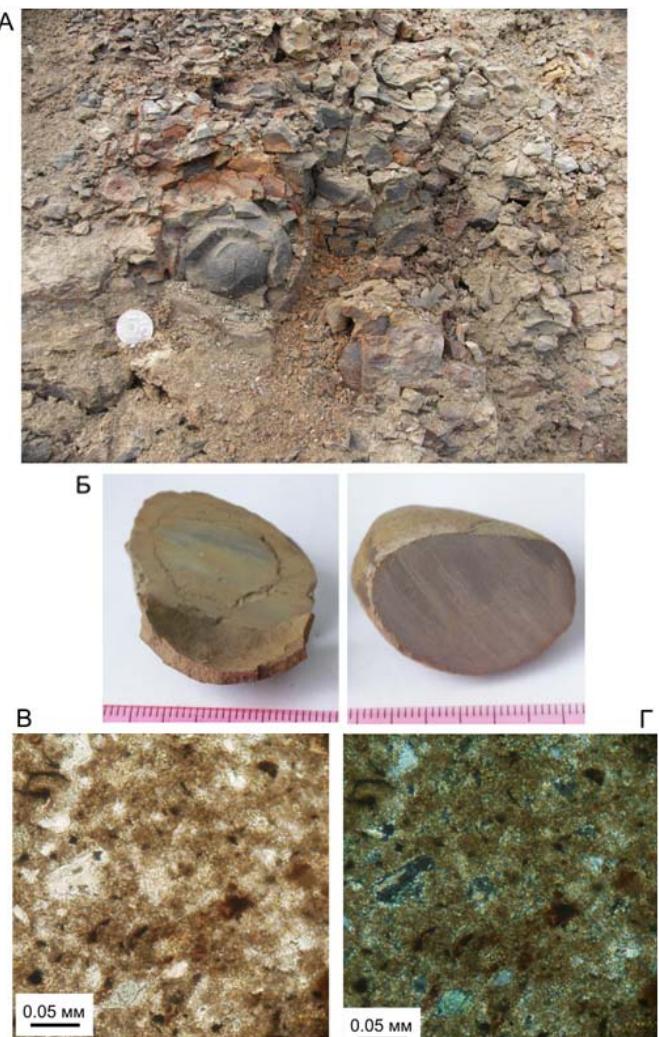


Рис. 6. Конкреционные образования: А — кальцит-сидеритовые конкреции со скорлуповатой отдельностью (руч. Угольный, обн. 467); Б — удлиненно-округлые формы конкреций (обр. 467-97); В, Г — микрозернисто-пелитоморфная структура конкрециообразователя с обильным терригенным материалом вмещающих пород (В — в проходящем свете, Г — с анализатором)

карбонатному анализу сидерит составляет 63 %, остальная часть конкреции сложена глинистым материалом. В составе сидерита содержание  $\text{FeCO}_3 = 89.5 \%$ ,  $\text{MnCO}_3 = 2.4 \%$  и  $\text{MgCO}_3 = 3.1 \%$ ,  $\text{CaCO}_3 = 5 \%$ . Структура сидерита волокнистая (0.02 мм).

Наличие карбонатной составляющей в обр. 467 обнажения подтверждено реакцией пород на 5 %-ную соляную кислоту. Конкреции подверглись рентгеноструктурному анализу (оператор Ю. С. Симакова), на основании которого было установлено присутствие собственной фазы кальцита не только в образцах обн. 467, но и в обн. 757.

В результате исследований проведено расчленение и корреляция разрезов верхнепермских пород Неченского буроугольного месторождения и выделены две угленосные толщи.



Для разных пачек разреза Неченского месторождения выделено две устойчивые ассоциации глинистых минералов: 1) хлорит-иллит-каолинитовая и 2) иллит-смектит-хлорит-каолинитовая. Каолинит является преобладающим минералом во всех глинистых породах, исходя из чего можно предположить, что породы формировались в континентальных условиях (КВ) гумидной зоны. Отсутствие в глинистых породах угольной пачки смектитов и высокое, по сравнению со вмещающими породами, содержание каолинита обусловлено тем, что за счет выщелачивания под действием растворов, содержащих органические продукты, поступающие из болота, в котором формировались угольные пласты, смектиты преобразовались в каолинит.

По соотношению главных породообразующих компонентов и структурно-вещественным признакам выделено три типа песчаников: собственно граувакковые крупнозернистые, полевошпато-кварцевые граувакки среднезернистые и мелко-тонкозернистые. Среди обломков пород определены осадочные, метаморфические и магматические породы. Преобладают обломки кремнистых пород, поэтому песчаники классифицированы как литокластические граувакки. Минералы представлены кварцем, полевыми шпатами.

Карбонатные породы представлены микрозернисто-пелитоморфными кальцит-сидеритовыми и тонкозернистыми волокнистыми сидеритовыми конкрециями, служащими литологическими маркерами для корреляции разрезов.

Автор выражает благодарность за научные консультации к. г.-м. н. И. Н. Бурцеву, к. г.-м. н. Ю. С. Симаковой, с. н. с. И. В. Швецовой, м. н. с. О. С. Процько, н. с. Б. А. Макееву. За техническую помощь — сотрудникам аналитической группы и шлифовальной мастерской Института геологии. Особая благодарность моему научному руководителю к. г.-м. н. В. А. Салдину

### Литература

**1.** Чернов А. А. Угленосные районы бассейна Косью в Печорском крае по исследованиям 1924 г. Л.: Изд-во Геол. ком. 55 с. (Материалы по общей и прикл. геологии Геол. ком.; Вып. 119). **2.** Волков М. С. Ископаемые угли бассейна р. Печоры // Труды Главно-

го геологоразведочного управления ВСНХ СССР. Вып. 18. М.-Л., 1931. **3.** Оллыайнен А. М., Шуреков Н. А. Угольные месторождения Интинского района (Печорский район). Инта, 1997. 291 с. **4.** Салдин В. А., Бурцев И. Н., Груздев Д. Г., Шеболкин Д. Н. Корреляция разрезов верхнепермских отложений Неченского бороугольного месторождения // Геология и минеральные ресурсы европейского северо-востока России: Материалы XV Геологического съезда Республики Коми (13—16 апреля 2009 г.). Т. III. Сыктывкар: Геопринт, 2009. С. 237—240. **5.** Суторова Н. С., Симакова Ю. С. Состав глинистых пород верхнепермского Неченского бороугольного месторождения (Косью-Роговская впадина) // Структура, вещество, история литосферы Тимано-Североуральского сегмента. Информ. материалы 18-й научной конференции. Сыктывкар: Геопринт, 2009. С. 145—150. **6.** Шутов В. Д. Классификация терригенных пород и граувакки // Граувакки. М.: Недра, 1972. С. 9—29. **7.** Петтиджон Ф., Поттер Г., Сивер Р. Пески и песчаники. М.: Мир, 1976. 535 с. **8.** Петтиджон Ф. Осадочные породы (перевод с англ.). М.: Недра, 1981. 751 с. **9.** Шванов В. Н. Петрография песчаных пород (компонентный состав, систематика и описание минеральных видов). Л.: Недра, 1987. 269 с. **10.** Рейнек Г. Э., Сингх И. Б. Обстановки терригенного осадконакопления (с рассмотрением терригенных кластических осадков): Пер. с англ. М.: Недра, 1981. 439 с. **11.** Биккенин В. Т., Рожков Г. Ф. Критический обзор генетических диаграмм в гранулометрии // Литология полезных ископаемых. 1982. № 6. С. 3—14. **12.** Атлас конкреций. Л.: Недра, 1988. 323 с. **13.** Зарецкий П. В. Изоморфизм железа, магния и кальция в карбонатных конкрециях угленосных отложений Донецкого бассейна // Литология и полезные ископаемые, 1965. № 3. С. 45—60. **14.** Зарецкий П. В. Химико-минеральный состав конкреций и вмещающих пород // Литология и полезные ископаемые, 1973. № 2. С. 100—108. **15.** Зарецкий П. В. Минералогия и geoхимия конкреционных образований угленосных отложений // Конкремции и конкреционный анализ. М.: Наука, 1977. С. 60—73. **16.** Dickinson W. R., Beard L. S., Brakenridge G. R. et al. Provenance of North American Phanerozoic sandstones in relation to tectonic setting // Bull. Geol. Soc. Amer., 1983. Vol. 94. № 2. P. 222—235.

13-я студенческая научная конференция

### Геолого-археологические исследования в Тимано-Североуральском регионе

28 октября 2010 г.  
Сыктывкар

### Информационное письмо

#### Организаторы конференции:

- Институт геологии Коми научного центра УрО РАН
- Сыктывкарский государственный университет
- Институт языка, литературы и истории Коми научного центра УрО РАН
- Коми государственный педагогический институт

#### Научная программа конференции:

География, геоморфология, геология, стратиграфия, литология, минералогия, петрография, тектоника Тимано-Североуральского региона; Археологические и геолого-археологические исследования в Республике Коми и сопредельных регионах; История геолого-географических исследований.

*К участию в конференции приглашаются студенты, аспиранты и молодые преподаватели вузов и академических организаций Республики Коми и сопредельных территорий.*

Научная программа конференции предусматривает заслушивание пленарных и рассмотрение стеновых докладов. Развернутые тезисы докладов будут напечатаны в сборнике материалов конференции.

#### Контрольные сроки

Представление тезисов докладов  
*до 11 октября 2010 г.*  
Рассылка приглашений и программы конференции

*25 октября 2010 г.*

#### Адрес для контактов:

167982, г. Сыктывкар, ул. Первомайская, 54, Институт геологии Коми НЦ УрО РАН, каб. 507.  
Секретарь Т. П. Майорова  
Телефон: (8212) 24-51-67  
Эл. почта: mayorova@geo.komisc.ru



# СКАНИРУЮЩАЯ ЭЛЕКТРОННАЯ МИКРОСКОПИЯ НИТЕВИДНОГО И ДЕНДРИТОИДАЛЬНОГО ЗОЛОТА

Выпускник СыктГУ С. С. Шевчук

(научный руководитель В. А. Петровский)

By1987@mail.ru

Для большого числа минеральных видов характерны нитевидные кристаллы, наиболее известным является асбест. Реже нитевидные кристаллы встречаются у золота. Такие проволоковидные выделения золота были обнаружены на месторождениях России [1], включая Полярный Урал. Данное золото было обнаружено в нижней части коры выветривания (зоне окисления) рудопроявления Нияхойское-2 [2].

В качестве основного оборудования был выбран сканирующий электронный микроскоп JSM-6400 с энергодисперсионным спектрометром «Link». Сканирующая электронная микроскопия обладает рядом преимуществ по сравнению с другими методами. От световой микроскопии она отличается значительно большей разрешающей способностью и глубиной резкости, относительной легкостью в интерпретации полученных изображений благодаря их трехмерному представлению. По сравнению со сканирующей зондовой микроскопией позволяет исследовать существенно большие участки поверхности; работать с сильно рельефными поверхностями; получать информацию не только о поверхности, но и о прилегающих «подповерхностных» слоях. Широта применения этого метода обусловлена его высокой информативностью и универсальностью, а также простотой и удобством управления современным оборудованием [3].

Цель работы состояла в изучении поверхности нитевидного и дендритоидального золота методом сканирующей электронной микроскопии.

Задачи: исследовать физические основы, принципы работы, формирование изображения в электронной микроскопии, изучить методы обработки изображения, топографии поверхности нитевидного и дендритоидального золота.

С помощью микроскопа JEOL JSM-6400 с энергодисперсионным спектрометром «Link» было исследо-

вано золото, определена относительная концентрация и размер ямок на его поверхности (рис. 1).

Для обработки информации использовалась программа «ImageJ» (<http://rsb.info.nih.gov/ij/>). Суммарно площадь ямочек равна  $2.2 \text{ мкм}^2$ , относительная концентрация 7.2 %. Получен график распределения площади ямок.

Так же определена относительная концентрация червячковой структуры, которая составила 9.6 %.

На рис. 4 видны индукционные ступени. Они имеют криволинейную форму. Возможно, при росте ступеней в этой области оказывала давление среда. Радиус кривизны составил 7 мкм.

В результате проведенных исследований с использованием электрон-

ной микроскопии была изучена поверхность нитевидного и дендритоидального золота. Представляется, что данный метод является перспективным для исследований особенно-

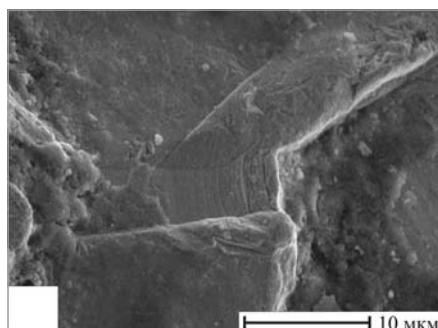


Рис. 4. Искривление индукционных ступеней

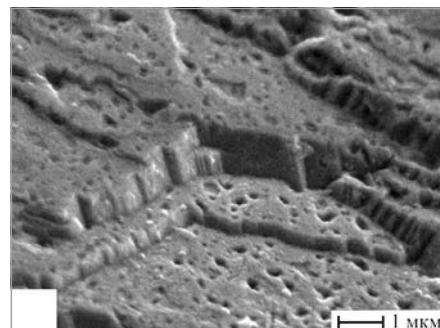


Рис. 1. Изображение поверхности золота, покрытой ямочками «травления», во вторичных электронах. Получено с помощью растрового электронного микроскопа (оператор В. Н. Филиппов, ИГ Коми НЦ УрО РАН)

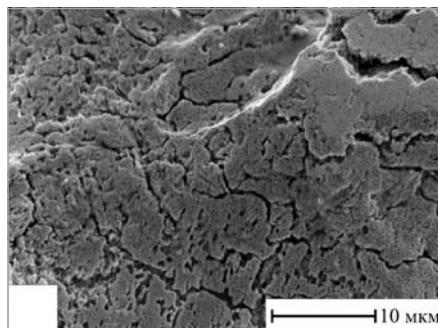


Рис. 3. Изображение золота с червячковой структурой во вторичных электронах. Получено с помощью растрового электронного микроскопа (оператор В. Н. Филиппов, ИГ Коми НЦ УрО РАН)

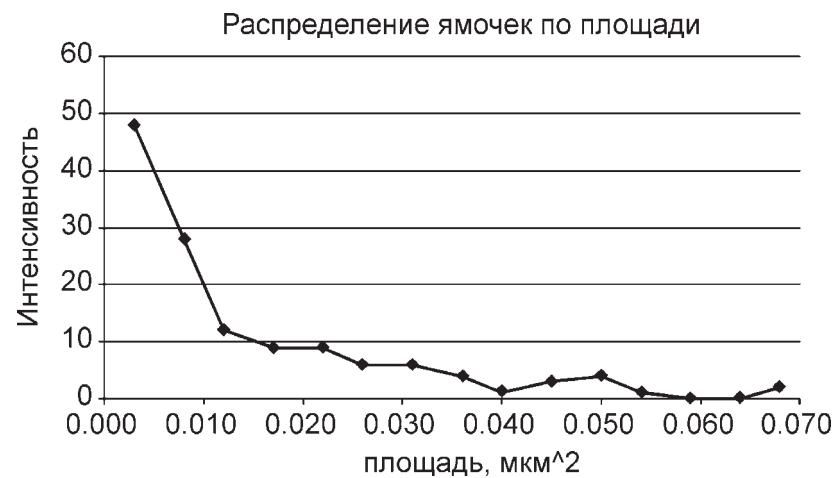


Рис. 2. График распределения площади ямок



стей фрагментов различных минералогических объектов.

#### Литература

1. Савва Н. Е., Прейс В. К. Атлас самородного золота Северо-Востока СССР. М.: Наука, 1990. 292 с.

2. Майорова Т. П., Артееева Т. А., Филиппов В. Н. Нитевидные кристаллы и сферические частицы самородного золота рудопоявления Нияхойское-2 (Манитанырд, Полярный Урал) // Вестник, 2009. № 5 (173). С. 11–13.

3. Криштал М. М., Ясников И. С., Полунин В. И., Филатов А. М., Ульяненков А. Г. Сканирующая электронная микроскопия и рентгеноспектральный микронализ в примерах практического применения. М.: Техносфера, 2009. 207 с.



## ОРГАНИЧЕСКОЕ ВЕЩЕСТВО ВЕРХНЕПЕРМСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ СРЕДНЕГО ТЕЧЕНИЯ Р. ПЕЧОРЫ

О. Ю. Яшина

(научный руководитель Н. Н. Рябинкина)

*oksyaozerova@yandex.ru*

Объектом исследований в рамках данной работы являлись казанско-татарские нерасчлененные терригенные породы верхней перми, вскрытые в обнажениях на правом и левом берегах среднего течения р. Печоры.

Разрез обн. 1 выходит на дневную поверхность на правом берегу р. Печоры в 3.7 км вверх по течению от п. Усть-Соплеск и представлен ритмичным переслаиванием терригенных пород: песчаников, алевролитов и аргиллитов, с редкими прослоями карбонатных пород. Песчаники от тонкозернистой до среднезернистой структуры, по петрографическому составу относятся к грауваккам. Алевролиты крупнозернистые, часто глинистые. Аргиллиты массивные, однородные, иногда с алевритистой примесью до 25 %. Известняки хемогенного и обломочного типа. Окраска пород меняется от светло-серой (в песчаниках) до темно-серой и черной (в аргиллитах). Кластический материал представлен обломками пород преимущественно эфузивного состава, в меньшей степени кварц-полевошпатовыми, глинистыми, карбонатными и кремнистыми, а также обломками минералов кварца, плагиоклаза, редко хлорита, полевого шпата, гетита и биотита.

Обн. 2 располагается на левом берегу р. Печоры в 0.8 км от о. Черепанька и в 4 км ниже по течению от п. Усть-Соплеск. В данном разрезе четко выделяются две пачки: нижняя глинистая и верхняя песчаная. Глинистая пачка представлена глинами коричневого, зеленоватого и сизого цвета, мягкими и плотными, эластичными при намокании. В глинистых прослоях отмечается линзовидный про-

слой углистых включений мощностью 0.10–15 м. Слоистость в глинах преимущественно горизонтальная, редко линзовидная. Песчанистая пачка представлена песчаниками от мелкозернистой до грубозернистой структуры, с прослоями гравелитов, с массивной текстурой в нижней части пачки и косой, однонаправленной, взаимосрезающейся в верхней. По петрографическому составу песчаники относятся к грауваккам; в обломочном материале преобладают обломки пород, среди которых чаще встречаются эфузивные и кварц-полевошпатовые породы, реже — глинистые и карбонатные. Цвет серый до темно-коричневого.

Наибольшее содержание органического углерода в верхнепермских отложениях наблюдается в образцах глинистого состава, наименьшее в песчанистых разностях. Растительный детрит в породах преимущественно витринитового и инертинитового составов. Компоненты группы витринита представлены гелефицированным веществом желто-красной и

красной окраски. Степень сохранности структуры исходной ткани преимущественно плохая, встречается редко, в основном в виде отдельных включений удлиненной и неправильной формы. В известняках витринит встречается преимущественно в виде пленок на зернах кальцита, а также заполняет микротрешины и пустоты в породе (рис. 1).

Мацералы группы инертинита слагают большую часть углефицированной органики, представлены обрывками растительного детрита черного цвета, степень сохранности которого плохая. Данный микрокомпонент образуется в процессе интенсивного окисления органического вещества. Наибольшее содержание инертинита приходится на глинистые и алевритистые разности в виде отдельных включений изометричной, вытянутой формы, линз и прослоев (рис. 2). В песчаниках встречаются включения удлиненной и неправильной формы, а также пленки на зернах. Иногда инертинит заполняет межзерновое пространство.

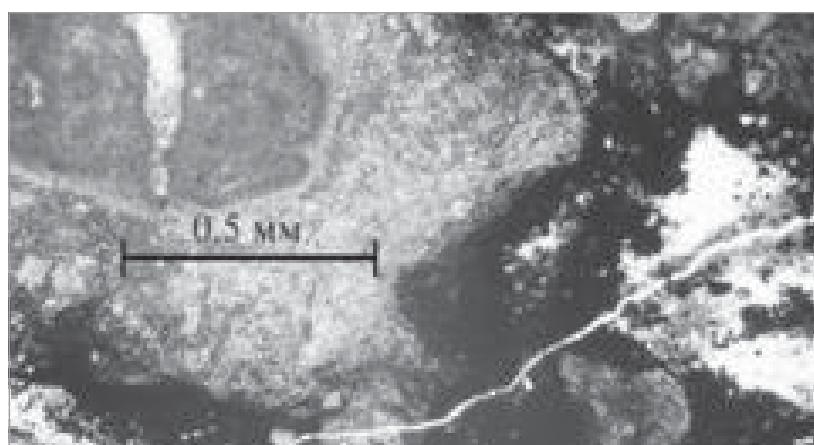


Рис. 1. Витринит и инертинит в известняках верхней перми

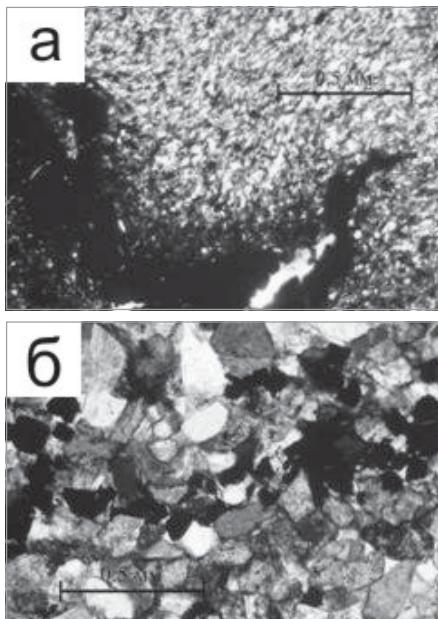


Рис. 2. Включения инертинита в аргиллитах (а) и песчаниках (б) верхней перми

По соотношению с межзерновым пространством в породе углефицированное органическое вещество является дисперсным и детритным [1]. Углистый микродетрит четко выделяется в пелитовых и алевро-пес-

чаных осадках, формировавшихся в лагунных и прибрежно-морских водоемах. Приуроченность включений ОВ к литологическим особенностям пород, их фациальной принадлежности позволяет предположить, что это вещество сингенетично вмещающим породам.

