

Июль
2007 г.
№ 7 (151)

Вестник

Института геологии Коми научного центра УрО РАН
Научно-информационное издание

Издается с января 1995 г. Выходит 12 раз в год

В этом номере:

- Водно-воздушное “дыхание” долины рек с выраженным паводками и его геохимические следствия 2
Аминокислоты в горелых породах Челябинского угольного бассейна 5
Морфологические разновидности пирита в карбонатных породах Юго-Западного Крыма 10
Механизмы обратной связи геологических процессов и физических законов 12
Минералогический Кембридж 15
Новые аспекты в минералогии 19
Михаил Борисович Соколов 21
Выдающийся исследователь геологии и недр Европейского Северо-Востока 25
Возвращение первого отряда 27
Приповерхностные слои кристаллов и методы их исследования 28
19 июля — “День брахиопод” 30
Ох уж эта радиосвязь! 32

Главный редактор

академик Н. П. Юшkin

Зам. главного редактора

д. г.-м. н. О. Б. Котова

Ответственный секретарь

д. г.-м. н. Т. М. Безносова

Редколлегия

д. г.-м. н. А. М. Пыстин,
д. г.-м. н. В. И. Ракин,
к. г.-м. н. И. Н. Бурцев,
к. г.-м. н. Д. В. Пономарев,
Н. А. Боринцева, В. Ю. Лукин,
Г. В. Пономарева, П. П. Юхтанов



Гравюра О. П. Велегжанинова “Лето”

ХРОНИКА ИЮЛЯ

1 июля — 70 лет со дня рождения М. Б. Соколова (1937—1967), первого руководителя группы ядерной геохронологии. Работал в институте с 1961 по 1967 г. младшим научным сотрудником

3 июля — 40 лет работы в институте ведущего технologа лаборатория химии минерального сырья Е. Ф. Малаховой

19 июля — 60-летний юбилей д. г.-м. н. Т. М. Безносовой, ведущего научного сотрудника

24 июля — 130 лет со дня рождения д. г.-м. н. А. А. Чернова (1877—1963), заслуженного деятеля науки Коми АССР и РСФСР, Героя Социалистического труда, основателя Института геологии Коми филиала АН СССР. Работал в отделе и Институте геологии с 1944 по 1963 г.



ВОДНО-ВОЗДУШНОЕ “ДЫХАНИЕ” ДОЛИНЫ РЕК С ВЫРАЖЕННЫМИ ПАВОДКАМИ И ЕГО ГЕОХИМИЧЕСКИЕ СЛЕДСТВИЯ

Д. Г.-М. Н.

Ю. А. Ткачев

tkachev@geo.komisc.ru

Статья написана по данным многолетних авторских наблюдений в долинах рек гумидного умеренного пояса (верхнее и среднее течение р. Вычегды), а также в долине р. Чу в аридном субтропическом пояссе предгорной равнины (Тянь-Шань). Идейной основой для интерпретации геологических наблюдений послужили для нас основополагающие работы Ю. А. Билибина [1] и Е. В. Шанцера [9, 10]. Поскольку, общепринятой концепции геохимических процессов в речных долинах пока нет, мы воспользовались сводкой В. А. Кузнецова [2] о геохимии речных долин. Наиболее значимыми индикаторами геохимических процессов в долине реки являются отложение и растворение оксидов, гидроксидов, сульфидов, фосфатов и карбонатов подообразующих элементов (Fe, Mn, Ca), а также элементов-примесей (U и Mo).

Во время Великой Отечественной войны 1941—1945 гг. вследствие фашистской оккупации Украины появился острый практический интерес к местному марганцевому сырью — в частности, к марганцевой минерализации в аллювии рек [Г. Чернов, 8]. В наше время оживление интереса к этой проблеме вызвано минералогическими публикациями В. И. Силаева [4—6]. Выводы этого минералога представляются нам спорными, поскольку совершенно не согласуются с реальными геохимическими процессами в аллювии. Это и побудило нас обобщить здесь те наблюдения, которые проясняют свет на природу железомарганцевой минерализации в аллювии.

Основным геологическим и гидрологическим процессом, определяющим геохимические явления в долине реки, является круговорот воды в течение гидрологического года. Он заключается в том, что в половодье (в паводок) вода заливает большую часть поверхности поймы, инфильтруясь в аллювиальные отложения, повышает уровень грунтовых вод; в результате их зеркало совпадает с поверхностью воды на пойме во время разлива. При спаде воды и воз-

врате реки в свое русло начинается фильтрация грунтовых вод по аллювию к берегам реки. Она происходит в основном по песчано-гравийным слоям руслового аллювия и продолжается большую часть гидрологического года. Для рек с двухпаводковым режимом осенний подъем уровня грунтовых вод происходит за счет атмосферных осадков в водосборном бассейне реки. При спаде осеннего паводка процесс подземного стока грунтовых вод в русло реки повторяется. **Важно отметить, что движение грунтовых вод к реке и их выклинивание в берегах, как в крутом, так и в пологом, происходят почти постоянно. Напротив, инфильтрация воды из русла реки в располагающийся по бокам аллювий бывает чрезвычайно редко**, в основном в “транзитных” реках, текущих из гумидных областей и пересекающих засушливые зоны. Проточивание воды в берега в результате скоростного напора или местных завихрений воды около крутых поворотов реки тоже является малозначимым процессом. Направление движения воды на границе реки и обрамляющего ее аллювия определяется только разностью уровней грунтовых вод и вод реки. Хотя под действием центробежных сил Земли уровень воды у крутых берегов всегда на несколько сантиметров выше (например, в среднем течении р. Вычегды при скорости течения воды в 1.5—2.0 м/сек и радиусе кривизны меандра в 1 км эта разность составляет около 5 см), это не меняет картины круговорота.

В процессе описанной выше годовой циркуляции воды она по крайней мере дважды преодолевает геохимические барьеры. Первый из них (восстановительный) представляет собой богатую гумусом дерново-луговую почву на поверхности поймы. Другим восстановительным барьером служит обширная заболоченная территория поймы, удаленная от русла. Там же, где пойма покрыта лесом, хвойно-лиственная гумусовая подстилка и лежащая под ней почва также образуют геохимический барьер. Вода, первоначально содержащая равновесное с атмосферой количество растворенного кислорода, расходует его на окисление органики, при этом ее Eh понижается. Это в свою очередь переводит в подвижную форму целый ряд элементов, в том числе железо и марганец. Поэтому в грунтовых водах поймы присутствуют растворенные Fe (II) и Mn (II).

По мере спада половодья и дальнейшего падения уровня воды в реке (рис. 1) соответственно снижается уровень грунтовых вод. Между зеркалом грунтовых вод, располагающимся в этот момент в верхней части руслового аллювия, и пойменным аллювием образуется зона аэрации. Атмосферный воздух подсасывается в эту зону вдоль песчано-гравийных пластов от берегов реки, а также через толщу вышележащих песков и супесей руслового аллювия близ берегов реки, еще не покрытых пойменными отложениями и расщелинностью. Кислород растворяется в грунтовых водах, Eh их повышается и

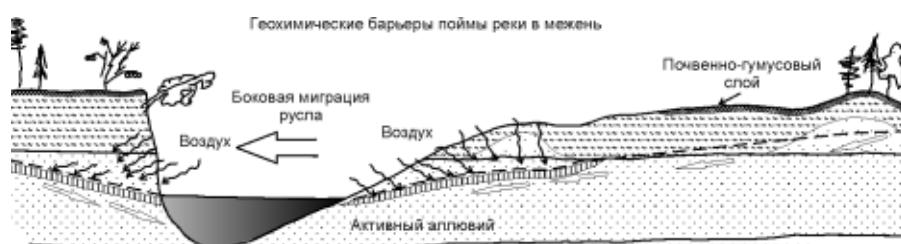


Рис. 1. Схематический поперечный разрез прирусовой части долины реки с геохимическими барьерами поймы в межень. Вертикальный масштаб сильно увеличен. Условные обозначения см. на рис. 3.



достигает максимума в зоне выклинивания грунтовых вод в берегах реки, т. е. образуется второй, на этот раз окислительный геохимический барьер (рис. 2). В период после половодья этот геохимический барьер расширяется в стороны от реки сообразно падению уровня грунтовых вод и подсосу в аллювий воздуха.

Таким образом, водяной “вдох” долины совершается через поверхность поймы весной в течение короткого периода половодья, а “выдох” — через толщу аллювия, медленно, в течение остального периода гидрологического года. Просачиваясь в аллювий, грунтовая вода преодолевает восстановительный барьер; фильтруясь вдоль слоев аллювия, она переносит растворенные элементы, а приближаясь к реке и выклиниваясь у берега, встречает окислительный барьер и формирует минерализацию. Похожий процесс происходит на обширных площадях, занятых лесами, а также полями и огородами. Его можно наблюдать на садово-огородных участках (“дачах”) в бассейне р. Вычегды, расположенных на флювиогляциальных песках. Почвы дач удобрены, содержат большое количество гумуса. Атмосферные осадки, фильтруясь через них, теряют кислород, растворяют подпочвенный ожелезненный слой. Только что поднятая из колодцев вода, прозрачная, как слеза, потому что растворенное в ней Fe (II) невидимо, но, простояв в ваннах не более суток в контакте с атмосферным воздухом, становится рыжей, часто с хлопьевидным осадком.

Однако русло реки никогда не покоятся на месте, разве что в каньонах со скальными стенками, — оно постоянно испытывает боковую миграцию. Река наращивает молодой современный сегмент поймы у пологого берега и уничтожает старый у крутого берега. Соответственно этому перемещаются и минерализованные зоны.

На рис. 3 показано перемещение зон минерализации в многолетней динамике, в процессе боковой миграции русла вплоть до образования старицы и ее застывания. **По мере боковой миграции русла зона минерализации смещается вслед за ней путем наращивания минерализации на фронте миграции и растворения (уничтожения) тыловой части в результате выхода за пределы окислительного геохимического барьера.**

Минерализация крутого берега смещается в сторону фронта миграции русла. Залежь размывается рекой, а ее часть, расположенная дальше от берега, нара-

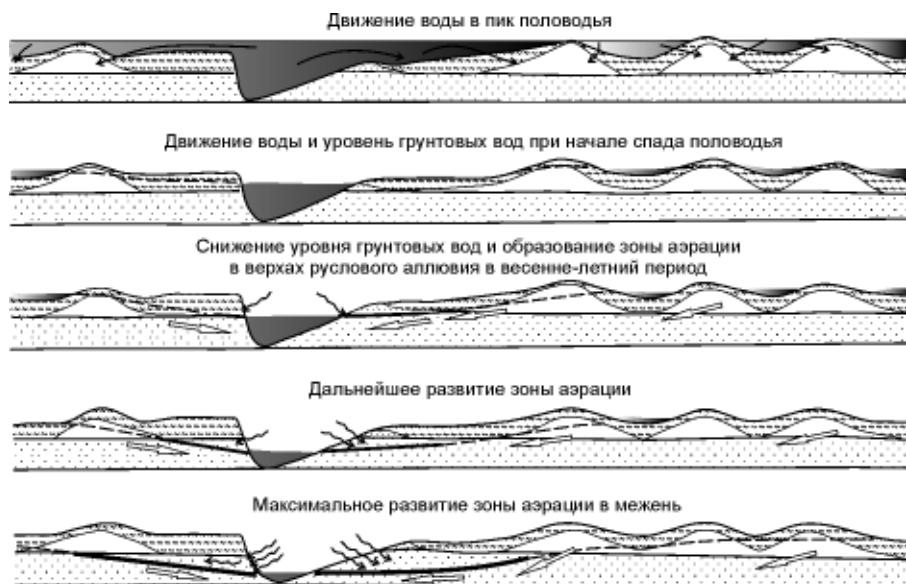


Рис. 2. Сезонный круговорот воды в долине реки и развитие окислительного барьера при снижении уровня грунтовых вод. Условные обозначения см. на рис. 3

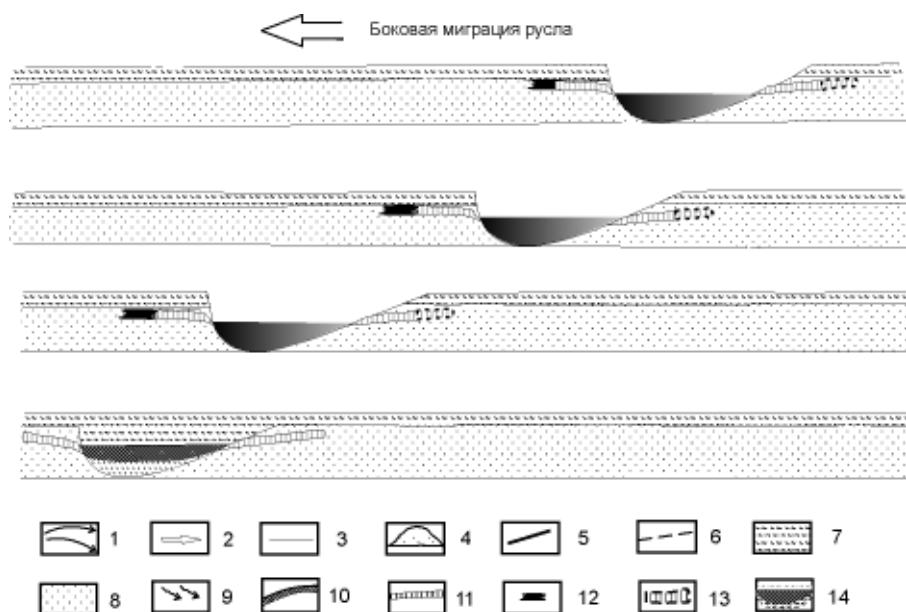


Рис. 3. Боковая миграция русла реки и движение зоны минерализации в многовековом аспекте.

1 — движение полых вод на пойму, 2 — движение грунтовых вод к руслу, 3 — граница руслового и пойменного аллювия, 4 — мелководистый песок и супесь ядер пойменных гравий, 5 — окислительный геохимический барьер с Fe-Mn минерализацией, 6 — уровень грунтовых вод, 7 — суглинистые слои пойменного аллювия, 8 — песчаные слои руслового аллювия, 9 — движение атмосферного воздуха в аэрированную часть руслового аллювия, 10 — поверхностный или внутрипойменный восстановительный барьер, 11 — железомарганцевая минерализация у окислительного геохимического барьера, 12 —минерализация, образующаяся перед фронтом наступающего берега реки, 13 —минерализация, растворяющаяся с отступлением берега реки, 14 — погребенный стариный торфяник

щивается, так как при приближении русла реки она попадает в зону окислительного геохимического барьера. **Таким образом, Fe-Mn минерализация имеет эфемерный характер и время ее существования определяется скоростью перемещения русла.** Когда формирование отдельного сегмента аллювия заканчивается, на внешней его стороне образуется старица, которая вскоре заторфовывается и погребается под самыми верхними

горизонтами пойменного аллювия.

Ясно, что этот механизм не может породить сколько-нибудь значительных рудных тел. Во-первых, предельное время формирования их ограничено, во-вторых, количество мобилизованного из аллювия грунтовыми водами рудного Fe-Mn материала незначительно. Поэтому, благоприятными для аллювиального рудогенеза условиями могут быть только такие, при которых русло реки не меня-



ет своего положения длительное время. Например, применительно к бассейну р. Вычегды — стабильное положение русла в течение всего голоценена. Обычно это наблюдается, когда река “упирается” в борт долины, сложенный более плотными, чем аллювий, отложениями. Второе условие — длительное существование устойчивого потока грунтовых вод. Оба эти условия имеют большую вероятность проявиться именно у бортов речной долины. Так, в верхнем и среднем течениях р. Вычегды борта долины выполнены либо моренными, либо флювиогляциальными отложениями. И действительно, здесь из поверхностного слоя последних толщиной от 10 до 40 см выщелочены, кроме кварца, практически все минералы, в том числе содержащие Fe и Mn. Глубже наблюдается слой бурого цвета с желваками Fe-Mn гидроксидов.

На расстоянии первых километров от реки обширные пониженные участки флювиогляциальных отложений заболочены, покрыты сфагново-пушицевыми торфяниками. Просачивающиеся сквозь них атмосферные осадки теряют кислород и далее, фильтруясь через песчаную почву торфяника, достигают описанного выше обогащенного Fe-Mn слоя, растворяют его и переносят Fe, Mn и сопутствующие элементы-примеси в долину реки, создавая у ее бортов скопления Fe-Mn минерализации. Для ее локализации особенно благоприятны участки с интенсивным стоком грунтовых вод благодаря гравийно-галечному составу флювиогляциальных отложений.

В общих чертах описанный механизм Fe-Mn минерализации наблюдался автором и в аридной зоне — в долине среднего течения р. Чу. Однако здесь ввиду сухости климата ни пойма, ни надпойменные террасы не залесены. Их почва содержит мало гумуса и покрыта редкой степной растительностью. Среди торфяников речной долины распространены почти исключительно старичные с камышовой торфообразующей растительностью. Даже при июльско-августовском половодье от интенсивного таяния ледников вода редко выходит из берегов: вся она издавна разбирается крестьянами на полив полей. Пойменный аллювий почти отсутствует, и вся аллювиальная свита сложена гравийно-галечным материалом, хорошо проницаема и представляет собой сплошную зону аэрации без сопряженной пары геохимических барьеров. Лишь на участках, где долина реки расширяется, у ее левого борта иногда наблюдаются

более значительные торфяники, питающиеся грунтовыми водами из мощной (до 1 км) толщи пролювиально-аллювиальных отложений предгорной зоны. В этих условиях ожелезнение в берегах реки наблюдается крайне редко и всегда связано с наличием восстановительного барьера в долине — торфяников.

Вследствие высокой летней температуры воздуха разложение органического материала происходит здесь значительно интенсивней, чем в зоне умеренного климата. При бурении торфа отчетливо ощущается запах сероводорода. Восстановительный геохимический барьер, создаваемый торфяником, здесь весьма эффективен.

Роль этого барьера проявилась совершенно неожиданным образом. Несколько гектаров такого торфяника оказались расположеннымми на территории одного из отделений Васильевского совхоза. Из-за дефицита богатых гумусом земель под огородные культуры совхоз решил осушить торфяник сетью дренажных канав глубиной до полутора метров. Неожиданно в торфе обнаружились высокая радиоактивность, присутствие в хорошо разложившемся торфе таких минералов, как урановая чернь (гипергенная порошкообразная разновидность уранинита), фосфатов и ванадатов урана, повышенные содержания молибдена и сульфидов железа — новообразованного аутигенного пирита. Все минералы были представлены микроскопическими зернами. Впоследствии выяснилось, что на расстоянии около сотни километров от долины реки, в предгорьях простирающегося параллельно реке горного хребта, располагалось предприятие, на котором обогащались и перерабатывались радиоактивные руды. Получавшиеся при этом отходы закачивались в фильтрационные колодцы или скважины. На этом дальнейший контроль над ними прекращался, а растворенные продукты перемещались с подземными водами к зонам выклинивания в левом борту аллювиальной долины р. Чу и задерживались в торфяниках на неопределенное долгое время, т. е. были экологически практически безопасны. Однако после осушения и распашки территории радиоактивные вещества развеивались в виде пыли или усваивались городными культурами.

Таким образом, геохимические процессы в долине реки определяются ежегодным круговоротом воды из реки через пойму в аллювий и в виде грунтовых вод назад в реку. При этом вода пре-

одолевает восстановительный барьер в виде гумусированных почв и торфяников, мобилизируя при этом ряд элементов из толщи аллювия. Затем поток грунтовых вод встречает окислительный барьер вблизи берегов реки, в зоне аэрации грунтовых вод. Здесь формируется эфемерная Fe-Mn минерализация. Источником этой минерализации были осадки поймы. Однако заметные скопления Fe-Mn минерализации могут образоваться только при наличии дополнительных источников этих элементов за пределами речной долины, в том числе и техногенных.

Выражаю теплую благодарность Я. Э. Юдовичу за ряд ценных редакторских замечаний.

