



Вестник

Института геологии Коми научного центра УрО РАН
Научно-информационное издание, основанное академиком Н. П. Юшкиным в 1995 г.

В этом номере:

Модель докембрия Тимано-Печорского геоблока <i>В. С. Дружинин, П. С. Мартышко, Н. И. Начапкин, В. Ю. Осипов, В. В. Удоратин</i>	2
Геохимические особенности нижнепалеозойских пород в зоне межформационного контакта в междуречье Малой Усы и Малой Кары (Полярный Урал) <i>А. Г. Кузнецов, И. В. Козырева</i>	9
Состав и условия образования протолитов плагиогнейсов в харбейском метаморфическом комплексе (Полярный Урал) <i>Н. С. Уляшева</i>	14
Влияние атмосферного давления на микросейсмические процессы земной коры в пределах платформ <i>В. А. Лютюев</i>	20
Титановые минералы современной прибрежно-морской россыпи о. Страброук (Вост. Австралия) и Пижемской палеороссыпи Среднего Тимана (Россия) <i>И. И. Голубева, О. Б. Котова, С. А. Рубцова</i>	24
Цеолиты: от наноматериалов к нанотехнологиям	28
Реальные октаэдры алмаза	31
Аспирантура и докторантура – 2013	34
Памяти академика	39
Страницы из дневника	39
Амдерма-2013	44
Памяти патриарха российской геологии	46
18-й литературный альманах геологов	48
Петр первый и единственный	49
Новые издания	50
В зеркале прессы	51

НОВЫЙ НАБОР СТУДЕНТОВ КАФЕДРЫ ГЕОЛОГИИ



Первокурсники-геологи — набор 2013 года

В День знаний, 2 сентября, первокурсники Института естественных наук Сыктывкарского государственного университета получили студенческие билеты и стали полноправными студентами. На торжественном мероприятии, посвященном этому событию, директор института И. Н. Юранёва поздравила всех первокурсников (химиков, биологов, экологов и геологов) с успешным поступлением в вуз. С приветственными и напутственными словами выступили заведующие кафедрами.

Состоялся очередной набор студентов и на кафедре геологии (бакалавриат). В этом году обучаться очень нужной для республики профессии будут 27 студентов (25 чел. по бюджет-

ту, 2 чел. по контракту), среди них пять девушек и двадцать два юноши.

Первокурсниками кафедры геологии стали выпускники средних учебных заведений Сыктывкара (11 чел.), Усинска, Усогорска, Великого Устюга, Сольвычегодска (по 1 чел.), сельских школ (Усть-Кулом, Объячево, Югыдъяг, Усть-Цильма, Бакур) — 12 чел. Студенческие билеты будущим геологам вручила заместитель заведующего кафедрой Т. П. Майорова.

Поздравляем первокурсников с поступлением в вуз, на кафедру геологии Сыктывкарского университета! Желаем всем успешной учебы, покорения высот геологической профессии и веселой студенческой жизни!

Хроника сентября

11 сентября — Геологический музей им. А. А. Чернова посетили Глава Республики Коми В. М. Гайзер и руководитель Федерального агентства по туризму А. В. Радьев.

16–20 сентября — Д. А. Бушнев участвовал в 26-м Международном совещании по органической геохимии (IMOG 2013 г.) в Коста-Адехе, Тенерифе, Канарские острова, Испания.

27 сентября — 1 октября академик А. М. Асхабов и д. г.-м. н. Т. Г. Шумилова участвовали в работе III Международной конференции «Кристаллогенезис и минералогия», посвященной памяти проф. А. Э. Гликмана (1943–2012) и 105-летию акад. В. С. Соболева (1908–1982), Новосибирск.



УДК 550.834.3(571.1)

МОДЕЛЬ ДОКЕМБРИЯ ТИМАНО-ПЕЧОРСКОГО ГЕОБЛОКА



В. С. Дружинин¹, П. С. Мартышко¹, Н. И. Начапкин¹, В. Ю. Осипов¹, В. В. Удоратин²

¹Институт геофизики УрО РАН,

²Институт геологии Коми НЦ УрО РАН, Сыктывкар

udoratin@geo.komisc.ru

На основе информации о строении приповерхностных структур и нижнеархейском кристаллическом фундаменте, который является основным элементом 3D-геолого-геофизической модели верхней части литосферы, составлена модель докембрия Тимано-Печорского геоблока. Модель существенно корректирует существующие представления о фундаменте Тимано-Печорского геоблока с разделением докембрийского мегакомплекса на 7 структурных зон. Подчеркнута роль субширотных дислокаций и диагональных разломов.

Ключевые слова: *Тимано-Печорский геоблок, верхняя часть литосферы, 3D-геолого-геофизическая модель, нижнеархейский кристаллический фундамент, докембрийский мегакомплекс.*

MODEL OF PRECAMBRIAN TIMAN-PECHORA GEOBLOCK

V. S. Druzhinin¹, P. S. Martyshko¹, N. I. Nachapkin¹, V. Yu. Osipov¹, V. V. Udaratin²

¹Institute of Geophysics Ural Branch, Institution of the Russian Academy of Sciences,

²Institute of Geology Komi SC of Ural Branch, Institution of the Russian Academy of Sciences

On the basis of information on the structure of near-surface structures and on the Lower Archean crystal basement, the basic element of 3D-geologic-geophysical model of the upper lithosphere, the model of Precambrian Timan-Pechora geoblock was made. The model significantly corrects existing ideas about the basement of the Timan-Pechora geoblock with division of the Precambrian megacomplex on 7 structural zones. The role of the sublatitude dislocations and diagonal faults was emphasized.

Keywords: *Timan-Pechora geoblock, upper lithosphere, 3D-geologic-geophysical model, Lower Archean crystal basement, Precambrian megacomplex.*

К фундаменту восточной окраины Восточно-Европейской плиты (ВЕП) принято относить комплексы архея и протерозоя. Исследования, выполненные в Институте геофизики в рамках обобщения материалов по строению земной коры, включая информацию по сверхглубоким скважинам, показали, что первичным фундаментом всех палеоактивных структур первого сейсмогеологического этажа является нижнеархейский кристаллический фундамент, представленный преимущественно серыми гнейсами (поверхность раздела K_{01}). В рамках развиваемой методики глубинного сейсмогеокарттирования земной коры предполагается его практическое повсеместное присутствие в континентальной коре [4]. Это также относится и к Тимано-Печорской

плите (ТПП). Но к фундаменту ТПП принято относить консолидированные комплексы широкого возрастного диапазона: от архея — нижнего протерозоя до верхнего протерозоя, и различного состава [9]. Поэтому весьма актуальными для региональной геологии, сейсмотектоники и прогнозирования месторождений УВ являются информация о поверхности раздела K_{01} и разделение докембрийских отложений на основные структурно-информационные зоны.

На рис. 1 представлена схема расположения региональных сейсмических профилей ГСЗ-МОВЗ, совмещённая с аномальным полем силы тяжести. Имеющиеся сейсмические разрезы ГСЗ, МОВЗ (работы Центра «ГЕОН», Института геологии Коми НЦ УрО РАН и Баженовской геофи-

зической экспедиции (БГЭ) были откорректированы в соответствии с разработанной в Институте геофизики УрО РАН технологией сейсмогеокарттирования земной коры в процессе анализа, обобщения и геологической интерпретации большого объёма сейсмической информации, прежде всего по профилям ГСЗ, отработанным в БГЭ, и данных по сверхглубокому и глубокому бурению, вскрывшему породы от нижнего архея до мезозоя включительно [2, 4]. Основой сейсмогеокарттирования земной коры является слоисто-блочная как наиболее адекватная модель континентальной коры с региональным разделением её на сейсмогеологические этажи (СГЭ). Это поверхность нижнеархейского кристаллического фундамента (K_{01}), представленного преимуще-

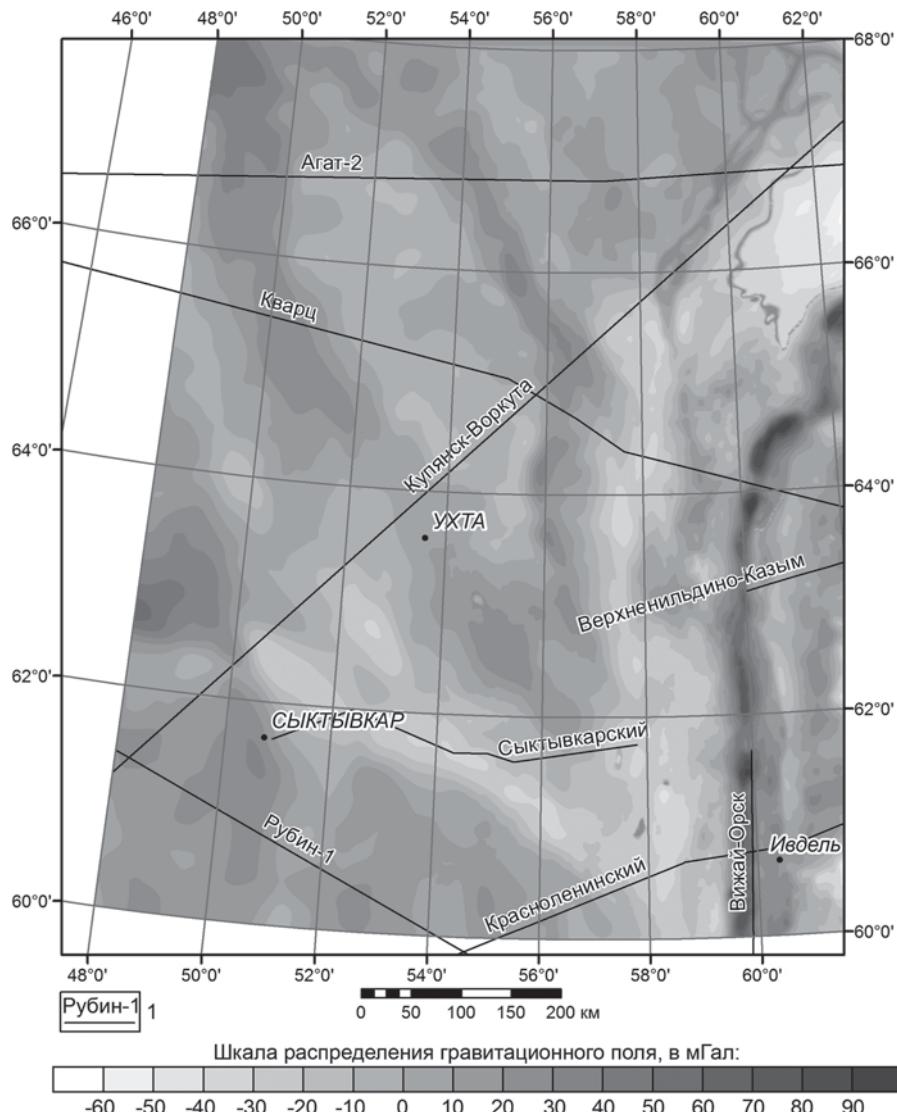


Рис. 1. Схема расположения профилей ГСЗ, МОВЗ (Сыктывкарский), совмещенная с гравитационным полем

ственными серыми гнейсами с выдержаными физическими параметрами $V_p = 6.1 \pm 0.2$ км/с, $\sigma = 2.79 \pm 0.02$ г/см³; поверхность относительно слабо измененных комплексов верхней мантии (M_{cr}) с $V_p = 8.15 \pm 0.25$ км/с, $\sigma = 3.32 \pm 0.04$ г/см³. Кристаллическая кора, заключенная между этими поверхностями, подразделяется на две части. Нижняя кора (поверхность раздела K_2) не тождественна общепринятыму понятию «сейсмический базальтовый слой», она характеризуется существенными вариациями значений сейсмических параметров: мощность изменяется от 10–15 до 40 км, скорость V_p — от 6.4 до 7.1 км/с, и соответственно изменяется расчётная плотность. В подошве нижней коры находится промежуточный мегакомплекс К–М. Он отнесен к подобного рода структурам по следующим признакам: 1) мощность изменяется в значительных пределах: от 2–5 км в стабильных блоках до 15–20 км в па-

леоактивных пограничных структурах типа Уральского подвижного пояса, где подобное образование принимается за мантийный корень; 2) сейсмические характеристики непостоянны (строение переходного комплекса в стабильных блоках представлено инверсионной зоной, а в пограничных структурах — сложноустроеными природными системами с невыдержаным характером распределения скоростных параметров). Мантийный корень Центральной мегазоны Урала значительно раздроблен, о чём свидетельствует практически отсутствие записи вертикальных отражений ниже поверхности переходного мегакомплекса. Вопрос о природе образования мантийного корня за счёт переработки мантийных пород или в результате насыщения нижней коры мантийными интрузивными телами остается открытым.

Таким образом, вертикальная расслоенность земной коры Ураль-

ского региона представлена тремя сейсмогеологическими этажами (СГЭ). В состав первого СГЭ входят 2–3 мегакомплекса, которые подразделяются на комплексы. Подошвой этажа и одновременно поверхностью второго СГЭ является раздел K_{01} , ниже которого находятся преимущественно нижнеархейские (первичные?) комплексы коры. Третий этаж, или нижняя кора (поверхность раздела K_2), также может быть представлен 2–3 мегакомплексами, в том числе переходным мегакомплексом (К–М) в низах коры. Поверхность основных СГЭ в Уральском регионе изменяется в значительных пределах: K_{01} — от 2 до 16 км; K_2 — от 8–10 до 30 км; М (M_{cr}) — от 30–35 до 60 км. В соответствии с изменением структурных параметров (глубина залегания, мощность, характер расслоенности, физические параметры) осуществляется глубинное тектоническое районирование с выделением структур первого порядка: геоблоки (платформы, плиты), мегаблоки, входящие в состав структур первого порядка, блоки и пограничные структуры между геоблоками или мегаблоками. Уральский подвижный пояс и Печорско-Колвинская рифтовая структура подразделяются на мегазоны и зоны. Привязка символов сейсмогеологических разделов к общепринятым на сейсмических разрезах следующая: осредненное положение поверхности K_{01} соответствует границе Форша (Φ), M_{cr} — М в пределах стабильных блоков; при наличии переходного мегакомплекса — его подошве; из-за различий в понятиях «сейсмический базальтовый слой» и «нижняя кора» символ K_2 целесообразно отнести к поверхности третьего сейсмогеологического этажа. На рис. 2 в качестве примера приведен сейсмогеоплотностной разрез по геотраверсу АГАТ-2 (откорректированный авторский разрез Центра «ГЕОН» [5]). Поверхность раздела K_{01} соответствует первой выдержанной границе на разрезах МОВЗ и сейсмической границе на разрезах ГСЗ, расположенной ниже поверхности консолидированного фундамента в зонах развития протерозойских комплексов. В результате обобщения и интерпретации потенциальных полей для ТПП была составлена схема рельефа нижнеархейского кристаллического фундамента (рис. 3). Положение поверхности консолидированного фундамента Φ приведено на рис. 4 согласно структурно-тектонической

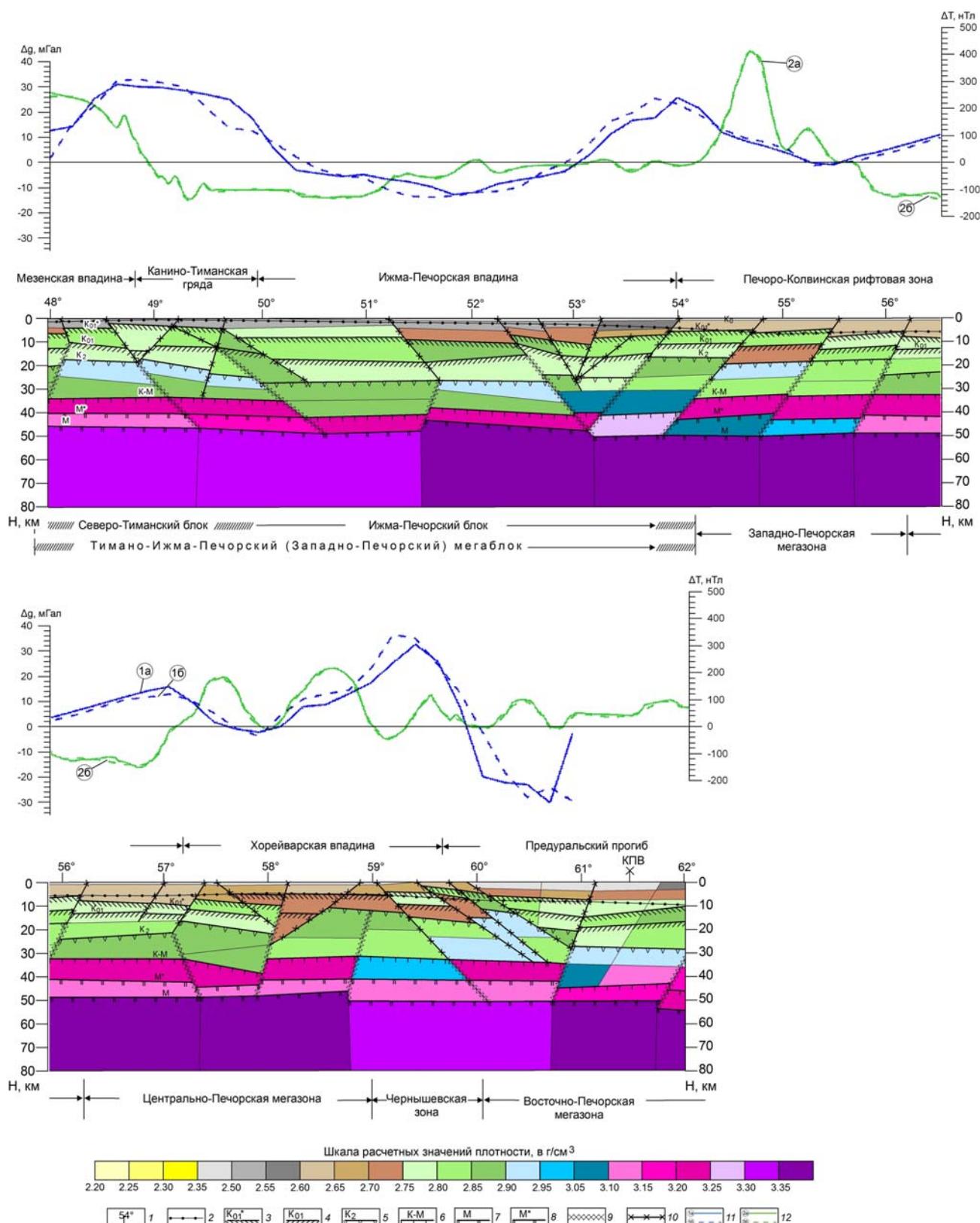


Рис. 2. Сейсмогеоплотностной разрез верхней части литосферы по геотраверсу Агат-2

1 — линия профиля с градусной привязкой и участок пересечения с геотраверсом Купянск–Воркута (КПВ). Над разрезом показаны геологические структуры [9], внизу разреза — районирование по особенностям глубинного строения. Нечеткое определение границ между подразделениями показано наклонной штриховкой; 2 — подошва палеозойского мегакомплекса или поверхность докембрийских отложений. Ее положение согласовано со схемой на рис. 4; 3 — поверхность докембрийского мегакомплекса, возможно, PR₁-R возраста на западе и R на востоке; 4 — поверхность нижнеархейского кристаллического фундамента; 5 — поверхность нижней коры; 6 — поверхность переходного мегакомплекса в низах коры; 7 — основной сейсмогеологический раздел между породами земной коры и относительно слабоизменёнными породами верхней мантии; 8 — промежуточная граница внутри переходной зоны K-M, возможно, соответствующая поверхности комплекса с пониженными значениями скорости; 9 — основные зоны глубинных разломов; 10 — глубинные разломы; 11 — наблюденная (1a) и расчетная (1b) кривая Δg. Расчет ведется до 80 км — региональный уровень изостатической компенсации; 12 — наблюденная (2a) и расчетная (2b) кривая ΔT.

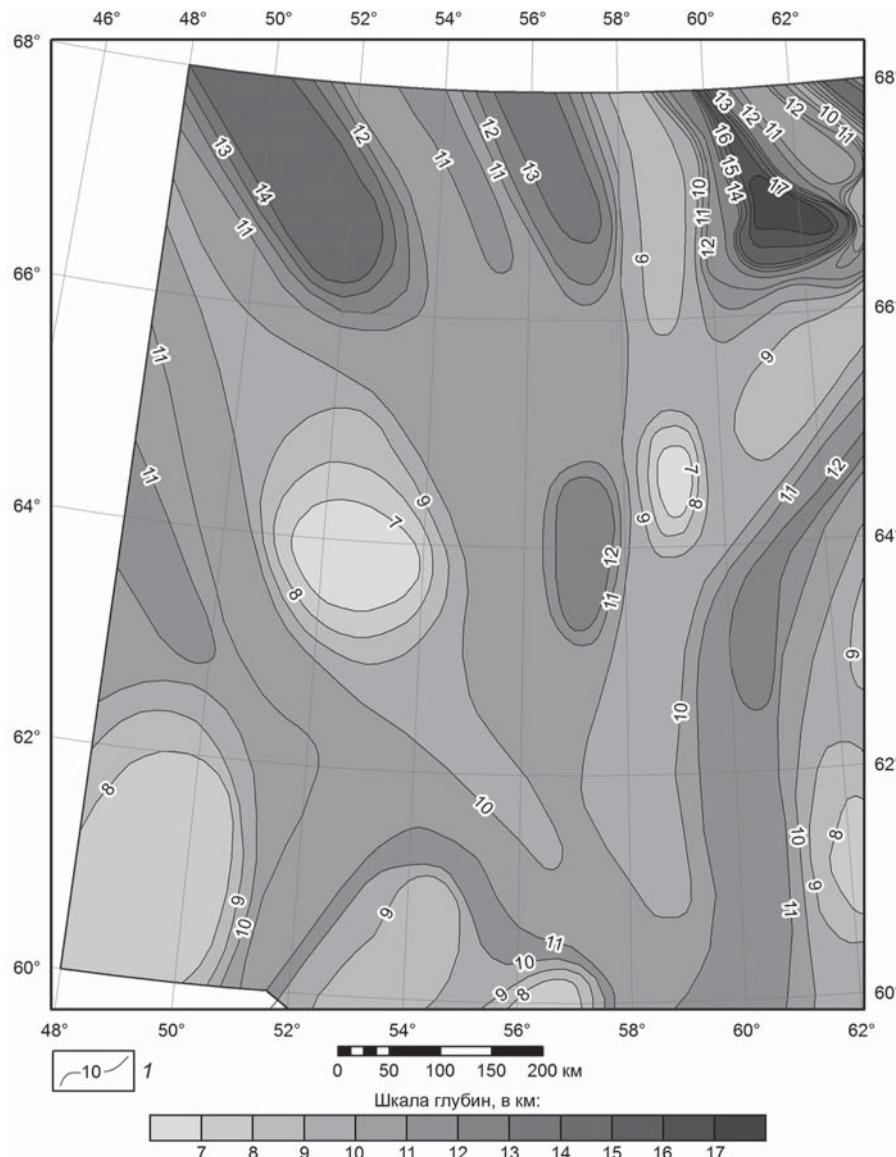


Рис. 3. Схематическая карта рельефа древнего кристаллического фундамента K_{01} (изогипсы)

карте фундамента Тимано-Северо-Уральского региона, составленной на основе карт: 1) Фундамент Тимано-Печорского нефтегазового бассейна (авторы: Л. Т. Белякова, В. И. Богацкий, Б. П. Богданов, Е. Г. Довжикова, В. М. Ласкин); 2) Карта неотектонического районирования Европейского Севера СССР (автор И. Н. Рыжов).

Анализ аномального поля Δg и характера расслоенности временных разрезов на региональных профилях ОГТ, а также разница в глубинах залегания двух поверхностей (рис. 5) послужили основой для составления макета расположения основных структурно-формационных зон (рис. 6).

По данным бурения Кольской сверхглубокой скважины СГ-3 и результатам работ по ГСЗ [2, 4, 6], нижнепротерозойские комплексы Балтийского щита (карелиды) представлены в основном метавулканитами с повышенными значениями скорости

и плотности. Они расположены в отрицательных шовных структурах нижнеархейского кристаллического фундамента и характеризуются повышенными положительными аномалиями Δg . Было предположено, что подобные структурно-формационные зоны (СФЗ) с аналогичными характеристиками существуют в пределах северо-восточной и восточной частей ВЕП. В частности, это относится к Тимано-Ижма-Печорскому и Коми-Пермяцкому мегаблокам. Различие между ними наблюдается в глубинах залегания поверхности нижнепротерозойских отложений и соответственно в мощности и составе верхнего мегакомплекса докембра. В Ижма-Печорском блоке он перекрыт складчатыми отложениями рифея, и разница в глубинах залегания двух поверхностей, Φ и K_{01} , составляет 10–12 км, а в пределах Коми-Пермяцкого поднятия при отсутствии или малой мощности рифейских отложений — 5–7 км.

Расположенные между ними Средне-Тиманский и Южно-Тиманский мегаблоки представлены складчатыми комплексами рифея с наличием интрузивных тел кислого и основного состава. Вопрос о присутствии нижнепротерозойских комплексов (карелид), особенно в Средне-Тиманском мегаблоке, остаётся невыясненным. По данным сейсмогеоплотностного разреза, по геотраверсу Воркута–Купянск (Глобус) поверхность K_{01} находится на глубине 6–7 км, докембрийский комплекс имеет мощность 4–6 км и расчётную плотность $\sigma=2.72 \text{ г}/\text{cm}^3$. Поэтому можно предположить, что в этом мегаблоке над поднятием древнего кристаллического фундамента находятся складчатые отложения рифея. Имеющиеся в незначительном количестве определения указывают на преобладающий позднерифейский [9] или кембрийский возраст (данные определения возраста по зёрнам циркона из работы [8]) верхнего складчатого комплекса.

