

Июль
2009 г.
№ 7 (175)

Вестник

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

В этом номере:

Геохимия и генезис черных сланцев	2
Rb-Sr-изотопное датирование базитов хр. Манитанырд (Полярный Урал)	5
Травертино-террасовый тип оолитов (Альпы, Швейцария)	8
Человек делекатный, спокойный, порядочный (к юбилею Л. И. Павлюк)	12
От Южных Апеннин до швейцарских Альп. Заметки с международных научных встреч	13
Микро- и наномир в свете современных методов и технологий	19
Италия — известная и незнакомая	22
Давосская геохимическая мода-2009 или зарубежное искусство добывания грантов	25
Благодарственное слово бухгалтерии	34
Бухгалтер никогда не подведет	35
Маршрут продолжительностью в сорок лет	37

Главный редактор

академик Н. П. Юшкин

Зам. главного редактора

д. г.-м. н. О. Б. Котова

Ответственный секретарь

д. г.-м. н. Т. М. Безносова

Редколлегия

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



Указ Главы Республики Коми о награждении почетными званиями



**Людмиле
Николаевне
АНДРЕИЧЕВОЙ**



**Валентина
Леонидовича
АНДРЕИЧЕВА**

присудить
почетное звание
«Заслуженный
работник
Республики Коми».

наградить
Почетной грамотой
Республики Коми.

Указ № 71 от 16.07.09

Указ № 66 от 1.07.09

**Сердечно поздравляем коллег,
отмеченных высокими наградами,
и желаем им новых открытий и достижений**

ХРОНИКА ИЮЛЯ

6 июля — 60-летний юбилей к. г.-м. н. Валентина Леонидовича Андреичева, ведущего научного сотрудника.

18 июля — 70-летний юбилей Ларисы Ивановны Павлюк. Работала в институте с 1978 по 1994 г. химиком II категории.



ГЕОХИМИЯ И ГЕНЕЗИС ЧЕРНЫХ СЛАНЦЕВ

Академик РАН А. А. Маракушев

Институт экспериментальной минералогии РАН, Черноголовка
belova@iem.ac.ru, paraneyah@yandex.ru

Исследования геохимии черных сланцев Я. Э. Юдовичем и М. П. Кетрис [1, 2] относятся к классическим, охватывающим вариации содержания в них элементов-примесей во многих аспектах, в том числе возрастном. Рассчитанные ими их кларки используются в настоящей статье в плане сопоставления черных сланцев с нефтью и продуктами ее дегазации (асфальтитами).

На рис. 1 по данным [2] кларки элементов-примесей черных сланцев рассматриваются с разделением их на четные и нечетные. Это разделение ха-

рактеризуется последовательностью преобладающих химических элементов (четных совместно с нечетными), занимающих более общие максимумы (образующих парагенезисы), разделяющихся элементами, находящимися в более общей минимальной позиции. Ниже они перечисляются в последовательности увеличения порядковых номеров: Ti+V+Cr+Mn+Ni+Cu+Zn — Rb+Sr+Zr — Ba+La+Ce+Nd — Au+Pb+Th+U. Индикаторное значение имеет ванадий (205 г/т) в парагенезисе с цин-

ком. Однако в целом химизм черных сланцев характеризуется последовательностью преобладающих химических элементов (четных совместно с нечетными), занимающих более общие максимумы (образующих парагенезисы), разделяющихся элементами, находящимися в более общей минимальной позиции. Ниже они перечисляются в последовательности увеличения порядковых номеров: Ti+V+Cr+Mn+Ni+Cu+Zn — Rb+Sr+Zr — Ba+La+Ce+Nd — Au+Pb+Th+U. Индикаторное значение имеет ванадий (205 г/т) в парагенезисе с цин-

ком. Однако в целом химизм черных сланцев характеризуется последовательностью преобладающих химических элементов (четных совместно с нечетными), занимающих более общие максимумы (образующих парагенезисы), разделяющихся элементами, находящимися в более общей минимальной позиции. Ниже они перечисляются в последовательности увеличения порядковых номеров: Ti+V+Cr+Mn+Ni+Cu+Zn — Rb+Sr+Zr — Ba+La+Ce+Nd — Au+Pb+Th+U. Индикаторное значение имеет ванадий (205 г/т) в парагенезисе с цин-

ком. Однако в целом химизм черных сланцев характеризуется последовательностью преобладающих химических элементов (четных совместно с нечетными), занимающих более общие максимумы (образующих парагенезисы), разделяющихся элементами, находящимися в более общей минимальной позиции. Ниже они перечисляются в последовательности увеличения порядковых номеров: Ti+V+Cr+Mn+Ni+Cu+Zn — Rb+Sr+Zr — Ba+La+Ce+Nd — Au+Pb+Th+U. Индикаторное значение имеет ванадий (205 г/т) в парагенезисе с цин-

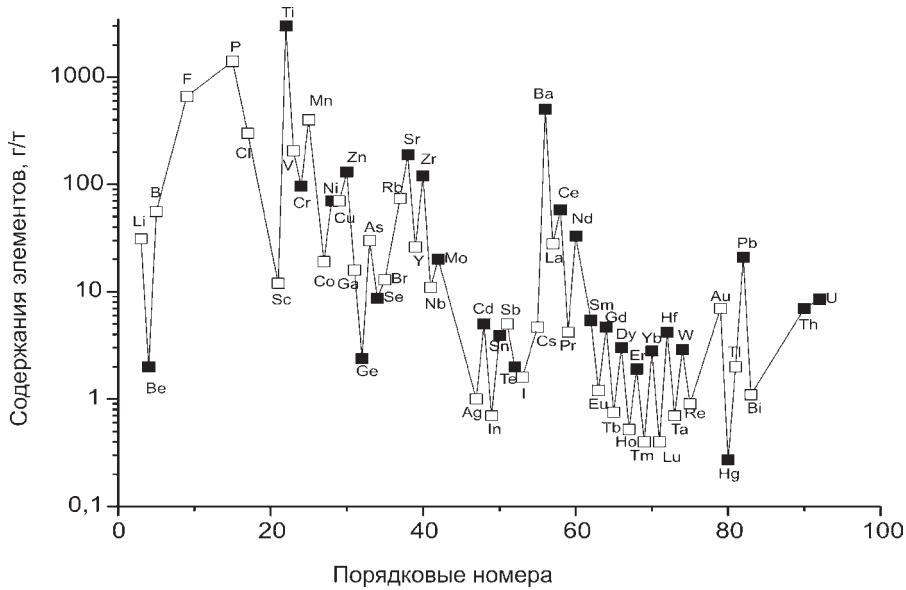


Рис. 1. Диаграмма вариации кларков элементов-примесей черных сланцев по данным [2] с разделением элементов, как и в дальнейшем (рис. 2, 3), на четные (заливые знаки) и нечетные (открытые знаки)

теризует специфику черных сланцев в связи с известным правилом Оддо—Гаркинса. Показательны в этой связи содержания в них лантанидов, которые, являясь практически одинаковыми по химическим свойствам, отчетливо разделяются по распространенности, согласно этому правилу, на элементы, занимающие на диаграмме максимальные (четные металлы) и минимальные (нечетные металлы) позиции. Этому правилу подчиняются и другие смежные по порядковым номерам химические элементы, сведенные на диаграм-

ком (130 г/т) и никелем (70 г/т). Его содержание в черных сланцах варьирует в широких пределах, достигая в положительных аномалиях металлогенического значения. Как подчеркивалось в работе [1], «концентрационная функция живого вещества в отношении ванадия не могла создать его аномалии в черных сланцах» (стр. 76). Вероятен привнос ванадия из глубины восходящими потоками нефти, ванадиевый тип которой преобладает на Земле. Потоки достигали поверхностных водоемов и вплетались в осадконакопление рифтоген-

ных депрессий. В настоящее время восходящие углеводородные струи обнаруживаются в связи с самыми различными структурами глубинного заложения: вдоль центральных депрессий океанических хребтов [3] и в рифтогенных водоемах на континентах, например, в оз. Байкал [4]. Вдоль его восточной окраины всплывают капли нефти, а на дне возникают нефтяные фонтанчики.

В монографии [1] показано, что среднее содержание ванадия в черных сланцах мела (590 г/т) почти в три раза превышает их кларковое значение (205 г/т), что коррелирует с меловым максимумом интенсивности нефтеобразования на Земле [5].

Эта корреляция подчеркивает связь черных сланцев с нефтеобразованием. Она прослеживается и при сопоставлении кларков элементов-примесей в черных сланцах с их содержанием в продуктах дегазации нефти — битумах. Из разнообразных проявлений битумов ниже привлекаются данные по асфальтитам кимберлитовой алмазоносной трубы Удачная на Сибирской платформе [6], в которой они совмещаются с проявлениями нефти. Вариации содержания в них элементов-примесей наглядно выражены на диаграмме (рис. 2), которая отражает доминирующую роль в них ванадия, никеля и цинка. Их содержания превышают соответствующие кларки в черных сланцах [2], тогда как содержания всех других элементов-примесей существенно уступают черносланцевым. Геохимический спектр асфальтитов по парагенезисам элементов, занимающих в общем максимальные позиции, представляется в следующем виде: V+Ni+Zn s Ti+Cr+Mn+Cu — Sr+Zr+Mo — Ba+La+Ce+Nd — Pb+Tl+Th+U. Он сходен с рассмотренной выше последовательностью парагенезисов элементов в черных сланцах.

Содержания V, Ni и Zn, максимальные значения которых в наибольшей мере геохимически сближают черные сланцы с асфальтитами, занимают максимальные позиции и на диаграмме

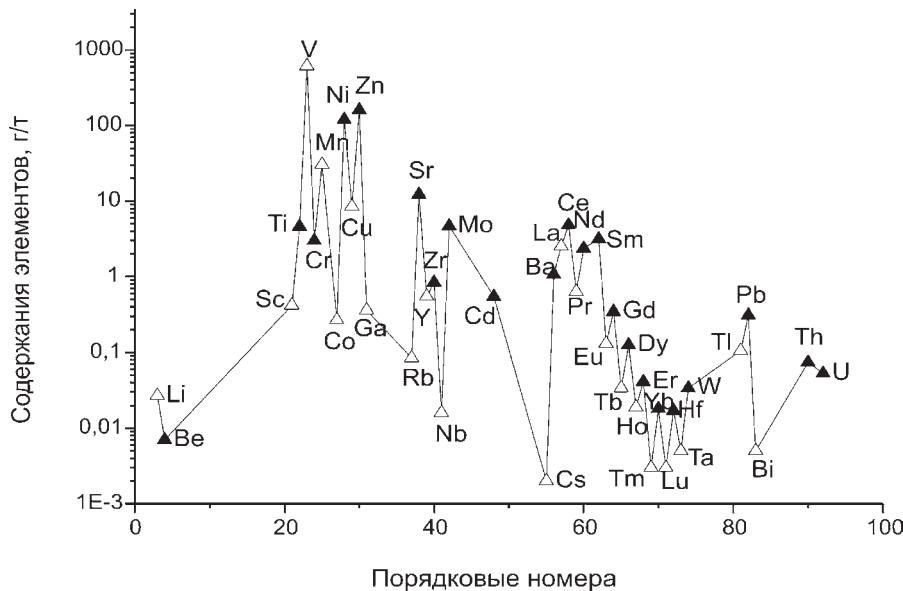


Рис. 2. Вариации содержания элементов-примесей асфальтита алмазоносной кимберлитовой трубки Удачная по данным [6]

кларков элементов-примесей нефти (рис. 3). Вообще же нефть отличается от черных сланцев асфальтитов более низким содержанием элементов-примесей, как это следует из таблицы, в которой производится их сопоставление.

С давних времен нефть подразделяется на ванадиевый и никелевый типы по V/Ni-отношению в их составе (больше и меньше единицы). Ванадиевые нефти богаты металлическими примесями (V, Ni и др.), а никелевые бедны ими. Традиционно это различие считается показателем исходного органического вещества — сапропелевого или гумусового [7]. Однако к факторам возрастания в нефти содержания металлов, в том числе ванадия и никеля, относится водородная или метановая дегазация нефти, с которой связано ее утяжеление при формировании нефтяных залежей: $3C_2H_6 = 2C_3H_8 + H_2$, $2C_2H_6 = C_3H_8 + CH_4$. Как отмечалось, преобладает ванадиевая нефть, определяющая кларки нефти, сведенные в таблицу. По данным [7], кларки ванадия и никеля распределяются по типам нефти следующим образом: V=39.4 (73.3 и 1.93), Ni=14.1 (28 и 3.7). Также контрастно, как два типа нефти, углеродистые сланцы разделяются по [5] на черные сланцы ($V=205$, $Ni=70$) и горючие сланцы ($V=1.58$, $Ni=1.0$). Кларки элементов-примесей в горючих сланцах по бедности металлами примерно соответствуют нефти никелевого типа, хотя ванадий в них несколько преобладает над никелем. Черные сланцы в этом отношении контрастно отличаются высоким содержанием рудных металлов, существенно возрастающим с геохимическим переходом от нее к

серным сланцам. Геохимическая специализация черных сланцев в отношении рудных металлов (рис. 1) непосредственно смыкается с металлогенической, представленной также разнообразно. Достаточно упомянуть Онежскую черносланцовую формацию в Карелии, к которой приурочено множество уран-ванадиевых месторождений, обогащенных разнообразными рудными металлами (Au, Ag, Pt, Pd, Pb, Cu).

Нефть, дегазацией которой генетически связаны черные сланцы, должна порождаться глубинными очагами, способными обеспечить ее рудную специализацию. Согласно представлениям [9] нефть генерируется на глубине в связи с развитием щелочного магматизма в очагах, аналогичных расслоенным интрузивам. В их верхнем рудном горизонте формируются богатые ванадием титано-магнетитовые руды, а в нижнележащей критической зоне — хромитовые и медно-никелевые руды. Флюидная сульфуризация железистых дифференциатов этих горизонтов сопровождается концентрацией меди и халькофильных металлов. С щелочным уклоном в магматизме связана генерация щелочных миграционных комплексов металлов (например, ванадия KVO_2 , K_3VO_4 и др.), определяющих их вхождение в углеводородные флюиды, исходящие из ощелачивающихся магматических очагов. Они вполне обеспечивают разнообразие рудных металлов, свойственных нефти ванадиевого профиля (рис. 3). Однако главный вклад в ее рудоносность создает дегазация, сближающая нефть с битумами и черными сланцами вплоть до создания ее само-

стоятельной металлогенической специализации, например, на ванадий. Восходящая миграция нефти, подчеркивавшаяся в работах многих исследователей [10, 11, 12], сопровождается опережающей миграцией водорода и метана, возникающих в результате ее дегазации. Они образуют газовые месторождения в толщах, перекрывающих нефтяные залежи, или поступают в атмосферу. Метан при этом дает существенный

Содержания металлов-примесей в г/т в нефти (1), продуктах ее дегазации — асфальтиках (2) и черных сланцах (3) по данным [7, 6, 2]

N	Элемент	1	2	3
3	Li	-	0.027	31
4	Be	0	0.007	2
21	Sc	0.003	0.422	12
22	Ti	0.18	4.62	-
23	V	39.4	615	205
24	Cr	0.487	3	96
25	Mn	0.3	30.4	400
27	Co	0.32	0.27	19
28	Ni	14.1	120	70
29	Cu	0.37	8.52	70
30	Zn	2.36	161	130
31	Ga	-	0.362	16
37	Rb	-	0.085	74
38	Sr	0.45	12.3	190
39	Y	-	0.552	26
40	Zr	-	0.842	120
41	Nb	-	0.016	11
42	Mo	12.16	4.7	20
48	Cd	-	0.545	5
55	Cs	0.003	0.002	4.7
56	Ba	0.3	1.07	500
57	La	0.04	2.53	28
58	Ce	0.05	4.795	58
59	Pr	-	0.635	4.2
60	Nd	0.04	2.36	33
62	Sm	0.06	3.156	5.4
63	Eu	0.0075	0.132	1.2
64	Gd	-	0.346	4.7
65	Tb	-	0.034	0.75
66	Dy	0.01	0.126	3
67	Ho	-	0.019	0.52
68	Er	-	0.041	1.9
69	Tm	-	0.003	0.4
70	Yb	-	0.018	2.8
71	Lu	-	0.003	0.4
72	Hf	-	0.017	4.2
73	Ta	-	0.005	0.7
74	W	-	0.034	2.9
81	Tl	-	0.106	2
82	Pb	0.56	0.312	21
83	Bi	-	0.005	1.1
90	Th	-	0.074	7
92	U	-	0.053	8.5

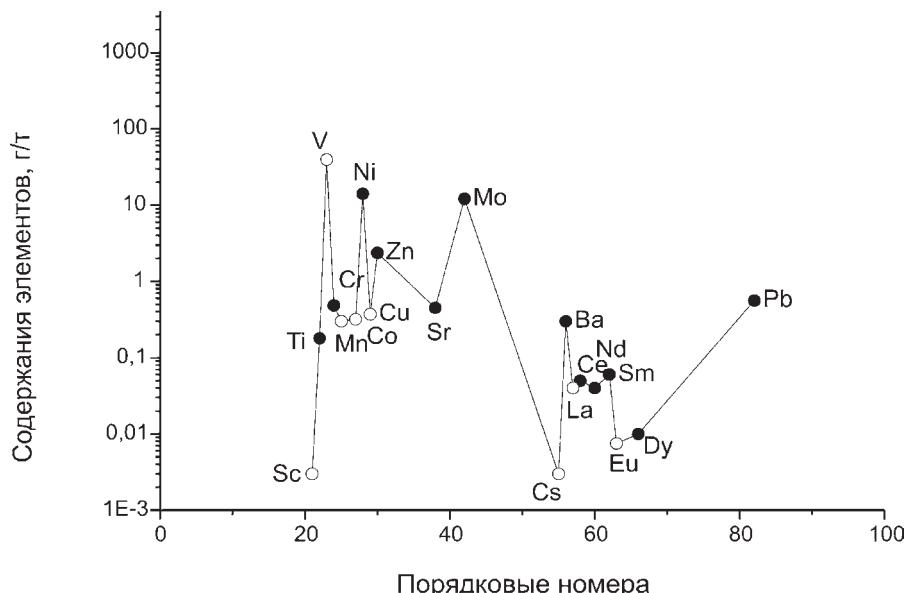


Рис. 3. Диаграмма вариации кларков элементов-примесей нефти по данным [7]

вклад в парниковый эффект Земли, способствуя потеплению ее климата. Влиянием метана можно объяснить сильное аномальное потепление в меловой период эволюции Земли [13], отличающейся как отмечалось, максимальной нефтеносностью и необычайно высоким содержанием ванадия в черных сланцах.

Литература

1. Юдович Я. Э., Кетрис М. П. Элементы-примеси в черных сланцах. Екатерин-

бург: УИФ «Наука», 1994. 304 с. 2. Ketris M. P., Yudovich Y. E. Estimations of Clarkes for Carbonaceous biolithes: World averages for trace element contents in black shales and coals International Journal of Coal Geology 78 (2009) 135—148. 3. Cruse A. M., Seewald J. S. Chemistry of low-molecular weight hydrothermal fluids from Middle Valley, Northen Juan de Fuca Ridge // Geokhim. Et Cosmochim. Acta. 2006. V. 70. P. 2079—2092. 4. Каширов В. А. Молодая нефть Байкала / Институт геологии нефтегазовой геологии и геофизики СО РАН // Новости

- науки. Новосибирск, 2009. 5. Конторович А. Э., Вышемирский В. С. Неравномерность нефтегазообразования в истории Земли как результат цикличного развития земной коры // ДАН, 1997. Т. 356. № 6. С. 704—707. 6. Гомтих Р. П., Писоцкий Б. И., Журавлев Д. Э. Распределение микроэлементов в системах кимберлит—битум и базальт—битум в диатремах Сибирской платформы // ДАН, 2004. Т. 399. № 3. С. 373—377. 7. Шпирт М. Я., Пунанова С. А. Сопоставительная оценка содержаний и форм соединений микроэлементов в твердых горючих ископаемых и нефтях // Химия твердого топлива, 2006. № 5. С. 70. 8. Шпирт М. Я., Пунанова С. А., Стрижакова Ю. А. Макроэлементы горючих и черных сланцев // Химия твердого топлива, 2007. № 2. С. 64—73. 9. Маракушев А. А., Маракушев С. А. Образование нефтяных и газовых месторождений // Литология и полезные ископаемые. 2008. № 5. С. 505—521. 10. Кудрявцев Н. А. Генезис нефти и газа. Л.: Недра, 1973. С. 140. 11. Кропоткин П. Н. Дегазация Земли и генезис углеводородов // Журн. Всес. хим. об-ва. 1986. Т. XXXI. № 5. С. 540—547. 12. Шахновский Н. М. Происхождение нефтяных углеводородов. М.: ОАО ВНИИОЭНГ, 2004. 60 с. 13. Герман А. Б. Палеоботаника и климат Земли: взгляд в будущее из геологического прошлого // Вестник РАН, 2009. Т. 79. № 5. С. 387—396.

12-я студенческая научная конференция
29 октября 2009 года
г. Сыктывкар

ГЕОЛОГО-АРХЕОЛОГИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ В ТИМАНО-СЕВЕРОУРАЛЬСКОМ РЕГИОНЕ



Информационное письмо

Организаторы конференции:

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

Научная программа конференции:

- География, геоморфология, геология, стратиграфия, литология, мине-



ралогия, петрография, тектоника Тимано-Североуральского региона;

➤ Археологические и геолого-археологические исследования в Республике Коми и сопредельных регионах;

➤ История геолого-географических исследований.

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



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

Контрольные сроки

Представление тезисов докладов
до 10 октября 2009 г.

Рассылка приглашений
и программы конференции

25 октября 2009 г.

Адрес для контактов:

167982, г. Сыктывкар,
ул. Первомайская, 54,

Институт геологии
Коми НЦ УрО РАН, каб. 507.

Секретарь — Т. П. Майорова

Телефон: (8212) 24-51-67

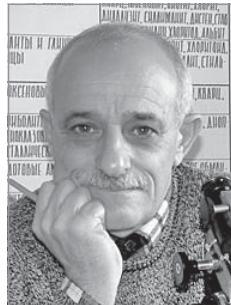
Эл. почта: mayorova@geo.komisc.ru



Rb-Sr-ИЗОТОПНОЕ ДАТИРОВАНИЕ БАЗИТОВ ХРЕБТА МАНИТАНЫРД (ПОЛЯРНЫЙ УРАЛ)



К. Г.-М. н.
В. Л. Андреичев



Д. Г.-М. н.
Я. Э. Юдович



С. н. с.
М. П. Кетрис



К. Г.-М. н.
Н. Ю. Никулова

На хр. Манитанырд (Полярный Урал) сульфидные As-Au-рудопроявления Верхненяюское-1 и Верхненяюское-2 располагаются в согласных зонах кварцевожильной минерализации среди верхнедокембрийских метабазитов и туфосланцев (предположительно енгандепской свиты V_2-E_1) на притоках р. Ния-ю — руч. Голубом и Безымянном. Летом 2008 г. Я. Э. Юдовичем проведено геохимическое опробование докембрийского разреза, вскрытого в правом борту руч. Голубого (рис. 1).

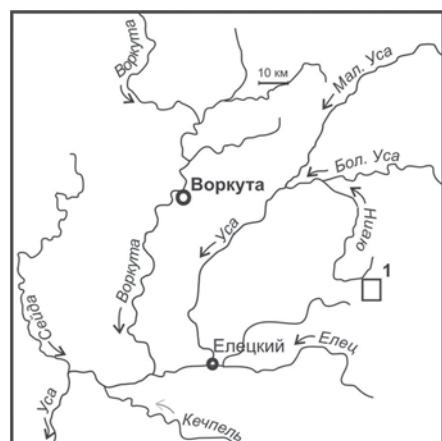


Рис. 1. Обзорная карта. 1 — район исследований

Микроскопическое и химическое [7] изучение горных пород позволило выделить среди них следующие группы: базальтоидов, габброидов, туфопесчаников и туфоалевролитов, туфосланцев и жильных пород. Кроме того, в СВ-конце профиля присутствуют кварцевые песчаники и гравелиты из основания палеозойской толщи (предположительно манитанырдская свита E_3-O_1 mnt).

В группу базальтоидов входят метабазальты (и андезито-базальты?), ме-

тадиабазы и апобазальтовые ортосланцы. Породы распознаются по химическому составу (SiO_2 48—52 %) и характерным эфузивным структурам, иногда с сохранившимся вулканическим стеклом.

В группу габброидов входят долериты, метадолериты и аподолеритовые ортосланцы. Грань между «долеритами» и явно преобладающими метадолеритами условная. Общим для этих пород является полная кристалличность, офитовая структура (более ясно проявленная в долеритах) и низкое, своеобразное габброидам, содержание SiO_2 на уровне 44—49 %, а в богатом ильменитом титанистом обр. 25 (явно дифференцированном) — даже на уровне гипербазитов (41.26 %).