Литература

1. Билибин Ю. А. Основы геологии россыпей. 3-е изд. М.: Изд-во АН СССР, 1956. 453 с.
2. Кузнецов В. А. Геохимия речных долин. М.: Наука и техника, 1986. 303 с.
3. Лаврушин Ю. А. Аллювий равнинных рек субарктического пояса и перигляциальных областей материковых оледенений. М.: Изд-во АН СССР, 1963. 267 с.
4. Силаев В. И. Аутигенное оксидно-марганцевое оруденение в аллювиальных песках и галечниках // Рассыпи и месторождения кор выветривания: факты, проблемы, решения: Матер. XIII Междунар. совещ. Пермь: Изд-во ПГУ, 2005. С. 261—263.
5. Силаев В. И., Сокерин М. Ю., Тихомирова В. Д. и др. Гидроксиды марганца в аллювии как пример аквагенного минералообразования // Литология и полезные ископаемые, 2000. № 4. С. 364—375.
6. Силаев В. И., Филиппов В. Н., Сокерин М. Ю., Тихомирова В. Д. Железо-марганцевая минерализация в аллювиальных песках как продукт аквагенного рудообразования и геохимический барьер для природных и техногенных элементов-токсинов // Южные районы Республики Коми: геология, минеральные ресурсы, проблемы освоения. Сыктывкар: Геопринт, 2002. С. 200—204.
7. Ткачев Ю. А. О типах торфяников речных долин и прилегающих территорий // Геология угольных месторождений: Межвуз. науч. темат. сб. Екатеринбург: Изд-во Уральского гос. горного ун-та, 2006. Вып. 16. С. 90—97.
8. Чернов Г. А. О печорском аллювиальном марганце // Матер. Первой геол. конф. Коми АССР. Сыктывкар: Коми гос. изд-во, 1944. С. 224—233.
9. Шанцер Е. В. Аллювий равнинных рек умеренного пояса и его значение для познания закономерностей строения и формирования аллювиальных свит. М.: Наука, 1951. 274 с.
10. Шанцер Е. В. Очерки учения о генетических типах континентальных осадочных образований. М.: Наука, 1966. 239 с.



АМИНОКИСЛОТЫ В ГОРЕЛЫХ ПОРОДАХ ЧЕЛЯБИНСКОГО УГОЛЬНОГО БАССЕЙНА



К. г.-м. н.
С. Н. Шанина
shanina@geo.komisc.ru



К. г.-м. н.
Е. П. Щербакова
Институт минералогии
УрО РАН, Миасс
founds@ilmeny.ac.ru



Н. с.
М. Н. Маляренок
Институт минералогии
УрО РАН, Миасс
founds@ilmeny.ac.ru



Н. с.
Т. Н. Мороз
Институт геологии и
минералогии СО РАН,
Новосибирск

Горелые отвалы Челябинского угольного бассейна получили известность во второй половине 80-х гг. прошлого века, когда по инициативе лауреата Демидовской премии, д. г.-м. н. Б. В. Чеснокова здесь были начаты исследования, представлявшие собой первый опыт реализации на практике идей и методов нового раздела минералогической науки — минералогии техногенеза [10, 11]. Результаты работ показали, что горелые отвалы являются уникальной природной “лабораторией”, обеспечивающей непосредственный доступ не только к продуктам разнообразных химических процессов, но и к исходным веществам, роль которых выполняют отдельные компоненты гетерогенной отвальной массы. Это обстоятельство позволяет полностью воссоздавать историю любого органического или неорганического соединения — от момента его возникновения до полной трансформации, а именно: определять условия его стабильного существования, выявлять цепочки перехода одних соединений в другие, устанавливать последовательность их преобразования в различных температурных и окислительно-восстановительных условиях. Тесная взаимосвязь процессов образования органического и неорганического веществ, обусловленная спецификой исходного материала, дает возможность использовать горелые отвалы и в качестве модельного объекта для выявления условий сохранения и преобразования аминокислот, являющихся первичными белковыми компонентами органического вещества, а также возможного синтеза новых аминокислот.

Отвалы угледобычи изначально неоднородны по химическому и гранулометрическому составам. Преобладают глинистые породы — аргиллиты, глины, глинистые сланцы; затем следуют карбонаты (доломиты и сидериты). Существенную часть отвалов представляют углеродистые вещества — угольная мелочь и фрагменты современной древесины. Часто встречается другой технический мусор: предметы из железа и цветных металлов, обломки стекла, пластика, бетона. При горении отвалов, вызываемом самовозгоранием остаточного угля, все компоненты претерпевают термические трансформации [11]. В окислительных условиях глинистые породы подвергаются обжигу, превращаясь в желтый, розовый, красный или вишневый “горельник”; при этом интенсивность окраски не всегда является показателем уровня термической переработки исходных пород [9, 12]. Карбонатные породы разлагаются с образованием оксидов металлов и углекислого газа, уголь и древесина сгорают. При прокаливании в восстановительных условиях карбонаты трансформируются в углеродные образования, а уголь вследствие отгонки летучих компонентов переходит в твердое вещество, внешне напоминающее шунгит. Конденсируясь в верхних частях отвалов, летучие вещества дают начало асфальтоподобным корам. Аналогичным образом изменяются обломки древесины. Глинистые породы, преобразующиеся в условиях восстановительного прокаливания, приобретают черный цвет, обусловленный примесью новообразованного углерода (“черные аргиллиты”) [8, 11].

* * *

Нами были изучены химический, минеральный и аминокислотный составы неизмененных аргиллитов, а также продуктов их термической трансформации в окислительных и восстановительных условиях. Идентификация и количественное определение энантиомеров аминокислот, выделенных в ходе кислотного гидролиза, выполнялись на газовом хроматографе GC-17A. Химический состав определялся с помощью силикатного анализа в лаборатории геоэкологии Института минералогии УрО РАН, минеральный — методом рентгеновской дифрактометрии в лаборатории комплексных методов исследования минералов того же института (аналитики Е. Д. Зенович и Т. М. Рябухина).

Результаты силикатного анализа исследованных нами образцов приведены в табл. 1. По сравнению с исходным аргиллитом в продуктах окислительного обжига возрастают содержания Fe^{3+} , потери при прокаливании (ППП) и содержание Fe^{2+} значительно снижаются. В продуктах восстановительного прокаливания, наоборот, содержания Fe^{3+} уменьшаются, а Fe^{2+} — увеличиваются. Потери при прокаливании варьируются в диапазоне 3.44—4.18 %, что в несколько раз выше соответствующих величин у красных и вишневых “горельников”. Большая часть ППП приходится на температурный интервал от 300 до 480 °C.

Исходные аргиллиты сложены в основном слоистыми силикатами типа гидрослюд (иллита), хлоритов, глинистых минералов (каолинита). Кроме того, в них присутствуют кварц, примеси карбонатов (сидерита, доломита) и углистого вещества. Иногда отмечаются вклю-



Химические составы аргиллитов и продуктов их термической трансформации, мас. %

Компонент	Продукты прокаливания в восстановительных условиях				Исходный аргиллит	Продукты окислительного обжига			
	059/97-1	45	16260	16261		16350	16345	16347	16348
SiO ₂	56.18	62.14	57.46	58.16	57.50	63.64	58.14	63.10	50.14
TiO ₂	1.02	1.35	1.24	0.86	1.30	1.36	1.18	1.28	0.94
Al ₂ O ₃	20.62	22.06	19.94	25.25	19.21	20.74	19.27	22.20	19.55
Fe ₂ O ₃	0.61	0.35	1.07	1.67	1.73	5.21	6.14	5.03	13.25
FeO	7.61	3.95	8.48	4.48	2.62	0.60	0.34	1.44	1.08
MgO	2.88	1.60	2.62	2.60	2.02	2.08	2.74	2.22	4.45
CaO	1.50	0.76	1.34	0.10	0.94	0.48	1.76	0.12	2.86
Na ₂ O	1.58	1.73	1.04	2.16	1.36	2.04	1.94	1.00	1.28
K ₂ O	3.08	2.03	1.38	4.20	1.72	2.18	2.10	2.36	2.04
ППП	3.44	3.50	4.18	0.10	10.18	1.18	4.98	0.48	1.24
P ₂ O ₅	1.04	0.38	0.45	0.11	0.42	0.33	0.33	0.25	1.41
Сумма	99.90	100.03	99.48	99.89	100.14	100.08	100.03	99.73	99.63

чения фосфоритов. Фазами-концентраторами Al, K и Na являются глинистые и слюдистые минералы, Mg концентрируется в хлоритах и в меньшем количестве в карбонатной составляющей, с которой связаны также Fe и Ca. С возрастанием температуры водосодержащие и карбонатные минералы разрушаются; их количество уменьшается вплоть до полного исчезновения.

Практически все новообразованные минералы, входящие в состав “горельников” различной степени обжига, являются продуктами твердофазных реакций, последовательно сменяющих друг друга по мере повышения температуры процесса. Важнейшие реакции, протекающие в присутствии кислорода в интервале температур 490—870 °C: 1) 4FeCO₃(сидерит)+O₂→2Fe₂O₃(гематит)+4CO₂↑, 2) глинистые минералы → Na-K полевые шпаты (Na, K)[AlSi₃O₈], 3) кварц (SiO₂)+Mg-хлорит (Mg, Fe)₄Al₂[Al₂Si₂O₁₀](OH)₈→Mg-пироксен Mg₂[Si₂O₆]+кордиерит (Mg, Fe²⁺)₂Al₃[AlSi₃O₁₈], 4) K-Na полевые шпаты (Na, K)[AlSi₃O₈]→муллит Al[Al_xSi_{2-x}O_{5.5-0.5x}], 5) кварц → тридимит [2, 6, 7]. В восстановительных условиях сидерит разлагается с выделением элементарного углерода. Реакции (2), (4), (5) протекают без существенных изменений, но пироксены — продукты

реакции (3) — в ряде случаев сменяются более устойчивыми членами группы оливина (Mg, Fe²⁺)₂[SiO₄].

Выделяются типоморфные ассоциации, маркирующие одни и те же интервалы температур независимо от окислительно-восстановительных условий процесса: кварц + K-Na полевые шпаты + реликты хлоритов (500—600 °C); кварц + K-Na полевые шпаты (600—700 °C); кварц + муллит (700—870 °C); тридимит + муллит (выше 870 °C). Кордиерит устойчив при Т более 600 °C. Индикаторами, свидетельствующими не только об определенной температуре процесса, сколько об избытке или недостатке кислорода, являются гематит и углеродистая фаза. В

продуктах восстановительного прокаливания Fe²⁺ не образует самостоятельных минеральных видов, а, замещая Mg²⁺, входит в кордиерит и шпинель (табл. 2).

В исходном аргиллите содержание аминокислот (АК) составляет 9.6 мкг/г породы. В продуктах восстановительного прокаливания содержания АК изменяются в пределах 55.2—73.5 мкг/г породы, а при окислительном обжиге варьируются в более широком концентрационном интервале — от 15.5 до 76.5 мкг/г породы (табл. 2), т. е. в обоих случаях в результате температурного воздействия содержания АК в “горельниках” возрастают. Максимального количества достигают аминокислоты,

Таблица 2

Зависимость общего содержания и группового набора аминокислот от минерального состава породы

N пробы	Основные минералы	Σ АК, мкг/г	Формула АК
16348	Тридимит, муллит, кордиерит , гематит	76.5	Алиф>Гидр?Кисл?Аром
059-97/2	Кварц, ПШ, пироксены, гематит	47.5	Алиф>Гидр>Аром
16345	Кварц, ПШ, гематит; иллит, хлорит-реликты	43.1	Алиф>Гидр>Кисл
16347	Кварц, ПШ, гематит; иллит, хлорит-реликты	15.5	Аром>Алиф
16350	Иллит, хлорит, каолинит, кварц	9.6	Алиф>Аром?Гидр
059-97/1	Кварц, ПШ, фаялит, С	55.2	Алиф>Кисл?Гидр
16261	Кварц, сапидин, фаялит, муллит, С	56.6	Алиф>Кисл?Гидр
45	Кварц, ПШ, муллит, Fe ²⁺ -шпинель, С	58.7	Алиф>Гидр?Кисл
16260	Кварц, сапидин?, Fe ²⁺ -кордиерит, С	73.5	Алиф>Кисл>Гетер?Гидр

Примечание. 16350 — неизмененный аргиллит; 16345, 16347, 16348, 059-97/2 — продукты окислительного обжига; 059-97/1, 45, 16260, 16261 — продукты восстановительного прокаливания. С — углеродистая фаза. Алиф — алифатические; Гидр — гидроксильные; Кисл — кислые; Аром — ароматические; Гетер — гетероциклические.

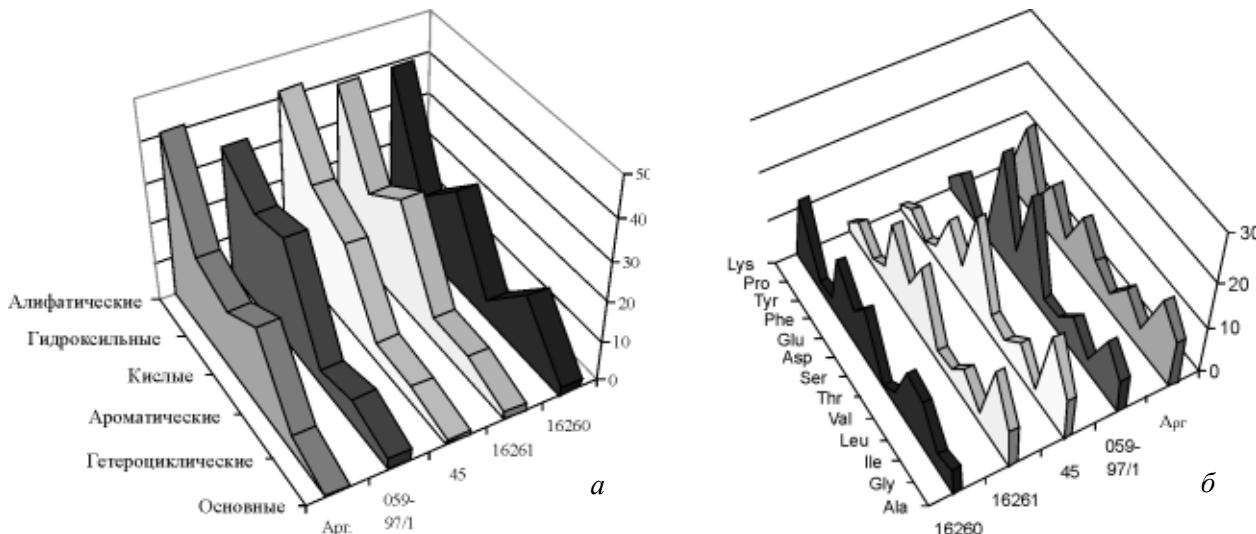


Рис. 1. Групповое (а) и индивидуальное (б) распределение аминокислот в продуктах прокаливания глинистых пород в восстановительных условиях.

Arg — исходный аргиллит, 059-97/1 — черный горельник, 45 — аргиллит со стебельчатой отдельностью, 16261 — аргиллит измененный черный, 16260 — аргиллит углеродистый. Буквенные обозначения к рис. 1, 2: Ala — аланин, Gly — глицин, Ile — изолейцин, Leu — лейцин, Val — валин, Thr — треонин, Ser — серин, Asp — аспарагиновая кислота, Glu — глутаминовая кислота, Phe — фенилаланин, Тир — тирозин, Pro — пролин, Lys — лизин

имеющие наиболее простой состав, а именно алифатические, кислые и гидроксильные.

В исходном аргиллите больше всего алифатических аминокислот, в два раза меньше аминокислот с ароматическими и гидроксильными группами (рис. 1, а). Среди индивидуальных АК преобладают глицин, тирозин и серин (рис. 1, б). В “горельниках” пропорции содержаний алифатических аминокислот практически не изменяются. Так же как и в исходном аргиллите, среди алифатических АК самые высокие содержания имеют глицин, аланин и лейцин (рис. 1, б; 2, б).

По сравнению с исходным аргиллитом в продуктах восстановительно-

го прокаливания доля ароматических аминокислот уменьшается в 3—5 раз, а доля кислых увеличивается в два раза (рис. 1, а). В результате групповая формула аминокислот, обнаруженных в “черных аргиллатах”, существенно меняется (табл. 2). Среди индивидуальных аминокислот место тирозина занимает глутаминовая кислота. Суммарная доля кислых АК увеличивается за счет повышения содержаний как глутаминовой, так и аспарагиновой кислот. Количество ароматических аминокислот уменьшается, при этом среди них отмечается преобладание фенилаланина.

По сравнению с “черными аргиллитами” в “горельниках” доля кислых

аминокислот, как правило, значительно ниже (рис. 2, а). Здесь, как и в исходных аргиллатах, сохраняются высокие содержания ароматических АК, причем среди последних преобладает тирозин (рис. 2, б). Однако в продуктах горения в условиях избытка кислорода не наблюдается такое единобразие в распределении индивидуальных АК, как в продуктах восстановительного обжига. Так, в желтом и красном “горельниках” максимальные содержания приходятся на серин, глицин и аланин, в розовом — на тирозин, глицин и пролин.

В “цветных горельниках” наблюдается отрицательная корреляция между суммарным содержанием АК и коли-

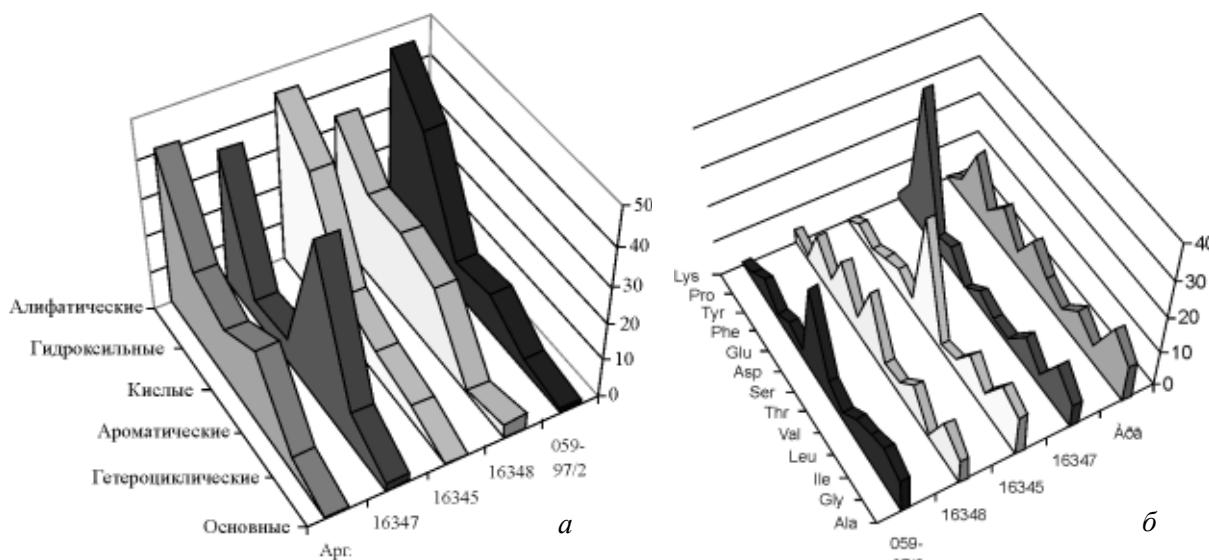


Рис. 2. Групповое (а) и индивидуальное (б) распределение аминокислот в продуктах окислительного обжига.

Arg — исходный аргиллит, 16347 — розовый, 16345 — желтый, 059-97/2 — красный “горельники”, 16348 — глина обожженная



Таблица 3

Содержание D- и L-энантиомеров аминокислот в исходном аргиллите и продуктах обжига, мкг/г

Аминокислота	Продукты прокаливания в восстановительных условиях				Исходный аргиллит	Продукты окислительного обжига				
	059-97/1	45	16261	16260		16350	059-97/2	16345	16347	16348
Σ D-энантиомеров	6.41	1.56	1.24	11.83	0.61	8.92	2.82	0.14	1.70	
Σ L-энантиомеров	44.19	54.02	55.40	53.42	7.50	35.86	33.31	14.85	74.56	
Аланин	—	—	0.03	—	0.51	—	—	0.16	—	
Серин	0.11	0.03	—	1.26	—	0.82	0.19	—	0.05	
Аспарагиновая кислота	0.75	—	—	—	—	0.69	—	—	—	
Глутаминовая кислота	0.47	0.18	—	1.03	0.57	0.91	—	—	0.02	

Примечание. Прочерк — D-аминокислота не обнаружена.

чеством ППП и, напротив, положительная — между Σ АК и содержаниями Fe²⁺. В продуктах восстановительного прокаливания такая зависимость не установлена.

Во всех исследованных нами образцах обычно отмечается преобладание L-аминокислот над D-формами (табл. 3). Однако присутствие значительных содержаний D-глутаминовой кислоты в ряде образцов может свидетельствовать о процессах рацемизации исходных и (или) новообразованных аминокислот под действием высоких температур [14, 18]. В большинстве кокиных продуктов, образовавшихся как в восстановительных, так и в окислительных условиях, присутствует D-аллоизолейцин (табл. 4), который обычно считается индикатором процессов, протекающих при высоких температурах [14].

Повышение содержаний АК в “горельниках”, вероятно, связано с синтезом новых аминокислот, а также с возможным превращением одних аминокислот в другие в ходе пиролиза. Известно, что глинистые, а также другие водосодержащие минералы могут отнимать воду у некоторых адсорбированных органических молекул и вызывать образование белков, нуклеиновых кис-

лот и полисахаридов. Такая реакция возможна как в восстановительной, так и в окислительной обстановках [3]. Вероятность синтеза аминокислот подтверждает и факт появления в ряде образцов значительных количеств небиогенных аминокислот — γ-аминомасляной и δ-аминовалериановой кислот (табл. 4).