В геохимическом отношении исходным органическим веществом пород верхней перми являются ациклические углеводороды (УВ) алканы нормального строения (н-алканы) и алканы с разветвленной цепью, особенно соединения, имеющие изопренонидную структуру [2]. Наиболее распространеными среди УВ верхнепермских пород являются среднемолекулярные н-алканы (рис. 3). В битумоидах, выделенных из аргиллитов ( $C_{\text{орг}} 0.660.84\%$ ) и алевролитов ( $C_{\text{орг}} 0.71\%$ ), отмечается преобладание среднемолекулярных н-алканов с максимумами распределения н- $C_{16}$  и н- $C_{17}$ . Высокомолекулярные н-алканы н- $C_{27}$  составляют незначительную часть. Такое одномодальное распределение н-алканов характерно для ОВ сапропелевого (водорослевого) и сапропелево-гумусового типа.

Бимодальное распределение н-алканов наблюдается только в битумоидах, выделенных из углистого прослоя в глинах верхней перми ( $C_{\text{орг}} 25.92\%$ ). Здесь выделяются высокомолекулярные н-алкановые УВ с максимумом распределения н- $C_{27}$  и среднемолекулярные с максимумами распределения н- $C_{16}$  и н- $C_{17}$  (рис. 4). Наличие среднемолекулярных н-алканов свойственно репродукциям водорослевой органики, высокомолекулярных гумусовой (высшей растительности) [1].

Среди изопренонидов наибольшее распространение получили пристан i- $C_{19}$  (Pr) и фитан i- $C_{20}$  (Ph). Количественное отношение Pr/Ph указывает на условия осадкообразования пород: повышенное содержание пристана ( $Pr/Ph > 1$ ) характерно для окислительных обстановок, фитана для восстановительных [2]. В битумоиде из изучаемых верхнепермских пород преобладает пристан, что говорит о том, что породы образовались в бескислородных условиях, за исключением углистых включений, образовавшихся в окислительной среде.

Геохимические показатели н-алкановых соединений свидетельствуют о гетерогенном исходном органическом веществе. В составе исходной биомассы существенную роль играли водоросли и гумусовое вещество. Условия образования ОВ верхнепермских пород были преимущественно восстановительные.

Органическое вещество верхнепермских пород в пределах среднего течения р. Печоры имеет сапропелевый и сапропелево-гумусовый состав и относится к классу углей и РОВ с бедным и очень бедным нефтяными потенциалами [1]. Таким образом, с точки зрения нефтеносности верхнепермские отложения данного района практически бесперспективны, но они являются газоматеринскими, что говорит об их возможной дальнейшей газогенерации в определенных условиях.

#### Литература

1. Органическая геохимия и нефтегазоносность пермских отложений севера Предуральского прогиба / Анищенко Л. А., Клименко С. С., Рябинкина Н. Н. и др. // СПб: Наука, 2004. 214 с.
2. Тиссо Б., Вельте Д. Образование и распространение нефтей. М.: Мир, 1981. 501 с.

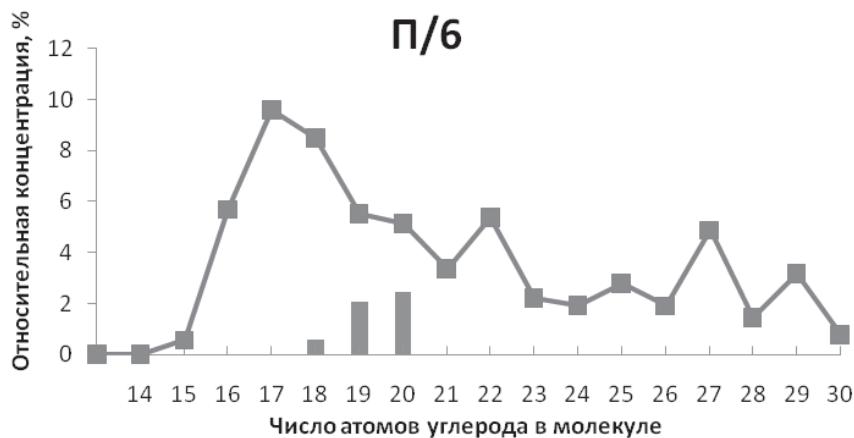


Рис. 3. Одномодальное распределение н-алканов в битумоидах, выделенных из аргиллитов

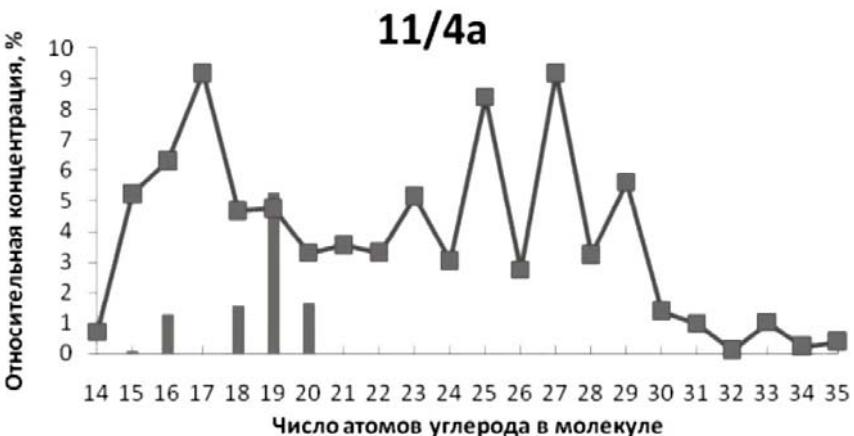


Рис. 4. Бимодальное распределение н-алканов в битумоидах, выделенных из углистых включений



В начале текущего года в наш Институт геологии пришло приглашение принять участие в 45-м Геологическом конгрессе в Бразилии (г. Белем, 2010 г.). Приглашение было не случайным. Еще в 2000 г. на 31-м Международном геологическом конгрессе в Рио-де-Жанейро наши представления об алмазо- и особенно карбонадообразовании как процессе самоорганизации весьма заинтересовали бразильских коллег. Возник tandem съктывкарских минералогов и бразильских геологов для реализации необычной программы совместных исследований системы «монокристальные алмазы-карбонадо» в природе и эксперименте (*Вестник*, 2006, № 11, 12; *Вестник*, 2007, № 1). Все последующие контакты в рамках Договора о сотрудничестве между Институтом геологии Коми НЦ УрО РАН и Федеральным университетом штата Минас Жерайс только способствовали расширению этой программы. Важно отметить, что карбонадо в Бразилии никогда не встречаются отдельно от монокристальных алмазов, хотя условия их образования не были идентичными. Это настоящий парадокс, который еще предстоит понять и объяснить. Уже получены принципиально новые данные о генезисе карбонадо, написаны десятки совместных статей, защищено две диссертации. В настоящее время основной акцент делается на изучении алмазов-монокристаллов. Исследованы некоторые россыпьобразующие алмазоносные породы, разработаны новые приемы генетического анализа морфологии алмазов, предложены нестандартные подходы к расшифровке их генезиса. Похоже, что оба варианта бразильских алмазов — кристаллы и карбонадо — имеют мантийное происхождение, но первичные их источники, послужившие основой для образования знаменитых бразильских россыпей, не были кимберлитами. Ниже приведен очерк, начинаящий серию публикаций результатов исследований, предназначенных для обсуждения на 45-м Геологическом конгрессе Бразилии.



## О ВЕРОЯТНО ЭНДОГЕННОЙ ПРИРОДЕ МЕЗОПРОТЕРО- ЗОЙСКИХ АЛМАЗОНОСНЫХ «МЕТАКОНГЛОМЕРАТОВ» В БРАЗИЛИИ



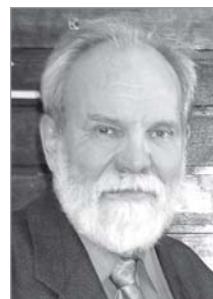
Д. Г.-М. Н.  
**В. А. Петровский**  
*petrovsky@geo.komisc.ru*



Д. Г.-М. Н.  
**В. И. Силаев**  
*silaev@geo.komisc.ru*



К. Г.-М. Н.  
**И. И. Голубева**  
*petr@geo.komisc.ru*



Д. Г.-М. Н.  
**Л. В. Махлаев**  
*lev@geo.komisc.ru*



Доктор  
**М. С. Мартинс\***  
*lev@geo.komisc.ru*



К. Г.-М. Н.  
**А. Е. Сухарев**

\* Федеральный университет шт. Минас Жерайс, Бразилия

## ABOUT PROBABLE ENDOGENOUS CHARACTER OF MEZOPROTEROZOIC DIAMONDIFEROUS METACONGLOMERATES OF BRAZIL

Petrovsky V. A., Silaev V. I., Golubeva I. I., Makhlaev L. V., Martins M. C., Sukharev A. E.

In the composition of the Proterozoic formations on the San Francisco (:) craton rudaceous rocks have been known for a long time. They are not only the immediate object of diamond production, but they are considered as the native origin of diamonds in the recent fluvial placers. These clastites are traditionally discussed as sedimentary ones likely as fluvioglacial conglomerates and gritstones. But a number of textural, mineralogical, geochemical rocks features do not respond to their exogenetic origin hypothesis. More clearly it is shown in Mezo-proterozoic cobble «metaconglomerates». First, in such rocks as many as 50 % of cobbles have multiply structure including more small fragments similar to the pebbles,

that's why they may be considered (?) as the isolation of other conglomerates. It is not observed in true sediments rocks. But enclosures of conglomeratic appearance or «breccias into breccias» type are extremely peculiar to the intrusive piroclastic rocks or tuffisites that it is determined by the explosions recurrence (H.Cloos, D.Reynolds). Secondary, the degree of pebbles and cobbles roundness is immensely high in the considered conglomerate-like rocks. Even fragments in marine conglomerates with roundness coefficient CR (ratio of inner circle to outer circle radius) 0.7 and more are occurred rare (approximately 1 to 100), and fragments with CR 0.85—1.0 are absent (W.Twenhofel, Y.Bilibin). It means, there

are no elongated ellipsoid rotation the more so spheroid rotation in a such kind of sediments. In cobbles and pebbles in river conglomerates, i.e. CR value doesn't rise 0.5 and in fanconglomerates doesn't exceed 0.2. Fragments of true tillits do not direct rounding and sorting on size and shape. There flariton shaped cobbles occur more often (D.Nalivkin). But in Brazilian «metaconglomerates» every 10<sup>th</sup> fragment is characterized with CR value not less 0.7 and in every (?) square meter of the surface of these rocks several fragments with CR 0.9—1.0 in spectrum can be seen. Just such high level of fragments' rolling is quite usual for fluidizites and tuffisites (D.Reynolds). As for the less coarse neoproterozoic clastites of gritstone



appearance («metadiamictites»), there are no fragments of conglomerates in their composition, but CR value of pebbled isolation is too high for true sediments rocks. Studying of micro-sections doesn't give unique answers to, but it isn't inconsistent with the explosive tuffisite nature of the rocks involved. An exact strength of fluidal structures in the matrix of conglomerate-like rocks, mica availability, and also micas conjugate with the ore mineral dust, the wide authigenous quartz rocks development in matrix for lack of detrital quartz are important facts. In composition fragments and cement, which we have investigated, are composed of  $\text{SiO}_2$  on 80—95 %. The wide association of microelements has been identified in them: Li, Be, B, P, Sc, V, Cr, Mn, Fe, Co, Ni, Cu, Zn, Ga, Ge, As, Se, Rb, Sr, Zr, Hf, Ta, Nb, Mo, W, Ag, Cd, Sn, Sb, Te, Cs, Ba, Tl, Pb, Bi, Th, U, Y, REE. In this regard the composition and content of microelements in fragments and cement appeared to be similar, that it may be indicate of genetic matter uniform of examined rocks. Peculiarly obviously this conclusion results from the fact of close agreement of normalized lanthanides variations on chondrite. The analyses, carried out on the basis of cosmogeochimical classification of elements (by Jury Scherbackov method) has shown, that, inspite of the netrapersilic composition of «metaconglomerates», their microelements association is geochemically less differentiated. It usually pertains only for abyssal (mantled) ultramafites-mafites. Therefore the collection of facts obtained affords the grounds to assume endogenic, probable mantled, formations of these «metaconglomerates». They may represent the most aged (on record by the present) occurrence of diamond-bearing tuffisite.

Как известно, основными источниками бразильских алмазов выступают мезо-кайнозойские речные россыпи<sup>1</sup>, образавшиеся, по мнению давляющего большинства специалистов, за счет так называемых метаконгломератов мезопротерозойского возраста, неопротерозойских тиллов («диамикитов»), и полузабытых в настоящее время, но известных с давних времен «филлитов» [2, 3] — слюдистых сланцеватых пород, близких по

<sup>1</sup> В настоящее время совокупный объем добычи россыпных алмазов в Бразилии составляет 0,6 млн кар/год, из этого объема 60—70 % приходится на шт Мато-Гросу, а 14—40 % на шт. Минас Жерайс [1].

времени образования к упомянутым выше метаконгломератам. Таким образом, все россыпебобразующие источники алмазов в Бразилии трактуются [4] как вторичные (т. е. «промежуточные коллекторы»), возможно за исключением филлитов, в отношении которых предполагалось и эндогенное происхождение. Согласно доминирующему мнению, первоисточником алмазов, оказавшихся в протерозойских «вторичных коллекторах», послужили полностью эродированные архей-раннепротерозойские кимберлитовые трубки на кратоне Сан-Франциско [5]. Есть, правда, и другая точка зрения о существовании в Восточной Бразилии собственных первоисточников [6], но она считается недостаточно аргументированной.

Начиная с 1960 г. в разных штатах Бразилии стали открываться лампроитоподобные вулканиты [7] и кимберлитовые трубки [1], однако надежных данных об их алмазоносности пока нет. В Интернете изредка сообщается о содержании в трубках алмазов много меньше 1 кар/м<sup>3</sup>, что существенно уступает таковому как в современных аллювиальных россыпях, так и протерозойских кластитах. Кроме того, лампроиты и кимберлитовые трубки в Бразилии гораздо моложе известных там алмазосодержащих «промежуточных коллекторов» и,

следовательно, мало что могут добавить к суждениям о первоисточниках россыпных алмазов. К этому можно добавить и то предположение, что алмазы в открытых в шт. Мато Гросу и Минас Жерайс кимберлитовых трубках будут, скорее всего, принципиально отличаться от добываемых из бразильских россыпей.

Наиболее древние из реально существующих в Бразилии алмазоносных пород относятся к супергруппе Эспиньясо (рис. 1), датированной до последнего времени интервалом 1730—1500 млн лет [8, 9]. В строении супергруппы выделяют до восьми свит, из которых две нижние сложены континентально-рифтогенными осадками с возрастом по циркону из гематитовых филлитов («железосодержащих метавулканитов») в  $1703 \pm 12$  млн лет [10, 11]. Алмазоносно в этой супергруппе является лишь залегающая над упомянутыми филлитами свита Сопа-Брумадинью, с выходами которой в основном и коррелируется продуктивность современных речных россыпей в Восточной Бразилии. Возраст этой свиты определялся по циркону из метаконгломератов как минимум дважды. В первом случае датировки циркона распались на три группы со средними значениями  $2931 \pm 22$ ,  $2692 \pm 20$  и  $2151 \pm 17$  млн лет [10], а во втором оказались в пределах от  $1242 \pm 17$

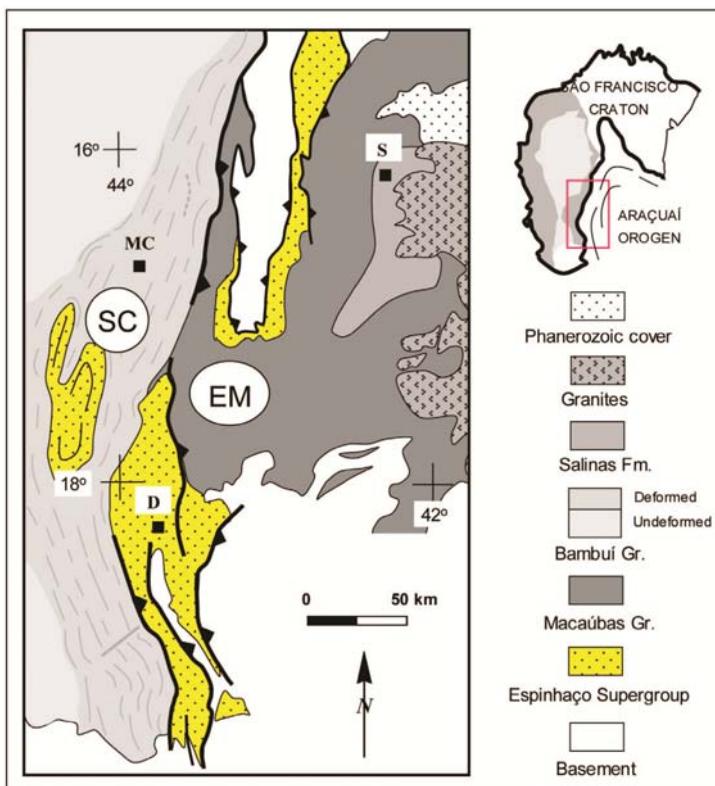


Рис. 1. Архей-протерозойские формации орогена Арагуаи в Восточной Бразилии (штаты Минас Жерайс и Байя). SC — Серпа-де-Кабрал; EM — Эспиньясо Меридионал; D — г. Диамантина; S — г. Салинас; MS — г. Монте Карло. Заимствовано из [11]



до  $1180 \pm 16$  млн лет [11]. Свита сопабрумадиньо характеризуется весьма неоднородным литологическим составом. По данным картирования рудника Экстракао [9] она состоит из трех частей (снизу вверх): 1) преимущественно кварциты с линзами конгломератов, мощность около 300 м; 2) преимущественно конгломераты, мощность до 600 м; 3) грубое переслаивание пелитолитов, арковых кварцитов и конгломератов мощностью порядка 1300 м. Установлено, что алмазоносными в рассматриваемой свите являются только конгломераты средней пачки. Согласно выводам бразильских специалистов, все конгломераты в свите сопабрумадиньо имеют аллювиальное происхождение, не содержат примеси магматогенного вещества, а обнаруженные в них гранаты являются альмандином, заимствованным из ниже лежащих осадочных пород [5].

Следующий по возрасту вторичный коренной источник бразильских россыпных алмазов получил развитие в бассейне р. Макаубас, где в настоящее время особенно активно развивается россыпная добыча. Сейчас уже хорошо известно, что образование этой территории было обусловлено аккрецией террейнов с образованием суперконтинента Родиния, начавшейся примерно 1050 млн лет назад [12]. В качестве свидетеля этого процесса специалистами рассматриваются базиты, сохранившиеся локально в виде аптовулканогенных сланцев [13]. Считается, что около 85 % современной площади этого бассейна занято неопротерозойскими (900–700 млн лет) тиллами, объединенными в группу *макаубас* [14, 15]. Последняя расчленяется на свиты, сложенные (снизу вверх) 1) доледниковых морскими или речными осадками; 2) ранними тиллитами, претерпевшими активную перегруппировку; 3) поздними ареальными тиллитами; 4) дельтовыми флювиогляциальными осадками [16, 17]. Алмазы установлены только в ранних тиллитах, имеющих относительно локальное распространение. По гранулометрическому составу это типичные псефито-псаммитовые микститы, в которых – 60 % пески средне-крупно-грубозернистые, 30 % алевриты и тонкомелкозернистые пески, 10 % гравий и галька [18].

Есть данные о том, что речные россыпи, выявленные диггерами в бассейне Макаубас, действительно коррелируются с участками развития

именно тиллов. Однако, судя по многочисленным данным бразильских специалистов, свойства россыпных алмазов мало согласуются с идеей об их предварительной ледниковой транспортировке. В частности такой идеи противоречат сочетание в россыпях монокристаллов с множеством обломков-осколков и отсутствие на алмазных кристаллах и тельцах карбонадо признаков значительного механического износа поверхностей, тем более в формах, характерных для флювиогляциального процесса [19–23]. Объяснение такому противоречию находят либо в том, что источником россыпей здесь послужили все-таки не тиллиты, напитавшиеся алмазами издалека, а расположенные тут же мезопротерозойские конгломераты, имевшие более близко расположенные собственные первоисточники [24], либо в том, что источником россыпных алмазов послужили все же тиллиты, но заимствовавшие алмазы не из удаленных источников, а из упомянутых выше конгломератов [25–29]. Кроме этого, в последние годы высказываются и другие идеи. Например, о том, что при образовании алмазоносных тиллов осуществлялся какой-то необычный механизм транспортировки обломочного материала, не оставивший следов на поверхности камней. Толчком к такому причудливому умозаключению почему-то послужили находки в ледниковых осадках «посторонних» минералов, будто бы свидетельствующие о том, что алмазы в район бассейна Макаубас, хотя бы частично, поступали с ледниками из весьма удаленного «дополнительного» источника [25].