Разница в глубинах залегания поверхностей древнего кристаллического и докембрийского мегакомплексов K_{01} и Φ в пределах Западно-Печорской мегазоны и соседней Центрально-Печорской зоны обусловлена возможным присутствием в нижней части докембрийского мегакомплекса субплатформенных отложений верхнего протерозоя. Эти отложения имеют сложное строение из-за их значительной тектонической раздробленности, сопровождаемой внедрением интрузивных тел (преимущественно изменённых ультрабазитов), что отмечается положительными аномалиями магнитного поля. В состав докембра Центрально-Печорской мегазоны входят рифейские складчатые комплексы разного состава, включая, как уже отмечалось, осадочные отложения в западной части и зоны возможного развития метавулканитов и интрузивных тел (изменённых ультрабазитов), предполагаемых по характеру потенциальных полей.

Особого внимания в связи с проблемой поисков месторождений УВ в глубокопогруженных отложениях Тимано-Печорской нефтегазовой провинции заслуживает восточная прибрежная часть Тимано-Печорского геоблока (ТПГБ). Она характеризуется сравнимыми глубинами залегания границ K_{01} и Φ с разницей между ними в пределах 0–3 км и отрицательными значениями Δg . Такие особенности указывают на присутствие в

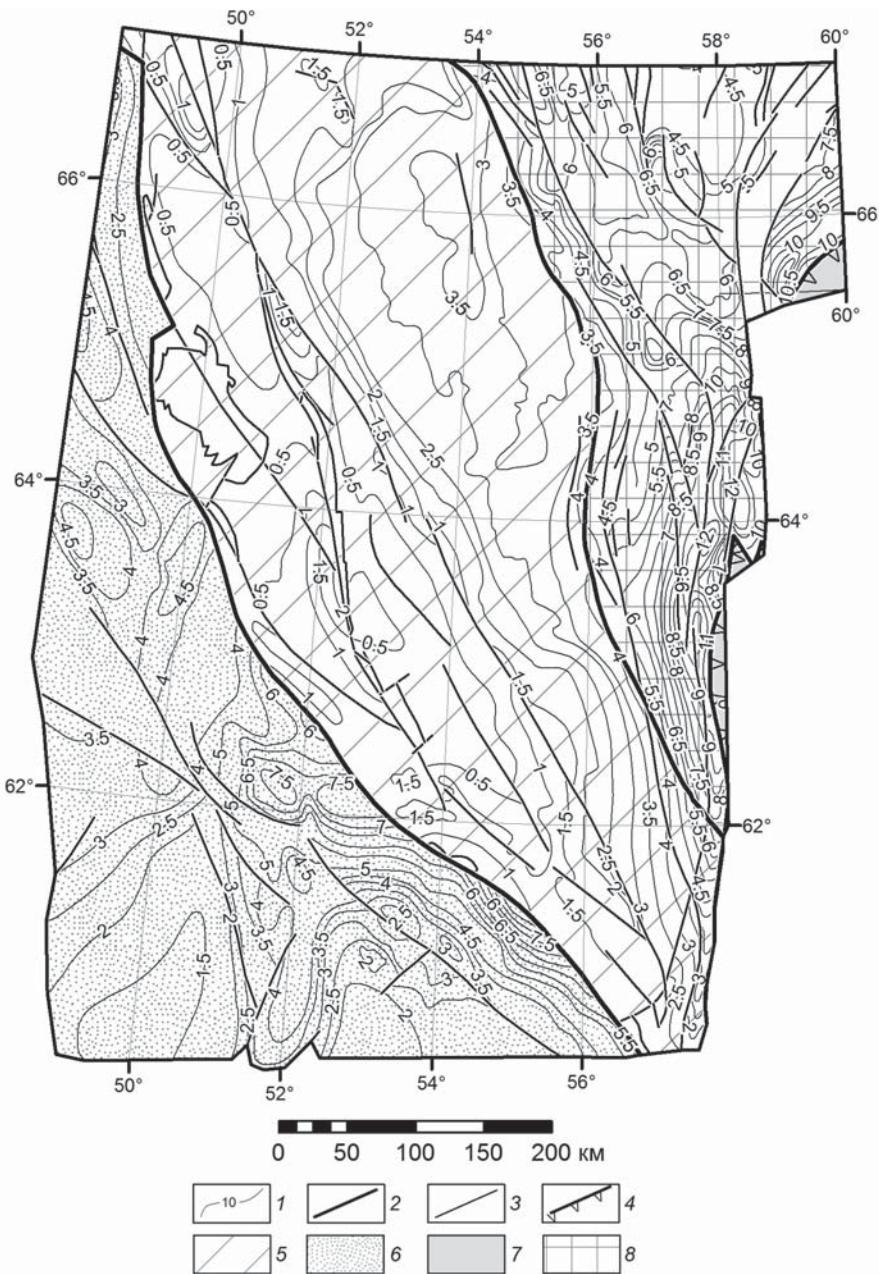


Рис. 4. Структурно-тектоническая карта фундамента Тимано-Североуральского региона и прилегающих районов Русской плиты (Институт геологии Коми НЦ УрО РАН)

1 — изогипсы поверхности фундамента (км): карельского на Русской плите, рифей-вендинского в Тимано-Североуральском регионе; разломы (2, 3): 2 — глубинные, определяющие границы плит и геоблоков Тимано-Печорской плиты, 3 — прочие, различного проникновения; 4 — фронтальная граница системы надвигов, восточнее которой в Западноуральской мегазоне не определена глубина залегания поверхности допозднекембрийского фундамента; 5 — Тиманский геоблок; 6 — Волго-Уральский, Мезенский геоблоки; 7 — Северо-Уральская складчатая система; 8 — Печорский геоблок

данной структуре ниже палеозойских горизонтов расслоенной толщи, представленной субплатформенными отложениями верхнего протерозоя.

Специфика глубинного строения Печорско-Колвинской системы чётко проявлена на составленном сейсмогеологическом разрезе (рис. 2). Для неё характерно: поднятие переходно-

го мегакомплекса до 32–35 км и соответственно увеличение его мощности до 12–16 км; расположение сейсмогеологического раздела М на глубине 47–50 км; значительная раздробленность кристаллической коры и, возможно, присутствие интрузивных тел основного и ультраосновного состава, которым соответствуют локальные

аномалии потенциальных полей. Печорско-Колвинская рифтовая система подобна Уральской, но отличается от неё меньшей мощностью переходного мегакомплекса и меньшими глубинами залегания ограничивающих его поверхности раздела К–М и М_{cr} (М). Возможная причина этих различий кроется в менее продолжительном развитии Печорско-Колвинской системы в геосинклинальном (эндогенном) режиме.

Составленная модель докембрийского (название условное: мегакомплекс охватывает только посленижнеархейский разрез докембра) мегакомплекса (рис. 6) отличается от существующих тектонических схем [7, 9]. В основу составленного макета положено *разделение докембрийского мегакомплекса на структурно-формационные зоны и мегаблоки, существенно различные по возрасту и глубинному строению*. Прежние тектонические схемы ориентировались в основном на характер аномальных полей Δg и ΔT , которые из-за неоднозначности решения обратных задач не могут служить самостоятельной основой для изучения земной коры. Глубина залегания нижнеархейского кристаллического фундамента (поверхности K_{01}), являющегося подошвой докембрийского мегакомплекса первого сейсмогеологического этажа, изменяется в значительных пределах: от 5–7 до 14–16 км; мощность докембрийских отложений 7.5 ± 4.5 км. Установлено, что западная, наиболее крупная по размерам часть ТПП и часть прилегающего с юга Кomi-Пермяцкого мегаблока ВЕП представлены более древними образованиями, начиная с нижнего протерозоя.

В восточной части ТПП верхне-протерозойские комплексы, за исключением отдельных зон, предположительно залегают на поверхности нижнеархейского кристаллического фундамента. В таком случае Западно-Печорская мегазона является пограничной структурой между двумя крупными подразделениями континентальной коры. Аналогичное деление ТПП на две части показано в работе по Тимано-Пайхайской коллизионной области [8]. Рассматривая динамическую обстановку формирования этой области, авторы разделили Тимано-Печорскую плиту на западную часть (дислоцированные покровно-складчатые комплексы венда) и восточную, представленную микро-

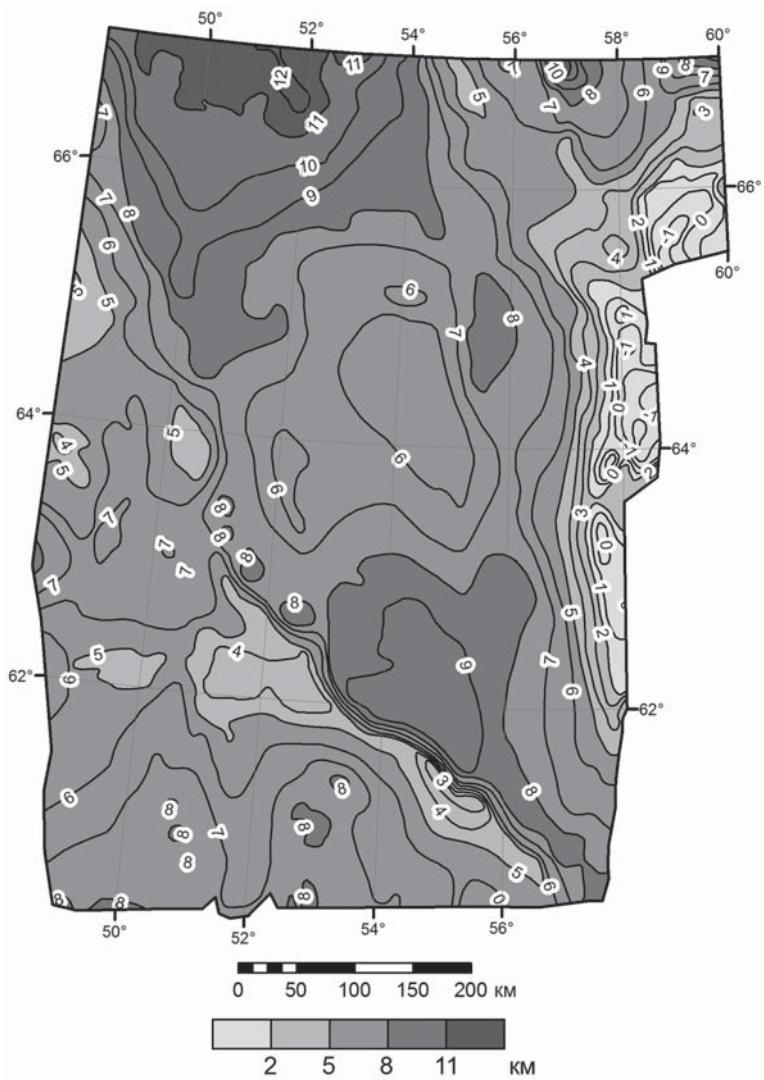


Рис. 5 (наверху). Схематическая карта изопахит докембрийских отложений

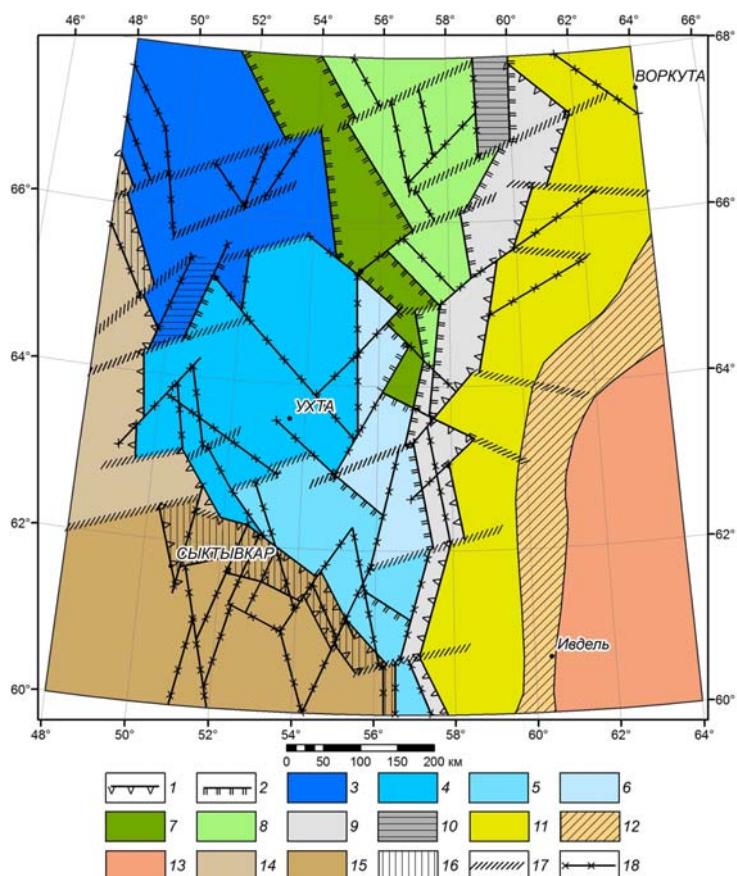


Рис. 6 (внизу). Схема тектонического районирования докембрийского основания Тимано-Печорского осадочного бассейна и сопредельных структур.

Условные обозначения: 1 — контуры Тимано-Печорской плиты; 2 — контуры мегаблоков и мегазон. Разделение на мегаблоки и мегазоны сделаны с учетом предполагаемой мощности докембрийского мегакомплекса, степени расслоенности допалеозойских отложений на сейсмических разрезах, характера аномального гравитационного поля, схемы тектонического районирования кристаллической коры [4].

Тимано-Печорская плита (3—9): 3 — Ижма-Печорский мегаблок (ИПМБ), представленный, вероятно, карелидами (в нижней части) и выше расположены мезо-неопротерозойскими отложениями в северной части и рифейскими складчатыми, частично гранитизированными комплексами на юге; 4 — Среднетиманский мегаблок (СТМБ), представленный складчатыми частично гранитизированными комплексами рифея; 5 — Южно-Тиманский мегаблок (ЮТМБ) — складчатые комплексы рифея с интрузивными телами кислого и основного состава; 6 — Омра-Лузский мегаблок (ОЛМБ) примерно с аналогичными комплексами, как в ЮТМБ, так и в ЗТМБ; 7 — Западно-Печорская мегазона (ЗПМЗ), представленная рифейскими комплексами с интрузивными телами основного состава на западе, терригенно-карбонатными отложениями на востоке; 8 — Центрально-Печорская мегазона (ЦПМЗ), в состав которой могут входить: на севере — рифейские складчатые комплексы с интрузивными телами основного состава, на юге — нижнерифейские частично гранитизированные комплексы и субплатформенные отложения; 9 — Восточно-Печорская мегазона (ВПМЗ), возможно, представленная субплатформенными отложениями R₁₋₂; 10 — Чернышевский блок; структуры обрамления (11—13): 11 — Западно-Уральская мегазона (ЗУМЗ) складчатых комплексов палеозоя и допалеозоя, 12 — Центрально-Уральская мегазона (ЦУМЗ), возможно, пограничная структура, 13 — Восточно-Уральская мегазона (ВУМЗ); северо-восточная окраина ВЕП (14—16): 14 — Мезенский мегаблок; 15 — Коми-Пермяцкий мегаблок (КПМБ) с преобладанием карелид восточной окраины ВЕП; 16 — Пограничная структура (Предтиманский прогиб) между ТПП и восточной окраиной ВЕП; 17 — субширотные дислокации, в основном соответствующие подобным зонам кристаллической коры; 18 — субвертикальные и диагональные разломы



континентом (террейном) с корой континентального типа, с наличием между ними пограничной зоны. В зависимости от принятой концепции можно по-разному подходить к динамике формирования данной области. Но изучение строения верхней части литосферы подразумевает современные модели ТПП, что и рассмотрено в данной статье на примере докембрийского комплекса, тектоническая схема которого увязана с районированием всей кристаллической коры [2, 4].

Омра-Лузский мегаблок по месту расположения отнесён на схеме к юго-восточной окраине Тиманских структур, хотя имеет параметры, близкие к Западно-Печорской мегазоне.

Южно-Тиманский мегаблок, расположенный на стыке структур I порядка (ТПП, Уральская складчатая система (УСС) и восточная окраина ВЕП), имеет сложные контуры, сохраняя общее западно-северо-западное направление, и характеризуется неоднородностью состава докембрийского мегакомплекса: складчатые комплексы рифея среднего состава сменяются в центральной части более основными разностями. Сложные контуры докембраия намечены для Предтиманской пограничной зоны, расположенной между структурами Тимана и Коми-Пермяцким мегаблоком восточной окраины ВЕП.

Тектоническая схема докембрийских отложений Тимано-Печорского геоблока, составленная с учётом имеющейся информации: структурно-тектонической карты консолидированного фундамента, схемы рельефа поверхности раздела K_{01} , разности глубин залегания поверхностей докембрийского комплекса и нижнеархейской кристаллической коры, геолого-геофизической 3D-модели верхней части литосферы, анализа потенциальных полей, характеризуется

сложным содержанием и может оказать помощь при рассмотрении вопросов геодинамики, эволюции, сейсмотектоники и минерагении данной структуры и её взаимоотношений со структурами обрамления.

Разработанная нами модель отличается также от прежних схем тем, что в ней показана существенная роль субширотных дислокаций восточно-северо-восточного направления, которые разграничают мегаблоки докембраия и соответствуют, как правило, глубинным структурам в кристаллической коре [1, 2, 4]. Большее значение по сравнению с прежними тектоническими схемами отводится глубинным разломам северо-восточного и субмеридионального направлений. Важным элементом нашей схемы является крупная линзовидная структура северо-северо-западной ориентировки, выделенная в центральной части территории в пределах широт 66–67° на севере и 62–63° на юге. Не исключено, что её образование обусловлено крупными глубинными сдвигами, роль которых недооценена авторами предшествующих схем. В частности, этим можно объяснить положение Омра-Лузской структуры по отношению к Западно-Печорской мегазоне.

Авторы выражают глубокую благодарность д. г.-м. н., профессору А. М. Пыстину за замечания и рекомендации к тексту статьи и рисункам.

Работы выполнены при поддержке проектов №12-И-5-2067 и №12-У-5-1029 Программы фундаментальных исследований РАН.

Литература

1. Дружинин В. С., Мартышко П. С., Начапкин Н. И., Осипов В. Ю., Федорова Н. В. Оценка нефтегазоперспективности Тимано-Печорской плиты с учетом объемной модели верхней ча-

сти литосферы // Отечественная геология, 2011. № 3. С. 22–29.

2. Дружинин В. С., Начапкин Н. И., Осипов В. Ю. Роль информации о строении верхней части литосферы Уральского региона для решения региональных задач тектонического районирования и оценки нефтегазоперспективности исследуемых территорий: Монография. LAP LAMBERT Academic Publishing. Германия, 2012. 153 с.

3. Дружинин В. С., Мартышко П. С., Начапкин Н. И., Осипов В. Ю. Региональный прогноз на поиски месторождений углеводородов с учётом специфики верхней части литосферы // Разведка и охрана недр, 2013. № 1. С. 33–41.

4. Дружинин В. С., Мартышко П. С., Начапкин Н. И., Осипов В. Ю. Схема тектонического районирования Уральского региона на основе геолого-геофизической информации о строении верхней части литосферы // Отечественная геология, 2013. № 1. С. 43–58.

5. Егоркин А. В. Строение земной коры по сейсмическим геотраверсам // Глубинное строение территории СССР. М.: Наука, 1991. С. 118–135.

6. Кольская сверхглубокая / Гл. ред. Е. А. Козловский. М.: Недра, 1984. 490 с.

7. Костюченко С. Л., Джси Д., Егоркин А. В., Сапожников Р. Б. Структура и геодинамика земной коры северо-востока европейской части Восточной Европы: Результаты исследований по программе EURO PROBE. М.: Геокарт-Геос, 2006. С. 540–553.

8. Костюченко С. Л., Морозов А. Ф., Кременецкий А. А. Тимано-Урало-Пайхайская коллизионная область. М.: Геокарт-Геос, 2012. 210 с.

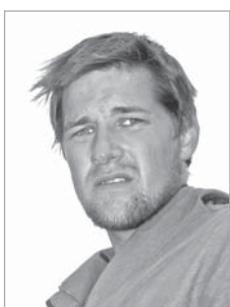
9. Тимонин Н. И. Печорская плита: история геологического развития в фанерозое. Екатеринбург, 1998. 240 с.

Рецензент
д. г.-м. н. А. М. Пыстин



УДК 550.4: 552.5 (470.13)

ГЕОХИМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ НИЖНЕПАЛЕОЗОЙСКИХ ПОРОД В ЗОНЕ МЕЖФОРМАЦИОННОГО КОНТАКТА В МЕЖДУРЕЧЬЕ МАЛОЙ УСЫ И МАЛОЙ КАРЫ (ПОЛЯРНЫЙ УРАЛ)



А. Г. Кузнецов, И. В. Козырева

Институт геологии Коми НЦ УрО РАН
kozyreva@geo.komisc.ru

Рассматривается зона межформационного контакта уралид/доуралид, вскрытая в междуречье Малой Кары и Малой Усы, в районе вершины г. Саурипэ. Выделено пять типов горных пород. Особенности состава обломочного материала позволили предположить его поступление из различных источников. Результаты петрографического и геохимического изучения пород фундамента и перекрывающих их отложений показали, что накопление осадочной толщи разреза уралид могло происходить в условиях начального этапа рифтогенеза на континентальной окраине в тектонически нестабильной обстановке мелководного морского бассейна.

Ключевые слова: зона межформационного контакта, Полярный Урал, кора выветривания, песчаники, гравелиты.

GEOCHEMICAL FEATURES OF LOWER PALEOZOIC ROCKS IN INTERFORMATIONAL CONTACT ZONE IN THE MALAYA USA / MALAYA KARA INTERFLUVE AREA (POLAR URALS)

A. G. Kuznetsov, I. V. Kozyreva
Institute of Geology of Komi SC UB RAS

In the interfluvial area of rivers of Small Cara and Small Usa, in the vicinity of the summit Saurepe the unconformity contact between the preuralide complex (Riphean – Vendian) and basal part of the uralide complex (Upper Cambrian – Lower Ordovician) is exposed. Five rock types have been determined. The features of rocks and debris suggest their supply from various sources. The petrographic and geochemical study of the basement rocks and overlying deposits suggests that the sedimentation of uralide section occurred at the initial stage of rifting on the continental margin in unstable tectonic conditions of shallow sea basin.

Keywords: *unconformity contact, Polar Urals, weathering crust, sandstones, gravelites.*

В междуречье Малой Кары и Малой Усы, в районе вершины Саурипэ вскрывается зона межформационного контакта уралид/доуралид. Допалеозойские отложения здесь представлены метаморфизованными основными вулканитами бедамельской свиты (PR_3 – E bd). В основании разреза уралид с угловым и азимутальным несогласиями на породах фундамента залегают терригенные породы хойдышорской свиты (E_3 – O_1 hd) (Попов и др., 2005 г.).

Выявление геохимических особенностей имеет большое значение для установления генезиса палеонтологически не охарактеризованных отложений, их стратиграфического расчленения и корреляции при геологическом картировании и прогнозировании

вании рудопроявлений коренного золота типа метаморфизованных россыпей, приуроченных к нижнепалеозойским толщам в зоне межформационного контакта уралид/доуралид. Рудопроявления такого типа известны в терригенных отложениях в основании палеозойского разреза в междуречье Малой Кары и Малой Усы [1, 4, 7].

При проведении полевых работ в 2012 г. были детально изучены и опробованы два разреза зоны межформационного контакта (ЗМК) в вышеуказанном междуречье, на южном и западном склонах горы с абсолютной отметкой 882 м (рис. 1). Допалеозойские отложения здесь представлены серовато-зелеными основными вулканитами бедамельской (R_3 – V_2 bd) серии, постепенно переходящими в зеленовато-серые

тонкоплитчатые сланцы. Апобазитовые сланцы, вскрывающиеся на интервале в 1.0 м от зоны контакта представляют собой нижнюю часть профиля выветривания [7]. Контакт с песчаниками четкий, волнистый. Азимут падения (200°) и угол падения (20°) контакта совпадают с направлением сланцеватости.