Сохранение аминокислот в породах, температуры обжига которых были значительно выше, чем температуры разложения индивидуальных АК, может быть объяснено следующим образом: аминокислоты более устойчивы к температурным воздействиям в тех случаях, когда они связаны с другими веществами, например с глинистыми минералами, гуминовыми кислотами или веществами типа керогена [3]. В нашем случае в неизмененных аргиллитах присутствуют уже не исходные белковые или пептидные вещества, а связанные аминокислоты, которые входят в состав небелковых полимеров, адсорбированных глинистыми минералами, что склоняет всего и обусловило их сохранение в ходе отжига. Кроме того, глинистые минералы катализируют процессы полимеризации. Причем известно, что L-аминокислоты более склонны к по-

лимеризации, чем их D-формы, чем, вероятно, и объясняется преобладание L-энантиомеров аминокислот в изученных нами образцах [4].

Значительно отличаются от остальных образцов углеродистый аргиллит (пр. 16260) и обожженная глина (пр. 16348). Так, для пр. 16348 характерны минимальные среди продуктов окислительного обжига содержания ППП и максимальные концентрации Fe²⁺, Al и K. В пр. 16260 величины ППП и Fe²⁺ максимальны для “черных аргиллитов”, а содержания Al и K, наоборот, минимальны. Оба образца характеризуются низкими содержаниями Na, меньшими, нежели содержание этого элемента в неизмененном аргиллите (табл. 1). Углеродистый аргиллит и обожженная глина отличаются самыми максимальными содержаниями аминокислот, при этом групповой ряд и индивидуальный состав АК в обр. 16348 соответствуют образцам, обожженным в условиях дефицита кислорода, а в углеродистом аргиллите уменьшается содержание кислых аминокислот и увеличивается концентрация пролина — аминокислоты, содержащей иминогруппу. Кроме того, в нем установлены и наиболее высокие содержания некоторых D-аминокислот,

Таблица 4

Содержание небиогенных аминокислот в исходном аргиллите и продуктах обжига, мкг/г

Аминокислота	Продукты прокаливания в восстановительных условиях				Исходный аргиллит	Продукты окислительного обжига				
	059-97/1	45	16261	16260		16350	059-97/2	16345	16347	16348
D-аллоизолейцин	0.38	—	1.07	0.44	—	1.59	0.79	—	0.16	
β-аланин	—	—	—	—	0.51	—	—	0.48	—	
γ-аминомасляная кислота	0.86	0.81	—	2.39	0.94	—	—	—	—	
δ-аминовалериановая кислота	3.76	2.32	—	5.85	—	2.72	6.98	—	0.20	



причем величина D/L форм для глутаминовой кислоты и серина (табл. 3) приближается к 1.

Мы предлагаем несколько объяснений подобным фактам. Во-первых, они могут свидетельствовать о сложной истории преобразования исходного глинистого вещества, связанной с непостоянными окислительно-восстановительными условиями в ходе его термической переработки. Однако этот факт объясняется скорее всего тем, что основным минералом, входящим в состав обоих образцов является кордиерит ($Mg, Fe^{2+})_2 Al_3 [AlSi_5O_18]$); его содержание достигает 40–45 %. Основу его структуры составляет каркас из гексагональных колонок с крупными каналами в центре [6]. В эти каналы, не нарушая структуру минерала, могут входить катионы щелочных и щелочноземельных металлов, молекулы воды и ряд летучих компонентов, присутствующих в минералообразующей среде [5, 6]. Список летучих, установленных в природных и синтетических кордиеритах, включает CO_2 , CO , CH_4 , C_nH_{2n+2} ($n=2-6$), NH_3 , N_2 , H_2 , а также инертные газы [1, 13, 15–17]. В процессе горения из углеродсодержащих компонентов отвальной массы выделяется значительное количество газов (NH_3 , CH_4 , CO и др.), которые, накапливаясь внутри структурных каналов кордиерита, могут служить дополнительной основой для синтеза аминокислот в условиях высоких температур. В пользу этой гипотезы свидетель-

ствует тот факт, что в пробах со значительно более низкими суммарными содержаниями АК кордиерит не отмечен.

Работа выполнена при поддержке Российской фонда фундаментальных исследований (проекты № 06-05-64755а и 06-05-64845а).

Литература

1. Бульбак Т. А., Шведенков Г. Ю., Лепезин Г. Г. Замещение молекул H_2O на D_2O и CO_2 в каналах структуры кордиерита // Геохимия, 1999. № 1. С. 75–81.
2. Годовиков А. А. Минералогия. М.: Недра, 1975. 520 с.
3. Деггенс Э. Геохимия осадочных образований. М.: Мир, 1967. 300 с.
4. Дроздова Т. В. Геохимия аминокислот. М: Наука, 1977. 200 с.
5. Лепезин Г. Г., Бульбак Т. А., Сокол Э. В., Шведенков Г. Ю. Флюидные компоненты в кордиеритах и их значение для метаморфической петрологии // Геология и геофизика, 1999. Т. 40. № 1. С. 98–112.
6. Минералы: Справочник. Т. III, вып. II / Под ред. Ф. В. Чухрова. М.: Наука, 1981. 614 с.
7. Минералы: Справочник. Диаграммы фазовых равновесий. М.: Наука, 1974. Вып. 1, 514 с.; вып. 2, 490 с.
8. Нишанбаев Т. П. Минералогия продуктов изменения углевмещающих пород в черных блоках горящих отвалов Челябинского угольного бассейна: Дис.... канд. геол.-мин. наук. Миасс, 2001. 115 с. Архив Института минералогии УрО РАН.
9. Отчет по теме “Провести минералого-химическое изучение основных типов пород терриконов Челябинского угольного бассейна” / Г. Г. Лепезин, Э. В. Сокол, Б. В. Чесноков и др. Новосибирск, 1997.
10. Чесноков Б. В. На горящих терриконах угольных шахт. Миасс: ИМин УрО РАН, 2005. 27 с.
11. Чесноков Б. В., Щербакова Е. П. Минералогия горелых отвалов Челябинского угольного бассейна (опыт минералогии техногенеза). М.: Наука, 1991. 152 с.
12. Чесноков Б. В., Горбунов Г. М., Кизилов Г. И., Ефремов С. В. Особенности химизма негорелых и горелых пород отвалов Челябинского угольного бассейна // Материалы к топоминералогии Урала. Свердловск: УНЦ АН СССР, 1986. С. 94–99.
13. Шведенков Г. Ю., Лепезин Г. Г., Бульбак Т. А., Осоргин Н. Ю. Экспериментальное изучение насыщения магнезиального кордиерита компонентами флюида $C-O-H$ // Геохимия, 1995. № 2. С. 251–262.
14. Bada J. L. LAmino acid racemization reactions and their geochemical implications // Naturwissenschaften, 1975. V. 62. Pp. 71–79.
15. Bul'bak T. A., Shvedenkov G. Yu. Experimental study on incorporation of $C-H-O-N$ fluid components in Mg-cordierite // Eur. J. Mineral., 2005. V. 17. № 6. P. 829–838.
16. Khomenko V. M., Langer K. Aliphatic hydrocarbons in structural channels of cordierite: a first evidence from polarized single-crystal IR-absorption spectroscopy // Amer. Miner., 1999. V. 84. P. 1181–1185.
17. Kolesov B. A., Geiger C. A. Cordierite II: The role of CO_2 and H_2O // Amer. Miner., 2000. V. 85. No. 9. P. 1265–1274.
18. Nyberg J., Csapo J., Malmgren B. A., Winter A. Changes in the D- and L-content of aspartic acid, glutamic acid, and alanine in a scleractinian coral over the last 300 years // Organic geochemistry, 2001. V. 32. Pp. 623–632.



Горячие отвалы



МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ РАЗНОВИДНОСТИ ПИРИТА В КАРБОНАТНЫХ ПОРОДАХ ЮГО-ЗАПАДНОГО КРЫМА

Студентка СыктГУ
К. С. Пашнина
geol@syktsu.ru

Летом 2006 г. во время первой геологической практики, которая у студентов кафедры геологии Сыктывкарского государственного университета проходит на территории Юго-Западного Крыма, нами была собрана коллекция пирита из разновозрастных карбонатных отложений этого района.

В геологическом строении Юго-Западного Крыма принимают участие породы триасовой, юрской, меловой, палеогеновой, неогеновой и четвертичной систем. Самыми древними из них являются флишевые отложения таврической серии верхнего триаса — нижней юры, состоящие из ритмично переслаивающихся песчаников, алевролитов и аргиллитов. Среднеюрские отложения байосского яруса представлены вулканогенными и вулканогенно-осадочными образованиями. Такой же возраст имеют интрузивные породы Крыма. К верхнеюрским отложениям относятся терригенная толща конгломератов, гравелитов и песчаников оксфордского и кимериджского ярусов и карбонатные отложения титонского яруса. Преимущественно терригенные породы — глины, известковистые песчаники, песчанистые известняки — слагают разрезы валанжин-готеривского, аптского, верхнеальбского ярусов нижнего мела. Верхний мел подразделяется на сеноманский, туронский, сantonский, кампанийский и маастрихтский ярусы. Отложения представлены в основном карбонатными породами — мелоподобными, пелитоморфными, песчанистыми известняками, известняками с прослоями киловых глин. К палеогеновым отложениям принадлежат криноидно-мшанково-серпуловые известняки датского яруса, макрослоистые известняки монского яруса, пелитоморфные известняки танетского яруса, глины ипрского яруса, нуммулитовые известняки лютетского яруса. Неогеновая система включает обломочно-детритовые известняки сарматского яруса, гравийно-песчано-глинистую толщу таврской свиты, грубообломочную толщу масандровской свиты.

Коллекция образцов пирита была отобрана из верхнеюрских (титонский ярус), нижнемеловых (сеноманский ярус), палеогеновых (лютетский ярус) карбонатных отложений. Изучение кристаллов пирита из этих разновозрастных отложений под бинокуляром [2] показало, что на большинстве из них преобладают грани гексаэдра (куба), часто встречаются грани октаэдра и только на кристаллах пирита из известняков титонского яруса верхней юры обнаружены грани других простых форм.

Пирит широко распространен в мраморизованных известняках титонского яруса верхней юры, вскрытых карьером Мраморный в основании крупного карбонатного массива Чатырдаг. Чаще всего он встречается на стенах трещин в виде почковидных агрегатов размером до 1—2 см или сростков кристаллов (рис. 1, А), реже в самих известняках в виде отдельных сферолитов радиально-лучистого строения (1.5—3.0 мм) и в кальцитовых жилках (рис. 1, Б).

Определение морфологии кристаллов пирита из мраморизованных известняков титонского яруса проводилось с использованием параболического гониометра. При помещении кристалла в гониометр на экране наблюдается картина световых рефлексов, полученных при отражении пучка света от граней кристалла, которая при правильной кристаллографической установке кристалла отражает гномоническую проекцию его

полярного комплекса [1]. Ровные блестящие грани на экране проявляются как яркие точки, а неровные матовые — в виде расплывчатых пятен. Для определения угла между двумя гранями блики этих граней помещаются на одну вертикаль, и далее по сетке Хилтона, размеченной на экране, подсчитывается угол. Разместив кристалл таким образом, чтобы один из элементов симметрии совпадал с направлением пучка света, мы получим на экране систему световых рефлексов, по положению которых можно определить индексы Миллера граней (рис. 2).

Три или более грани, пересекающиеся так, что их ребра параллельны, образуют зону на кристалле. Такие грани отображаются на гномонической кристаллографической проекции и на экране параболического гониометра в виде системы рефлексов, расположенных на одной прямой. Таким образом, проанализировав полученную на экране картину и сопоставив её с результатами наблюдения кристалла под микроскопом, можно судить о его морфологии.

В минералогической кристаллографии известно, что морфология кристалла отражает условия его образования. Для равновесных условий и наиболее симметричных кристаллов характерны простые формы, индексы которых имеют обычно малые значения (в случае с пиритом это {100} — гексаэдр и {111} —

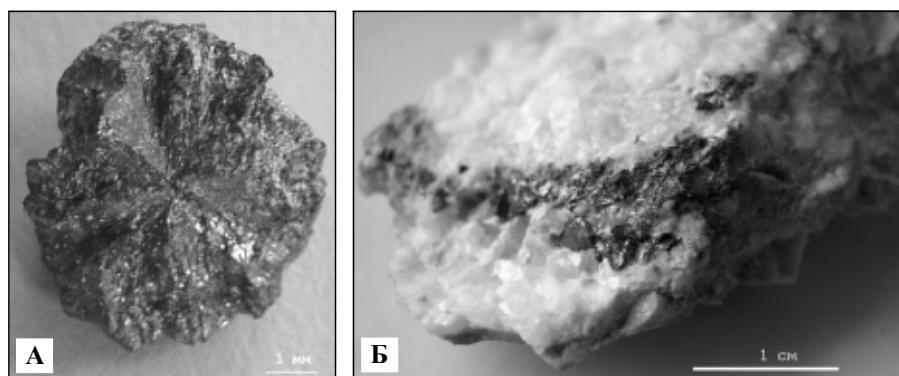


Рис. 1. Формы выделения пирита в мраморизованных известняках титонского яруса верхней юры: А — сферолит с радиально-лучистым строением, Б — агрегат пирита в кальцитовом прожилке

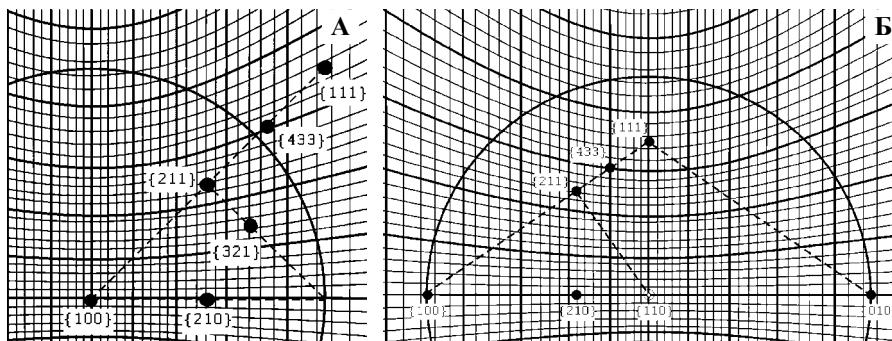


Рис. 2. Гномонические кристаллографические проекции пирита.

Черные кружки — грани простых форм, обнаруженные на кристаллах (А, Б); пунктирные линии — зоны кристалла

октаэдр). Чем больше увеличиваются значения индексов граней, тем более неравновесными были условия образования кристалла.

На большинстве образцов кристаллов пирита присутствуют грани куба и октаэдра, но на двух образцах были установлены грани еще нескольких простых форм. На кристаллах, обнаруженных в виде включений в красноцветных мраморизованных известняках, выявлены грани пентагонодекаэдра {210}, а на кристаллах из кальцитового прожилка — грани тетрагонтриоктаэдов {321}, {433}, {211} и пентагонодекаэдра {210} (рис. 3, А). Обобщенная форма кристалла пирита показана на рис. 3, Б.

По результатам наших исследований можно сделать вывод о том, что большинство образцов пирита из известня-

ков титонского яруса находились в условиях, близких к равновесным. Присутствие на двух образцах пирита граней других простых форм (кроме куба и октаэдра) говорит о неравновесности процесса минералообразования, причем для второго образца это характерно в большей степени.

Особенности структуры кристаллов пирита, отобранных на небольшом участке, позволяет предположить, что эти кристаллы развивались в неодинаковых условиях, при различном питании. При более ограниченном питании образовались кристаллы с кубической, октаэдрической или кубооктаэдрической гранью. Этот процесс происходил медленно, что и способствовало образованию граней простых форм с наибольшей ретикулярной плотностью. При обильном

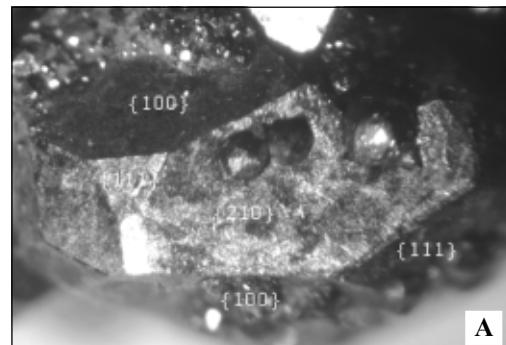
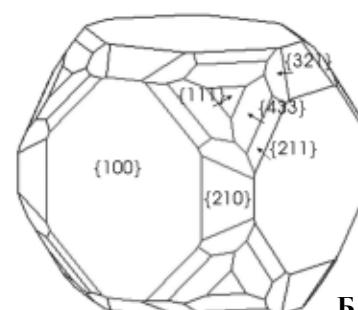


Рис. 3. Формы кристаллов пирита из кальцитовой жилы.

А — реальный кристалл, Б — обобщенная форма



Квесты в районе г. Бахчисарай. Фото И. Козыревой

питании, а именно в пересыщенной среде скорость кристаллизации резко возрастает. Кристаллы пирита, образовавшиеся в данных условиях, отличаются разнообразием простых форм, на них обнаруживаются грани пентагонодекаэдов и тетрагонтриоктаэдов, т. е. грани с небольшой плотностью атомов на плоских сетках. Такие кристаллы отражают неравновесные условия, характерные обычно для ранней стадии кристаллизации.

Смену морфологических типов кристаллов пирита в процессе образования можно представить следующей последовательностью комбинаций форм: $\{100\}+\{111\}+\{210\}+\{211\}+\{321\}+\{433\} \rightarrow \{100\}+\{111\}+\{210\} \rightarrow \{100\}+\{111\} \rightarrow \{100\}$.

Вероятно, сохранение некоторыми кристаллами пирита формы, характерной для ранней стадии роста, может быть обусловлено резким прекращением этого процесса и полным удалением питающего раствора от них. Можно также предположить, что средой кристаллизации пирита была двухфазная система — “раствор-пар”, ниже критической точки воды. Если кристалл оказывался в паровой фазе, его рост прекращался. Таким образом, в пределах одной гидротермальной системы некоторые кристаллы могли сохранить огранку, характерную для более ранней стадии роста.

Автор выражает благодарность д. г.-м. н. В. И. Ракину за помощь в проведении гониометрических исследований.

Литература

- Глазов А. И. Методы морфометрии кристаллов. Л.: Недра, 1981. 147 с.
- Пашнина К. С. Пирит в карбонатных породах юры и мела Юго-Западного Крыма // Геолого-археологические исследования в Тимано-Североуральском регионе: Докл. 9-й студ. науч. конф. Сыктывкар: Геопринт, 2006. С. 44—49.



МЕХАНИЗМЫ ОБРАТНОЙ СВЯЗИ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ И ФИЗИЧЕСКИХ ЗАКОНОВ

Д. Г.-М. Н.
О. Б. Котова
kotova@geo.komisc.ru

Взаимодействию между минералами и органическими молекулами на Международной конференции "Frontiers in Mineral Sciences 2007" (Кембридж, Великобритания, см. в этом выпуске стр. 15) была посвящена отдельная сессия, на которой было представлено около 20 докладов. Настоящая статья написана под впечатлением научных событий этого направления.

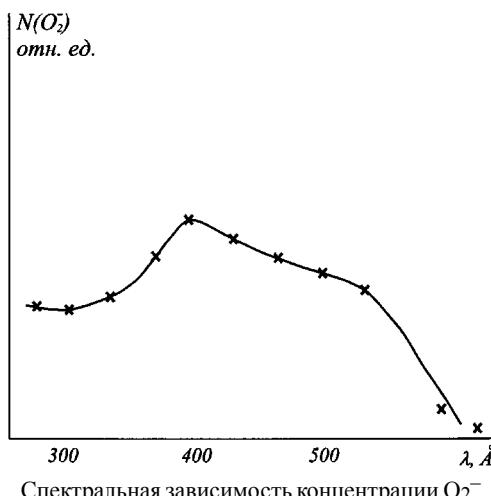
Особенностью развития современной науки является возникновение концепций и идей на границе дисциплин, геология не является исключением. В связи с этим представляется интересным рассмотреть механизмы обратной связи геологических процессов и физических законов. Попробуем обсудить эту проблему на примере тестовых реакций простых молекул водорода, кислорода, углекислого газа и метана при взаимодействии с минеральными поверхностями. Во-первых, это объекты многолетних исследований автора (Котова, 2004); во-вторых, это компоненты лито- и биосфера нашей планеты, причем молекулы кислорода и водорода являются более легкими и простыми, а молекулы двуокиси углерода и метана — более тяжелыми и относительно сложными. Можно вполне обоснованно считать, что их концентрации и геологические процессы взаимозависимы. Существуют столь глобальные проблемы, как образование лито- и биосферы Земли. Ведь до сих пор приоритетны международные проекты, затрагивающие проблему формирования кислорода атмосферы Земли. Примером может служить международный проект, работа по которому полным ходом идет сейчас под Петрозаводском. Не менее глобальной является проблема возможности геологического секвестра атмосферного CO_2 как противостояния антропогенному поступлению CO_2 в атмосферу. Природа обладает огромным компенсационным потенциалом, у человека — скромная задача: понять механизмы природных процессов и сделать их частью технологий.