Итак, к настоящему времени на территории Восточной Бразилии практически не известны первоисточники россыпных алмазов, в качестве которых обычно понимаются эндогенные магматиты мантийного происхождения. Все известные здесь алмазоносные породы, послужившие причиной образования мезокайнозойских аллювиальных россыпей, рассматриваются только как вторичные коллекторы производные экзогенного литогенеза. На этом фоне полученные нами в последнее время данные изучения некоторых алмазоносных кластитов из Бразилии можно рассматривать как сенсационные.

Объектом наших исследований послужили образцы, прежде всего, алмазоносных мезопротерозойских метаконгломератов, филлитов и нео-

протерозойских метатиллитов (диамиктитов), отобранные на действующем карьере (метаконгломераты), в шахтах рудника Экстракао (филлиты) и из коллекции доктора М. Мартинса (метаграниты из архей-раннепротерозойского основания, апобазитовые сланцы, датирующие начало образования Родинии, и диамиктиты). Настоящая статья в основном посвящена результатам исследований алмазоносных мезопротерозойских метаконгломератов, которые показывают, что ряд текстурных, структурных, минералогических и геохимических особенностей категорически не согласуется с укоренившимся мнением об экзогенном происхождении этих пород.

Проведенный анализ показал, что до 50 % обломков булыжниковой размерности и облика в алмазоносных конгломератах имеют гетерогенное строение, включая в себя более мелкие обломки, подобные нормальной гальке, и поэтому сами могут рассматриваться как фрагменты других конгломератов (рис. 2). В собственно осадочных породах подобных образований типа «брекция в брекции» или «конгломерат в конгломерате» практически не бывает. Зато они весьма типичны для интрузивных пирокластитов или туффизитов, будучи обусловленными многократностью повторения эксплозий [30, 31].

В исследованных нами конгломератовидных кластитах обнаруживается необычайно высокая степень окатанности галек и булыжников. Даже в морских конгломератах обломки с коэффициентом округленности (отношение радиуса внутренней окружности к радиусу внешней окружности) 0.7 и более встречаются реже, чем один на сотню, а обломки с величиной этого коэффициента 0.85–1 вообще отсутствуют [32, 33]. Это означает, что в осадочных породах практически не бывает сфероидов. Что же касается эллипсоидов вращения, то они, если и встречаются в породах такого происхождения, всегда оказываются уплощенными до дисковидности. У булыжников и галек в речных конгломератах величина коэффициента округленности не достигает 0.5, а в фангломератах не превышает и 0.2. Обломки в тиллах вообще не обнаруживаются ни окатанности, ни сортировки по размеру и форме. Зато там нередки утюгообразные валуны, несущие к тому же борозды на плоской поверхности. В рассматриваемом же



Рис. 2. Алмазоносные мезопротерозойские метаконгломераты бразильского типа: а — добычной карьера вблизи выхода, охраняемого бразильским законом, слева направо, В. А. Петровский, А. Е. Сухарев, М. Мартинс, 2005 г.; б — обнажение типичной линзы алмазоносных конгломератовидных кластитов, залегающих среди алевро-псаммитов свиты сопа-Брумадинью; в — то же, фрагмент; г — образования типа «брекчия в брекчии» в целике, сохранившемся от первого месторождения алмазоносных существенно булыжниковых конгломератов (стрелками отмечены наиболее яркие примеры)

случае бразильских алмазоносных кластитов, напротив, каждый десятый обломок характеризуется величиной коэффициента округленности не менее 0.7, и на каждом квадратном метре поверхности этих пород видно по несколько обломков с величиной коэффициента 0.9—1 (рис. 3). Как известно, такой высокий уровень сферичности обломков обычен только для эндогенных флюидизитов [31]. В настоящее время такого рода псевдоасадочные образования уже хорошо известны по фанерозойским разрезам [34, 35].

Результаты петрографического изучения только усугубляют сомнения в экзогенном происхождении бразильских метаконгломератов. Большая часть галек в них имеет почти нацело кварцевый состав. Структура агрегата кварца-1 неравномерно-зернистая гранобластовая (рис. 4, а), границы с цементом четкие. В некоторых случаях на



Рис. 3. Макростроение бразильских алмазоносных метаконгломератов: а — идеально окатанная кварцевая галька, тонкозернистый цемент и видимые невооруженным глазом алмазы (отмечены стрелками); б — то же, фрагмент полировки, 1 — галька, 2 — цемент

краю галек наблюдаются относительно мелкозернистые зонки шириной до 1.5 мм (рис. 4, б) и бухтообразно извилистые поверхности раздела (рис. 4, в, г). Все это возможно свидетельствует о воздействии на гальки флюидной фазы.

В цементе исследуемых пород отмечаются, округлые зерна песчаной

размерности кварца-2 размером 0.3—0.7 мм, погруженные в лепидогранобластовый матрикс и составляющие по объему до 10 %. Матрикс цемента на 55 % сложен кристаллобластами и мелкозернистым мозаичным агрегатом кварца-3, а на 40 % состоит из серицита. Кроме того, здесь наблюдает-

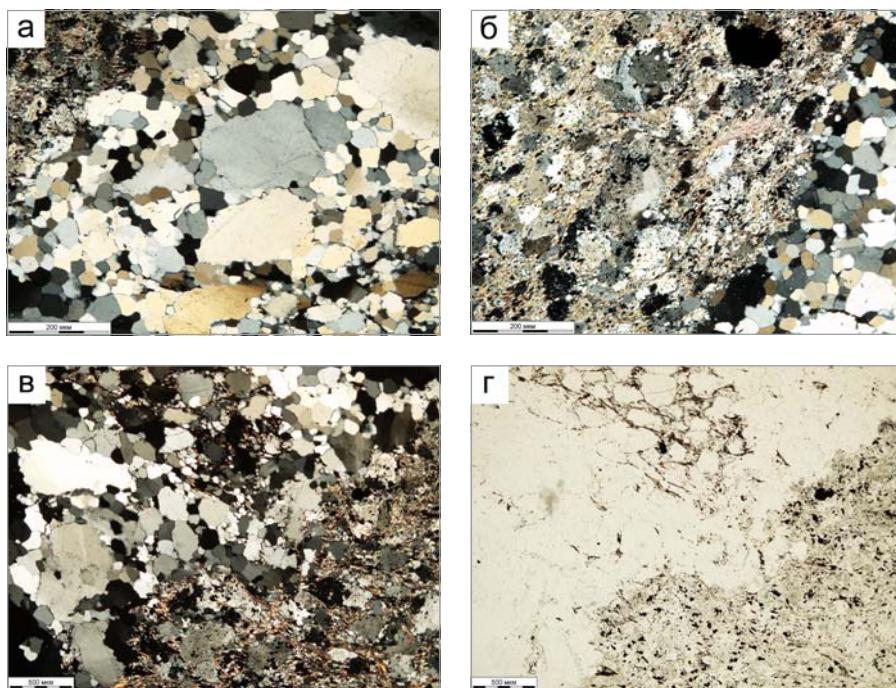


Рис. 4. Микростроение кварцевых галек в алмазоносном метаконгломерате: а — гранобластовая неравномерно-зернистая структура; б — внешняя мелкозернистая кайма на границе с цементом; в, г — неровная бухтообразно-извилистая граница между галькой и цементом. Изображения шлифов в режиме николи  $\times$  (а—в) и  $\parallel$  (г)

ся магнетитовая «пыль», содержание которой оценивается в 5 %. Кварц-3 в матриксе цемента имеет, безусловно, аутигенное происхождение, будучи представленным неокатанными грануловидными зернами до 0.1 мм в по-перечнике, слегка вытянутыми вдоль сланцеватости (рис. 5, а). Эти зерна концентрируют до 40 % рудной пыли. Вся ткань цемента как бы подразде-

лена на линзовидные фрагменты, в промежутках между которыми скапливаются микрочешуйчатые агрегаты серицита, характеризующиеся флюидальной текстурой (рис. 5, б, в). Чешуйки серицита группируются в виде тонких струек, обтекающих линзообразно вытянутые фрагменты породы или крупные удлиненные блоки кварца (рис. 5, г, д). Можно предпо-

лагать, что ориентированная кристаллизация серицита возникла из-за направленного течения газово-жидкого флюида. Стеневой стороны зерен образовались характерные хвостовидные серицитовые сростки, также подчеркивающие флюидальную текстуру (рис. 5, е). Флюидальность в матриксе цемента метаконгломератов наблюдается не повсеместно, обозначая, вероятно, лишь траектории наиболее активной флюидизации первичного материала. Магнетит образует в породе скопления в виде комочеков и пылевидную сырь, которая собирается струйчатыми агрегатами слюды в относительно крупные вытянутые вдоль течения сгустки, четко декорирующие текстуру флюидального течения. Обращает также на себя внимание тенденция к обогащению цемента слюдой и магнетитом вблизи границ с кварцевыми гальками.

У округлых зерен кварца-2 часто наблюдаются «кружевные» каймы новообразованного кварца-4. По толщине такие каймы варьируются в широких пределах, часто соизмеряясь с зернами, на которые нарастают. При этом более широкие каймы образованы с теневых сторон округлых зерен (рис. 6, а, б). Взаимоотношения кайм смежных зерен пассивные (рис. 6, в, г). Сами зерна кварца-1 на границе с каймами явно претерпели резорбцию (рис. 6, д). При этом кварц-4 иногда образует бухтообраз-

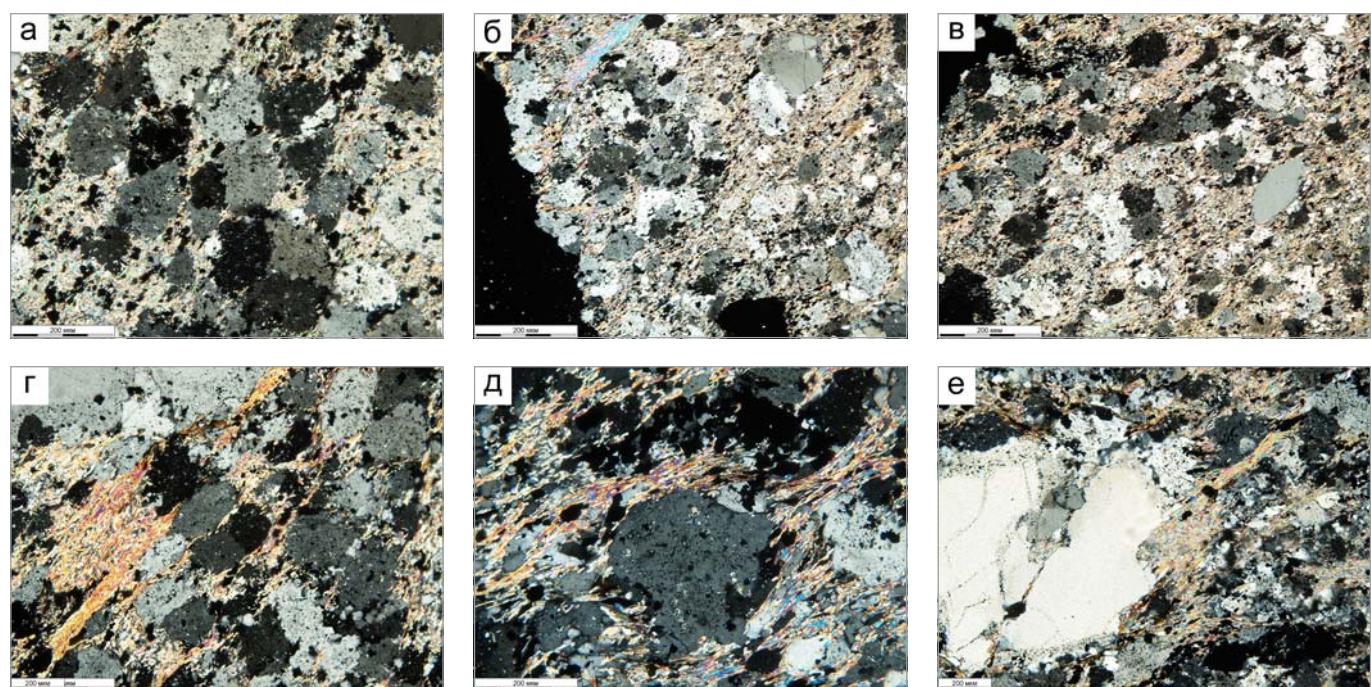


Рис. 5. Микростроение цемента алмазоносных метаконгломератов: а — кристаллобластовый агрегат аутигенного кварца; б, в — расчленение матрикса микрочешуйчатыми агрегатами серицита; г, д — обтекание чешуйчатыми агрегатами серицита кристаллобластов кварца с образованием флюидальной текстуры; е — хвостовидные серицитовые сростки, образовавшиеся с теневой стороны зерен кварца. Изображения шлифов в режиме николи  $\times$

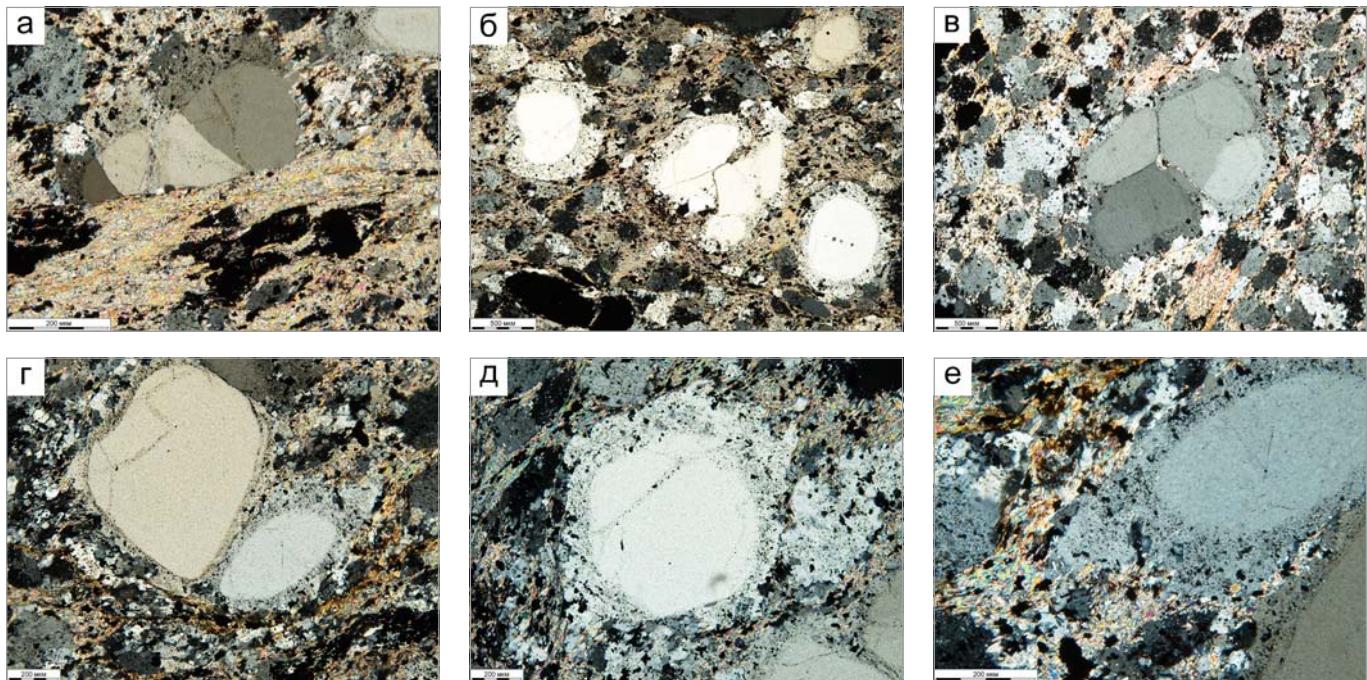


Рис. 6. Признаки флюидизатного минералообразования в цементе алмазоносных метаконгломератов: а, б — зерна кварца-2 с «кружевными» каймами новообразованного кварца-4; в, г — пассивные взаимоотношения кайм на смежных зернах; д, е — картины резорбции кварцевых зерен на границе с новообразованной каймой и заливчатое проникновение агрегатов кварца-4 вдоль сланцеватости пород. Изображения шлифов в режиме никели

ные заливы внутрь зерен кварца-2, проникает в них по трещинам, местами сильно вдается в окружающий зерна тонкозернистый кварц-серпентитовый матрикс (рис. 6, в—д). В «кружевых» выделениях кварца обнаруживаются пойкилитовые включения серпентита и тонкодисперсного магнетита, особенно обильные у внешних границ выделений (рис. 6, е). В некоторых случаях кварцевые «кружева» вытягиваются вдоль сланцеватости породы. Кварц-4, как правило, не несет признаков деформаций, что говорит об его образовании не в стесненных условиях.

Таким образом, результаты проведенных петрографических исследований свидетельствуют не в пользу экзогенного происхождения бразильских алмазоносных кластитов. Напротив, такие их свойства как аутигенность кварца в матриксе цемента при полном отсутствии его обломочной генерации, наличие аутигенных слюд и их сопряженность с магнетитовой «пылью», четкая выраженность флюидальных текстур и прямые признаки наложенного минералообразования, выразившегося «кружевными» каймами позднего кварца, говорят, скорее всего, об эндогенной, возможно, эксплозивно-туффизитовой природе рассматриваемых пород.

По химическому составу цемент и кварцевые гальки в исследованных метаконгломератах весьма близ-

ки, определяясь на 90—97 мас. %  $\text{SiO}_2$  (табл. 1). Почти нацело кварцевый состав этих образований хорошо подтверждается данными термического анализа (автоматический дериватограф DTG-60A/60 АН фирмы Shimadzu, аналитик Г. Н. Модянова). На полученных кривых нагревания наблюдается интенсивный эндотермический эффект, отвечающий полиморфному а-β переходу в кварце. Интенсивность этого эффекта находится в прямой зависимости от содержания кварца, максимального в кварце-

вых гальках и минимального на границе галек с цементом (рис. 7). Очевидно, что все это хорошо согласуется с вышеупомянутыми петрографическими данными. Пересчет результатов химического анализа на нормативно-минеральный состав показывает (табл. 2), что наиболее существенными минералами-примесями в алмазоносных метаконгломератах являются альбит, слюда промежуточного мусковит-алюмоселадонитового состава и магнетит. Кроме того, в них вычисляются нормативные рутил,

Таблица 1

## Химический состав архей-протерозойских пород Восточной Бразилии, мас. %

Компоненты	1	2	3	4	5	6	7
$\text{SiO}_2$	96.82	92.50	60.76	49.40	79.08	51.34	72.46
$\text{TiO}_2$	0.03	0.09	0.95	0.72	0.30	2.72	0.20
$\text{Al}_2\text{O}_3$	1.05	2.42	17.79	26.11	6.00	13.69	14.70
$\text{Fe}_2\text{O}_3$	0.24	1.65	5.67	5.07	0.34	6.66	0.64
$\text{FeO}$	0.16	0.27	0.52	0.97	1.54	6.01	0.89
$\text{MnO}$	Не обн.	Не обн.	0.06	0.06	0.04	0.39	0.03
$\text{MgO}$	Не обн.	0.5	1.85	1.75	2.63	7.31	0.51
$\text{CaO}$	0.68	0.5	1.13	0.50	2.96	4.14	0.99
$\text{Na}_2\text{O}$	0.13	0.15	0.29	0.40	0.30	1.97	3.73
$\text{K}_2\text{O}$	0.22	0.62	7.54	10.65	0.88	0.12	5.08
$\text{P}_2\text{O}_5$	0.02	0.02	0.54	0.02	0.06	0.39	0.06
Ппп	Не обн.	0.5	2.80	3.93	4.47	3.86	1.19
Сумма	99.35	99.22	99.90	99.58	98.60	98.60	100.48
$\text{CO}_2$	«	Не обн.	Не обн.	Не обн.	3.88	Не обн.	Не обн.

Примечание. Мокрохимический метод, аналитик О. В. Кокшарова: 1 — алмазоносные метаконгломераты, кварцевая галька; 2 — то же, цемент; 3 — филлиты, рудник Экстракау, шахта Serrinha; 4 — то же, шахта Boa; 5 — метадиамикиты; 6 — зеленые апобазитовые сланцы, подстилающие группу макаубас; 7 — метаграниты из архей-раннепротерозойского основания террейна Макаубас.



**Таблица 2**  
**Нормативно-минеральный состав алмазоносных метаконгломератов и филлитов мол. %**

Минералы	1	2	3	4	5
Кварц	95.91	91.00	37.16	9.10	71.98
Плагиоклаз (альбит)	1.02	1.27	2.78	4.93	2.36
Мусковит-алюмоселадонит	1.40	4.10	57.98	83.23	8.57
Хлорит	Нет	Нет	Нет	Нет	5.91
Апатит	0.02	0.02	1.20	0.04	0.10
Рутил	0.02	0.07	0.88	0.50	0.23
Магнетит+гематит	0.19	0.88	Нет	0.57	
Карбонат	Нет	Нет	«	Нет	10.85
Ларнит $\text{Ca}_2\text{SiO}_4$	1.44	«	«	1.63	Нет

апатит и предположительно ларнит. По данным пирохроматографических исследований (хроматограф «Цвет-800», нагревание до 1000 °C) метаконгломераты содержат флюидные включения, характерные по составу скорее для эндогенных, а не экзогенных образований (мкг/г):  $\text{H}_2$  0.5;  $\text{N}_2$  0.1;  $\text{CO}$  7.03;  $\text{CO}_2$  160.8;  $\text{H}_2\text{O}$  7422;  $\text{H}_2\text{S}$  3.69;  $\text{SO}_2$  следы;  $\text{CH}_4$  0.266;  $\text{C}_2$  0.233;  $\text{C}_3$  0.209;  $\text{C}_4$  0.034.