Разрез нижнепалеозойских отложений начинается слоем оливково-серых крупнозернистых с редким мелким гравием песчаников, азимут падения которых составляет 30° , угол — 15° . Вверх по разрезу песчаники становятся более крупнозернистыми, местами переходя в мелкогравийные гравелиты, цвет пород постепенно меняется на светло-серый и розовато-серый. На препарированной поверхности песча-

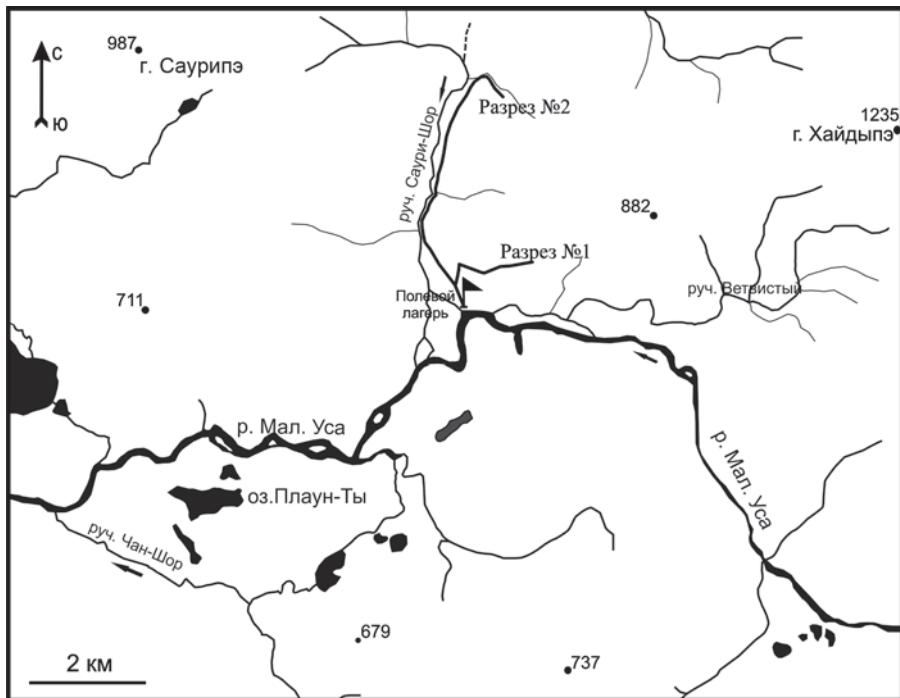


Рис. 1. Схема расположения изученных разрезов

ников в основании и в верхней части разреза заметны фрагменты градационной и косой слоистости

Метагравелиты и метапесчаники имеют полевошпат-кварцевый состав с преобладанием кварца (соотношение кварц : плагиоклаз = 2 : 1). Кроме того, в них обнаружены лейкоксен, циркон, гематит, магнетит и титанит. Характерной особенностью всех изученных нами обломочных пород является ограниченный набор пород, слагающих обломки. Наиболее часто встречается монокристаллический обломочный кварц, реже — мелекристаллический

гранулированный кварц и обломки полевых шпатов, очень редко — обломки кислых вулканитов. По мере удаления от зоны межформационного контакта в породах увеличивается содержание кварцевой составляющей (исключение составляет верхняя часть обнажения Сш) и уменьшается содержание слюдистой.

Химический состав горных пород двух изученных нами разрезов ЗМК определялся полуколичественным спектральным и химическим анализами. В результате литохимической обработки данных химических анализов

с использованием так называемого Стандарта ЮК [11] были рассчитаны литохимические модули (табл. 1), построена модульная диаграмма (рис. 2) и сделан нормативный пересчет минерального состава пород (табл. 2).

На модульной диаграмме, построенной в координатах «ГМ — ($\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$)», где ГМ (гидролизатный модуль) = $(\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{TiO}_2 + \text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{MnO}) / \text{SiO}_2$, были выделены четыре кластера — группы, в каждой из которых химический состав пород относительно близок.

Так, метагравелиты и крупнозернистые метапесчаники с гравийными зернами образуют кластер I и аттестуются как гипосилиты, они характеризуются неравномерно-зернистой псевфитовой структурой с гранолепидобластовой базальной структурой цемента (рис. 3, а). По данным нормативного минерального пересчета (табл. 2) в их составе доминирует кварц (~ 75 об. %). Второстепенные минералы представлены кислым (№ 9) плагиоклазом (9.2 об. %), хлоритом (7.1 об. %) и калиевым полевым шпатом (6.7 об. %). Особенностью этой группы пород является наименьшее по сравнению с другими кластерами количество слюды (0.8 об. %). Полуколичественный спектральный анализ показал наличие в породах кластера I значительных содержаний Сг (до 100 г/т), носителем которого являются хромшпинелид и фуксит.

В отличие от кластера I среднезернистые метапесчаники кластера II характеризуются неравномерно-зер-

Таблица 1

Компонент и модуль	Кластер				Составы вне кластеров								
	I	II	III	IV	Cш. 7	Дв. 14	Дв. 5	Дв. 11	Дв. 3	Cш. 01	Cш. 1	Cш. 2	Cш. 15
	Гипосилиты				Миосилиты		Гипосилиты		Силиты		Псевдогидролизаты		Миосилиты
n	6	3	2	4									
SiO ₂	86.24	83.33	79.35	73.32	83.86	86.2	64.66	72.60	39.32	40.86	40.58	74.50	76.01
TiO ₂	0.46	0.29	0.51	0.56	0.36	1.22	1.47	0.92	2.00	2.46	2.43	0.37	0.25
Al ₂ O ₃	6.24	8.15	9.87	12.78	7.63	5.1	14.65	14.23	23.29	22.44	22.78	11.75	12.62
Fe ₂ O ₃	1.80	1.20	2.21	2.67	0.90	2.4	0.34	3.83	8.38	6.70	5.86	2.17	1.38
FeO	0.51	0.77	0.38	1.16	1.04	0.38	6.36	0.63	5.86	8.41	8.09	2.28	0.43
MnO	0.03	0.04	0.02	0.03	0.1	0.02	0.11	0.03	0.28	0.15	0.13	0.02	0.01
MgO	0.81	1.06	1.15	1.21	1.35	0.75	3.24	0.54	7.18	4.42	4.17	1.43	0.50
CaO	0.52	0.50	0.50	0.61	0.52	0.61	0.50	0.67	0.89	1.58	2.06	0.63	0.50
Na ₂ O	1.01	1.22	0.36	4.18	1.81	0.83	2.09	1.76	4.19	5.88	6.48	3.96	0.23
K ₂ O	0.91	2.43	4.27	1.32	1.25	0.61	2.84	2.40	0.99	0.36	0.37	0.34	6.53
P ₂ O ₅	0.03	0.04	0.04	0.04	0.018	0.03	0.07	0.08	0.38	0.46	0.55	0.03	0.05
Пп	1.29	0.96	0.98	1.94	1.18	1.37	3.50	2.24	6.68	5.83	5.59	2.37	0.52
Сумма	99.68	99.8	99.37	99.78	100.00	99.42	99.82	99.93	99.44	99.55	99.09	99.85	98.90
Na ₂ O+K ₂ O	1.92	3.65	4.63	5.50	3.06	1.44	4.93	4.16	5.18	6.24	6.85	4.30	6.76
ГМ	0.11	0.13	0.16	0.24	0.12	0.11	0.35	0.27	1.01	0.98	0.97	0.22	0.19
H ₂ O	0.25	0.10	0.18	0.20	0.11	0.32	0.39	0.10	0.48	0.10	0.19	0.20	0.10
CO ₂	0.10	0.10	0.10	0.10	0.1	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.14

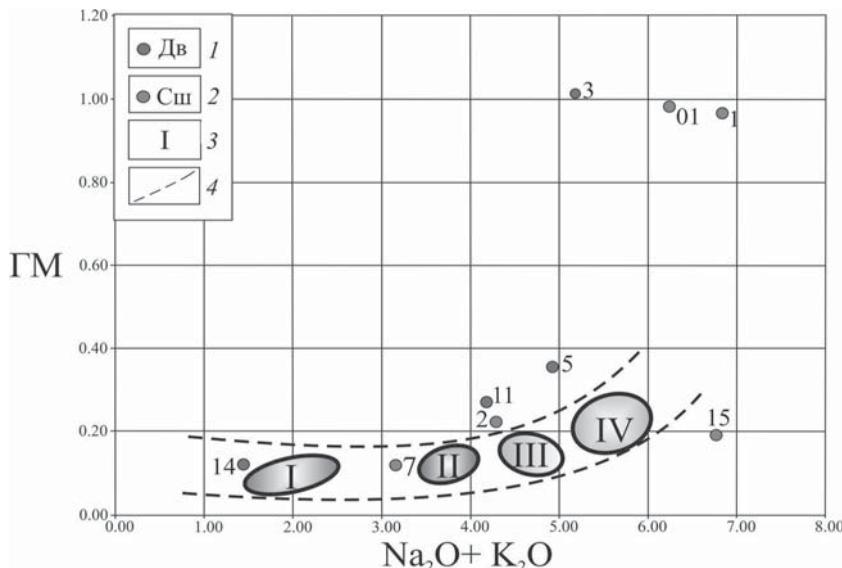


Рис. 2. Модульная диаграмма пород зоны межформационного контакта.

Условные обозначения: 1 — точки на модульной диаграмме участка «Останец», 2 — точки на модульной диаграмме участка «Северный», 3 — номер кластера, 4 — линия тренда содержания щелочности ($\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$)

нистой бластопсаммитовой структурой. В мелко-, тонкозернистой (размер зерен 0.03–0.05 мм) основной ткани располагаются преимущественно кварцевые обломки крупнопесчаной (0.4–1.0 мм) размерности, которые занимают до 60 % площади шлифа. Редкие гравийные зерна представлены обломками минералов — кварца и полевых шпатов, и обломками пород — кислых и основных вулканитов (рис. 3, б). По данным нормативного пересчета основными минералами пород этого кластера являются кварц (~ 66 об. %) и плагиоклаз (~ 23 об. %). Второстепенные минералы представлены хлоритом, серицитом, калиевым полевым шпатом и гематитом, акцессорные — лейкоксеном.

Рассланцованные метапесчаники, образующие кластер III, аттестуются как гипосилиты. Породы этого

кластера занимают на диаграмме промежуточное положение по гидролизатности и щелочности. Эти метапесчаники характеризуются максимальным по сравнению с другими породами содержанием калия (K_2O 4.5 мас. %), что объясняется их высокой слюдистостью — они содержат 18.5 об. % расчетного мусковита (рис. 3, в).

Породы кластера IV, аттестуемые как миосилиты, представлены мелкозернистыми метапесчаниками, отличающимися от метапесчаников предыдущих кластеров максимальным содержанием полевых шпатов (~ 41 об. %). Кварц все же остается основным порообразующим минералом, и на его долю приходится 48 об. %, а зерна плагиоклазов часто полностью серicitизированы. Часть гравийных кварцевых зерен представляет собой вкрапленники кислых вулканитов.

Контуры обломочных зерен (даже сохранивших признаки окатанности) корродированы, нередко наблюдаются шиловидные вrostки слюды в края регенерированных кварцевых зерен, перпендикулярные направлению вектора давления (рис. 3, г). В сланцах отмечается повышенное содержание ряда элементов, г/т: Ba до 1800, Ti 4200, Zn 180, Cr 130. Наличие цинка и хрома связано с хромитом, титаном — с титанитом, рутилом, лейкоксеном и ильменитом. Барий может содержаться в калиевом полевом шпата и слюде. Согласно применимости правила Гольдшмидта к характеристике изоморфизма в ряду Ba, Ca, Na большей способностью к замещению K обладает Ba, меньшей — Na и Ca.

Вне кластеров оказались образцы пород, имеющие существенные особенности химического состава, не позволяющие усреднять их в кластерах.

Апобазитовые сланцы (обр. Дв. 3 и Сш. 01) по химическому составу соответствуют псевдогидролизатам и отличаются максимальной щелочностью ($\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$ составляют от 5 до 6 мас. %). Эти породы содержат наибольшее для изученных образцов количество полевых шпатов и наименьшие — кварца. Амфибол-кварц-хлорит-плагиоклазовый сланец (обр. Сш. 01), характеризуется сланцевой текстурой с микролепидогранобластовой структурой и представляет собой микрзернистый агрегат нескольких минералов: полевого шпата основного состава, аутигенного кварца, амфибала группы tremolita-актинолита, эпидота, рудных минералов и лейкоксена (рис. 3, д). Слюдистый апобазитовый сланец (Дв. 3) содержит 20 об. % мусковита и 7.14 мас. % MgO ,

Таблица 2
Нормативный минеральный состав пород, %

Минерал	Кластер				Составы вне кластеров								
	I	II	III	IV	Cш. 7	Дв. 14	Дв. 5	Дв. 11	Дв. 3	Cш. 01	Cш. 1	Cш. 2	Cш. 15
Кварц	74.8	65.6	53.5	48.0	66.6	73.6	57.5	64.4	5.1	12.4	4.6	53.5	36.9
Плагиоклаз	9.2	23.2	6.2	25.4	12.5	9.8	11.7	13.4	6.7	9.7	9	3.2	54.4
(№)	(9)	(9)	(8)	(9)	(11)	(9)	(6)	(9)	(60)	(58)	(64)	(19)	(3)
Ортоклаз	6.7	2.3	8.1	15.5	8.9	6.8	14.5	12.2	27.5	26.2	27.3	11.1	0.6
Мусковит	0.8	2.4	18.5	2.3	2.4	0.8	0.5	0.7	20	0.5	16.0	17.5	0.9
Парагонит	—	—	—	—	—	—	0.3	0.5	—	—	—	—	2.9
Хлорит	7.1	5.0	6.7	5.1	7.9	6.9	8.1	7.3	26.3	24.6	31.0	8.4	1.1
Амфибол	—	—	3.5	—	—	—	—	—	—	12.3	—	3.5	—
Апатит	—	—	—	—	—	—	—	—	0.9	1.0	1.2	—	—
Титанит	0.4	—	0.1	0.8	0.2	0.5	0.4	0.1	0.3	0.4	0.6	—	—
Лейкоксен	0.2	0.4	0.1	0.4	0.4	0.3	0.3	0.2	0.1	2.1	—	0.5	0.3
Тальк	—	—	—	—	—	—	—	—	7.3	—	—	—	—
Ильменит	—	—	—	—	—	—	—	2.2	—	1.5	1.4	2.3	—
Гематит	0.6	1.3	0.6	3.0	1.0	0.5	3.6	1.0	3.3	6.7	5.9	2.2	1.4
Карбонат	0.1	—	0.1	—	0.2	0.1	—	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.3

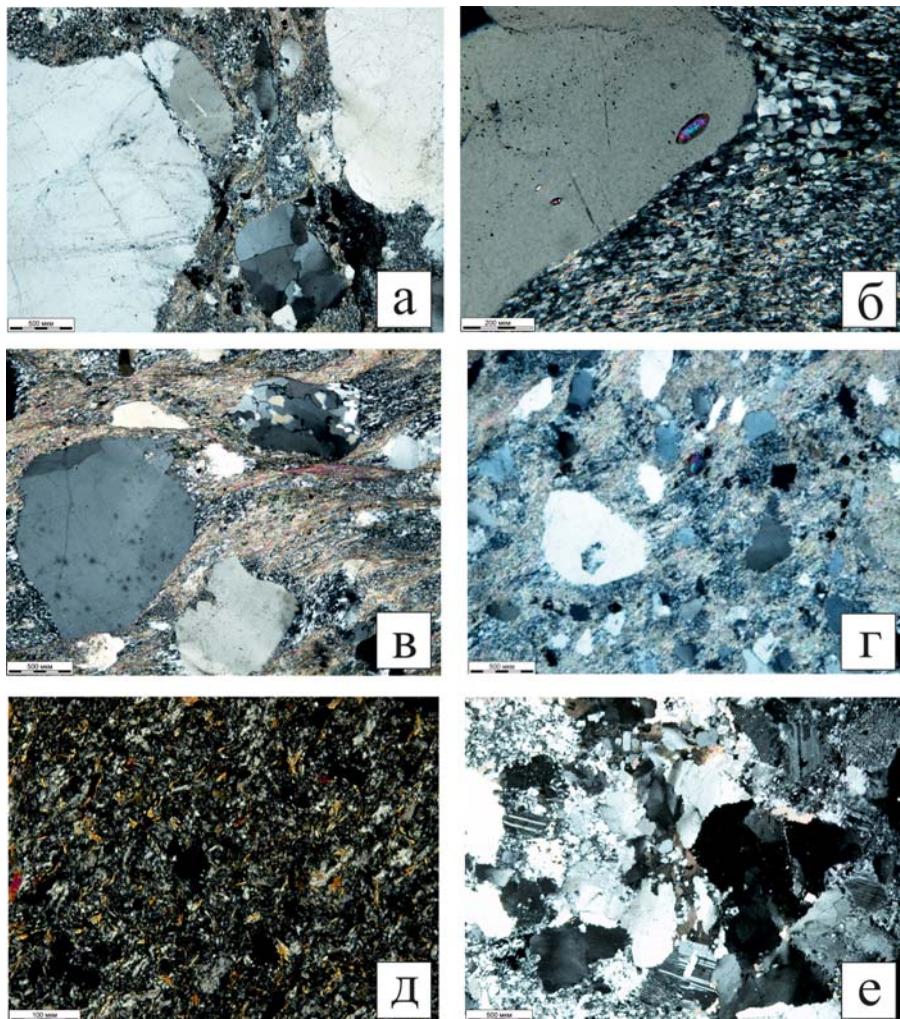


Рис. 3. Обломочный материал и структурно-текстурные особенности пород: а — обломки монокристаллического и поликристаллического кварца, обр. Дв 10, кластер I; б — обломок (вкрапленник) кислого вулканита, обр. Сш 14, кластер II; в — слюдистый песчаник, обр. Сш 2, кластер III; г — мелкозернистый песчаник с серицитовым цементом, корродированными границами зерен и шиповидными вростками слюды, обр. Сш 4, кластер IV; д — амфибол-кварц-плагиоклазовый сланец, обр. Сш 01; е — кварц-плагиоклазовый песчаник, обр. Сш 15. Фотоснимки с анализатором

часть которого была пересчитана на нормативный тальк.

Среднезернистые песчаники обр. Дв. 5, 11, 14 и Сш. 2, 7 не вошли в кластеры вследствие особенностей их химического состава. Так, обр. Дв 14 не включен в кластер I из-за повышенной титанистости (TiO_2 1.22 мас. %), а обр. Сш 15 — из-за высокого содержания (~ 54 об. %) кислого плагиоклаза (рис. 3, е). Песчаник обр. Сш. 2, более железистый и магнезиальный по сравнению с кластерами II и III, отличается от них меньшим содержанием расчетного плагиоклаза и большим — хлорита (табл. 2).

Снизу вверх по разрезу содержание MnO , MgO , CaO , FeO уменьшается, количество SiO_2 увеличивается (табл. 1). Полоса тренда на диаграмме (рис. 2) отражает зависимость состава пород от степени их сортированности и изменения источника обломочного материала.

Для уточнения литологической классификации пород, установления источников сноса, расшифровки физико-химических и геодинамических обстановок осадконакопления использовалось несколько диаграмм: Шутова [9], Дикinsonа [11], Коссовской-Тучковой [2], диаграмма суммы щелочей — (TAS) для классификации магматических (вулканических) горных пород [8] и диаграмма MgO - FeO - Al_2O_3 Пирса [12].

Вулканогенные породы фундамента по содержанию кремнезема относятся к ультраосновным (SiO_2 37.23–43.26 мас. %) и относятся к семейству щелочных пикритов. На диаграмме MgO - FeO - Al_2O_3 Пирса [12] они попадают в область, отвечающую обстановке вулканических дуг и активных континентальных окраин.

На диаграмме Коссовской-Тучковой (1988) фигуративные точки исследованных нами образцов горных пород попали в поля кварцевых, олигомиктовых и полимиктовых песчаников, что соответствует петрографическим данным (рис. 4). Породы, слагающие оба изученных нами разреза, сходны по геохимическим показателям и минеральному составу. Заметные различия наблюдаются лишь в содержании плагиоклазов, максимальное количество которых отмечено в верхних частях разреза № 1.

На диаграмме Шутова большинство метапесчаников относится к полевошпат-кварцевым и собственно аркозовым (рис. 5). Присутствие обломков полевых шпатов в

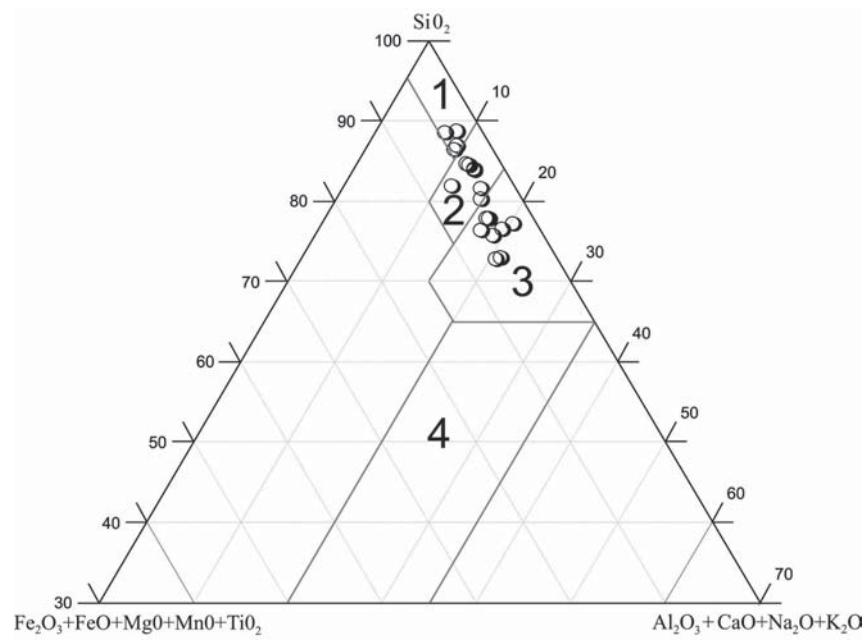


Рис. 4. Диаграмма (по: А. Г. Коссовской и М. И. Тучковой, 1988) с фигуративными точками метапесчаников ЗМК. 1—4 — поля: 1 — кварцевое, 2 — олигомиктовое, 3 — полимиктовое, 4 — вулканокластическое

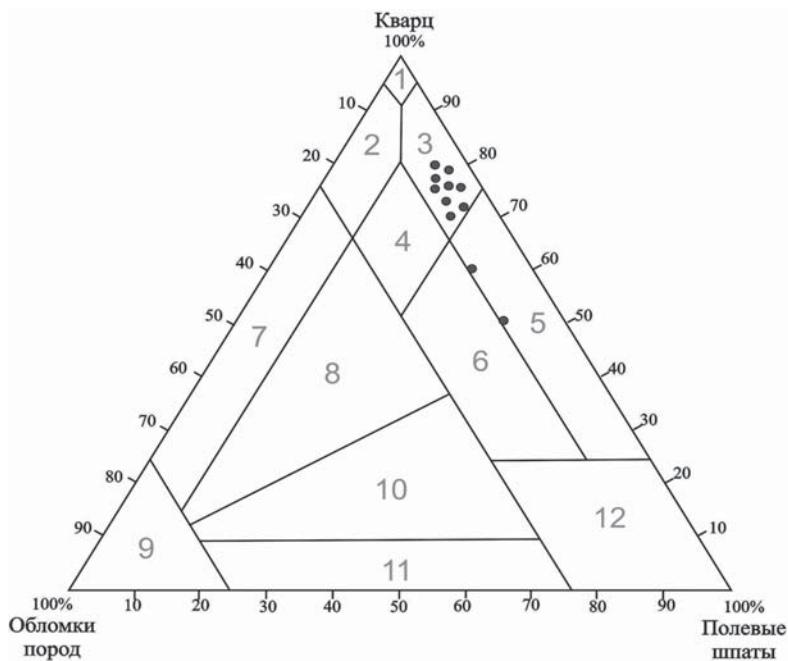


Рис. 5. Диаграмма (по: В. Д. Шутову, 1967) с фигуративными точками метапесчаников и метагравелитов ЗМК. 1–12 — поля: 1 — мономиктовое кварцевое, 2 — кремнекластито-кварцевое, 3 — полевошпат-кварцевое, 4 — мезомиктовое кварцевое, 5 — собственно аркозов, 6 — граувакковых аркозов; 7–11 — поля граувакк: 7 — кварцевых, 8 — полевошпат-кварцевых, 9 — собственно граувакк, 10 — кварц-полевошпатовых; 11 — полевошпатовых, 12 — пород не терригенного происхождения

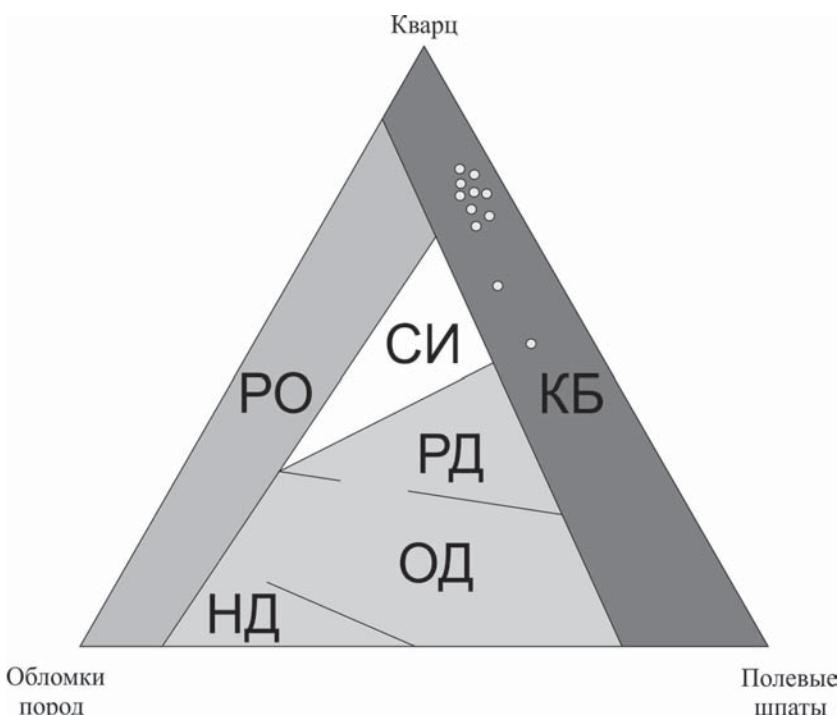


Рис. 6. Диаграмма (по: Дикинсону и др., 1980) с точками метапесчаников и метагравелитов ЗМК. Обозначения полей: КБ — континентальные блоки, РО — рециклированный ороген, ОД — островные дуги, РД — расчленённые дуги, НД — нерасчленённые дуги, СИ — смешанный источник

составе метагравелитов и метапесчаников и расположение точек на диаграмме Дикинсона (рис. 6) позволяет считать источникам материала для образования данных пород континентальные блоки земной коры, сложенные кислыми магматическими породами.