Поверхность минералов — прекрасный полигон для выявления механизмов природных процессов. Взаимодействие минеральных поверхностей и вышеуказанных простых молекул играет важную роль в широком диапазоне направлений исследований: от синтеза дебиотических органических молекул до современных реакций выветривания, от металлических имплантатов в теле человека до обогатительных процессов, от происхождения жизни до проблем выживания. В любом случае речь пойдет о выявлении таких зависимостей, как скорости реакций и трансформаций от физических параметров и механизмов, которые положены в основу моделей, позволяющих определить и предсказать природные процессы, создать новые технологии.

Наблюдая за циануриновой кислотой (относительно простая молекула, которая содержит все элементы, необходимые для образования жизни, обнаружена в межзвездном пространстве и кометах при температурах выше 273 К), американские учёные (Montgomery et al., 2007) отметили, что в зависимости от значений давления и температуры образуются различные продукты (например, крупные молекулы с сетевой структурой, возможные предшественники мембран). Предполагая, что граница (поверхность) не является единственным катализатором для протекания химических реакций, они считают, что необходимо понять поведение молекул этой кислоты в "чистых условиях" эксперимента, в зависимости от физических параметров (давления, температуры, радиации), тогда можно будет оценить влияние на эти реакции силикатов и металлов, которые связаны с примитивным планетарным материалом.

Смоделировать ту или иную ситуацию можно. Но именно результаты эксперимента помогают понять многие природные механизмы. Так, в процессе эксперимента по взаимодействию

молекул метана с оксидными минералами был выявлен температурный интервал трансформаций простых молекул в более сложные (Котова, 2004). Этот интервал может увеличиваться в сторону низких температур за счет энергии электромагнитных волн. Это говорит о том, что радиация способна инициировать активные центры при более низких температурах, чем в аналогичных темновых процессах. Речь идет о температуре порядка 170 К, при которой в результате диссоциативной адсорбции молекул метана на фотоиндуцированных дырочных центрах наблюдался максимум, принадлежащий образованию более сложных молекул этана. Более того, при прочих равных условиях количество поверхностных активных центров зависит от длины волны облучения (см. рисунок). Очевидно, стоит подробно остановиться на проблемах влияния радиации на природные процессы.



Спектральная зависимость концентрации O_2^-

Спектральная зависимость. При исследовании поверхностных реакций с участием молекул газовой фазы для возбуждения тонкодисперсных образцов многие авторы используют кванты с большими энергиями, например УФ-облучение. Автором достаточно хорошо изучены оксидсодержащие тонкодисперсные минеральные системы, которые известны как системы, активность которых в фотопроцессах вы-



ходит далеко за край собственного поглощения.

Облучение системы в области собственного поглощения увеличивает эффективность образования кислородсодержащих молекул, в то время как облучение системы метан—образец вне области собственного поглощения уменьшает долю кислородсодержащих молекул при фотоконверсии и увеличивает долю углеводородных молекул. Таким образом, при облучении коротковолновым светом интенсивнее образуются кислородсодержащие молекулы и снижается выход алканов и алкенов. Можно отметить, что при облучении рутила квантами света с небольшими энергиями уменьшается процесс разрушения решетки образца, что также уменьшает образование кислородсодержащих молекул.

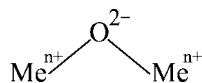
Можно предположить, что спектральная зависимость эффективности фотоконверсии метана в более сложные углеводороды связана с величиной дефицита поверхностных электронов, которая в свою очередь зависит от спектра возбуждения образца. При коротковолновом облучении свет поглощается образцом в узкой приповерхностной области в отличие от длинноволнового облучения, которое обладает большей проникающей способностью. В результате образовавшиеся при коротковолновом облучении электроны получают большую возможность выхода на поверхность (поскольку им надо преодолеть лишь часть приповерхностного барьера), где они могут закрепиться на поверхностном дефекте и стать, например, центром стабилизации CH_3^{\bullet} -радикалов:



С точки зрения барьерного механизма при облучении образца вне области собственного поглощения происходят электронные переходы с локальных (примесных) уровней запрещенной зоны в зону проводимости, или валентную зону. Наличие высокого приповерхностного барьера на окисленных образцах препятствует выходу электронов на поверхность. Образованные в объеме дырки вытягиваются полем приповерхностного заряда на поверхность, закрепляются на поверхностных дефектах и служат центрами фотоконверсии метана в более сложные углеводороды.

При поверхностном поглощении, вероятнее всего, работает другой ме-

ханизм. При поглощении в длинноволновой области происходит разрыв специфических мостиковых связей



с образованием дырочных центров типа O^- и электронов в зоне проводимости. Активность поверхностного кислородного иона, участвующего в этих связях, гораздо выше, чем у кислородного иона регулярной решетки, из-за пониженной по сравнению с объемной координацией. Существенным отличием этой модели является возможность фотопереноса электронов из локальных состояний в зону проводимости, что обеспечивает разделение электронов и дырок, которые, закрепившись на дефектах, ведут себя как самостоятельные центры. Таким образом, при длинноволновом излучении наблюдаются образование более сложных молекул и формирование двойных связей, а коротковолновая часть спектра ответственна за окислительные процессы.

Существует еще одна фундаментальная проблема — формирование энергетики, контролирующей морфологию природных транспортных сетей. С нею, например, некоторые авторы связывают реакции дегидратации и карбонизации мантийного перидотита, выходящего на поверхность. Питер Келеман (Kelemen, 2007) свои исследования посвятил проблеме обратных связей между термобарическими условиями и скоростями реакций дегидратации и карбонизации, поскольку важно количественно изучить обратные связи и обнаружить условия, при которых скорости реакций становятся максимальными, так как автор считает, что карбонизация крупных масс перидотита, выходящих на поверхность Земли, потенциально достаточна для компенсации антропогенного поступления CO_2 в атмосферу в течение многих последующих десятилетий. Представляется, что решение подобных проблем следует начинать с поверхностных комплексообразующих моделей, так как они построены на стехиометрических реакциях, объединяющих законы, которым подчиняются макроскопические и молекулярные объекты. Получаются достаточно непредсказуемые, но вполне объяснимые зависимости скоростей и хода реакций от термобарических условий (Котова, 2004).

Процессы адсорбции и десорбции играют важную роль в природных про-

цессах и широко используются в технологиях. При изучении природных минеральных поверхностей исследователи сталкиваются с проблемой “реальных” и “идеальных” поверхностей. Без соответствующей методики невозможно проводить изучение поверхности минерала с высоким разрешением или любой реакции адсорбции, которые могут на ней происходить. Эта проблема возникает как из-за отсутствия простого способа получения чистых и упорядоченных поверхностей, необходимости в системе глубокого вакуума, так и из-за особенностей поверхностей минералов, осложняющих традиционные способы подготовки. В то же время специалисты разных научных направлений не только прекрасно освоили методику исследований поверхностных процессов, но и внесли много нового в это направление исследований. Так, английские ученые (Moslemzaden et al, 2007) при исследовании поверхности пирита не только разработали новую и эффективную методику подготовки поверхности с учетом структурных особенностей минерала и контролируемого загрязнения, но и получили предварительные данные адсорбционных свойств отдельных хиральных молекул пирита. Более того, в интенсивно развивающихся в настоящее время биотехнологиях нашла применение теория катализа, но при этом поменялись местами адсорбент и адсорбат (традиционно органика является адсорбатом, а металлы и их оксиды — адсорбентом). Органическое вещество и микробные организмы взаимодействуют с минеральными поверхностями и являются конкурентами при захвате катионов и анионов в различных природных системах. В этом процессе первым отводится роль адсорбентов, а металлам — роль адсорбатов. Адсорбция металлов поверхностями бактерий достаточно широко известна и может влиять на видеообразование и мобильность металлов в окружающей среде. В связи с широким диапазоном видов бактерий и металлов перед учеными сегодня стоит проблема разработки общей модели адсорбции металлов-бактерии.

Органические минералы. Молекулы органических веществ могут контролировать форму, размер, текстуру и даже кристаллическую структуру во время кристаллизации. Карбонаты (кальцит и арагонит) в скролупе и апатит в костях служат тому подтверждением. Контроль-



лируемый рост минералов в содержащих органику средах поможет не только понять природные процессы биоминерализации, но и разработать наноустройства, в которых используется контролируемый рост кристаллов, имитирующий природный процесс. Органика — это прекрасный источник для нового типа минерального сырья: органических минералов. Одной из центральных научных проблем в этом плане представляется синтез алмазов (и нефти). Возможность трансформации метана в алканы и алкены, образование C–C и C=C связей, процессы полимеризации ($C=C_n$) и роль минералов в зависимости от P, T-условий зафиксирована и исследована автором и другими учеными (Котова, 1986; Takita et al., 1980 и др.). Следует подчеркнуть преимущество фотостимулированных процессов как наиболее однозначных при выявлении механизмов подобных процессов. Автором предложен механизм конверсии метана в более сложные углеводороды, согласно которому при наличии O⁻ и дефицита электронных центров в системе CH₄—тонкодисперсные минеральные системы происходит наращивание углеродной цепи и образование двойных связей (Котова, 2004). Спектральная зависимость отмечена выше.

Исследования в системе органика–минерал не только стимулировали синтез алмазов и алмазоидов, но и выявили механизм их природного образования. По данным японских ученых, молекулы адамантана (известные как алмазоиды) впервые были обнаружены в природной нефти в 1933 г. (Echigo et al., 2007). Используя ИК-спектроскопию, авторы зафиксировали природные кристаллические формы адамантана, экспериментально удалось зафиксировать C–H удлинение (2926 и 2856 cm⁻¹), CH₂ отсечение (1459 cm⁻¹), CH₂ колебание (1375 cm⁻¹) и C–C удлинение (797 cm⁻¹). Эти частоты сравнимы с частотами синтетических кристаллов адамантана. Микрорентгеновский дифракционный анализ подтвердил существование адамантана в микрокристаллической форме.

По данным исследований Департамента геологии и геофизики (США) небольшие органические молекулы (лимонной кислоты и аминокислот) могут модифицировать морфологию кристалла ZnO и даже кристаллическую структуру ZnS. Например, плоскости {001} нанопластинки ZnO будут образовываться в растворах с лимон-

ной кислотой, гексагональный вюрцит ZnS может кристаллизоваться из аминосодержащих органических растворов, хотя фаза кубического сфалерита является стабильной структурой при низкой температуре. Жирные кислоты могут способствовать образованию волокнистых нанокристаллов CdSe и CdS (Xu H., 2007).

Достижения в области взаимодействий минералов с органическими молекулами опираются не только на результаты исследований в других областях науки, но и на достижениях в области современной приборной базы или адаптированных для изучаемых проблем приборов или их комбинированием. Например, с помощью электронного микроскопа и адаптированного для наноисследований масс-спектрометра вторичных ионов французским ученым (Rousseau et al., 2007) удалось увидеть трехмерное распределение H, C, O, N и S в органической пленке, где формируются пластинки перламутра раковин (*Punctada margaritifera*), выявить латеральные (радиальные) градиенты и наличие химического концентрационного градиента по отношению к исходным пластинкам.

Важной составной частью успешных исследований является применение математического аппарата и компьютерного моделирования, при этом подчеркивается соотношение эффективности и стоимости.

Уважаемые коллеги!

Научный совет РАН по проблемам геологии и разработки месторождений нефти и газа совместно с Институтом геологии и разработки горючих ископаемых (ИГиРГИ), Институтом геологии Коми научного центра РАН, Ухтинским техническим университетом, Министерством природных ресурсов РК и Министерством промышленности и энергетики РК проводят в г. Сыктывкаре **8–12 октября 2007 г.** Международную конференцию “Перспективы нефтегазоносности малоизученных территорий севера и северо-востока европейской части России”.

В программе конференции планируются пленарные, секционные и стеновые доклады по следующим проблемам:

1. Теоретические основы наращивания ресурсов углеводородного сырья севера России.
2. Особенности геологического строения северной и северо-восточной европейской части территории России.
3. Оценка перспектив нефтегазоносности северной и северо-восточной европейской

Литература

Котова О. Б. Поверхностные процессы в тонкодисперсных минеральных системах. Екатеринбург: УрО РАН, 2004.

Echigo T., Kimata M., Shimizu M. Crystalline adamantine ($C_{16}H_{10}$) co-existed with native mercury from Itomuka mine, Hokkaido, Japan // Frontiers in Mineral Sciences 2007 — Cambridge, UK, 2007. P. 55.

Kelemen P. Feedback mechanisms in the reactive fluid transport: field example and simple models // Frontiers in Mineral Sciences 2007 — Cambridge, UK, 2007. P. 37.

Kotova O. Photoreaction in subsurface minerals with simple gas phase molecules // Terra Nova, 1997. Vol. 9. P. 417.

Montgomery W., Hammond M., Zare R., Jeanloz R. Organic molecules, minerals and pressure: new pre-biotic pathways // Frontiers in Mineral Sciences 2007 — Cambridge, UK, 2007. P. 41.

Moslemzaden N., Raval R., Prior D., Preston M. An STM, LEED and XPS study of pyrite surfaces prepared utilizing a contamination-controlled method // Frontiers in Mineral Sciences 2007 — Cambridge, UK, 2007. P. 44.

Rousseau M., Meibom A., Bourrat X., Lopez E. NanoSIMS elemental mapping at the growing surface of nacre // Frontiers in Mineral Sciences 2007 — Cambridge, UK, 2007. P. 43.

Takita Y., Iwamoto M., Lunsford J. Surface reactions of oxygen ions. Oxidation of alkenes by O⁻ in MgO // J. Phys. chem., 1980. Vol. 84, № 13. P. 710.

Xu H. Shaping hard crystals with soft organic molecules: the effects of organics on morphology, structure and 3-D texture of crystals // Frontiers in Mineral Sciences 2007 — Cambridge, UK, 2007. P. 42.

ской части территории России на основе анализа геологической и геофизической информации.

Конечная цель конференции — уточнение перспективных направлений поисковых работ в этом регионе на текущую и более отдаленную перспективы.

Для опубликования тезисов докладов в сборнике материалов конференции необходимо **выслать до 15 августа 2007 г. электронную версию** тезисов докладов на русском языке (e-mail: igirgi_us@mail.ru), а также распечатку в 2-х экземплярах по адресу: 117312, Москва, ул. Вавилова, д. 25, корп. 1, ИГиРГИ. Мишиной Иине Евгеньевне. Обязательна аннотация на английском языке в объеме 5–7 строк. Тезисы докладов должны содержать ФИО авторов, место работы, полное название тезисов докладов на русском и английском языках. Максимальный объем тезисов не более 3 стр. формата А4.

Оргкомитет конференции

Тел. (495) 124-91-55

Факс (495) 129-41-07

E-mail: igirgi@mail.ru



МИНЕРАЛОГИЧЕСКИЙ КЕМБРИДЖ-2007



Первое в истории совместное заседание Минералогического общества (MinSoc), Минералогического общества Америки (MSA), Минералогического общества Канады (MAC), Французского общества минералогов и кристаллографов (SFMC) проходило под названием

“Frontiers in Mineral Sciences 2007”

Минералогическое общество Великобритании и Ирландии, Минералогическое общество Америки, Минералогическая ассоциация Канады и Общество французских минералогов и кристаллографов провели в июне 2007 г. в Англии совместный съезд. Российское минералогическое общество не смогло из-за финансовых проблемам полноправно войти в число соорганизаторов, но российских минералогов настойчиво приглашали принять участие в съезде, поскольку, по всеобщему мнению, мировая минералогия без российской полнокровно существовать не может. Правда, для нас были некоторые ограничения: устные доклады мы не делали, зато в полной мере представили и обсудили результаты своих исследований на стендах.

Съезд проходил под девизом: “Frontiers in Mineral Sciences 2007”, смысл которого определяется как “Передовые позиции минералогических наук”. Программой съезда было декларировано двадцать одно прорывное направление, многие из которых можно было бы и объединить.

Одними из самых актуальных становятся биоминеральные исследования, и на съезд были вынесены проблемы взаимодействия между минералами и органическими молекулами и взаимодействия минералов в биологических системах. Обсуждались на основе новых методических и особенно аналитических возможностей классические гео- и поисковые индикаторы: акцессорные минералы, текстуры, примесные элементы, изотопы. Была выделена специальная сессия

“Полевые шпаты-2007”. Устойчивый интерес вызывают энвайронментальная минералогия, вопросы минерального загрязнения среды и отходов. Ряд секций был посвящен земным и планетарным проблемам, как материаловедческим, так и планетоведческим, а также проблемам минералообразования и его эволюции, минерально-флюидным взаимодействиям. Большой объем новой информации поступает о свойствах минералов, как кристаллических, так и аморфных. Не была обделена вниманием и рудная минералогия, особенно минералогия благородных металлов. Синхротронное и нейтронное излучение энергично входит в минералогическую практику, поэтому специальная сессия была посвящена перспективам его приложения к решению минералогических проблем.

Поскольку страной проведения съезда была определена Великобритания, то, естественно, местом работы был избран Кембридж, один из древнейших и знаменитейших университетских городов мира, вернее, город-университет, или “город в университете”, как часто пишут в справочниках. Университет в городе на реке Кем был основан еще в 1209 году. Сейчас это город со специфической научно-образовательной

структурой, сложной системой колледжей, факультетов, лабораторий, советов, студенчеством со всех континентов. Особенностью образовательного процесса, имеющего вековые традиции, являются акцент на индивидуальное обучение и самообразование, создание для этого во всех возможных условиях, творческое индивидуальное взаимодействие с преподавателями. Групповые занятия практически не ведутся. Предусматривается обязательное проживание студентов на территории колледжей, участие в совместных программах и различных мероприятиях. Уникальность Кембриджа ярко выражается и в его знаменитых выпускниках, в числе которых 60 лауреатов Нобелевских премий.

Вот в этом фантастическом городе мы появились во второй половине дня 24 июня и поселились в заранее забронированной гостинице “Benson House”



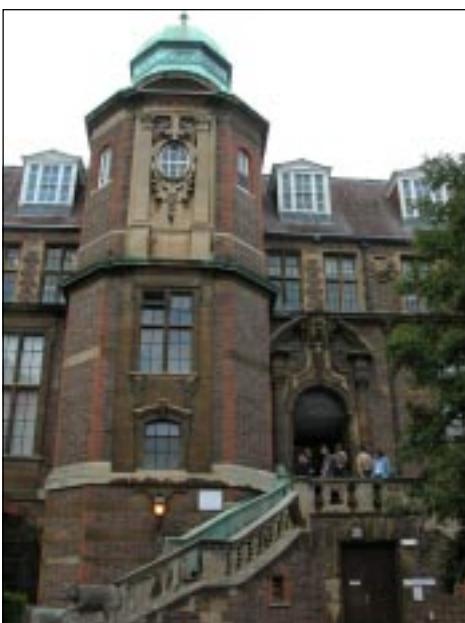
Река Кем с многочисленными мостами



Китайский рынок на улицах Кэмбриджа



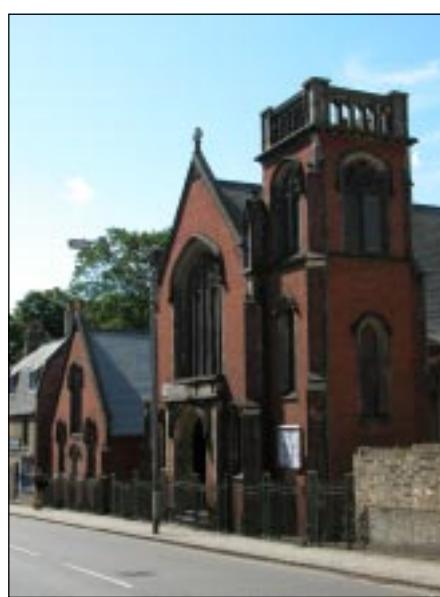
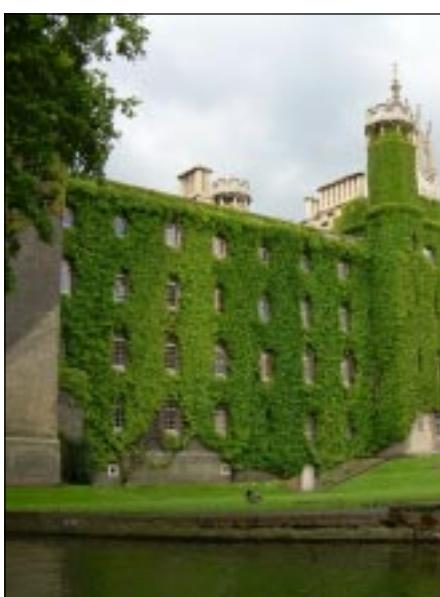
Паб “Сэр Исаак Ньютона”, где на голову может упасть яблоко
(коллаж Г. Каблиса)



Палеонтологический музей Кембриджа



Экспонаты



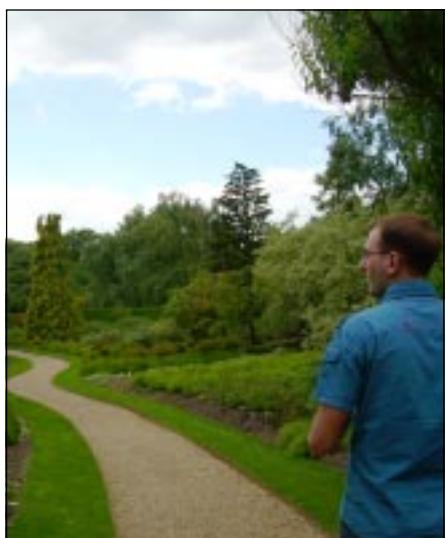
Британская архитектура разнообразна и неподражаема



Концерт в Палеонтологическом музее



Столица туманного Альбиона



Англичане очень любят ботанические сады — здесь растет всё



Г. Н. Лысюк и О. Б. Котова
в ботаническом саду Кембриджа

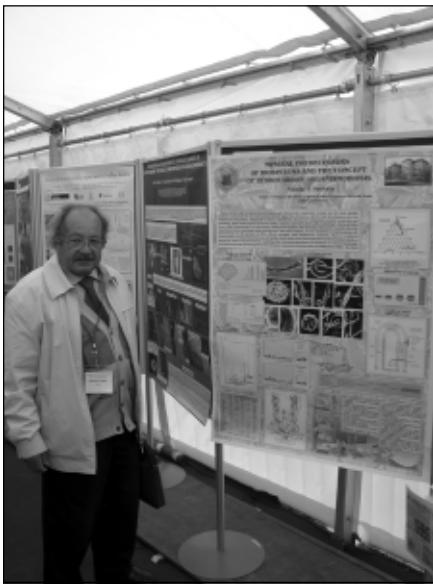


На улице Кембриджа



Тихий уголок

Тоже житель Кембриджа



Н. Юшкин

на Huntington Road, как раз напротив Fitzwilliam Collage, где проходил съезд.