Аномальность исследованных метаконгломератов по химическому и нормативно-минеральному составу особенно заметна на фоне других алмазоносных пород Бразилии. Филли-

ты в отличие от конгломератовидных кластитов характеризуются типичным для алюмосиликатных магматогенных или гидротермально-метасоматических пород нормативным альбит-кварц-слюдистым составом. Хлорит, предполагаемый в этих породах бразильскими специалистами, ни петрографически, ни расчетом не выявляется. Обращает на себя внимание и то, что образцы филлитов, отобранные из разных шахт в пределах одного рудника, оказались очень разными по соотношению слюды и кварца. Это тоже скорее свидетельствует об их эндогенном происхождении. От мета-

конгломератов резко отличаются и алмазоносные метадиамикиты, которые по своему химическому и нормативно-минеральному составам вполне соответствуют плохо сортированным осадочным терригенным породам. Особенностью состава метаморфизованных тиллов является заметная примесь хлорита и карбонатов (возможно смесь кальцита и доломита). Все сказанное вполне подтверждается и данными термического анализа (рис. 7).

В исследуемых горных породах выявлена широкая ассоциация микроэлементов (табл. 3). При этом состав и содержание элементов-примесей в кварцевых гальках и цементе метаконгломератов оказались очень сходными, что может свидетельствовать о генетической однородности вещества этих пород. Последнее особенно наглядно отражается близким совпадением нормированных на хондрит трендов лантаноидов (рис. 8), для которых характерно явное преобладание легких элементов над более тяжелыми ( $\text{La/Yb} = 7-18$ ). Интересно также, что по этому критерию конгломератовидные кластиты оказались похо-

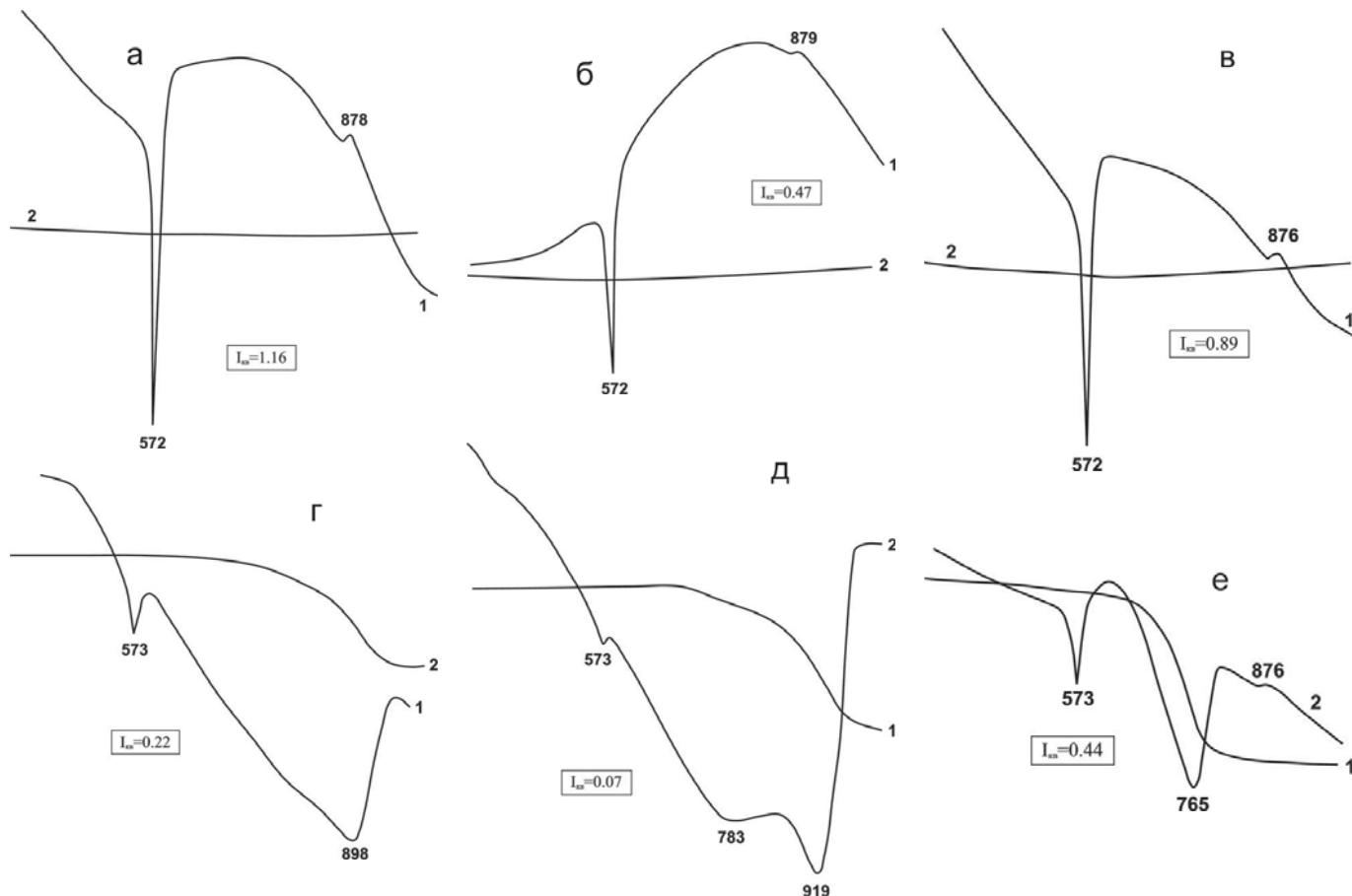


Рис. 7. Кривые нагревания (1) и потери веса (2) протерозойских алмазоносных пород Восточной Бразилии: а — алмазоносный метаконгломерат, центральная часть кварцевой гальки; б — то же, край кварцевой гальки; в — то же, цемент; г — филлит, шахта Serrinha; д — то же, шахта Boa; е — метадиамикит. В рамках приведены значения отношения интенсивности эндотермического эффекта полиморфного а-б перехода в кварце к массе подвергнутого анализу образца



## Микроэлементы в архей-протерозойских породах Восточной Бразилии, г/т

Элементы	1	2	3	4	5	6	7	8
Li	1.372	0.919	0.742	37.629	17.990	17.656	44.626	96.190
Be	0.197	0.147	0.137	3.720	5.203	0.780	0.630	5.463
B	0.716	0.355	0.490	13.702	59.077	10.939	0.355	2.846
Na	466.526	359.141	292.838	457.353	510.987	749.339	7625.350	13399.460
Mg	448.040	243.442	223.052	6750.503	6043.074	8660.304	25023.306	1861.151
Al	3576.288	2536.158	2342.624	54387.869	72859.567	17852.044	39052.604	46841.550
P	19.426	24.007	19.733	1310.443	24.690	128.092	978.052	131.858
K	618.049	398.649	410.660	16447.470	24559.782	5793.658	216.907	11097.980
Ca	12.468	8.919	8.193	109.123	1.207	437.137	586.007	106.825
Sc	0.338	0.245	0.237	4.648	5.034	2.746	16.843	2.788
Ti	148.813	107.636	100.885	3560.928	3034.192	910.478	8903.212	725.923
V	2.441	1.673	1.584	41.310	55.857	23.774	264.555	9.939
Cr	2.690	3.500	4.409	50.017	36.878	23.617	55.555	3.951
Mn	90.212	37.109	32.288	322.603	328.631	255.027	1946.048	273.903
Fe	1948.967	2012.033	2477.178	18098.608	18300.337	5486.062	36175.505	4485.885
Co	0.639	0.418	0.339	7.708	6.661	5.780	56.790	1.817
Ni	7.492	6.863	5.790	55.985	34.674	14.401	57.379	3.344
Cu	5.718	10.312	7.969	7.410	6.092	19.446	36.183	16.814
Zn	4.996	3.619	15.914	62.270	83.410	32.170	145.739	36.789
Ga	4.132	2.927	2.984	23.016	31.670	7.964	18.339	21.586
Ge	0.428	0.386	0.393	0.763	0.777	0.853	1.402	1.055
As	0.428	0.734	0.786	1.214	0.236	1.719	2.399	0.701
Se	0.112	He обн.	0.067	0.198	0.183	0.184	0.398	1.334
Rb	3.716	2.520	2.586	191.722	190.742	60.292	2.324	259.447
Sr	2.715	2.070	1.873	21.002	9.449	47.287	313.843	51.574
Zr	20.096	19.111	22.123	154.363	170.461	72.489	17.756	100.642
Hf	0.516	0.543	0.659	3.778	4.583	1.900	0.476	3.026
Ta	0.132	0.061	0.088	0.931	1.079	0.213	1.236	2.296
Nb	2.882	1.476	0.773	15.347	14.493	3.440	22.198	17.696
Mo	0.082	0.087	0.090	0.196	0.072	0.195	0.319	0.118
W	0.163	0.136	0.157	2.500	3.449	0.381	0.130	0.400
Ag	0.081	0.059	0.051	0.296	0.244	0.116	0.383	0.378
Cd	0.008	0.004	0.019	He обн.	He обн.	0.034	0.100	He обн.
Sn	0.148	0.340	0.298	3.392	2.992	0.749	1.045	7.133
Sb	0.099	0.085	0.129	0.602	0.137	0.189	0.714	0.027
Te	0.043	0.017	0.024	0.024	0.026	0.019	0.021	0.003
Cs	0.055	0.035	0.046	2.473	2.671	2.335	0.050	5.138
Ba	30.222	22.562	19.198	978.471	1981.373	553.816	38.586	380.546
Tl	0.022	0.018	0.015	1.098	1.444	0.334	0.340	1.336
Pb	1.099	1.339	1.581	44.497	11.150	8.333	11.850	29.521
Bi	0.018	0.024	0.029	0.243	He обн.	0.132	0.034	0.250
Th	1.664	1.358	1.760	19.871	11.782	4.233	2.589	27.850
U	0.439	0.391	0.505	3.272	1.276	1.094	0.848	10.455
Y	2.302	1.754	2.356	18.779	1.077	7.064	16.028	64.946
REE	10.907	15.295	18.155	39.205	3.138	56.746	120.36	246.728
La	2.120	3.643	4.637	4.319	0.338	11.342	22.263	49.785
Ce	4.589	6.463	7.159	13.890	0.788	25.001	49.057	55.463
Pr	0.472	0.761	0.915	1.271	0.101	2.716	5.796	15.750
Nd	1.808	2.740	3.210	5.900	0.497	10.560	25.274	57.959
Sm	0.350	0.430	0.541	1.706	0.155	1.880	4.752	14.654
Eu	0.056	0.055	0.077	0.339	He обн.	0.333	1.621	1.316
Gd	0.323	0.274	0.423	2.113	0.185	1.410	4.119	11.795
Tb	0.056	0.041	0.065	0.442	0.035	0.188	0.529	2.169
Dy	0.394	0.297	0.444	3.466	0.265	1.288	3.342	14.837
Ho	0.084	0.066	0.086	0.712	0.069	0.249	0.627	2.786
Er	0.270	0.203	0.262	2.113	0.229	0.741	1.533	8.047
Tm	0.040	0.035	0.039	0.332	0.049	0.117	0.199	2.73
Yb	0.299	0.249	0.258	2.267	0.361	0.797	1.120	9.485
Lu	0.046	0.038	0.039	0.335	0.066	0.124	0.128	1.334

## Геохимические параметры и модули

Ц <sub>1</sub>	16.54 13.36 %	21.09 14.08 %	18.51 7.50 %	121.12 3.56 %	84.31 2.71 %	63.24 3.52 %	205.91 5.31 %	25.93 1.65 %
Ц <sub>2</sub>	36.41 29.40 %	66.65 44.50 %	69.76 28.29 %	1741.27 51.13 %	497.62 16.02 %	441.81 24.57 %	3351.24 86.50 %	455.28 28.98 %
Ц <sub>3</sub>	5.44 2.03 %	4.56 3.04 %	4.72 1.92 %	29.32 0.86 %	36.17 1.16 %	11.95 0.66 %	24.42 0.63 %	32.55 2.07 %
Ц <sub>4</sub>	68.41 55.21 %	54.88 38.38 %	55.22 62.29 %	1513.76 44.45 %	2487.44 80.11 %	1281.27 71.25 %	292.58 7.56 %	1057.40 67.30 %
Ц <sub>1</sub> +...+Ц <sub>4</sub>	123.80	149.78	148.21	3405.47	3105.54	1798.27	3874.15	1571.16
Ц <sub>4</sub> /Ц <sub>1</sub>	4.14	2.60	2.98	12.50	29.50	20.26	1.42	40.78
Ц <sub>4</sub> /Ц <sub>3</sub>	12.58	12.03	11.70	51.63	68.77	107.22	11.98	32.48
La/Yb	7.09	14.63	17.97	1.91	0.94	14.23	19.88	5.25

Примечание. Метод плазменной спектрометрии, квадрупольный масс-спектрометр ELAN 9000 фирмы Perkin Elmer, аналитик Д. В. Киселёва: 1 — алмазоносные метаконгломераты, кварцевая галька; 2 — то же, промежуток между галькой и цементом; 3 — то же, цемент; 4 — филлиты, рудник Экстракау, шахта Serrinha; 5 — то же, шахта Boa; 6 — метадиамикиты; 7 — зеленые апобазитовые сланцы, подстилающие группу макаубас; 8 — метаграниты из архей-раннепротерозойского основания террейна Макаубас

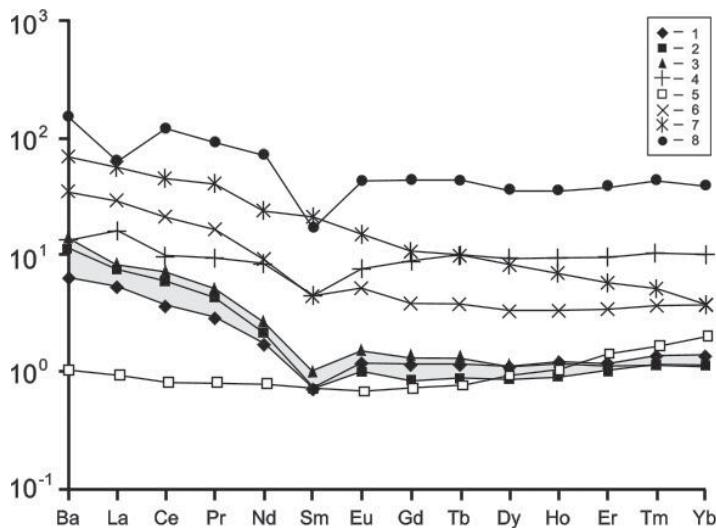


Рис. 8. Тренды нормированных на хондрит концентраций REE в протерозойских породах Восточной Бразилии. 1 — алмазоносные метаконгломераты, кварцевая галька; 2 — то же, промежуток между галькой и цементом; 3 — то же, цемент; 4 — филлиты, рудник Экстракау, шахта Serrinha; 5 — то же, шахта Boa; 6 — метадиамикиты; 7 — зеленые апобазитовые сланцы, подстилающие группу макаубас; 8 — метаграниты из архей-раннепротерозойского основания террейна Макаубас

жими не на алмазоносные филлиты, а на неопротерозойские апобазитовые сланцы.

Проведенный на основе космогеохимической классификации элементов Ю. Г. Щербакова [36, 37] анализ показал, что, несмотря на почти нацело кварцевый состав алмазоносных метаконгломератов, ассоциация микроэлементов в них является геохимически весьма мало дифференцированной. По этому критерию рассматриваемые породы почти совпали с неопротерозойскими зелеными сланцами, образованными за счет базальтоидов, и, кроме того, оказались близкими к средне-

му земному ультрамафиту (рис. 9). Весьма примечательно, что алмазоносные филлиты по степени геохимической дифференциации вполне сопоставляются со средним гранитоидом, а метадиамикиты — с осадочными терригенными породами. Таким образом, мы приходим к выводу о том, что исследованные нами метаконгломераты по своим геохимическим особенностям обнаруживают парадоксальную близость к глубинным (мантийным) ультрамафит-мафитам.

Результаты проведенных исследований позволяют сделать следующее заключение. Вся совокупность

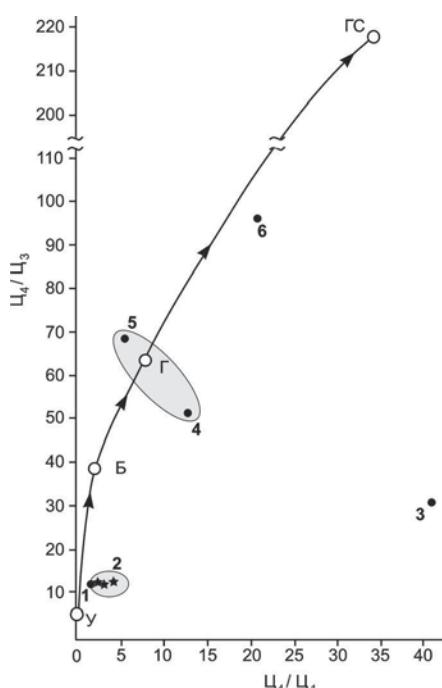


Рис. 9. Оценка относительной степени геохимической дифференциации архей-протерозойских пород Восточной Бразилии по критериям космогеохимической классификации Ю. Г. Щербакова:  $\Sigma_4/\Sigma_1$  и  $\Sigma_4/\Sigma_3$  отношения суммарной концентрации центробежных элементов ( $\Sigma_4$ ) соответственно к таковой центростремительных ( $\Sigma_1$ ) и дефицитно-центробежных ( $\Sigma_3$ ) элементов. Породы: 1 — зеленые апобазитовые сланцы, подстилающие группу макаубас; 2 — алмазоносные метаконгломераты (кварцевая галька, промежуток между галькой и цементом, цемент); 3 — метаграниты из архей-раннепротерозойского основания террейна Макаубас; 4 — филлиты из рудника Экстракау, шахта Serrinha; 5 — то же, шахта Boa; 6 — метадиамикиты. Эталоны: У — ультраосновные породы; Б — базальты, габбро; Г — граниты, гранодиориты; ГС — терригенные осадочные породы (индексы рассчитаны на основе кларков по А. П. Виноградову [38])

геологических, петрографических и минералого-геохимических данных свидетельствует не об экзогенном, а эндогенном, предположительно мантийном происхождении бразильских алмазоносных метаконгломератов. На это в частности указывают особенности строения обломков, характерные для интрузивных пирокластических пород, аутигенность цемента, многообразные признаки проявления флюидизационного минералообразования, геохимическая однородность обломков и цемента в сочетании с «ультрамафит-мафитовой» степенью их геохимической дифференциации.

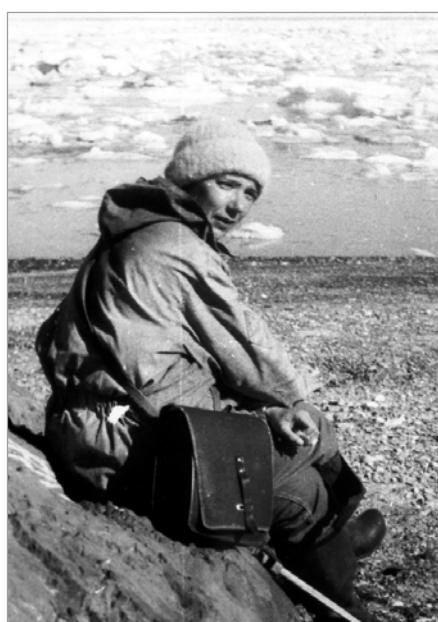
Не исключено, что изученные нами эндогенные конгломератоидные кластиты являются в Восточной Бразилии основным первоисточником алмазов, поиски которого ведутся уже порядка 200 лет. Можно также предположить, что именно эти алмазоносные породы представляют собой наиболее древние из известных к настоящему времени проявлений алмазоносных туффизитов.