В группу туфопесчаников и туфоалевролитов входят породы, объединенные по признаку алевропсаммитовой или псаммитовой структуры и по типичному для алевролитов и полимиктовых песчаников-граувакк содержанию SiO_2 в диапазоне 65—69 %, заметной щелочности (сумма Na_2O+K_2O 4—5 %) с характерным, свойственным грауваккам, преобладанием Na_2O над K_2O . Три микроструктурных признака: обилие пелитоморфного (апопеплового) матрикса, «разнокалиберность» (несортированность) обломков и присутствие явных вкрапленников позволяет определить все эти породы как туффоиды [6].

В группу туфосланцев входят горные породы, обладающие тремя признаками: (а) пелитоморфной структурой, скорее всего, апопепловой, (б) содержаниями SiO_2 преимущественно в диапазоне 57—63 %, свойственным гли-

нистым и алевролинистым осадочным породам, (в) повышенной магнезиальностью, заставляющей квалифицировать породы не как обычные сиаллиты-пелитоиды, а как вулканогенно-осадочные псевдосиаллиты (MgO чаще всего 4—5 %). Что касается соотношения щелочей, то в некоторых образцах отмечается характерное для пелитоидов преобладание K_2O над Na_2O , а в других, более редких — обратное соотношение. Один из образцов (обр. 21) по экстремальному содержанию Na_2O (5.09 %) должен атtestоваться как пелитоморфный альбитовый туф (а не как туфосланец).

Для разреза по руч. Голубой характерно обилие кварцево-жильной минерализации, с которой связано сульфидное (золото-мышьяковое) оруденение. Жилы сложены гигантокристаллическим кварцем с волнистым погасанием, обычно нескольких генераций; сильно окисленными (гётит, реже гематит) сульфидами (пирит, халькопирит, реже арсенопирит), а также карбонатами (кальцит, анкерит, изредка сидерит), хлоритом, альбитом и эпидотом. Микрозондовое исследование показало присутствие в кристаллах преобладающего в жилах пирита многочисленных микро- и нановключений других сульфидов [1, 2].

Для ориентировочной оценки возраста метабазитов было проанализировано Rb-Sr-методом по четыре пробы базальтоидов (5б, 9б, 11, 14) и габброидов (4, 8, 19, 36) — рис. 2.

Определение содержаний Rb и Sr производилось из одной навески методом изотопного разбавления с использованием раздельных трассеров ^{87}Rb и ^{84}Sr . После разложения проб смесью



плавиковой и хлорной кислот выделение концентратов рубидия и стронция осуществлялось на хроматографических колонках с ионообменной смолой DOWEX 5048 (200—400 меш.). Уровень лабораторного фона по Rb и Sr не превышал 2.0 и 0.5 нг соответственно.

Измерения изотопного состава Rb и Sr проводилось на масс-спектрометре МИ-1201Т однолучевым методом в двухленточном режиме ионизации с использованием предварительно отожженных от мешающих примесей рениевых лент. Измеренные изотопные отношения $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ нормировались к величине $^{86}\text{Sr}/^{88}\text{Sr} = 0.1194$. Коррекция на фракционирование не производилась; на период измерений величина $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ в изотопном стандарте стронция SRM-987 составила по 12 анализам 0.71023 ± 6 . Здесь и далее погрешности измеренных и начальных изотопных отношений $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$, а также возрастов приводятся в последних значащих цифрах и соответствуют $\pm 2\sigma$. Ошибка определения отношения $^{87}\text{Rb}/^{86}\text{Sr}$, используемая для расчета изохронных параметров по программе ISOPLOT [8], составляет $\pm 1.5\% (2\sigma)$.

Результаты аналитических измерений приведены в таблице. В большинстве случаев породы характеризуются высокими содержаниями Rb и низкими — Sr, что свидетельствует о значительной степени их вторичных изменений, связанных, по-видимому, с процессом разложения плаутиков, сопровождающимся выносом Ca и его геохимического спутника Sr, а также параллельным привносом K и, естественно, Rb. На это же указывает и тот факт, что современный изотопный состав Sr в породах отличается высокой долей радиогенной составляющей. Разумеется, в данной ситуации можно рассчитывать на получение информации о времени последней перестройки изотопной системы.

Действительно, изохронная зависимость, наблюдаемая лишь по трем точкам базальтоидов (5б, 9 и 14), отвечает возрасту 253 ± 4.9 млн лет при $(^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr})_0 = 0.71156 \pm 23$ и СКВО = 0.04 (рис. 3).

Начальное отношение стронция явно указывает на то, что породы имеют длительную предысторию, поскольку для неизмененных базитов эта величина составляет ~ 0.704 . Скорее всего, перед герцинским (позднепермским) диастрофизмом, последний раз перестроившим изотопную систему, базальтоиды были уже изменены пред-

шествующими процессами тектономагматической активизации. Логично предположить, что по крайней мере одним из таких ранних диастрофизмов мог быть раннепалеозойский (каledonский).

Фигуративные точки габроидов не образуют самостоятельной зависимости, но их последние изменения происходили одновременно с базальтоидами. Об этом свидетельствует приуроченность координат двух точек (19 и 36) к базальтоидной изохроне. При включении их в расчет возраст становится рав-

ным 247 ± 36 млн лет, $(^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr})_0 = 0.7119 \pm 10$, СКВО = 28.6. Как видим, параметры прямой изменились незначительно, а большие величины погрешностей обусловлены отклонением точек от прямой, превышающим допустимые пределы, о чем говорит величина СКВО. Строго говоря, это эррохронная зависимость.

Результаты изотопного датирования укрепляют нас в очевидном заключении о молодом (позднепермском?) возрасте наложенной золото-мышьяковой кварцево-сульфидной минерализации.

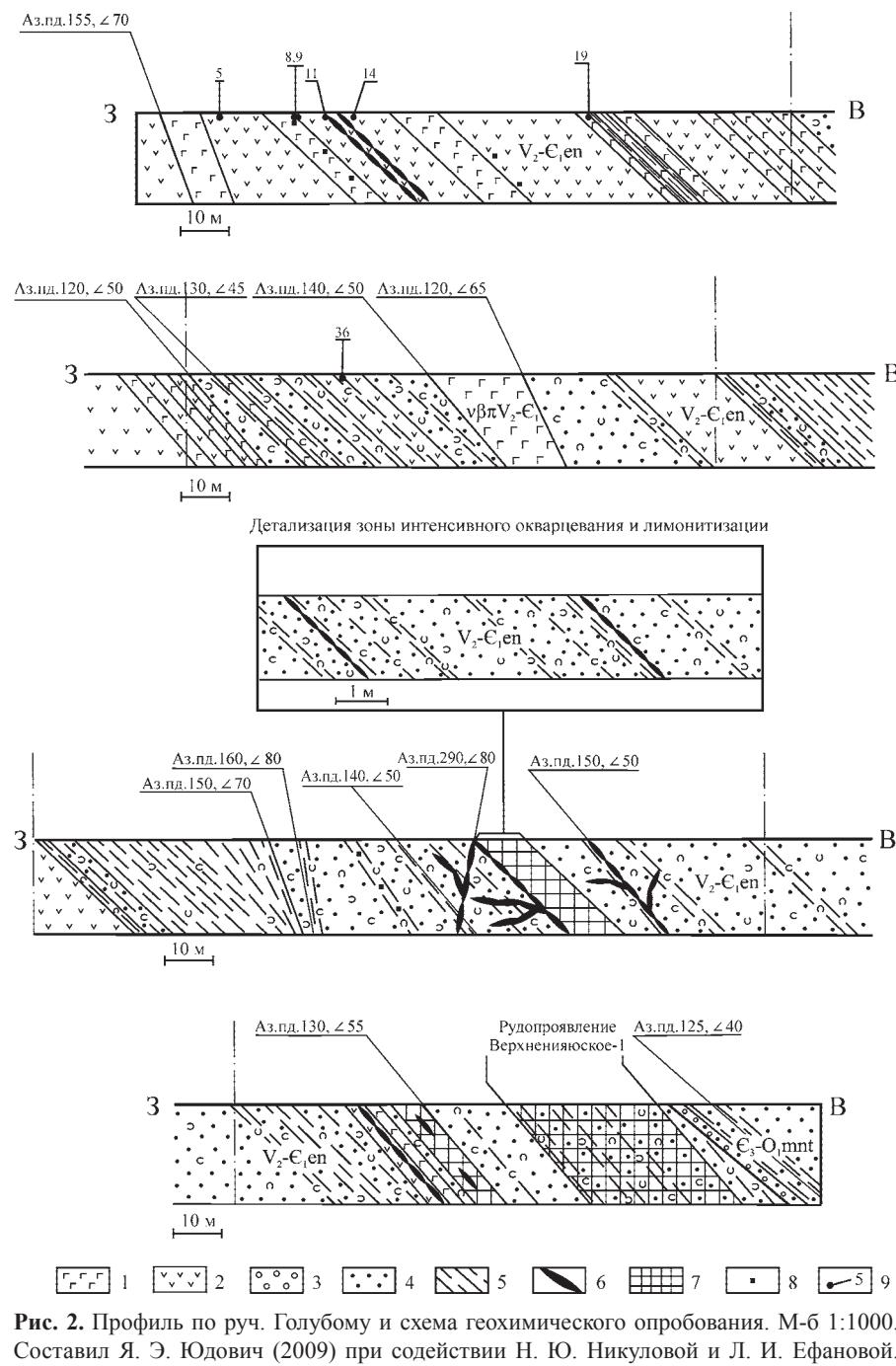


Рис. 2. Профиль по руч. Голубому и схема геохимического опробования. М-б 1:1000. Составил Я. Э. Юдович (2009) при содействии Н. Ю. Никуловой и Л. И. Ефановой.

Показаны только пробы на изотопное датирование.

Условные обозначения: 1 — габроиды; 2 — базальтоиды; 3 — кварцевые гравелиты; 4 — туфопесчаники, туфоалевролиты; 5 — туфосланцы; 6 — кварцевые жилы; 7 — зоны интенсивного окварцевания и сульфидного оруденения; 8 — пиритизация; 9 — точки отбора и номера проб

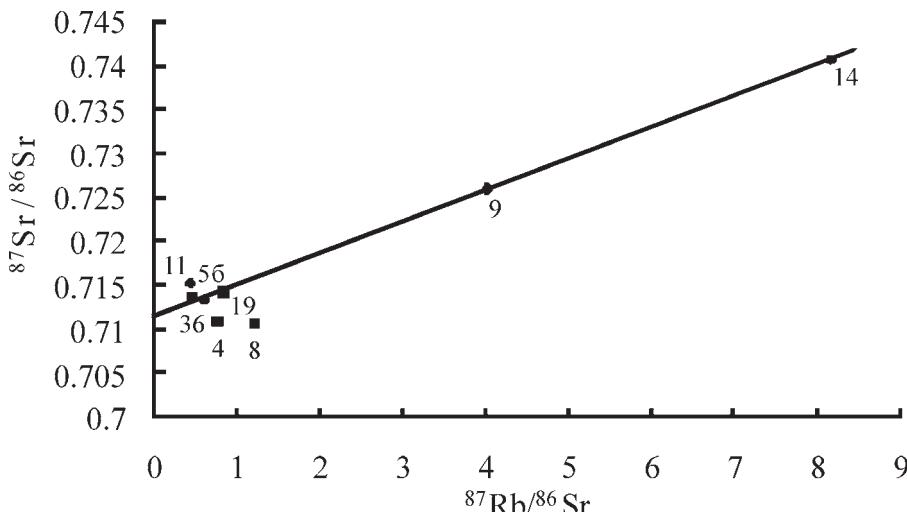


Рис. 3. Rb–Sr изохронная диаграмма для базальтоидов (кружки) и габброидов (квадраты) хр. Манитанырд. Пояснения в тексте

Результаты изотопного анализа рубидия и стронция

Образец	Rb, мкг/г	Sr, мкг/г	$^{87}\text{Rb}/^{86}\text{Sr}$	$^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr} \pm 2\sigma$
<i>Базальтоиды</i>				
IO-08/5б	12.8	63.0	0.590	0.71367 ± 19
IO-08/9	50.8	36.7	4.007	0.72598 ± 20
IO-08/11	26.3	179.7	0.424	0.71547 ± 14
IO-08/14	66.5	23.7	8.149	0.74081 ± 35
<i>Габброиды</i>				
IO-08/4	23.5	88.0	0.774	0.71107 ± 14
IO-08/8	19.8	47.5	1.210	0.71092 ± 10
IO-08/19	89.9	305.8	0.852	0.71418 ± 22
IO-08/36	71.5	459.1	0.451	0.71391 ± 13

Этот вывод подтверждается сопоставимостью полученного возраста с Rb–Sr и Ar–Ar-возрастами жильных минералов, связанных с Au–Pd–P3Э минерализацией в риолитах хр. Малдынырд на Приполярном Урале, также приуроченных к 250 млн лет [3, 4, 5].

Литература

- Микрозондовое исследование гидротермальных пиритов из разреза Верхненяюского рудопроявления (хр. Манитанырд, Полярный Урал) / М. П. Кетрис, Я. Э. Юдович, В. Н. Филиппов и др. // Минералогическая интервенция в микро- и на-
- Первые $^{39}\text{Ar}/^{40}\text{Ar}$ -датировки слюд Au–Pd–P3Э-проявления Чудное (Приполярный Урал) / Г. В. Моралев, А. В. Борисов, С. В. Суренков и др. // Докл. РАН, 2005. Т. 400. № 2. С. 243–246.
- Суренков С. В. Условия образования и источники рудного вещества Au–PGE–REE рудопроявлений Алькасвожской площади (Приполярный Урал): Автореф. дис. ... канд. г.-м. наук. Москва, 2003. 23 с.
- Юдович Я. Э., Кетрис М. П. Основы литохимии. СПб: Наука, 2000. 479 с.
- Литохимия верхнедокембрийских отложений на хр. Манитанырд, Полярный Урал / Я. Э. Юдович, М. П. Кетрис, Н. Ю. и др. // Доклады РАН, 2009 (в печати).
- K. R. Ludwig ISOPLOT for MS-DOS: A plotting and regression program for radiogenic-isotope data, for IBM-PC compatible computers, version 2.00 // USGS Open-File Report 88–557. 1990. 38 p.



Полярный Урал. Фото М. Мартинса



ТРАВЕРТИНО-ТЕРРАСОВЫЙ ТИП ООЛИТОВ (АЛЬПЫ, ШВЕЙЦАРИЯ)

Академик Н. П. Юшкін
yushkin@geo.komisc.ru

Оолиты — сферические минеральные агрегаты концентрически-зонального и радиально-лучистого внутренне-го строения, сложенные карбонатами, окислами железа, марганца и другими минералами с инородным ядром в центре, образующиеся в результате кристаллизации вещества на поверхности твердых частиц или пузырьков газа, вра-щающихся в минералообразующих средах под действием гидродинамических факторов. Природа и строение оолитов многообразны, поэтому они используются как один из популярных модельных объектов онтогенеза минералов, чему в немалой степени способствует возможность наблюдения и изучения процессов современного оолитообра-зования в различных условиях.

Наиболее распространенными типами являются седиментогенные оолиты, формирующиеся в прибрежных зонах морских лагун и соленых озер (их обра-зования мне удалось наблюдать на Большом Соленом озере близ Солт-Лейк-Сити в США) и оолиты из естественных и искусственных подземных полостей, формирование которых происходит под действием падающих с кровли капель высокоминерализованных подземных вод на дне пустот (пещерные и рудничные оолиты или пизолиты, т.н. «пещерный жемчуг»).

Более полувека назад, в 1956 г., мне посчастливилось открыть и изучить большое скопление карбонатных оолитов в одном из квершлагов рудника Шор-Су [4, 5]. С тех пор этот генетиче-ский тип оолитов для меня стал особен-но привлекателен. Мне приходилось изучать оолиты из пещер Китая, Болга-рии, Португалии, из рудников Испании, рудника Палат в Родопах и в других рай-онах [6, 9].

В июне 2009 г., во время биогеоло-гической экскурсии 19-й ежегодной Гольдшмидтовской конференции в Швейцарские Альпы неожиданно уда-лось познакомиться с неизвестным мне ранее и неописанным в литературе поверхностным аналогом пещерных ооли-

тов, образующих скопление у подошвы одной из травертиновых террас.

Травертиновая терраса с оолитами находится в пределах так называемого «Нижнеэнгадинского окна» в слабо метаморфизованные пелагические осадочные отложения бывшего океаниче-ского бассейна Альпийского Тетиса. В бассейне р. Инн эти слои перекрываются гнейсами серпентинитами, на которые в свою очередь налегают осадоч-ные доломиты. В них сформировался карстовый водоносный горизонт, содержащий высокоминерализованные угле-кислые воды магний-кальциевого суль-фатно-гидрокарбонатного состава, вы-ходящие на поверхность в виде много-численных низкотемпературных источ-ников и вскрытых рядом скважин. В со-ставе преобладает кальций и гидрокар-бонат-ион, а также другие анионы и ка-тионы. Встречаются источники и с

необычайно высоким содержанием магния (Лишана), в некоторых присут-ствует закисное железо, интенсивно окисляющееся на выходах под действием аэробных хемолитотрофных бакте-рий и образующее гидроокисные кор-ки, а в переходных зонах — отложения засолы железа и сульфитов.

Травертиновая терраса находится к востоку от г. Скуола в ущелье р. Клозза, одного из левых притоков р. Инн, на правом его берегу в 20 м выше русла (рис. 1). Стенка террасы вертикальная, местами несколько вогнутая, так что над ней образуется небольшой козырек высотой от 2 до 5 м, протяженность около 20 м. Терраса сложена доломитом, на котором сформирован тонкий поч-ченный слой. Вследствие вывалов блоков доломита по системам трещин обра-зуются небольшие пищероподобные ниши. Доломиты водоносны. Из них

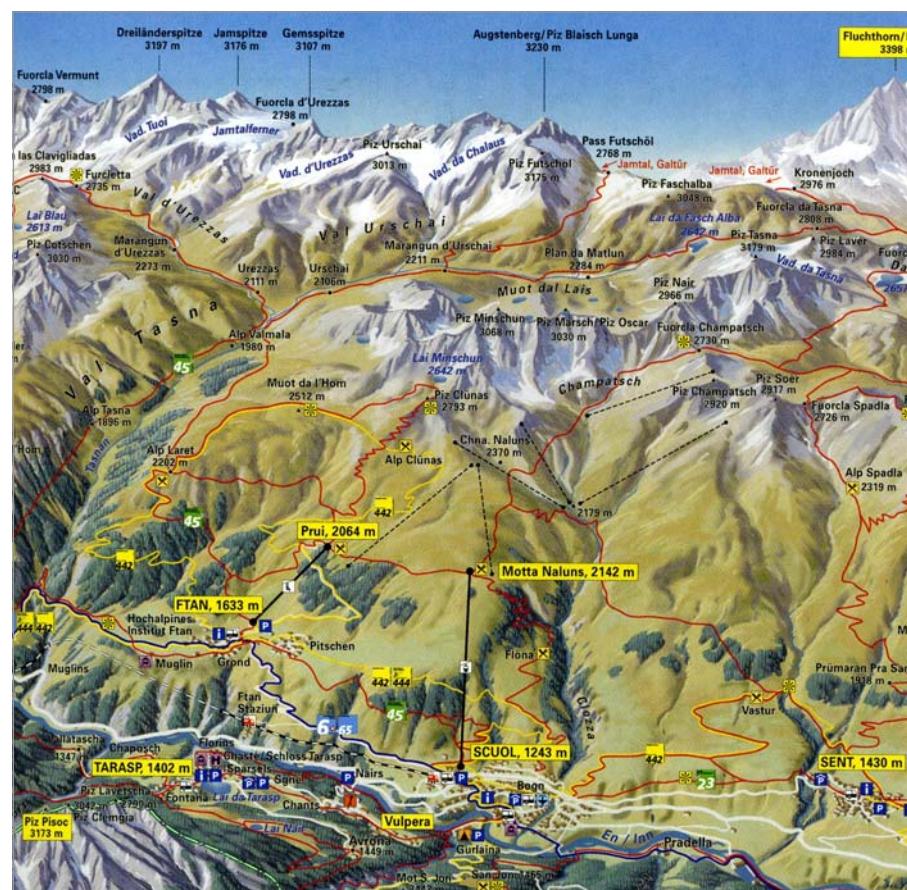


Рис. 1. Альпийская панорама и местоположение травертиновой террасы с оолитами



происходит истекание слабоминерализованных вод в виде подтеков на вертикальных или косых поверхностях и каппежа с нависающим козырьком. Из-за потери водами углекислоты и уравновешивания с CO_2 атмосферы, а также частичного испарения происходит интенсивная кристаллизация карбонатов из просачивающихся растворов формирование натечного карбонатного, в основном кальцитового, травертинового покрова на стенке террасы (рис. 2).

Травертиновый покров по составу, структуре и морфологии аналогичен соответствующим пещерным образованиям. Его основу составляет натечная кора с волноподобной поверхностью (рис. 3, а). Некоторые коровые натеки переходят в кальцитовые занавеси и не-

большие колонны (рис. 3, б). В пещеро-подобных нишах по краям выступов формируется изящная баухрома (рис. 3, в) и другие капельники, включая короткие (до 25 см) сталактиты. Из внутренних каналов некоторых сталактитов свисают длинные зеленые водорослевые нити (рис. 3, г), по которым сочится минерализованный раствор, обеспечивающий продолжение роста сталактитов. Некоторые участки натечной коры покрыты сплошным налетом зеленых водорослей (рис. 2).

Травертиновый покров распространяется и на ступень террасы, находящейся под козырьком, где он представлен многочисленным небольшим, в несколько сантиметров в поперечнике и до 2—3 см глубиной, ванночками,

разделенными сплошными карбонатными перемычками. Ванночки заполняются минерализованной водой, непрерывно падающей в виде капель с кровли ниши и стекающей по стенке. Дно ванночек сплошь покрыто карбонатными оолитами (пизолитами), скопления которых напоминают речные галечники (рис. 4). Форма оолитов самая разнообразная: от близкой к сферической, округло-неправильной изометричной до пластинчатой, стержневой-образной и даже волокноподобной. Она определяется формой кристаллизирующего ядра. Особенностью оолитов любой формы является окружность их поверхности. Размер оолитов колеблется в широких пределах, от нескольких миллиметров до 1.5—2 см; преобладают образования в 3—7 мм. Некоторые оолиты цементированы в карбонатную кору и образуют оолитовый конгломерат.

Оолиты состоят из ядра и карбонатной оболочки более или менее одинаковой толщины во всех направлениях, имеющей концентрически-слоистое строение. Ядра чаще всего представлены обломками доломита, однако встречаются и фрагменты других пород, в том числе магматических, а также кусочки древесины, обломки стеблей растений, насекомые и др. твердые частицы.

Энергодисперсионным и спектральным анализом в оолитах в незначительных количествах обнаружены Si, Al, Fe, Mn, Ti, V, Zr, Cr, Ba, Pb, Cu, Mo, La, Y, Yb. Результаты химических анализов и другие данные свидетельствуют, что оболочка оолитов представлена почти чистым кальцитом.