Мы — это группа минералогов из Института геологии Коми НЦ УрО РАН, которую в международных кругах называют сыктывкарской, или юшкинской, минералогической командой. Состав выезжающих на международные совещания группы меняется — не всем удается обеспечить финансирование, кто-то выбирает другие мероприятия, кто-то занят иными делами. Но ударное “минералогическое ядро” более или менее постоянно. В Кембридж со мной приехали чл.-кор. РАН А. М. Асхабов в сопровождении супруги Тамары Сергеевны, д. г.-м. н. О. Б. Котова, кандидаты г.-м. н. Г. Н. Лысюк, Д. В. Камашев, О. В. Ковалева, м. н. с. А. Ю. Лысюк.

Оказалось, что наша группа только одна и представляет Россию. У других организаций не оказалось возможнос-



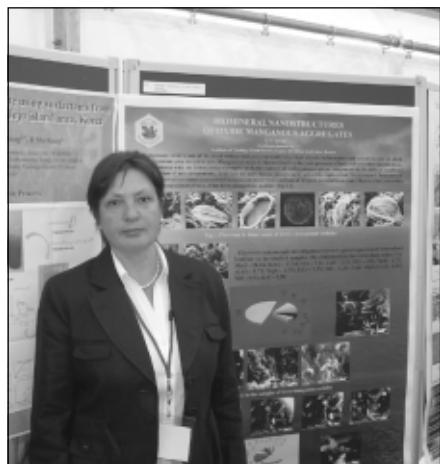
Д. Камашев

тей или желания принять участие в этом интереснейшем форуме. Мы же готовились, копили средства, подбирали оптимальные варианты задолго. Достаточно сказать, что авиабилеты до Лондона лежали в сейфе более полугода.

Конечно, русская речь на съезде звучала весьма заметно. Русских, или, вернее, русскоязычных участников было много, но это уже не настоящие россияне, а зарубежные русские. Мы их почти всех знаем лично, они ведут интересные исследования, часто в сотрудничестве с российскими коллегами, но с докладами выступают уже под эгидой принявших и финансирующих их университетов.

На регистрации я узнал, что уже идет заседание Совета международной минералогической ассоциации, где я, как вице-президент, должен присутствовать. Меня проводили в одну из комнат, где уже обсуждались текущие вопросы, и мы прозаседали до вечера, до собравшей всех участников приветственной встречи под пологом палаточного павильона с традиционным пивом и легкими закусками. Разливали и вино, как красное, так и белое, так что вечер прошел непринужденно. Встретились со знакомыми коллегами, узнали новых. Заседание Совета MMA продолжилось и на следующий день после обеда, мы даже опоздали на пленарные доклады. Главными предметами обсуждения были научные проблемы, в основном проблемы новых минералов, классификации, номенклатуры, работа комиссий, финансы, будущие мероприятия, издания. По инициативе вице-президента Ф. Тиллманнса было принято предварительное решение об избрании Президента и Совета MMA на четыре, а не на два года. Мне представляется это малоконструктивным, через двухлетие мы уже проходили в семидесятых, но отказались — президент только успевает войти в дела, тут же должен передать их другому. В общем, в работе MMA явно прослеживается прогрессирующий отход от демократических традиций. Обсуждение организационных проблем MMA продолжится в следующем году на встрече в Ванкувере, Канада.

На съезд было заявлено около 350 докладов, большая часть их подтверждена внесением немалого регистрационного взноса, почти все они, естественно, состоялись. Конечно, в целом



Г. Лысюк

съезд представлял собой минералогический калейдоскоп, к тому же заседания проходили в разных зданиях колледжей. Приходилось долго разыскивать интересующие секции, а уж перебегать с одной на другую было очень затруднительно. Но если что-то пропустил — не много терял. Устные доклады были в основном коллективные, представляли результаты исследовательских групп, которые по отдельности, более детально демонстрировались на стендах. Стендовые сессии концентрировали и доходчиво иллюстрировали огромный объем новой информации. Там собирались все участники, привлеченные не только наукой, но и напитками и закусками. Можно было выяснить непонятное, обсудить интересные моменты, договориться о сотрудничестве.

Дать анализ новых результатов и открытий трудно, хотя они доступны и в электронном, и в печатном¹ вариантах.

Наиболее актуальные проблемы были подняты в пяти пленарных лекциях, представленных от каждого национального общества и в основном отмеченных какими-то престижными научными наградами. Их можно рассматривать как своеобразную идейную квинтэссенцию съезда.

П. Клемен (Мин. об-во Великобритании и Канады) на основе полевых данных, исследований образцов, моделирования детально проанализировал механизмы обратной связи в реактивном флюидном транспорте.

П. Рихет (Общество французских минералогов и кристаллографов) прочитал лекцию “Восстановительные реакции, фазовые равновесия и подвижность катионов в силикатных расплавах”.

¹ Frontiers in Mineral Sciences 2007. Programme and Abstracts. University of Cambridge, Cambridge, UK, 26-28 June 2007. 311 p. www.mineralsoc.org.



Ф. Спир (Мин. об-во Америки) представил очень хорошо иллюстрированную лекцию "Как и где элементы распределены в породах? Отражение химической зональности в минералах". Достоинствами обобщения являются современная аналитика и картирование распределений элементов в индивидах. Для нас же, представителей школы онтогенетиков Д. П. Григорьева, знающих его учение об анатомии кристаллов, идейные основы лекции Ф. Спир представляются довольно архаичными.

А. Е. Вили Джонс (Мин. ассоциация Канады) своим докладом "Черное золото — метафора с загадочным значением: свидетельства из экспериментов с сырой нефтью" развил оживленно обсуждающуюся сейчас тему происхождения золота и других металлов в процессе метаморфизма нефти. Мы лет пятнадцать назад начинали подобные экспериментальные исследования (А. Ф. Кунц, Ю. М. Дымков, В. Н. Филиппов, Л. А. Анищенко), но прекратили их в связи с низкими разрешениями нашей исследовательской техники.

П. Барнс (Мин. ассоциация Канады) доложил о результатах своих изысканий в лекции "Урановые наносферы и плутониевый коллоид и их структурные связи с минералами".

Съезд минералогических обществ был хорошо организован, с заботой об участниках. Были бесплатные (вернее, в счет рег. взносов) завтраки и обеды, чай, кофе, часто пиво. Проходил целый ряд социальных мероприятий.

После пленарных лекций прошел прием во дворце Сэндвичского музея Геонаук, открытого в 1904 году. Несмотря

на более чем прохладную погоду и срывающийся время от времени дождик, прием был многолюдным. На нем можно было с бокалом вина пройти в залы геологического музея и посмотреть коллекции, от палеонтологических до геммологических. Кроме общей информации каждый нашел что-то профессионально интересное для себя. А. Лысюк, например, фотографировал фитофульгуриты, О. Котова — цеолиты.

"Обрывки" свободного времени мы, конечно, тратили на прогулки по Кембриджу. Городок небольшой, компактный, быстро обошли все его закоулки. Как раз на это время пришли выпускные церемонии. Было интересно наблюдать за колоннами студентов и преподавателей в мантиях, за сопровождающими эти колонны родственниками, сияющими гордостью и радостью, среди которых заметно преобладали представители восточных народов. Обедали в разных ресторанчиках, выпили по пинте пива в пабе "Сэр Исаак Ньютон", куда заглядывали и другие участники съезда. Весьма впечатляющей была часовая прогулка на плоскодонной лодке по реке Кем, которую толкал шестом один из подрабатывающих на пирсе в летние каникулы докторантов. Вид на кембриджские колледжи, лужайки, площадки отличается от обычного и очень очаровывает. К тому же на реке обилие уток, лебедей, гусей.

К сожалению, пребывание в Кембридже подпортила погода. Женщины готовились если не к жаре, то к теплу, подготовили соответствующие наряды. А попали мы в период дождей и наводне-



А. Асхабов

ний. Без зонтика выйти было нельзя. Кембридж стоит на холмах, его не заливает, а в значительной части Великобритании были катастрофические наводнения. Людей из затапливаемых домов вывозили на лодках, на вертолетах. Были даже жертвы, хотя мобилизовали колоссальные спасательные силы. Сцены борьбы с наводнением не сходили с экранов телевизоров.

А перед самым нашим отъездом тема телевизионных картинок резко сменилась. В самом центре Лондона обнаружили бомбу, потом еще одну, или несколько. Англия снова в шоке. В аэропорту усиленный режим проверки, повышенна бдительность, но много формальности и неразберихи.

Улетели в Россию в первом часу ночи. Половина группы решила остаться еще на день в Лондоне.

Академик Н. Юшкин

Новые аспекты в минералогии

Делегация Института геологии рано утром 24 июня 2007 г. собралась в Шереметьево, чтобы лететь в Лондон и далее в Кембридж для участия в Международной конференции "Frontiers in Mineral Sciences 2007". Академик Н. П. Юшкин приехал в Москву из Финляндии (с Запада), где был с визитом в рамках соглашения с Геологическими службами Финляндии. Член-корр. А. М. Асхабов прилетел в Москву с Востока, с Урала, где в Екатеринбурге отмечали юбилей — 75 лет академической науке Урала. Остальные члены делегации (д. г.-м. н. О. Б. Котова, к. г.-м. н. Г. Н. Лысюк, к. г.-м. н. Д. В. Камашев, к. г.-м. н. О. В. Ковалева, А. Ю. Лысюк, Т. С. Асхабова) прибыли с Севера (из Сыктывкара).

Рейс SU 241 компании "Аэрофлот". Вылетели в 11.15 (время московское), прибыли в аэропорт Хитроу (Лондон) на второй терминал в 12.30 (местное время). Время в Лондоне отстает на три часа от московского. Переходим на расположенную недалеко Центральную автобусную станцию, садимся в автобус № 787 "Лондон—Кембридж" и еще три с половиной часа едем, наблюдая прекрасные заливные луга графства Мидл, где пасутся овцы и коровы. Самый главный город графства — Кембридж — расположен в 70 км к северу от Лондона.

Кембридж — это готическая архитектура, старинные парки, традиционные английские пабы, многочисленные кафе. Население городка около 150 тыс., из которых 20 тыс. — студенты. Как и Окс-

форд, это студенческий город, отличное место для знакомства с английскими традициями. Первый колледж здесь был основан в 1209 г., сегодня их число превысило три десятка. Большинство колледжей расположено вдоль реки Кем, и на них можно полюбоваться в ходе традиционной прогулки по каналам реки на лодке с шестом, проплывая под оригинальными мостиками, каждый из которых имеет свое название (мост "Математики", мост "Науки" и т. д.) и свою легенду. Очень красив знаменитый колледж Королевы.

Заседания нашей конференции проходили в колледже Фитцвильям Отделения наук о Земле Кембриджского университета. Мы прониклись атмосферой старинного центра образова-



О. Котова

ния и культуры, который хранит память о мужах науки начиная с XIII века. Место проведения заседаний конференции простипалось от современного конференц-центра фитцвильямского колледжа до колледжа Магдалины (основанного в 1428 г. и обновленного для Библиотеки Самуила Пеписа). Именно в саду этого университета позднее состоялись торжественный обед и вручение наград минералогического общества. Кроме того, участники конференции получили возможность принять участие в вечернем приеме в Палеонтологическом музее Седгвика, где находится обширная коллекция минералов, пород и ископаемых со всего мира, начало которой положили коллекции Джона Вудварда (1655—1728) и Адама Седгвика (1785—1873).

Наша конференция — это первое в истории совместное заседание Минералогического общества (MinSoc), Минералогического общества Америки (MSA), Минералогического общества Канады (MAC), Французского общества минералогов и кристаллографов (SFMC). Основная цель конференции — подчеркнуть особое место ми-

нералогии в исследовании окружающего мира и влияние человека на него. Программа конференции охватила весь диапазон исследований — от биосистем на поверхности до глубин мантии Земли и аспектов планетарных систем. Перед организаторами и участниками стояла задача — дать обзор последних достижений минералогии в ассоциации с близкими дисциплинами — петрологией и геохимией.

Презентации и новые аспекты минералогии нашли отражение на 21 симпозиуме, в 257 устных и 125 постерных докладах. Работал Совет Международной минералогической ассоциации, было много неформальных встреч. Адриан Ллойд-Лоуренс и коллектив Минералогического общества приняли на себя обязанности по регистрации и размещению около 400 участников конференции примерно из 26 стран.

Конференция проходила в рамках Европейской инициативной программы в области минералогии. Научный диапазон конференции — это главные достижения с использованием экспериментальных технологий на основе физических методов (ядерной магнито-резонансной спектроскопии, синхротронного облучения, нейтронного рассеяния, фононной спектроскопии, лазерно-эрзационных методов и др.) и компьютерного моделирования на атомарном уровне, которые дают возможность изучить свойства минералов и их поведение. В то же время сегодня вполне реально изучение многих свойств минералов *in situ* при экстремальных температурах и давлениях, соответствующих процессам, происходящим в глубинах Земли. Программа объединяет работы в области эксперимента и компьютерного моделирования, которые находят отражение в интеграционных исследовательских проектах. Европейский научный фонд обеспечивает финансовую платформу своих организаций-членов

для развития науки и разработки новых направлений исследований на европейском уровне. Основанный в 1974 г. как независимая неправительственная организация этот фонд сегодня объединяет 75 организаций-членов в 30 странах. Основной целью фонда является объединение усилий ученых в общеевропейских исследованиях во внутри- и международных научных областях.

Атмосфера на конференции была деловой и дружественной. Приятно, что наш Институт геологии известен. В первый же день приезда в маленькой (традиционной для Англии) гостинице “Бенсон Хаус” ко мне подошел канадец д-р Джоел Грайс из Канадского музея природы и спросил, где мистер Юшкун, он бы хотел узнать у него расписание работы Совета MMA. Конференция — это встреча коллег и друзей, обмен научной информацией, обсуждение планов и перспектив, общение, которое важно как для молодых ученых, так и для оставлененных. Институт геологии представил девять докладов:

Session A: Interaction between mineral and organic molecules

A.P.2: Minerals control atmospheric composition. *O. Kotova*

Session B: Minerals in Biological Systems

B.P.1: Biomineral nanostructures of oxide manganous aggregates. *G. Lysiuk*

B.P.4: Mineral predecessors of biosystems and concept of hydrocarbons organismobiosis. *N. Yushkin*

Session M: Amorphous materials: properties structure and durability

M.P.1: Radiation-induced molecular structural evolution of native solid bitumens. *O. Kovaleva*

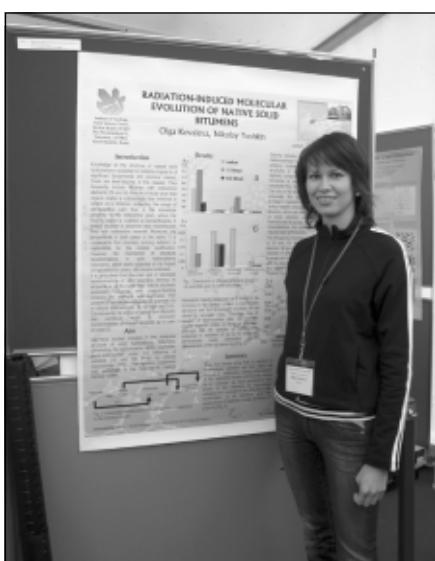
M.P.2: Phytofulgurite: structure and composition. *A. Lysiuk, G. Yurgenson, N. Yushkin*

M.P.4: Formation mechanism of opal-like amorphous materials. *A. Askhabov*

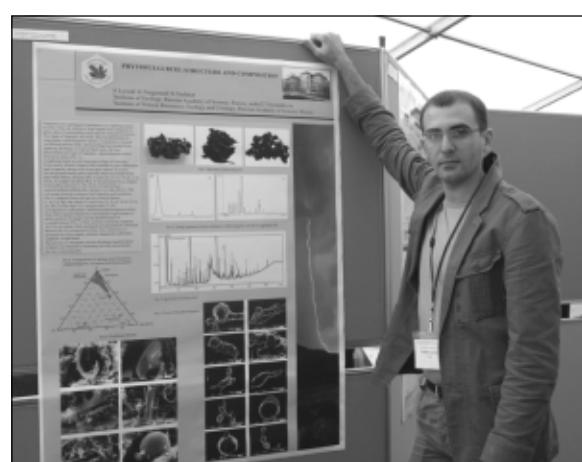
M.P.7: The mechanism of supermolecular crystallization by the example of monodisperse spherical particles of silica. *D. Kamashev*

Session V: Minerals and fluid-rock interaction

V.P.1: Fluid inclusion in vein quartz of the Zhelannoye deposit, Subpolar Ural. *N. Sokerina*



О. Kovaleva



А. Лысюк



V.P.7: Growth and dissolution morphology and surface dynamics in the directed solution flow (AFM date). N. Piskunova

Страна аскетов

Великобритания вошла в мою память с первых уроков английского языка, с учебника с черно-белыми картинками Биг-Бена и двухэтажными автобусами. Меня не удивляют верность национальным традициям и почитание законов, своеобразие английского юмора. Королевство сильно отличается от других стран Европы. Все особенности Великобритании знакомы с детства, и я испытываю особое теплое чувство каждый раз, когда попадаю в эту страну,держанную и с чувством огромного достоинства.

Последний визит несколько изменил мои представления о Великобритании. Эта страна консерваторов способна меняться! Во-первых, сегодня Англия — это многонациональное государство. В английскую речь привносится много жаргона, особенно это чувствуется на вокзалах, в транспорте, в гостиницах — там, где работают эмигранты. Очень много русских: их вы можете встретить везде — на улице, в автобусе, в кафе. Волна русских эмигрантов конца прошлого века затронула все страны (Анг-

лию в том числе), на конференции наша делегация была единственным представителем России, тем не менее русская речь в коридорах колледжа Фитцвильям слышалась не реже английской. Главные достижения наук о Земле миру докладывали американцы, канадцы, французы, немцы, они же в прошлом сотрудники Института геологии докембрия, ГИНа и других центральных институтов России. Наша делегация притягивала их, мы много общались. Эти “нерусские русские” все очень разные, у каждого своя судьба. Уехавшие с первой волной эмиграции не верили нам, что в России не так уж все плохо.

Второе, что меня поразило, — это образование. Много говорится о специфике британского образования. Период работы конференции совпал с выпускными мероприятиями в колледжах Кембриджа. Мы наблюдали на улицах шествия студентов в черных мантиях, которые были отделаны меховыми отворотами трех цветов (видимо, согласно успеваемости или степени студента: золотые, серебряные и белые). Нас удивило, что среди студентов преобладают представители восточных стран, а среди преподавателей нередко встречаются русские.