#### Литература

1. Томпkins L. A. Структурное положение кимберлитов Бразилии и их алмазоносность // Геология и геофизика, 1992. № 10. С. 108—117.
2. Метелкина М. П., Прокопчук Б. И., Суходольская О. В., Францессон Е. В. Докембрийские алмазоносные формации мира. М.: Недра, 1976. 134 с.
3. Сухарев А. Е., Петровский В. А. Минералогия карбонато и экспериментальные модели их образования. Екатеринбург: УрО РАН, 2007. 193 с.
4. Svisero D. P. Distribution and origin of diamonds in Brazil: an overview // J. Geodynamics, 1995. V. 20. № 4. P. 493—514.
5. Chaves M. L. S. C. Geologia e mineralogia do diamantada Serra do Espinhal no Minas Gerais // Phd Thesis: Universidade de São Paulo, 1997. 289 p.
6. Almeida-Abreu P. A., Pelug R. The geodynamic evolution of the southern Serra do Espinhal, Minas Gerais, Brasil // Zbl., Geol., Palsont., 1994. Teil 1. P. 21—44.
7. Каминский Ф. В. Некоторые особенности минералогии лампроитовых туфов района Президенте Олегарью (штат Минас Жерайс, Бразилия) // Минералогический журнал, 1993. Т. 5. № 1. С. 38.
8. Martins-Neto M. A. Tectonics and sedimentation in a Paleo/Mesoproterozoic rift-sag basin (Espinhal Basin, southeastern Brazil) // Precambrian Research, 2000. V. 103. P. 147—173.
9. Martins-Neto M. A. Sequence stratigraphic framework of Proterozoic



- successions in eastern Brazil // *Marine and Petroleum Geology* (2007), doi: 10.1016/j.marpetgeo.2007.10.001.
- 10.** *Chaves M. L. C., Dussin T. M., Sano Y.* The Source of the Espinhaco Diamonds: Evidences from SHRIMP U-Pb zircon ages of Sopa Conglomerate and Pb-Pb zircon evaration ages of metavolcanic rocks // *Revista Brasileira de Geociencias*, 2000. V. 30. P. 265—269.
- 11.** *Junior F. C., Dussin I. A., Martins M. S. et al.* The Espinhaco Supergroup in Minas Gerais: a Stenian Basin? // VII SSAGI South American Symposium on Isotope Geology Brasilia, 25<sup>th</sup>-28<sup>th</sup> July 2010. P. 552—555.
- 12.** *Lister G. S., Etheridge M. A., Symonds P. A.* Detachment models for the formation of passive continental margins // *Tectonics*, 1991. V. 10. № 5. P. 1038—1064.
- 13.** *Alkmim F. F., Marshak S., Pedrosa-Soares A. S. et al.* Kinematic evolution of the Arac, West Congo orogen in Brazil and Africa: Nutcracker tectonics during the Neoproterozoic assembly of Gondwana // *Precambrian Research*, 2006. V. 149. P. 43—64.
- 14.** *Moraes L. J.* Area ocupada pela Formacao Macaubas no norte de Minas Gerais // *Ann. Acad. Bras. Sci.*, 1932. V. 4. P. 111—114.
- 15.** *Moraes L. J.* Deposites diamantiferos do norte do Estado de Minas Gerais // *Boletin DNPM/SEPM*, 1934. V. 3. P. 161.
- 16.** *Karfunkel J., Hoppe A.* Proterozoic glaciations in central-eastern Brazil: synthesis and model // *Paleogeography, Paleoclimatology, Paleoecology*, 1988. V. 65. P. 121.
- 17.** *Martins-Neto M. A., Hercos C. M.* Sedimentation and tectonic setting of Early Neoproterozoic glacial deposits in southeastern Brazil // *Precambrian Sedimentary Environments: A Modern Approach to Ancient Depositional System*, 2002. V. 33. P. 383—403.
- 18.** *Hettich M.* A glaciacao proterozoica no centro-norte de Minas Gerais // *Rev. Bras. Geociencias*, 1977. V. 7. P. 87—101.
- 19.** *Robinson D. N.* Surface textures and other features of diamonds // Ph. D. thesis, University of Cape Town/South Africa, 1979. 221 p.
- 20.** *Robinson D. N., Scott J. A., Van Niekerk A., Anderson V. G.* The sequence of events reflected in the diamondsof some southern African kimberlites // *Geol. Soc. Australia , Sp. Publ.*, 1989. V. 14. P. 990—1000.
- 21.** *Sutherland D. G.* Type transport and sorting of diamonds by fluvial and marine processes // *Econ. Geol.*, 1982. V. 77. P. 1613—1620.
- 22.** *Chaves M. L. S. C., Karfunkel J., Banko A. G. et al.* Sobre a polemica da origin do diamante na Serra do Espinhaco (Minas Gerais: um enfoque mineralogico) // *Rev. Bras. Geociencias*, 1998. V. 28. P. 285—294.
- 23.** *Петровский В. А., Ракин В. И., Карфункель И. и др.* Алмазы современных россыпей в бассейне реки Макаубас (Бразилия) // Сыктывкарский минералогический сборник № 33. Сыктывкар, 2003. С. 13—40.
- 24.** *Karfunkel B., Karfunkel J.* Fazielle entwicklung der mittleren Espinhaco-zone mit besondere Brucksichtigung des tillit-problems // *Geoogiches Jarbuch*, 1977. B. 24. S. 391.
- 25.** *Gonzaga G. M., Tompkins L. A.* Principais depositos minerais do Brazil // *Gemas e rochas ornamentais, DNPM-CPRM*, 1991. V. 4-A. P. 53—116.
- 26.** *Karfunkel J., Chaves M. L. S. C.* Conglomerados Cretacicos da Serra do Cabral, Minas Gerais: Um modelo para a redistribuicao coluvio-aluvionar dos diamantes do Medio Sao Francisco // *Geociencias*, 1995. V. 14. P. 59—72.
- 27.** *Chaves M. L. S. C., Karfunkel J. A.* protobacia do Rio Jeguitinhonha durante o Cretaceo Inferior e seu potencial-diamanifero // *Geociencias*, 1997. V. 16. P. 191—203.
- 28.** *Karfunkel J., Martins M. S., Scholz R., McCandless T.* Diamonds from the Macaubas River Basin (MG, Brazil): characteristics and possible source // *Revista Brasileira de Geociencias*, 2001. V. 34. P. 445—456.
- 29.** *Martins M. S.* Geologia dos diamantes e carbonados do Rio Makaubas (MG) // PhD Thesis: Universidade Federal de Minas Gerais, 2006. 246 p.
- 30.** *Cloos H.* Bau und Tätigkeit von Tuffschotzen // *Geologische Rundschau*, 1941. V. 32. P. 708—800.
- 31.** *Reynolds D. L.* Fluidization as a geological process and its bearing on the problem of intrusive granites // *Am. J. of Sci.*, 1954. V. 252. № 10. P. 577—614.
- 32.** *Twenhoffel W.* Treatise on sedimentation (second edition). Baltimore, 1932.
- 33.** *Билибин Ю. А.* Основы геологии россыпей. М.: Изд-во АН СССР, 1955. 475 с.
- 34.** *Голубева И. И., Махлаев Л. В.* Интрузивные пирокластиты севера Урала. Сыктывкар, 1994. 86 с.
- 35.** *Голубева И. И.* Магматогенная природа «погурейских нонгломератов» (Полярный Урал) // Геология Европейского Севера России. Сборник № 3. Сыктывкар, 1999. С. 67—77.
- 36.** *Щербаков Ю. Г.* Периодическая система и космогеохимическое распределение элементов // Геология и геофизика, 1982. № 1. С. 77—87.
- 37.** *Щербаков Ю. Г.* Геохимическая эволюция и рудные формации // Проблемы эндогенного рудообразования и металлогенеза. Новосибирск: Наука, 1976. С. 217—229.
- 38.** *Войткович Г. В., Кокин А. В., Мирошников А. Е., Прохоров В. Г.* Справочник по геохимии. М.: Недра, 1990. 480 с.



*Поздравляем старшего научного сотрудника  
лаборатории геологии нефтегазоносных бассейнов  
кандидата геолого-минералогических наук  
Татьяну Викторовну Майдль  
с 35-летием работы в институте!*

Трудовая деятельность Татьяны Викторовны в должности лаборанта Института геологии Коми началась после окончания геологического факультета Ленинградского университета. Её сразу определили во вновь организованный отдел геологии горючих ископаемых, возглавляемый молодым доктором наук из Ленинграда Владимиром Алексеевичем Дедеевым. Коллектив тогда подобрался молодой, энергичный, все со своими взглядами на геологию... Со студенческой скамьи и до настоящего времени Татьяна Викторовна осталась верна геохимическим методам исследований. Начав работать с Я. Э. Юдовичем по нижнепалеозойским нефтегазоносным комплексам, она и сейчас, уже умудренная опытом и научными знаниями о геологии региона, продолжает их изучение, расширяя круг интересов, вовлекая все новых исследователей в эту проблему. За участие в открытии нефтяного месторождения на территории Коми АССР Татьяна Викторовна была удостоена государственной премии.

Мы от всей души поздравляем Татьяну Викторовну, желаем ей здоровья, творческих сил и научного энтузиазма в продолжении исследований и завершения монографической работы.



# One World, One Dream

## Главное — девиз

Один мир одна мечта. Этот девиз прошедшей в 2008 г. в Пекине Олимпиады был выбран из более чем двухсот тысяч вариантов. Теперь эти слова укреплены на горе рядом с пекинским участком Великой Китайской стены (Бадалинь) подобно надписи «Голливуд».

Редкий человек, побывавший в Пекине, не сфотографировался рядом с этой надписью. Мы тоже не стали исключением, когда в августе этого года приехали на 16-ю Международную конференцию по росту кристаллов (ICCG-16). Покровителями ICCG-16 выступили Китайская академия наук, Национальный научный фонд Китая, Китайское керамическое общество, Международный союз кристаллографов, а также Китайская ассоциация по росту кристаллов. Странно, что выставка научного оборудования на состоявшейся конференции была совершенно непредставительная: одни только китайские компании, почти все они в Пекине и базируются. Несколько больших кристаллов

под стеклом, много рекламы — и ни одного мирового имени вроде JEOL, Hitachi, Veeco... Не было огромных агрегатов, возле которых сутились бы специалисты, тут же, на месте, демон-

рекламы ни одного АСМ, пусть даже и китайского. Словом, выставка отличалась поразительной малодуэстью и тишиной, чего нельзя сказать о самой конференции. Ее девиз «Рост



Российская делегация в Пекине

стрируя возможности супертехники. И, что странно для конференций по росту кристаллов, на которых без атомно-силового микроскопа уже никуда, на этой выставке не было даже

кристаллов: для пользы и любопытства; от искусства к науке» полностью отражал настроения, царившие на ней. Она стала идеальным форумом для представления и обсуждения новых направлений в росте кристаллов и технологии. Тематика включала в себя не только теорию роста кристаллов, рост тонких пленок и эпитаксию, рост кристаллов в экстремальных условиях, промышленную кристаллизацию, но также наноматериалы, рост белковых кристаллов и новые направления в изучении широкого класса полупроводников. Было действительно интересно, свои доклады представили все лидирующие в этих областях мировые научные группы. В последние годы интересы ростовиков настолько расширились в модные сейчас направления исследований, такие как «нанотехнология», «биотехнология», «клusterная самоорганизация»,



С Кешрой Сангалом — известным польским ростовиком индийского происхождения



что главная задача на ближайшее время — адаптация существующих методов исследования и создание новых для прямой визуализации кластерной самоорганизации в растворе и распласт

цией кристаллических зародышей. Японец Араки (Y. Araki) с соавторами с помощью высокоразрешающих наблюдений расшифровал механизм формирования арагонита. Два из трех

ности на примере лизоцима. Юки Кимура (Y. Kimura) с соавторами рассказал о прямых интерферометрических наблюдениях в процессе конденсации и роста нанокристаллов из пара. Было весьма людно на докладах, посвященных скоростному выращиванию высокочистых кристаллов, необходимых для нужд оптоэлектроники (J. Leroudier et all; Н. Леонюк; В. Мальцев и другие). Кстати, кристаллы ортоборатов, так необходимые для лазеров, стали темой лекции Виктора Мальцева (МГУ), которую он получил право читать в заключительный день конференции как победитель международного конкурса Шибера (IOCG 2010 Schieber Prize). Президент Международной ассоциации по росту кристаллов А. А. Чернов с группой соавторов из Ливермора сделал доклад по дейтерий-тритиевым кристаллам для лазерного ядерного синтеза. Отдельно хочется сказать о международной премии Лодиза за цикл работ по скоростному выращиванию кристаллов KDP из водных растворов, которую представил Де Йорео (J. De Yoreo). В коллектив авторов вошли также профессор Л.Н. Ращкович (МГУ) и его ученица Н.П. Зайцева (США). Они показали, что могут выращивать высокочистые кристаллы даже при больших пересыщениях, когда, казалось бы, из-за высоких скоростей роста качество кристалла должно ухудшаться. Совершенство кристалла связано с морфологической стабильностью растущей поверхности. Ею можно управлять, ускорив диффузию перемешивания, а также замедлив поверхностные процессы путем управления активностью дислокационных источников. В результате сегодня они за два месяца выращивают кристаллы KDP весом до полутонны (около 5 см в сутки).

Таким образом, даже ведущие мировые исследования фундаментального и прикладного характера тесно связаны с разработками российских ученых: Чернова, Балицкого, Жарикова, Ращковича, Зайцевой, Мальцева. Приятно отметить, что сотрудники нашего Института тоже оказались не последними на этой аллее звезд.

#### Наши в Пекине

На этот раз мы решили поучаствовать в конкурсе научных фотографий. Организаторы заранее получили нашу работу под названием «Ледовый



Знаменитый олимпийский стадион

ве. Отдельные попытки визуализации очень крупных объектов вроде кластеров при росте белковых кристаллов демонстрировали нам на длившейся целый день и очень посещаемой секции «Нанокристаллические материалы — частицы, волокна, нанотрубки, фуллерены и прочее». Также на пике популярности — прямые наблюдения за зарождением и различными стадиями роста кристаллов с помощью современных инструментов, таких как атомно-силовой или трансмиссионный электронный микроскопы. Так, Де Йорео (J. De Yoreo) с соавторами представил результаты прямых наблюдений за протеиновой самоорганизацией, зарождением на органической матрице и пептидной модифика-

ции наших докладов, представленных в стеновой сессии, также были связаны с прямыми наблюдениями роста кристаллов: «Surface Energy of the Crystal in Solution (AFM data)» (Пискунова Н. Н.) и «Kinematical Waves of Density Steps on the Surface of the Growing Crystal: Order Through Fluctuations» (Пискунова Н.Н.).

Я마다 (H. Yamada et all.) из Японии исследовал на молекулярном уровне границу жидкостьповерхность белкового кристалла с помощью частотно-модуляционной АСМ (FMAFM). Японец Сазаки в соавторстве с китайцем Дай (G. Dai, G. Sasaki) представили результаты изучения процессов присоединения-отрыва отдельных молекул к поверх-



Собор Нотр-Дам де Пари в Пекине



покров». Картинка представляет собой изображение небольшого участка ( $6 \times 6$  мкм) ростовой поверхности кристалла аспирина (грань призмы), полученное с помощью атомно-силового микроскопа. Мы решили добавить к аспирину капельку северного колорита. Не сказать, что это сразу стало серьезной заявкой на победу, но белый мишка вовсе не смотрелся чужим на этом празднике жизни. Хотя на выставке были поистине волшебные фотографии: бордовые «цветы» висмута, какие-то очень красивые волокна, уложенные в виде «волос», на нобашни — «самые маленькие башни в мире».

Итак, банкет, час пробил. Объявление победителей. Сцена манит софитами. Ее вполне достоин ультрамодный наряд. Выучена даже шутка на английском, чтоб в случае



чего, как говорится, не посырить. Барабанная дробь... Сильная все-таки штука, эта женская интуиция! Ошибается только часто. Хотя нет, почему ошибается! Не прошло и пяти минут, как в номинации «Лучший доклад стеновой сессии» показывали фотографию доклада А. М. Асхабова! А там, на сцене, мистер Минхуа Янг силится убрать китайский акцент в английском произношении исконно аварского слова «КУАТАРОН», которое запустил в мир русский учёный по имени Асхаб. А как иначе, мистер Янг, мы же все One World! Он еще говорил какие-то слова про кластерную самоорганизацию, но их уже не слышали, потому что обладательница исключительной интуиции пустилась исполнять нижний брейк и победно орать. Немцы за нашим столом от такого шума пригнули головы, а я все выталкивала на сцену А.М. Асхабова, который, похо-



В поисках Запретного города

же, за наградой идти не собирался. Хотя здесь, в Пекине, сам не раз был свидетелем того, что его кватаронная концепция, обосновавшая существование кластеров скрытой фазы в любой равновесной и пересыщенной среде, получила признание ученых всего мира. Сегодня в той или иной мере к такой самоорганизации вещества склоняется большинство исследователей. Теперь редкий зарубежный доклад обходится без рисунков характерных «шариков».

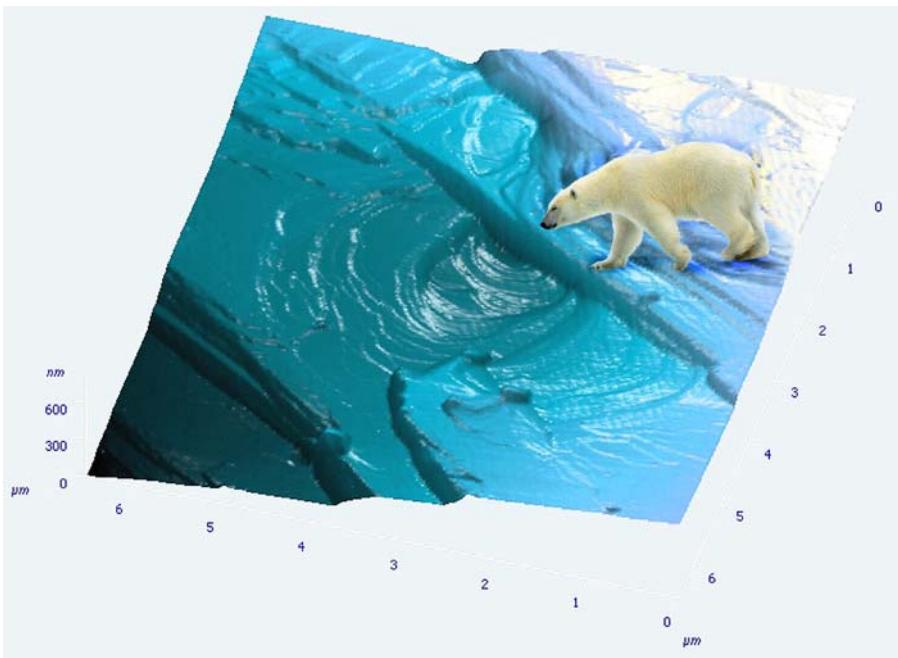
По итогам пекинской 16-й Международной конференции по росту кристаллов доклад А. М. Асхабова «The nature of building units at crystals growth. Discussion proceeds» признан лучшим докладом постерной сессии, о чем свидетельствуют выданный диплом и заслуженная награда — тяжеленный шпрингеровский справочник настольная книга для тех, кто связан с ростом кристаллов.

### Одним миром

В горы на экскурсию в Бадалинь мы приехали аж на десяти автобусах. Потому что общее количество участников конференции было около полутора тысяч человек, довольно много приехало россиян — больше пятидесяти человек. Но, выйдя из автобусов, мы сразу затерялись среди огромного количества китайцев, желающих посмотреть свое родное чудо света. Китайцев также много на площади Тяньаньмэнь, у мавзолея Мао, в Запретном городе, у современных олимпийских построек вроде стадиона «Птичье гнездо» или пузырькового «Водного куба», словом, везде, где красота и уникальность восхищает любопытный взгляд, неважно, чей он — азиатский или европейский. А в гостях у народа с пятнадцатилетней историей действительно есть что посмотреть. «Небесные ворота», Императорский дво-



С наградой



«Ice cover». AFM-image of the surface of acetylsalicylic acid crystal (6×6 mkm).

Authors: Piskunova N. and Radaev V., Institute of Geology, Syktyvkar, Russia

рец, красивейшие парки рядом с Запретным городом.

Кстати, в Запретный город выстроилась настолько большая очередь, что скоро и вправду проще будет побродить по нему виртуально, как это предлагает сделать программа, разработанная компанией IBM. Тем более что расстояния там колоссальные. А здание, в котором обосновалась сама компания IBM в Пекине, имеет очень необычную для здания форму — все его верхние этажи «трепещут» подобно языкам пламени на ветру. Навер-

среди знаменитых достопримечательностей мира, таких как парижская Эйфелева башня, Биг-Бен или египетские пирамиды.

Кстати, китайцы умудрились собрать почти все узнаваемые мировые строения в своем «Парке мира». Правда, все они в масштабе один к десяти или один к двадцати пяти, в зависимости от монументальности оригинала. Забавное место, можно перешагнуть через крепостную стену или заглянуть сверху во двор Белого дома. В другом парке — Националь-



В музее шелка

ное, оно и олицетворяет собой языки олимпийского огня, ведь расположено вблизи таких же необычных по форме олимпийских стадионов. Этим уникальным стадионам самое место

ном, наоборот, ничего забавного нет, хотя принцип такой же: на огромной территории собрано множество различных культур. Только каждая из них представляет собой какую-либо

провинцию Китая. Это просто здорово, насколько там все продумано. Они все такие разные! В одной деревне — саларской — жители даже перекинулись парой слов с Асхабовым, который сказал им что-то на одном из дагестанских наречий. Поистине один мир.

Еще есть огромный Жемчужный рынок, где на верхних чопорных этажах покупает шелка не кто-нибудь, а сама английская королева, зато на нижних этажах тебя хватают за руки: «Тёшева, тёшева, пакуй!» В искусстве торговаться китайцы, пожалуй, не уступят великим специалистам в этом занятии арабам. Если вначале продавец само воплощение искренности и цена вопроса не меньше тысячи юаней, то через полчаса вполне может оказаться, что эта сумка стоит сто двадцать плюс шелковый платок в придачу. Но все это, конечно, при условии, что покупатель тоже не лыком шит и достойно прошел весь путь от тысячи до ста. А иногда и путь вроде достойно прошел, однако становившись счастливым обладателем вещи из разряда «где были мои глаза». Лично я оберегала в самолете непонятную китайскую вазу совсем немаленьких размеров.