Концентрически-слоистое строение карбонатной оболочки отчетливо наблюдается в поляризационном микроскопе (рис. 5). Прежде всего, обращает на себя внимание необычно большое по сравнению с другими подобного типа образованиями исключительно тонких слойков. Их насчитываются около сотни. Слойки группируются в чередующиеся светлые и темно окрашенные пачки. Оболочка разных оолитов состоит из 6—10 таких пачек, чаще из 8. Известно [3, 6, 7, 8], что в пещерах и рудниках эти пачки отражают сезонные колебания условий, и каждая пара пачек фиксирует годовой период роста оолита. Если это правило справедливо и для альпийских, то возраст основной их массы 3—5 лет. Он совпадает со временем создания террасы для прокладки туристи-

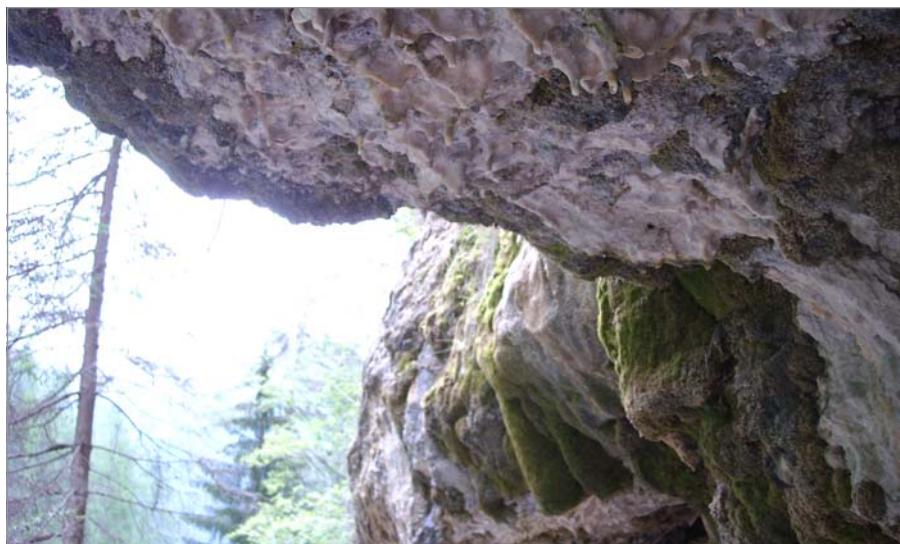


Рис. 2. Стенка травертиновой террасы с нависающим «козырьком»

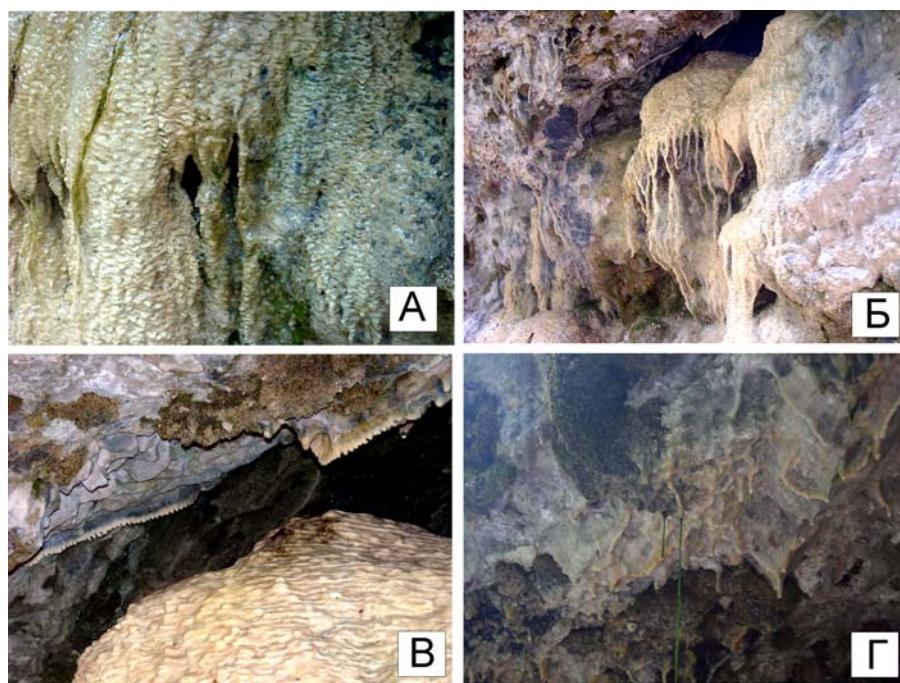


Рис. 3. Карбонатный покров стенки террасы: а — натечная кора; б — занавеси и колонны; в — баухрома; г — сталактиты с нисходящими водорослевыми нитями



**Состав оолитов по данным рентгенофлюoresцентного анализа
(без учета воды и других потерь при прокаливании) следующий, в %:**

компоненты	оолит в целом	карбонатная оболочка
MgO	22.73—33.42	Не обн.
CaO	66.22—76.63	99.00—99.03
SO ₃	0.30—0.55	0.80—0.87
SrO	0.07—0.10	0.13—0.18



Рис. 4. Кальцитовые оолиты (изолиты) на подошве террасы

ческой тропы. Очень интересен самый первый слой, оплетающий ядро оолита. Он, как правило, светлый, не окрашенный или окрашенный слабо. Нижняя граница его не ровная повторяющая форму ядра. Материал этого концентрата заполняет все выбоины и трещины обрастающей поверхности, выравнивая ее, поэтому толщина слоя не равномерна. Верхняя граница резкая и четкая, она задает форму последующим слоям. В результате сглаживания глубоких выбоин ядра в первом и в некоторых последующих слоях образуются своеобразные линзы, заполненные кристаллическим карбонатом (рис. 5, б, г).

Структура тонких концентров спротокристаллическая, более крупных — радиально-лучистая. Некоторые относительно толстые слойки имеют явно кристаллическое брускоподобное строение без закономерной ориентировки индивидов. Они отличаются повышенной пористостью. Самый последний внешний слой, как правило, является друзово- или дендритокристаллическим. Некоторые оолиты вместо обычного изящного тонкослойного строения характеризуются грубослоистой структурой с нерезкими границами концентров, что, вероятно, связано с

более высокой скоростью их формирования.

Явных следов перекристаллизации и иных изменений в оболочках оолитов не наблюдается, но для некоторых из них характерны механические деформации: развитие трещин на круtyх перегибах (рис. 5, в), отслоение концентров (рис. 5, а, б).

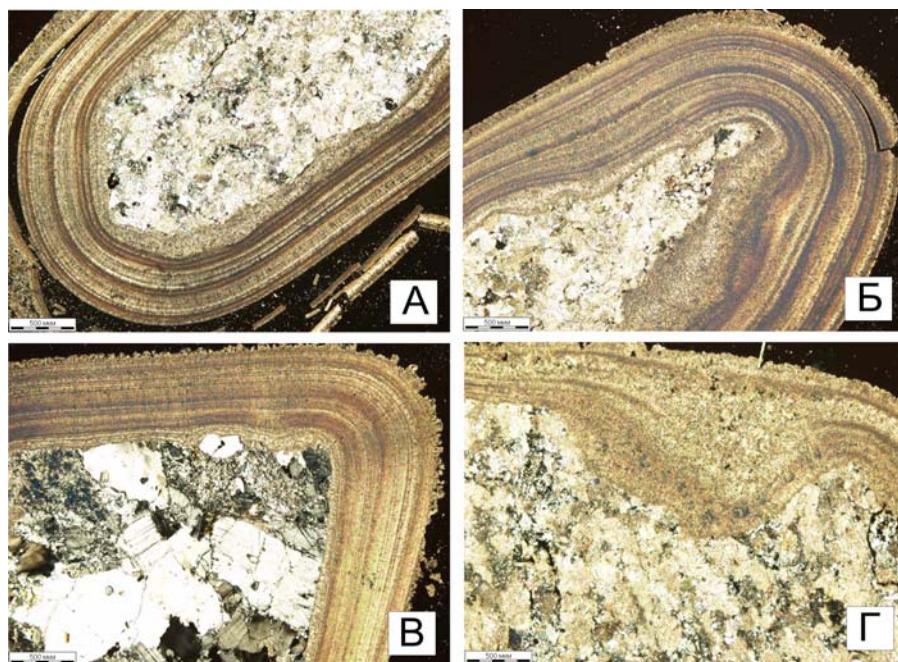


Рис. 5. Шлифы оолитов: а, б, в — концентрически слоистое строение оолитов; г — компенсационная линза в выбоине ядра

Исследование сколов оолитов с помощью сканирующего электронного микроскопа (СЭМ) с энергодисперсионным спектрометром подтверждает данные об их составе и структурных особенностях, полученных другими методами, и позволяет раскрыть более тонкие детали кристаллического строения. Отчетливо проявляется рыхлость, пористость оболочек, как это видно, например, в стержневидном оолите, ядро которого представлено обломком древесины (рис. 6, а, б), а также в небольшом оолите с породным ядром (рис. 6, в, г). Концентры сложены относительно крупными кристалликами, наиболее пористые (рис. 6, г). Слабо удлиненные кристаллики размером в 10—20 мкм, в значительной степени хорошо окристаллизованные, распределяются беспорядочно, без видимой преимущественной ориентировки. Незаполненное веществом пространство между индивидами обуславливает особенно высокую пористость и проницаемость таких слойков (рис. 6, д). Многие концентры имеют поперечно-шестоватое строение с зонами геометрического отбора в основании, что выражается в радиально-лучистой структуре. Пористость в них существенно ниже (рис. 6, г). Внешние слои, как правило, имеют поперечно-шестоватое строение (рис. 6, ж). Субпараллельные удлиненные кристаллы заканчиваются гранными головками, выходящими на поверхность оолита и придающими ей микродрузовый облик (рис. 6, з). В случае формирования последней зоны не



телесными кристаллами, а дендритами, поверхность оолита складывается мозаикой скелетных индивидов (рис. 6, и). Объем пористого пространства в этом варианте значительно увеличивается.

Процесс формирования террасовых оолитов, как уже отмечалось, тот же, что пещерных и рудничных: кристаллизация карбоната вследствие стремления химического состава истекающих из водоносного горизонта растворов к равновесному состоянию в новых условиях, потери углекислоты и частичного испарения избытка карбоната не успевает высадиться на стенах козырька террасной ниши, и его кристаллизация продолжается на подошве в виде карбонатной коры и оолитов под интенсивным капежом. Из-за относительно большого размера преимущественно удлиненной или уплощенной формы растущие оолиты не врашаются под ударами капель, а лишь колеблются. Это и обеспечивает их равномерный рост во всех направлениях, такой же, как в случае вращения.

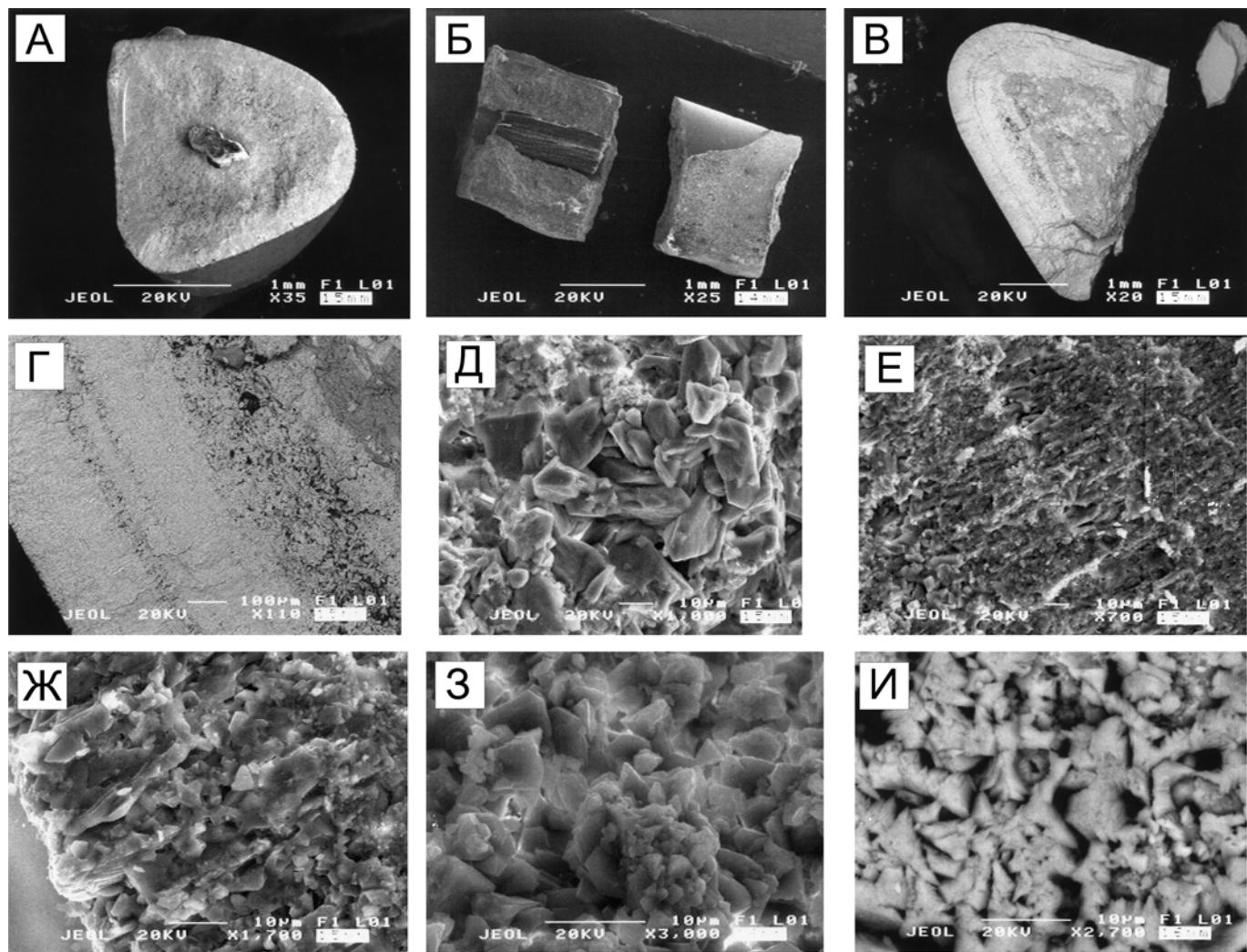


Рис. 6. Оолиты (СЭМ-фотографии): а, б — оолит с обломком древесины в ядре (скол и поверхность); в, г — оолит с породным ядром (видны пористые зоны); д — слой с неупорядоченным ориентированием кристаллами; е — слой с поперечно-шестоватым строением; ж — внешний слой; з, и — выходы кристаллов внешнего слоя на поверхность оолита

В формировании террасных оолитов есть и определенные отличия от их пещерных и рудничных аналогов, связанные с неодинаковыми условиями кристаллизации карбоната. В пещерных и рудничных выработках гидродинамический и аэродинамический режимы относительно стабильны, колебания связаны в основном с сезонными изменениями водопритока и аэрации, в рудниках, кроме того с техногенными факторами (вентиляция). Это определяет четкую макро- и микрослоистость с относительно небольшим числом слоек, с хорошо различимой упорядоченной внутренней структурой.

В полуоткрытой же террасной нише, находящейся в Альпах на высоте более 1300 м, химический состав, температура и истечение подземных вод подвержены весьма интенсивным колебаниям, связанным с атмосферной аэрацией, непрерывными погодными колебаниями не только суточными, но и почасовыми, огромной разницей сезонных условий, разбавлением подземных ра-

створов дождовыми водами, их замерзанием на выходах в морозные сезоны. Временами садка карбоната происходит весьма интенсивно, временами прекращается полностью. Периоды устойчивой кристаллизации карбоната выражаются формированием слоек с крупнокристаллической (брюсовидной) и друзовой структурой, периоды частой смены условий — зон криптокристаллического кальцита, а последствием перерывов в росте, скорее всего, является отслоение концентров.

Таким образом, охарактеризованный процесс оолитообразования в Альпах весьма специфичен, что позволяет выделить, в качестве нового, процесс — *травертино-террасовый*, дополняющий известные ранее *пещерный* и *рудничный* процессы.

Онтогенетический анализ альпийских травертино-террасовых оолитов свидетельствуют и о своеобразии механизма их кристаллизации. Известны три основных кристаллизационных типа оолитов [1, 2, 6]: концентрически-друзовий, сфе-



ролитовый, радиально-дендритовый. В структуре некоторых сложных оолитов можно установить комбинации двух, а то и всех трех типов. Альпийские оолиты представляют еще один, четвертый, тип оолитов — *беспорядочно-кристаллический*; неориентированное распределение индивидов и криптокристаллическое строение некоторых слоев в них являются следствием лавинной кристаллизации карбоната. Конечно, в формировании оолитов присутствуют элементы и других типов, но они не выходят на уровень структурно-определенящих.

Выражаю благодарность руководителю геобиологической экскурсии в Швейцарские Альпы доктору Куруту Ханселманну (Тюбингенский университет, Германия), а также сотрудникам Института геологии Коми НЦ УрО РАН С. Т. Неве-

рову, А. А. Соболевой, В. Н. Филиппову и др. за помощь в исследованиях.

Исследования поддержаны грантом Президента РФ НШ 1014.2008.5, программами фундаментальных исследований Президиума РАН № 15, 20 и Отделения наук о Земле РАН, проектами с СО и ДВО РАН.

Литература

1. Григорьев Д. П. Онтогения минералов. Львов: Изд-во ЛГУ, 1961. 284 с.
2. Григорьев Д. П., Жабин А. Г. Онтогения минералов. Индивиды. М.: Наука, 1975.
3. Максимович Г. А. Кальцитовые оолиты, пизолиты и конкреции пещер и рудников // ЗВМО, 1955. № 1. С. 74—78.
4. Скиба Н. С., Юшкун Н. П. Кальцитовые оолиты рудника Шор-Су // Записки Киргизского отделения ВМО, 1961.

Вып. 2. С. 111—123.

5. Юшкун Н. П. Отложения в горных выработках Шорсуйского рудника // Пещеры, 1972. Вып. 12—13. С. 10—21.

6. Юшкун Н. П. Кальцитовые оолиты флюоритового рудника Палат, Болгария // Сыктывкарский минералогический сборник (Тр. Ин-та геологии Коми НЦ УрО РАН. Вып. 110). Сыктывкар, 2002. № 32. С. 79—98.

7. Mackin J. H., Coombs H. A. An occurrence of «Cave Pearls» in a mine in Idaho // Journ. Geol., 1945. V. 53. N 1. P. 58—65.

8. Viehmann I. Note surdes perles de caverne particulières // Bull. Soc. Geogr. Liege, 1993. 29. P. 103—107.

9. Yushkin N. P. New radial dendritic type oolites: constitution and crystallization evolutions // 19th General Meeting of the International Mineralogical Association. Program and Abstracts. Kobe, 2006. P. 174.

ЧЕЛОВЕК ДЕЛЕКАТНЫЙ, СПОКОЙНЫЙ, ПОРЯДОЧНЫЙ (К юбилею Л. И. Павлюк)

В июле 2009 года отпраздновала свой юбилей Лариса Ивановна Павлюк — бывшая наша сотрудница, химик-аналитик, ныне работающая пенсионерка, 25 лет проработавшая в химико-аналитической группе Института геологии Коми НЦ УрО РАН. На праздник пришли самые близкие люди — родные, друзья, бывшие и теперешние коллеги Ларисы Ивановны, говорили хорошие и добрые слова, вспоминали самые значительные события жизни юбиляра, рассказывали о наиболее ярких впечатлениях от общения с ней. Лариса Ивановна увлеченно и тепло вспоминала о работе в лаборатории, сотрудниках и друзьях.

Павлюк Лариса Ивановна окончила Кomi государственный пединститут в 1967 г. по специальности учителя химии и биологии. Два года отработала в глубинке, а в 1969 г. пришла в наш институт, в химико-аналитическую группу. Вернее сказать, вернулась, потому что до поступления в пединститут она некоторое время проработала в Институте геологии, занималась споро-пыльцевым анализом. Вернулась почти на 25 лет, была сначала лаборантом, затем техником, инженером, химиком I категории. Главным учителем в освоении профессии химика-аналитика был Лев Петрович Павлов, многолетний руководитель химико-аналитической группы. Он учил своих подопечных азам лабораторной техники, аккуратности и скрупулез-

ности в работе. «Трудолюбивая, исполнительная и дисциплинированная» (из характеристики, написанной Л. П. Павловым в 1982 г.), Лариса Ивановна освоила не только карбонатный и силикатный анализы горных пород. Ей, тогда еще старшему технику, поручили отработать методику определения низких



содержаний ванадия и хрома из одной навески, а решать методические задачи способны специалисты любознательные, терпеливые, опытные. Вполне естественно, что Лариса Ивановна успешно освоила выполнение полных химических анализов сложных пород, например, с повышенным содержанием фосфора, марганца. Она неоднократно уча-

ствовала в аттестационных анализах стандартных образцов.

За 25 лет работы в институте Лариса Ивановна проанализировала около 3 тысяч проб в пересчете на 14-компонентный силикатный анализ. Конечно, у нас есть люди, проработавшие в институте 40 и более лет. Но Лариса Ивановна сделала свой выбор в пользу семьи и, выйдя на пенсию, посвятила себя заботам о муже, дочери и маленькой внучке. Правда, вскоре она снова устроилась на работу гардеробщицей в драмтеатр. Дом, он и есть дом, а душа просит общения, новых знакомств и впечатлений, да и деньги лишними не бывают. Как только у нее хватает сил и времени на семью, работу, дачу?! Сегодня Лариса Ивановна имеет звание не только жены, матери и двухкратной бабушки, но и прабабушки. Она продолжает работать, правда, ее переманили в другое место. Лариса Ивановна не забывает своих коллег-химиков, приходит на праздники и в будни. Ее визитная карточка — это доброжелательность, скромность и улыбчивость. Человек деликатный, спокойный, порядочный, она пользуется большим уважением среди бывших и нынешних коллег.

Мы желаем Ларисе Ивановне семейного благополучия, долголетия, счастья и удачи в жизни!

От имени сотрудников лаборатории ХМС Т. Тарасова



ОТ ЮЖНЫХ АПЕННИН ДО ШВЕЙЦАРСКИХ АЛЬП

ЗАМЕТКИ С МЕЖДУНАРОДНЫХ НАУЧНЫХ ВСТРЕЧ



Лето 2009 г., как и в другие годы, было насыщено обилием международных съездов, конференций, симпозиумов по всем геонаучным направлениям, и сотрудники нашего Института по сложившейся традиции активно участвовали в их работе, представляя на обсуждении материалы своих исследований. Мне с коллегами удалось принять участие в двух следующих одна за другой конференциях в Италии и Швейцарии, пребывая за рубежом более половины июня. Кроме того, были две недельные научные командировки в Беларусь и на Украину.

XIV Международная конференция

по глинам

(Кастелланета Марина, Италия,

14–20 июня)

Одним из стимулов участия в этой конференции было внимание ее оргкомитета к некоторым нашим докладам на 33-м Международном геологическом конгрессе в Осло, где представитель оргкомитета передал докладчикам проспекты конференции по глинам и записочки о том, что эти материалы было бы интересно обсудить на ней. Тематика конференции оказалась в поле наших исследований, и мы представили свои доклады и собрали разные грантовые и спонсорские средства для поездки в Италию. Вечером 13 июня мы были уже в Кастелланете Марина, совершив долгий путь на самолетах и автобусе.

Кастелланета Марина — это небольшой городок на берегу Ионического моря, официальный адрес конференции. Работа же проходила в Новой Йардинии в огромном гостиничном комплексе, созданный для массовых научных, культурных, деловых и политических встреч и др. мероприятий. Комплекс расположен в 70 км к югу от г. Бари, где находится ближайший международный аэропорт. А дальше автотранспортом, в основном автобусами. Комплекс окружен ирригационными каналами, высокими заборами, строго охраняется и существует автономно и самообеспеченно. Он утопает в зелени. Здесь нет ни магазинов, ни сувенирных ларьков, но можно съездить на рейсовом автобусе или на гостиничных машинах к морю, до которого езды не более десяти минут.

Наша группа состояла из 9 человек. Кроме меня в нее входили чл.-корр. РАН



Делегация Института геологии на XIV ICC

Слева направо: О. Б. Котова, Д. А. Шушков, О. Котов, Н. П. Юшкин, А. Ю. Лысюк, Ю. С. Симакова, Г. А. Лысюк, Т. С. Асхабова, А. М. Асхабов

А. М. Асхабов, д. г.-м. н. О. Б. Котова, к. г.-м. н. Г. А. Лысюк, к. г.-м. н. Ю. С. Симакова, м. н. с. А. Ю. Лысюк, к. г.-м. н. Д. А. Шушков, а также два сопровождающих лица — Т. С. Асхабова и Олег Котов. Наиболее впечатляющая группа из одного российского института, а всего российских участников было 17 человек — 7 мужчин и 10 женщин. Общее же число принявших участие в конференции — 654 человека из 49 стран, хотя зарегистрировалось значительно больше. Многие, оплатившие участие, а их было 30, не смогли прибыть в связи с медицинскими и визовыми проблемами. Профессиональные ученые составили 78 %, студенты, аспиранты, докторанты — 22 %. Любопытно, что среди студентов почти одинаковое количество женщин (47 %) и мужчин (53 %), а у профессионалов резко преобладают мужчины (70 %). С возрастом женщи-

ны уходят из геологической среды в быт или другие сферы деятельности. Особенно это характерно для наиболее развитых стран (США, Франции, Германии, Италии, Японии и др.), но в России, Бразилии, Аргентине, Испании, Швеции, Таиланде наука о глинах имеет женское лицо.

Лидирующую пятерку по числу участников составили Италия, Франция, Испания, США, Япония. Россия разделила 10 и 11 места с Бразилией. Такая пассивность россиян вызывает изумление. Минералогия глин в Советском Союзе и России всегда была одним из ведущих направлений, школа минералогов-глинщиков является широко известной и авторитетной в мире. У нас часто проводятся Международные совещания по глинам, в том числе крупная конференция состоится и в этом году. Вероятно, мы



не очень плодотворно сотрудничаем с Международной ассоциацией исследователей глин (AIPCA), хотя в период с 1969 по 1972 гг. ее президентом был академик Ф. В. Чухров. Тем не менее, в России не было проведено ни одной конференции под эгидой этой ассоциации. Ради справедливости следует отметить, что россиян среди участников было в несколько раз больше, но они представили другие страны, где находятся на стажировках или в роли научных гастробайтеров. Обращает на себя внимание суперактивное участие на этой и иных конференциях иранцев, в том числе и иранок. Многие из них являются студентами или стажерами из других стран. Очевидно, что Иран реализует масштабную программу научной профессионализации нации, также как и некоторые страны, например, Малайзия.

Конференция проходила под девизом «Micro et Nano: Scientiae Mare Magnum», поэтому ультрадисперсное состояние глинистых минералов и связанные с ним физико-химические и технологические явления составляли ее главную идеологическую направленность. Впрочем, исследования на микро- и наноразмерном уровнях всегда были характерны для глинистых минералов, индивиды которых отличаются ультрадисперсностью, и современная наноминералогия в значительной степени исходит из минералогии глин.