Последний день пребывания в Кембридже. Хозяйка нашей гостиницы

“Бенсон Хаус” Джудия, замечательный человек, одна обеспечивающая функционирование гостиницы, сообщила нам, что в Лондоне теракты, весь центр города перекрыт. Но мы добрались до Лондона без потерь. В Хитроу с интересом наблюдали за профилактическими мерами предосторожности работников аэропорта. Например, в терминалах все урны были убраны, в то же время работала команда в желтых спецовках и подгребала все, что лежало на полу и сидениях. Пассажиров периодически информировали о дополнительных мерах предосторожности. При досмотре багажа соответствующие службы вежливо извинялись, но с английской педантичностью выполняли все инструкции. Мы весело наблюдали, как наши соотечественники отреагировали на требование “один ручной багаж одному пассажиру”: сложив многочисленные пакетики и свертки в огромный полиэтиленовый мешок, т. е. ОДИН ручной багаж, они, как деды морозы, торжественно пронесли его через контроль.

Москва нас встретила жарой. Мы вспоминали Англию, Кембридж, где было 14—17 °C, с порывами ветра и разрядами дождя.

Д. г.-м. н. О. Котова

МИХАИЛ БОРИСОВИЧ СОКОЛОВ

К 70-ЛЕТИЮ СО ДНЯ РОЖДЕНИЯ

Михаил Борисович Соколов был незаурядным человеком и талантливым ученым. Главным результатом его научной деятельности стали создание в сложных условиях провинциального института современной лаборатории изотопной геохимии и разработка концепции вероятностной интерпретации древнейших радиогеологических дат, основанной на анализе работы геологических часов с позиций теории информации. Он был инициатором создания Совета молодых ученых Коми филиала Академии наук и организатором первых молодежных научных конференций. М. Б. Соколов в истории науки остался 30-летним младшим научным сотрудником. Для Коми научного центра (Коми филиала АН СССР) он стал символом молодого ученого-романтика. Друзья и коллеги хранят теплую память о нем (см. “Вестник” № 7, 1997 г. и др.). В этом номере “Вестника” также уделено несколько страниц воспоминаниям о М. Соколове.



22 декабря 1997 г. Ученый совет института учредил премию имени М. Б. Соколова для молодых сотрудников за выдающийся вклад в инженерное и методическое обеспечение научных исследований института. Первая премия была присуждена младшему научному сотруднику лаборатории геологии нефтегазоносных бассейнов Валерию Удоратину (ныне — к. г.-м. н., заведующий геофизической обсерваторией “Сыктывкар”).

Позднее премии были удостоены:

- 1998 г. — Сергей Рахматуллин (программист инженерной группы);
- 1999 г. — Ольга Большакова (технолог лаборатории химии минерального сырья);
- 2000 г. — Роман Шуктомов (программист издательского отдела);
- 2001 г. — Алексей Перетягин (программист издательского отдела);
- 2002 г. — Игорь Велегжанинов (электромеханик инженерной группы);
- 2003 г. — Григорий Каблис (начальник издательского отдела);
- 2004 г. — Алексей Калмыков (аппаратчик азотно-кислородной станции);
- 2005 г. — Наталья Рыбина (главный экономист) и Марина Ильчукова (бухгалтер);
- 2006 г. — Наталия Туленкова (химик лаборатории химии минерального сырья).



МОЙ ДРУГ МИША

Он навсегда останется в моей памяти молодым, энергичным, с глубоким знанием своего инженерного дела, с абсолютной преданностью геологии и ее полевым экспедициям и с великолепным чувством юмора.

Я был знаком с ним со школьных лет, так как мы жили в одном и том же "академическом" доме, рядом со зданием президиума Коми филиала АН СССР. Его отец, Б. С. Соколов, был известным экономистом и работал в отделе экономики филиала. В их семье, не знаю, каким образом, оказался медвежонок, который был неизменным участником детских забав всего нашего двора. Миша должен был выводить своего Мишку на прогулку, контролировать его поведение иозвращать домой. Были у нас и другие игры: футбол, городки, прятки, прыжки в длину и высоту и т. д. Помню, Миша высказал как-то оригинальную идею — чтобы успешно прыгнуть в высоту, надо взять в руки тяжелую гирю, тогда прыжок будет более результативным. Однако это новое "теоретическое" открытие не подтвердилось на практике.

Затем семья Соколовых уехала в Москву. Миша после школы учился в Московском геолого-разведочном институте, окончил его в 1960 г. В течение года работал в Костромской гидрологической экспедиции в должности инженера по бурению. В 1961 г. он был принят на должность младшего научного сотрудника в Институт геологии. По инициативе М. В. Фишмана, тогдашнего директора института, он начал формировать абсолютно новое направление в институте — изотопную геохронологию, организовал кабинет масс-спектроскопии, монтаж и наладку его оборудования и впервые в условиях института провел опытные определения изотопного возраста горных пород и минералов калий-argonовым методом. Миша сразу влился в коллектив, стал членом Совета молодых ученых филиала и организатором первых молодежных научных конференций. Благодаря любви к поэзии и песенному творчеству (тогда кумиром молодежи был Окуджава) и приличной игре на гитаре, он стал неизменным участником всех концертов художественной самодеятельности, геологических вечеров и первых игр КВН. Я помню, что наряду с Мишой в первой команде КВН филиала был знаме-

нитый бородач и удивительный юморист Леонид Александрович Братцев.

Мише часто приходилось ездить в Москву на консультации с ведущими специалистами по его новым исследованиям, а также для приобретения дефицитных деталей к масс-спектрометру. Как-то, пробираясь с малогабаритным, но тяжелым чемоданчиком с деталями в толкучке московского метро, он поставил его, чтобы передохнуть, и вдруг обнаружил, что чемодан исчез. Но сразу засек шустрого молодого человека, который с его чемоданом быстро двинулся к выходу из метро. Догнав его (парень шел уже спокойно, считая, что дело сделано), Миша дотронулся до его плеча и сказал: "Спасибо за помощь. Дальше я уже сам справлюсь". Парень оторопел, ни слова не говоря, бросил чемодан и убежал.

Самыми памятными для меня оказались экспедиционные сезоны 1966 и 1967 годов, когда началась торговская эпопея, т. е. изучение гранитоидов Торговского массива, которые стали впоследствии основой моей будущей кандидатской диссертации.

Начало нашей экспедиции было обычным. На календаре июнь 1966 года. После суматошных сборов летим самолетом АН-10 до Печоры. В Печоре самый разгар "заброски", здесь воркутинские геологи, печорские геофизики, буровики, ухтинцы, есть даже ленинградцы и москвичи. Все рвутся в горы, на Урал, в тунду, всем некогда. Нас "академиков" было всего шесть человек и около тонны груза. Это примерно три рейса МИ-4, но пришлось ждать своей очереди. Миша Соколов, большой шутник и оригинал, решил отдать последнюю дань цивилизации и отправился в парикмахерскую. К этому времени он отрастил красавицу окладистую бороду и был для нашего местного незаменимым Дедом Морозом в новогодние праздники. Состоялся незабываемый диалог:

Мастер: Побрить?

Миша: Да! Жарковато становится, лето наступает.

Мастер: Совсем или оставить немного?

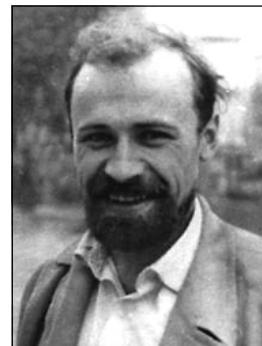
Миша: Лучше наголо!

Мастер: Как это наголо? Ведь бороду брить?

Миша: Почему бороду? Я собираюсь голову брить, а борода мне еще пригодится для Нового года.

Оба долго и заразительно смеялись. Из парикмахерской Миша вышел, как легендарный старик Хоттабыч, сияя девственной лысиной и ухмыляясь в свою каштановую бороду. Шутка удалась!

И вот мы летим в горы, в сердце Приполярного Урала. Вертолет, преодолев море тайги, идет над долиной реки Щугер и входит в коридор, прорезанный рекой в горных сооружениях. Долина Щугера здесь резко сужается и принимает справа большой приток — реку Торговую, истоки которой и являются конечной целью нашего перелета. Наконец мы достигли истоков р. Торговой, берущей начало из одноименного озера. Кругом крутые горные склоны, обрывающиеся прямо в озеро. Командир вертолета, сделав два круга, сумел все же найти подходящую площадку на пологом перевале из долины Торговой в истоки р. Нямыги.

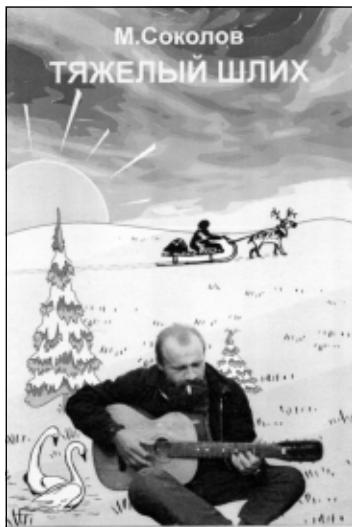


Солнце близилось к закату. Спешно обустраиваем лагерь, сооружаем палатки, разводим костер. Наш шеф-повар Галия Малыгина, молодая девушка, впервые попавшая в экспедицию, сварила нам неплохую кашу, правда она была немного пересолена и слегка подгорела. Но Галина быстро освоила тонкости приготовления пищи на костре. Природа наградила ее громким, низким голосом, которому позавидовал бы старшина армейской роты. Миша, боясь, что утренние сновидения будут резко прерываться Галиным басом (повар у нас одновременно и дневальный), с первого же вечера доверительно предупредил ее, что в горах шуметь нельзя — возможен обвал и беды не оберешься. И первые дни мы блаженствовали, когда Галия вежливо и тихо будила нас по утрам, приглашая к трапезе. Но со временем обман раскрылся, обвалов не происходило, и ее зычный бас стал для нас привычным предвестником начала дня.

Миша Соколов принял активное участие в полевых работах, ходил вместе со мной практически во все маршруты,



чтобы набрать представительный каменный материал для дальнейших геохронологических исследований. Команда собралась замечательная. Кроме меня (начальника отряда) и Миши с нами были Н. П. Юшкин, будущий академик, и В. Н. Пучков, будущий чл.-корр. РАН. В это период Н. П. Юшкин проводил детальное изучение минералогии Торговского редкометалльного месторождения, В. Н. Пучков занимался вопросами тектоники, а мы с Мишой набирали многокилограммовые рюкзаки с пробами гранитоидов Торговско-Кефальского и Харгесского массивов и полударами. После очередного тяжелого маршрута мы решили спуститься к лагерю напрямую, по крутым скальным склонам, чтобы сократить наш путь. Миша, как опытный альпинист (в прошлом он даже работал спасателем вместе со своей женой Ритой), пошел первым. И не рассчитал, камни под его ногами рассыпались, он потерял опору и начал кувыркаться вместе с тяжеленным рюкзаком за спиной, зацепившись в конце концов за острый каменистый выступ. Мы освободили его от рюкзака и с большими предосторожностями продолжили спуск. Целую неделю отдыхали Мише, чтобы он залечил свои раны.



Вечера мы коротали у костра, часто под Мишкин аккомпанемент на гитаре, заслушивались его невыдуманными экспедиционными историями. Вот одна из них. Будучи в одной дальней экспедиции, кажется где-то в Сибири (в студенческие годы), Миша в период полевых работ должен был временно побывать в мире цивилизации по какому-то заданию начальника отряда. Чем же порадовать своих ребят по возвращении? Решение пришло неожиданно. Он купил на рынке огромный арбуз и три бутылки водки. Сделал в арбузе небольшую дырку и "впрыснул" в него нутро содержимое всех трех бутылок. Получился великолепный коктейль и незабываемый сюрприз для ребят. Почти целые сутки он добирался на перекладных (машины, лодки и т. д.) и наконец-то добрался до своего отряда, неся в руках свою драгоценную ношу, как маленького ребенка. Миша успел донести свой арбуз до обеденного стола, положил его на стол, и тут он неожиданно лопнул, выбросив все содержимое. Арбуз не выдержал проверки временем, но память о нем осталась у всех.

Наступил сентябрь. Заканчивалось наше очередное экспедиционное лето. Пошли дожди вперемежку с мокрым снегом. Над горами повисли туманы, и мы уже более двух недель относи-

тельно условленного срока ждали наш вертолет. Катастрофически кончались продукты, мы перешли на одноразовое питание и начали "примеряться" к остаткам овса, сохранившимся от прошедших через наш лагерь лошадей отряда Голдина. Стали подумывать об эвакуации отряда в Сибирь, подав SOS через поселок хрустальщиков на Пуйве. Но, о чудо! В серое туманное утро, когда горы были видны не более чем в 150—200 м от земли, над долиной р. Торговой раздался гул вертолета. Каким-то чудом печорские вертолетчики пробились в эту нелетную по всем меркам погоду и нашли наш отряд. Мы спасены! Сажаю на первый рейс Виктора Пучкова (ему надо срочно ехать в зарубежную командировку), нашу повариху Галю и залезаю сам. Остаются Миша Соколов и Коля Суханов. Однадва дня они продержатся на остатках продуктов. А я вернусь за ними и оставшимся экспедиционным снаряжением вторым рейсом. Все отлично. Все живы. И снова мы дома, в объятиях родных и близких.

Наша совместная экспедиция летом 1967 года оказалась для Миши последней. Но скончался он дома от болезни сердца. Его смерть оказалась мгновенной и для всех нас неожиданной. Умереть в 30 лет! Он ушел из жизни на взлете своей научной карьеры, оставил нам навечно добрую память о себе. Большую жизненную поддержку ему оказывали первая жена Рита, о которой я уже упоминал, и Ольга Степановна Попова, с которой он прожил последние годы.

К. г.-м. н. Е. Калинин

ТАКИМ ОН ПАРНЕМ БЫЛ

Знакомство. Общие интересы

С Мишой Соколовым я была знакома шесть лет — именно столько он проработал в нашем институте, с 1961 по 1967 год. Несмотря на столь небольшой срок, он тем не менее оставил о себе неизгладимую память, настолько он был незаурядным и ярким человеком.

Первое его появление в филиале совпало с печальными для меня событиями. В то лето мы постоянно участвовали в субботниках, приводя в порядок сквер возле нашего здания, где теперь Вечный огонь. В один из таких субботников я заметила на скамейке возле входа в филиал добра молодца с каштановой бородкой в зеленых шароварах. Он с интересом наблюдал за на-

шей возней. И буквально во время этого субботника пришло известие о гибели в экспедиции моего хорошего друга Алика Данилова. Через какое-то время состоялись его похороны. Длинная процессия двигалась на кладбище. Среди идущих я вдруг увидела "новенько" и почувствовала к нему благодарность — ведь он не был даже знаком с Аликом, но счел нужным проводить его в последний путь...

А жизнь продолжалась. Все мы, геологи, работали на одном этаже, поэтому часто общались. С Мишой мы пересекались в основном на ниве самодеятельности. Он играл на аккордеоне и гитаре, аккомпанировал и сам пел. В те годы мы нередко устраивали разные ве-

черя с концертами и даже спектаклями, и Миша всегда принимал активное участие. Кроме хора у нас были квартеты, трио и другие ансамбли, и Миша никогда не отказывался провести с нами репетицию. У меня и сейчас сохранились некоторые записи нашего творчества с его участием. Ни одна демонстрация не обходилась без Мишиного аккордеона. Миша был очень общительным и доброжелательным человеком, был в центре любой компании; все вертелось вокруг него. Он организовывал зимой лыжные, а летом пешие туристические походы с ночевкой и гитарой. Вот фотография, где Миша с песней ведет нас за собой. Причем было это в начале мая; еще кое-где лежал снег, а



Миша в походе с гитарой

под ногами хлюпала талая вода. Но все остались очень довольны. Относился он ко всем одинаково дружелюбно, и не удивительно, что каждый считал его своим другом.

Вслед за Мишой приехала в Сыктывкар и его жена Рита с маленьким Сашей на руках. Она стала работать в лаборатории гидрогеологии, а после ее расформирования перешла на работу в нашу лабораторию геоморфологии и четвертичной геологии.

Три месяца постоянного общения

Летом 1963 года мы с Ритой собрались в экспедицию на р. Тобыш, левый приток Цильмы. Дирекция разрешила Мише поехать с нами в качестве мотоциклиста. Четвертым был лаборант Степан Рочев. Со Степаном я уже была в экспедиции тремя годами ранее, и расстались мы недовольные друг другом, поскольку Степана интересовала лишь рыбалка, а все прочее его мало трогало. На этот раз он сам попросился поехать еще раз, и я согласилась, так как в случае чего рассчитывала на поддержку Риты и Миши.

По обыкновению я и в этот раз вела "путевые заметки", но они оказались довольно однообразными — дождь, плывем дальше, дождь, идем в маршрут, дождь, сидим на разрезе, дождь... Лето выдалось на редкость холодное и дождливое. В Усть-Цильму мы прибыли 8 июня; падал мокрый снег. 12 июня выехали в с. Трусово, что на р. Цильме, и оттуда, после обкатки мотора и других приготовлений, началась наша экспедиция. Вот некоторые моменты из нашей жизни.

"И вот 16-го двинулись в путь своим ходом... Миша у нас за мотоциклиста, Степан за направляющего, мы с Ритой на второй лодке".

Поднимались вверх по Тобышу несколько дней, по пути я отмечала на карте обнажения и намечала предстоящий объем работы. "18 июня. Мотор гудит ровно, Миша бодро улыбается. Все пока в порядке". "21 июня. Сегодня все находились, даже Миша приуныл".

"22 июня. Отличное безоблачное утро. Наши юноши встали рано и приготовили завтрак. Первый случай в нашей практике. Правда, вчера я их предупредила, чтобы вставали, не дожидаясь приглашения".

"23 июня. Вечером объявила, что сегодня, 23-го, начинается лето. Приказ № 1 (шутит Миша) — перейти всем на летнюю форму одежды... Несмотря на солнечную погоду, я в плохом расположении духа: опять долго прокопались... Ребята и не думают притрагиваться к приготовлению еды и кастриолям, даже хлеб не нарежут. Неужели обо всем говорить надо? Уж Степан-то бы должен соображать — у Миши сейчас своя работа, нечего смотреть на него".

Поднялись по Тобышу километров на 350. Обнажения в верховье реки были плохие, поэтому сделали несколько маршрутов по 10–20 км. В одном из них (мы пошли втроем с Ритой и Мишей) провели на ногах часов 20. "Устали сильно. Миша днем очень плохо себя чувствовал от жары, но на обратном пути бодрился и пел песни".

Отработали несколько разрезов и начали спуск. И снова нас сопровождали дожди и грозы — ни в маршрут не сходить, ни на обнажении не поработать.

"1 июля... Так у нас получается — день работаем, другой сидим. У Мишики сегодня день рождения. Не мог выбрать дня поприличнее... Вечером немного выпили по случаю его рождения, потом пели песни".

На 312-м километре сидели почти неделю из-за непрерывного дождя. За четыре дня река всухла на глазах: вода поднялась на 6 метров! Наш лагерь, разбитый на высоте 9 м над урезом, оказался всего в трех метрах от воды.

"Вечером четвертого дня мы, измученные, злые, замерзшие, стали дер-

жать совет и порешили плюнуть на дождь и идти завтра в маршрут при любой погоде. Сделали некоторые приготовления: разрезали kleenку, сорудили себе "лазы" и "ноговицы". Ходили в маршрут с Ритой и Степаном, вымокли, зато Миша встретил нас гречневой кашей с луком и комбижирам.

На следующий день проехали до обнажения с базальтами, где проработали три дня. "После обеда работали под дождем... Миша, вдобавок, такую узкую "трубу" сделал, что я вымазалась в грязи, как поросенок. Степан безуспешно разгребал осыпь под базальтами. На другой день они поменялись — Степан работал на расчистке, а Миша — у него терпения больше, да к тому же старый шахтер — подрывался под базальты. Степан зато шикарные ступени сделал, хоть пляши".

И дальше в том же духе. Были у нас и неординарные случаи. Однажды вспыхнул мотор. Степан сидел, как обычно, на носу первой лодки, Миша тоже глядел вперед и не заметил огня. Я закричала со второй лодки. Миша обернулся, очень спокойно встал и накрыл мотор баульным мешком. Инцидент был исчерпан. В другой раз наша с Ритой лодка налетела на камень и застряла. "Хорошо, что быстро сорвали веревку; мы с Ритой вылезли в воду и вытолкали лодку. Интересно, как бросился нам на помощь Миша и как спокойно наблюдал Степан".