Такси в Китае действительно дешевое. Уехать через весь город можно буквально за 20 юаней. Вот только вернуться тем же манером обратно к гостинице — все равно что слезть с верблюда в Египте, — невозможно и дорого. Хорошо, что Шелковый Музей был совсем рядом с нашим отелем. Собственными глазами проследить путь от кокона до легчайшего одеяла или волшебной шелковой блузки, здесь же совершил самую нужную в жизни покупку — что еще надо научному сотруднику в Китае! Настояльному совету гида попробовать жареных шелкопрядов мы не последовали. Может, зря? Когда еще возможность будет... Следующая такая конференция должна пройти в Польше. Точнее, в 2013 г. в Варшаве, а школа по росту кристаллов — незадолго до того в Гданьске.

Наша поездка стала возможной благодаря программам Президиума и ОНЗ РАН, Тревел-гранту (Урал) и фонду РФФИ. Хотелось бы сказать большое спасибо всем тем, кто помогал в подготовке, особенно Виктору Радаеву, Андрею и Светлане Плосковым, Снежане Божеско, Ольге Клинишевой и Евгению Голубеву.

К. г.-м. н. Н. Пискунова



# ЕЩЕ РАЗ ОБ УЧЕНЫХ МОНАХАХ, МИНЕРАЛОГИИ И ПОЛЬЗЕ МНОГООБРАЗИЯ НАУЧНЫХ ШКОЛ

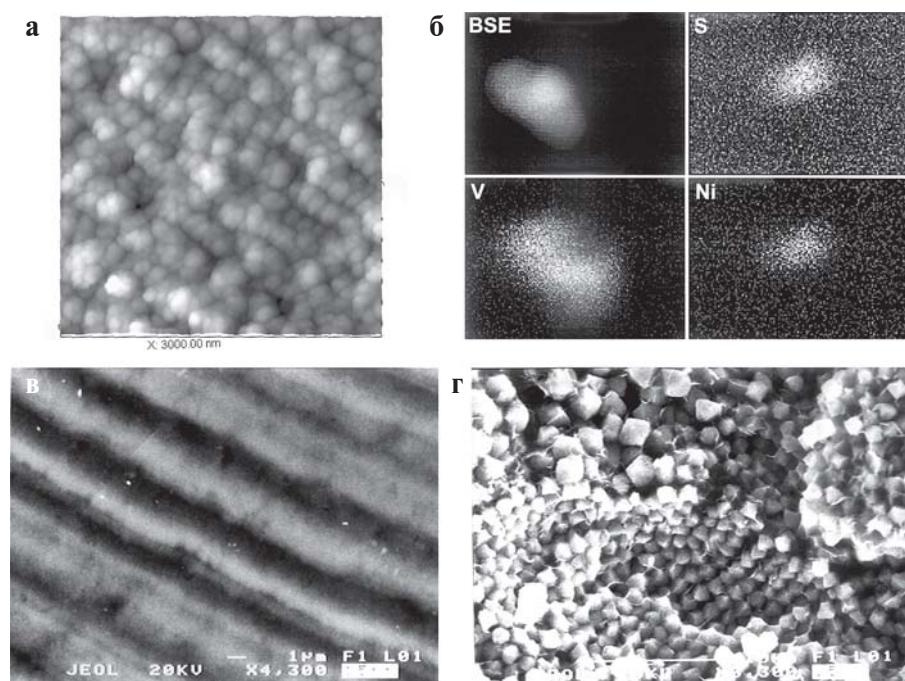
В 2008 г. в легендарном русском журнале «Природа» была опубликована интересная статья Б. Е. Боруцкого и В. С. Урусова [1], являющихся не только замечательными учеными, но и университетскими преподавателями. Из этого следует, что приведенные в статье рассуждения и идеи равнно обращены как к уже сложившимся специалистам, так и к нарождающемуся поколению будущих минералогов, пока еще «грызущих гранит» чужих знаний. Именно понимание последнего и явилось стимулом для нашего краткого отклика.

Нет никаких сомнений в том, что рассматриваемая статья, будучи посвященной фундаментальной, всегда актуальной, а в настоящее время еще и крайне обострившейся проблеме понимания природы минералов, принципов и правил их классификации, перспектив развития и совершенствования минералогических номенклатур, в основном справедлива и очень полезна. Надо также сразу подчеркнуть, что сам автор отклика считает, что упомянутое выше обострение не столько рождено чьими-то новациями в правилах регистрации новых минералов, сколько носит вполне объективный характер, определяясь в основном двумя причинами. Во-первых, массовым включением в число объектов минералогических исследований некристаллических веществ [25] и органоминеральных композитов биогенного происхождения [6–12], а во-вторых, почти беспредельной минимизацией этих объектов в связи с пресловутой «интервенцией» в мир наноразмерных величин [13–17].

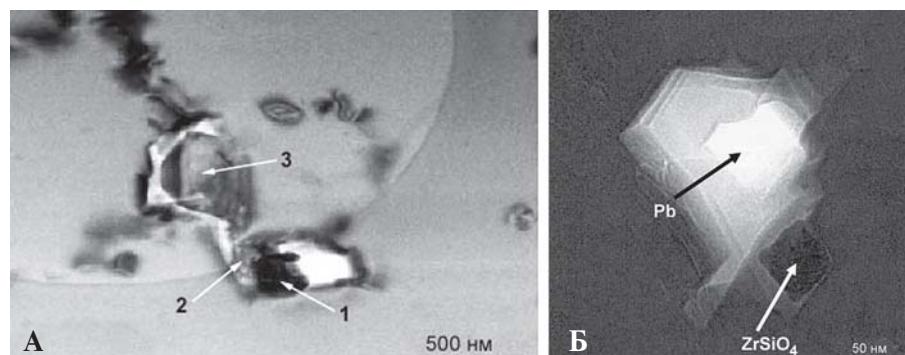
Подобные обстоятельства для любой науки чреваты не только хаотизацией, но и эрозией казалось бы укоренившихся принципов и понятий. Для отечественной же минералогии это справедливо в особенной степени, поскольку, судя по всему, в ней все еще продолжают практически автономно и независимо существовать две разные и в чем-то даже противоположные школы. Первую из этих школ («московскую»), к которой, очевидно, принадлежат и авторы рассматриваемой статьи, можно условно назвать химической или физико-хи-

мической. В ее рамках минерал трактуется почти исключительно как химическое соединение, а среда минералообразования как физико-химическая система [18–23]. Вторую школу («ленинградскую») логично определить как физико-онтогеническую. В этом случае минерал рассматривается как физическое тело, обладающее, разумеется, определенным хими-

ческим составом, но, кроме того, еще и границами, формой, закономерным внутренним строением и что особенно важно индивидуальной историей. В настоящее время такую школу минералогии справедливо связывают с именем Д. П. Григорьева [24–28], но ее зачатки можно вполне отчетливо увидеть в работах Н. Стенона, заложившего основы науки о кристаллах;



Некристаллические (а, б) и минералоподобные кристаллические (в, г) объекты современной минералогии: а — АСМ-изображение надмолекулярной структуры новоземельского антраксолита; б — СЭМ-изображения металл-углеродистых композитов, образовавшихся в ходе метаморфизации твердых битумов (в режиме характеристического рентгеновского излучения); в — СЭМ-изображения чередования минерального (светлое) и органического (темное) веществ в биоапатите (в режиме упруго-отраженных электронов); г — СЭМ-изображение микростроения минерализованной кожи древнего ящера (в режиме вторичных электронов) из материалов академика Н. П. Юшкина



Высокоразрешенные ПЭМ-изображения включений наноминералов в алмазной фазе бразильских карбонатов (получены с использованием FIB-технологии препарирования): А — апатит (1), барит+кальцит (2), кварц (3); Б — самородный свинец (Pb) и циркон ( $ZrSiO_4$ ). Видно, что и в нанометровом диапазоне размеров индивиды сохраняют все фундаментальные свойства минералов



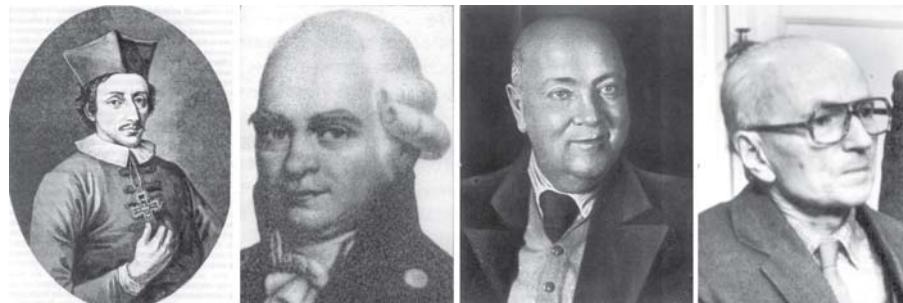
Ж. Л. Леклерка Бюффона, автора «Естественной истории минералов»; А. Г. Вернера, основателя фрайбергской школы метафизической минералогии; Ф. Бекке и А. Н. Карножицкого, акцентировавших внимание на связи морфологии с внутренним строением минеральных индивидов; А. Е. Ферсмана, открывшего второй по фундаментальности минералогический закон об индукционных поверхностях срастания одновременно кристаллизующихся минералов.

Со всеми главными выводами, приведенными в рассматриваемой статье, автор настоящей заметки вполне солидарен [29]. Однако кое-что в ней вызывает большое удивление. Это «кое-что» состоит в том, что все более или менее крупные катего-

авторами статьи вопросы давно и убежденно солидарны с биологами. А именно в том, что минерал, уподобляющийся организму [30], следует изучать, во-первых, вглубь как иерархически упорядоченную целостность «на разных уровнях системности» — индивидном, анатомическом, клеточном, атомном, изотопном, а во-вторых, вовне как зарождение, генерацию («популяцию») и элемент парагенезисов и геотопосов («биогеоценозов») разного масштаба [31, 32]. Ну кто же, спрашивается, не слышал об этом по крайней мере в последние лет 30 или даже 40? Кроме того, многие, вероятно, помнят, что солидарность минералогов с биологами в отношении к объектам исследований зиждется на очень прочном историческом

ренним макростроением [33], и даже индивидуальной историей (онтогенез), детерминировано «записанной» в виде множества изменчивых физических и химических свойств [34]. Все это в сочетании с геологическим происхождением и делает минералы минералами, но не имеет или почти не имеет отношения к химическим соединениям, для существования которых не требуется ни обособления в виде частиц сверхмолекулярного размера и определенной формы, ни надмолекулярной упорядоченности, ни тем более онтогеничности. Странно в этой связи видеть ссылку авторов на Й. Берцеллиуса, который, хотя и предложил идею химического таксономирования минералов и даже разработал химические принципы их классификации, но не только не мог предвосхитить современное понимание минерала, но плохо был знаком и с минерологией своего времени. Известно, например, что он даже не предполагал изоморфизма в минералах в части электроотрицательных ионов. А вот шведский химик А. Кронштедт, живший примерно в то же время и давний, как известно, понятие «царства минералов», знал о развитии в минералах анионного изоморфизма и минералогию с химией не путал.

Вообще история с наследством, доставшимся минералогам от химиков XVIII—XIX вв., выглядит очень противоречивой. Общеизвестно, что это был период, когда химики почти все свои знания черпали из минералов, интересуясь при этом только их химическим составом. Именно отсюда и берут начало заблуждения вроде того, что «минералогия... лишь часть химии»<sup>1</sup>. Как ни странно, но химики, так много сделавшие для изучения минералов, оказались особенно консервативными в отношении понимания сущности этих природных феноменов [36]. Наилучший пример такой консервативности, конечно, гениальный В. И. Вернадский, который, хотя и считается кое-где минералогом, но по природе своего мышления был настоящим химиком: «Основной задачей минералогии является изучение природных химических соединений Земли с точки зрения химических процессов...». Вернадскому обычно приписывают крайне расширитель-



Зачинатели и основоположник физико-онтогенетической школы минералогии, слева направо: Николаус Стенон, А. Г. Вернер, А. Е. Ферсман, Д. П. Григорьев

рии минералогии рассмотрены Б. Е. Боруцким и В. С. Урусовым исключительно с позиций химической школы, словно никакой другой школы у нас и не существует. В настоящее время такое изложение выглядит столь ахаичным, что не может не вызвать желания взглянуть на некоторые суждения авторов и под иным углом зрения.

1. «Кроме того, биологи (в отличие от нас минералогов) уже давно поняли, что организмы могут изучаться на разных уровнях системности и организации живого вещества молекулярном, клеточном, тканевом, популяционном, интересующем нас видовом и далее биогеоценотическом и биосферном. Однако этого до сих пор не хотят понять исследователи минерального вещества».

Здесь поражает, прежде всего, противопоставление биологам «нас минералогов», поскольку широко известно, что если не все, то очень многие из минералогов в перечисленных

фундаменте, поскольку принципы системности в минералогии берут начало от первой классификации минералов, разработанной как раз на биологической основе еще К. Линнеем для своей «Системы Природы».

2. «Минералогия изучает природные химические соединения... наиболее общее фундаментальное определение, отражающее существо данного понятия, следующее: «Минералы — природные химические соединения, образующиеся при геохимических процессах».

Вопреки утверждению авторов, минералы это вовсе не химические соединения, а физические тела, обладающие определенным химическим составом. Многим специалистам уже лет двести известно, что в отличие от химических соединений минералы обладают фазовой дискретностью (индивидуи, выделенные из среды по-средством физических границ), зачастую закономерной формой частиц, их анатомией, т. е. правильным внут-

<sup>1</sup> Высокомерное отношение к минералогии свойственно не только химикам, но и физикам, которые решили, например, что кристаллография, родившаяся в недрах минералогии, минералогам вовсе не по зубам: «Кристаллография является одной из глав физики, а не минералогии, и если ее считают частью минералогии, то это достойное сожаления недоразумение» (из письма русского кристаллографа Г. В. Вульфа английскому кристаллохимику Брэггу, цитировано по [35]).

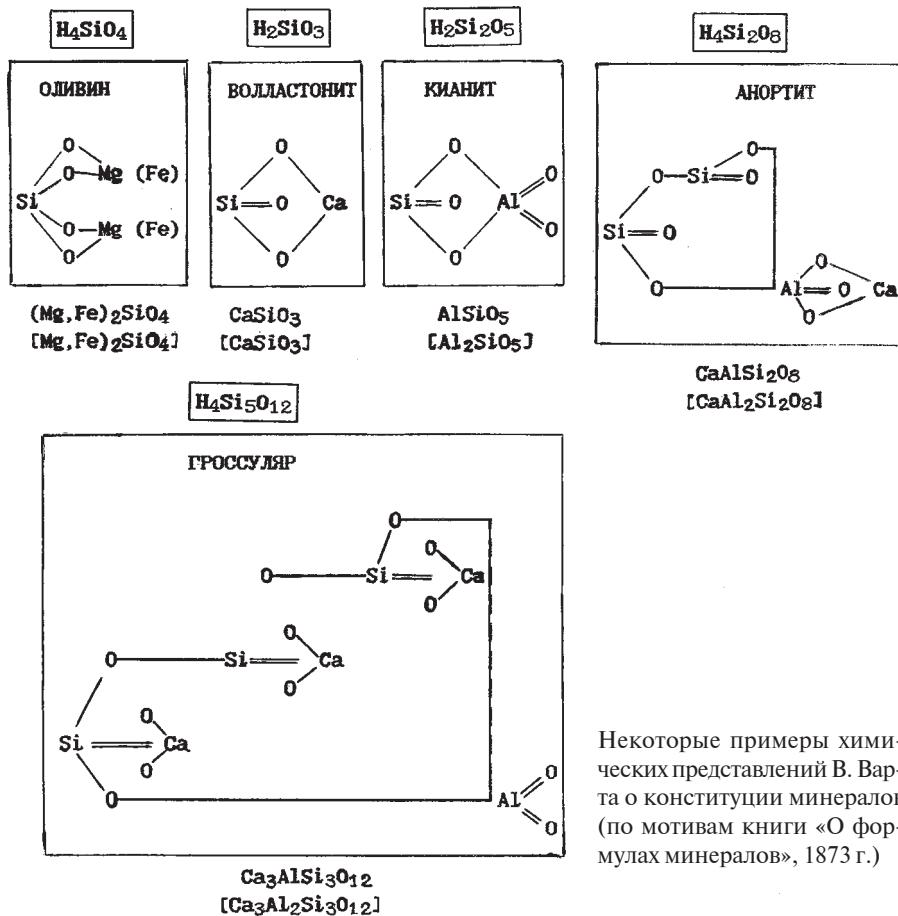


ное толкование понятия минерала, распространявшееся якобы даже на жидкости и едва ли не на газы. Вот и авторы рассматриваемой статьи о том упомянули. Однако на самом деле в рассматриваемом отношении Владимир Иванович как раз и не был экстремистом, поскольку имел в виду вовсе не минералы как таковые, а минеральные воды, число видов которых у него действительно зашкаливало за несколько тысяч [37]. Странностью мышления В. И. Вернадского было совсем другое. Он через всю свою жизнь пронес понимание минералов фактически по В. Варту как солей поликремневых кислот со структурой «полиэтиленовых спиртов» (последнее было заимствовано у А. М. Бутлерова), с той лишь разницей, что рядом с кремнием в таких образованиях Вернадский поставил алюминий, угадав его химический дуализм (основание/кислота). Поразительно, но он и через 25 лет после экспериментов М. Лауэ, П. Книппинга и В. Фридрихастроил формулы «каолинового ядра» [38], так, похоже, и не поверив до конца в атомно-решетчатый принцип структуры минералов.

Все это верно, но не совсем понятно, зачем теперь-то надо транслировать стародавние причуды как основу современных минералогических знаний?

3. «*Ограничение понятия “минерал” наличием кристаллической структуры оставляет вне поля интересов минералогии такие важные для геологии объекты, как тонкодисперсные образования и метаколлоиды*».

Это утверждение авторов также очень далеко от действительности. Во-первых, потому, что в нем отождествляются разные понятия минерала и объекта минералогического исследования. Многим известно, что наука, называемая теперь минералогией, испокон веков занималась многообразными веществами, из которых только часть была собственно минералами. И в настоящее время



Некоторые примеры химических представлений В. Варта о конституции минералов (по мотивам книги «О формулах минералов», 1873 г.)

именно минералоги наиболее последовательно и глубоко изучают некристаллические вещества геологического происхождения, например, битумы и смолы [35]. Во-вторых, в целях расширения поля минералогии распространять понятие «минерал» на вещества, не характеризующиеся «наличием кристаллической структуры», вовсе не требуется. Уже давно понятно, что всякий желающий может рассматривать в качестве предметов минералогии оба царства твердых (с конденсационными структурами) продуктов геологических процессов, как кристаллических (царство минералов), так и некристаллических (царство минералоидов)<sup>2</sup>. Авторы рассматриваемой статьи часто апеллируют к биологии. Но ведь и в этой науке никто не видит проблемы в

том, что объекты ее изучения распадаются на царства животных и растений, для которых существуют свои понятия и особенности классификации и изучения. Почему же подобное должно быть препятствием для минералогов? Нам кажется, что здесь важно другое, подспудно давящее на подсознание специалистов. Это другое состоит в ошибочности попыток унификации принципов и критериев классификации всех возможных объектов минералогии. В настоящее время уже вполне достаточен объем экспериментальных данных, чтобы раз и навсегда уяснить себе, что представления о некристаллических объектах минералогии, т. е. минералоидах следует строить на иных принципах, чем это сделано для минералов<sup>3</sup>.

<sup>2</sup> Можно пойти и дальше этого. Поскольку продуктами геологических процессов являются не только твердые («конденсированные»), но и жидкие и даже газовые вещества, например, флюидные включения, то, логично рассуждая, в число царств объектов минералогии можно было бы включить и царство неконденсированных производных геологической природы. Впрочем, де-факто это и так уже давно случилось, достаточно вспомнить о существовании специального научного направления термобарогеохимии.

<sup>3</sup> Справедливости ради необходимо отметить, что безуказненной определенности в вопросе, что следует считать минералом, а что не следует, нет и в основополагающих документах КНМНМ ММА. Например, из разъяснения теоретиков Комиссии [39] получается, что аморфные вещества, если они обнаружили спектроскопические свойства, могут считаться минералами; метастабильные вещества при обеспечении условий их сохранности могут считаться минералами, а вот минералы, представленные индивидами малого размера, не могут быть зарегистрированы и, стало быть, признаны таковыми, поскольку мелковаты для музейной экспозиции; вещества, образовавшиеся в результате взаимодействия минералов с реагентами негеологической природы, не могут считаться минералами, а вот фосфаты в зубах и в мочевых камнях у животных, напротив, — вполне минералы.



4. «Появление рентгеноструктурного анализа привело к замене химической номенклатуры и систематики минералов структурно-химической».

С этим выводом тоже невозмож но согласиться. Многим ведь известно, что структурно-химический принцип базируется на том факте, что химические свойства вещества могут сильно измениться уже от того, что при сохранении элементного состава и атомных пропорций станет другой пространственная конфигурация химической молекулы. В случае же минералов речь о реально существующих химических молекулах идти никак не может, поскольку в основе конституции минералов лежит атомная решетка: «Минералом следует называть закономерное сочетание атомов или ионов в пространственную решетку, устойчивое при определенных Т, сре де и Р, обладающее присущими ему физическими и химическими свойствами» [40]. Именно поэтому после появления рентгеноструктурного анализа «химическую номенклатуру» минералов заменили не на «структурно-химическую», а на кристаллохимическую [41, 42].