Структура конференции слагалась из 8 главных проблемных направлений, каждое из которых охватывало от 2 до 10 крупных проблем (всего их 95):

- био-глинистые взаимодействия и образование жизни;
- керамики и инженеринг (в это направление включены все аспекты от археологии, культурного наследования, коллоидов, реологии до модифицирования глин и индустрии керамических материалов);

- геология и геохимия (глины в геологических процессах, бентониты, ассоциации глинистых минералов в мел-палеоценовом и палеоцен-эоценовом гравийных событиях, минералы глин как индикаторы климатических изменений);

- здоровье и среда обитания (вредные и полезные минералы, применение в медицине, экологии, очистке и консервации радиоактивных и др. вредных отходов, и т. п.);

- минералогия и кристаллография;
- нано и пористые материалы (функциональные нанопленки, молекуляр-



В зале заседаний

ные суга, катализаторы, цеолиты, полимерно-глинистые нанокомпозиты, самоорганизация глинистых частиц отnano до макро, и пр.);

- почвы и осадки;

- прочие проблемы (обучение, общие вопросы).

Как видно, программа весьма многоохватывающая. Она реализовалась, как обычно, через устные и демонстрационные сессии, а также включала 6 пленарных лекций с аналитическими обзорами отдельных проблем. Тезисы более 1000 докладов были опуб-

Все направления были интересны, но мы, естественно, избирали соответствующие нашим профессиональным целям. Меня, в частности, кроме общих проблем, привлекало все, что связано с ролью глин в биомолекулярном синтезе, с происхождением жизни, биоминеральными взаимодействиями, медицинской минералогией.

Я представил доклад «Простейшая биомодельная система: природный гель — монтмориллонит», в котором привел результаты многолетних исследований и экспериментов по естественной



Один из уголков Новой Йардинии

ликованы в двух томах материалов конференции¹, которые всесторонне отражают современное состояние науки о глинах.

и стимулированной структурной и биоминеральной трансформации монтмориллонитового геля из флюоритового месторождения Палат в Болгарии, о синтезе и селекции в нем биомолекул, а также изложение своего представления об abiогенной концепции минерального организмобиоза. Доклад был включен в программу первого заседания

¹ Micro et Nano: Scientiae Mare Magnum. XIV International Clay Conference. Castellaneta Marina — Italy. June 14—20, 2009. Book of Abstract. V.I, 603 p. V.II, 693 p.



В перерыве между заседаниями

сессии: «Глины и биомолекулы: от образования жизни до медицинских приложений». Прочел я его перед обедом 14 июня в небольшом Иллитовом² зале, где многим пришлось слушать его стоя у стен и в проходах.

В этот же день О. Котова в Пурпурном зале сделала доклад «Физика и химия поверхности глин». Были продемонстрированы доклады А. Асхабова и Д. Камашева «Природа первичных частиц и механизм самосборки структурных блоков опалоподобных материалов», Г. Лысюк и А. Лысюк «Минералогия железомарганцевых конкреций из шельфовой зоны Балтийского моря», О. Котовой и Д. Шушкова «Анальцим-содержащие породы Тимана: состав, свойства, применение», Ю. Симаковой «Кора выветривания на предуралах (бедамельская формация), Полярный Урал». Все доклады привлекали внимание участников.

В этой заметке невозможно дать общий анализ современного состояния науки о глинах. Ограничусь лишь некоторыми моими впечатлениями. Главную особенность «глинологии», проявившуюся на последней конференции, составляет глобальная биогеосферность, т. е. концентрация исследований на глинах как объекте биологических взаимодействий, синтез всей информации для создания новых обобщающих концепций, новых технологий, на улуч-

шение здоровья человека и комфортности среды его обитания.

Информативность и научный уровень докладов были самые различные. Даже пленарные лекции, имевшие заказной характер, видимо из-за не всегда удачного выбора лекторов, порой несли значительный оттенок субъективности. Как правило, наиболее высокий научный уровень имели доклады интернациональных коллективов, особенно тех, в которых участвовали или лидировали японцы. В представлении материалов на крупные конференции в последнее время утвердилась такая тенденция: на пленарное, или секционное заседание выносится доклад большого коллектива авторов, работающих над одной проблемой, а потом отдельные авторы или их группы делают индивидуальные доклады, каждый по своим разработкам, повторяют в чуть измененном виде на стендах. Далее едут тем же или немного измененным составом на следующую, близкую по тематике, конференцию. Во всяком случае, на Гольдшмидтовской конференции в Давосе повторялось много докладов, прослушанных нами в Новой Йардинии. Такой активностью достигается широкая популяризация результатов исследовательского коллектива, и набираются публикации и презентации, учет которых за рубежом, как и в России, имеет

большое значение для карьерного роста. У меня вызывает недоумение, а порой и раздражение игнорирование в докладах зарубежных, особенно американских авторов, трудов предшественников, даже тех, чьи идеи они развивают. Я ни разу не услышал на сессиях по происхождению жизни имен Д. Бернала, А. Дж. Кернс-Смита, не говоря уже о российских ученых, выдвинувших и развивших идею биостартовой роли глинистых минералов, создавших фундаментальные труды. Американцы все, что старше трех лет, считают археологией: нас же всегда учили начинать отчеты и публикации с исторического очерка, как и доклады с истории вопроса.

Главная претензионная цель конференции по глинам — охватить безбрежный мир микро- и наночастиц океаном наук, несомненно, была достигнута. Вряд ли у кого осталось неудовлетворение от этого форума, каждый в нем нашел область своих интересов. Исследования нашего института по глинам, как мы убедились, всегда велись на мировом уровне и в актуальных направлениях. К сожалению, после ухода в мир иной В. А. Хлыбова, В. В. Беляева, отхода от этих проблем ряда геологов и литологов, отсутствия лидерства, мы теряем «глинистое» направление. Над этим надо задуматься. Глины не только неисчерпаемый объект разнообразных исследований, но и полезное ископаемое номер один.

Конференция была организована великолепно. Не случалось никаких сбоев, недоразумений. Организаторы внимательно опекали участников и на деловых мероприятиях, и в быту, и на отдыхе. Были организованы интереснейшие экскурсии в своеобразные места Южной Италии — Матеру и Альберобеллу, предлагался большой перечень платных экскурсий. К услугам участников было все великолепие комплекса: завтраки, обеды и ужины без ограничения в выборе блюд, тематические вечера, концерты, бассейны с морской водой. Хотелось бы еще раз вернуться в этот райский уголок, в Новую Йардинию.

² На время конференции залы главного корпуса Calane получили специальные названия: Каолинитовый (самый большой, где проходили пленарные и секционные заседания), Иллитовый, Дикитовый. В корпусе Alborea располагались цветные залы: Красный, Пурпурный, Голубой, Оранжевый, Белый. На заседаниях дежурили элегантные девушки ростом не менее 1.8 м в черных костюмах, вероятно из модельных агентств, которые подносили микрофоны задающим вопросы или дискутирующим с докладчиками, закрывали и открывали двери. Они целыми днями держались в строгих позах, ни на минуту не расслабляясь, не отвлекаясь, не переговариваясь. А с участниками работали молоденькие низкорослые, очень шустрые девочки в красном, скорее всего студентки, которые разводили участников конференции по гостиничным номерам, дежурили у регистрационных столов, у входа в ресторан, исполняли всевозможные просьбы, давали справки.



XIX ежегодная Гольдшмидтовская конференция [Давос, Швейцария, 21–26 июня]

Вторым этапом нашего европейского научного турне стал Давос, где проходила очередная Гольдшмидтовская геохимическая конференция. Наша группа переезжала на нее почти в том же «итальянском» составе, только вернулись в Россию Ю. С. Симакова и Д. А. Шушков, но добавились И. В. Козырева, добиравшаяся из Сыктывкара, и А. В. Понарядов, прибывший из Венгрии, где он работает по международной программе. Меня, кроме научного интереса, в Давос привела необходимость участия в заседании Совета Международной минералогической ассоциации, в которой я состою вице-президентом. Заседания очень ответственные, так как мы готовим 20-й съезд ММА в Будапеште, Венгрия, 23—27 августа 2010 г. С подобной миссией я участвовал и в работе двух предыдущих конференций в Москве, штат Айдахо, США, и в Ванкувере, Канада.

Добирались мы до Давоса долго и сложно через Бари, Милан, Лозанну, Цюрих с шестью пересадками. Торопились и волновались на задержках, поскольку некоторые из нас должны были успеть к утру 21 июня для участия в геобиологической экскурсии в Швейцарские Альпы. Прибыли к полуночи, поселились в Wald Hotel, расположенном выше всех давосских отелей, а в 7 ч 30 мин следующего утра были уже в экскурсионном автобусе, отправлявшемся от железнодорожного вокзала.

Экскурсия была замечательной. Под руководством Курта Хансельманна и его помощников мы пробивались сквозь пургу по заснеженным перевалам, скатывались по горным дорогам в долины бурных рек, карабкались по узким тропкам на горные склоны и в ущелья. Основным объектом экскурсии были минеральные источники и процессы современного минералообразования в них, бактериальная деятельность. Многие подобные явления я наблюдал и в Средней Азии, и в Арктике, но здесь был поражен формированием карбонатных оолитов, подобных пещерным, на открытой травертиновой террасе. Собрал материал для исследования этого нового типа оолитообразования. Вернулись, естественно, поздно и не успели к началу регистрации и на приветственный прием на знаменитом

ледяном стадионе. Зарегистрировались на следующий день и сразу же включились в работу конференции, начавшуюся официальными приветствиями организаторов и пленарной лекции Марка Харрисона о коро-водных взаимодействиях.

Сориентировавшись в программе конференции, которая охватывает, как подчеркнуто в анонсе оргкомитета, «геохимию во всем ее разнообразии», выходя далеко за пределы геонаук. Для обсуждения было выдвинуто 20 тем, включающих:

- геосфера геохимия;
- границы раздела и интерфацальный взаимодействия отnano- до континентальных масштабов;
- природные, в первую очередь минеральные, ресурсы Земли;
- взаимодействие человека и среды обитания, изменения климата, экстремальная экология («жизнь на лезвии»);
- биогеохимия, геомикробиология;
- технические и методические достижения и перспективы;



Открытие конференции

— космогеохимические процессы от небулярной стадии до формирования планет, сравнительную планетологию, развитие Земли, ее глубинное строение, тектонику, геодинамику, эволюцию земной поверхности как среды обитания организмов;

— генеральные проблемы геохимии.

В каждой из 20 тем были конкретизированы отдельные проблемы, составившие тематику 127 сессий, заседания которых были разбросаны по всему Давосу, так что приходилось постоянно





Наши в Давосе. Слева направо: А. М. Асхабов, И. В. Козырева, Т. С. Асхабова, Н. П. Юшкин, О. Б. Котова, А. Ю. Лысюк, Г. Н. Лысюк

но мигрировать между гостиничными комплексами. На конференцию было заявлено более 3000 докладов, тезисы почти всех их опубликованы в специальном выпуске «*Geochimica et Cosmochimica Acta*»³, по которому можно проанализировать состояние достижений всех направлений современной геохимии. Это сделал, например, по интересующим и разрабатываемым им проблемам Я. Э. Юдович, обстоятельный аналитический очерк которого опубликован в этом журнале *Вестника* Института геологии.

В работе давосской Гольдшмидтовской конференции участвовали около

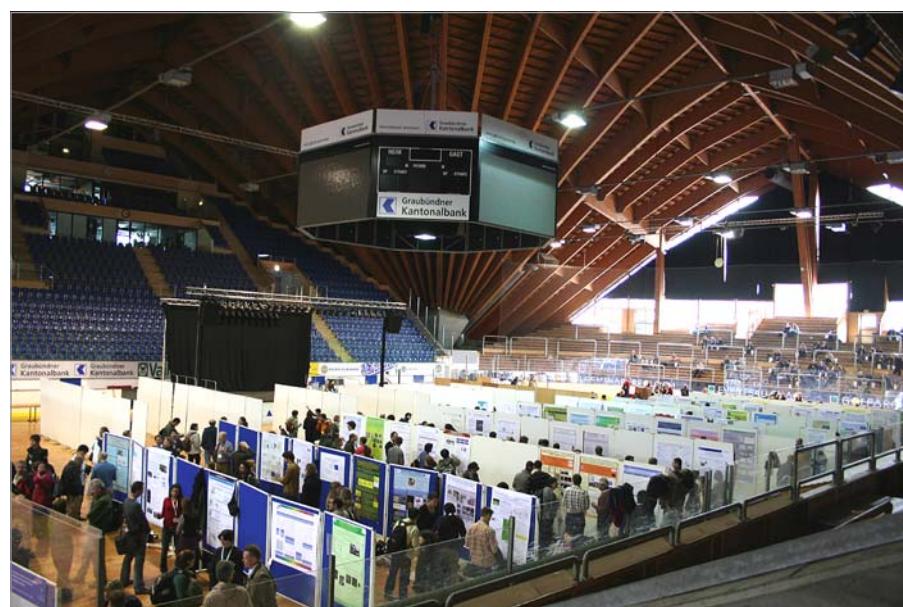
Германия, Великобритания, Швейцария, Франция, Китай. Россию представляли 75 «чисто российских» участников и неизвестное, но очень большое, число российских иностранцев, поскольку русская речь звучала везде.

Участие нашего института в реализации программы конференции началось в первый же день первым выступлением А. Понарядова на сессии «Геохимические свойства нанопор и наночастиц», на которую мы едва успели с церемонии открытия. Свой доклад «Синтез и свойства наноструктурированных титановых минералов» он прочитал блестяще, убедительно, даже ар-

тизация формирования наночастиц и кристаллов», И. Козырева, И. Швецова, Я. Юдович «Генетические типы серицитолитов на Приполярном Урале», О. Котова, Е. Тропников «Поверхность минералов: от эпигексии углерода до трансформации органики», Г. Лысюк, А. Лысюк «Минералогия и геохимия железомарганцевых конкреций Балтийского моря», Н. Юшкин «Эпигенетическая минерализация мумифицированной кожи пермского стегоцефала».

Из-за занятости в совете MMA я не мог выставить устный доклад и в стендовом попытался продемонстрировать выдающееся открытие, сделанное в 1948 г. репрессированным геологом Г. А. Дмитриевым в Интинском угольном месторождении, захоронения раннепермских земноводных — интазух. Немногим позднее другой ссыльный после фашистского плена геолог Ю. Н. Приходько нашел скопления мумифицированной кожи стегоцефалов. Среди советских геологов эти находки стали сенсационными, их исследованием занимались великие палеонтологи И. А. Ефремов, Р. Ф. Геккер и др., большие исследовательские коллективы. К сожалению, мировым объектом интинский феномен не стал из-за режимных ограничений, а сейчас до захоронений не добраться: подземные выработки ликвидированы. Изучая процессы фосилизации, я увлекся мумификацией и много лет изучал фрагменты кожи стегоцефала из сборов Ю. Н. Приходько. И эти результаты привел на своем стенде. Материалами многие интересовались, во всяком случае, все демонстрационные листовки были выбраны.

Гольдшмидтовская конференция в Давосе была грандиозным форумом, включающим кроме научной программы множество деловых встреч, массовых мероприятий, социальных событий, многодневных и кратких экскурсий, заседаний ассоциированных организаций, вручения научных наград. Участники конференции могли совершать экскурсии по Давосу и в окрестностях Давоса, подниматься в горы по канатным дорогам, посещать музеи, осматривать достопримечательности. Давос — красивый и уютный городок, зажатый горами в неширокой долине, предназначенный с давних времен для привлечения туристов и отдыхающих. Гостей здесь всегда больше, чем коренных жителей, обслужив в отели, и другие общественные центры приезжают из окрестных селений. Только вот погода не



Стендовая сессия в Ледовом дворце

2800 делегатов (в прошлом году в Ванкувере 2070), а вместе с обслужкой высставок и студентами-помощниками — более 3000. Странами-лидерами оказа-

тистично и четко ответил на многочисленные вопросы.

Все другие доклады были стендовыми: А. Асхабов «Кватаронная концеп-

³ *Geochimica et Cosmochimica Acta*. June, 2009. V.73 #13S. 1589 p.



Академик Н. П. Юшкин и профессор Г. Г. Маленков (ИФХЭ им. А. Н. Фрумкина)

очень комфортная. Когда мы приехали, было минус 3 °С, ночами в горах валил снег. Даже в самые жаркие дни температура не поднималась выше 20°.

Что касается научного содержания конференции, то оно было весьма ин-

формативным, хотя в Ванкувере представлялось значительно больше новых эвристических материалов о космическом веществе, об экзотических минералообразующих процессах, о натуральных моделях минералообразующих си-



У одного из минеральных источников



Швейцарские Альпы

стем. В Давосе явно господствовала экологическая геохимия, в которой за прошедший год сделан мощный рывок. Например, аэрозольная миграция вещества сейчас представляется глобально и детально, как правило, в количественных оценках. Впечатляют и новые биогеохимические данные. Меня восхитили, например, исследования чешских ученых Яна Боровички, Зданека Ранды и их коллег по концентрации металлов в макрорифах. Кроме того, что грибы являются надежными геохимическими индикаторами природных и техногенных аномалий, они могут представлять и утилитарный интерес. Содержание серебра в них в 800—2500 раз выше, чем в почвах, они характеризуются как гипераккумуляторы не только благородных, но и многих др. элементов.

В большом количестве представлялось нового материала по биоминералогии, но вот многочисленные доклады об участии микроорганизмов в минералообразовании не произвели на меня сильного впечатления. Они были красиво представлены, насыщены современной аналитикой, но эвристичности в них было мало. Если привести в соответствие старую и новую терминологию, то они повторяют и уточняют достижения геомикробиологической школы С. И. Кузнецова 60-х гг. прошлого века. Более того, тогда давалась количественная оценка скорости процессов с помощью меченых атомов, которых сейчас исследователи панически боятся. С большим вниманием и интересом слушал методические доклады на сессии о современных и буду-



Альпийская деревня



ших миссиях обнаружения жизни в Солнечной системе. Сообщалось об уникальных приборных разработках, например, о дистанционном анализе органики рамановской спектроскопией на расстоянии до 150 м. Жаль, что российские ученые не представляли

свои разработки. У нас тоже есть что показать и чем удивить.

Следующая Гольдшмидтовская конференция пройдет 14—18 июня 2010 г. в г. Кноксвилле, штат Теннеси, США. Ее девиз: «Земля, энергия, среда обитания».

Возвратились мы домой из европейского вояжа опять на перекладных по маршруту Давос—Цюрих—Дюссельдорф—Москва—Сыктывкар вполне удовлетворенными результатами работы на этих научных форумах.

Академик Н. Юшкин

МИКРО- И НАНОМИР В СВЕТЕ СОВРЕМЕННЫХ МЕТОДОВ И ТЕХНОЛОГИЙ

Первые попытки международного сотрудничества в области глинистых полезных ископаемых отмечены в истории Международная ассоциация глин (AISA), членами которой стали чл.-кор. РАН А. М. Асхабов, д. г.-м. н. О. Б. Котова, к. г.-м. г. Г. Н. Лысюк, на Международном конгрессе по почвам в Амстердаме в 1950 г. Хотя в исторической справке материалов XIV Международного конгресса по глинам сказано, что «на 18 Международном геологическом конгрессе в Лондоне специалисты по глинам решили объединиться и сформировать международные группы, комитет международной ассоциации — CIPEA». В 1963 г. на конференции в Копенгагене комитет CIPEA предложил организовать свою конференцию в Стокгольме, которая стала первой Международной конференцией по глинам. С тех пор на Международных конференциях по этой теме среди прочих проблем рассматривались изменения номенклатуры. Проходили они раз в четыре года в разных странах мира, причем президентом был не обязательно от страны проведения конференции. Так, в 1969—1972 гг. этот пост занимал академик Ф. В. Чухров из России (СССР). Научная программа XIV Международного конгресса по глинам охватила практически все современные проблемы: от зарождения жизни до применения в медицине, глины в археологии и культурное наследие; глины в геологических процессах; кристаллохимия и структура глин; взаимодействия между глинами и органическими и неорганическими загрязнителями, глинистые нанокомпозиты, глинистые минералы и внешняя среда обитания, и т. д.

На конференции практически не было направлений и секций, в докладах которых не упоминалось бы приставка нано-, включая достаточно большое направление МС — минералогия и кри-

сталлография, которое включало восемь секций.

Заседания этого направления проходили в течение нескольких дней: устные — в Пурпурном зале, стеновые — в специально отведенном помещении. Пурпурный зал — это часть комфортабельного гостиничного комплекса курортной зоны Новой Йардинии с бассейнами и живописной природой. Приятно было оказаться в зале, где работали кондиционеры после «африкан-

пример, Al и Mg), а также их генезис. В докладах достаточно много внимания уделялось приборным возможностям, включая идентификацию и выявление физико-химических свойств синтезированных и природных нанообъектов и явлений.

Свойства исследованных глин изучались с помощью физической сорбции азота при 77 К или хемосорбции, включая высокие температуры, использовалась инфракрасная спектро-



Давос летом

ской» жары Кастелланеты Марины (местность находится почти на широте Африки и природа практически африканская: пальмы, кактусы, различные виды акаций, азалий...).

В прохладном Пурпурном зале ощущалась геологическая значимость минералогии и кристаллографии глин, а из выступлений докладчиков и слушателей становилось очевидным, что данное направление остается актуальным объектом для исследований и дискуссий. Особый интерес, кроме номенклатуры, представляли структура и свойства глинистых минералов с избыточным содержанием компонентов (на-

скопия, термический дифференциальный анализ, ядерный магнитный резонанс ^{29}Si , ^{27}Al , просвечивающая электронная микроскопия. Применялись как современные аналитические методы — лазерная гранулометрия, сканирующая электронная микроскопия, рентгеновская дифракция и энергодисперсионная спектрометрия, так и стандартные приемы — термогравиметрические анализы (DTA и TG), спектроскопические исследования (NIR и ATR) и измерения удельной поверхности с помощью адсорбции-десорбции. Характерные изменения на поверхности сорбента во время процесса обработ-



PRODUCT CATALOG
INSTRUMENTS FOR PARTICLE & POROUS MATERIALS
CHARACTERIZATION

QUANTACHROME

IsoProbe - T

EXCELLENCE IN THERMAL
IONISATION MASS SPECTROMETRY

from IsotopX Ltd



Гольдшмидт-2009. Выставка



Давос. Музей горного дела

ки проверялись с помощью инфракрасной спектроскопии и вольтамперии микрочастиц. К результатам микроскопического исследования применялся анализ цифровых изображений. Достаточно популярными остаются оптическая микроскопия, XRD, EMPA, SEM, EDX анализ, газовая хроматография. Использовались широкоугольное рентгеновское рассеяние (WAXS), энергорассеивающий рентгеновский анализ. Образцы изучались с использованием HRXRD на Европейском синхротроне в комбинации с электронной микроскопией (TEM и SEM) и микронализом с помощью AEM.

Благодаря счастливой возможности участия в уникальных международных форумах (XIV МКГ и Goldschmidt-2009) нам удалось непосредственно соприкоснуться с достижениями международной науки и технологий в области микро- и наночастиц и явлений, как во время докладов, так и на выставках.

Выставка на XIV МКГ была более чем скромной, представленная в основном рекламно-информационными проспектами. Многие экспозиции мы увидели потом в Давосе на Конферен-

ции Goldschmidt-2009. Выставка Goldschmidt-2009 располагалась на трех этажах Конгресс-центра Давоса и проходила параллельно с научными сессиями. Участники имели возможность каждый день контактировать с представителями выставочных секций, найти что-то интересное для себя. Постоянно обновляемая информация о выставке регулярно вывешивалась в разных местах Конференции. В выставке принимали участие известные крупные компании, имеющие представителей по всему миру. Если вас заинтересовала продукция компании, то вам, кроме рекламных брошюрок, предлагали координаты представительства компании в разных странах или, непосредственно, в вашей стране. Достаточно представительна была фирма Cameca — одна из первых, а теперь мировой лидер в области вторичных ионных масс-спектрометров (SIMS), электронных микронализаторов проб (EPMA) и атомного томографа проб (TAP).

На выставке были представители швейцарской компании EPOND, которая производит и поставляет оборудование для научных лабораторий, особенно комплектующие для приборов ICP-OES и ICP-MS. Компания EPOND представила последние инновации ESI для достижения максимальной производительности ICP.

Германское представительство фирмы JEOL предлагало трансмиссионный электронный микроскоп JEM-ARM 200F (атомное разрешение) при 200 kV FEG-TEM и масс-спектрометр AccuTOF-GCv.

Производство масс-спектрометров было представлено фирмами IsotopX Limited и Nu Instruments, включая изготовление и поставки термоионизационных масс-спектрометров. IsotopX Limited поддерживает все предшествующие поколения TIMS, производимые компаниями VG, Микромасс, GV группой. Nu Instruments в течение 10 лет технически создает и поставляет успешные и высоконадежные приборы: всевозможные масс-спектрометры.

Представительство американской фирмы Thermo Fisher Scientific показало огромное число наименований приборов самых разных областей применения (центрифуги, хроматографы, очистители и т. д.).

Большое внимание было уделено «пробоподготовке». Это известная фирма Actlabs, которая поставляет оборудование для приготовления образцов



и реагентов для анализа микро- и ультраэлементов и имеет широкую сеть в Америке (Северной и Южной), Австралии, Европе, Азии. Несколько фирм предлагали удобные методы отбора сложных реагентов для критических технологий. Например, фирма Leica Microsystems с новейшей системой лазерной микродиссекции Leica LMD7000, которая является прекрасным инструментом для отбора материала для последующего анализа. Программное обеспечение позволяет точное позиционирование, и заданное проникновение луча лазера в толщу образца. Имеется московское представительство этой фирмы.