Был такой случай. Поднялись мы с Мишой на лодке на несколько километров, а оттуда пошли в маршрут. Посмотрели несколько разрезов на притоке, победали. "Потом я стала мыть котелок, отступила и свалилась в речку по горло. Мишка говорил потом, что я издавала такие звуки: Ой! Ой-ей-ей-ей-ей! Когда он подбежал, я уже выкарабкалась. Было смешно и досадно — так глупо искупаться! Отжалась, но он еще развел костер и заставил меня обсохнуть. И хорошо сделал — было уже совсем не жарко, часов 7 вечера. После этого еще 2–3 обнажения посмотрела... Пока возвращались к лодке, стало совсем темно, начал накрывать дождь. Местность кочковатая, сырья. Шли страшно долго. Пока Миша отжимал свечу, заправлялся, еще время прошло. Когда ехали — с ветерком — я совсем продрогла. Подъехали к лагерю уже около часу ночи. Наши, конечно, беспокоились. Легли спать в эвакуацию, наверное, часа в три".



Со Степаном иногда случались у нас все же стычки. Мне не нравилось, что все время нужно было его понукать, он тоже был мною недоволен. Иногда были ссоры довольно серьезные. Как-то Степан стал укорять меня в том, что я плохо хожу по азимуту. Признаюсь, это правда. Я хоть и географ, а больше почему-то доверяла себе, а не компасу, тем более что в маршруте старалась обходить разные гибкие, топкие места и завалы, поэтому шли не по прямой и, бывало, делали крюк. Миша к этому относился иронически: "Это особый стиль Э. И. хождения по азимуту". Потом мне: "Ты совсем как заяц от борзых ходишь — не то чтобы быстро, а зигзагами". И долго меня подразнивал, а потом написал даже шуточный трактат о том, как ходить по азимуту. В тот раз на критику Степана я ответила своими претензиями к нему. Миша старался нас примирить и превратить все в шутку. Я же хотела, чтобы он вмешался и поддержал того, кто был прав. Через день на расчистке, которую делал Миша, я вернулась к тому инциденту и сказала ему:

— Ты ведь миротворец.
Он сразу вскинулся:
— Кто тебе сказал?
— Я так думаю.
— Ошибаешься. Я — воитель.
— Нет, миротворец.

На это он ответил, что считает, что во время экспедиции нельзя делать замечания, нужно только после (Как это?! — Э. Л.). Во всяком случае, в спорах со Степаном я бываю чаще неправа; нужно ему уступать, делать поблажки. В тот раз я должна была мило улыбнуться и сказать: "Молодец, Степа!". "Я трудно соглашусь с противоположным мнением, пожалуй; но если вижу, что неправа, мне кажется, я не спорю. Здесь Миша тоже не во всем прав, но кое-что мне нужно учесть. Что делить мне со Степаном? Действительно, лучше промолчать. А кроме того, не раз я замечала, что чем с ним мягче, тем он добнее".

Так и проходил день за днем. Рита чаще ходила в маршруты, я работала на обнажениях. Почти 40 дней мы были совсем одни на белом свете, никого не встречали, только в конце июля в устье

р. Сябуяги увидели людей. "Мы готовы были их расцеловать, бросились к ним с воплями, а те довольно равнодушно нас разглядывали". Потом разговорились; они дали ребятам немного курева, два ведра бензина и пачку чаю.

С Ритой мы подружились еще больше; она, как и Миша, была верным и надежным товарищем. Лишь однажды она сделала мне замечание. На расчистку разрезов я чаще брала с собой Мишу. С ним мне было спокойнее и интересней. И Рита как-то раз заметила, что я слишком эксплуатирую Мишу, а ведь у него больное сердце. Да откуда же мне было это знать? Он никогда не жаловался... Но после слов Риты я старалась по возможности загружать его меньше.

После поля у нас сохранились самые добрые отношения. Прилетев из Усть-Цильмы, мы с Ритой и Мишой сразу же зашли к нам домой, где нас ожидала с обедом мама. Мы долго сидели, рассказывая о своем путешествии, вспоминали отдельные моменты, а потом долго пели и записывались на магнитофон.

Д. г.-м. н. Э. Лосева

ВЫДАЮЩИЙСЯ ИССЛЕДОВАТЕЛЬ ГЕОЛОГИИ И НЕДР ЕВРОПЕЙСКОГО СЕВЕРО-ВОСТОКА

К 130-ЛЕТИЮ СО ДНЯ РОЖДЕНИЯ ПРОФЕССОРА А. А. ЧЕРНОВА

Имя Александра Александровича Чернова — одного из крупнейших геологов России, основоположника систематических геологических исследований и организатора академической геологической науки на Европейском Северо-Востоке, первооткрывателя Печорского угольного бассейна и ряда месторождений других полезных ископаемых — широко известно. Его жизни, научной, научно-организационной и педагогической деятельности в периодической печати, различных журналах и энциклопедиях, а также в "Вестнике Института геологии" посвящено уже более 80 публикаций. Наиболее полная информация о нем дана в работах "Александр Александрович Чернов" (отв. редактор академик Н. П. Юшкин, редактор-составитель А. И. Елисеев. СПб.: Наука, 1995. 255 с.); Елисеев А. И. Профессор Александр Александрович Чернов. Сыктывкар: Геопринт, 2002. 60 с.

Заслуги А. А. Чернова в изучении геологии, создании минерально-сырь-

евой базы, развитии производительных сил и науки Республики Коми и всего Европейского Северо-Востока поистине велики. С его именем связаны почти все важнейшие открытия полезных ископаемых, которые стали основой для экономического развития республики, создания крупных промышленных производств. Результаты своих исследований Александр Александрович всегда завершал практическими выводами, указаниями на возможную связь с изученными отложениями тех или иных видов минерального сырья. Этому он постоянно уделял большое внимание. О себе он писал так: "По натуре своей я первооткрыватель, мною владеют идеи поисков полезных ископаемых там, где их еще не удалось найти, идти с поисками в тот район, где есть основания искать". И выбор его пал на мало обследованную в то время территорию Европейского Северо-Востока, изучению геологии и минерально-сырьевых ресурсов которой он посвятил более со-



рок лет своей активной и плодотворной жизни.

Наряду с открытием Печорского угольного бассейна и выявлением в последующие годы под его руководством и по его прогнозам ряда крупных промышленных месторождений каменных углей А. А. Чернов внес выдающийся вклад в решение проблем нефтегазоносности Тимано-Печорской области. По его прогнозам открыты многие нефтяные месторождения. Во многих своих выступлениях он настаивал на необходимости проведения нефтегеологических работ на правобережье средней Печоры и в Большеземельской тундре,



где позднее и были открыты наиболее крупные месторождения нефти и газа, в том числе знаменитое Вуктыльское газоконденсатное месторождение.

Важной проблемой Александр Александрович считал и изучение соленосности территории Коми АССР. Ее он рассматривал как крайне актуальную и на основе обобщения известных на то время солепроявлений предложил конкретный план бурения оценочных скважин на выделенных им перспективных площадях.

С именем А. А. Чернова связано определение перспектив Тимана и севера Урала на золото, алмазоносности Тимана, направлений поисков железорудных месторождений, полиметаллов, редкometаллических руд и многих других полезных ископаемых вплоть до минеральных и сероводородных источников. Он держал в поле зрения проявления всех видов минерального сырья на территории Европейского Северо-Востока и периодически публиковал появляющиеся по нем новы данные в таких обобщающих работах, как "Полезные ископаемые Печорского края с Пай-Хоем, Вайгачом и южным островом Новой Земли" (1935), "Минерально-сыревая база Северо-Востока европейской части СССР" (1948), "Производительные силы Коми АССР. Т. 1. Геологическое строение и полезные ископаемые" (1953). В них же он давал рекомендации по перспективным направлениям поисков большинства рассмотренных видов минерального сырья.

Хорошее знание геологии и истории развития региона позволяло Александру Александровичу высказывать, казалось бы без достаточного на то основания, самые смелые идеи и предположения о перспективности того или иного района на конкретное полезное ископаемое. Не исключено, что при этом сыграла определенную роль и присущая ему высокоразвитая интуиция, чутье первооткрывателя. Весьма показательным в этом отношении является пример с тиманскими бокситами, о чем я уже упоминал в "Вестнике" (2000, № 1). Изучению бокситоносности Тимана А. А. Чернов придавал большое значение. В докладе на Второй геологической конференции Коми АССР, проходившей в 1944 г., он назвал поиски бокситов в числе трех основных проблем, которые предстоит решать для развития минерально-сыревой базы республики. Об этом им написано так: "Третьей, но очень отдаленной проблемой нам рисуются поиски алюминиевых руд и создания соответствующей промышленнос-

ти. Эти руды, главным образом бокситы, есть основания искать и на Урале и, может быть, еще больше на Тимане". Постановку бокситовой проблемы Тимана в такой практической плоскости многие восприняли тогда со скептицизмом, поскольку известные к тому времени так называемые бокситистые и бокситовидные породы не содержали вовсе или содержали лишь незначительную примесь свободных оксидов алюминия. И надо было обладать свойственными А. А. Чернову прозорливостью и даром научного предвидения, чтобы на основе столь скучной фактуры так ответственно заявить о больших потенциальных ресурсах бокситорудного сырья в недрах Коми АССР, вплоть до возможности создания на их базе крупных промышленных производств. Об этом сейчас почти не упоминается, но факт таков, что спустя десятилетия прогноз А. А. Чернова полностью оправдался. На Тимане были открыты крупнейшие в европейской части России месторождения бокситов, с начала 1998 г. ведется их промышленная добыча, непосредственно в Республике Коми строится глиноземный завод, в перспективе планируется также строительство завода по производству металлического алюминия.

А. А. Чернов внес крупный вклад и в решение общегеологических проблем — в историческую геологию, теорию осадконакопления, палеонтологию. Эта сторона его научной деятельности детально освещена в упоминавшейся выше книге профессора А. И. Елисеева — одного из любимых и верных учеников Александра Александровича.

Широко известен А. А. Чернов как педагог и организатор науки. Им была создана знаменитая черновская школа женщин-геологов, многие из которых стали докторами наук, внесли крупный вклад в геологическую науку и практику. Он же создал сыктывкарскую школу геологов, составивших костяк организованного им Института геологии в составе Коми филиала АН СССР.

Александр Александрович руководил многими геологическими экспедициями, коллективами и комиссиями, с 1935 г. возглавлял академические геологические подразделения в Архангельске и Сыктывкаре, проводил большую работу по организации геологических конференций Коми АССР, первая из которых состоялась в тяжелейшие годы Великой Отечественной войны — в 1942 г. Не чурался он и общественной работы. Неоднократно избирался депу-

татом Сыктывкарского городского совета и Верховного Совета Коми АССР, относился к депутатским обязанностям с большой ответственностью, живо откликался на обращения избирателей, отвечал на многочисленные письма школьников, студентов, педагогов и всех, кто просил его совета и помощи. Он пользовался огромным авторитетом и большой популярностью среди населения Сыктывкара и всей республики, но никогда не болел "звездной болезнью", всегда был очень скромным и доброжелательным человеком.

За выдающиеся заслуги в изучении геологии и минерально-сыревых ресурсов Европейского Северо-Востока А. А. Чернов был награжден орденами Трудового Красного Знамени, Красной Звезды, Ленина. Ему было присвоено звание Героя Социалистического Труда, он отмечен почетными званиями "Заслуженный деятель науки РСФСР", "Заслуженный деятель науки и техники Коми АССР", золотой медалью имени академика А. П. Карпинского. Его имя носят улицы в Сыктывкаре, Ухте, Инте, Воркуте, ему, как первооткрывателю Печорского угольного бассейна, установлен памятник в Воркуте, в его честь названы геологическая структура — поднятие Чернова, минерал черновит, Геологический музей Института геологии.

Со дня кончины А. А. Чернова прошло уже более 40 лет. За это время на Европейском Северо-Востоке были открыты новые месторождения полезных ископаемых, многие из них по прогнозам Александра Александровича. Республика Коми стала крупнейшей минерально-сыревой базой в европейской части России с интенсивно развивающейся горно-рудной промышленностью, появились новые застrelщики и первооткрыватели, новые имена крупных геологов и ученых, однако, как отмечал академик Н. П. Юшкин (*Вестник*, 2002, № 7), "...имя Александра Александровича Чернова не только не померкло среди новых геологических героев, но и с каждым годом высвечивается все ярче и ярче, и в первую очередь потому, что становятся реальными его самые смелые идеи, прогнозы, предначертания". И далее там же: "А. А. Чернов — истинный классик геологии и мы по праву гордимся тем, что именно им заложены исследовательские традиции нашего институтского коллектива". Этих традиций институт придерживается и теперь.

К. г.-м. н. В. Беляев



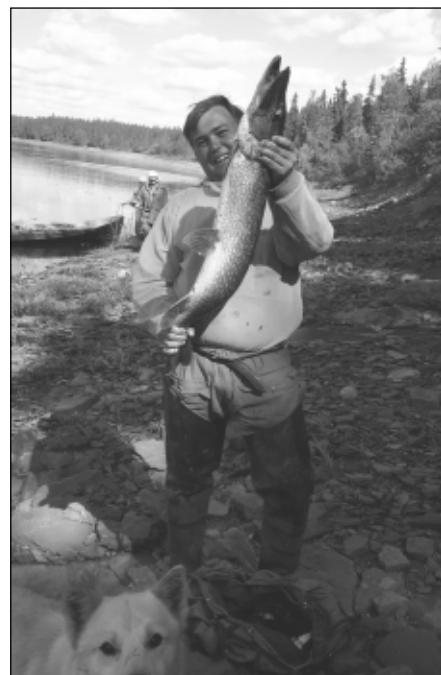
ВОЗВРАЩЕНИЕ ПЕРВОГО ОТРЯДА

(ФОТООТЧЕТ ГЕОЛОГИЧЕСКОГО ОТРЯДА № 3)

В рамках темы “Научные основы разработки новых геотехнологий, технических и аналитических исследовательских средств, создание геоинформационных систем, экспериментальных и численных моделей”, раздела: “Изучение меденосности девонских отложений Среднего Тимана” 5 июня в Усть-Цильемский район (деревня Филиппово) для детального изучения разрезов девонских отложений по рр. Цильме и Косме, а также по их основным притокам (рр. Кузнечихе, Осиновой, Рудянке, Березовой и т. д.) с целью исследования стратиграфических медных проявлений выехал геологический отряд в составе: начальник отряда — А. С. Забоев, ст. науч. сотр. — И. Х. Шуми-



Медьсодержащая линза в районе мест. Заводы



Начальник с 4-килограммовой щукой



Июньский снег (11 июня)

лов, геолог I категории — З. П. Двойникова, техник — С. А. Слобожанин.

Отряд планировал детально изучить литологические особенности опорных разрезов, послойно взять пробы на медь. При видимой сульфидной минерализации отложений провести детальное минералогическое опробование. 19 июля отряд вернулся в Сыктывкар. Усталые, но довольные. Загорелые. Полные впечатлений, веселых и не очень веселых (в первые дни июня выпал снег). Впереди информационный и финансовые отчеты, подготовка к сдаче и сдача снаряжения, а пока — фотоотчет.

*Д. г.-м. н. О. Котова, начальник отряда А. Забоев
Фото И. Шумилова*

Поздравляем



МАЛАХОВУ
Елену Федоровну
ведущего технолога
лаборатории химии
минерального сырья
с 40-летием работы
в институте!
Желаем крепкого здоровья
и успехов в работе.

Поздравляем



Наталью и Александра Носковых
с рождением дочери!
Желаем крепкого здоровья
и благополучия.



ПРИПОВЕРХНОСТНЫЕ СЛОИ КРИСТАЛЛОВ И МЕТОДЫ ИХ ИССЛЕДОВАНИЯ

Стажер-исследователь

А. В. Вахрухев

vahal@yandex.ru

В связи с интенсивным развитием нанотехнологий в мире возрос интерес кnano- или ультрадисперсным веществам, приповерхностным слоям монокристаллов и эпитаксиальных структур. Эти объекты исследований значительно расширяют научно-технические возможности минерально-сырьевого потенциала. Например, выявлены аномально высокие значения твердости, теплопроводности, дисперсности, химической инертности наноалмазов, а также адсорбционной активности, обусловленной предельно высоким значением числа нескомпенсированных связей на их поверхности. Материалы с указанным характеристиками являются наиболее перспективными в качестве сорбентов, катализаторов, накопителей электроактивных водорода и кислорода в топливных элементах, твердых антифрикционных смазок, а также в виде наполнителей в специальных полимеро-алмазных композициях, керамических и резинотехнических изделиях, а также kleях и др. В связи с вышесказанным возникает проблема определения строения искаженных какими-либо физическими воздействиями приповерхностных слоев монокристаллов и эпитаксиальных структур. Одним из перспективных неразрушающих методов исследования такого рода объектов является рентгенодифракционный метод, поэтому разработка теоретических основ для методик выполнения лабораторных исследований в области рентгенодифракционной диагностики приповерхностных слоев кристаллов представляется актуальной задачей.

В основу теоретических представлений предлагаемого подхода положены уравнения Максвелла (Пунегов, 1993), описывающие распространение рентгеновских лучей в среде, и модель слaboискаженного кристалла, в которой рассеивающие центры смешены от их положения в идеальной решетке. Пусть r_0 — положение атома в идеальной решетке. Положение атома в искаженной решетке r будет зависеть от смещения

$\mathbf{u}(\mathbf{r})$; значит, $\mathbf{r} = \mathbf{r}_0 + \mathbf{u}(\mathbf{r})$. Предположим, что смещения малы, т. е. деформация решетки $\varepsilon = \Delta d/d \approx 1$. В этом случае значение восприимчивости слaboискаженного кристалла $\chi(\mathbf{r})$ можно приравнять к соответствующему значению идеального кристалла, т. е. $\chi^{\text{Pr}}(\mathbf{r}_0)$: $\chi(\mathbf{r}) = \chi^{\text{Pr}}(\mathbf{r} - \mathbf{u}(\mathbf{r}))$. Таким образом, Фурье-компоненты восприимчивости слaboискаженного кристалла —

$$\chi_h(\mathbf{r}) = \chi_h^{\text{Pr}} e^{-i\mathbf{h}\mathbf{u}(\mathbf{r})}. \quad (1)$$

Для исследования многослойных материалов и нарушенных приповерхностных слоев практически всегда используется геометрия дифракции по Брэггу, в которой различаются симметричное и асимметричное отражения. Асимметричное отражение возникает в случае наклона отражающих плоскостей под некоторым углом ϕ к поверхности (рис. 1). При симметричном отражении угол ϕ равен 0.

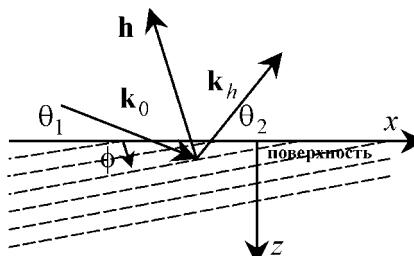


Рис. 1. Геометрия дифракции по Брэггу

Дифракционное рассеяние имеет место при выполнении условия Вульфа-Брэгга: $\mathbf{k}_h = \mathbf{k}_0 + \mathbf{h}$. При точном выполнении этого условия центром распространения волн является точка Лауз (A, рис. 2). При отклонении направления падающего пучка от точного значения

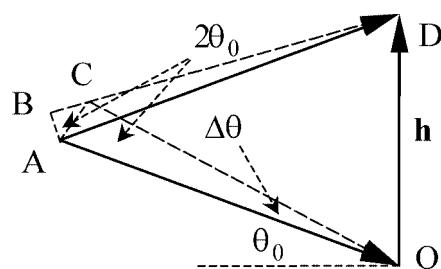


Рис. 2. К выводу угловой аккомодации

угла Брэгга на величину $\Delta\theta = \theta_1 - \theta_0$ центр распространения волн перемещается по сфере Лауз в точку C. Длина вектора \mathbf{k}_h (AD) изменится на величину $BC = AC \sin 2\theta_0$, где $AC = AO \cdot \Delta\theta = k_0 \Delta\theta$. $k_h = AD - BC = k_0 - k_0 \sin 2\theta_0 \cdot \Delta\theta$. Угловая аккомодация:

$$\alpha_h = -2 \sin 2\theta \cdot \Delta\theta \quad (2)$$

Система уравнений Такаги—Топэна в зависимости от рассматриваемой задачи может быть записана в прямоугольной системе координат:

$$\begin{aligned} s_0 &= (\cos\theta_1, \sin\theta_1) \quad s_h = (\cos\theta_2, -\sin\theta_2) \\ (s_{0,h} \nabla) &= \cos\theta_{1,2} \frac{\partial}{\partial x} \pm \sin\theta_{1,2} \frac{\partial}{\partial z} \\ -\frac{2i}{k_0} \left(\cos\theta_1 \frac{\partial}{\partial x} + \sin\theta_1 \frac{\partial}{\partial z} \right) E_0(x, z) &= \\ = \chi_0^{\text{Pr}} E_0(x, z) + C \chi_h^{\text{Pr}} e^{i\mathbf{h}\mathbf{u}(x,z)} E_h(x, z) & \\ -\frac{2i}{k_0} \left(\cos\theta_2 \frac{\partial}{\partial x} - \sin\theta_2 \frac{\partial}{\partial z} \right) E_h(x, z) &= \\ = C \chi_h^{\text{Pr}} e^{-i\mathbf{h}\mathbf{u}(x,z)} E_0(x, z) + (\chi_0^{\text{Pr}} - \alpha_h) E_h(x, z) & \end{aligned} \quad (3)$$

Для кристаллов, структура которых изменяется по глубине, то есть только вдоль координаты z , из уравнений (3) получаются одномерные уравнения Такаги—Топэна

$$\begin{aligned} \frac{\partial E_0(z)}{\partial z} &= \frac{ik_0}{2 \sin\theta_1} \chi_{00}^{\text{Pr}} E(z) + \\ + \frac{ik_0}{2 \sin\theta_1} C \chi_h^{\text{Pr}} e^{i\mathbf{h}\mathbf{u}(z)} E_h(z) & \end{aligned} \quad (4)$$

$$\begin{aligned} -\frac{\partial E_h(z)}{\partial z} &= \frac{ik_0}{2 \sin\theta_2} C \chi_h^{\text{Pr}} e^{-i\mathbf{h}\mathbf{u}(z)} E_0(z) + \\ + \frac{ik_0}{2 \sin\theta_2} (\chi_0^{\text{Pr}} - \alpha_h) E_h(z) & \end{aligned} .$$

Для описания дифракции используются динамическое и кинематическое приближения (Пунегов, 1993). Кинематическая теория дифракции хорошо описывает рассеяние рентгеновских лучей от тонкого слоя, как, например, приповерхностный деформированный слой кристалла. Динамическую теорию используют для описания дифракции в совершенном полубесконечном кристалле.