Изученные нами разрезы отличаются от других известных в междуречье Мал. Кары и Мал. Усы разрезов зоны межформационного контакта, в которых базальные горизонты уралид представлены континентальными отложениями, аналогичными алькесвожской толще Приполярного Урала

[1, 4, 7]. Породы не содержат или содержат незначительное количество гидролизатного материала коры выветривания, присутствие которого свойственно золотоносным континентальным разновидностям нижнепалеозойских пород. Аналогичный характер разреза и вещественный состав нижнепалеозойских толщ известен на Северном Урале, в верховье Печоры [6, 10] и на кряже Манитанырд [4].

Можно предположить, что в позднекембрийско-раннеордовикское время здесь располагалась суши, с которой кора выветривания и обломочный материал смыкались в долину при вертикальных подвижках, связанных с тектоническими процессами на континентальной окраине в начале рифтогенного этапа. Этую долину затем занял мелководный морской залив, в котором отлагались песчано-алевритовые осадки, а на повышенных участках — песчано-гравийные. Базальные конгломераты, характерные для прибрежных фаций при нормальном трансгрессивном цикле, здесь отсутствуют. Предложенная схема в значительной мере объясняет и отсутствие в породах золота, которое могло бы накапливаться в коре выветривания в случае сохранения обломочного материала на месте разрушения и накопления его в континентальных аллювиальных и делювиальных отложениях. Изменение вещественного состава пород вверх по разрезу отражает стабилизацию тектонического режима и смену источников поступления обломочного материала. Основными источниками сноса стали области, сложенные не измененными в коре выветривания (возможно, субсинхронно образовавшимися) и незолотоносными породами кислого состава.

Работа выполнена при финансовой поддержке Программы фундаментальных исследований УрО РАН № 12-У-5-1008 «Редко- и благороднометальная минерализация осадочного генезиса в нижнепалеозойских толщах севера Урала» и № 12-С-5-1020 «Общие и локальные критерии различия высокодисперсных экзогенных и низкотемпературных гидротермальных рудоформирующих систем».

Литература

1. Козырева И. В., Никулова Н. Ю. Минералогия и geoхимия пород в зоне межформационного контакта на хр. Саурипэ // Вестник Ин-та геологии Коми НЦ УрО РАН, 2012. № 4. С. 2–6.
2. Коссовская А. Г., Тучкова М. И. К проблеме минералого-петрохими-



ческой классификации и генезиса песчаных пород // Литология и полезные ископаемые, 1988. № 2. С. 8–24.

3. Никулова Н. Ю. Кора выветривания в основании палеозойского разреза в зоне межформационного контакта уралид/доуралид на хр. Ния-Хой (Полярный Урал) // Актуальные проблемы литологии: Материалы 8-го Уральского литологического совещания. Екатеринбург, 2010. С. 231–233.

4. Никулова Н. Ю., Сиванова Л. М. Геохимические особенности пород зоны межформационного контакта уралид/доуралид на хребте Саурисэ (Полярный Урал) // Вестник Ин-та геологии Коми НЦ УрО РАН, 2008. № 3. С. 12–15.

5. Никулова Н. Ю., Швецова И. В. Литология и геохимия горных пород

зоны межформационного контакта уралид/доуралид на хр. Ния-Хой (Полярный Урал) // Региональная геология и металлогения, 2010. № 44. С. 30–33.

6. Никулова Н. Ю., Швецова И. В., Трифанов И. А. Нижнепалеозойские (?) базальные псефиты в верховье р. Ельмы // Вестник Ин-та геологии Коми НЦ УрО РАН, 2006. № 2. С. 5–8.

7. Озеров В. С., Озерова Э. Н., Игнатович О. О. Новые данные по геологии раннепалеозойских метаморфизованных россыпей золота на севере Урала // Уральский геологический журнал, 2011. № 6. С. 21–28.

8. Петрографический кодекс России. Магматические, метаморфические, метасоматические, импактные образования. Изд. 2-е, перераб. и дополн. СПб.: Изд-во ВСЕГЕИ, 2008. 200 с.

9. Шутов В. Д. Классификация терригенных пород и граувакк // Граувакки. Труды ГИН АН СССР, 1972. Вып. 238. С. 9–24.

10. Юдович Я. Э., Никулова Н. Ю., Казачкин М. Ю., Кетрис М. П., Швецова И. В. Межформационный контакт уралид/доуралид в верховьях р. Печоры // Литосфера, 2006. № 1. С. 135–144.

11. Dickinson, W. R. and Valloni, R. Plate settings and provenance of sands in modern ocean basins // Geology. 1980. Vol. 8. P. 82–86.

12. Pearce T. H. Gorman B. E., Birkett T. C. The relationship between major element chemistry and tectonic environment of basic and intermediate volcanic rocks // Earth Planet, Sci. Lett. 1977. V. 36. P. 121–132.

Рецензент

к. г.-м. н. О. В. Удоратина



УДК 552.42

СОСТАВ И УСЛОВИЯ ОБРАЗОВАНИЯ ПРОТОЛИТОВ ПЛАГИОГНЕЙСОВ В ХАРБЕЙСКОМ МЕТАМОРФИЧЕСКОМ КОМПЛЕКСЕ (ПОЛЯРНЫЙ УРАЛ)

Н. С. Уляшева

Институт геологии Коми НЦ УрО РАН

nsulasheva@geo.komisc.ru

Приведены результаты изучения химического состава плагиогнейсов ханмейхойской свиты харбейского комплекса, реконструированы предполагаемые источники сноса и геодинамическая обстановка формирования протолитов этих пород.

Ключевые слова: харбейский комплекс, плагиогнейсы, протолит, химический состав.

THE COMPOSITION AND FORMATION CONDITIONS OF THE PLAGIOGNEISS PROTOLITHS OF THE KARBAY METAMORPHIC COMPLEX (POLAR URALS)

N. S. Ulyasheva
Institute of Geology of Komi SC UB RAS

The chemical composition of the plagiogneisses from the Khanmeyhoy series of the Kharbey complex is considered, the provenance areas and the formation geodynamic conditions of these rock protoliths are identified.

Keywords: the Kharbey complex, plagiogneiss, protolith, chemical composition.

На Полярном Урале в западной тектонической зоне в южной части Собского поднятия обнажаются глубоко метаморфизованные раннедокембрийские вулканогенно-осадочные породы харбейского метаморфического комплекса. Они характеризуются вытянутым в северо-западном направлении структурным планом, дискордантным по отношению к ориентации структур уралид, и тектоническими взаимоотношениями с окружающими отложениями (рис. 1). Со-

гласно стратиграфическим схемам Урала [10] в рассматриваемом районе снизу вверх выделяются три свиты: лаптаюганская (биотитовые и гранатовые амфиболиты, слюдяные и амфиболовые гнейсы), ханмейхойская (гранатодержащие амфиболиты, амфиболовые сланцы и двуслюдянные гранат-слюдяные гнейсы) и париквасьшорская (слюдяные, гранатодержащие высокоглиноземистые кристаллические гнейсы и дистен-ставролит-гранатовые сланцы). Породами

лаптаюганской свиты сложены центральные части двух крупных брахиантеклинальных структур — Ев-Юганской и Лапта-Юганской, между которыми заключена Париквасьшорская синклиналь. Граница между лаптаюганской и ханмейхойской свитами проводится условно по появлению в верхней свите значительного количества плагиогнейсов. Четкая граница между этими свитами пока не установлена. Амфиболиты и плагиогнейсы в пределах указанных выше свит

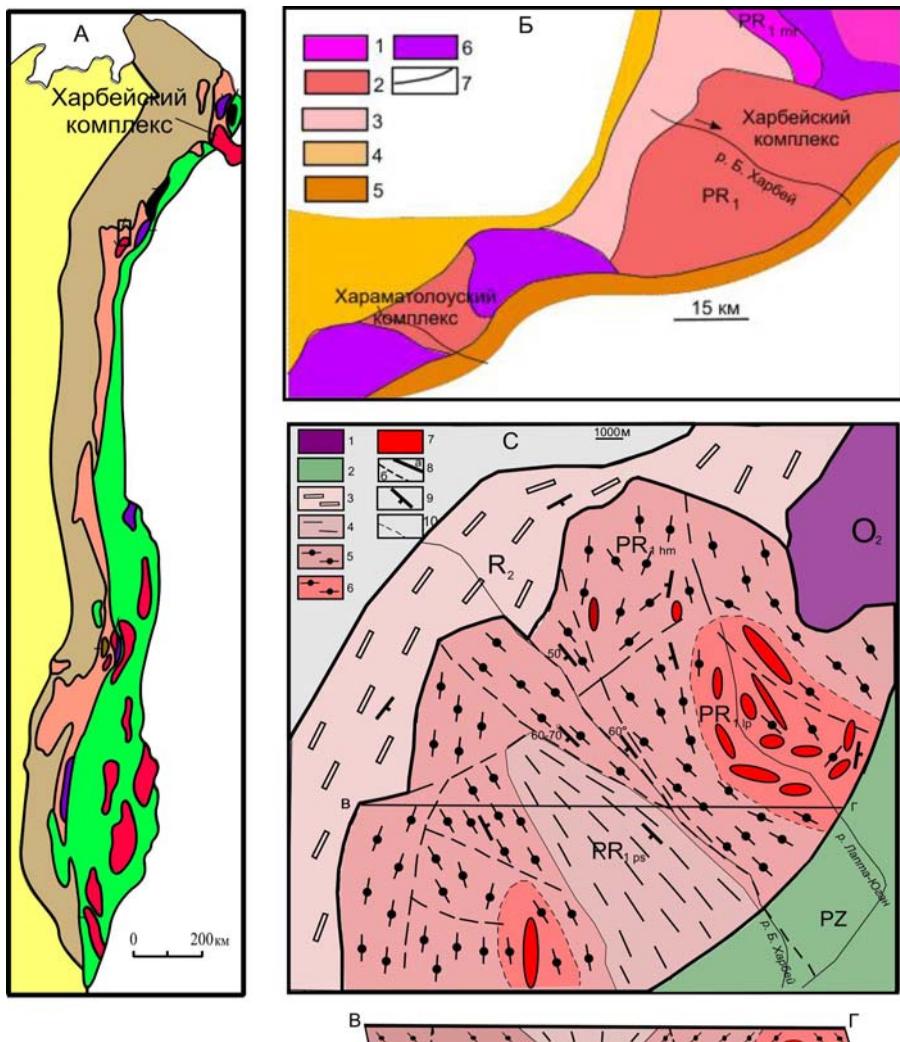


Рис. 1. Местоположение харбейского комплекса в Уральском складчатом поясе (А) и его схематические геологические карты (Б, С).

Б. Условные обозначения (по [17]): 1 — марункеуский комплекс (PR_1); 2 — харбейский комплекс (PR_1); 3 — няровейская серия (R_2); 4 — орангская свита (PZ); 5 — осадочные формации палеозоя; 6 — метагарцибургиты и дуниты; 7 — геологические границы.

С. Условные обозначения [4]: 1 — гипербазиты Сыумкуй; 2 — отложения палеозоя; 3 — няровейская серия; 4–6 — харбейский метаморфический комплекс (PR_1): 4 — слюдяные, амфибол-слюдяные высокоглиноземистые гнейсы; дистен-ставролитовые, дистен-ставролит-гранатовые сланцы париквасьшорской свиты; 5 — амфиболиты, плагиогнейсы и линзы слюдистых мраморов ханмейхойской свиты; 6 — амфиболиты и плагиогнейсы лаптауганской свиты; 7 — гнейсо-граниты; 8 — геологические границы: а — стратиграфические, б — тектонические; 9 — элементы залегания сланцеватости и полосчатости; 10 — предполагаемая граница между лаптауганской и ханмейхойской свитами.

встречаются обычно в виде пластов и пачек мощностью до 100 м.

В работах предшественников было показано, что образование амфиболитов и плагиогнейсов харбейского комплекса, сформировавшихся соответственно по основным магматическим и терригенным породам, протекало в условиях геотектонического режима, близкого к платформенному. Плагиогнейсы ханмейхойской и париквасьшорской свит исследователи отнесли к алевролито-глинисто-песчаной формации, образование которой, по их мнению, происходило в

спокойной тектонической обстановке [1, 2].

Ранее нами были изучены химический состав и геодинамическая обстановка образования протолитов амфиболитов и амфиболовых сланцев ханмейхойской свиты [5]. По распределению петрогенных компонентов и редких элементов эти породы схожи с вулканитами окраинных или задуговых морей [12]. Плагиогнейсы, перемежающиеся с амфиболитами, до сих пор исследованы слабо. Для установления источников сноса и уточнения геодинамической обстановки форми-

рования плагиогнейсов, слагающих разрез ханмейхойской свиты, был проведен анализ геохимического состава этих пород. Основное внимание уделялось редким (Th, Nb, Y, Sc, Zr, Hf и др.) и редкоземельным элементам, а также ряду петрогенных компонентов, характеризующихся инертным поведением при выветривании и региональном метаморфизме пород [9, 11]. Поскольку наиболее легко растворимыми и подвижными при этих процессах являются щелочные и щелочно-земельные элементы, для анализа использовались образцы плагиогнейсов ханмейхойской свиты, которые не подвержены процессам гравитации.

Петрография и характеристика химического состава плагиогнейсов. В среднем течении р. Б. Харбей в восточной части харбейского комплекса наблюдаются гранат-биотит-амфиболовые (обр. 14-6, 116-6), амфиболовые (обр. 12-11), гранат-биотитовые и биотитовые плагиогнейсы, согласно переслаивающиеся с массивными и слабосланцеватыми равномерно-зернистыми амфиболитами и имеющие с ними четкие контакты. Плагиогнейсы светло-серого цвета характеризуются гнейсовидной текстурой, лепидонематогранобластовой, лепидогранобластовой, нематогранобластовой среднезернистой структурой. Породы состоят в основном из плагиоклаза (олигоклаз, альбит) и кварца (80–90 %). Второстепенными минералами являются биотит (0–20 %), амфибол (0–10 %), гранат (0–8 %), хлорит (1 %). Аксессорные минералы представлены цирконом и титанитом (0–1 %), а рудный минерал — магнетитом (1–2 %).

В верховьях р. Б. Харбей и на ее притоках в центральной и северо-западной частях харбейского комплекса распространены амфибол-биотит-эпидотовые (обр. 16-6), хлорит-амфибол-клиноцизит-мусковитовые (обр. 112-5), гранатовые двуслюдяные (обр. 16-2), клиноцизит-мусковит-биотитовые (обр. 18-3), мусковит-амфибол-клиноцизитовые (обр. 111-8) и хлорит-мусковитовые (обр. 107-05) плагиогнейсы. Эти породы переслаиваются со сланцеватыми амфиболитами и сланцами. Окраска пород серая местами с зеленоватым оттенком, текстура гнейсовидная, структура лепидонематогранобластовая, лепидогранобластовая. Основными минералами в них являются (%) альбит (30–50), кварц (15–25), клиноцизит (2–15), гранат (0–4), биотит (0–3), амфибол



(0–15), мусковит (0–5), хлорит (0–1); акцессорные и рудные минералы представлены титанитом (менее 1), цирконом (менее 1), рутилом (0–1), пиритом (0–2) и магнетитом (0–1).

Петрохимические компоненты в плагиогнейсах содержатся в следующих пределах, %: SiO_2 62.15–69.88; TiO_2 0.3–1.0; Al_2O_3 9.14–15.07; Fe_2O_3 1.83–4.84; FeO 1.86–7.40; MnO 0.10–0.38; MgO 0.50–4.46; CaO 0.83–5.57; Na_2O 1.73–8.9; K_2O 0.12–2.87; P_2O_5 0.45 (табл. 1).

На идентификационной диаграмме А. А. Предовского [8] точки составов амфибол-биотит-эпидотового (обр. 16-6), хлорит-мусковитового (обр. 107-05) и гранат-биотит-амфиболового (обр. 116-6) плагиогнейсов расположились в области малоглинистых и глинистых граувакк, а точка состава амфибол-клиноцизит-мусковитового плагиогнейса (обр. 112-5) находится в области субграувакк. Попадание остальных точек составов в поле сиенитов, возможно, обусловлено повышением содержания натрия в породе. По классификации А. Н. Нелюбова [3] наблюдается схожесть хлорит-мусковитового (обр. 107-05) и гранатового двуслюдянного (обр. 16-2) плагиогнейсов с полимиктовыми песчаниками; амфиболового плагиогнейса (обр. 12-11) с полимиктовыми алевролитами; амфибол-клиноцизит-мусковитового (обр. 112-5), мус-

ковит-амфибол-клиноцизитового (обр. 111-8), амфибол-биотит-эпидотового (обр. x-16-6) и гранат-биотит-амфиболовых (обр. 116-6, 14-6) плагиогнейсов с граувакковыми песчаниками и алевролитами, туффитами среднего и основного составов.

В литохимии часто используются петрохимические модули (ГМ — гидролизатный модуль, АМ — алюмокремниевый модуль, ФМ — фемический модуль, ТМ — титановый модуль, НКМ — модуль нормированной щелочности и др.), характеризующие степень химического выветривания пород, механической сортировки классики и т. д. [6, 13]. Значения ГМ в плагиогнейсах обр. 12-11, 116-6, 18-3, 16-6 варьируются от 0.33 до 0.39, а ФМ в них более 0.1, что характерно для вулканокластических граувакк [13]. В образцах пород 14-6 и 107-05 ГМ составляет 0.27 и 0.29, а ФМ — 0.11, что свойственно полимиктовым песчаникам со смешанным материалом основного и кислого составов. Остальные плагиогнейсы по рассматриваемым модулям схожи с полимиктовыми песчаниками. Известен еще один показатель химического выветривания, а также климата в области размыва — CIA [11] = $100 \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 / (\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{CaO} + \text{Na}_2\text{O})$. Низкие значения этого индекса (порядка 50), характерны для плагиогнейсов харбейского комплекса, указывают на формирование сланцевых осадков в условиях аридного и гляциального климатов.

Для разделения осадочных пород на литогенные, прошедшие минимум один раз полный цикл переотложения, и петрогенные, близкие к исходным магматическим породам, используется отношение $\text{K}_2\text{O} / \text{Al}_2\text{O}_3$ [16], а также корреляция петрохимических модулей ТМ—ЖМ и НКМ—ГМ [13]. В плагиогнейсах харбейского комплекса отношение $\text{K}_2\text{O} / \text{Al}_2\text{O}_3$ варьируется от 0.01 до 0.22, что позволяет их отнести к литогенным осадкам или же к осадкам, образовавшимся из магматических пород основного состава. Положительная корреляция с высоким коэффициентом ($r = 0.88$) между титанистым и железистыми модулями, а также положительная корреляция с низким коэффициентом ($r = 0.1$) между гидролизатным модулем и нормированной щелочностью больше сближает метапороды харбейского комплекса с петрогенными осадками. Из-за высокой подвижности калия при процессах осадконакопления и метаморфизме, как было сказано выше, значения отношения $\text{K}_2\text{O}/\text{Al}_2\text{O}_3$ могутискажаться. Наиболее достоверными в данном случае будут показатели корреляции между ТМ и ЖМ, поэтому протолитами плагиогнейсов могли быть петрогенные образования, представленные граувакковыми песчаниками и алевролитами (обр. 116-6, 16-6,

Таблица 1

Химический состав плагиогнейсов харбейского метаморфического комплекса, мас. %

Компонент	Номер пробы								
	12-11	14-6	116-6	18-3	16-2	16-6	107-05	112-5*	111-8
SiO_2	64.24	68.11	62.15	65.33	68.48	63.74	69.88	67.46	67.76
TiO_2	0.96	0.57	0.96	1.00	0.76	0.65	0.62	0.3	0.49
Al_2O_3	13.99	11.8	14.87	9.14	14.46	15.07	13.20	14.81	14.56
Fe_2O_3	2.67	2.64	4.84	3.46	2.06	2.95	2.73	1.83	2.11
FeO	3.47	3.37	3.68	7.40	1.86	2.98	2.57	2.35	2.48
MnO	0.38	0.11	0.16	0.27	0.11	0.10	0.15	0.07	0.08
MgO	0.50	1.64	2.63	4.46	0.72	1.67	2.07	1.3	1.56
CaO	1.80	4.81	2.38	4.67	3.09	5.57	0.83	4.61	4.05
Na_2O	8.90	4.16	5.96	1.73	5.28	4.78	2.04	3.62	5.71
K_2O	2.56	0.81	0.33	0.12	1.56	0.76	2.87	0.13	0.18
P_2O_5	0.12	0.25	0.00	0.01	0.16	0.45	0.27	0.12	0.22
П.п.п.	0.90	1.72	2.03	2.41	1.46	1.29	2.76	2.36	0.81
Сумма	100	100	100	100	100	100	100	99.21	100
ГМ	0.33	0.27	0.39	0.33	0.28	0.34	0.28	0.29	0.29
ТМ	0.07	0.05	0.06	0.11	0.05	0.04	0.05	0.02	0.03
ЖМ	0.47	0.63	0.71	1.54	0.31	0.49	0.54	0.37	0.41
ФМ	0.11	0.11	0.18	0.24	0.07	0.12	0.11	0.08	0.09
НКМ	0.82	0.42	0.42	0.20	0.47	0.37	0.37	0.25	0.40
АМ	0.22	0.17	0.24	0.14	0.21	0.24	0.19	0.22	0.21
$\text{K}_2\text{O}/\text{Al}_2\text{O}_3$	0.18	0.069	0.022	0.013	0.106	0.05	0.22	0.0087	0.012
CIA	40	42	51	45	48	45	63	51	47

Примечание. Химический состав пород определен методом мокрой химии (номер образца со звездочкой) и комплексным методом мокрой химии с рентгенофлуоресцентным анализом в Институте геологии Коми НЦ УрО РАН.



18-3,) а также полимиктовыми песчаниками (обр. 16-2, 112-5, 107-05, 14-6, 111-8, 12-11).

Источники сноса и геодинамическая обстановка седиментации. Важную информацию об источниках сноса дают содержания редких и редкоземельных элементов и их соотношение в осадочной породе, а также некоторые петрохимические компоненты. От PAAS (постархейский глинистый сланец, средний состав которого считается типичным для верхней континентальной коры [11]) плагиогнейсы харбейского комплекса отличаются пониженным содержанием глинозема (9.14–15.07 %) и оксида калия (0.12–2.87 %) и повышенным содержанием оксида натрия (1.73–8.9 %). По составу редкоземельных элементов (табл. 2), нормализованному относительно состава хондрита, наблюдается схожесть спектров распределения элементов гранат-двуслюдяного плагиогнейса (обр. 16-2) с PAAS: отношение La/Yb в этой породе достигает 9.16 (рис. 2), что указывает на преобладание кислых пород в источниках сноса. Гранат-биотит-амфиболовый плагиогнейс (обр. 116-6) имеет более низкое содержание легких редкоземельных элементов (отношение La/Yb – 3

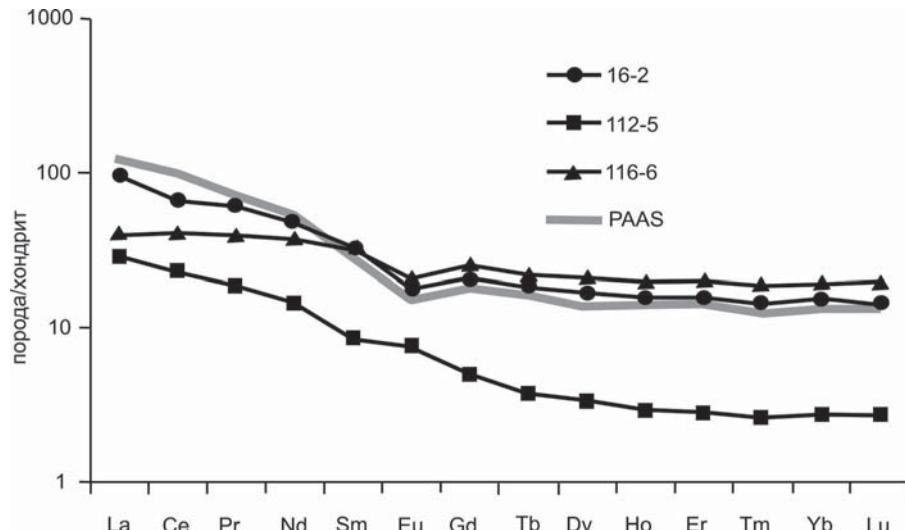


Рис. 2. Содержания редкоземельных элементов в плагиогнейсах (обр. 16-2, 112-5, 116-6) и постархейском глинистом сланце (PAAS), нормализованные относительно хондрита [18]

и более высокое содержание тяжелых элементов, что указывает на присутствие в источниках сноса основных вулканитов. Подобное распределение элементов имеют, например, граувакки девонской формации Балдуин, образовавшиеся в условиях передовой дуги, а также позднеархейские осадочные породы западной Австралии, появившиеся в результате смешения материала основных и кислых магмати-

тов [11]. Низкое суммарное содержание редкоземельных элементов относительно PAAS в амфибол-клиноцизит-мусковитовом плагиогнейсе (обр. 112-5) связано скорее всего с грубозернистостью осадочного материала и его накоплением в бассейнах передовых дуг континентальных окраин вследствие приноса андезитового материала. Отсутствие европиевой аномалии, что наблюдается в этом образ-

Таблица 2

Содержание редких и редкоземельных элементов в плагиогнейсах харбейского комплекса, г/т

Элемент	Номер пробы			Элемент	Номер пробы		
	16-2	112-5	116-6		16-2	112-5	116-6
Li	3.647	1.382	11.25	Ba	477.3	77.99	140.7
Be	1.53	0.5822	0.9288	La	29.55	8.774	12.51
Sc	7.595	3.999	16.15	Ce	53.46	18.81	32.99
V	47.82	45.59	103.6	Pr	7.509	2.297	4.83
Cr	13.74	10.16	26.19	Nd	29.26	8.761	22.78
Co	6.835	7.253	39.51	Sm	6.216	1.65	6.106
Ni	6.153	6.76	10.14	Eu	1.308	0.5548	1.503
Cu	9.83	13.8	269.4	Gd	5.382	1.273	6.554
Zn	87.2	37.72	57.73	Tb	0.8577	0.1754	1.03
Ga	16.53	15.05	19.39	Dy	5.474	1.085	6.77
Ge	1.048	0.7701	0.8429	Ho	1.107	0.2046	1.419
As	0.4714	0.9556	1367	Er	3.299	0.5998	4.221
Se	н/о	н/о	0.7665	Tm	0.4749	0.08529	0.6227
Rb	44.17	1.188	17.4	Yb	3.218	0.5759	4.081
Sr	156.8	520.8	61.42	Lu	0.4637	0.08793	0.6235
Y	27.97	5.203	34.11	Hf	1.72	0.6302	4.706
Zr	80.93	26.7	183.8	Ta	1.808	0.1142	0.3285
Nb	20.27	1.334	3.634	W	0.0801	0.2834	0.07101
Mo	1.285	0.4134	0.553	Re	0.00087	0.00085	0.00089
Cd	0.146	0.1034	0.1503	Tl	0.2248	0.0029	0.5804
Sn	2.25	0.4946	1.709	Pb	5.334	5.429	2.292
Sb	0.04204	0.09379	30.38	Bi	0.1674	0.09115	0.01666
Te	0.01953	0.04935	0.05746	Th	13.11	1.665	1.676
Cs	0.8644	0.087	0.8506	U	3.574	0.4533	0.4342

Примечание. Определение концентраций редких и рассеянных элементов выполнено путем кислотного разложения исходных образцов и дальнейшего анализа с помощью секторного масс-спектрометра с ионизацией в индуктивно связанный плазме (FS HR ICP-MS) Element2 в Институте геологии и geoхимии им. А. Н. Заварыцкого.