Селективное разделение минералов по границам зерен — достаточно актуальная задача. Отдавая приоритет российским ученым, первым системно изучившим влияние коротких высокоэнергетических (электромагнитных) импульсов на разделение минералов по границам зерен, специалисты selFrag Lab (первой коммерческой лаборатории оборудования для селективной фрагментации, в Швейцарии — Ammann Group), selFrag AG предлагали HV импульсные силовые приборы для подготовки образцов необходимых размеров. Фирмы selFrag и Австралийские научные приборы (ASI) при поставке оборудования обеспечивают клиентов группами специалистов для налаживания предлагаемых методов. Для дезагрегации твердого тела используется короткий импульс высокого напряжения. За время меньше 1—2 микросекунды в результате действия локальной температуры порядка 10 000 °С создается канал плазмы 1—2 микрона. Очень важно, какое действие это оказывает на обработку образцов. Проводятся исследования, позволяющие оценить явление расплава в различных веществах. На выставке были боксы, отведенные различным обществам и организациям: Ассоциация Европейских геохимиков, Международное геохимическое общество, геохимическое общество Японии, издательство Оксфордского университета и др. Выставка была многофункциональной: можно было провести анализ проб, оформить подпись, приобрести приборы, купить или выписать научную литературу, и т. д.

Современное состояние приборной базы и технологий хорошо сравнивать при возможности в историческом плане. Несколько человек из нашей делега-

ции с большим интересом посетили Музей горного дела в районе Гризон. Он находится в Шмельцбоден недалеко от железнодорожной станции Давос

положено здесь же под стеклом для сравнения. На верхних этажах собраны коллекции драгоценных и полудрагоценных камней, уникальных минералов



Профессор Г. Г. Маленков в минералогическом зале музея

Монштайн. Мы добирались автобусом минут десять, используя льготы на проезд, предоставленные участникам конгресса. Музей расположен в четырехэтажном здании бывшей горной компании, основанной в начале XIX в. Это одно из немногих сохранившихся административных зданий шахт в этом районе Альп. Экспозиции музея дают полное представление об истории горного дела кантона Гризон. Посетители могут увидеть сохранившееся старое шахтное

со всего мира. Прекрасные акварели на стенах знакомят с эпизодами жизни шахтных поселков позапрошлого века и работой самих шахт. Посетителям предоставляется возможность посетить «ультрафиолетовый» зал, в котором демонстрируется способность ультрафиолета «различать» породы и минералы.

В городе расположены также и другие музеи, например, Музей спорта и Музей игрушек. Давос известен не только как центр организации



Экспонаты музея — гематит и изделия из него

оборудование, принципы и методы горной добычи. Особым интересом пользуются экспозиции уникальных изделий из местного сырья, которое рас-

тических мероприятий и зимних видов спорта, но и как международная здравница.

Д. Г.-М. Н. О. Котова



ИТАЛИЯ – ИЗВЕСТНАЯ И НЕЗНАКОМАЯ

Участие в работе 14 Международной конференции по глинам позволило её участникам не только обменяться мнениями и последними достижениями в исследовании глинистых минера-

поэтому в горах образовались многочисленные природные пещеры. Кроме того, известняковая почва позволяла рыть каналы и водохранилища. Так что условия для создания поселения были с

ра и хранения. В Матере существует несколько типов водохранилищ: небольшая *cisterna a tetto* («цистерна с крышей»), цистерна-колокол, идеально подходившая для сбора воды, стекающей с гор, общественный колодец *palombaro* («водолаз») на несколько домов.

В начале своей истории Матера очень часто переходила от одних завоевателей к другим. В 664 г. город вошел в Лангобардское королевство, а в 884 г. его разрушил Людовик Немецкий. В X в. греки и сарацины сменяли друг друга не раз, в 940 г. вновь ненадолго успели вклиниться лангобарды — одним словом, жизнь была боевая и неспокойная. К тому же, этот пещерный город периодически подвергался землетрясениям: 990-й, 1253-й, 1456-й и, наконец, 1980 год.

Сердце города — древний акрополь на вершине скалы. Этот центральный район Матеры называется *Civita* (от латинского *civitas*, что означает «город»). Здесь сосредоточены самые старые строения. До XVI в. район окружала стена, и он был, можно сказать, естественной крепостью, многоэтажной пирамидой, ограниченной с одной стороны обрывистым берегом р. Гравины, с другой — крутыми откосами. Во многих домах население было «смешанное»: вместе жили люди, и животные. Антисанитарные условия, скучное освещение, плохая вентиляция плюс перенаселенность — все это делало обитание в пещерных домиках невыносимым. Люди заселяли даже некоторые скальные церкви. Несмотря на это, духом горожане были крепки.

Матера — первый город на юге, восставший против фашизма. Это произошло 21 сентября 1943 г. Положение в скалах ухудшалось до конца 1940-х гг. пока писатель и художник Карло Леви, посетив Матеру, не издал свой бестселлер «Христос остановился в Эболи». Было вынесено постановление эвакуировать две трети населения районов Sasso. Знаменитые социологи, архитекторы и антропологи того времени (среди них Пиччинато, Кварони, Аимонио) были вызваны для проектирования новых районов. Их строили в соответствии с планом реконструкции 1956 г. Неожиданно на смену вековому хаосу в Матере пришли размеренность и порядок. Новые кварталы строились по «скандинафской модели» — много зелени, широкие улицы. Районы Sasso объявили



Матера. Древность и современность

лов, но и глубже познать историю и культуру юга Италии. Программа конференции была построена так, что в ней было выделено время для посещения уникальных древних городов Италии, входящих в Список Мирового наследия UNESCO.

Первый город, который мы посетили — Матера. Город расположен на высокой известняковой скале, легко размываемой грунтовыми водами в цент-

доисторических времен самые благоприятные. Многочисленные археологические находки, сделанные в начале XX в. на этой территории медиком и археологом Доменико Ридола, подтверждают, что в этих местах люди жили уже в IX в. до н. э. Пещеры расширяли и углубляли, создавали разветвленные коридоры. Число этажей, расположенных один под другим доходит иногда до десятка.



Пещерный храм

ре плодородного плоскогорья под защищкой глубокого каньона, в окружении двух просторных долин, амфитеатром спускающихся к заливу Таранто. Скала легко размывается грунтовыми водами,

В этих местах очень мало дождей, постоянно пересыхающая речушка Гравина не обеспечивала потребностей местного населения в воде, поэтому испокон веков стояла проблема ее сбо-



непригодными для жилья. Улицы-уступы непривычно опустели. Пещерные дома перешли в собственность государства. В результате Матера стала живым городом с мертвым историческим центром. До сих пор дух истории этого городка настолько силен, что на улочках Матеры за последние 60 лет снято более 30 художественных фильмов в основном на тему становления христианства. В 1993 г. город был включен в Список мирового наследия ЮНЕСКО. И теперь его улицы заполонили туристы.

Второй город просто сказочный — мне показалось, что мы попали в царство гномов или в городок, где жили Незнайка и его друзья. Это Альберобелло — одно из самых популярных туристических мест в Апулье. Это место так знаменито благодаря комплексу 1400 труллей, признанных ЮНЕСКО частью исторического и гуманитарного наследия. Впервые это место упоминается в XI в. В дарственной Роберта Дечерано епископу Монополи она названа «лесом красивых деревьев» (*Sylva autem arboris belli*). Трулли — это очень старые причудливые круглые сооружения со сводчатым потолком и крышей конической формы, сделанные полностью из камня — местного известняка, без использования цементирующего раствора. Стены обычно выбелены, а каменная черепица на крышах домов часто разрисована религиозными, языческими или магическими символами. Своё название они берут от латинского слова *«trulla»*, что значит купол.

В Альберобелло необычные белые домики теснятся на узких улочках. Здесь есть рестораны и магазины-труллы и даже собор-труллы. Попасть внутрь очень просто — на главных улицах города целые ряды сувенирных лавок (строений другой архитектуры, кроме чудесных трулло, здесь просто нет). Гостеприимный хозяин-продавец с удовольствием покажет свой дом и свое богатство и, конечно, расскажет массу легенд, связанных с историей родного города. Правда, на итальянском. Краткий перевод сводится примерно к следующему: Фердинанд Арагонский, король Неаполя, передал одно из своих феодальных владений семейству Аквавива из Конверсано за перенесенные страдания в войне против Турции. В период испанского господства закон запрещал феодалам без королевского одобрения возводить на своей земле мало-мальски серьезные строения. А трулло перед визитом королевских чи-

новников легко было разобрать, (ведь они созданы без использования связующего раствора, грамотно называется сухая кладка). Для этого с помощью трех лошадей, направленных в разные стороны, извлекали камень в основании

столбов таких домов. Потому Альберобелло — уникальный и единственный в своем роде город, который увековечил сказочные домики. Честно признаюсь, что до этой поездки я ничего не знала ни о Матере, ни о Альберобелло и бла-



Альберобелло — город труллей

крыши, на котором держался весь дом (тот самый краеугольный камень!) и взору «налоговых инспекторов» открывалась долина с грудами камней. В 1979 г. мучения местных жителей закончились вместе с отменой налоговых тягот. Сейчас модно покупать трулло в качестве дачи в нашем понимании. Самый дешевый, разрушенный дом стоит око-

годарна судьбе, которая предоставила мне возможность побродить по улочкам этих необыкновенных городов. А вот Помпеи — это город, историю которого я знала с детства и у меня всегда была мечта посетить его. И такая возможность появилась. Немного пугала длительность поездки (4 часа при температуре 37 °C). Однако комфорtabель-



Улица в Альберобелло

ло 30 тыс. евро. Кто-то покупает трулло для себя, некоторые превращают их в гостиницы и делают бизнес. Первый трулло был построен в 1635 г., а в 1925 г. вышел закон о прекращении строитель-

ности автобуса и изумительные пейзажи за окном сделали путешествие практически мимолетным. Равнинные районы Южной Италии сменялись горами с грандиозными скалами и велико-



лепными водопадами, затем прекрасный вид на лазурное море, еще поворот — и вот он — ВЕЗУВИЙ! Надо отметить, что на вид вполне милый и мирный, даже не верится, что в свое время он наделал столько бед. Помпеи того же

обмен всех видов валюты — от ракушек, стеклянных бусин и глиняных дощечек до серебряных и золотых монет. Мне трудно описать все впечатления, которые остались после экскурсии — остановлюсь только на основных момен-

тами, яркость которых не померкла и до сих пор. Вместе с тем, личные жилища удивляют своими скромными размерами. Все оказалось просто — средний рост жителя Помпей не превышал 1 м 50 см. При этом на каждого человека в доме была предусмотрена отдельная комната. Особое восхищение вызвала система общественных водопроводов, которая прекрасно работает до сих пор и благодаря которой мы могли пополнять запасы кристально чистой и холодной воды, текущей со склон Везувия. А вот с канализацией в городе были проблемы, вернее проблем не было, как не было и канализации. Население решало вопрос просто, выкидывая мусор и прочие нечистоты в окно на улицу. А для того, что бы местные красавицы не пачкали свои туники при пеших прогулках, были сооружены тротуары, усложненные рядом выступающими камней в виде мостиков. Кстати сказать, туники следовало беречь, так как самое скромное платье, без всяких вышивок и украшений, стоило, в переводе на современную валюту, порядка 90 евро. Первое настоящее бедствие в Помпейях было вызвано ужасным землетрясением 62 г. н. э., превратившим город в груду развалин. В связи с этим, в Помпейах из Рима пришел приказ, обязывающий жителей покинуть город. Однако, ни предупреждение богов, ни приказ императора, не испугали оставшихся в живых помпенианцев. Они с упорством стали быстро реставрировать разрушенные здания и восстанавливать свою промышленную и торговую деятельность. В то время, когда уже реставрация подходит к концу, неожиданно происходит второе непоправимое бедствие. Везувий, считавшийся в то время потухшим вулканом, на склонах которого росли виноградники и были построены богатые виллы, 24 августа 79 г. н. э., вскоре после двенадцати часов дня, пробуждается и извергается. Поток шлаковых и пористых кусков лавы опрокидывается на Помпейи. Рушатся стены и крыши. Затем волна пепла, перемешанного с водой, стирает с лица земли все живое. Оставшиеся в живых пытаются найти спасение в Стабиях и Нуцерии, но погибают от ядовитого газа, который распространяется повсюду. Этот ад длится три дня, а затем наступает зтишье. Покров смерти толщиной 6 м расстилается от Геркуланума до Стабий. Помпейи возродятся лишь после 2 тыс. лет. Благодаря исключительно состоянию консервации, город частично восстанавливается при раскопках,



У жилого трулля

древнего происхождения, что и Рим: и действительно, помпейская родовая община происходит от осков, это древнеитальянское племя в 8 в. до н. э. основало и дало название первому городскому поселению. Благодаря выгодному стратегическому расположению, на пути с севера на юг, между морем и богатыми внутренними долинами, Помпей вскоре становится важным дорожным и портовым узлом. Помпей из

так, на том, что произвело наибольшее впечатление. Во-первых, это грандиозные сооружения, относящиеся к общественным зданиям — храмы, Амфитеатр на 20 000 человек, общественные бани с трехслойным строением стен, благодаря которым выдерживалась строго определенная температура и отсутствовала конденсация воды, общественные туалеты, размером сопоставимые со стадионом средней величи-



Везувий и Помпей — вулкан-злодей и город-жертва

скромного сельскохозяйственного поселка (жители занимались рыболовством и производством оливкового масла) превращаются в важный промышленный и торговый центр. В городе развивается сеть банков, где производится

ны, где любили проводить время обитатели Помпей, справляя свои естественные нужды и делясь последними новостями из жизни города. Все это было украшено прекрасными скульптурами, тонкой мозаикой и разноцветными



которыми руководит Джузеппе Фиорелли в 1860 г. Он дает начало систематизированным раскопкам и впервые вводит метод получения слепков, заливая гипс в пустоты, оставленные органическими веществами. При помощи этой системы, вновь принимают свою форму человеческие тела, животные, растения и предметы, превратившиеся в порошок. Этот метод раскопок, уже более совершенный, продолжается и в наше время, помогая Помпеям вновь пробудиться от девятнадцативекового сна. Заключительным этапом экскурсии по Помпеям было посещение довольно большого базара, где торгуют различными сувенирами. Просто поразило то, что все торговцы были либо жителями России, либо Украины. Так что языкового барьера при торговле не было. Среди огромного разнообразия всяких безделушек первое место занимали довольно красивые каменные образцы, выдаваемые за «изверженные поро-



Извлечённые из под пепла

ды Везувия». Даже на первый взгляд было ясно, что никакого отношения к Везувию эти образцы не имеют, но ради интереса и благодаря их низкой цене один образчик все-таки купила. Разговорившись с одним из продавцов, выпытала у него, что это техногенные образования (причем продукт одного из наших Российских за-

водов). С одной стороны, обидно, конечно, когда тебя дурят, к тому же свои. Но с другой стороны, испытываешь чувство гордости за смекалку и предприимчивость своих соотечественников, которые даже из «последнего дня Помпеи» могут сделать конфетку.

К. г.-м. н. Г. Лысюк



ДАВОССКАЯ ГЕОХИМИЧЕСКАЯ МОДА-2009

Д. Г.-М. Н. Я. Э. Юдович

yudovich@geo.komisc.ru

С 21 по 26 июня в Давосе состоялась 19-я ежегодная Гольдшмидтовская Международная геохимическая конференция. Для меня (который сидит дома и никуда не ездит) очередные Гольдшмидтовские сборища чрезвычайно полезны тем, что **они дают как бы ментальный снимок мировой геохимической моды**. Ученые — тоже люди, и подвержены моде ничуть не меньше, чем остальной мир. Научная мода отражается в преобладающей тематике докладов, что легко объяснимо: финансируются в первую очередь модные направления, тогда как немодные не заставят раскрыть кошельки скандальных спонсоров, всегда держащих нос по ветру.

Поскольку в современной геохимии нет ничего более модного, чем **геохимическая экология**, — постольку и преобладающая часть всех докладов была посвящена именно этой тематике, причем (и это уже прослеживается не первый год) — с огромным вниманием к **современным геохимическим**

процессам, протекающим с участием бактерий.

Второе модное направление (и что замечательно — также ловко увязанное давосцами с современной экологией!) — это **изотопная геохимия как инструмент расшифровки механизма крупнейших геологических катастроф в истории Земли**, сопровождавшихся биотическими кризисами: материковых оледенений (или, как принято выражаться на Западе, создание обстановок «icehouse») и катастрофических потеплений (соответственно, создание парниковых обстановок «greenhouse»). Из этого направления мне особенно близка тема катастрофических мезозойских и кайнозойских потеплений, сопровождавшихся ОАЕ — глобальными океанскими аноксическими событиями. Близка потому, что ОАЕ распознаются по массовому появлению в стратисфере черных сланцев, а мы с М. П. Кетрис много лет занимались геохимией черных сланцев [9—12]. Поэтому для меня было крайне интересно узнать о том, как

далеко ушла современная геохимия в изучении черных сланцев. Скажу сразу: на базе широчайшего применения изотопных методов — ушла очень далеко!

Что такое ОАЕ?

Так уже довольно давно в западной литературе обозначают мезозойские черносланцевые интервалы разреза, связывая накопление морских углеродистых осадков с глобальной океанской аноксией: аббревиатура ОАЕ означает *Ocean Anoxic Event*. К сожалению, исторически сложилось так, что нумеровать ОАЕ в стратиграфической колонке начали только с мела, где выделили ОАЕ-1 (аптский) и самый знаменитый и широчайше развитый ОАЕ-2 (сеномантуронский). Ввиду этого на долю более древнего нижнеюрского (тоарского) ОАЕ номеров уже не досталось, и он остался просто тоарским. Другие ОАЕ тоже пока не нумеруются, а именуются. Таковы два знаменитых «горизонта Кельвассера» в верхнем ордовике, а также весьма похожий на тоарский — па-



леоцен-эоценовый ОАЕ. Для него употребляют климатическое название — PETM, что означает *Paleocene—Eocene Thermal Maximum*. Впрочем, аптский ОАЕ-1 тоже имеет собственное имя — его иногда называют «Событие Селли».

Считают, что ОАЕ фиксируют климатически обусловленные биосферные катастрофы, механизм которых можно представить в виде следующей причинно-следственной цепочки.

1. По каким-то причинам (к которым мы обратимся в конце этой заметки) резко повышается содержание CO_2 в

фауну, а пикноклин создает *стагнацию* — глубинные воды перестают снабжаться кислородом, что убивает и большую часть бентоса.

4. Итак, вследствие стратификации океана в нем развивается глобальная аноксия — широчайшее распространение субокислических или вовсе бескислородных вод. В современном океане такие воды тоже существуют: это находящийся на определенной глубине, так называемый *слой кислородного минимума*, — однако над и под ним пребывают воды аэрированные, тогда как в периоды ОАЕ такой слой мог прости-

вые эпизоды, связанные с ОАЕ, — в полном смысле оказываются «черными страницами летописи биосфера» [9].

Что же происходит дальше? Накопление черных сланцев означает уход больших масс углерода из гипергенного цикла «атмосфера — биосфера — атмосфера». Усиленное захоронение C_{opr} размыкает этот хорошо сбалансированный цикл, в котором примерно за 1.5 млн лет [7] оборачивается почти стабильная масса углерода. В результате этого снижается $p\text{CO}_2$ атмосферы (и, как это впервые ясно указал Вернадский, — увеличивается $p\text{O}_2$), парниковый эффект пропадает, наступает похолодание, и система «атмосфера — океан» вновь возвращается в норму, в которой *небольшие* колебания $p\text{CO}_2$ вполне эффективно буферизуются карбонатной системой океана; аномальная черносланцевая седиментация сменяется нормальной. После катастрофического вымирания, в результате которого биота Земли сильно редеет в таксономическом отношении — возобновляется и неторопливый нормальный темп биологической эволюции выживших видов.



Давос

атмосфере — величина парциального давления $p\text{CO}_2$. В настоящее время концентрация CO_2 в атмосфере составляет 380 ppm, или 0.038 %. По разным оценкам, в периоды ОАЕ она очень быстро возрастала в 5—6 раз — например, до 2000 ppm в период меловых ОАЕ-2 [16].

2. Накопление в атмосфере парникового газа приводит к разогреву атмосферы и гидросферы. Температура поверхности слов океана быстро повышается на 7—13 °C. Уже одно это приводит к вымиранию некоторых таксонов стенотермальной фауны. Но это только цветочки, лишь первая фаза ужасающего биотического кризиса...

3. Разогрев атмосферы вызывает таяние полярных шапок, существование которых обеспечивает широтную климатическую зональность биосфера и циркуляцию глубинных океанских вод. На Земле воцаряется теплый азональный «мезозойский» климат; циркуляция океана ослабевает или вовсе прекращается; вследствие опреснения поверхностных вод — создается плотностная стратификация океана (пикноклин). Опреснение убивает стеногалинную

рататься до самого дна и затоплять огромные площади шельфов. При этом глобальная аноксия иногда могла быть не только бескислородной, но и сероводородной. Тогда создавались обстановки не просто аноксические, но вдобавок «эвксинные» (т. е. подобные черноморским), что можно распознать по ряду геохимических признаков. В случае эвксинизации морского бассейна в нем погибает все живое, кроме специфических бактерий.

5. В итоге наступает геологическое следствие — накапливаются углеродистые осадки. Аноксия предохраняет от аэробного окисления органическое вещество, опускающееся на дно из фотического слоя, — и коэффициент его фосилизации (не превышающий в современном океане 0.05 % от исходного содержания C_{opr} в живом веществе [7]) резко подскакивает. Так вместо осадков с околокларковыми содержаниями C_{opr} на уровне 0.1—0.5 % — формируются углеродистые осадки (будущие черные сланцы) с гораздо более высокими содержаниями C_{opr} , иногда превышающими 10 %. Таким образом, черносланце-

Позитивные изотопные экскурсии. Фактор *P* или фактор *F*?

Поскольку живое вещество в процессе фотосинтеза селективно обогащается легким изотопом углерода ^{12}C , черносланцевая седиментация обедняет гипергенный резервуар углерода этим изотопом, что ведет к росту в нем отношения $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$. Поэтому значение величины изотопного уплотнения $\delta^{13}\text{C}$ становится положительным, если речь идет о карбонатном углероде ($\text{C}_{\text{карб}}$), с нормальным значением $\delta^{13}\text{C}_{\text{карб}} = 0 \pm 2 \text{ } \%$. И действительно, утяжеление изотопного состава карбонатного углерода (т. е. позитивный экскурс величины $\delta^{13}\text{C}_{\text{карб}}$) — проявлено в стратисфере довольно часто — тогда и там, где захоронение C_{opr} превышало околокларковый уровень. Что касается органического углерода C_{opr} , то на величине $\delta^{13}\text{C}_{\text{opr}}$ черносланцевая седиментация заметным образом отразиться не должна — если, конечно, не изменится сам *тип фотосинтеза* (который зависит от обилия CO_2 в атмосфере или гидросфере).

Одно из первых обобщений по распределению величины $\delta^{13}\text{C}_{\text{карб}}$ в стратиграфической колонке фанерозоя было сделано Дж. Вебером еще в 1967 г. Он отметил слабый тренд — общее возрастание значений $\delta^{13}\text{C}_{\text{карб}}$ с ходом геоло-



гического времени на 2—3 %, и на этом фоне — сильные пики в морских отложениях силура, миссисипия (нижнего карбона), мела и квартера. Происхождение вековых вариаций величины $\delta^{13}\text{C}_{\text{карб}}$ предположительно связывалось им с колебаниями интенсивности фотосинтеза [32], что можно поставить в связь с глобальными климатическими колебаниями, в частности, с температурой и парциальным давлением углекислого газа в атмосфере — $p\text{CO}_2$. Такая идея подтверждается данными по изотопии карбонатного углерода в первом и мезозое [1]; на границе мел/палеоген [23] и т. д. Например, сильные позитивные аномалии величины $\delta^{13}\text{C}_{\text{карб}}$ в раковинах брахиопод (+6.5 %) зафиксированы на рубеже P_2^2/P_2^3 (кептен/ушапинь) в Техасе и в середине оленекского яруса T_1 (+6.9 %) на Сев. Кавказе [1, с. 4—5]. Также давно было установлено, что в шельфовых карбонатных породах (или в карбонатных фоссилиях, например, в белемнитах) отвечающих тоарскому ОАЕ (~183 млн лет назад) существует позитивная экскурсия $\delta^{13}\text{C}_{\text{карб}}$, до +6 % [20].

Несмотря на разницу масштабов биотических кризисов на рубеже Т/Ј (когда произошло одно из крупнейших массовых вымираний) и в раннем апте (эпизод ОАЕ 1а), когда столь массового вымирания не было, детальная стратиграфия (с точностью датирования до 10^4 лет) этих интервалов в мезозойских разрезах бас. Будвы в Черногории позволяет увидеть в них черты сходства. **Они проявляются в том, что всплески величины $\delta^{13}\text{C}_{\text{карб}}$ везде сопровождаются резким сокращением или даже прекращением карбонатной седиментации.** Считают, что это явление объясняется одной и той же причиной — мощным поступлением в биосферу вулканического CO_2 , что вело к подкислению морской воды и прекращению садки карбонатов. Очевидно, что если это явление было длительным, оно могло привести и к массовому вымиранию морской фауны, а в ином случае — хотя бы к сокращению ее таксономического разнообразия [13].