5. «... понятие «минеральный вид» (так же, как и в биологии, понятие «биологический вид») понятие генетическое, отражающее реально существующие природные химические соединения.

Решающим критерием для такого выделения являются данные о существовании самостоятельного поля стабильности и поведении минерала внутри поля и на его границах».

В данном случае, очевидно, спутаны понятия «минерального вида» и «минерала». Странно и то, что при этом опять делается отсылка к биологам. Читателю следует понимать, что все написанное авторами о генетиче скости, отражающейся в свойствах «природных химических соединений», имеет отношение не к минеральным видам, а к минеральным индивидам. Ведь минеральные виды существуют только в форме умственно го обобщения знаний о реально образующихся в «полях стабильности» конкретных минеральных телах, действительно обладающих генетически ми свойствами. Для построения же классификации как минеральных, так и «биологических» видов, важен не «генезис», а размерные, морфологи ческие, анатомические и другие качес тва соответствующих индивидов. Хорош бы был Ч. Дарвин, если бы он пытался строить теорию адаптации и естественного отбора не на базе скрупулезной регистрации индивидуаль ных физических особенностей конкретных особей птиц и гадов, а на ре зультатах поисков «биологических видов», генетически «отражающих

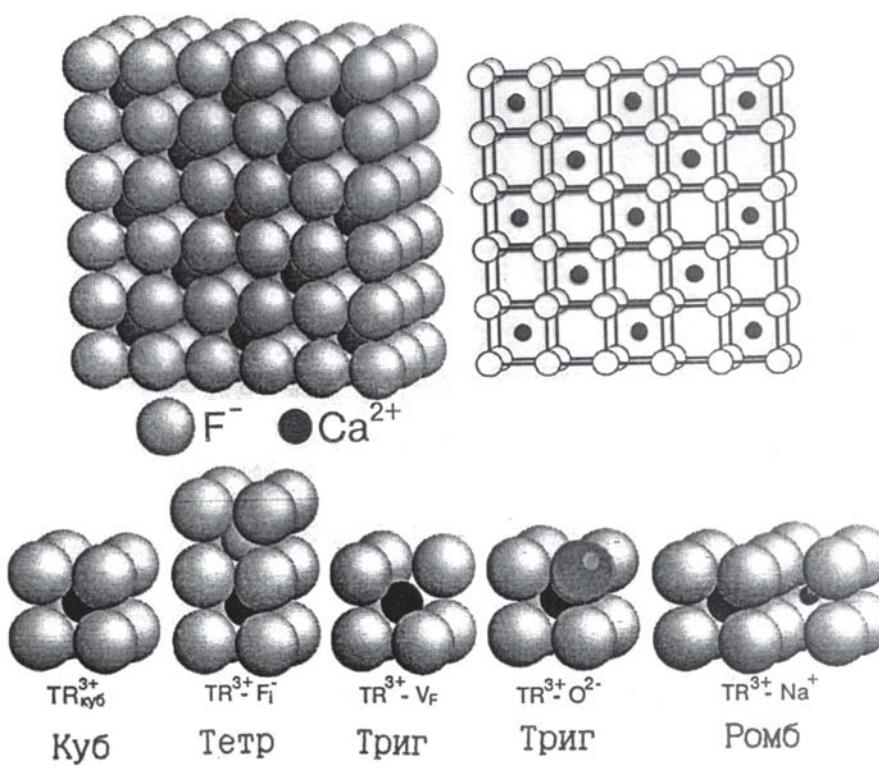
реально существующие природные» объекты.

6. «Необходимым дополнением к этому определению служит следующее замечание: разновидности минераль ного вида, находящиеся в парагенети ческих соотношениях..., не отделяются друг от друга фазовыми границами и поверхностью раздела, т. е. находят ся в пределах общего поля стабильнос ти».

Это вывод столь же странен, сколько и темен для разумения. Во первых, упомянутое понятие «разновидность» тоже относится к минералу, а вовсе не к минеральному виду, поскольку именно минералы, а не минеральные виды подвергаются классификации. Во-вторых, в «парагенетических соотношениях» тоже могут находиться не минераль ные разновидности и виды, а сами минералы, точнее, конкретные их индивиды. В-третьих, если все же рас суждать о том, что имеется в действительности, т. е. о минеральных индивидах, то станет понятно следующее. «Разновидности минерального вида», представленные индивидами, вопре ки ожиданиям авторов вполне «отде ляются друг от друга фазовыми границами и поверхностью раздела», даже находясь «в пределах общего поля стабильности». Странно об этом напоми нать, но еще старина Демокрит (460—371 гг. до н. э.) говорил, что «все сущее зернисто».

7. «Данные о химическом составе и кристаллической его структуре необходимы, но недостаточны для выделения самостоятельного минерального вида. Решающим критерием выделения являются данные о существовании самостоятельного поля стабильности и поведении минерала внутри поля и на его границах».

Понятно, что это утверждение авторов призвано акцентировать внимание на все еще во многом схоластичных приемах обоснования новизны минералов в статусе видов, напри мер, на пресловутом правиле 50 %, принципе «доминантности», оценках степени упорядоченности расселения атомов по структурным позициям и даже по преимущественной валентно сти [43—46]. Однако авторы явно переоценивают свое собственное предложение. У нас есть сильное опасение, что если минералоги перейдут на рекомендуемый «решающий критерий», то вряд ли смогут зарегистрировать хотя бы один новый минерал, посколь ку определиться с «существова



Атомно-решетчатая структура минералов на примере флюорита (а). Принципиальной особенностью такой конституции является возможность образования структурных дефектов (б), не предусмотренных никакими химическими теориями



нием самостоятельного поля стабильности и поведением минерала внутри поля и на его границах» гораздо труднее, чем разобраться с его конституцией и свойствами. Нам представляется, что все-таки лучше продолжить практику открывания новых минералов по их составу и структуре, но при этом не столько гоняться за «эвриками», сколько углублять понимание того, что же мы стремимся открывать. А вот в отношении такого понимания надлежащей разумности действительного еще нет.

Как справедливо отметили Б. Е. Боруцкий и В. С. Урусов, современную минералогию накрыла волна роста числа открываемых минералов вследствие неконтролируемого размножения уже известных видов некоторыми довольно причудливыми способами, например, по степени заселения структурных позиций отдельными ионами или даже по числу вакансий<sup>4</sup>. В таких условиях мы действительно можем столкнуться с ситуацией, когда в пределах фазово-гомогенного (органически единого) индивида придется констатировать нетождественность на уровне минеральных видов<sup>5</sup>. Не появятся ли тогда *минералы-химеры*, индивиды которых надо будет либо по частям относить к разным минеральным видам, либо регистрировать все же целиком, но как принадлежности двух или даже нескольких минеральных видов? Не первобытный ли грядет хаос, господа ученые-минералоги?

Авторы статьи рассмотрели несколько впечатляющих примеров минимизации опасности подобного хаоса. К этим примерам можно добавить еще один, давно известный. Речь идет о вполне традиционной ситуации с изоморфными сериями, в пределах которых с использованием упомянутого авторами статьи принципа кристаллохимической доминантности вновь стали открывать множество как бы новых минералов. Однако при этом никто опять не вспомнил известный минералогам вывод Д. П. Григорьева о том, что в рамках изоморфных серий (устойчивых твердых растворов) минеральные виды следует отождествлять только с полными интервалами непрерывного изменения состава. При таком способе номенк-

латуризации всю изоморфную серию предлагалось рассматривать как *генеральный* минеральный вид, а разграниченные разрывами смесимости ее отрезки как *локальные*, т. е. в обычном смысле минеральные виды. Доли внутри непрерывно варьирующих по составу локальных видов, выделяемые в том числе и по «доминантности» того или иного иона в той или иной структурной позиции, «называть ... минеральными видами мы не имеем права» [48].

Нам кажется, что в этом аспекте фундаментальной минералогии Б. Е. Боруцкий и В. С. Урусов вполне совпадают с минералогами онтогенетической школы, что, безусловно, радует. Хотя и при этом нельзя забывать, что живое древо опыта непрерывно растет и никакие установки, включая и принятые нами сейчас, не могут считаться окончательными.

Завершая свой отклик, мы должны подчеркнуть, что высказанное выше нисколько не умаляет качество рассмотренной статьи и тем более достоинство ее авторов. Своими комментариями нам лишь хотелось еще раз указать на сложность и противоречивость современного этапа развития минералогии и напомнить о полезности существования в ней разных научных школ, призванных не к междоусобию, а к сотрудничеству и взаимообогащению.

### Литература

1. Боруцкий Б. Е., Урусов В. С. Нарушения принципа «бритвы Оккама» в современной минералогии // Природа, 2008. № 6. С. 21–32.
2. Юшкин Н. П. Конденсированное некристаллическое состояние вещества литосферы // Конденсированное некристаллическое состояние вещества земной коры. СПб: Наука, 1995. С. 414.
3. Ковалева О. В. Структурная эволюция твердых углеводородов в условиях термального воздействия. Екатеринбург: УрО РАН, 2006. 138 с.
4. Голубев Е. А. Надмолекулярные структуры природных рентгеноаморфных веществ. Екатеринбург: Изд-во УрО РАН, 2006. 155 с.
5. Голубев Е. А. Микро- и наноструктуры твердого минерального рентгеноаморфного вещества: Автoreферт докторской диссертации. Сыктывкар, 2010. 40 с.
6. Brik A. B., Brik V. B. Mechanismus of Diffusion in Biominerals and Bone Demineralization at Spase Flights // Минералогический журнал, 1998. Т. 20. № 5. С. 46–61.
7. Юшкин Н. П. Биоминеральные взаимодействия: 42-е чтения имени В. И. Вернадского. М.: Наука, 2002. 60 с.
8. Котельникова Е. А., Филатов С. К. Кристаллохимия парафинов. СПб.: Нева, 2003. 352 с.
9. Котельникова Е. Н. Специфические факторы изоморфизма и полиморфизма кристаллов органических веществ // Органическая минералогия: Материалы III Российского совещания с международным участием. Сыктывкар: Геопринт, 2009. С. 9–12.
10. Каткова В. И. Биоминералогия стоматологов. Екатеринбург: УрО РАН, 2006. 111 с.
11. Силаев В. И., Ильченко В. О., Лютоев В. П. и др. Аутигенная псевдоминерализация в антраксолите // Проблемы геологии и минералогии. Сыктывкар: Геопринт, 2006. С. 283–314.
12. Рассеева Е. В. Кристаллохимия и морфогенез природных и биомиметических апатит-(CaF)-органических композитов: Автoreферт кандидатской диссертации. СПб, 2010. 18 с.
13. Асхабов А. М. Особенности современного этапа вторжения в «мир обойденных величин» // Минералогическая интервенция в микро- и наномир: Материалы Международного минералогического семинара. Сыктывкар: Геопринт, 2009. С. 9–10.
14. Конев Р. И., Туресебеков А. Х., Кушмурадов О. К. Микроминералогия: от макроминералогии до наноминералогии // Минералогическое общество и минералогическая наука на пороге XXI века. СПб., 1999. С. 21–22.
15. Петровский В. А., Силаев В. И., Мартинс М. и др. Нанометровые минеральные включения в алмазной фазе карбонато // Доклады АН, 2008. Т. 421. № 5. С. 658–661.
16. Силаев В. И., Лютоев В. П., Чайковский И. И. и др. Фактор размерности индивидов в минералогии // Минералогическая интервенция в микро- и наномир. Сыктывкар: Геопринт, 2009. С. 67–72.
17. Лютоев В. П., Кочергин А. В., Лысюк А. Ю. и др. Фазовый состав и структурное состояние природных железооксидных пигментов // Доклады АН, 2009. Т. 425. № 3. С. 372–377.
18. Коржинский Д. С. Теория процессов минералообразования: Труды тре-

<sup>4</sup> Странно, но кристаллохимики, особенно причастные к такого рода «клонированию» (выражение авторов рассматриваемой статьи), почему-то считают причиной возражений минералогов только боязнь чрезмерного разрастания численности минеральных видов [47]. Скорее всего, это суждение — вариант все того же непонимания физико-онтогенетической сути минералов.

<sup>5</sup> О подобных казусах уже сообщал и известный минералог-онтогенист В. А. Попов.



тьего чтения им. В. И. Вернадского. М.: Изд-во АН СССР, 1962. 24 с. **19.** Коржинский Д. С. Проблема миналов и экстремальные состояния // Записки ВМО, 1972. Ч. 102. № 3. С. 253—263. **20.** Коржинский Д. С. Теоретические основы анализа парагенезисов минералов. М.: Наука, 1973. 288 с. **21.** Маракушев А. А. О термодинамических исследованиях в минералогии // Известия АН СССР. Сер. геол., 1969. № 1. С. 5—30. **22.** Перчук Л. Л. Равновесия порообразующих минералов. М.: Наука, 1970. 391 с. **23.** Чухров Ф. В., Петровская Н. В., Звягин Б. Б. О некоторых основных понятиях минералогии // Минералогический журнал, 1983. Т. 5. № 3. С. 8—18. **24.** Григорьев Д. П. Основные проблемы минералогии. Сообщение 1-е: определение понятия минерал // Записки ВМО, 1943. Ч. 72. № 2. С. 108—115. **25.** Григорьев Д. П. Что такое минерал? // Записки ВМО, 1961. Ч. 90. Вып. 4. С. 431—437. **26.** Григорьев Д. П. Онтогения минералов. Львов: Изд-во Львовского ун-та, 1961. **27.** Григорьев Д. П. Естественные объекты минералогии: минеральные индивиды и минеральные виды // Записки ВМО, 1975. Ч. 104. № 4. С. 512—514. **28.** Григорьев Д. П. Рассуждения о минералогии. Сыктывкар: Геопринт, 1998. 88 с. **29.** Силаев В. И. Начальные теоремы из области общей филогении минералов // Мир минералов, крис-

таллов и наноструктур. Сыктывкар: Геопринт, 2008. С. 19—36. **30.** Григорьев Д. П. Минерал как организм // Проблемы генетической информации в минералогии: Материалы к Всесоюзному минералогическому семинару. Сыктывкар, 1978. С. 67. **31.** Юшкин Н. П. Теория и методы минералогии. Л.: Наука, 1977. 291 с. **32.** Юшкин Н. П. Топоминералогия. М.: Недра, 1980. 258 с. **33.** Григорьев Д. П. О законах анатомии кристаллов // Кристаллография, 1971. Т. 16. № 6. С. 1226—1229. **34.** Григорьев Д. П., Буканов В. В., Маркова Г. А. Синхронизация процессов кристаллизации по зональности кристаллов // Доклады АН СССР, 1969. Т. 185. № 5. **35.** Кованько Г. Н. К 50-летию открытия дифракции рентгеновских лучей в кристаллах. Переписка Г. В. Вульфа с Х. Л. Брэггом // Записки ВМО, 1962. Ч. 91. № 6. С. 726—730. **36.** Смолеговский А. М. Развитие представлений о структуре силикатов. М.: Наука, 1979. 231 с. **37.** Вернадский В. И. История природных вод / Под редакцией С. Л. Шварцева и Ф. Т. Яншиной. М.: Наука, 2003. 750 с. **38.** Вернадский В. И., Курбатов С. М. Земные силикаты, алюмосиликаты и их аналоги. Л.-М.: ОНТИ, 1937. **39.** Никель Е. Х., Грейс Д. Д. КНМНМ MMA: правила и руководства по номенклатуре минералов, 1998 // Записки РМО, 1999. Ч. 128. № 2. С. 51—65.

**40.** Уклонский А. С. Новое определение понятия «минерал» // Вопросы минералогии, геохимии и петрографии. М.Л.: Изд-во АН СССР, 1946. С. 15—19. **41.** Поваренных А. С. Кристаллохимическая классификация минеральных видов. Киев: Наукова думка, 1966. 547 с. **42.** Поваренных А. С. Из истории познания свойств минералов // Минералогический журнал, 1984. Т. 6. № 3. С. 48—61. **43.** Hatert F., Burke E. A. J. The IMA-CNMNC dominant constituent rule revisited and extended // Canad. Miner., 2008. V. 46. № 4. P. 717—728. **44.** Булах А. Г. Химические, структурные и химико-структурные разновидности минералов, и еще раз о путях рационализации минералогической номенклатуры // Записки ВМО, 2008. Ч. 137. № 1. С. 101—103. **45.** Булах А. Г. Изоморфизм и выбор названия минерала // Записки РМО, 2009. Ч. 138. № 3. С. 108—111. **46.** Булах А. Г. Миналы, доминирующая валентность и идентификация минералов смешанного состава // Записки РМО, 2009. Ч. 138. № 4. С. 39—44. **47.** Расцветаева Р. К. Вид и разновидность // Тиетта, 2010. № 1 (11). С. 47. **48.** Григорьев Д. П. Из опыта преподавания минералогии. IX // Записки ВМО, 1995. Ч. 124. № 1. С. 101—102.

Д. г.-м. н. В. Силаев

Российская академия наук  
Уральское отделение  
Коми научный центр  
Институт геологии  
19-я научная конференция

## СТРУКТУРА, ВЕЩЕСТВО, ИСТОРИЯ ЛИТОСФЕРЫ ТИМАНО-СЕВЕРОУРАЛЬСКОГО СЕГМЕНТА

8—10 декабря 2010 г.

### Информационное письмо

Институт геологии Коми научного центра УрО РАН приглашает принять участие в 19-й научной конференции молодых ученых «Структура, вещество, история литосферы Тимано-Североуральского сегмента», которая состоится 8—10 декабря 2010 г.

### Оргкомитет конференции

Председатель

к. г.-м. н. И. Н. Буриев

Зам. председателя

к. г.-м. н. Н. С. Бурдельная

Секретарь

к. г.-м. н. Н. Н. Носкова

### Заявки на участие в конференции и доклады направлять по адресу:

167982, Республика Коми,  
г. Сыктывкар, ул. Первомайская, 54  
Институт геологии Коми НЦ УрО РАН

Тел. (8212) 44-70-45, 26-73-44

Факс: (8212) 24-53-46

Эл. почта: juventus@geo.komisc.ru

Программа конференции будет рассыпаться всем участникам по электронной почте. Печатный вариант будет выслан в адрес руководителей ваших организаций.

### ТЕМАТИКА КОНФЕРЕНЦИИ ВКЛЮЧАЕТ В СЕБЯ ВСЕ ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ НАУК О ЗЕМЛЕ

Принимаются доклады молодых ученых в возрасте до 35 лет включительно, независимо от наличия степени.

Каждый участник может представить один авторский доклад и быть соавтором другого доклада.

Материалы докладов представляются в печатном варианте в одном экземпляре и сопровождаются электронной версией на диске или присыпаются по электронной почте присоединенными файлами на адрес оргкомитета.

Планируется опубликование материалов конференции в виде сборника к началу конференции.

### Иллюстрации и текст представлять отдельными файлами!

Представленные для опубликования материалы должны пройти научное рецензирование (руководителем, заведующим подразделений). Материалы минерально-ресурсной тематики должны сопровождаться актом экспертизы.

### Участие в конференции бесплатное

### Основные даты:

Прием заявок — до 1 ноября

Прием докладов — до 8 ноября



# КРЫМ-2010

Традиционно первая учебная геологическая практика студентов 1 курса кафедры геологии Сыктывкарского госуниверситета проходила в Крыму с 11 июля по 6 августа. Как и в прошлые годы, первую неделю практики мы размещались на базе Высшего училища олимпийского резерва Украины в с. Краснолесье в 20 км от г. Симферополь, откуда было удобно знакомиться с геологическим строением южного берега Крыма. Вторую часть практики мы жили и работали на Крымской научно-учебной базе геологического факультета МГУ в 5 км от г. Бахчисарай. Район этой базы известен как уникальный природный геологический полигон, где на небольшой площади сконцентрированы разнообразные геологические объекты, представляющие различные генетические типы горных пород во всем разнообразии форм их залегания в земной коре. Благодаря доступности объектов, хорошей обнаженности и детальной геологической изученности, а также материально-технической оснащенности и высокой степени благоустроенности самой базы здесь ежегодно проходят учебную практику не только студенты МГУ, но и студенты других вузов России и Украины.

Сыктывкарская группа студентов, в составе которой в этом году было всего лишь 13 человек — 9 юношей и 4 девушки, проходила практи-

ку под руководством доцента кафедры геологии СыктывГУ и начальника геологического отряда № 1 Татьяны Петровны Майоровой. Учебный процесс в маршрутах и камеральных условиях обеспечивали преподаватель МГУ Галина Михайловна Седаева и старший научный сотрудник Института геологии Евгения Николаевна Котова.