Индикаторное соотношение содержаний редких элементов в плагиогнейсах харбейского комплекса

Таблица 3

Номер пробы	La/Sc	La/Th	Th/Co
16-2	3.891	2.254	1.918
112-5	2.194	5.269	0.230
116-6	0.775	7.464	0.043

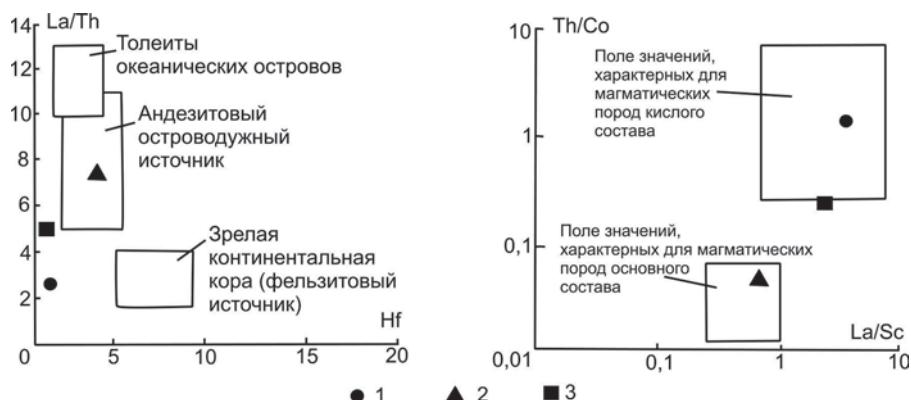


Рис. 3. Положение фигуративных точек составов плагиогнейсов на дискриминантных диаграммах $Hf - La/Th$ и $La/Sc - Th/Co$ [7]. Условные обозначения плагиогнейсов: 1 — гранатового двуслюдяного, 2 — гранат-биотит-амфиболового, 3 — амфибол-клиноцизит-мусковитового

це, характерно для вулканогенно-осадочных пород, образовавшихся в прогибах островных дуг, а также для осадков, сформировавшихся из мантийных магматитов. Схожие спектры распределения редкоземельных элементов дают глубоководные турбидиты бассейна Вудларк, образовавшиеся в условиях передовой дуги [11].

Показателями пород в областях размыва выступают индикаторные элементы и их отношения — Hf , La/Sc , Th/Co , La/Th (табл. 3). По соотношению этих компонентов точка состава гранат-двуслюдяного гнейса располагается вблизи поля зрелой континентальной коры и в поле значений, характерных для кислых пород, а точка состава гранат-биотит-амфиболового плагиогнейса — в поле андезитового островодужного источника и основных магматических пород (рис. 3). Точка состава амфибол-клиноцизит-мусковитовой породы занимает промежуточное положение между перечисленными областями размыва.

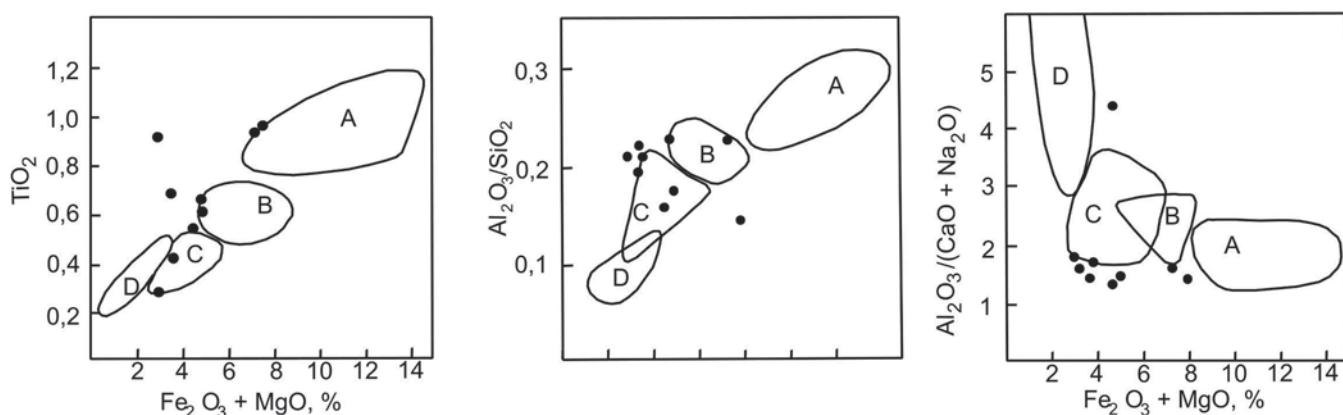


Рис. 4. Положение figurativных точек составов плагиогнейсов на идентификационных диаграммах [14] петрохимических компонентов. Поля, характеризующие тектоническую обстановку: А — океанических островных дуг; В — континентальных островных дуг; С — активных континентальных окраин; Д — пассивных континентальных окраин

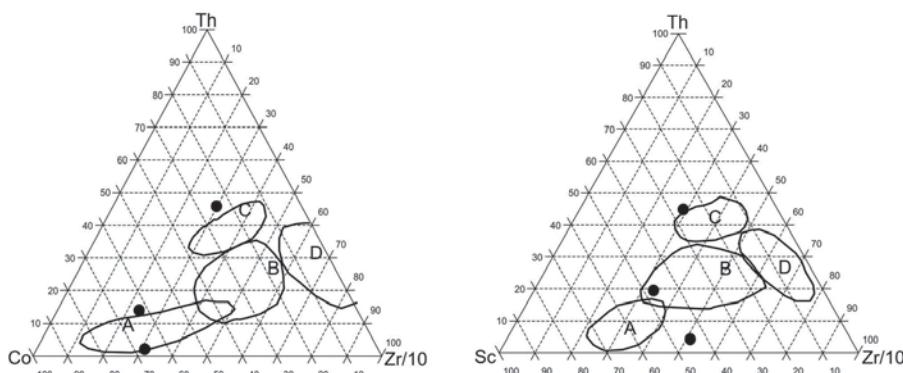


Рис. 5. Положение figurativных точек составов плагиогнейсов харбейского комплекса на идентификационных диаграммах [15] содержаний редких элементов. Буквенные обозначения полей см. на рис. 4



Для интерпретации геодинамических условий седиментации протолитов плагиогнейсов применялись различные диаграммы Р. М. Бхатии [14, 15]. В результате было установлено, что на графиках, в которых учитываются петрохимические компоненты, точки составов пород располагаются в основном в полях или вблизи полей континентальных островных дуг и активной континентальной окраины (рис. 4). Диаграммы, построенные по содержанию редких элементов — Co, Th, Zr, Sc, La, показали связь плагиогнейсов харбейского комплекса с океаническими и континентальными островными дугами, а также с активной континентальной окраиной (рис. 5). Все точки составов плагиогнейсов находятся вне области пассивной континентальной окраины, что опровергает мнение об образовании протолитов этих пород в спокойных платформенных условиях. Учитывая сходство по составу метабазитов харбейского комплекса, вмещающих плагиогнейсы, и вулканитов окраинных или задуговых морей [12], можно предположить, что метатерригенные породы сформировались в этом же тектоническом режиме, что подтверждается результатами наших исследований.

Выводы. Протолитами плагиогнейсов ханмейхской свиты харбейского комплекса служили полимиктовые, граувакковые песчаники и алевролиты. В источниках сноса преобладали породы кислого состава, скорее всего гнейсы или гранитоиды континентального склона, а также основные и средние магматиты острорудничной системы. Геодинамическая обстановка седиментации соответствовала условиям активной конти-

нентальной окраины окраинного или задугового моря.

Работа выполнена при поддержке Программы фундаментальных исследований РАН № 12-И-5-2022.

Литература

1. Душин В. А. Магматизм и геодинамика палеоконтинентального сектора севера Урала. М.: Недра, 1997. 213 с.
2. Душин В. А., Макаров А. Б., Сычева Э. А., Исхаков Р. А. О формационной принадлежности метаморфитов харбейского гнейсо-амфиболитового комплекса // Геология метаморфических комплексов. Межвуз. темат. сб. Свердловск: СГИ, 1983. С. 83–90.
3. Интерпретация геохимических данных: Учеб. пособие / Под ред. Е. В. Склярова. М.: Интермет Инжиниринг, 2001. 288 с.
4. Кейльман Г. А., Бутин В. В., Подсосова Л. Л. и др. К вопросу о геологическом строении осевой зоны Полярного Урала: Тр. СГИ. Свердловск, 1973. Вып. 91. С. 5–10.
5. Кузнецова Н. С. Состав и условия формирования мафитов харбейского комплекса (Полярный Урал) // Литосфера, 2008. № 1. С. 51–65.
6. Маслов А. В. Осадочные породы: методы изучения и интерпретация полученных данных. Учеб. пособие. Екатеринбург: УГГУ, 2005. 289 с.
7. Ножкин А. Д. Маслов А. В., Дмитриева Н. В., Ронкин Ю. Л. Дорифейские метапелиты Енисейского кряжа: химический состав, источники сноса, палеогеодинамика // Геохимия, 2012. № 7. С. 644–682.
8. Предовский А. А. Геохимическая реконструкция первичного состава метаморфизованных вулканогенно-осадочных образований докембрая. Апатиты, 1970. 115 с.
9. Пыстин А. М., Пыстина С. Н., Ленных В. И. Изменения химического и минерального состава габброидов при метаморфизме (западный склон Южного Урала) // Щелочные, основные и ультраосновные комплексы Урала: Тр. Ильменского государственного заповедника. Свердловск, 1976. Вып. XV. С. 41–54.
10. Стратиграфические схемы Урала (докембрий, палеозой). Екатеринбург, 1994.
11. Тейлор С. Р., Мак-Леннан С. М. Континентальная кора: состав и эволюция. М.: Мир, 1988. 312 с.
12. Уляшева Н. С. Метабазиты харбейского комплекса (Полярный Урал) / Отв. ред. А. М. Пыстин. Сыктывкар: Геопринт, 2012. 98 с.
13. Юдович Я. Э., Кеприс М. П. Основы литохимии. СПб.: Наука, 2000. 479 с.
14. Bhatia M.R. Plate tectonics and geochemical composition of sandstones // J. Geol. 1983. V. 91. № 6. P. 611–627.
15. Bhatia M. R., Crook K. A. W. Trace element characteristics of graywackes and tectonic setting discrimination of sedimentary basins // Contrib. Mineral. Petrol. 1986. V. 92. P. 181–193.
16. Cox R., Lowe D. R., Cullers R. L. The influence of sediment recycling and basement composition on evolution of mudrock chemistry in southwestern United States // Geochim. Cosmochim. Acta. 1995. V. 59. P. 2919–2940.
17. Pystin A. M., Pystina J. I. Early Precambrian Evolution of the Northeastern Part of the European Craton: a Look from the Urals. Syktyvkar: Geoprint, 2003. 32 p.
18. William V. Boynton. Geochemistry of Rare Earth Elements Meteorite Studies // Rare Earth Element Geochemistry. Amsterdam, 1984. P. 11–30.

Рецензент
д. г.-м. н. Ю. И. Пыстин



УДК 550.834(470.13)

ВЛИЯНИЕ АТМОСФЕРНОГО ДАВЛЕНИЯ НА МИКРОСЕЙСМИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ ЗЕМНОЙ КОРЫ В ПРЕДЕЛАХ ПЛАТФОРМ

В. А. Лютоев

Институт геологии Коми НЦ УрО РАН, Сыктывкар

valutoev@geo.komisc.ru

Обобщаются результаты изучения влияния атмосферного давления на микросейсмические процессы в земной коре в пределах платформенных территорий северной части Волго-Уральской антеклизы, Вычегодского прогиба и Ижемской впадины. На основе анализа функциональной взаимозависимости трендовых изменений амплитудных и частотных составляющих природных микросейсм отнесительно атмосферного давления и упругих параметров сейсмоструктурных этажей геологических структур выявлена их взаимосвязь с общей сейсмической обстановкой.

Ключевые слова: *атмосферное давление, микросейсмы, геологическая структура, тренд поведения, сейсмо-структурные этажи, параметр упругой емкости, корреляционный анализ, отклик земной коры.*

INFLUENCE OF ATMOSPHERIC PRESSURE ON MICROSEISMIC PROCESSES CRUST WITHIN PLATFORMS

V. A. Lutoev

Institute of Geology, Komi SC UB RAS, Syktyvkar

The results of study of atmospheric pressure influence on the microseismic processes in the Earth's crust within the platform territories of the northern part of Volga-Ural uplift, Vychegeada trough and Izhemsky depression. The analysis of the functional interdependencies trend changes in the amplitude and frequency components of natural MS relative to the atmospheric pressure and the elastic parameters of seismic-structural floors of geological structures reveals their relation with general seismic situation.

Keywords: *atmospheric pressure, microseisms, geological structure, the trend of behavior, seismic-structural floors, setting the elastic capacity, correlation analysis, the response of the Earth's crust.*

В последние годы все большее внимание исследователи уделяют физическим процессам, возникающим в недрах земной коры под влиянием атмосферы как составной части геосфер Земли [3]. В наших исследованиях были затронуты вопросы, связанные с изучением диссипативных особенностей ряда геологических структур — Волго-Уральской антеклизы (северной части), Вычегодского прогиба и Ижемской впадины — в области малых деформаций как сложной функции изменения амплитудно-частотных составляющих микросейсм от величины атмосферного давления и времени. В результате были определены эффективные составляющие, характеризующие диссипативное состояние геологической среды: время релаксации (t_R), параметр скорости рассеивания упругой энергии (v), параметр потенциала геологической структуры по формированию очага землетрясения (P). Ранее нами было

высказано предположение о том, что амплитуда и частота волн должны меняться относительно атмосферного давления в обратной зависимости [5, 6, 8]. Это следует из физических законов сохранения равновесного состояния, согласно которому в замкнутой системе энергия упругой волны остается неизменной (при отсутствии акустического сопротивления среды), а изменение амплитуды волны влечет за собой изменение частоты, и наоборот [1]. Что касается диссипативной системы, то она на малых отрезках времени максимизирует производство энтропии при фиксированных силах в рассматриваемый момент и в результате оказываются справедливы линейные соотношения; в большом масштабе времени система варьирует свободными термодинамическими силами для уменьшения производства энтропии [9, 10]. Эти работы послужили нам основой при разработке методики проведения экспериментов на

вышеуказанных геологических структурах. В результате исследований было замечено, что при воздействии атмосферного давления составляющие наблюденного микросейсмического поля — амплитуда и частота — находятся в обратной зависимости по отношению друг к другу, при этом каждая геологическая структура имеет собственный временной сдвиг от начала этого процесса. На структуре с относительно плавным изменением упругих параметров (динамического модуля упругости, коэффициента Пуассона, пределов прочности сжатия и сдвига и др.), например в Ижемской впадине, эта зависимость в условиях временного сдвига отслеживалась по сейсмоструктурным этажам более четко (рис. 1).

Характер изменения амплитуды и частоты волн в зависимости от степени неоднородности среды был установлен в эксперименте, поставленном с целью выяснения тренда пове-

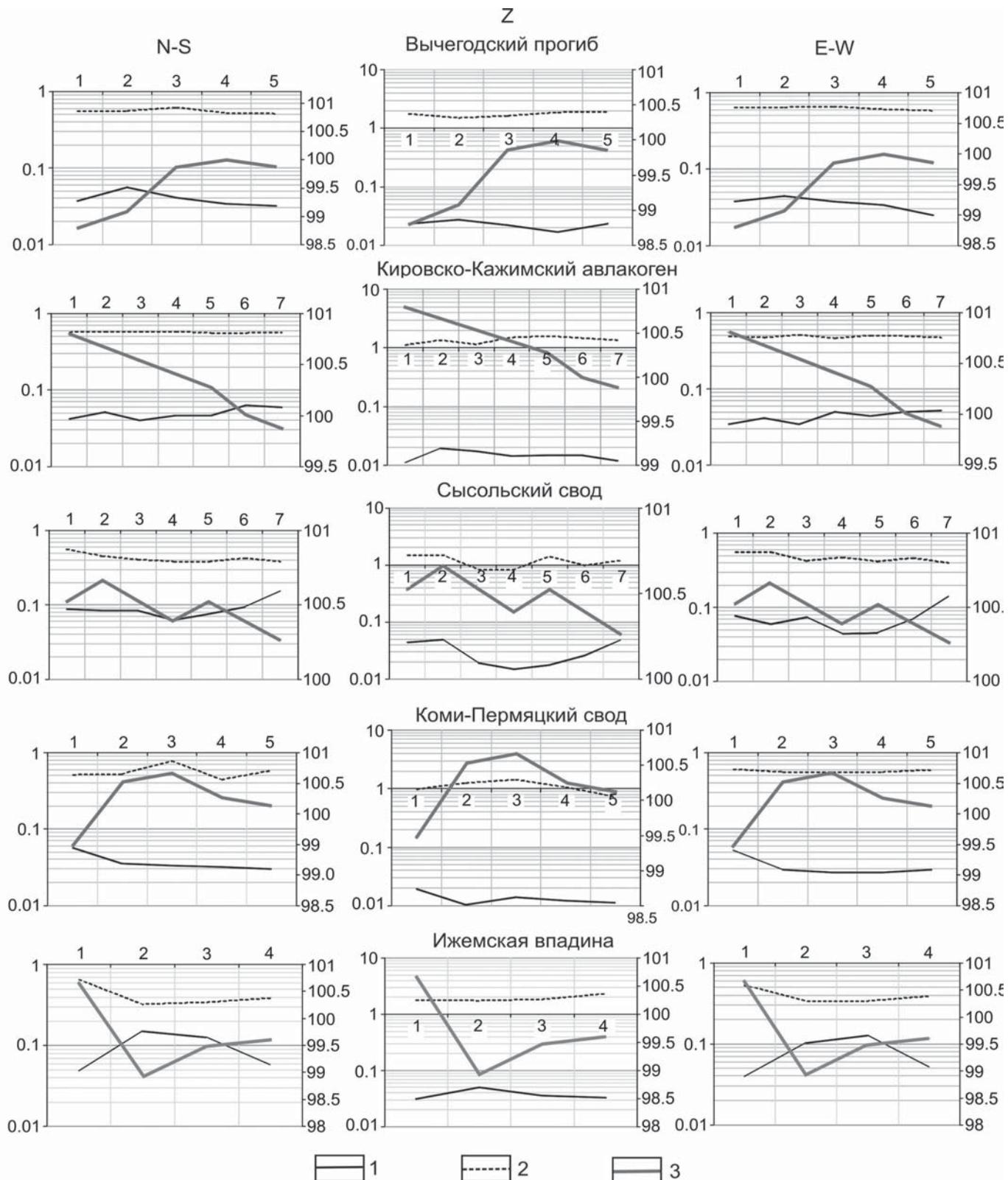


Рис. 1. Функциональная зависимость средних значений амплитуд и частот микросейсм по компонентам N–S, Z, E–W на участках временных рядов в условиях постоянного атмосферного давления: 1 — амплитуда, мкм; 2 — частота, Гц; 3 — давление, кПа

дения амплитудно-частотных составляющих в разнородных средах (песке и суглинке) от микросейсмических колебаний как функции от расстояния. Песок использовался как неоднородная среда, поскольку в нем отсутствует объемная связь между относительно крупными зернами и он

имеет «низкие упругие параметры», а суглинок — в качестве однородной среды с «высокими упругими параметрами», что обусловлено присутствием в породе воды, связывающей мелкие минеральные частицы. Результаты эксперимента показали, что декремент затухания в песке сущес-

твенно выше, чем в суглинке; частотная составляющая в первом случае меняется по полиномиальной функции третьей степени, во втором — является простой зависимостью первой степени (рис. 2).

Общую модель динамики взаимодействия микросейсм с атмосферным

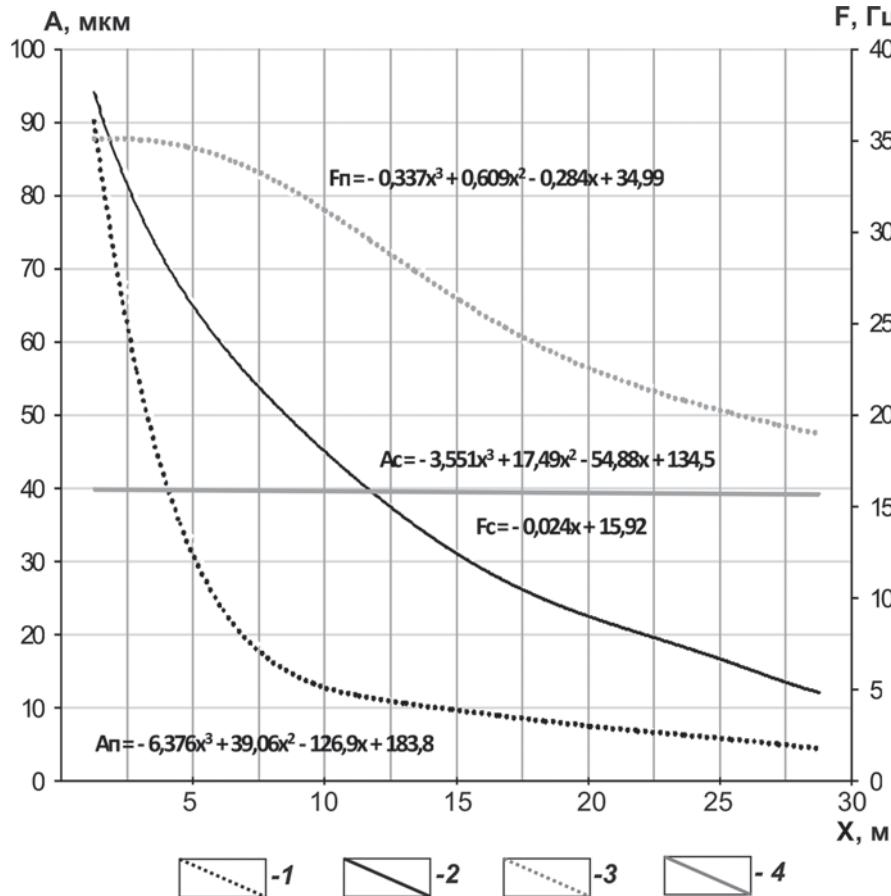


Рис. 2. Зависимость изменения амплитуд и частот микросейсм в разнородных средах как функция убывания компонент сигнала с увеличением расстояния: 1 — изменение амплитуды в песке, 2 — в суглинке; 3 — изменение частоты в песке, 4 — в суглинке

давлением можно представить в виде такой схемы: {геологическая среда + изменение атмосферного давления → изменение упругих параметров среды → изменение амплитудно-частотных параметров микросейсм в условиях временного сдвига относительно начала возрастания или падения атмосферного давления} + {сейсмогеологическая информация ↔ сопоставление упругих параметров среды по сейсмоструктурным этажам (ССЭ) и известным землетрясениям} = {долгосрочный прогноз возможной сейсмичности}.

Согласно нашей модели на заключительной стадии исследований необходима информация об упругих параметрах геологических структур. Для этого мы использовали данные продольных и поперечных скоростей по ССЭ из работы Н. К. Булина и А. В. Егоркина [2]. Сами вычисления проводили по формулам А. И. Савича и З. Г. Ященко [11]. Далее с помощью математической операции — пересечение множеств — полученные нами прочностные параметры в пределах одного ССЭ изучаемой геологической структуры вычислялись как единственная эффективная индиви-

дуальная его характеристика — параметр упругой энергетической емкости (Ω -омега). Чем больше этот параметр, тем меньше степень рассеивания упругой энергии, а значит, выше степень сохранения первоначальных амплитудно-частотных характеристик, и наоборот [7]. Изменение энергетической емкости геологических структур показано на рис. 3.