Однако усиленное захоронение $\text{C}_{\text{опр}}$, приводящее к утяжелению карбонатного углерода, отнюдь не обязательно связано с катастрофическими эпизодами ОАЕ. Напротив, оно может быть следствием процветания экосистемы океана — увеличением биопродукции поверхностных вод. Именно так трактуют всплески $\delta^{13}\text{C}_{\text{карб}}$ в карбонатных разре-

зах большинство палеонтологов. Таким образом, здесь актуализируется давняя проблема геохимии черных сланцев [9] — соотношение факторов P (биопродукции) и F (фоссилизации). Например, в современном Черном море фактор P находится в норме, а формирование углеродистых осадков контролируется только фактором F — сероводородной обстановкой. Напротив, в зонах апвеллингов углеродистые осадки формируются вследствие увеличенной на порядок биопродукции, тогда как аноксия, если периодически возникает — то именно как следствие расхода растворенного кислорода на окисление огромной массы органики, опускающейся на дно из фотической зоны. Значит тут

чаще, чем положительные и значительно превышают их по амплитуде.

Итак, сравнительно небольшие позитивные, и нередко довольно заметные отрицательные экскурсии величины $\delta^{13}\text{C}_{\text{карб}}$ являются амбивалентными геохимическими индикаторами: они могут быть связаны с катастрофическими ОАЕ — но могут и не быть.

Подлинные катастрофы — негативные изотопные экскурсии $\text{C}_{\text{опр}}$

Совсем иначе обстоит дело с гораздо более редкими **сильными** негативными экскурсиями $\delta^{13}\text{C}_{\text{опр}}$. Разберем эти феномены на примере тоарского и палеогенового ОАЕ, детально изученных



Геохимики в походе

формирование углеродистых осадков контролируется именно фактором P .

Кроме того, черносланцевые толщи переслаивания (карбонат/аргиллит, карбонат/алевролит, карбонат/силицит) являются ареной исключительно мощных диагенетических процессов, с формированием огромного количества не только морфологически оформленных конкреций, но и пластообразных **конкремоидов**, неотличимых от седиментогенных карбонатных пород. Такая картина была, например, выявлена нами в палеозойских черносланцевых толщах Пай-Хоя и Лемвинской зоны Севера Урала [9; 12]. Как в конкрециях, так и в конкремоидах, вследствие добавок в диагенезе изотопно-легкого углерода от разложения $\text{C}_{\text{опр}}$ — происходит сильное **диагенетическое облегчение $\text{C}_{\text{карб}}$** , т. е. фиксируются отрицательные значения величины $\delta^{13}\text{C}_{\text{карб}}$. Они отмечаются еще

коллективом английских и немецких ученых [20, 22].

Событие тоарского ОАЕ представлялось геологам более или менее понятным лишь до тех пор, пока не был обнаружен новый феномен — **сильное облегчение изотопного состава органического углерода!** Напомним, что в отличие от $\delta^{13}\text{C}_{\text{карб}}$, величина $\delta^{13}\text{C}_{\text{опр}}$, определяемая механизмом фотосинтеза, вполне стабильна и лишь незначительно колеблется в зависимости от типа фотосинтеза (C_3 при обилии CO_2 или C_4 при его дефиците) и химического состава ОВ (различаясь в пределах 0.5—1.0 % между морфологическими и биохимическими компонентами ОВ). В современной биосфере величина $\delta^{13}\text{C}_{\text{опр}}$ в среднем составляет около −25 %, а в мезозойской была близка к −27 %. Однако в тоарском разрезе Howsker Bottoms в Йоркшире, в черносланце-



вом интервале мощностью около 12 м, охватывающем верхи аммонитовой зоны *Dactylioceras tenuicostatum* и низы зоны *Harpoceras falciferum* (соответствует пачке «гагатовых сланцев» — Jet Rock) обнаружена мощная негативная экскурсия величины $\delta^{13}\text{C}_{\text{opr}}$: от фоновых значений около -27 до -32 %. Поскольку биопродуцентами ОВ тоарских черных сланцев были в основном планктонные гидробионты, то очевидно что их фотосинтез проходил при участии изотопно-легкого CO_2 , растворенного в морской воде. Однако опробова-



Альпийский пейзаж

ние многочисленных включений битуминозной древесины (знаменитых тоарских гагатов¹) показало, что **кривая $\delta^{13}\text{C}_{\text{opr}}$ гагатов в точности симметрична кривой $\delta^{13}\text{C}_{\text{opr}}$ вмещающих черных сланцев!** Но ведь включения гагатов — это углефицированные аллохтонные обломки юрской древесины, произраставшей на суше [5]. Поэтому изотопное облегчение C_{opr} гагатов могло произойти только при условии соответствующего облегчения **атмосферного CO_2** ! Впрочем высокая битуминозность гагатов (явный признак диагенетического привноса битумов из вмещающих черных сланцев) порождала некоторые сомнения в таком выводе. Сомнения полностью отпали, когда облегчение C_{opr} было обнаружено и в углефицированной древесине из тоарских озерно-аллювиальных песчаников на о-ве Борнхольм в Дании, где также был зафиксирован сдвиг значений $\delta^{13}\text{C}_{\text{opr}}$ от фоновых $-(22-24)$ до $-(28-29)$ %.

Таким образом, стало ясно, что весь тоарский биосферный резервуар CO_2 (как океан и континенты, так и атмосфера) содержал изотопно-легкий угле-

¹ Гагат — сильно битуминозный витрениновый уголь (хорошо полируется и издревле используется для изготовления статуэток, бус и др. украшений).

род, которым первоначально мог быть только углерод метана, вероятно выделившегося при таянии метан-гидратов [20].

Несложные балансовые расчеты (при исходных значениях изотопного сдвига на -2 или на -3.5 %) показали, что в начале тоара в биосфере было «впрыснуто» количество метана, эквивалентное $14-24$ % от современных мировых ресурсов газогидратов. Это соответствует $1.5 \cdot 10^{18}$ или $2.7 \cdot 10^{18}$ г углерода (10^{18} г — это гигатонна, 10^{12} т). Учитывая, что огромное количество C_{opr} в период тоарского ОАЕ (длительностью около 200 тыс. лет) захоронялось в черных сланцах (т. е. непрерывно уходило из обменного биосферного резервуара углерода), приходится признать, что на самом деле количество импульсно поступившего в тоарскую биосферу ме-

тана было в действительности значительно больше! Заметим, что мощная метановая эмиссия значительно облегчает и объяснение самого ОАЕ: аноксия могла развиться не только путем «традиционного» механизма стратификации океана и стагнации, но и просто потому, что кислород морской воды расходовался на окисление метана!

На примере детально изученного тоарского ОАЕ можно заключить, что **разогрев океана носил автоколебательный характер.** С помощью геохимической термометрии по рострам белемнитов (с использованием величин Mg/Ca и $\delta^{18}\text{O}_{\text{карб}}$) уже довольно давно было показано, что тоарский ОАЕ был вызван внезапным резким повышением температуры поверхностных слоев океана на $7-13$ °C. Кроме того, окисление метана в атмосфере порождало и другой парниковый газ — изотопно-облегченный CO_2 [21]. Следовательно, в раннеюрской системе «атмосфера—оcean» из-за обратной связи происходило автоусиление разогрева океана — начальное импульсное поступление в атмосферу метана создавало парниковый эффект, поднимавший температуру океана, что в свою очередь интенсифицировало выделение метана из субмаринных газогидратов и т. д. И лишь по

прошествии ~200 тыс. лет захоронение огромной массы атмосферного углерода в черных сланцах постепенно очистило раннеюрскую атмосферу от избыточного метаногенного CO_2 и привело систему «океан—атмосфера» в равновесную норму.

Например, с помощью изотопии углерода биомаркеров (S -содержащего фитана — деривата хлорофилла и C_{35} -гопана — деривата биомассы цианей) были сделаны оценки $p\text{CO}_2$ до и после ОАЕ-2: ~1300 ppm и ~1000 ppm. Таким образом, в данном районе былой Атлантики (скв. глубоководного бурения в бас. Кеп Верде) накопление сеномантуронских черных сланцев снизило содержание атмосферного CO_2 на ~25 %. Также по серо-содержащим биомаркерам определили, что в бас. Ньюфаундленда депонирование CO_2 в ОВ осадков сопровождалось охлаждением поверхностных вод океана с 34 до 26 °C [15].

Корни зла

Что же порождало сам исходный феномен накопления метана в форме метан-гидратов? Откуда взялось такое количество метана?

Исследователи единодушны в том, что отправной точкой для тоарского ОАЕ послужило эндогенное событие — мощный базальтовый вулканализм, создавший, например, базальтовые покровы Кару-Феррарской магматической провинции. Аналогичное объяснение используют и для истолкования первопричины палеогенового ОАЕ — т. е. PETM, палеоцен/эоценового термального максимума, который связывают с субсинхронным формированием Северо-Атлантической магматической провинции.

Как показывает детальное геохимическое изучение разрезов в ЮЗ Англии, первые изотопные экскурсии начались здесь еще на границе триас/юра, а тоарский ОАЕ явился лишь наиболее ярким проявлением изотопных сдвигов. Поскольку изотопные экскурсии на границе T/J примерно совпадают во времени с континентальным базальтовым вулканализмом Центрально-Атлантической магматической провинции, то допускают, что они «*могли быть инициированы (may have been triggered) интрузиями мантийных расплавов в углеродистые осадочные толщи...*» [22, p. 443]. Например, внедрение огромных магматических масс в пермокарбоновую угленосную толщу Гондваны (или в другие углеродистые толщи) должно было вызвать мощную эмиссию



метана. Итак, **наиболее вероятно, что метан имеет термогенную природу** — в результате термолиза захороненного в осадочных толщах органического вещества.

Но кроме термогенного (катагенетического) метана, следует принять во внимание и выделение **метаморфогенного CO₂**, которое оказывается намного более объемным, чем непосредственная эмиссия CO₂ из вулканов. Например, произошедшие на рубеже средней и верхней перми излияния Эмейшаньских базальтов в ЮЗ Китая занимали площадь более 500 тыс. км², что в этом регионе сопровождалось вымиранием около 35 % всех родов среднепермской биоты, сильным падением уровня моря и отчетливой «книксой» значений δ¹³C. Базальты интрутировали мощную толщу от рифея до силура, что привело к разложению больших объемов доломитов, мергелей и черных сланцев в Сычуаньском бассейне. Расчеты показали, что при внедрении Эмейшаньских базальтов объем магматической эмиссии CO₂ более чем в 35 раз уступал объему CO₂, освобожденного при контактовом метаморфизме [19]: магматическая эмиссия CO₂ ~2·10⁹ т; реакция разложения доломита с образованием периклаза ~22·10⁹ т; реакция разложения ОВ ~52·10⁹ т.

Таким образом, мы должны признать значимость идеологии акад. А. А. Маракушева, который в статье «Эндогенные геохимические горизонты» [2], даже само **заложение осадочных бассейнов** поставил в прямое соответствие с процессами магматизма: «*Магматизм неизменно развивается на глубине в геоструктурной обстановке, способствующей образованию депрессионных структур и накоплению в них осадочных и вулканогенно-осадочных отложений. Депрессионные структуры континентальной коры образуются благодаря флюидному выщелачиванию гранитного слоя, замещающегося толщами осадочных пород, что и определяет деструкцию континентальной коры, уменьшение ее мощности вплоть до превращения ее в мало мощную континентальную кору или в кору океанического типа...*» [2, с. 2].

В итоге можно констатировать, что в Великом Геологическом Споре плутонистов-вулканистов и нептунистов [4] появилась новая глава. Похоже, что после длительной эпохи безоговорочного господства литологического нептунизма, плутонисты берут реванш, вторга-

ясь на традиционную территорию нептунизма — осадочное породообразование [8].

«Иодный возраст» термогенного метана

Вероятно, главными областями накопления метангидратов в современном океане являются активные окраины континентов. Недавно на подводном Гидратном хребте (Каскадный аккреционный комплекс в зоне субдукции плиты Хуанде-Фука под Северо-Американскую плиту, со скоростью около 4.5 см/год) было получено **прямое свидетельство термогенной природы метан-гидратов — по тесной корреляции в поровых водах метана с заведомо органогенным иодом**. Как здесь [24], так и в двух других активных зонах (к западу от Перу, в преддуговом прогибе к западу от Сев. Острова Новой Зеландии [17, 18]) — были обнаружены исключительно высокие содержания иода в поровых водах, от 500 до 2300 мкМоль. Единственным источником столь высоких концентраций иода может быть только органическое вещество осадков, ибо в морской воде концентрация иода составляет всего лишь 0.4 мкМоль.

Датирование осадков с помощью космогенного изотопа ¹²⁹I с периодом полураспада 15.7 млн лет (по убыванию с глубиной отношения ¹²⁹I/I, которое в современных осадках составляет (1500±150) 10⁻¹⁵) показывает, что **«иодный возраст» поровых вод активных зон всегда больше истинного возраста осадков**. Это доказывает поступление в поверхностные осадки растворенного иода из более глубоких горизонтов толщи субдуцированных осадков. В частности, на Гидратном хребте основным источником иода в поровых водах является толща эоценовых осадков мощностью до 10 км, содержащая в среднем 0.9 % C_{opr}, лежащая в основании аккреционного комплекса на глубинах до 15 км от поверхности дна. Этого ресурса ОВ более чем достаточно для генерации огромного количества метана и иода [24].

Осмие́вый хронометр ОАЕ-2

Исклучительное удобство использования изотопии осмия заключается в том, что этот элемент имеет короткое время пребывания в океане (residence time) — около 10 тыс. лет (стронций около 3 млн лет). Поэтому по изменениям величины ¹⁸⁷Os/¹⁸⁶Os в породах (а она,

как и обычно в изотопной геохимии, считается равновесной с морской водой соответствующего возраста) **можно судить о кратковременных колебаниях состава морской воды**, отражающих соотношение экзогенных и эндогенных (вулканогенных) потоков осмия. Весьма благоприятна для реконструкций и значительная разница изотопного состава природного осмия:

¹⁸⁷ Os/ ¹⁸⁶ Os	
мантийный (также космогенный) осмий	0.127;
осмий в составе речного стока	1.40;
осмий в современной морской воде	1.06.

Идея о том, что сеноман/туронское аноксическое событие ОАЕ-2, вызванное резким потеплением вследствие увеличения атмосферного pCO₂, обусловлено предшествующим мощнейшим базальтовым вулканизмом, в настоящее время разделяется практически всеми исследователями. К сожалению, в геохимически-изученных черносланцевых разрезах, принадлежащих либо к региону Тетиса, либо к Атлантике, под черносланцевым интервалом нет ясных вещественных свидетельств субсинхронного вулканизма, что дает пищу для сомнений в правильности такой трактовки. Но недавно получено решающее косвенное доказательство в пользу вулканизма, полученное с помощью определения величины ¹⁸⁷Os/¹⁸⁶Os в двух разрезах, удаленных друг от друга на ~5500 км — в скв. ODP-1260B, пройденной на подводном хр. Демерара у побережья Суринама (в среднем мелу отвечающего югуproto-Атлантики), и в разрезе Турло в Центр. Италии (который тогда располагался на западе Тетиса).

В атлантическом субмаринном разрезе доминируют мергели, содержащие в интервале ОАЕ-2 пачку мощностью около 1.2 м, обогащенную C_{opr} до 23 %, в которой происходит резкий сдвиг величины δ¹³C_{opr} от -29 до -23 %. В апеннинском разрезе развита формация кремнистых известняков Скалья Бланка, содержащая в интервале 20 м около 30 тонких прослоев черных сланцев и венчающая знаменитым кремнистым черносланцевым горизонтом Ливелло Бонарелли, мощностью около 1 м, отвечающим ОАЕ-2 [9, с. 136]. Здесь содержание C_{opr} достигает 16 %, а δ¹³C_{opr} скачком сдвигается от -27 до -23.5 %.



В обоих разрезах с ОАЕ-2 была получена вполне аналогичная картина изменения содержания и изотопного состава осмия.

Содержания осмия в породах за 1—2 млн лет до границы сеноман/турон, т. е. до наступления собственно ОАЕ-2, отмеченного изотопным сдвигом C_{opr} , находятся на уровне <1 мг/т, но непосредственно под черносланцевым интервалом ОАЕ-2 подскакивают до 14 мг/т и пребывают на уровне около 6—10 мг/т в черносланцевом интервале. **Изотопный состав** осмия² перед



В альпийской долине

ОАЕ-2 начинает явственно облегчаться, отражая поступление в океан мантийного осмия. В атлантическом разрезе от фоновых значений (0.69—1.00) отношение $^{187}\text{Os}/^{186}\text{Os}$ падает до 0.17 в нескольких сантиметрах ниже горизонта черных сланцев. В самом черносланцевом горизонте оно колеблется и в общем несколько возрастает, оставаясь, однако, на низком уровне; и лишь в нескольких сантиметрах выше кровли черных сланцев величина $^{187}\text{Os}/^{186}\text{Os}$ достигает 0.6. В апеннинском разрезе $^{187}\text{Os}/^{186}\text{Os}$ дает небольшие книксы (до 0.66) в тонких черносланцевых прослоях ниже черносланцевого горизонта Ливелло Бонарелли, но в целом в этом интервале, длительностью около 3 млн. лет, очевидно, соотношение мантийного и терригенного источников осмия сильно не изменилось. Однако у самой подошвы черных сланцев отношение $^{187}\text{Os}/^{186}\text{Os}$ скачком падает до

той же самой, поразительно низкой отметки 0.16, что и в атлантическом разрезе. После чего медленно растет до 0.46, оставаясь в целом пониженным.

«Ходная структура и магнитуда данных по осмиию (содержаний и изотопных отношений) в обоих разрезах — сильное свидетельство в пользу первичности этих сигналов и того, что в обоих местах проявился один и тот же процесс (процессы)» [32, р. 324]. Поскольку в этих слоях нет никаких признаков космогенного импактного события (ни кварца с «шоковыми» структурами, ни характерных магнитных сферул, ни иридевой аномалии), **таким процессом мог быть только мантийный вулканизм**. По простой двухкомпонентной модели (Os терригенный + Os вулканогенный), на уровне самых глубоких минимумов величины $^{187}\text{Os}/^{186}\text{Os}$ — доля вулканогенного осмия оценивается в 97 %!

При этом кривая $^{187}\text{Os}/^{186}\text{Os}$ соглашается с кривой Zn/Al (накопление не-терригенного цинка также считается показателем вулканизма). Значение Zn/Al перед наступлением ОАЕ-2 постепенно нарастает и на уровне глубокого минимума $^{187}\text{Os}/^{186}\text{Os}$ достигает аномального значения, в 130 раз превышающего кларковое отношение Zn/Al в среднем «сланце» [31]. Наконец, и «неторопливая» эволюция отношения $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$, хоть и лишенная (в отличие от осмия) тонких деталей — всё же показывает явственный тренд: убывание доли радиогенного ^{87}Sr перед началом ОАЕ-2, что традиционно трактуется как усиление роли мантийного источника стронция.

Короткое время пребывания осмия в океане открывает уникальную возможность — восстановить детальный сценарий наступления ОАЕ-2. Неожиданно выявляется разрыв во времени (соответственно — расстояние по разрезу) между минимальными значениями величины $^{187}\text{Os}/^{186}\text{Os}$ и наступлением черносланцевого эпизода ОАЕ-2: в зависимости от принятой оценки скорости седimentации **минимумы $^{187}\text{Os}/^{186}\text{Os}$ опережают наступление ОАЕ-2 на время от 23 до 9 тыс. лет. Это запаздывание («лаг») — очевидно, соответствовало буферной способности среднемерлового океана, когда он какое-то время**

удерживал систему в равновесии на фоне возрастающего атмосферного pCO_2 . После того, как буферная емкость океана переполняется, система идет взрывной — начинается массовое депонирование C_{opr} в виде черных сланцев. Процесс углеродистой седиментации (длительностью от 220 до 550 тыс. лет) продолжается до тех пор, пока атмосфера не сбросит избыточное количество CO_2 . После этого неизбежно наступает похолодание, восстанавливается система океанской циркуляции, и как следствие — формируются глубоководные красноцветные отложения — прямое свидетельство аэрированности глубинных вод.

Детальная летопись ОАЕ-2, впервые полученная с помощью изотопии осмия, позволила ответить на еще один острый вопрос (см. выше) — каким именно фактором контролировалось образование черных сланцев периода ОАЕ-2 — **F или P?** Оказывается, начало аноксии безусловно не было связано с биопродуктивностью, т. е. вызывалось абиотическим фактором — поступлением в биосферу массы вулканогенного CO_2 , созданием на Земле парниковой обстановки, с последующим ослаблением океанской циркуляции и образованием стратификации океана с пикноклином (с более теплыми поверхностными водами и более холодными глубинными). Именно стратификация породила аноксию глубинных вод и обеспечила усиленную фосилизацию ОВ в осадках. И лишь позднее, когда в период ОАЕ-2 стратификация стала рассасываться, накопленные в глубинных водах элементы-биогены стали проникать в поверхностные воды — что вызывало всплески биопродуктивности. Таким образом, **начало образования черных сланцев на рубеже сеноман-турон было вызвано климатически-обусловленной аноксией (фактором F в чистом виде)**, но в дальнейшем процессе накопления углеродистых осадков проявилось влияние и биотического фактора **P**.

«Земное эхо солнечных бурь»

Так называлась знаменитая книга основателя гелиобиологии А. Л. Чижевского, впервые показавшего тесную связь земных биосферных событий с

² Приводимые ниже цифры относятся к так называемым «начальным значениям» отношения $^{187}\text{Os}/^{186}\text{Os}$, которое по аналогии с обозначениями, принятыми в изотопной геохимии неодима — величины εNd (t) — следовало бы обозначать как $^{187}\text{Os}/^{186}\text{Os}$ (t). Эти значения вычисляются следующим образом: $^{187}\text{Os}/^{186}\text{Os}$ (t) = $^{187}\text{Os}/^{186}\text{Os}$ (измеренное) — ($^{187}\text{Re}/^{186}\text{Os}$) (измеренное) $e^{\lambda t}$ — 1, где λ — константа распада ^{187}Re , равная 1.666×10^{-11} год⁻¹, а t = 93.5×10^6 лет (возраст границы сеноман/турон).



ритмами солнечной активности. На материалах тоарского ОАЕ впервые удалось показать влияние «астрономического фактора» и на формирование черных сланцев.

Один из лучших тоарских разрезов находится в Йоркшире. С помощью чрезвычайно детального геохимического опробования (449 проб на 12 м разреза!) здесь была изучена тонкая временная структура тоарского ОАЕ, которое характеризуется общей негативной экскурсией величины $\delta^{13}\text{C}_{\text{opr}}$ с амплитудой 5—7‰ [21]. Глинистые черные сланцы, отвечающие ОАЕ, занимают в разрезе около 5 м — 4 м в верхах аммонитовой зоны *Dactylioceras tenuicostatum* и около 1 м в низах зоны *Harpoceras falciferum*. Пилообразная кривая значений $\delta^{13}\text{C}_{\text{opr}}$ оказывается в точности антибатной кривой карбонатности сланцев (которая составляет здесь 0—5‰): минимумам на кривой $\delta^{13}\text{C}_{\text{opr}}$, % отвечают максимумы на кривой CaCO_3 .

В начале ОАЕ фоновые значения $\delta^{13}\text{C}_{\text{opr}}$ составляют около —26‰, достигают глубокого минимума на самой границе указанных аммонитовых зон (~33‰), затем постепенно растут и возвращаются к фоновому уровню примерно в 7 м выше этой границы. Хотя на кривой карбонатности столь четкого максимума на границе зон нет, но выше границы она сильно возрастает и на том же уровне (7 м выше границы) достигает уже ~70 %. При этом облик обеих кривых явно указывает на существование некой циклическости, которая видна и на глаз, но более достоверно выявляется путем математической обработки.

Такая обработка выявила по меньшей мере три четких цикла амплитудой около 81 см по разрезу, что отвечает длительности, равной 21.46 тыс. лет. Полученная величина удивительно близка к периоду прецессии земной оси (который в настоящее время, как известно, составляет около 26 тыс. лет), что позволяет трактовать выявленные циклы как прецессионные. При этом детальность кривой $\delta^{13}\text{C}_{\text{opr}}$ позволяет определить длительность отдельных импульсов «вспрыскивания» метана — каждый из трех импульсов длился меньше 2 тыс. лет.