Кинематическая дифракция на многослойной структуре с учетом отражения от подложки. Рассмотрим многослойную структуру из N слоев. Толщина многослойной структуры L . Каждый слой имеет постоянную деформацию ε_k , где индекс k обозначает номер слоя: $(k-1)l \leq z < kl$. Толщина одного слоя $l = L/N$. Рассмотрим кинематическое рассеяние от такой структуры. Решение уравнений для многослойной структуры будет иметь вид

$$E'_h(L) - E'_h(0) = -i \frac{\sigma_h}{2} \int_0^L e^{i(\eta z - hu(z))} dz. \quad (5)$$

Заметим, что $E_0(z) = e^{-i\frac{\sigma_0}{2}z}$,

$E_h(z) = e^{-i\left(\eta - \frac{\sigma_0}{2}\right)z} E'_h(z)$. Граничные условия будут: $E_0(0) = 1, E_h(L) = r_\infty E_0(L)$, где r_∞ — амплитудный коэффициент отражения от полубесконечного кристалла. Амплитудный коэффициент отражения от многослойной структуры по определению имеет вид $r = E_h(0)/E_0(0) = E_h(0)$.

Таким образом, формула (5) примет вид

$$r = e^{i\eta L} r_\infty + \sum_{k=1}^N i \frac{\sigma_h}{2} \int_{(k-1)l}^{kl} e^{i(\eta z - hu_k(z))} dz. \quad (6)$$

Здесь $u_k(z) = (\varepsilon_1 + \varepsilon_2 + \dots + \varepsilon_{k-1})l + \varepsilon_k(z - (k-1)l)$. Рассмотрим интеграл

$$\begin{aligned} i \frac{\sigma_h}{2} \int_{(k-1)l}^{kl} e^{i(\eta z - hu_k(z))} dz &= \\ = e^{i[(\eta + h\varepsilon_1) + (\eta + h\varepsilon_2) + \dots + (\eta + h\varepsilon_{k-1})]l}. \end{aligned}$$

$$\cdot i \frac{\sigma_h}{2} \int_0^l e^{i(\eta + h\varepsilon_k)z} dz \quad (7)$$

Используем формулу

$$r_1 = i \frac{\sigma_h}{2} \int_0^l e^{i(\eta + h\varepsilon_1)z} dz = \frac{\sigma_h}{2} \frac{e^{i(\eta + h\varepsilon_1)l} - 1}{\eta + h\varepsilon_1}$$

$$\begin{aligned} r = e^{i\eta l'} r_\infty + \left(r_1 + e^{i(\eta + h\varepsilon_1)l} \left[\dots \left[r_{N-2} + \right. \right. \right. \right. \\ \left. \left. \left. \left. + e^{i(\eta + h\varepsilon_{N-2})l} \left[r_{N-1} + e^{i(\eta + h\varepsilon_{N-1})l} r_N \right] \right] \dots \right] \right) \end{aligned}$$

Где $L' = L + l \sum_k \varepsilon_k$. При малых деформациях $L' = L$.

Для обработки экспериментальных данных следует использовать инструментальную функцию. Это обусловлено необходимостью падающего рентгеновского излучения.

$$I_t(\theta_1) = \left\| \int \delta\theta r(\theta_1 + \delta\theta) \sqrt{I_0(\delta\theta)} \right\|^2, \quad (9)$$

где $I(\delta\theta)$ — инструментальная функция. Обычно ее берут в виде функции Гаусса: $Gauss(x) = e^{-\frac{x^2}{\Delta x^2}}$.

В выражении (9) знак нормы означает нормирование функции. Нормирование позволит нам сравнить две кривые — экспериментальную и теоретическую.

Может случиться так, что пики двух кривых будут смещены относительно друг друга. Чтобы сравнивать такие кривые, нужно одну из них (либо обе) сместить так, чтобы их пики совпали.

Оценим, насколько две кривые расходятся. Для этого определим функцию невязки

$$\mu = \int d\theta_1 (I_t(\theta_1) - I_e(\theta_1))^2.$$

Здесь $I_t(\theta_1)$ — теоретическая кривая рассеянной интенсивности, $I_e(\theta_1)$ — экспериментальная.

Таким образом, разработанные нами методы оптимизации позволяют с помощью компьютерного программирования осуществлять корреляцию теоретических и экспериментальных данных и исследовать структуру приповерхностных слоев и эпигаксиальных структур минералов, искаженных различного рода воздействиями.

Пунегов В. И. Дифракция рентгеновских лучей в кристаллах. Сыктывкар: Сыктывкар, 1993

III Международная конференция

ПРОБЛЕМЫ РАЦИОНАЛЬНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПРИРОДНОГО И ТЕХНОГЕННОГО СЫРЬЯ БАРЕНЦЕВА РЕГИОНА В ТЕХНОЛОГИИ СТРОИТЕЛЬНЫХ И ТЕХНИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ



Уральское отделение Российской академии наук, Институт геологии Коми научного центра, Правительство Республики Коми проводят 25—27 сентября 2007 г. в г. Сыктывкаре III Международную научную конференцию "Проблемы рационального использования природного и техногенного сырья Баренцева региона в технологии строительных и технических материалов"

Контрольные сроки

Представление докладов до 1 августа
Рассылка программы до 1 сентября
Регистрация участников 24 сентября
Открытие конференции 25 сентября

Бюро оргкомитета

Сопредседатели:

Н. П. Юшкин, академик РАН,
директор ИГ Коми НЦ УрО РАН

И. А. Поздеев, заместитель Главы
Республики Коми, министр архитектуры,
строительства и жилищно-коммунального
хозяйства РК

Н. Н. Герасимов, к. г.-м. н., министр
промышленности и энергетики РК

А. П. Боровинских, д. г.-м. н.,
министр природных ресурсов
и охраны окружающей среды РК

Руководители региональных рабочих групп:

Ф. Н. Юдахин, чл.-корр. РАН
(Архангельская область)

В. В. Щипцов, д. г.-м. н.
(Республика Карелия)

Н. Д. Цхадая, д. т. н.
(Республика Коми)

О. Н. Крашенинников, к. т. н.

А. И. Николаев, д. т. н.
(Мурманская область)

Г. Б. Мелентьев, к. г.-м. н. (Москва)

И. Н. Бурцев, к. г.-м. н.
(Республика Коми)

T. Nordvæg (Норвегия)

Секретариат:

О. Е. Амосова, к. г.-м. н.
Т. П. Митюшева, к. г.-м. н.

Адрес оргкомитета

Институт геологии Коми НЦ УрО РАН
167982, Первомайская, 54,

Сыктывкар, Россия

Митюшевой Татьяне Павловне

Тел.: (8212) 44-65-34, 20-39-43
(секретариат),

(8212) 24-53-53

(приемная директора);

Факс: (8212) 24-09-70, 24-53-46

E-mail: minraw@geo.komisc.ru

Научная программа

- Минерально-сырьевые ресурсы Баренцева региона и сопредельных территорий, проблемы рационального природопользования, комплексное использование природных и техногенных минеральных ресурсов

- Проблемы переработки природного и техногенного минерального сырья, получение эффективных строительных и технических материалов

- Современные проблемы строительного материаловедения и технологии строительных материалов

- Экономика строительной индустрии, проблемы развития промышленности строительных материалов

- Экологические проблемы недропользования и переработки минеральных ресурсов



Детство. Родилась в Воркуте (19 июля 1947 г.). Татьяна и ее младший брат Игорь росли в интеллигентной дружной семье. Любимица отца, веселая, белокурая Татьяна Березюк окончила среднюю школу города Воркуты в 1965 г. Впереди целая жизнь! Куда идти учиться? Кем быть?

Студенчество. Впервые в жизни совсем домашняя девочка совершенно самостоятельно, вопреки желанию родителей видеть свою дочь врачом, приняла решение поступать на естественно-географический факультет Коми государственного педагогического института в г. Сыктывкаре. Поступила. Жизнь в общежитии. Учеба. Студенческие вечеринки. Яркие впечатления — лекции по общей и исторической геологии М. В. Фишмана, лекции и факультативы по зоологии Э. И. Поповой, на которых Татьяна впервые “познакомилась” с коллекциями беспозвоночных животных Республики Коми.

1967 г. Татьяна — студентка первого курса. Вся группа готовилась к встрече Нового года. Татьяна принимала самое активное участие во всех подготовительных мероприятиях, но идти на новогодний вечер не было настроения. Столы необычное для новогоднего вечера уныние девушки удивило молодого человека, который пригласил ее на танец: “Можно я Вас развеселю?” Это был Валерий Безносов, ее будущий супруг, студент инфака.

Трудовая биография. 1969 г. Татьяна Михайлова Безносова начала свой путь в науку с должности лаборанта под началом Нины Николаевны Кузьковой, ученого секретаря Коми филиала АН СССР. С 1974 г. приступила к изучению силурийских брахи-



19 ИЮЛЯ – ДЕНЬ БРАХИОПОД К ЮБИЛЕЮ Т. М. БЕЗНОСОВОЙ

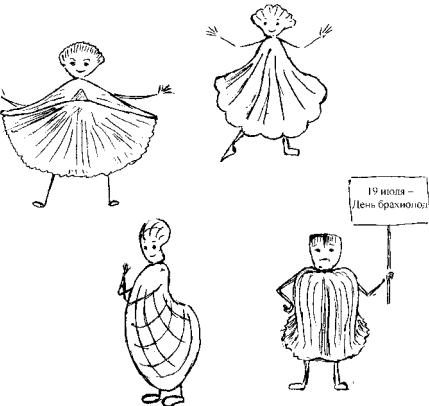
“Брахиопода! Жизнь и страсть моя.
“Как упоительно тобою счастлив я”.
Прислушаюсь, и музыкой звучат
твои отряды, роды, виды —
Продуктусы, сперифериды, хонетиды...

Я вас познал, я ребра вам считал
И в монографиях все это описал:
Как долго жили вы и с кем дружили
Как рассеялись, если и,
возможно (?), пили.
Какая польза есть от вас
для всей страны,
Как для науки вы особенно важны!...”

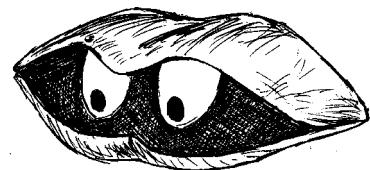
Т. Безносова*)

опод в лаборатории стратиграфии. 1992 г. — защита кандидатской диссертации “Биостратиграфия и брахиоподы силура Северо-Востока европейской части России”. В 2006 г. — успешно защитила докторскую диссертацию “Развитие брахиопод в позднем ордовике — раннем девоне на северо-восточной окраине палеоконтинента Балтика”.

Сегодня научно-исследовательская деятельность доктора геолого-минералогических наук Татьяны Михайловой Безносовой направлена на разработку эволюционной экологической модели развития сообществ брахиопод и выявление причинно-следственных механизмов, обусловивших их пространственное и временное распространение в раннем палеозое. Ею палеонтологически обосновано ярусное расчленение силурийских от-



ложений Тимано-Североуральского региона. Разработаны критерии межрегиональной корреляции раннепалеозойских толщ, вплоть до глобальной корреляции. Решены проблемы уровня границы ордовика и силура и строения разреза верхнего ордовика — нижнего силура на северо-востоке европейской части России. Результаты монографического изучения брахиопод и разработанная ею зональная шкала по брахиоподам позволяют рассматривать нижний палеозой Тимано-Уральского



региона в качестве полноправного участника решения вопросов глобальной стратиграфии. Т. М. Безносова — автор и соавтор более 130 научных работ, в том числе девяти монографий. Она обладает большим профес-



Шестилетняя Татьяна с братом Игорем



*) Эти стихи были ею написаны к 70-летию Н. В. Калашникова — крупного специалиста по брахиоподам.



Выгрузка полевого отряда Безносовых



Проведение полевого семинара

циональным опытом и широкой эрудицией. Татьяна Михайловна является научным руководителем аспирантов и студентов. Труд Т. М. Безносовой отмечен благодарностями и почетными грамотами Института геологии Коми НЦ УрО РАН, Президиума УрО РАН (1999 г.), а также Президиума Российской академии наук и профсоюза работников РАН (2000 г.).

Татьяна Михайловна принимает активное участие в выполнении отечественных и зарубежных проектов. Результаты исследований Татьяна Михайловна докладывает на многочисленных

*Дорогая Татьяна Михайловна!
Поздравляю с юбилеем!
С наилучшими пожеланиями
и добрыми воспоминаниями.
В. Хлыбов*

всероссийских и международных научных форумах, в организации и проведении многих из них она принимает непосредственное участие.

Активная жизненная позиция. Длительное время Татьяна Михайловна была членом профкома Института геологии и руководителем профгруппы.

О книгах. Декабрь 1996 г.

Очередной номер институтского журнала. Это уже сформировавшийся современный журнал «Вестник Института геологии», во главе которого стоит главный редактор — академик Н. П. Юшкин, есть его заместитель к. ф.-м. н. О. Б. Котова и ответственный секретарь к. г.-м. н. Т. М. Безносова. Фраза ««*Вестник*» держится на трех китах», написанная в 1999 г., остается актуальной сегодня (см. № 2, 1999) — это и о Татьяне Михайловне Безносовой, которая помимо повседневных дел взвела на свои плечи распространение «*Вестника*» и переписку.

Экспедиции. Татьяна Михайловна — организатор международных и региональных геологических экспедиций по изучению палеозойских отложений в естественных выходах и в кернах скважин Тимано-Североуральского региона. За спиной 25 полевых сезонов.



Не на прогулке



С внуками

Она часто вспоминает свои первые выезды в поле с Анной Ивановной Антошиной, начиная свои рассказы: «Мы с Антошиной...», ее воспоминания об экспедиции с В. В. Хлыбовым напечатаны в «*Вестнике*» (№ 3, 2007). Татьяна Михайловна много внимания уделяет молодежи, которая с большой теплотой отзыется о своем наставнике и делает первые самостоятельные шаги.

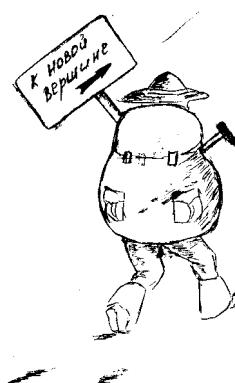
Семья. Старший сын, Игорь, закончил Санкт-Петербургский институт радио, кино и телевидения по специальности звукорежиссер. Младший сын, Валерий, — программист. До окончания школы Валера принимал участие в экспедициях, как и Валерий Иванович (в периоды очередного отпуска), которых она приглашает на благо науки. Любимые невестки — Мария, — преподаватель английского и французского языков, и Ирина — художник.

Счастье. Внучка Лиза, пять лет. Посетила музей Института геологии. На вопрос, будет ли геологом, — ответила: «Надо подумать». Внук Антон, один год. Очень серьезный молодой человек.

Дорогая Татьяна Михайловна! Желаем Вам и Вашим родным счастья, благополучия и всего самого доброго!

**О. Котова, Л. Андреичева,
Л. Соколова**

Рисунки Е. Антроповой





ОХ УЖ ЭТА РАДИОСВЯЗЬ!

Начался полевой сезон 2007 г., и наступили жаркие дни для службы радиосвязи в Институте геологии. Что значит и как бывает необходима радиостанция в полевых условиях, объяснять не нужно. Каждый, кто выезжал в отдаленные точки, прекрасно это понимает. Находясь в поле, сжимая в руке перед собой тангенту, с большим интересом слушаешь переговоры между отрядами, и с надеждой, что тебя сегодня услышат, сам вступаешь в радиообмен, который проходит, как правило, в весьма сложной ситуации. Треск, шипение, обрывки фраз, непонятные окончания слов, сменяющиеся на четкие, ясные предложение, просьба продублировать сообщение, сотрудники, стоящие рядом, пытающиеся получить или передать информацию, — все это, конечно, повышает ответственность, и ты осознаешь, какое бремя лежит на тебе, как много зависит от того, насколько правильно и точно ты смог принять или передать сообщение.

В этом году 14 отрядов пользуются коротковолновыми радиостанциями типа "Ангара-1" и несколько отрядов работают с радиостанциями "Карат". Полевые отряды разбросаны по всей территории нашей республики и за ее пределами. Ближайший отряд находится в Усть-Куломском районе, самый дальний — в Ямalo-Ненецком округе. Диапазон расстояний до базовой станции колеблется от нескольких сотен до двух тысяч километров. Такие значительные расстояния характеризуются широким спектром ландшафтов — от таежных, заболоченных до горных, тундровых, что намного усложняет радиосвязь.



Надежда Сорвачова ведет сеанс радиосвязи

На сеансы радиосвязи с полевыми отрядами выходят поочередно два оператора. Правда, в течение многих лет эту обязанность исполнял известный всем полевикам Вячеслав Пельмегов. Утром и вечером, каждый день, без выходных, практически весь полевой сезон он бесменно работал на сеансах радиосвязи. Я смог отработать в таком режиме только один месяц.

Как и везде, в службе радиосвязи есть пока нерешенные проблемы, обусловленные материально-техническими возможностями, что, несомненно, сказывается на качестве радиосвязи. После окончания этого полевого сезона будет проведен анализ работы сети радиосвязи Института геологии, дирекции будут предложены способы решения ряда проблем и улучшения качества радиосвязи. На сегодняшний день радиостанция является самым доступным и оптималь-

ным средством обеспечения отрядов информацией. Поэтому сеть радиосвязи в Институте геологии востребована, ее нужно поддерживать, развивать.

Ответственный за радиосвязь

В. Радаев

ным средством обеспечения отрядов информацией. Поэтому сеть радиосвязи в Институте геологии востребована, ее нужно поддерживать, развивать.

Ответственный за радиосвязь

В. Радаев

Огонь

Язык костра
Лениво воздух лижет.
Грызет настырно старые коряги.

Вздыхает,
Горьким дымом мерно дышит.
И вдаль глядит горячими углями.
О чём ты думаешь,
Мой спутник молчаливый?
Не о веселом, да и не о грустном.
И мысли твои
Тихо и красиво
Дымком кудрявым над рекою вьются...

Утро

Блестят загадочно в хвое
Чешуи рыб.
Растет роса, молчит туман,
И лес затих.

Босым быть зябко поутру.
Вставать пора.
Я щепки в печке разложу,
Зажгу дрова.

Кусок светила гонит прочь
С деревьев сон.
Разбудит травы щебет птиц
И ветра звон.

Тосклиwyй дождь грустил вчера
И лил всю ночь.
С утра слетелась мошкара —
Поесть не прочь.

В перине мха среди камней
Растут цветы.
Их цвет впитал все краски гор,
Мои мечты.

С веселой песней по камням
Бежит вода.
Журчащих слов ее
Мила мне простота...

Ф. Феофилактов



*Поздравляем
Ирину Астахову
с рождением дочери!*

*Желаем девочке расти
здоровой и красивой
на радость родителям.*

Ответственные за выпуск
О. Б. Котова, Л. В. Соколова

Компьютерная верстка

Г. Н. Каблис

Подписано в печать 13.08.2007

Тираж 300

Заказ 653

ГеоПринт
Редакция:
167982, Сыктывкар,
Первомайская, 54

Тел.: (8212) 24-56-98
Факс: (8212) 24-53-46
E-mail: geoprint@geo.komisc.ru