Эти структуры для исследований были выбраны неслучайно, поскольку большая часть землетрясений, произошедших в пределах Республики Коми, была сосредоточена в зоне сочленения Волго-Уральской антеклизы с Вычегодским прогибом, Мезенской синеклизой, Уральским кряжем и структур внутри ее: Сысольского и Коми-Пермяцкого сводов, Кировско-Кажимского авлакогена. На Печорской плите происходит намного меньше сейсмических событий, и они чаще оцениваются как природно-техногенные [4]. На наш взгляд, результаты, приведенные выше, достаточно убедительно указывают на корреляционные связи между динамическими про-

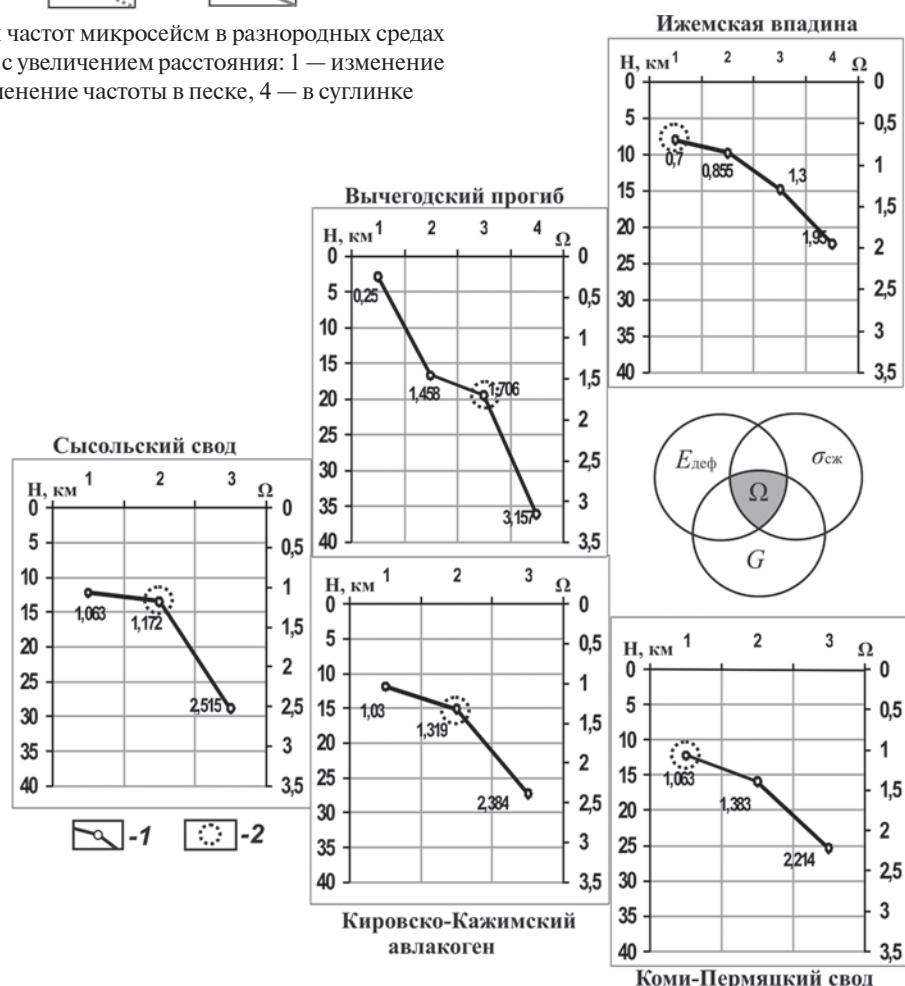
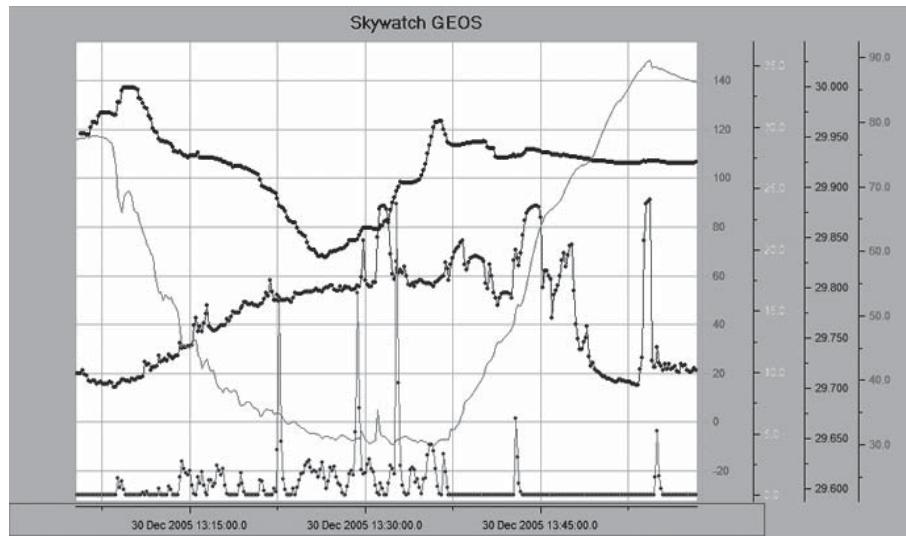


Рис. 3. График изменения параметров упругой емкости в ССЭ геологических структур первого порядка относительно глубины их залегания: 1 — кривая изменения Ω по разрезу, 2 — зона инициации землетрясения



цессами атмосферного давления и микросейсмами, осложненными диссипативными процессами, а также упругими параметрами геологической среды. Исследование этих связей является, по нашему мнению, весьма перспективным для определения диссипативных особенностей геологических структур в области некатастрофических сейсмических воздействий. Эти исследования наилучшим образом подходят для платформенных территорий, где происходят относительно небольшие одномерные или слабореверсивные тектонические движения. Наблюдаемые различия в замерах величин амплитуд и частот как функции, зависящей от динамики изменения атмосферного давления, необходимо рассматривать как строгие закономерности, проявляющиеся в рамках определенных физических законов, а именно как некоторый отклик земной коры на приливные силы от различных структурно-вещественных (осадочные, метаморфические, интрузивные

породы) и структурно-тектонических (целостность и флюидонасыщенность г. п.) образований, обладающих индивидуальными упругодиссипативными параметрами, приобретенными в результате их исторического развития.

Работы выполнены при поддержке проекта № 12-И-2067 Программы фундаментальных исследований РАН.

Литература

1. Аleshkevich В. А., Деденко Л. Г., Караваев В. А. Колебания и волны. М.: МГУ, 2001. 144 с.
2. Булин Н. К., Егоркин А. В. Региональный прогноз нефтегазоносности недр по глубинным сейсмическим критериям. М.: Центр ГЕОН, 2000. 194 с.
3. Геофизика межгеосферных взаимодействий / Под ред. Акад. В. В. Адушкина. М.: ГЕОС, 2008. 372 с.
4. Лютоев В. А. Сейсмогенные зоны Республики Коми и микросейсморайонирование города Сыктывкара. Сыктывкар: Геопринт, 2001. 32 с.
5. Лютоев В. А. Новые подходы к изучению потенциала сейсмичности юга Республики Коми // Вопросы теории и практики геологической интерпретации гравитационных, магнитных и электрических полей: Материалы 37-й сессии Междунар. семин. им. Д. Г. Успенского. М., 2010. С. 237–241.
6. Лютоев В. А. Использование диссипативных особенностей платформ в сейсмическом районировании // Вестник Ин-та геологии Коми НЦ УрО РАН. Сыктывкар, 2011. № 9. С. 14–17.
7. Лютоев В. А., Пономарева Т. А. Роль волноводов геологических структур при исследовании сейсмичности платформенных территорий России // Вестник Ин-та геологии Коми НЦ УрО РАН. Сыктывкар, 2012. № 2. С. 2.
8. Лютоев В. А. Влияние атмосферного давления на амплитудно-частотную составляющую собственных микросейсмических колебаний геологических структур и их сейсмогеологическая трактовка // Вопросы теории и практики геологической интерпретации гравитационных, магнитных и электрических полей: Материалы 40-й сессии междунар. семин. им. Д. Г. Успенского. М., 2013. С. 205–210.
9. Мартьюшев Л. М., Селезнев В. Д. Принцип максимальности производства энтропии в физике и смежных областях. Екатеринбург: ГОУ ВПО УГТУ-УПИ, 2006. 83 с.
10. Пригожин И., Конденди Д. Современная термодинамика: От тепловых двигателей до диссипативных структур. М.: Мир, 2002. 461 с.
11. Савич А. И., Ященко З. Г. Исследования упругих и деформационных свойств горных пород сейсмоакустическими методами. М.: Недра, 1979. 214 с.

Рецензент
д. г.-м. н. В. И. Ракин



УДК 549. 67 корп

ТИТАНОВЫЕ МИНЕРАЛЫ СОВРЕМЕННОЙ ПРИБРЕЖНО-МОРСКОЙ РОССЫПИ О. СТРАДБРОУК (ВОСТ. АВСТРАЛИЯ) И ПИЖЕМСКОЙ ПАЛЕОРОССЫПИ СРЕДНЕГО ТИМАНА (РОССИЯ)



И. И. Голубева¹, О. Б. Котова¹, С. А. Рубцова²

¹Институт геологии Коми НЦ УрО РАН

²Институт химии Коми НЦ УрО РАН, Сыктывкар

kotova@geo.komisc.ru

Комплексом минералого-аналитических методов проведено сравнительное изучение особенностей минерально-го состава, морфоструктурных характеристик и степени измененности титановых минералов современной прибрежно-морской россыпи о. Страброук (Вост. Австралия) и Пижемской палеороссыпи Среднего Тимана (Россия). Представ-лены физические свойства основных минералов указанных месторождений.

Ключевые слова: *титановые минералы, россыпные месторождения*.

TITANIUM MINERALS OF MODERN COASTAL-MARINE PLACER IN STRADBROKE ISLAND (EAST AUSTRALIA) AND PIZHEMSKAYA PALEOPLACER IN MIDDLE TIMAN (RUSSIA)

I. I. Golubeva¹, O. B. Kotova¹, S. A. Rubtsova²

¹Institute of Geology of Komi SC of UD of RAS

²Institute of Chemistry of Komi SC of UD of RAS, Syktyvkar

Comparative study of composition features, morphological characteristics and alteration degree of titanium minerals in the modern coastal-marine placer in Stradbroke Island (East Australia) and Pizhemskaya paleoplacer in Middle Timan (Russia) has been carried out by the complex of mineralogical and analytical methods. Physical properties of the basic minerals of the specified fields are presented.

Keywords: *titanium minerals, coastal-marine placer*.

Введение. Остров Страброук (Вост. Австралия, штат Квинсленд) — один из самых больших в мире островов песка (285 км^2) с богатыми расти-тельностью дюнами, огромными за-пасами рудного и чистого кварцевого песка, добыча которого ведется око-ло Национального парка. Песчаные дюны сформировались в четвертич-ный период.

Рудные и кварцевые пески в на-стоящее время добываются поверхно-стным способом. Энтерпрайз — самый большой рудник, в 2011 г. его выработ-

ка составила 60 % от всей добычи на острове. Полезные минералы исполь-зуются главным образом в стекольном производстве, а также в цифровых ус-тойствах, в частности iPad, а также для производства красок, пластмасс, металлов, косметики и в биотехноло-гиях.

Добыча песка на острове Страброук началась в 1949 году австралий-ской компанией ACI (Australian Consolidated Industries). В 2009 австралийская горнорудная компания по-лезных ископаемых Unimin Australia

Limited приобрела контрольный пакет акций и изменила свое название на Australia Sibelco (2011) [1].

Изменчивость титановой руды и ее дальнейшее поведение при перера-ботке и обогащении напрямую связа-ны с ее составом и генезисом. Нами были изучены титановые минералы и этапы их преобразования в экзоген-ных условиях современных прибреж-но-морских россыпей Австралии. Не-обходимость в этом возникла в связи с исследованием подобной, но погре-бенной Пижемской палеороссыпи на



Среднем Тимане (Россия), в которой по прошествии времени некоторые процессы затушеваны.

Результаты и их обсуждение. В табл. 1 представлены физические свойства и химические формулы основных минералов песков прибрежно-морской россыпи Австралии. Так, ильменит обладает высокой магнитной проницаемостью и электрической проводимостью по сравнению с цирконом, а рутил — низкой магнитной проницаемостью и высокой электрической проводимостью. Минералы рудных песков месторождения имеют высокую плотность и, как правило, образуют концентрат во время шторма, отделяясь от более легких минералов, в частности кварца, формируя оффшорные их скопления в сильном прибрежном течении.

Оптико-минералогическим анализом (аналитик И. В. Голиусова, ВИМС, Москва), установлен следующий состав песков о. Стадброук, мас. %:

Циркон	0.532	Ставролит	0.006
Рутил	0.473	Гранаты	0.007
Анатаз	0.007	Кварц	97.439
Ильменит	0.956	Эцидот	0.065
Лейкоксен	0.180	Корунд	0.002
Турмалин	0.307	Амфибол	0.006
Монацит	0.018	Пироксен	0.002

Основным компонентом песков является кварц (более 97 %). Менее 3 % приходится на такие минералы, как ильменит, циркон, рутил, турмалин, лейкоксен, на остальные — не более 0.1 %. В электромагнитной фракции преобладают ильменит (39 %)

Таблица 1
Физико-химические свойства минералов рудных песков (о. Стадброук)

Минерал	Промышленно ценный	Магнитная проницаемость, отн. ед.	Проводимость, отн. ед.	Плотность, г/см ³	Химическая формула
Циркон	да	низкая	низкая	4.7	ZrSiO ₄
Ильменит	да	высокая	высокая	4.5–5.0	Fe.TiO ₃
Рутил	да	низкая	— « —	4.2–4.3	TiO ₂
Лейкоксен	да	средняя	— « —	3.5–4.1	Fe.TiO ₃ .TiO ₂
Монацит	нет	— « —	низкая	4.9–5.3	(Ce,La,Th,Nd,Y)PO ₄
Гранат	нет	— « —	— « —	3.4–4.2	(Fe,Mn,Ca) ₃ .Al ₂ (SiO ₄) ₃
Кварц	нет	низкая	— « —	2.7	SiO ₂

и амфибол (28 %). Остальной объем включает пироксен, гранат, эпидот, хромшпинелиды и ставролит. В неэлектромагнитной фракции титановые минералы представлены рутилом (50 %) и лейкоксеном (20 %), присутствуют турмалин (14 %) и циркон (7 %). В знакомом количестве встречаются монацит, анатаз, титанит, ксенотит и силлиманит (аналитик З. П. Двойникова, ИГ Коми НЦ УрО РАН). Ильменит представлен округлыми пластинчатыми зернами размером около 0.3–0.4 мм с характерными признаками вторичных изменений. В ходе гипергенного воздействия постепенно менялись химический состав и физические свойства минерала в два четко выраженных этапа: на первом этапе происходили окисление и вынос железа с одновременным обогащением титаном, на втором — кристаллизация рутила [2, 3, 4].

Процесс постепенного преобразования ильменита в рутил прекрасно иллюстрируется на примере Австралийской титановой россыпи (рис. 1).

Преобразование ильменита в одном случае проходит вдоль трещин отдельности (рис. 1, а), в другом начинается с краевых участков зерна (рис. 1, б). На снимке ильменита в электронном излучении (рис. 1, в) хорошо просматривается кайма с повышенным содержанием титана (аналитик В. Н. Филиппов, ИГ Коми НЦ УрО РАН). Количество TiO₂ в данном случае увеличивается от 48.86 % в центральной части зерна до 53.37 % в краевой (табл. 2) за счет выноса трехвалентного железа. Ильменит замещается вторичными титановыми минералами и превращается в агрегат, главным минералом которого является псевдорутил (рис. 1, г, д) [5].

Развитие рутила по псевдорутилу до полного его замещения также идет постепенно. На рис. 1, е в рутиловом агрегате еще отмечаются отдельные небольшие реликтовые участки псевдорутила, а на рис. 1, д представлена полная псевдоморфоза рутила с хорошо выраженной сагенитовой решеткой (рис. 1, ж, з). Замещение

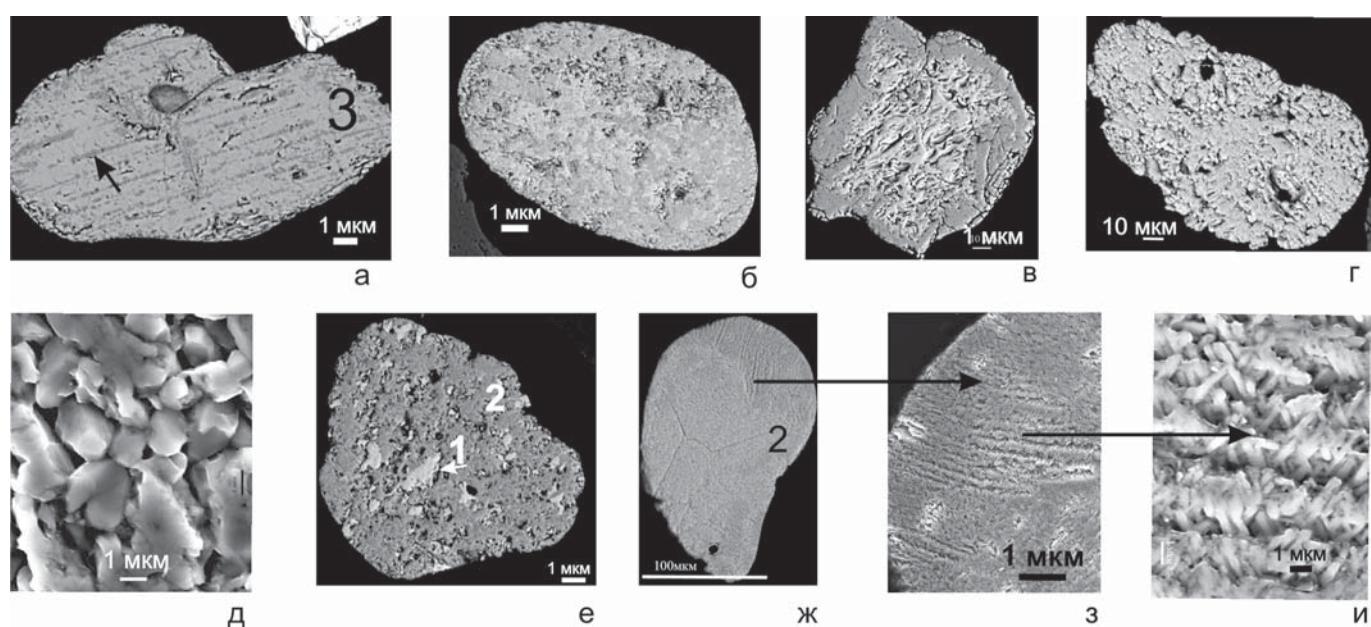


Рис. 1. Замещение ильменита титановыми минералами в прибрежно-морских россыпях Восточной Австралии.

Обозначения: 1 — псевдорутил, 2 — рутил, 3 — ильменит.

а — замещение ильменита псевдорутилом (показан стрелкой) (обр. 7а); б — пятнистое распределение зон, обогащенных титаном (обр. 2а); в — периферийные зоны ильменита (серая кайма), обогащенные титаном (обр. 6а); г, д — зернистый агрегат псевдорутила (обр. 4а); е — реликтовые участки псевдорутила в рутиловом агрегате (обр. 4а); ж, з, и — сагенитовый рутил (обр. 5а)



ильменита рутилом через переходную фазу псевдорутила сопровождается выносом Mn и V. Их концентрация относительно объема пластинки минерала резко варьирует. Эта особенность объясняется индивидуальным химическим составом каждого зерна псевдорутила, образующего агрегат (табл. 2).

Например, в обр. 4а в зернах псевдорутила содержание TiO_2 колебается от 60.1 до 66.46 %, отмечается

резкое сокращение количества оксидов марганца (до 0.41 %) и ванадия (до 0.86 %). При этом надо отметить, что австралийский ильменит и его разности в целом характеризуются весьма высоким содержанием MnO – от 5.24 до 11.08 % (табл. 2). Неравномерное распределение оксидов железа, титана и марганца в зернах измененного ильменита хорошо демонстрируется на снимках, произведенных в режиме характеристического рентгено-

вского излучения (рис. 2). В участках замещения ильменита псевдорутилом концентрации указанных элементов резко варьируются из-за разных количественных соотношений основных компонентов в каждом его зерне, тогда как в области развития рутила эти соотношения почти одинаковые.

Гораздо сложнее ситуация с титановыми минералами Пижемской россыпи на Среднем Тимане. Дело в том, что лейкоксен, поступивший в девонскую прибрежно-морскую россыпь, не подвергался процессам гипергенеза (рис. 3, а, б). Источником титановых минералов в пижемской россыпи являются широко распространенные ильмениты содержащие метапелиты, образовавшиеся в разных условиях метаморфизма [6]. Однако генезис лейкоксена в метаморфических породах трактуется неодинаково. Одни специалисты предполагают, что он развивался по ильмениту в условиях диафтореза как вторичный агрегат титановых минералов [7], а другие считают, что образование лейкоксена происходило еще на стадии диг- и катагенеза и заканчивалось на низкотемпературных стадиях регионального метаморфизма до появления биотита [8]. При этом никто не оспаривает метаморфогенную природу лейкоксена.

Пижемская палеороссыпь, расположенная в среднем течении р. Печорской Пижмы на Среднем Тимане, приурочена к нижней толще малоручейской свиты (D_2 mrc) и залегает с угловым и стратиграфическим несогласием на метаморфических сланцах верхнего протерозоя [9]. Рудомешающие породы представлены ритмично переслаивающимися олигомиктовыми песчаниками, гравелитами, алевролитами и глинами. Основной объем тяжелой фракции составляет лейкоксен, который является агрегатом. Также отмечаются псевдорутил, ильменит и рутил, которые могут входить в его состав. Встречаются циркон, анатаз, куларит, монацит [9]. В песчаниках наше внимание привлек-

Таблица 2
Химический состав и кристаллохимические формулы титановых минералов

Номер образца		Компонент, мас. %				Кристаллохимическая формула
	точки	TiO_2	MnO	FeO^*	V_2O_5	
Титановые минералы современной россыпи о. Страндробрук						
1а	1	52.30	5.24	38.43	0.69	$Fe_{2.0} Mn_{0.3} Ti_{2.7} O_9$
	2	52.66	5.28	35.66	0.0	$Fe_{1.9} Mn_{0.32} Ti_{2.8} O_9$
	3 (рутин)	87.09	0.0	2.18	1.37	$Fe_{0.03} Ti_{0.9} O_2$
2а	1	59.35	3.55	37.00	0.72	$Fe_{1.8} Mn_{0.2} Ti_{2.9} O_9$
	2	49.06	11.08	41.77	0.89	$Fe_{2.1} Mn_{0.63} Ti_{2.5} O_9$
	3 (рутин)	72.55	0.5	22.46	1.25	$Fe_{0.24} Ti_{0.8} O_2$
	4 (рутин)	76.42	0.9	19.65	1.04	$Fe_{0.2} Ti_{0.8} O_2$
3а	1	54.78	0.51	30.85	0.76	$Fe_{1.7} Mn_{0.03} Ti_{3.1} O_9$
4а	1	61.18	2.19	32.68	1.08	$Fe_{1.6} Mn_{0.1} Ti_{3.07} O_9$
	2	66.46	0.41	27.01	0.86	$Fe_{1.4} Mn_{0.02} Ti_{3.4} O_9$
	3	60.21	2.59	36.57	0.0	$Fe_{1.85} Mn_{0.1} Ti_{3.06} O_9$
5а	1 (рутин)	87.85	0.0	0.83	1.08	$Fe_{0.01} Ti_{0.9} O_2$
6а	центр	48.86	0.58	51.02	0.77	$Fe_{0.85} Mn_{0.01} Ti_{0.8} O_3$
	кайма	53.37	0.72	51.39	0.0	$Fe_{0.7} Mn_{0.01} Ti_{0.9} O_3$
	кайма	53.26	0.69	42.14	0.93	$Fe_{0.7} Mn_{0.01} Ti_{0.9} O_3$
Титановые минералы Пижемской палеороссыпи						
1п	1 (рутин)	55.41	0.7	17.33	0.0	$Fe_{0.23} Ti_{0.73} O_2$
	2	55.25	0.51	37.55	0.0	$Fe_{2.0} Mn_{0.03} Ti_{2.96} O_9$
	3	55.06	1.11	34.07	0.0	$Fe_{1.9} Mn_{0.07} Ti_{3.05} O_9$
	4	50.83	4.5	28.95	0.0	$Fe_{1.64} Mn_{0.3} Ti_{2.9} O_9$
	5	56.70	0.57	37.85	1.05	$Fe_{1.64} Mn_{0.3} Ti_{2.9} O_9$
2п	1	55.13	1.59	34.07	0.0	$Fe_{1.89} Mn_{0.1} Ti_{3.06} O_9$
	2	53.04	5.22	30.14	1.01	$Fe_{1.69} Mn_{0.3} Ti_{2.97} O_9$
	3 (рутин)	92.66	0.0	1.1	1.1	$Fe_{0.01} Ti_{0.97} O_2$
3п	1	51.99	4.08	30.45	0.0	$Fe_{1.76} Mn_{0.26} Ti_{3.2} O_9$
4п	1	53.70	2.11	33.31	0.0	$Fe_{1.86} Mn_{0.1} Ti_{3.0} O_9$
5п	1	54.93	3.45	36.39	0.0	$Fe_{1.93} Mn_{0.2} Ti_{2.9} O_9$
	2	56.45	2.82	37.50	0.0	$Fe_{1.95} Mn_{0.16} Ti_{2.9} O_9$
6п	1	55.02	1.57	34.92	0.0	$Fe_{1.93} Mn_{0.09} Ti_{3.04} O_9$
7п	1	53.80	5.57	33.79	0.0	$Fe_{1.8} Mn_{0.34} Ti_{2.9} O_9$
	2	53.88	4.5	32.66	0.65	$Fe_{1.8} Mn_{0.28} Ti_{3.0} O_9$
	3	54.08	4.47	33.58	0.72	$Fe_{1.82} Mn_{0.27} Ti_{2.9} O_9$
	5	54.61	1.85	34.09	0.0	$Fe_{1.86} Mn_{0.1} Ti_{2.98} O_9$
	6	55.23	2.01	34.62	0.0	$Fe_{1.86} Mn_{0.1} Ti_{2.98} O_9$
8п	1 (рутин)	92.17	0.0	0.0	0.0	$Fe_{0.02} Ti_{0.9} O_2$