Как уже сказано, в качестве причины **ициального потепления**, породившего тоарский ОАЕ, называют грандиозный Кару-Феррарский вулканализм, который происходил в позднем плинсбахе, — т. е. непосредственно перед началом тоарского ОАЕ. Но в дальнейшем на эндогенное потепление наложилась

астрономическая климатическая циклическость, создавая наблюдаемую тонкую структуру кривых $\delta^{13}\text{C}_{\text{opr}}$ и CaCO_3 . «Мы предполагаем, — пишут авторы статьи в *Nature*, — что возбуждение (*initiation*) долговременного глобального потепления в позднем плинсбахе было связано с началом Кару-Феррарской вулканической активности; когда оно сочеталось с прецессионными максимумами солнечной радиации, то было в состоянии периодически превышать климатический порог и тем самым запускать процесс (*trigger*) термальной диссоциации шельфовых залежей метангидратов» [21, р. 398].

Итак, тоарский феномен примечателен в том отношении, что два фактора, влияющие на климат Земли — космический и теллурический — оказы-

на в раннеюрскую биосферу, в частности повторяются колебаниями изотопного уплотнения молибдена — величиной $\delta^{98/95}\text{Mo}$ [25]. В том же Йоркширском разрезе, в 5-метровом черносланцевом интервале, отвечающем ОАЕ продолжительностью около 200 тыс. лет, фиксируются циклы величины $\delta^{98}\text{Mo}$ с размахом колебаний от +1.6 до —0.8 %. Что же отражают эти циклы? Они отражают колебания площадей раннетоарского океана, занятых аноксическими фациями. Дело в том, что в изотопной геохимии Mo установлено изотопное фракционирование Mo в окислительных фациях — при его вхождении в океанские ЖМК. Если Mo современной морской воды (молибдат-ион MoO_4^{2-}) имеет значение $\delta^{98}\text{Mo}$, равное примерно +2.3 ‰, то молибден, поглощенный



Символы Альп — козёл, медведь, волк. Сейчас их осталось по одному на все горы

ваются не альтернативными, а действующими совместно. В данном случае астрономический фактор лишь модулирует действие теллурического фактора, будучи относительно второстепенным. Но в других ситуациях импактные события (падение астероидов или столкновение Земли с кометами?) могут сделать астрономический (космогенный) фактор «старше» фактора теллурического. Например, интенсивный палеогеновый магматизм в Карской впадине скорее всего был инициирован падением астероида, а не какими-то «земными» причинами.

Определение масштабов аноксии по $\delta^{98/95}\text{Mo}$

Недавно выяснилось, что циклические колебания величины $\delta^{13}\text{C}_{\text{opr}}$, отражающие импульсы поступления мета-

в ЖМК, значительно изотопно облегчен: $\delta^{98}\text{Mo} = -0.7 \text{ ‰}$. Но в эвксиновых фациях, при количественной сульфидаизации растворенного молибдена ($\text{MoO}_4^{2-} \rightarrow \text{MoS}_4^{2-}$), депонированный в углеродистом осадке Mo полностью наследует изотопный состав морской воды. Поэтому всякое изменение величины $\delta^{98}\text{Mo}$ в черных сланцах трактуют как изменение состава морской воды соответствующего возраста, что определялось соотношением площадей аноксических и кислородных фаций. В современном океане аноксические осадки занимают около 0.5 % площади дна, но на их долю приходится ~25 % всего депонированного в осадках молибдена! Применяя эту актуалистическую аналогию к раннеюрскому океану, английские геологи [25] подсчитали, что в период раннетоарского ОАЕ анокси-



ческие (и/или эвксинные) фации распространялись практически на всю площадь шельфов!

Аналогичный вывод сделан и для границы Р/Т. В породах двух далеко удаленных разрезов с Р/Т границей: в хемогенных оолитовых известняках (СВ Италия) и в эвксинных черных сланцах

стратиграфии карелид, потому что уже надежно датирована в интервале 2.20—2.06 млрд лет. Аналогично череда сильных позитивных и негативных экскурсий $\delta^{13}\text{C}_{\text{карб}}$ в рифее и венде [3] давно и успешно эксплуатируется геологами, поскольку эти экскурсии являются глобальными стратиграфическими репе-

тельно более длительная (несколько метров разреза), охватывающая самые верхи T_3 и часть J_1 — геттингский ярус. Как показали австрийские геологи, обе эти фазы на границе Т/Ж проявлены не только в регионе Тетиса, но и глобально [27]. Опуская все локальные особенности геохимии австрийских разрезов (в частности, фазы иногда разделяются не нормально-фоновыми значениями $\delta^{13}\text{C}_{\text{опр}}$, а позитивными экскурсиями), отметим самое главное — указанные фазы имеют совершенно четкие биостратиграфические границы: «*Инициальная и главная C-изотопные экскурсии в бассейне Айберг ограничены последним и первым появлением в разрезе триасовых и юрских биостратиграфических маркеров (аммонитов — триасовых *Choristoras marshi* и юрских *P.Spelae n. spp.*, и юрской пыльцы *Cerebropollenites thiegartii*)*» [26, p. 185].

Недавно были опубликованы данные по двум разрезам глубоководных отложений, отвечающих тоарскому ОАЕ — в Апенинах и в Альпах [28]. Итальянские и английские геологи с торжеством отметили, что **детальная изотопная стратиграфия** продемонстрировала в данном случае свое преимущество перед аммонитовой биостратиграфией — она позволила точно скоррелировать даже те интервалы разреза, в которых не оказалось руководящих **фоссилий!** В частности, выяснилось, что выявленная ранее асинхронность тоарского ОАЕ в boreальной и тетической областях — не более чем «биостратиграфический артефакт» — в действительности тоарский ОАЕ был строго синхронен на всей акватории раннеюрского океана!



Швейцарские Альпы

(Британская Колумбия, Канада) зафиксировано практически одинаковое и очень низкое значение $d^{98}\text{Mo}$, близкое к +1 %. Во-первых, такое совпадение подтверждает, что эта цифра действительно отражает изотопный состав Mo морской воды мелководного позднепермского океана. Во-вторых, расчет показывает, что для столь сильного понижения величины ^{98}Mo океан должен был быть практически полностью эвксинизирован! Это позволяет сделать радикальное предположение — не связано ли грандиозное предтриасовое вымирание морской фауны — именно с глобальной эвксинизацией позднепермского океана? [29].

Изотопная хемостратиграфия

Хемостратиграфия, т. е. корреляция разрезов с помощью изотопных показателей (чаще всего $\delta^{13}\text{C}_{\text{карб}}$ и $\delta^{13}\text{C}_{\text{опр}}$) уже давно используется в геологии докембрия — там, где осадочные толщи (нередко еще и метаморфизованные) не содержат палеонтологических остатков. Например, мощнейшая позитивная экскурсия $\delta^{13}\text{C}_{\text{карб}}$ (до +18 %!) — «карельский изотопный феномен» [6], причина которой до сих пор ожесточенно дебатируется (что показал и Давос-2009), вполне успешно используется в стра-

рами, отражающими Великие Оледенения и связанные с ними перестройки биосфера. Однако Давос-2009 показал, что вследствие колossalного прогресса в методике некогда экзотические изотопные методы стали массовыми. **В итоге хемостратиграфия распространилась даже на мезозойские толщи с богатой фауной, но уже не для грубой датировки (как в докембрии), а в качестве прецизионного инструмента — для уточнения границ стратонов.**

Примером могут служить классические разрезы с границей триас/юра в Северных Известняковых Альпах (Австрия): в бассейне Айберг, который в то время располагался на пассивной окраине — на западе области Тетиса [26]. Детальнейшее опробование (с интервалами порядка 1 см) пограничного интервала показало негативную экскурсию $\delta^{13}\text{C}_{\text{опр}}$, состоящую из двух четких фаз. (1) *Инициальная фаза* — очень резкая (от -24 до -32 %) и очень кратковременная, отмеченная черносланцевым прослоем мощностью около 5 см, с содержанием $\text{C}_{\text{опр}}$ до 8—9, иногда до 14 %. Это еще T_3 , рэтский ярус. Именно с этой фазой совпадает во времени формирование Центрально-Атлантической магматической провинции — в связи с расколом Пангеи. (2) *Главная фаза*, менее резкая (от -24 до -28 %) и значи-

Простой способ получения грантов

Мы коснулись лишь тех проблем из числа обсуждавшихся на Давосском форуме, которые показались нам наиболее интересными. Судя по размаху исследований мезозойских и палеогенового ОАЕ, очевидно, что они щедро финансируются, и у занятых ими стратиграфов, палеонтологов и геохимиков (работающих в тесной международной кооперации) нет проблем с получением грантов. Как же им это удается? Очень просто — надо просто доходчиво объяснить спонсорам, что ничего актуальнее для нас, чем события, происходившие 183 или 55 млн лет назад — просто не существует. Дело в том, что эти глобальные катастрофы, как мы ви-



дели, происходили чрезвычайно быстро — вполне соизмеримо с длительностью голоценовых и современных биосферных событий. Значит, изучая механизм мезозойских (или еще более древних) биосферных катастроф, мы получаем ключ к пониманию изменений современной нам окружающей среды. Против такой логики никакой спонсор устоять не сможет — ведь и спонсоры обитают в той же самой биосфере, что и ученыe...

Вот типовая фраза из реферата, казалось бы, весьма «далекой от жизни» статьи по изотопии Мо в тоарском ОАЕ: «*Несмотря на эпизодичность своего проявления в геологической истории, ОАЕ имеют важное значение для современности, ибо амплитуды и высокие скорости изменений окружающей среды были весьма схожими с теми, которые происходят в наши дни*» [25, р. 231]. Не могу отказать себе в удовольствии привести последнюю фразу одной из статей, остроумно иллюстрирующую сказанное: «*Есть любопытная ирония судьбы в том, что богатые органикой отложения, связанные с ОАЕ ... и несущие полезные свидетельства глобальных изменений, в наши дни являются важным источником (добычи) углеводородов, существующих на окружающую среду*» [14, р. 1105].

Некоторые выводы

1. Как показывает тематика докладов на 19-й ежегодной Международной Гольдшмидтовской конференции в Давосе (июнь-2009), важное место в современной «геохимической моде» занимает изучение океанских аноксических событий (ОАЕ), т. е. глобальных экологических катастроф, порождавших крупнейшие биотические кризисы и отмеченные в стратисфере горизонтами черных сланцев.

2. Беспрецедентно-массовое применение изотопных анализов огромных коллекций по детально опробованным разрезам позволило с высоким хронологическим разрешением, вплоть до отрезков геологической истории протяженностью порядка всего лишь 1 тыс. лет, воссоздать сценарии ОАЕ, состоящие из характерных фаз, отмеченных амплитудами и знаками изотопных экскурсий $C_{\text{карб}}$ и $C_{\text{опр}}$. Особенно впечатляющими представляются новейшие результаты осмивой хронометрии — применения отношения $^{187}\text{Os}/^{186}\text{Os}$ для датирования короткопе-

риодических колебаний процесса ОАЕ. Применение новейшей изотопии Мо позволяет хотя бы полукачественно оценивать масштабы былой океанской аноксии — соотношение площадей дна океана, занятых аноксическими и кислородными фаунами.

3. Одним из важнейших результатов в изучении некоторых ОАЕ (в частности, тоарского и палеоцен/эоценового) явилось доказательство того, что причиной сильнейших негативных аномалий $C_{\text{опр}}$ (и сопряженных с ними, примерно вдвое меньших по амплитуде негативных экскурсий $C_{\text{карб}}$) было импульсное вспрыскивание в атмосферу огромных масс метана в результате диссоциации метангидратов, накопленных ранее в шельфовых отложениях.

4. Хотя собственно ОАЕ были обусловлены экзогенным (климатическим) фактором — резким потеплением вследствие создания на Земле парниковой обстановки («greenhouse»), — первопричиной таких потеплений был эндогенный фактор — мощнейший магматизм и вызванный им метаморфизм осадочных толщ, порождавший массы термогенного метана и метаморфогенного CO_2 . Таким образом, вновь подтверждается недавно высказанная нами мысль о том, что в старинном Великом Геологическом Споре нептунистов и плутонистов-вулканистов вторые берут явный реванш.

5. Установлено, что явственная цикличность изотопных экскурсий в периоды ОАЕ может вызываться астрономическим фактором — периодами прецессии земной оси. В случае тоарского ОАЕ эндогенный (теллурический) фактор был главным (обеспечивал основной тренд изотопных экскурсий), а космогенный — второстепенным (лишь модулировал этот тренд циклами примерно равной продолжительности). Однако нельзя исключить, что в иных случаях космогенный фактор может быть более существенным, чем теллурический.

Сердечно благодарю И. В. Козыреву, любезно давшей мне для изучения трехкилограммовый том тезисов Гольдшмидтовской конференции в Давосе (*Geochim. Cosmochim. Acta*, 2009, vol. 73, № 13S). Желающие могут найти этот том (в формате .pdf) по адресу: <http://www.goldschmidt2009.org/abstracts/view>

Литература

- Захаров Ю. Д., Борискина Н. Г., Попов А. М. Реконструкция условий морской хронометрии — применения отношения $^{187}\text{Os}/^{186}\text{Os}$ для датирования короткопериодических колебаний процесса ОАЕ // Вестник Ин-та геологии Коми НЦ УрО РАН. Сыктывкар, 2008. № 5. С. 2—4.
- Маракушев А. А. Эндогенные геохимические горизонты стратисферы // Вестник Ин-та геологии Коми НЦ УрО РАН. Сыктывкар, 2008. № 5. С. 2—4.
- Покровский Б. Г., Чумаков Н. М. Неопротерозойские карбонаты с ультравысокими и ультранизкими значениями $\delta^{13}\text{C}$ в Байкало-Патомском прогибе и некоторых других районах Сибири и Урала // Типы седиментогенеза и литогенеза и их эволюция в истории Земли: Материалы V Всерос. литологич. совещ. Екатеринбург: УрО РАН, 2008. Т.1. С. 172—175.
- Хэллем Э. Великие геологические споры // Пер. с англ. М.: Мир, 1985. 216 с.
- Юдович Я. Э. Геохимия угольных включений в осадочных породах. Л.: Наука, 1972. 84 с.
- Юдович Я. Э. Карельский изотопный феномен: неразгаданная тайна // Вестник Ин-та геологии. Сыктывкар, 2006. № 2. С. 9—12.
- Юдович Я. Э. Эти черные-нечерные сланцы // Природа, 1994. № 1. С. 16—27.
- Юдович Я. Э. Флюидное минералообразование — альтернатива литогенезу? Обзор // УГЖ, 2009, № 4 (70). С. 31—80.
- Юдович Я. Э., Кетрис М. П. Геохимия черных сланцев. Л.: Наука, 1988. 272 с.
- Юдович Я. Э., Кетрис М. П. Элементы-примеси в черных сланцах. Екатеринбург: УИФ Наука, 1994. 304 с.
- Юдович Я. Э., Беляев А. А., Кетрис М. П. Геохимия и рудогенез черносланцевых формаций Пай-Хоя. СПб: Наука, 1998. 366 с.
- Юдович Я. Э., Шишкин М. А., Лютиков Н. В., Кетрис М. П., Беляев А. А. Геохимия и рудогенез черных сланцев Лемвинской зоны Севера Урала. Сыктывкар: Пролог, 1998. 340 с.
- Bernasconi S. M., Crne A. E., Mühay S., Keller C. E., Hochuli P., Erba E., Weissert H. CO₂ pulses and carbonate and biotic crises in the Mesozoic // *Geochim. Cosmochim. Acta*, 2009. Vol. 73. № 13S. P. A113.
- Cohen A.S., Coe A. L., Kemp D. B. The Late Palaeocene-Early Eocene and Toarcian (Early Jurassic) carbon isotope excursions: a comparison of their time scales, associated environmental changes, causes and consequences // *J. Geol. Soc. London*, 2007. Vol. 164. P. 1093—1108.
- Damst   J. S. S., Mueller A., von Bentum E., Reichert G. J., Schouten S. Oceanic anoxia, organic carbon burial and climate change during OAE-2 // *Geochim. Cosmochim. Acta*, 2009. Vol. 73. № 13S. P. A1230.
- Erba E., Bottini C. The response of Cretaceous calcareous nannoplankton to $p\text{CO}_2$ and ocean acidification // *Geochim. Cosmochim. Acta*, 2009. Vol. 73. № 13S. P. A334.
- Fehn U.,



Lu Z., Tomaru H. Occurrence of iodine and methane in active margins: a potential link to past climatic changes // *Geochim. Cosmochim. Acta*, 2009. Vol. 73. № 13S. P. A359. **18. Fehn U., Snyder G. T., Muramatsu Y.** Iodine as a tracer of organic material: ^{129}I results from gas hydrate systems and fore arc fluids // *J. Geochem. Explor.*, 2007, doi: 10.1016/j.jgx.2007.05.005. **19. Ganino C., Arndt N.** Climate changes caused by degassing of sediments during the emplacement of large igneous provinces // *Geology*, 2009. Vol. 37. № 4. P. 323—326. **20. Hesselbo S. P., Grocke D. R., Jenkyns H. C., Bjerrum C. J., Farrimond P., Bell H. S. M., Green O. R.** Massive dissociation of gas-hydrate during a Jurassic oceanic anoxic event // *Nature*, 2000. Vol. 406. № 6794. P. 392—395. **21. Kemp D. B., Coe A. L., Cohen A. S., Schwark L.** Astronomical pacing of methane release in the Early Jurassic period // *Nature*, 2005. Vol. 437. P. 396—399. **22. Korte C., Hesselbo S., Jenkyns H. C., Rickaby R. E. M., Spytl C.** Palaeoenvironmental significance of carbon- and oxygen-isotope stratigraphy of marine Triassic—Jurassic boundary sections in SW

Britain // *J. Geol. Soc. London*, 2009. Vol. 66. P. 431—445. **23. Letolle R., Renard M.** Evolution des teneurs en ^{13}C -carbonates pelagiques aux limites Crétacé-Tertiaire et Paleocene-Eocène // *C. r. Acad. Sci. Ser. D*, 1980. T. 290. N. 13. P. 827—830. **24. Lu Z., Tomaru H., Fehn U.** Iodine ages of pore waters of Hydrate Ridge (ODP Leg 204), Cascadia Margin: Implications for sources of methane in gas hydrates // *Earth Planet. Sci. Lett.*, 2008. Vol. 267. P. 654—655. **25. Pearce C. R., Cohen A. S., Coe A. L., Burton K. W.** Molybdenum isotope evidence for global ocean anoxia coupled with perturbations in the carbon cycle during the Early Jurassic // *Geology*, 2008. Vol. 36. № 3. P. 231—234. **26. Ruhl M., Kärschner W. M., Krystyn L.** Triassic-Jurassic organic carbon isotope stratigraphy of key sections in the western Tethys realm (Austria) // *Earth Planet. Sci. Lett.*, 2009. Vol. 291. № 1. P. 169—187. **27. Ruhl M., Kärschner W. M., Reichart G. J.** Global carbon cycle turnover at the Triassic-Jurassic boundary // *Geochim. Cosmochim. Acta*, 2009. Vol. 73. № 13S. P. A1131. **28. Sabatino N., Neri R., Bellanca A., Jenkyns H. C., Baudin F., Parisi G.**

Masetti D. Carbon-isotope records of the Early Jurassic (Toarcian) oceanic anoxic event from the Valdorbia (Umbria—Marche Apennines) and Monte Mangart (Julian Alps) sections: palaeoceanographic and stratigraphic implications // *Sedimentology*, 2009. Vol. 56. № 5. P. 1307—1328. **29. Silva-Tamayo J. C., Nagler T. F., Newton R., Wignall P., Grice K., Bottcher M.** Global shallow-marine euxinia triggering the latest Permian mass extinction: Evidence from Mo-isotopes // *Geochim. Cosmochim. Acta*, 2009. Vol. 73. № 13S. P. A1224. **31. Turgeon S. C., Creaser R. A.** Cretaceous oceanic anoxic event 2 triggered by a massive magmatic episode // *Nature*, 2008. Vol. 454. P. 323—326. **32. Turgeon S. C., Hetzel A., Tiraboschi D., Creaser R. A., Brumsack H.-J., Erba E.** Contrasting osmium isotopes and Zn/Al ratios as magmatism proxies in Cenomanian—Turonian sediments // *Geochim. Cosmochim. Acta*, 2009. Vol. 73. № 13S. P. A1354. **33. Weber J. N.** Possible changes in the isotopic composition of the oceanic and atmospheric carbon reservoir over geologic time // *Geochim. Cosmochim. Acta*, 1967. Vol. 31. № 12. P. 2343—2351.

БЛАГОДАРСТВЕННОЕ СЛОВО БУХГАЛТЕРИИ

Бухгалтерия, отмечая своё 20-летие, это сердце института, которое разгоняет по его сложному организму жизнительные финансовые потоки и обеспечивает нормальное функционирование всех институтских жизненно важных органов. Прекрасно это понимая, я сразу же после вхождения Коми филиала АН СССР в состав Уральского отделения довольно жёстко поставил вопрос о финансовой самостоятельности Института геологии и об организации своей бухгалтерии. Председатель отделения академик Г. А. Месяц, ратующий за автономность институтов в научных центрах, поддержал это предложение.

В течение года с небольшим бухгалтерия была сформирована, 6 июля 1989 г. подписан приказ о назначении главным бухгалтером Н. С. Казаковой, утверждено штатное расписание, включавшее четырёх бухгалтеров и экономиста. Институт стал получать прямое финансирование с Урала.

За эти 20 лет в российской и академической истории случилось множество событий — от смены политической и экономической системы до непрерывных реорганизаций, и все они в первую очередь преломлялись через бухгалтерию. Правила игры и сейчас при-

ходится менять с удручающей частотой. К тому же регулярные отчёты, ревизии, проверки. Не расслабишься.

Сейчас коллектив бухгалтерии стабилизировался, но в былые времена утечка кадров её лихорадила. Поработав несколько лет и освоив профессию, многие уходили в более злачные места. Крупные финансовые и предпринимательские структуры предпочитали брать бухгалтеров с по крайней мере двухлетним стажем работы в бюджетных организациях, а плодились такие структуры непрерывно. Так что наша бухгалтерия была ещё и своеобразным центром подготовки кадров. Другие институты Коми научного центра выходили на самостоятельность позднее, и бухгалтерия Института геологии, сразу же вышедшая на высокий профессиональный уровень, стала эталоном для новых финансовых подразделений и помогала в их становлении.

В 90-е г. институт энергично включался в международное сотрудничество и в проведение совместных исследований с зарубежными институтами и фирмами, и бухгалтерии пришлось осваивать ещё одно поле деятельности. Вспомнился в связи с этим комический случай. В директорском каби-

нете мы обсуждали с американцами программу работ над одним из проектов, и когда дело дошло до финансовых вопросов, я сказал, что надо пригласить бухгалтера. «Как?» — удивленно воскликнул Стив Шемел, немец по происхождению. «У вас ещё есть бухгалтера? У нас теперь только менеджеры. Мне приятно познакомиться с современным бухгалтером, мой отец долго служил главным бухгалтером одного из штабов NAVY.» (военно-морского флота).

— Да, у нас есть бухгалтер, Дринкман, сейчас придёт.

Стив, наверное, приготовился встретить седого старика с красным носом и дрожащими от перепоя руками в чёрных нарукавниках. Я не могу передать выражавшуюся на его лице степень изумления, когда в кабинет вошла молодая хрупкая Саша Пименова, бывшая Дринкман, которая замещала находившуюся в отпуске О. А. Радаеву. Сотрудничество началось и развивалось на беззокорийской основе.

Через бухгалтерию прошло за эти годы много интересных и хороших людей. Первый главный бухгалтер Н. С. Казакова ушла на пенсионный режим и занялась воспитанием потомства. Этую



многотрудную должность взяла на себя О. А. Зорина, ныне Радаева, которая пришла в бухгалтерию практически сразу, через два месяца после её образования. А из самых-самых первых до сих пор честно трудится такая же молодая и привлекательная А. И. Казакова, исправно и безошибочно начисляя нам зарплату.

Бухгалтерия работает чётко, строго, ответственно, и у меня за два десятилетия директорской деятельности не

возникло с ней ни единого конфликта или недоразумения. Мы прошли с нею через все экономические, финансовые и житейские бури, ничего не потеряв и создав мощный потенциал для эффективной научной деятельности.

Я преклоняю голову перед нашими замечательными финансистами и выражаю сердечную благодарность главному бухгалтеру О. А. Радаевой, её заместителю С. В. Прокуряковой, веду-

щим бухгалтерам М. В. Ильчуковой, Р. Р. Шайхутдиновой, бухгалтерам А. И. Казаковой и Е. М. Черненковой, главному экономисту Н. В. Рыбиной, экономисту О. В. Клинишевой, которые сегодня сплочённой командой обеспечивают оптимальную жизнедеятельность института, а также благодаря всех, кто трудился на финансовом поле в этот двадцатилетний период истории бухгалтерии.

Академик Н. Юшкин

БУХГАЛТЕР НИКОГДА НЕ ПОДВЕДЕТ

В 2009 г. 6 июля исполняется 20 лет с момента образования бухгалтерии Института геологии. Возглавила это новое подразделение Нина Степановна Казакова, работавшая в то время экономистом в Коми научном центре. К ноябрю штат бухгалтерии был укомплектован, в нем было 4 бухгалтера и 1 экономист. Первым экономистом была Валентина Егоровна Иванова, с которой и начиналась финансовая служба института.