В соответствии с программой геологической практики было проведено 12 общих маршрутов и один самостоятельный, работа в которых позволила познакомить студентов с современными геологическими процессами и следами их проявления в прошлом. Сильными ветрами на высокогорных плато Крыма и в узких долинах сформированы интересные эоловые формы, которые наиболее полно были изучены на горе Южная Демерджи. На сложенном известняками плато Чатырдаг, где классическое развитие получили формы поверхностного и подземного карста, студенты с интересом и удовольствием спускались в пещеры и своими глазами наблюдали причудливые формы натечных образований. Представление о формировании долин, широких и узких каньонов позволяют получить активно действующие текущие воды Крыма. Благодаря горному крымскому рельефу было возможным наблюдать многообразие гравитационных процессов — обвалов, осыпей, ополз-

ней. Доступна для наблюдения также и абразионная работа моря. Многочисленные, в том числе свежие трещины в массивах горных пород дают представление о тектонической активности региона. Хотя в Крыму нет действующих вулканов, при изучении юрского возраста базальтовых лав и туфов, интрузивных массивов создаются четкие представления о процессах магматизма. Богатые флорой и фауной терригенно-осадочные образования прекрасно иллюстрируют и упорядочивают палеонтологические и литологические знания. Кроме того, мы побывали на действующих карьерах строительного камня, познакомились с технологиями его добычи и переработки.

В ежедневных маршрутах студенты получали свои первые практические навыки полевой работы геолога: сначала под диктовку Г. М. Седаевой, а затем и самостоятельно вели записи в полевых дневниках, отбирали образцы горных пород и минералов, описывали и документировали их, учились измерять элементы залегания горных пород и т. д. По окончании практики студенты сдавали зачет, который состоял из нескольких этапов: приемки полевых материалов (полевые дневники и коллекции образцов), написания бригадных отчетов по материалам маршрутов, индивидуальной проверки теоретических знаний. Кроме того, второй год подряд мы



Гора Южная Демерджи: традиционное фото на вершине и рядом с нерукотворными скульптурами из пудинговых песчаников





Изучаем боковую эрозию р. Бельбек в гроте Сюрень-1

практикуем проведение микроконференций среди наших студентов, где все они выступают с докладами по темам пройденных маршрутов. Опыт организации во время практики такого мероприятия показывает, что при подготовке к нему студенты пытаются глубже разобраться в предложенной для доклада проблеме; проявляют интерес к дополнительной литературе; сначала робко, а затем с азартом включаются в дискуссию, ставят для себя и окружающих новые вопросы, совместно ищут ответы. Эффективность такого подхода в процессе обучения несомненна.

Нынешняя группа студентов оказалась весьма спортивноувлеченной. На базе МГУ имеются баскетбольная, волейбольная и футбольная площадки, столы для игры в пинг-понг, где в вечернее время проводятся спортивные турниры между командами студентов разных вузов. Сыктывкарская футбольная команда, не пропустив и не выиграв ни одного матча, честно «сражалась» на протяжении нескольких дней с командами Воронежа, Львова, Одессы, Днепропетровска, в

составе которых зачастую играли более великовозрастные студенты и их преподаватели.

Приятно отметить, что с каждым годом территория учебно-научной базы МГУ все более благоустраивается. В последние пару лет была заменена на новые часть домиков, в которых проживают студенты, а в нынешнем году был введен в эксплуатацию новый современный душевой комплекс, оснащенный электрическими водонагревателями, что полностью устранило проблему недостатка теплой воды на базе.

В целом первая геологическая практика студентов 1 курса в 2010 г., прошла успешно. Практиканты хорошо справились с поставленными перед ними задачами, приобрели опыт полевой работы, пополнили университетскую коллекцию горных пород и минералов. Большинство студентов впервые побывали в Крыму, его национальных парках и заповедниках, получили массу ярких впечатлений, которые частично отразили в своих полевых отчетах. Некоторые из них приводятся ниже.

Во время практики мы узнали много нового и закрепили знания, полученные на лекциях в университете. Общаюсь со студентами других вузов, мы узнали, что у нас меньше молодых людей идут учиться на геологов, не зная, что это интереснейшая работа! Мы благодарим руководство СыктГУ и Института геологии за организацию нашей практики и возможность прохождения ее в Крыму! Хочу выразить признательность нашему преподавательскому составу, который «вбивал» нам знания геологии на практике. Мне очень понравилась природа Крыма и организация маршрутов (ездили на автобусе, бывало, в конце маршрутов купались в море!). На мой взгляд, самыми интересными были маршруты: на плато Чатырдаг, так как я впервые побывал в пещерах; на гору Демерджи — там очень красиво; в Большой Каньон, удививший красотой и величием. Хочу пожелать крепкого здоровья преподавателям, терпения и упорства студентам, так как в упорной работе



Находки раковин устриц в палеогеновых известняках



Финальный зачет. Песчаник известковистый или известняк песчанистый?





Знакомимся с морской абразией, попутно погружаясь в античную историю  
Херсонеса Таврического

быстрее развиваются качества настоящего геолога!

*Холопов Иван*

Крымская практика оставила незабываемые впечатления. Мне очень понравились маршруты, не все конечно, но большинство. Особенно запомнились плато Чатырдаг и гора Демерджи, откуда нам была видна почти вся панорама Крыма, а также маршрут в карьер Мраморный, на мыс Херсонес, г. Бахчисарай и многие другие. С погодой нам повезло: и дождик был, и позагорать успели. Большое спасибо Галине Михайловне, которая помогла расширить мои знания по геологии. А также спасибо преподавателям Татьяне Петровне и Евгении Николаевне, которые помогали нам, советовали и поддерживали нас.

*Чечик Александра*

За период первой геологической практики в Крыму я набрался пози-

тивных эмоций и впечатлений, а также достаточного количества знаний, необходимых для первокурсника. В общем, за исключением минимальных недостатков, время в Крыму для меня прошло максимально удачно.

*Есев Артем*

Пользуясь моментом, хочу сказать большое спасибо всему нашему преподавательскому составу и всем тем, кто содействовал нашей поездке в Крым. Во время практики я узнал много нового и интересного, что оставило большое и положительное впечатление. В первом же маршруте мне запомнились пещеры, которые, по моему мнению, очень увлекательны и захватывающи по своему строению. Также отмечу Большой каньон, где мы ознакомились с карстовым источником Пания и «ванной молодости». Гора Южная Демерджи привлекла меня своими интересными ярусами выветривания, а впридачу с нее рас-

сматривалась замечательная панorama. Так что все было интересно и увлекательно. Хочется, чтобы в Крыму сохранились все существующие геологические объекты и в некоторой степени раскрылись новые.

*Торлопов Петр*

После своей первой практики в Крыму я получила самые незабываемые впечатления. Ездить на практику в Крым необходимо, потому что там мы укрепили свои знания, полученные за год обучения, и, помимо этого, открыли много нового для себя. С погодой нам повезло, ведь кроме работы в маршрутках, у нас были выходные, когда мы загорали и купались в море. Больше всего мне понравился подъем на гору Южная Демерджи, откуда открывался великолепный пейзаж. Также понравился спуск в пещеры Эмине-Баир Хосар и Холодную.

*Медведева Вика*

Практика в Крыму мне очень понравилась. Я получила массу незабываемых впечатлений. Мы побывали в великолепных местах, созданных природой. Практика — отличная возможность упорядочить свои знания, полученные за учебный год и применить их. Мы получили также новые знания, выучили новые геологические термины. Южное солнце, морской и горный воздух позволили подправить свое здоровье и улучшить настроение. Практика в Крыму — это отличная физическая тренировка, сопровождающаяся тренировкой памяти.

*Усманова Света*

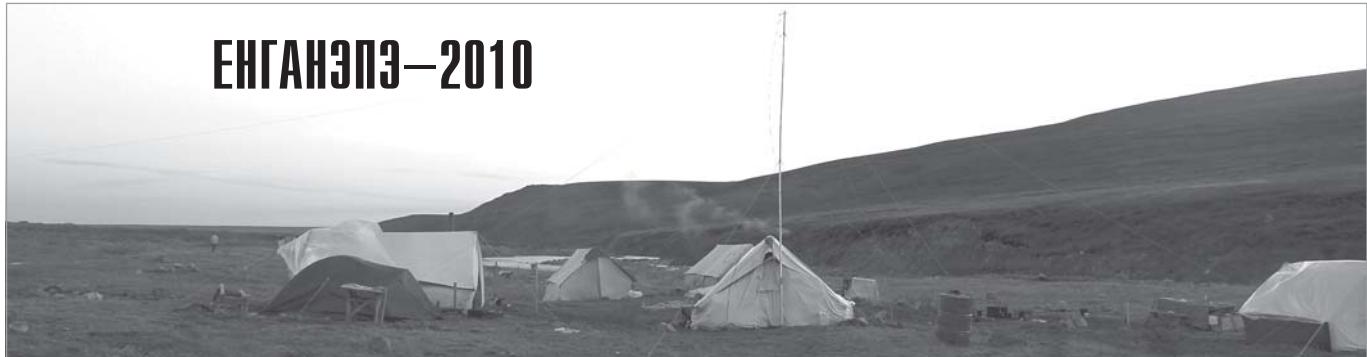
**К. г.-м. н. Е. Котова,  
к. г.-м. н. Т. Майорова**



*От всей души поздравляем  
Екатерину Васильевну Модянову  
с 35-летием работы в Институте  
геологии! Все эти годы она верна  
геологии горючих ископаемых!  
Желаем ей крепкого здоровья  
и семейного счастья!*



## ЕНГАНЭПЭ—2010



Геолого-съемочная практика студентов 2-го курса Сыктывкарского университета уже не в первый раз проводится на Приполярном Урале (хр. Енганэпэ).

Как всегда, поле началось со сборов (закупка продуктов, упаковка, ремонт палаток и снаряжения) и длилось это почти две недели, которые показали, кто работает, а кто от работы увиливает.

Часть отряда (в т. ч. Д. Б. Соболев) отправились в Воркуту на поезд 2 июля с ответственнейшей целью — забрать основной груз с багажного отделения и перевезти все к плотине. Остальные прибыли в Воркуту 5-го числа, сразу на машину и к плотине на р. Большая Уса.

Плотина. Вряд ли данное препятствие оставил уйму положительных эмоций. Скорее это было одно из испытаний на выносливость (и напоминало переход через Альпы) — таскать достаточно тяжелые (в общей сложности около 3-х тонн) и громоздкие вещи по узкой лестнице насколько этажей вниз, а потом вверх. И так несколько раз в течение трех дней — удовольствие сомнительное, но другие



варианты переноса груза с правого берега Б. Усы на левый, скорее всего, обошлись бы дороже. По мере возможности обустроили лагерь, назначили дежурных, перевели время на два часа вперед. Ждем вездеход.

Лагеря получили неофициальные названия «Речной» и «Горный». В первом было 14 человек (начальник Д. Б. Соболев), во втором — 19 (начальник К. В. Куликова). Лагеря обустроили, в обоих установили по палаточной



6 июля — первый маршрут. Утром студентам были высказаны пожелания, наставления по поводу ведения полевого дневника и работы с GPS-приемниками, картами. Маршрут короткий, в несколько километров, на пермские песчаники и аргиллиты. Маловероятно, что о нем кто-то что-то вспомнит. А вот маршрут № 2 запомнили, наверное, все участвующие в нем. С одной стороны, красивый пейзаж, выходы одних из самых древних пород на Земле, с другой — прогулка примерно в 40 км, частично по болоту. Малоподготовленному человеку пройти очень непросто. К тому же летнее северное солнце привело к обгоранию неприкрытий частей тела у большинства участников маршрута. Но ребята — молодцы, с честью выдержали испытание. И кому-то пришлось через день идти туда снова, но уже на два дня.

9-го июля пришел долгожданный вездеход, доставивший за два последующих дня и три рейса весь личный состав и имущество по пунктам назначения: на реки Лек-Елец и Изъя-Вож.

банде. Возможно, несколько легче пришлось обитателям «Горного» лагеря, по той причине, что раньше в этом месте стояли производственники и имелся некоторый запас дров, угля, столы и скамейки из досок. А также





частичка цивилизации: стационарный туалет! Точнее, даже три. Также здесь был установлен привезенный с собой генератор и протянуты провода в камералку и кухню. Жить можно.

В «Речном» дела обстояли несколько сложнее: чистое поле, дрова в кустах на другом берегу р. Лек-Елец. Но студенты под мудрым руководством Д. Б. Соболева быстро, четко установили и обустроили лагерь, организовали дежурство и принялись за работу.



Между лагерями расстояние получилось около 14 км и студенты под настроение приходили друг к другу в гости, причем иногда даже после маршрутов (мне бы столько здоровья). Также в свободное время играли в футбол, сочиняли и пели песни, устраивали прорехи в образовании, но, конечно, все это помимо сна.

Пока большая часть России плавилась под жаркими лучами солнца и задыхалась дымами горящих лесов и торфяников, в районе работ была почти идиллия. Почти... Лагерь «Речной» не испытывал до поры до времени особых трудностей с капризами погоды, а «Горный» первую неделю почти ежедневно мок под потоками воды. Но впоследствии и здесь обитатели почувствовали ласковое тепло солнца и большую любовь оживших комаров.

Серьезное испытание как членам отряда, так инвентарю (в частности, палаткам) в середине июля преподнес ветер. В течение нескольких дней имелись большие сомнения в том, что останутся стоять хоть какие-нибудь палатки. Полиэтиленовые тенты уносило на раз-два. Но относительно качественная установка полевого жилья и постоянный контроль за состоянием крепежа позволили избежать серьез-

ных последствий. Хотя и были потери. В «Горном» уронило баню на каркасе, в «Речном» были серьезно повреждены две палатки, в том числе и камералка.

Полевые будни: комары с мошкой, дежурство, камеральные дни, заготовка дров, ну и, конечно, маршруты. Короткие и длинные, сложные и очень сложные. Все как обычно: куча интересного, гора информации и целый хребет Енганэпэ непонятного с большим количеством вопросов.

И традиционно хотелось бы привести некоторые мнения о полевом сезоне 2010 студентов уже 132 группы.

**Плотицын Артем:** «Геолого-съемочная практика после 2-го курса — пора незабываемых впечатлений. Она помогла нам закрепить знания, полученные во время учебного года и испытать себя на прочность. Как говорится, хлебнули настоящего поля. Огромную благодарность хочется выразить преподавательскому составу за их непосильный труд, помочь своим подопечным-студентам. Спасибо за возможность, данную студентам, проходить практику в одном из красивейших мест на Земле, а хребет Енганэпэ воистину прекрасен».

**Расторова Татьяна:** «Мне практика очень понравилась. Здорово жить вдали от цивилизации, почувствовать на себе грозную погоду Полярного Урала, ощутить все прелести геологической жизни».

**Маурин Максим:** «Практика понравилась. Узнал много для себя нового, встретил новых хороших людей. Считаю, что очень повезло с преподавательским составом — все очень круты! Многому научился и ощутил, что такое геология в поле. В общем — все круто!»

**Симакова Любовь:** «На практике в Крыму мы были уверены, что если с нами что-то случится, то рядом всегда будут врачи, «за углом» есть аптека, а если что-то закончится, то можно сходить в магазин. В условиях же практики на Енганэпэ отсутствие всего этого обязывает тебя к большей осторожности, внимательности и ответственности. Именно в таких условиях ты начинаешь ценить такие маленькие блага цивилизации, как сухая одежда, горячий обед-ужин. Для меня практика этого года стала хорошим уроком в этом смысле. К тому же это был отличный шанс по-настоящему узнать своих товарищей».

**Ковалевич Роман:** «Практика понравилась. Мы получили массу новых впечатлений от жизни геологов и массу новых уроков по проживанию в поле».

**Канева Татьяна:** «Я считаю, что практика удалась. Даже непогода не смогла помешать познавать нам геологию. А последние солнечные дни полностью помогли забыть о ней. Все было супер! Спасибо организаторам и преподавателям практики!».

**А. Шадрин**

Каждая маршрутная пара занималась описанием пород своих свит, также у некоторых студентов было индивидуальное задание. В первые дни работы чувствовалась довольно слабая теоретическая подготовка нового поколения геологов для решения поставленных задач, что порождало лавину вопросов в конце рабочего дня к преподавателям. Со временем, конечно, ситуация была несколько исправлена.

В маршруты отходили, материал набрали, отчет написали, дневники сдали. Чем ближе был конец поля, тем сильнее росло желание у студентов попасть домой. Хотя были и те, кому выбираться в цивилизацию не хотелось. 2 августа днем на вездеходе до поселка Елецкий выехали жители «Речного» лагеря, а ночью — «Горного». 3-го числа все загрузились в поезд и отправились домой.

В общем, студенты оставили благоприятное впечатление. Ребята толковые, в большинстве своем трудолюбивые. Неприятным сюрпризом было отсутствие взаимопонимания в группе, чувства коллектива. Особенно это было заметно в первой половине сезона. Но впоследствии ситуация была несколько исправлена. Удачи им в будущих изысканиях.



# ПАВЕЛ ДМИТРИЕВИЧ КАЛИНИН

[02.08.1905—03.09.1983]

Младший научный сотрудник.  
Участник Великой Отечественной войны.

В 1935 г. окончил геолого-разведочный факультет Свердловского горного института.

С 1935 по 1939 гг. работал инженером-геологом, главным инженером, заместителем наркома Наркоммежстпрома Коми АССР; в 1937 г. им были открыты нефтепроявление на р. Северной Кельтме и Дозмерское месторождение самородной серы.

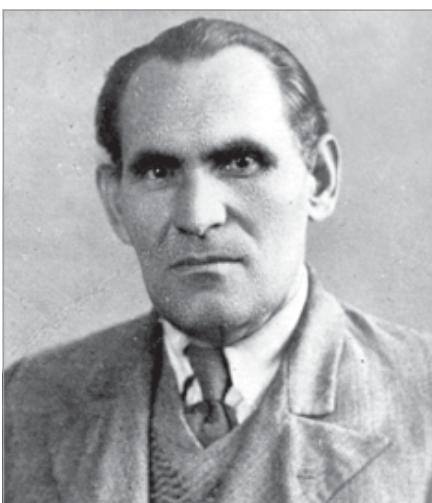
С 1939 по 1941 гг. младший научный сотрудник и заведующий съектывкарской группой Северной базы АН СССР, первой академической ячейки в г. Сыктывкаре.

С 1941 по 1946 гг. служил в Советской Армии.

С 1946 по 1973 гг. работал в секторе геологии, а затем в Институте геологии Коми филиала АН СССР младшим научным сотрудником (в 1948—1949 гг. был ученым секретарем президиума филиала).

Во время работы в институте П. Д. Калинин занимался составлением рефератов опубликованных работ по территории Коми республики для многотомной коллективной монографии «Геологическая изученность СССР»; был членом и ученым секретарем редакционной коллегии пятого тома «Коми АССР». Участвовал в подготовке к печати восьми выпусков (1611—1970 гг.). Кроме рефератов опублико-

ванных работ составил соответствующие указатели к каждому тому: авторский, предметно-систематический, географический, минералов и месторождений полезных ископаемых. Кроме того, ему принадлежит ряд крупных рукописных работ: «Аннотированный



указатель геологической литературы по Коми АССР с 1611 по 1946 годы», литературный обзор «Железные руды Коми АССР», библиографический указатель «Геология и полезные ископаемые Тимано-Пайхайской газонефтеносной провинции Коми АССР» (1692—1958 гг.), а также являлся автором разделов (золото, олово, железные руды и горючие сланцы) для коллективной монографии «Геологическое строение и полезные ископаемые Коми АССР». П. Д. Калинин являлся

автором более 60 научных работ, 20 из них издано в печати. Множество статей опубликовано им в республиканских газетах, в которых он обращал внимание на возможности использования местного минерального сырья в различных отраслях промышленности и сельского хозяйства. Им написана специальная брошюра об известковании кислых почв.

В течение ряда лет занимался минералогическим анализом шлихов из сборов сотрудников института, с 1959 по 1961 гг. работал заведующим лабораторией минерального и шлихового анализа.

П. Д. Калинин был членом президиума Коми филиала Всесоюзного географического общества, был опытным лектором и пропагандистом, неоднократно избирался народным заседателем Сыктывкарского городского суда.

Награжден орденом Отечественной войны, медалями «За трудовое отличие», «За трудовую доблесть», «За победу над Германией в Великой Отечественной войне 1941—1945 гг.», «За доблестный труд», «Ветеран труда», «В ознаменование 100-летия со дня рождения В. И. Ленина» и пятью другими юбилейными медалями.

В 1973 г. вышел на пенсию.

Скончался 3 сентября 1983 г. и похоронен в г. Сыктывкаре.

П. Д. Калинину посвящен ряд публикаций: Геолог с берегов Ваших // Молодежь Севера, 1966. 6 мая; Олымпийские науки (жизнь посвятил науке) // Югыд Туй, 1980. 5 августа; Стратегия поиска // Красное знамя, 1987. 4 декабря; Есть свои Ломоносовы // Красное знамя, 1995. 15 августа; Династия Калининых из Вендинги // Панорама столицы, 1999. 10 июня; Летописец истории геологии Коми // Парма, 2000. № 14.; Лоис геологён Удорса Зон (Стал геологом парень с Удоры) // Коми му, 2005. 2 августа.; Вестник Института геологии Коми НЦ УрО РАН, 2000. № 10; 2005. № 8 и др.

*Поздравляем Александру Магомедову  
с рождением дочери Марии!*



*Желаем малышке расти здоровой,  
красивой, умной и удачливой,  
а молодым родителям — крепкого  
здравья и радости!*

*Друзья и коллеги*

Ответственные за выпуск

Р. И. Шайбеков, Б. А. Макеев

Подписано в печать 01.10.2010

Тираж 300

Заказ 791



Редакция:  
167982, Сыктывкар,  
Первомайская, 54

Компьютерная верстка

Р. А. Шуктумов

Тел.: (8212) 24-56-98

Факс: (8212) 24-53-46

Эл. почта: geoprint@geo.komisc.ru