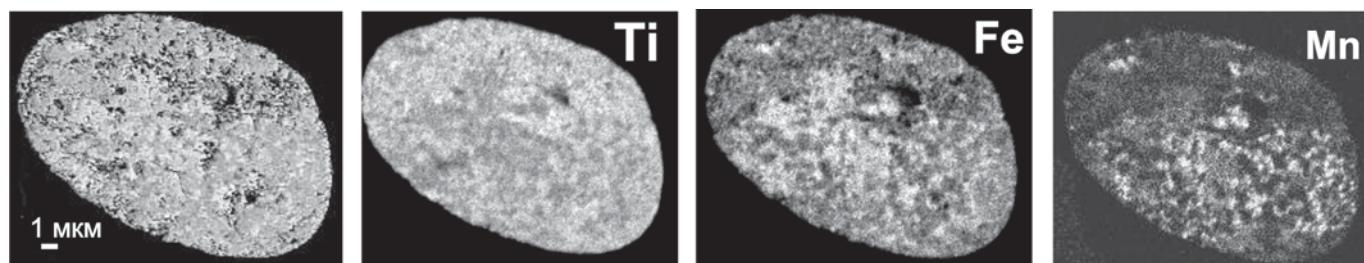


Рис. 2. Концентрация элементов (Ti, Fe, Mn) в зернах титановых минералов из россыпи Вост. Австралии (обр. 2, а); снимки сделаны в режиме характеристического рентгеновского излучения

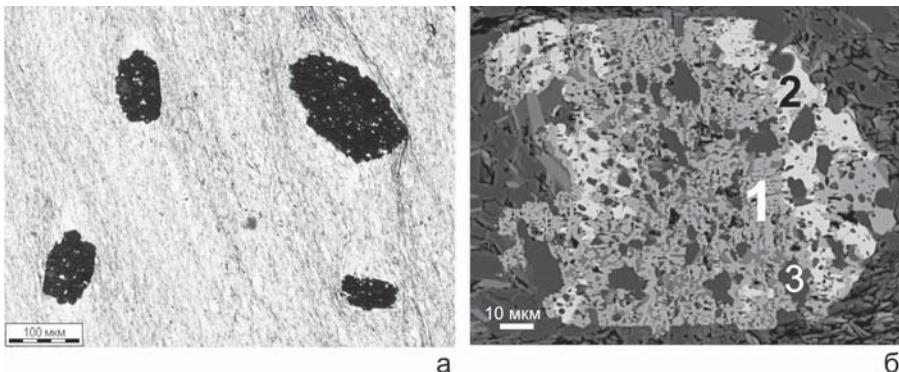


Рис. 3. Пойкилоблэты титановых минералов в рифейских сланцах.
а — пластинки лейкоксена с пойкилитовыми включениями кварца в сланце покъюской свиты, шлиф снят без анализатора; б — замещение рутилового агрегата ильменитом (1 — рутил, 2 — ильменит, 3 — кварц)

ли выделения титанового минерала (черного цвета), имеющие форму, близкую к пластинчатой. Микрозондовое исследование показало, что они, по существу, являются рыхлым титановым агрегатом с многочисленными пойкилитовыми включениями кварца (рис. 4, а). По химическому составу он отвечает псевдорутилу, развивающемуся по ильмениту в Пижемской россыпи. Псевдорутил ранее был выявлен рентгено-дифрактометрическим методом [10]. Но нашими рентгеновскими исследованиями подтвердить наличие этого минерала не удалось (аналитик Б. А. Макеев). В редких случаях встречается ильменит в кварцевой «рубашке» без каких-либо вторичных изменений (рис. 4, г). Титановые минералы характеризуются повышенным содержанием марганца (до 5.22 %). Высокое содержание оксидов марганца в тиманских титановых минералах является их особенно-

стью, что отмечалось другими и нашими исследованиями по отношению к таким же минералам из метаморфических сланцев, являющихся коренными источниками для палеороссыпи Пижемского месторождения [11]. Повышенное количество марганца характерно и для современных австралийских титановых россыпей, что может указывать на одинаковый генетический тип коренного источника для сравниваемых россыпей, а именно метаморфогенный. По количеству ванадия Пижемская россыпь значительно (в несколько раз) уступает Австралийской (табл. 2). По результатам микрозондового анализа в пижемском псевдорутиле количество оксидов железа достигает 17.3, марганца 0.7 и ванадия 1.1 %. В зернах минерала отмечается неравномерное распределение оксидов железа, титана и марганца. При исследовании зерен псевдорутила микрорентгеноспектральным

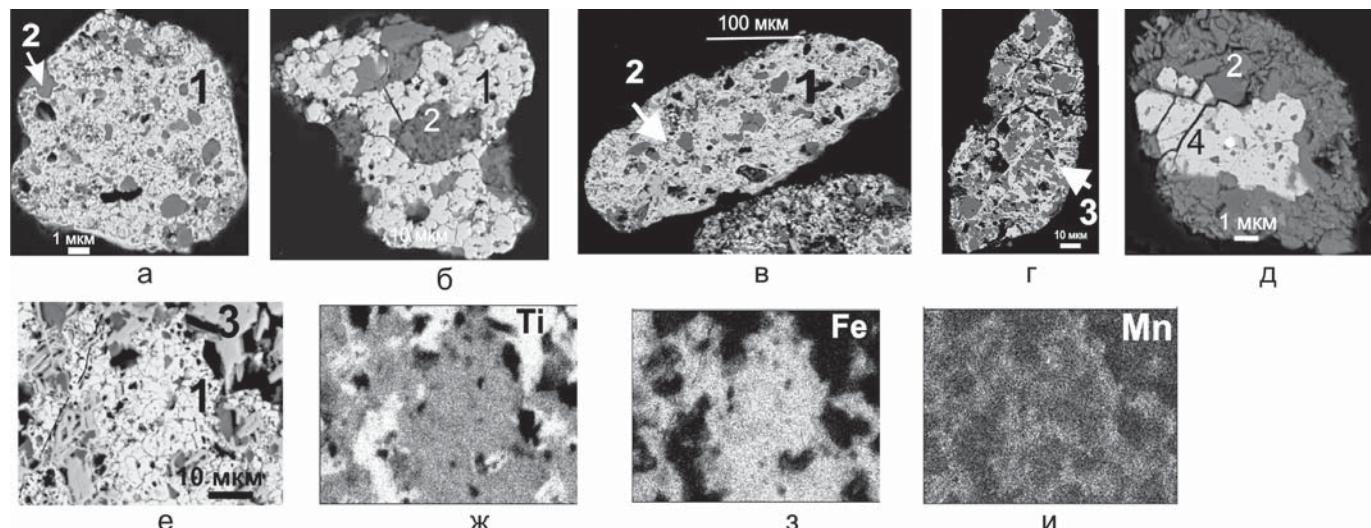


Рис. 4. Титановые минералы — псевдорутил (1), кварц (2), рутил (3), ильменит (4) — Пижемской палеороссыпи: а — в — псевдорутил с пойкилитовыми включениями кварца (обр. 3 п, 4 п, 6 п); г — сагениновая решетка рутила с включениями кварца, обр. 8 п; д — ильменит в кварцевой «рубашке», в центре зерна включение циркона ярко-белого цвета (обр. 9 п); е — псевдорутил и сагениновая решетка рутила (обр. 1 п); ж — и — картины концентрации титана, железа и марганца в титановых минералах (обр. 1 п), снятые в режиме характеристического рентгеноовского излучения

(зондовым) методом в режиме характеристического рентгеноовского излучения проявились значительные колебания количества марганца и железа на фоне относительно равномерного распределения титана: в краевых участках псевдорутилового агрегата содержание марганца возрастает, тогда как содержание железа падает.

Заключение. Комплексом минералого-аналитических методов было проведено сравнительное изучение минерального состава, морфоструктурных характеристик и степени измененности минералов современной прибрежно-морской россыпи о. Страйбруук (Вост. Австралия) и Пижемской палеороссыпи Среднего Тимана (Россия).

Установлено, что в рудных песках о. Страйбруук преобладает ильменит, а в Пижемском титановом месторождении — лейкоксен. Палеороссыпи Пижмы представляют более труднообогатимые руды вследствие преобладания в них сложных титановых (и не только) образований, наряду с главными рудными компонентами присутствуют другие металлы, форма нахождения которых может быть различная (изоморфная примесь, самостоятельные минеральные фазы).

Для указанных россыпей характерен комплексный характер полезных минералов. Кроме основных рудных концентратов можно получить попутную нерудную продукцию, что повышает эффективность освоения россыпей.

Особенности минерального состава песков определяют выбор методов первичной переработки и после-



дующих способов разделения минералов. Технологические свойства рудообразующих минералов, в первую очередь плотностные и магнитные, указывают на близость рассматриваемых россыпей и требуют проведения дальнейших исследований для разработки методов направленного изменения физико-химических параметров для повышения их контрастности. Полученные нами результаты исследования физических свойств, особенностей минерального состава, морфоструктурных характеристик и степени измененности титановых минералов из россыпей, указывают на перспективность использования физических методов обогащения (флотации, гравитационной и магнитной сепарации) и на возможность применения комбинированных методов.

Работа выполнена при финансовой поддержке проекта программы РАН № 12-М-35-2055.

Литература

- Асхабов А. М., Козырева И. В., Котова О. Б. Песчаные замки на востоке Брисбена // Вестник Института геологии Коми НЦ УрО РАН. Сыктывкар: Геопринт, 2012. № 11. С. 39–40.

- Дядченко М. Г., Хатунцева А. Я. Стадийность процесса изменения ильменита в гипергенных условиях // Вопросы минералогии осадочных образований. Львов: Изд-во Львовского гос. ун-та, 1961. С. 18–206.

- Жердева А. Н., Абулевич В. К. Минералогия титановых россыпей. М: Недра, 1964. 237 с.

- Методические рекомендации по оценке измененности ильменита при изучении титановых руд и продуктов их переработки / Сост. И. Ф. Кашкаров, Ю. А. Полканов. Симферополь, 1976. 97 с.

- Бонштедт-Куплетская Э. М. Новые минералы // Зап. ВМО, ч. XCVII, вып. 1. 1968. С. 64–80.

- Калюжный В. А. Геология новых россыпейобразующих метаморфических формаций. М.: Наука, 1982. 261 с.

- Швецова И. В. Минералогия лейкоксена Яргского месторождения Л: Наука, 1975. 125 с.

- Кочетков О. С. Акцессорные минералы в древних толщах Тимана и Канина. Л.: Наука, 1967. 119 с.

- Тиманский кряж. Т. 2. Литология и стратиграфия, геофизическая характеристика земной коры, тектоника, минерально-сырьевые ресурсы: Монография / Под ред. Л. П. Шилова, А. М. Плякина, В. И. Алексеева. Ухта: УГГУ, 2010. 437 с.

- Инатьев В. Д., Буриев И. Н. Лейкоксен Тимана. СПб.: Наука, 1997. 213 с.

- Голубева И. И., Махлаев Л. В. Элементы-примеси в метаморфогенном ильмените // Минералогия Урала – 2011: Материалы VI Всерос. совещ. Миасс–Екатеринбург: УрО РАН, 2011. С. 27–32.

Рецензент

д. г.-м. н. Е. Г. Ожогина



ЦЕОЛИТЫ: ОТ НАНОМАТЕРИАЛОВ К НАНОТЕХНОЛОГИЯМ

17-я Международная цеолитная конференция

«Цеолиты и структурированные пористые материалы: от наноматериалов к нанотехнологиям на их основе» — под таким девизом проходила 17-я Международная цеолитная конференция (17th IZC). Такая тематика была определена организаторами «в связи с быстрым накоплением информации о синтезе новых пористых наноматериалов, с одной стороны, и непрерывно растущим спросом на катализаторы, сорбенты, мембранны, сенсоры и т. д., в том числе для новых экологически чистых технологий, с другой стороны». Конференция, организованная Международной цеолитной ассоциацией совместно с Российской национальным цеолитным объединением и Московским государственным университетом им. М. В. Ломоносова, проходила в Москве с 7 по 12 июля. На ней рассматривались фундаментальные и прикладные аспекты, связанные с упорядоченными пористыми материалами — цеолитами и цеолитоподобными материалами, а также с мезоструктурированными и пористыми гибридными материалами.

В конференции приняли участие более 700 человек из 42 стран мира, из

них 437 чел. — научные сотрудники институтов и университетов, 176 — студенты, 101 — представители промышленных организаций. Наибольшее число участников (около 180) было из России, более 80 человек приехали из Китая, свыше 50 — из Германии и Японии, более 40 — из Франции и США.

Местом проведения был выбран конференц-центр гостиничного комплекса «Вега». Традиционно заседания проходили в течение пяти дней — с понедельника по пятницу. Каждое утро начиналось с пленарной лекции продолжительностью 60 минут (темы: «Новые направления в синтезе цеолитов», «Переработка метанола в олефин: от фундаментальных исследований к промышленному внедрению», «Новые представления о пористых материалах», «Химия и применение пористых полимеров и металлоорганических материалов», «Конструирование цеолитов для специфичных областей применения»), затем в течение дня работали четыре параллельные сессии по следующим темам:

- Упорядоченные пористые материалы: синтез и модификация

- Цеолиты и цеолитоподобные материалы

- Синтез цеолитов

- Модификация цеолитов

- Природные цеолиты

- Мезопористые материалы и иерархические пористые структуры

- Гибридные материалы и композиты (MOF, POM, ZIF и т. д.)

- Цеолитные и MOF-мембранны и плёнки

- Успехи в исследовании структуры и свойств пористых материалов

- Теоретические аспекты и моделирование

- Новые методы исследования и характеристики материалов

- Исследование механизмов, методы *in-situ* и *operando*

- Промышленные и перспективные технологии

- Нефтепереработка и нефтехимия

- Переработка газовых фракций в целевые продукты

- Экологический катализ и переработка биомассы

- Химические вещества и продукты тонкого химического синтеза

- Адсорбция и разделение



3.6. Новые области применения: здравоохранение, электроника, сенсоры.

На конференции было заслушано свыше 150 устных докладов, обсуждение стендовых докладов (около 600) проходило в выставочном зале. Наибольшее количество докладов было представлено на следующих секциях: «Цеолиты и цеолитоподобные материалы» (89), «Мезопористые ма-

цеолиты. Определение было сформулировано подкомитетом по цеолитам Комиссии по новым минералам и названиям минералов Международной минералогической ассоциации: *цеолит — это кристаллическое вещество со структурой, характеризующейся каркасом из соединенных между собой тетраэдров, каждый из которых образован четырьмя атомами кислорода, окружающими катион. Этот каркас*

торые безводные или непроявляющие ионообменных свойств минералы, в частности лейцит ($K[AlSi_2O_6]$), сянхуалит ($Li_2Ca_3F_2[Be_3Si_3O_{12}]$), аммониолейцит ($(NH_4)[AlSi_2O_6]$), кальборсит ($K_6B(OH)_4Cl[Al_4Si_6O_{20}]$), киркгофит ($Cs[B_2Si_4O_{10}]$), также входят в группу цеолитов.

Как указано в определении, тетраэдрический каркас цеолитов может быть разорванным, т. е. часть кислородных вершин тетраэдров, связывающих атомы (Si, Al, Be) в непрерывный бесконечный каркас, остаются свободными; атомы кислорода свободных вершин обычно заменены на OH-группы. Например, такой каркас имеют кьянинит ($CaMn[Be_2Si_5O_{13}(OH)_2] \cdot 2H_2O$), тведалит ($((Ca,Mn)_4[Be_3Si_6O_{17}(OH)_4] \cdot 3H_2O$), марикопаит ($(Pb,Ca_2[Al_{12}Si_{36}(O,OH)_{100}] \sim 32(H_2O,OH)$), партейт ($(Ca_2[Al_4Si_4O_{15}(OH)_2] \cdot 4H_2O$), роджианит ($(Ca_2[BeAl_2Si_4O_{13}(OH)_2] \cdot 2.5H_2O$).

На сегодняшний день известно 90 видов природных цеолитов, которые относятся к 44 структурным типам. Такое расхождение вызвано, главным образом тем, что некоторые цеолиты имеют так называемые серии, когда один из внекаркасных катионов значительно преобладает над другими. Например, гейландит имеет серию из гейландита-Са, гейландита-На, гейландита-К, гейландита-Sr, гейландита-Ва. Всего таких цеолитов 15: брюстерит, шабазит, клиноптиолит, дакиардит, эрионит, фожазит, ферьерит, гмелинит, гейландит, левин, маццит, паулингит, филлипсит, стильбит, томсонит.

Другие доклады этой секции преимущественно были посвящены применению природных цеолитов. Во многих исследованиях внимание было уделено проблеме очистки воды от тяжелых металлов (цинка, меди, свинца), аммония, фтора, мышьяка, органических веществ (полициклических ароматических углеводородов) и других вредных веществ с помощью местного цеолитового сырья. Так, в Италии реализуется программа по очистке животноводческих стоков от аммония шабазитовыми туфами с последующим их использованием в качестве удобрений, обладающих «пролонгирующим эффектом». Тонкодисперсный клиноптиолит эффективен при удалении нефтяных пятен с поверхности воды: 1 т цеоли-



Проф. Кармине Колелла представляет «Справочник по природным цеолитам»

териалы и иерархические пористые структуры» (78), «Гибридные материалы и композиты» (68), «Экологический катализ и переработка биомассы» (58), «Адсорбция и разделение» (54).

Наиболее подробно хотелось бы остановиться на работе секции по природным цеолитам. На ключевой лекции председатель комиссии по природным цеолитам проф. Кармине Колелла представил «Справочник по природным цеолитам» (Handbook of natural zeolites), составленный проф. Вильямом Вайсом. В нем собрана самая полная информация по всем известным к настоящему времени видам цеолитов, в которую включены их данные: формула, морфология, физические и оптические свойства, кристаллографические данные, происхождение названия и исторические сведения, кристаллическая структура, химический состав, распространение, применение (если имеется) и большой список ссылок. Также эти данные можно найти на веб-сайте Международной цеолитной ассоциации: <http://www.iza-online.org/natural/index.htm>.

Затем проф. Колелла обратил особое внимание на принятное в настоящее время определение природных

цеолитов. Содержит открытые полости в форме каналов и ячеек (или клеток). Они **обычно** заняты молекулами воды и внекаркасными катионами, которые, **как правило**, обладают способностью к обмену. Каналы достаточно широки для того, чтобы обеспечить прохождение таких молекул воды и катионов. Дегидратация водных фаз осуществляется главным образом при температурах ниже 400 °C и в значительной степени обратима. Каркас **может быть разорван** при вхождении (OH, F)-групп, которые занимают вершины тетраэдров, не поделенные с соседними тетраэдрами.

Согласно определению, цеолиты не ограничиваются только алюмосиликатными минералами, т. е. тетраэдрические позиции в каркасе могут быть заняты не только Si и Al, но и другими катионами: Be, B, Zn, P. Например, к группе цеолитов относят берилlosиликаты: лодарит, набесит, тведалит, сянхуалит, кьянинит, алфа-ларсенит; боросиликат киркгофит; цинкосиликат голлит; бериллоалюминат роджианит; бериллофосфаты пахасапаит и вейнбенеит.

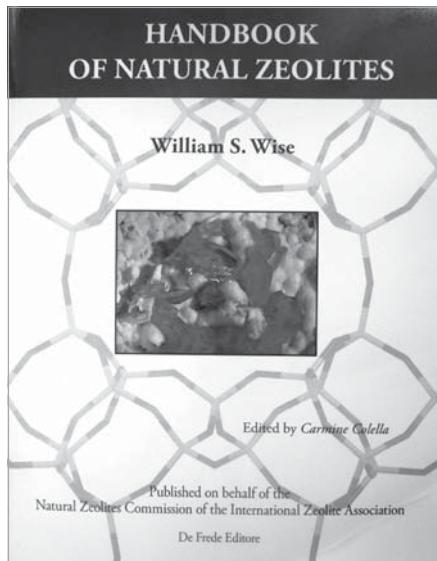
Кроме того, цеолиты **обычно** (но не обязательно) содержат воду и способны, **как правило**, обменивать внекаркасные катионы. Например, неко-



та способна сорбировать до 6 т нефти. В ряде докладов была показана высокая сорбционная способность природных цеолитов в отношении вредных газов (CO_2 , SO_2), которую можно использовать для очистки газовых выбросов промышленных предприятий. Кроме того, были разработаны способы увеличения сорбционной и катионообменной емкости пород путем обработки растворами кислот, щелочей и солей металлов; предложен безреагентный метод разделения щелочных или щелочно-земельных металлов в растворе.

В последнее время активно проводятся исследования в области применения цеолитов в медицине, например в качестве источника различных витаминов и лекарств. Была показана перспективность применения филлипсита при создании мембран для искусственного очищения крови от мочевины при почечной недостаточности и предложен способ получения ацетилсалациловой кислоты (аспирина) с помощью клиноптилолита.

Обширные исследования в области воздействия тонкодисперсного клиноптилолита на организм человека при различных заболеваниях были проведены компанией Panaceo (Австрия). В частности, экспериментально показано, что цеолиты сдерживают развитие остеопороза (болезни, уменьшающей прочность костей), способствуют снижению ломкости костей и восстановлению их прочности. Также они уменьшают вредное воздействие и побочные эффекты у



Справочник по природным цеолитам

пациентов, проходящих химиотерапию и облучение.

Природные цеолиты остаются востребованным сырьем для производства строительных материалов (керамики, цемента, керамзита, пенопеолитов), а также создания композиционных материалов, обладающих повышенной износостойкостью и прочностью.

Институт геологии представил два доклада: «Цеолитсодержащие породы Республики Коми» и «Поглощение радионуклидов цеолитсодержащими породами», последний из докладов привлек внимание специалистов.

Следует отметить, что впервые в истории за почти 50 лет проведения конференций была организована специальная секция, в которой представители промышленных компаний,

занимающихся разработкой, производством и потреблением катализаторов и сорбентов, рассказали о своих достижениях и проблемах в этой области. Доклады представили известные компании: «Руссано» (РФ), СИБУР (РФ), SYN Energy Technology Co (Китай), ExxonMobil (США), eni (Италия), Total (Бельгия), SINOPEC (Китай), BASF Corporation (США), Clariant (Германия), КНТ Групп (РФ), UOP (США). После заседания был организован круглый стол между представителями академической науки и промышленных организаций.

На общем собрании Международной цеолитной ассоциации были представлены краткие отчеты о работе пяти комиссий, входящих в ее состав (по катализу, упорядоченным мезопористым материалам, природным цеолитам, структуре, синтезу), за три года, прошедшие после 16-й конференции (2010 г.) в Сорренто (Италия). Кроме того, была учреждена новая комиссия — комиссия по гибридным материалам и композитам — в связи с быстрым развитием данного направления исследований.

Следующую, 18-ю конференцию в 2016 г. впервые будет принимать Южная Америка, она состоится в г. Рио де Жанейро (Бразилия). Путем всеобщего голосования участников было выбрано место проведения 19-й конференции, которая состоится в 2019 г. Это право получил город Перт (Австралия), опередивший испанскую Валенсию.

К. г.-м. н. Д. Шушков

Поздравляем

студентов кафедры геологии с присуждением именных стипендий



Надежду Максименко

(2 курс)

стипендия Института геологии
им. проф. В. А. Варсанофьевой



Артёму Есеву

(4 курс)

стипендия Института геологии
им. проф. А. А. Чернова



О СТАТЬЕ «РЕАЛЬНЫЕ ОКТАЭДРЫ АЛМАЗА»

В редакцию *Вестника* на имя главного редактора академика А. М. Асхабова пришло письмо академика В. С. Урусова с откликом на статью В. И. Ракина «Реальные октаэдры алмаза». Редакция публикует в этом выпуске в разделе «дискуссия» письмо академика В. С. Урусова и ответ автора статьи.

**Главному редактору академику
А. М. Асхабову**

Прежде всего я хотел бы поблагодарить редакцию *Вестника*, которая продолжает традицию его создателя академика Н. П. Юшкina и знакомит меня и многих других заинтересованных читателей с новыми выпусками этого интересного и содержательного журнала.

Однако в № 6 за 2013 год я наткнулся на странную статью с названием «Реальные октаэдры алмаза». Я знаю ее автора В. И. Ракина как способного исследователя, создавшего новые подходы к наблюдениям за ростом кристаллов в лабораторных условиях. В этих работах он является одним из немногих продолжателей направления, созданного Г. В. Вульфом еще 100 лет назад и нуждающегося в дальнейшем развитии на основе новых знаний и методов.