Отношение у сотрудников к бухгалтерии было сначала настороженным, но потом все привыкли, что не надо с каждой бумажкой бегать в Коми научный центр, время прохождения документов сократилось, быстрее принимались решения по финансовым вопросам. В этот период мы часто обращались за помощью и советом к главному бухгалтеру КНЦ Алексею Титовичу Хмельницкому и главному экономисту Нине Дмитриевне Зайцевой.

В начале 90-х г. на нас «обрушилась» рыночная экономика, с ростом инфляции быстрыми темпами менялись зарплаты, добавлялись нули, были постоянные пересчеты, индексации, объем работы вырос. Законодательство менялось так, что едва успевали следить, чтобы чего-нибудь не нарушить, задерживали финансирование, а значит, и зарплату. Было время, когда деньги шли только на зарплату, копились огромные многолетние долги по коммунальным и другим платежам. На дверях бухгалтерии даже висела табличка: «Денег нет». В это же время в стране появились кооперативы, коммерческие предприятия, где зарплата была намного больше, чем в бюджетных организациях, — в нашем подразделении началась ротация кадров. Сотрудники увольнялись, приходили новые, учились, зарабатывали стаж

2—3 года и снова уходили. В 1991 году ушла на пенсию Нина Степановна Казакова и бухгалтерию возглавила Ольга Алексеевна Радаева (тогда еще Зорина). За 20 лет в подразделении сменилось 15 сотрудников, только О. А. Радаева и А. И. Казакова продолжают работать с момента основания бухгалтерии. В 1999 году из состава бухгалтерии выделились экономисты, создав отдельное структурное подразделение — планово-экономическую группу в составе двух человек.

УрО РАН, в налоговую инспекцию, в статистику, в Пенсионный фонд; действует проект по перечислению зарплаты на карты Севергазбанка и Сбербанка. Электронно производятся платежи через казначейство. За двадцать лет не было случаев задержек зарплаты по вине бухгалтерии, вся отчетность сдается строго в установленные сроки. Конечно, есть и ошибки, и недочеты, которые выявляются в ходе различных проверок, но не ошибается только тот, кто ничего не делает. Практи-



В 2004 году в связи с изменениями в налоговом законодательстве и ужесточением требований к ведению налогового учета была введена должность бухгалтера по налоговому учету. В таком составе мы работаем по настоящее время. В 1989 году средний возраст бухгалтерии был 33 года, за 20 лет мы выросли, и сейчас наш средний возраст 44 года.

Все участки бухучета автоматизированы, по электронной почте отправляется практически вся отчетность: в ФЭУ

чески каждый год на практику приходят студенты вузов и техникумов, учащиеся у нас азам профессии.

За все время существования бухгалтерии, особенно в период ее становления, большую помощь нам оказывало руководство в лице Николая Павловича Юшкина. К нашим проблемам он всегда относился с пониманием, за что ему огромное спасибо. Он и сейчас каждое утро заходит в бухгалтерию и интересуется нашими делами.



Бухгалтерия сегодня — О. А. Радаева, С. В. Прокурякова, А. И. Казакова, Е. М. Черненкова, Р. Р. Шайхутдинова, М. В. Ильчукова — это дружный, сплоченный, очень ответственный и дисциплинированный коллектив. Каждый на своем участке — профессионал.

Хочется пожелать всем нам финансовой стабильности, дальнейшего роста и совершенствования, чтобы и впредь каждое утро с радостью спешить на работу, в свой родной коллектив. И, как поется в гимне российских бухгалтеров:

Бухгалтер — умница,
Усердно трудится,
Он любит точность,
Знает деньгам счет!
Все, что задумано,
Конечно, сбудется!
Бухгалтер никогда не подведет!

ПРИВЕТСТВЕННЫЙ АДРЕС ЮБИЛЯРУ

(К 60-летию Валентина Леонидовича Андреичева)

Дорогой Валентин Леонидович, в день Вашего 60-летия примите от сотрудников Института геологии самые теплые, самые сердечные приветствия и поздравления!

Вы, Валентин Леонидович, работаете в Институте геологии с 1971 г. после обучения в Ленинградском высшем земнотно-артиллерийском командном училище и Челябинском политехническом институте. Благодаря интересной исследовательской деятельности в избранной области геохронологии Вы завершили этот тернистый этап обучения, получив диплом геохимика в Свердловском горном институте в 1977 г. Поступив в Институт геологии, Вы приняли «эстафету» от своего учителя профессора М. В. Фишмана, начав исследования по геохронологии интрузивного магматизма п-ва Канин и Северного Тимана калий-argonовым методом с 1980 года. Одним из важнейших промежуточных итогов научной работы стала защита кандидатской диссертации по специальности «общая и региональная геология» в Институте геологии и геохимии им. акад. А. Н. Заварицкого (г. Свердловск) в 1989 г.

В начале 90-х годов Вы сменили географию исследований с тиманской на уральскую. Работали на принципиальных для геологии Полярного Урала объектах: это и эклогиты Марункуе, и малыкский гнейсо-габроноритовый комплекс, а также гранитоидный магматизм восточного склона и пермско-триасовые базальты Коротаихинской впадины. В последние годы Ваши исследования сосредоточены на интрузивном магматизме фундамента Печорской синеклизы.

С самого начала своей деятельности в Институте Вы, уважаемый Валентин Леонидович, неукоснительно придерживаетесь правила: качество анализа — дело чести аналитика. Интерпретация субъективна, а цифра возраста — это объективная реальность, установленная на основании физического закона и со-

держаний изотопов, которые определяются аналитиком. Рубидий-стронциевые данные, полученные лично или сотрудниками руководимой Вами группы изотопной геохимии, неоднократно проверялись в других лабораториях и неизменно подтверждались.

За плечами у Вас руководство и исполнение многочисленных научно-исследовательских тем, Программ фундаментальных исследований ОНЗ и РАН,

щедре геохронологической шкалы, а также организации и постановке новых методов изотопно-геохронологических исследований. Под Вашим руководством осуществлена постановка трех прецизионных изотопных методов: рубидий-стронциевого, датирования микропроб циркона методом термоионной эмиссии свинца, метода стабильных изотопов. Большим научным достижением является разработанная в последние годы геолого-геохронологическая модель эволюции метаморфизма Приполярного Урала. Кроме того, Вами внесен заметный вклад в разработку графических методов изотопной геохронологии.

Глубокоуважаемый Валентин Леонидович, Вы — квалифицированный и эрудированный специалист в области изотопной геохронологии и геохимии радиогенных изотопов. По результатам исследований Вами опубликовано свыше 140 научных работ, в том числе 14 монографий. Вы пользуетесь заслуженным авторитетом среди зарубежных исследователей, поддерживаете связи с учеными из Болгарской академии наук, Барселонского университета (Испания), университета Упсалы (Швеция). С другой стороны, активно участвуете в подготовке молодой смены, читая курс лекций «Основы изотопной геохронологии» в Сыктывкарском университете.

За многолетний добросовестный труд Вы награждены Почетными грамотами Института геологии, Коми научного центра УрО РАН, Уральского отделения РАН, Президиума РАН, Министерства природных ресурсов и экологии РФ. Родная Республика также высоко ценит Ваш труд, отметив его Почетными грамотами Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды РК и Республики Коми.

Дорогой Валентин Леонидович, ждем Вам и Вашим близким крепкого здоровья, счастья и благополучия!

Администрация и коллектив
института



международных проектов. В совершенстве владея прецизионными аналитическими методами определения возраста, основное внимание Вы уделяете геологической интерпретации геохронологических данных, обнаруживая хорошие знания в области геологии региона и ориентацию в смежных геологических дисциплинах. При Вашем непосредственном участии проводятся изучения по выявлению и обоснованию важнейших возрастных рубежей в эволюции эндогенной активности земной коры Европейского Северо-Востока, стратификации «немых» осадочно-метаморфических толщ докембрия, радиологической корреляции процессов магматизма, метаморфизма и рудогенеза. Значительное внимание в Вашей работе уделяется корректировке об-



МАРШРУТ ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТЬЮ В СОРОК ЛЕТ

По просьбе главного редактора журнала «Вестник ИГ» изложение результатов такого длинного, почти марафонского, пробега было предложено сделать самому участнику. Чтобы не быть сильно многословной и тем самым не давать читателю повода для утомления, постараюсь представить этот увлекательный маршрут в виде пунктов-этапов по определенным направлениям исследовательских работ, на которые он в связи с большой протяженностью разложился.

Первый пункт — стратиграфический — начинается 31 июля 1969 г., когда по направлению геолфака МГУ им.-Ломоносова я прибыла в славный город Сыктывкар на работу в Институт геологии Коми филиала АН СССР, в лабораторию стратиграфии и литологии В. И. Чалышева под непосредственное руководство А. И. Першиной. Мне предстояло заниматься брахиоподами силура и для начала пришлось посмотреть, как же у них внутри все устроено. Зарисовки срезов составили целую папку, и оказались небесполезными. Выяснилось, что брахиоподы рода *Delthyris* из рабочей коллекции на самом деле являются представителями рода *Howellella* и т. д. Однако перспектива заниматься брахиоподами мне была не так интересна, как литология, поэтому при поддержке С. В. Тихомирова, проф. МГРИ, моя просьба была удовлетворена А. И. Першиной. И это было замечательно, потому что потом появилась истинная брахиоподчица Т. М. Безносова, с которой мы в tandemie проработали весь стратиграфический этап моего маршрута. Совершенствовалась я в литологических тонкостях у знаменитых в то время специалистов по карбонатным породам — Д. К. Патрунова (ВНИИокеангеология), Р. Э. Эйнасто (Таллин, ИГ АН Эстонии), Н. Н. Предтеченского (ВСЕГЕИ) и С. В. Максимовой (ИГиРГИ).

Мой первый полевой сезон совместно с А. И. Першиной, Н. А. Боринцевой и Р. И. Титовой был на Приполярном Урале, на р. Кожим в 1970 г. Эта река навсегда покорила мое сердце из-за красоты всего, что ее окружало: живописные скалы, растительный и животный мир, современный и ископаемый, люди. Наконец, разрезы, которые позволили сделать этот район стратотипическим для многих палеозойских стратонов



Сентябрь 1969 г.

Западного Урала и верхнего ордовика — нижнего девона Тимано-Печорской провинции. Организатором и неистощимым мотором разработки первых стратиграфических схем ордовика и силура Тимано-Печорской провинции был В. Вл. Меннер (ИГиРГИ, Москва), который руководствовался прежде всего интересами практическими для нефтегазоносной провинции. Основой служила схема, разработанная А. И. Першиной. Совместно с палеонтологами нашего института и других научно-исследовательских организаций А. Ф. Абушик, Т. М. Безносовой, Н. А. Боринцевой, С. В. Мельниковым, Т. Л. Модзальевской, В. Н. Карагаюте-Талимаа, Т. Мицес, литологами и геологами ТПНИЦ (Ухта), «Архангельскгеологии» и «Полярноуралгеологии» мы уже детализировали, уточняли, дополняли и совершенствовали стратиграфические подразделения, приводя их в соответствие с международными стандартами. Для этого пришлось побывать на всех выделенных ранее стратотипах и опорных разрезах, а это довольно широкий ареал полевых исследований: Приполярный (реки Кожим, Щугор), Северный (р. Илыч) и Полярный (р. Нияю) Урал, поднятия Чернова (р. Падимейтывис, руч. Сизим-Целебей-шор, Безымянный) и Чернышева (реки Изъяю, Б. Сыня, Вангыр, Шарьо, Уса, Б. и М. Адак). Кроме того, необходимо было изучение многочисленных скважин Денисовского прогиба, Колвинского мегавала, Хорейверской и Ижма-Печор-

ской впадин Печорской синеклизы, Косяко-Роговской и Верхнепечорской впадин Предуральского краевого прогиба. Этого перечисления уже достаточно, чтобы представить объем литологических, стратиграфических и циклостратиграфических исследований, вложенных в разработку современной стратиграфической шкалы верхнего ордовика — нижнего девона Тимано-Североуральского региона. Проводились рабочие совещания в ТПНИЦ, полевые семинары и совместные полевые работы на опорных разрезах с ухтинскими, эстонскими, воркутинскими, свердловскими, московскими и питерскими коллегами. Мы защищали наши схемы по Тимано-Печорской провинции в 1984 г. в Таллине, а по Западному Уралу — в 1990 г. в Уфе. Они до настоящего времени продолжают совершенствоваться сотрудниками лаборатории стратиграфии. В конечном счете все наши исследования вылились в проведение совместно с Т. М. Безносовой заключительного международного совещания по проекту 406 IGCP в нашем Институте и полевой международной экспедиции на р. Кожим. Именно поэтому автор считает вполне успешной эту часть своего почти марафонского пробега. Была защищена кандидатская диссертация по литологии и фациям верхнего силура Печорского Урала, написаны несколько отчетов, докладных записок, опубликованы три коллективных монографии, отдельные издания, статьи, некоторые — в зарубежных изданиях, большое число материалов и тезисов. Выступала с докладами на всесоюзных, региональных и институтских совещаниях.

Формационно-рифовый круг интересов сформировался благодаря реорганизации нашего института Н. П. Юшкиным, который принял бразды правления от М. В. Фишмана в 1985 г. Был объявлен Юрьев день, когда все подразделения были расформированы и нам предложили объединиться по интересам. В результате такого передела я перешла в лабораторию литологии и геохимии осадочных формаций под руководством А. И. Елисеева, а затем и его ученика В. А. Салдина. Вот с этого момента началась возлюбленная часть моего продолжающегося маршрута. В уникальной природной лаборатории,



называемой органогенным сооружением, я нашла то, что меня более всего привлекало в геологических объектах начиная с периода стратиграфических исследований. Каковы взаимоотношения организмов, формировавших его? Какие биотические и абиотические факторы влияли на развитие или угасание этой экосистемы? Как эти органогенные

Выяснилось, что уральские среднепалеозойские рифы настолько уникальны по своим рифовым сообществам, что установление подобных представителей в других рифах (Аляска, Салаир) привело к идею об их былом родстве. Такая идея была поддержана грантами Американской национальной академии наук на 1995—1998 гг. для проведения

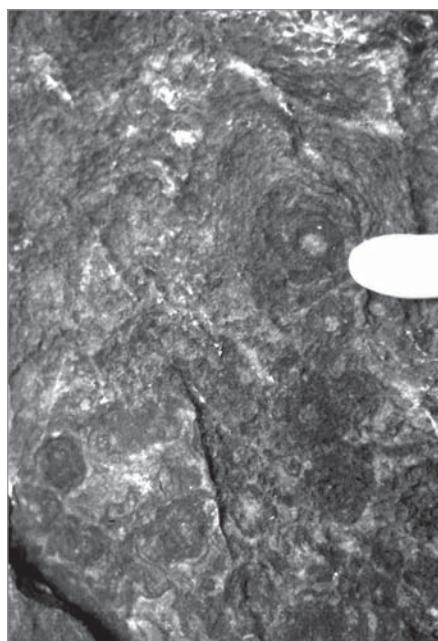


Участники полевой экспедиции проекта YGCP 409 на разрезах нижнего палеозоя.
Река Кожим, 2000 г.

сооружения появлялись в морском бассейне, как они преобразовывались, развивались и размещались, и много других вопросов, которые нужно было неизменно узнать, понять и решить. Последнее утверждение в таком увлекательном и сложном процессе является самым сложным, а иногда невыполнимым в течение всего жизненного маршрута. Еще на первом этапе своего геологического пути я уже имела счастье работать на таких объектах силурийского возраста — на реках Ильч и Нияю. Теперь, когда исследовательской категорией стали формации, одним возрастным интервалом изучение органогенных сооружений не ограничилось. Выявление определенных закономерностей, связанных с размещением, появлением и затуханием их, расширило стратиграфический диапазон исследований от ордовика до перми. Полевые исследования помимо региональных территорий на поднятии Чернышева, Ю. Тимане, Полярном (реки Лемва, Лек Елец, Б. Уса) и Приполярном Урале (р. Кожим) расширились существенно. Первоначально на восточный склон Приполярного Урала (р. Тыкотлова), затем на п-ов Казантеп, Горный Крым, Свентокширские горы (Польша) и совсем далеко.

совместных исследований профессора Колгейтского университета К. М. Соджа и автора этой статьи на Урале и Аляске, а в 2003—2004 гг. — в Монголии и Сибири. Благодаря первому гранту мне удалось не только поработать два сезона на островах Юго-Восточной Аляски и проехать с Констанцией Соджа и Брайном Уайтом по Северному и Среднему

Уралу, но и побывать на знаменитых силурийских рифах района Великих озер Северной Америки — фактически первых рифах, установленных в мире. Были приобретены фирменный компьютер и другое сопутствующее полезное оборудование. Результаты наших исследований были оценены зарубежным научным сообществом. Два совещания в университете г. Рочестер в США дали возможность познакомиться с коллегами из разных стран, которые потом снабжали меня многочисленной литературой, участвовать в Международных проектах IGCP 406, 421, стать членом-корреспондентом Международной силурийской подкомиссии, получать гранты на публикации. В 1997 г. получила грант Международного палеонтологического общества и IGCP 421 с профессором Джоном Телантом из Австралии. Предполагалось поработать с литературой в Макграфском университете г. Сиднея, участвовать совместно с коллегами из Австралии, Египта, Германии в экспертной поездке на Нибрюджинские нижнедевонские рифы и силурийские органогенные постройки силурия в штате Нового Южного Уэльса, а также в Международной конференции г. Волонгонга. Благодаря финансовой поддержке нашего родного Института эта почти двухмесячная поездка полностью состоялась. И хотя еще существовала точка зрения, что террейн Александра Юго-Восточной Аляски когда-то мог быть восточной окраиной Австралии, ничего сходного с уральскими и аляскинскими среднепалеозойскими рифовыми сообществами мы там не обнаружили. Это лишний раз подтвердило нашу правоту о существовании уральского, а не австралийского или калифорнийского следа для ряда террейнов Юго-Восточной Аляски. Салаирский синдром захватил меня с 1987 г., когда в Новосибирске была опубликована монография по губкообразным организмам — археатам. В разделе Е. И. Мягковой по афросальпингидам (универсальный компонент уральских лудловских рифов, который она мне определяла) кратко упоминалось о Салаире. С тех пор многие годы выяснений были бесплодными. Только благодаря Я. М. Гутаку с коллегами из Новокузнецка, которых заинтересовала моя идея, в 2003 г. я смогла увидеть их собственными глазами в скважинах и в выходах карьера на Западном Салаире. Полученные новые данные по Восточному Салаиру в 2004 г. позволили уточ-



Афросальпингиды рифа Дрейк залива Глэйшер Бэй, Юго-Восточная Аляска. 1997 г.



нить местоположение Салаирской островной дуги в раннем палеозое и показать, что Восточный и Западный Салаир в это время еще не были единой структурой.

Формации, которые были выделены в палеозое севера Урала А. И. Елисеевым, стали приоритетным объектом более детального изучения. Выявленная

в 2001 г.). Получение геохостовского гранта от оргкомитета Международного геологического конгресса в 2004 г. во Флоренции убедило в том, что проводимые исследования по рифовой тематике несут новые знания и интересны не только отечественным, но и зарубежным коллегам. Международное совещание «Геология рифов» в 2005 г. в ин-

динамике Земли в силурийский период, позволивший мне наконец-то походить по первым силурийским рифам Европы на острове Готланд в Швеции. Это, конечно, не Урал, масштабы этих органогенных сооружений на порядки меньше, но зато размеры биогермостроителей строматопороидей и их любителей криноидей впечатляют. Они в несколько раз превышают представителей в уральских рифах и органогенных постройках. В последних они являются основными биогермостроителями. Непременно следует заметить, что многие замыслы стали реальны благодаря академику Н. П. Юшкину, который поддерживал начинания молодых и не очень молодых сотрудников и при финансовой возможности помогал осуществлять те или иные проекты.

Если читатель еще не утомился от такой длинной дороги, то кратко отметим еще некоторые интересные точки маршрута. Конечно же, продолжение формационных исследований. Но акценты ставились: 1) на литогеодинамические индикаторы (здесь органогенные сооружения играют весьма важную роль), 2) эволюцию развития карбонатных платформ, 3) выявление пространственно-временных связей внутри верхнеордовикско-нижнедевонской калейдовой формации, 4) генетическую типизацию отложений, формирующих эту формацию и 5) седиментационно-геохимические аспекты событийных рубежей в раннем палеозое нашего региона. Результаты проводимых исследований по разным темам изложены в коллективной монографии, двух препринтах, четырех отдельных изданиях, статьях в отечественных и зарубежных журналах, многочислен-



Восточно-салаирский экстрем на р. Томь-Чумыш, 2004 г.

приуроченность крупных органогенных сооружений только к калейдовым формациям шельфового ряда обусловлена палеотектоническими и палеогеографическими условиями региона в палеозойский этап развития, определившими их состав и строение. В итоге научных изысканий на этом участке моего маршрута удалось вывести некоторые закономерности эволюции палеозойской рифовой экосистемы, определить ее особенности на разных этапах развития седиментационного бассейна, напрямую связанные с цикличностью формационных триад. В итоге была защищена докторская диссертация по рифообразованию в палеозое (на примере Севера Урала и сопредельных территорий), написаны две авторские и одна коллективная монографии, отчеты, статьи в отечественных и зарубежных изданиях, большое число материалов, тезисов и выступлений с докладами на отечественных и зарубежных совещаниях.

Литогенетический круг интересов. Участие в международных проектах предоставило возможность в полевых экспедициях познакомиться с нижнедевонскими рифами Германии, верхнедевонскими «красными рифами» Бельгии — одной из разновидности знаменитых иловых холмов (грант немецкого научного общества и проекта IGCP 499

ституте совместно с полевыми экскурсиями по палеозойским органогенным сооружениям позднеордовикско-раннепермского возраста на Приполярном Урале (р. Кожим) и Южном Тимане (Ухтинский район) получили хорошие отклики с публикацией в журнале «Episodes». И само совещание, и отклики на него показали, что мы имеем результаты, которые признаются научным сообществом как весьма успешные и прогрессивные. В 2006 г. был получен грант университета г. Лунд Швеции и Международной силурийской подкомиссии для участия в совещании по



Участники Международного совещания «Геология рифов» в Институте геологии, 2005 г.



Характер заполнения строматактисовых полостей в «красных рифах» Бельгии, 2001 г.

ных материалах, тезисах и докладах отечественных и международных совещаний.

Современный этап. В настоящее время интересным объектом в эволюции рифообразования являются проблематичные по своему систематическому положению, но важные по роли участия в строении биогенных каркасов организмы, органоминеральные образования и разнообразные цементы, которые являются продуктом крупных биосферных событий. Кроме того, информационные ряды не редеют, а наполняются новыми знаниями и идеями.

Завершая описание своего такого долгого маршрута, хочу выразить огромную признательность всем коллегам, сопровождавшим, помогавшим,

направлявшим и учившим меня. К сожалению, многих уже нет с нами, другие покинули стены Института, но они оставили свои дела в продолжение другим и поэтому все остались в памяти. Прежде всего, это коллеги-палеонтологи и стратиграфы А. И. Першина и В. Вл. Меннер, Н. А. Боринцева, Т. М. Безносова, С. В. Мельников, В. С. Цыганко и др. С А. И. Першиной и Н. А. Боринцевой я начинала свои полевые и палеонтологические исследования, а с Т. М. Безносовой мы прошли вместе почти половину моего маршрута, и всегда это было надежно и интересно.

А. И. Елисееву, увлекшему нас, своих сотрудников, формационным азартом, я глубоко признательна за ненавязчивое подстегивание, товарищеское отношение и отеческую заботу о своих сподвижниках.

Конечно, не могу не выразить глубочайшую благодарность своим коллегам-рифовикам К. Содже, Я. М. Гутаку и А. З. Бикбаеву, без помощи которых многие мои проекты могли не осуществиться.

Без помощи и поддержки моих коллег-литологов В. А. Салдина, А. Н. Сандулы, А. Н. Шадрина и Д. Н. Шеболкина трудно представить проведение всех наших совещаний и полевых экскурсий. Это дружная и надежная команда. Рада, что они также прониклись любовью к карбонатам.

В принципе перечислять можно почти всех сотрудников нашего института и многих других, так как в течение сорока лет со многими приходилось кон-



Под ногами силурийские рифы Готланда, 2006 г.

тактировать в полевых исследованиях (а это дорогостоящее) и по разным геологическим проблемам, в которых они были более сведущими. Важно отметить тот факт, что сама атмосфера института, где много не только прекрасных коллег, но и друзей, способствовала благополучному проведению моего маршрута.

Однако более всего мне хочется поклониться моим детям и родным, которые в течение всего времени терпели, помогали и поддерживали меня во всем.

В заключение я хочу сказать огромное спасибо моим учителям, которых можно назвать и друзьями за их доброту и участие во мне. Это С. В. Максимова, Д. К. Патрунов и В. П. Шуйский.

Д. г.-м. н. А. Антошкина

Поздравляем А. Сандулу с рождением сына Демида!



Желаем малышу и родителям здоровья и семейного счастья!

Ответственные за выпуск

Н. Ю. Никулова,
А. Н. Шадрин

Подписано в печать 09.03.2009

Компьютерная верстка

Р. А. Шуктолов



Тираж 300

Заказ 749

Редакция:
167982, Сыктывкар,
Первомайская, 54

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