Однако в статье, о которой идет речь, он посвящает свои усилия теории роста и морфологии кристаллов, конкретно алмаза, и почему-то при этом начисто забывает о законе Вульфа, согласно которому скорости роста граней кристалла обратно пропорциональны поверхностным энергиям соответствующих граней. Понятие о поверхностных энергиях полностью отсутствует в модели Ракина, который предпочитает чисто геометрический комбинаторный перебор многогранников с треугольными гранями в группе симметрии $t\bar{3}m$. Вместо закона Вульфа он использует произвольные «центральные» расстояния (рас-

стояния от некоторого центра до граней кристалла). В качестве дополнительного аргумента мы находим в статье следующий постулат: «В физической основе флуктуаций скорости роста лежит случайное броуновское движение строительных частиц в среде кристаллизации, вызывающее вариации локальных термодинамических переменных у растущей грани кристалла и колебания скоростей топохимических реакций адсорбции частиц и встраивания их в решетку кристалла». Такие вариации, если они и существуют, не должны закрепляться в процессе роста, который занимает некоторое конечное время, наверняка превышающее скорости броуновского движения. Другое допущение Ракина о логнормальном распределении скоростей роста также является совершенно произвольным.

В результате применения такой модели, по словам автора, «парадоксально, но классическое тело Платона — правильный октаэдр с шестью четырехгранными [лучше — четырехсвязанными. — В. У.] — должно быть в первую очередь исключено из числа реальных октаэдров». Однако всем, хотя бы поверхностно знакомым с геометрией кристаллов алмаза, должно быть известно, что именно октаэдрические формы алмаза являются наиболее распространенными и стоят во главе всех классификаций геометрии кристаллов алмаза. Столь же парадоксально, что в результате комбинаторики Ракина появляется правильный тетра-

эдр и несколько его усеченных разновидностей, т. е. формы, которые не наблюдаются как реальные формы алмаза. Вообще же, по Ракину, «связь частот встречаемости (различных форм) с симметрией полиэдра не выявляется». Это еще один парадоксальный и удивительный для исследователя вывод. Кроме того, автор заключает, что «форма случайного полиэдра данного вида всегда асимметрична». Однако из его таблицы видно, что все формы принадлежат к той или иной группе симметрии, т.е. диссимметричны, но не асимметричны (с точечной симметрией 1).

Кажется очевидным, что, столкнувшись с такими противоречиями между предсказаниями модели и наблюдениями, автор должен был бы отказаться от своей модели и искать более адекватное объяснение. Однако он вспоминает о термодинамических основах роста кристалла лишь в самом конце статьи, когда, по существу, уже поздно исправлять основы модели.

В комментарии Ю. Л. Войтеховского к этой статье она в целом одобряется, хотя этот автор и делает целый ряд замечаний, в основном «технического» характера, касающихся улучшения алгоритмов комбинаторики. Ясно, что внутри этой методологии нельзя получить физически обоснованной теории роста и морфологии кристаллов, и она может быть только дополнительной «рамкой» для отбора наиболее вероятных форм, построенных на более строгих основаниях.

Академик В. С. Урусов

Пользуюсь возможностью, предоставленной редколлегией журнала *Вестник* Института геологии Коми НЦ УрО РАН, и считаю своим долгом ответить на ряд замечаний, высказанных уважаемым академиком В. С. Урусовым на мою статью «Реальные октаэдры алмаза» [2], опубликованную в июньском номере журнала. С большинством замечаний не могу согласиться.

1. Статья [2] была посвящена простой кристаллографической форме октаэдра, и в качестве примера октаэдрам алмаза. Понятие «реальные кристаллографические формы» было впер-

ые введено в 2004 году [1], но критически обсуждается в нашей статье. В ней, в частности, показано, что на роль «реальных», то есть встречающихся в природе и в эксперименте кристаллографических форм, могут претендовать из всего многообразия комбинаторных типов (33 разновидности [1]) только простые полиэдры (14 типов), вершины которых образованы пересечением трех граней. При этом определение реальных кристаллографических форм, данное Ю. Л. Войтеховским [1] и приведенное в статье [2], весьма точно отражает особенности развития

крystallogрафически эквивалентных граней на реальных кристаллах минералов. Можно согласиться с мнением большинства минералогов и оставить термин «реальные» для физически существующих кристаллов, а для описания теоретически возможных типов простых полиэдров в рамках анализируемой простой формы использовать термин «возможные кристаллографические типы».

2. Октаэдр Платона имеет восемь треугольных граней и шесть четырехсвязных (четырехгранных) вершин. Можно показать, что вероятность об-



Дискуссия

разования кристалла такой формы в естественных условиях в природе пропорциональна ε^4 , где ε — малая величина, никогда не превышающая погрешность измерений. Именно поэтому, как форма с нулевой вероятностью обнаружения, он должен быть исключен из числа возможных типов октаэдров. А тетраэдр с разными центральными расстояниями до четырех граней (остальные четыре грани простой формы октаэдра выклинились в вершины) относится к простым полиэдрам. Он весьма вероятен и был обнаружен нами по крайней мере один раз из 200 случаев при сильно неравновесных условиях «роста» в процессе моделирования.

3. Известно, что для структурно-эквивалентных граней, обладающих одинаковой поверхностной энергией, закон Вульфа декларирует одинаковую скорость роста. Но также хорошо известно, что в эксперименте и в природе наблюдаются существенные отклонения от закона Вульфа. Этот закон, являющийся, по-существу, неким среднестатистическим правилом, не учитывает множество диссимметризующих факторов роста кристаллов: пространственная макронеоднородность среды кристаллизации вокруг растущего кристалла; флуктуации, обусловленные броуновским движением строительных частиц; избирательную адсорбцию примесей на гранях кристалла, тормозящих рост ступеней, различную концентрацию и активность дислокаций на гранях, обеспечивающих непрерывное распространение ступеней роста по растущей грани. Совокупное действие перечисленных и многих других причин приводит к нарушению закона Вульфа для структурно-эквивалентных граней в реальных условиях роста. Именно о нарушениях закона Вульфа для структурно-эквивалентных граней октаэдра и идет речь в нашей статье [2]. При этом относительно грани только одной простой формы закон Вульфа никак себя не проявляет, и поэтому данный пример не затрагивается в статье.

4. В замечаниях оппонента высказано сомнение в отношении значимости флуктуаций скорости роста: «Если они и существуют, то они не должны закрепляться в процессе роста, который занимает некоторое коначное время, наверняка превышающее скорости броуновского движения». Если говорить о броуновском

движении строительных частиц при росте кристалла, и только о нем, но не учитывать активность дислокаций или макронеоднородность среды кристаллизации, то с этим можно согласиться. Однако хаотическое броуновское движение молекул обуславливает не только случайное встраивание частиц в структуру кристалла на стадии роста, но и дефектную дислокационную структуру зародыша кристалла в момент его образования, которая в дальнейшем определяет количество и качество дислокаций, выходящих в пирамиду роста конкретной грани и определяющих индивидуальную скорость их роста. Нам представляется очевидным, что любая неоднородность структуры кристалла и нерегулярность процесса роста, проявляющиеся в неравномерном росте структурно-эквивалентных граней кристалла, обусловлены в той или иной мере хаотическим броуновским движением частиц и проявляются в конечной форме реального кристалла.

5. Принципиально важным для обсуждаемой проблемы является понятие центрального расстояния. Процесс роста представляет собой нарастание кристаллического вещества на грани кристалла и приводит к формированию так называемой пирамиды роста грани. Высота этой пирамиды — расстояние от зародыша кристалла до реальной грани — и является этим «центральным расстоянием». Оно математически представляет интегральную функцию от скорости роста. И это отнюдь не абстракция, а вполне конкретная и часто легко измеряемая на опыте физическая величина. Множество значений центральных расстояний до всех граней одной простой формы определяет конкретную разновидность полизэдра.

6. Метод Монте-Карло, использованный нами для моделирования процесса роста кристалла, к сожалению, был воспринят оппонентом как «чисто геометрический комбинаторный перебор многогранников». Но это совсем не так. Метод моделирования Монте-Карло здесь представляет собой метод «выращивания» кристаллов. Особенности моделирования связаны с тем, что процесс роста кристалла реализован в вероятностной функции распределения центральных расстояний. Выбор функции распределения выполнен нами на основании ряда аргументов, обсуждаемых в ста-

тье, к главным из которых относится асимметричность закона распределения и наличие множества случайных факторов, влияющих на скорость роста (прирост слоя за единицу времени). Логарифмически нормальный закон асимметричен и удовлетворяет условиям применимости центральной предельной теоремы (ЦПТ) теории вероятностей. При наличии множества случайных факторов роста (длительный рост кристалла алмаза в природе) логнормальный закон может быть приближен к нормальному распределению, что согласуется с ЦПТ. При условии быстрого роста, когда воздействие какого-либо одного фактора на рост является решающим, ЦПТ не применима, и логнормальное распределение выступает на первый план. Возможность непрерывного перехода от несимметричного логнормального закона кциальному, декларируемому ЦПТ, выгодно отличает логнормальный закон, взятый нами в качестве основной гипотезы, от других возможных законов распределения. Коэффициент вариации закона распределения описывает в интегральном виде особенности условий роста. Например, длительный медленный природный рост алмаза в низах литосферы Земли, при котором на кристалл могут влиять большое число случайных факторов и скорости роста граней октаэдра не сильно различаются, описывается коэффициентом вариации <0.1 , а закон распределения в этом случае с хорошей степенью точности будет описываться распределением Гаусса, что находится в полном соответствии с ЦПТ. При быстром росте, как хорошо известно из теории роста кристаллов, часто решающее значение приобретает один или несколько факторов, и закон распределения (коэффициент вариации >0.1) становится асимметричным — в нашем случае логнормальным. Проведя классификацию кристаллов по описанным 14 возможным кристаллографическим типам октаэдров при разных условиях роста (разных коэффициентах вариации), мы получили основной результат работы — таблицу частот встречаемости возможных кристаллографических разновидностей октаэдров в рамках модельного распределения.

Таким образом, метод Монте-Карло позволяет «вырастить» множество кристаллов — октаэдров, пирамиды роста граней которых описыва-

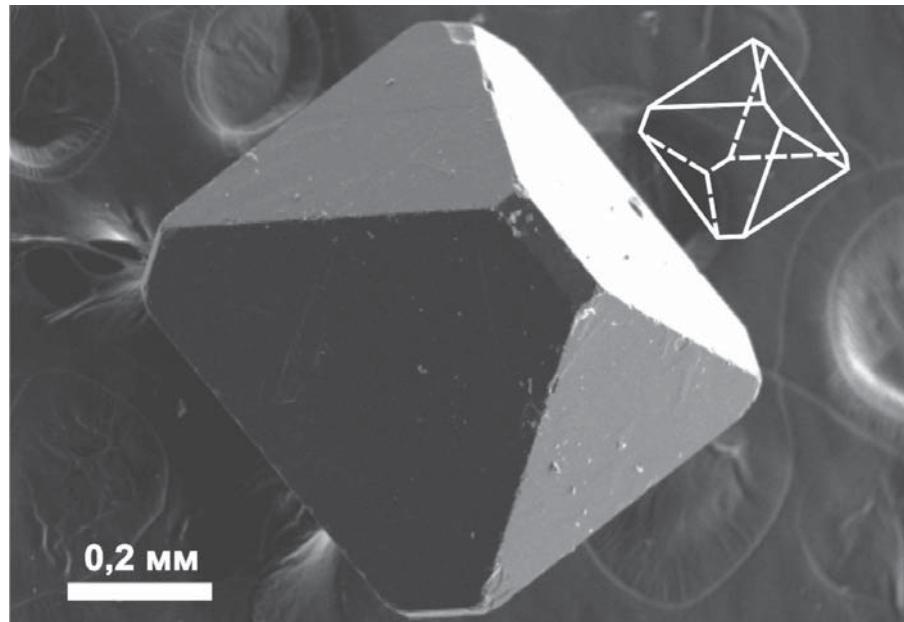


Дискуссия

ются вполне строгим и определенным законом, характерным для конкретных условий роста. И это ни в коей мере нельзя считать комбинаторикой.

7. Нами было установлено, что частота встречаемости возможных форм не связана с симметрией полиэдра. Это подтверждают, например, результаты моделирования в условиях медленного длительного роста, когда встречаются только пять типов октаэдров [2]. Среди них наиболее вы-

моделирования процесса роста неотделим от сопоставления центральных расстояний (пирамид роста граней). Поэтому вывод об асимметричности возможных кристаллографических форм был вполне закономерен. Однако тезис об асимметрии формы возможного (= реального) кристалла не следует воспринимать как отрицание симметрии физических свойств кристалла, его структуры. Симметрия физических свойств алмаза, есте-



Комбинационная форма кубоктаэдра искусственного алмаза. Реальная простая форма октаэдра соответствует формуле полиэдра 4004, симметрия $\bar{4}3m$.

сокосимметричный тип октаэдра с формулой полиэдра 4004 имеет группу симметрии формы $\bar{4}3m$ и при моделировании до 200 кристаллов встречается с частотой в 26.5 % (для 400 кристаллов получено 29.5 %). Самый низкосимметричный тип — 1331 (группа симметрии m) — близок по частоте встречаемости (200 кристаллов — 25 %, 400 — 25.3 %) и находится на втором месте. Тип октаэдра 2222 ромбической симметрии $mm2$ встречается чаще (23 и 20.8 %), чем две разновидности «более симметричных» типов октаэдров — 206 и 0602 тригональной симметрии $\bar{3}m$ (частоты при 200 «выращенных» кристаллах соответственно 14.5 и 11%, а при 400 кристаллах — 14.5 и 9.8 %).

При этом форма случайного полиэдра с учетом анатомии кристалла (положения его центра) остается *асимметричной*. В контексте статьи анатомия кристалла и положение центра — зародыша — является важным моментом обсуждения. Анализ формы кристалла на основе результатов

стремительно, $m3m$, но форма поверхности диссимметризована (группы симметрии указаны в таблице [2]), а с учетом центральных расстояний форма поверхности + анатомия кристалла всегда асимметричны.

В заключение позволю себе проанонсировать результат, полученный на основе изучения большой коллекции искусственных кристаллов алмаза (НРНТ-технология, марка фракции АС32630/500, ГОСТ 9206-80) и показывающий перспективы данного направления кристалломорфологии. Нами были отобраны 500 недвойникованных полногранных искусственных алмазов, составляющих не более 1 % от всей фракции технических алмазов. Как было установлено, все они относятся к комбинационной форме кубоктаэдра (14-гранник). Целью изучения были только октаэдрические грани кристаллов и их взаимное расположение с учетом возможных кристаллографических типов. Анализ реального кристаллографического типа октаэдра в каждом конкретном случае проводился путем изме-

рения под микроскопом формы и ориентации в кристаллографической системе координат всех шести граней куба. Основные результаты измерений сводятся к следующим:

1. Совокупности граней октаэдра, встречающиеся на изученных (измеренных) полногранных кристаллах, относятся к пяти описанным выше восьмигранным кристаллографическим разновидностям октаэдров, что с учетом результатов моделирования может свидетельствовать о небольших вариациях центральных расстояний.

2. Частоты встречаемости пяти в данном случае **реальных** кристаллографических типов октаэдра оказались наиболее близки к предсказанным методом Монте-Карло (коэффициент вариации 0.2), что служит косвенным доказательством справедливости лог-нормальной модели распределения.

3. Установлено действие принципа диссимметризации П. Кюри в ячейке высокопараметрического синтеза, проявляющееся в понижении частот встречаемости двух наиболее симметричных разновидностей октаэдров — 4004 и 206 — и суммарном повышении частоты встречаемости уплощенной формы 0602 (от 9.8 до 17.4 %). Это можно объяснить перекрыванием диффузионных полей питания ближайших соседних кристаллов при высокой концентрации алмазов на единицу объема ячейки и трактовать как действие фактора локальной диссимметризации среди кристаллообразования. Остальные две низкосимметричные формы — 1331 и 2222 — сохранили в пределах погрешности предсказанные методом Монте-Карло частоты встречаемости.

Таким образом, можно предложить, что применение этой методики на природных октаэдрах алмаза позволило бы сделать шаг к решению проблемы генезиса, а для генетической минералогии в целом открывало бы новые перспективы статистических кристалломорфологических исследований.

Литература

1. Войтеховский Ю. Л., Степеников Д. Г. Реальные кристаллографические простые формы // Записки ВМО, 2004. № 2 С. 112–120.

2. Ракин В. И. Реальные октаэдры алмаза // Вестник ИГ Коми НЦ УрО РАН, 2013. № 6. 6–9 с.

Д. г.-м. н. В. Ракин



АСПИРАНТУРА И ДОКТОРАНТУРА – 2013

В связи с вступлением в силу с 1 сентября 2013 г. федерального закона № 273-ФЗ «Об образовании в РФ» работу приемной комиссии в аспирантуру и докторантуре было рекомендовано провести до 31 августа с. г. Многие из поступающих планировали летом поехать на полевые работы и собрать материал для дальнейших исследований, но, к большому сожалению, из-за экзаменов, которые были перенесены на июль-август, от поля пришлось отказаться. На 5 выделенных УрО РАН мест подали заявления 8 человек, все выпускники этого года. Семь человек закончили кафедру геологии СГУ, на «отлично» защитили дипломные работы, собрали интересный материал для будущих исследований и хорошо сдали вступительные экзамены. В связи с этим пятерых, набравших больший бал, зачислили сразу же, а для двух других Президиум УрО РАН выделил чуть позже два дополнительных места. 29 августа всех семерых решением учченого совета зачислили в аспирантуру Института геологии.

Докторантура в этом году осталась без новых кадров. Судьба аспирантуры и докторантуре при институтах, как и самой РАН, пока неизвестна. Надеемся, что за годы реформирования наши сегодняшние аспиранты и докторанты достойно завершат обучение и выйдут уже сложившимися специалистами высшей квалификации с искомыми научными степенями.

К. г.-м. н. Н. Н. Рябинкина

Аспиранты



Полина
Александровна
Колесник

Тема диссертации:

«Геология зоны межформационного контакта нижнего и верхнего докембрия на Приполярном Урале»

Специальность:

25.00.01 «Общая и региональная геология»

Научный руководитель:

д. г.-м. н. Ю. И. Пыстиня

Родилась 22 марта 1990 г. в г. Сыктывкаре. Окончила в 2008 г. СОШ № 16.

Выбор профессии не был намеренным. Приемная комиссия «подкупила» обещанием путешествий.

В 2013 году окончила Сыктывкарский государственный университет по специальности «Геология». Защищила дипломную работу по теме «Геолого-минералогические критерии образования протолитов нерка-юского эклогит-амфиболит-сланцевого комплекса» под научным руководством проф., д. г.-м. н. А. М. Пыстиня.

Район развития образований нижнего и верхнего протерозоя на Приполярном Урале является одним из важнейших опорных площадей в Тимано-Североуральском регионе и характеризуется сравнительно хорошей геологической изученностью. Однако многие вопросы геологии района, в том числе вопросы обоснованности выделения принятых стра-

тиграфических подразделений протерозоя, остаются нерешенными или дискуссионными. Особенно это касается нижней части докембрийского разреза, охватывающего возрастной интервал ранний протерозой — ранний рифей. Поэтому предстоит большая работа по сбору фактического материала, его обработке и подготовке диссертации.



Любовь
Алексеевна
Шмелёва

Тема диссертации:

«Верхнеордовикские отложения Северного Урала: состав, строение и условия образования».

Специальность:

25.00.01 «Общая и региональная геология»

Научный руководитель:

д. г.-м. н. А. И. Антошкина

Родилась 2 сентября 1990 года в г. Емва (Княжпогостский район). В 2008 году закончила школу. В 2013 году успешно окончила Сыктывкарский государственный университет по специальности «Геология», защищив диплом на тему «Верхнебашкирские отложения бассейна р. Шарью (гряда Чернышева)» под руководством к. г.-м. н. А. Н. Сандулы. Работая в лаборатории литологии и геохимии осадочных формаций, заинтересовалась осадочными карбонатными породами, поэтому решила поступить в аспирантуру Института геологии.

В настоящее время верхнеордовикские отложения наиболее полно изучены только на Полярном и Приполярном Урале. Район Северного Урала в этом отношении остается слабоизученным. Это существенным образом отражается в разрезах карбонатных платформ, как установлено на Приполярном Урале. Также изменились названия и объемы других стратиграфических подразделений. Поэтому важно уточнить стратиграфическое положение, строение и характерные литологофациальные особенности отложений верхнего ордовика на Северном Урале для корреляции крупных геологических событий в разрезах севера Урала.

Изучение верхнеордовикских отложений представляет интерес с позиции не только стратиграфии, но и палеогеографии. На разных временных уровнях позднего ордовика палеоландшафтная ситуация, отраженная в разных фациальных обстановках (рифовых, зарифовых, предрифовых, закрыто- и открытошельфовых), существенно меняется, что характеризует литогеодинамическую эволюцию платформенной окраины в позднеордовикской истории северо-восточного обрамления Европейской платформы. В палеозойском разрезе Тимано-Печорской провинции, начиная с верхнего ордовика, карбонатные отложения являются нефтегазоносными, поэтому выявление литогенетических особенностей карбонатных пород в разрезах верхнего ордовика позволит уточнить характер распределения перспективных коллектиров, что имеет практическое значение в направлении поисков углеводородного сырья.



**Артем
Николаевич
Плотицын**

Тема диссертации:

«Верхнедевонско-нижнекаменноугольные конодонты глубоководных отложений Североуральского региона»

Специальность:

25.00.02. «Палеонтология и стратиграфия»

Научный руководитель:

д. г.-м. н. Т. М. Безносова

Родился 26 января 1990 года в Сыктывкаре. В 2008 году окончил школу № 35 и поступил в Сыктывкарский государственный университет на специальность «Геология». Выбор будущей профессии был на тот момент спонтанным. Разослав около 10 копий документов в различные вузы страны, тут же, не дожидаясь ответа, подал оригиналы на геологию. Ведь только эта специальность могла предоставить возможность побывать в местах, о которых другие только мечтают и познакомиться с такими людьми, которых с гордостью можно называть своими друзьями, проведя с ними бок о бок один или несколько полевых сезонов.

Первой настоящей полевой жизни довелось хлебнуть на Полярном Урале (хр. Енганепэ) в 2010 году, где под чутким руководством Дмитрия Борисовича Соболева у студентов, окончивших 2-й курс, проходила геолого-съемочная практика. После этого удалось побывать на Чукотке и дважды вернуться на Полярный Урал. Во многом все это повлияло на мой, в этот раз уже не спонтанный, а осознанный извешенный выбор - работать в дальнейшем по профессии.

Изначально в спектр моих интересов входили литология и седиментология. Квалификационная работа — «Литология и биостратиграфия плитняковой толщи (р. Сывью, Приполярный Урал)» содержала уже не только результаты литологических анализов, но и биостратиграфию по конодонтам и остракодам. На данном этапе была поставлена точка в определении темы будущей диссертации — «Верхнедевонско-нижнекаменноугольные конодонты глубоководных отложе-

ний Североуральского региона». В настоящее время конодонты глубоководных отложений остаются относительно слабоизученными, что дает большой простор для научной деятельности.



**Анжела
Александровна
Пескова**

Тема диссертации:

«Аксессорные минералы базальтных отложений палеозоя севера Урала»

Специальность:

25.00.05 «Минералогия, кристаллография»

Научный руководитель:

к. г.-м. н. И. В. Козырева

Родилась 30 июля 1990 г. в селе Объячево Республики Коми. Закончила объячевскую среднюю школу, класс с химико-биологическим уклоном. По совету родственников дальнейший жизненный путь решила связать с геологией и по сей день в правильности сделанного выбора не сомневалась.

В 2008 году поступила в Сыктывкарский государственный университет. После первой геологической практики в Крыму я окончательно и бесповоротно влюбилась в эту профессию. Под чутким руководством Т. П. Майоровой мы увидели все красоты Крымских гор и карстовых пещер, впервые описывали обнажения и отбирали образцы. На Полярном Урале, на хребте Енганепэ, мы в полной мере ощутили на себе все прелести геологической жизни. Безусловно, геолог — нелегкая, временами опасная, но в тоже время очень увлекательная профессия.

В 2012 году в составе отряда Н. Ю. Никуловой проходила практику в междуречье Малой Усы и Малой Кары на Полярном Урале. По материалам, собранным на этой практике, под руководством И. В. Козыревой, была написана дипломная работа, связанная с исследованием минералогического состава пород зоны межформационного контакта уралид/доуралид.

После окончания университета я поступила в аспирантуру Коми науч-

ного центра УрО РАН. Совместно с научным руководителем решено было продолжать изучение минералогии нижнепалеозойских пород. Установление минералогической специализации палеонтологически немых нижнепалеозойских терригенных пород наряду с другими данными очень важно для стратиграфического расчленения и корреляции при геологическом картировании. Особенности аксессорных минералов можно с успехом использовать наряду с другими данными при решении вопроса о генезисе вмещающих пород. Отдельные минералы информируют о происхождении и постдиагенетических преобразованиях пород, в которых они содержатся, а также позволяют сделать выводы об источниках поступления обломочного материала. Выбранная тема является весьма актуальной в настоящее время в связи с потенциальной золотоносностью базальных горизонтов уралид.



**Андрей
Геннадьевич
Кузнецов**

Тема диссертации:

«Строение и формирование верхнериифей-венденских терригенных толщ Полярного Урала».

Строение и формирование верхнериифейско-кембрийских толщ Приполярного Урала

Специальность:

25.00.01 «Общая и региональная геология»

Научный руководитель:

д. г.-м. н. Н. Ю. Никулова

Родился 23 октября 1990 года в селе Объячево Прилузского района Республики Коми. Еще со школьной скамьи проявилась тяга к таким предметам, как география, экология и физика. В 2008 году, после окончания общеобразовательной школы, поступил в Сыктывкарский государственный университет на специальность «Геология».

С каждым годом обучения геология все больше увлекала меня. Учебная практика в Крыму и на Полярном Урале, работа в составе геологических отрядов лабораторий Института геологии на Полярном Урале (2011, 2012 гг.) все больше убеждали меня в правиль-



ности выбранного пути. Во время обучения и написания курсовых работ активно сотрудничал с коллективом лаборатории литологии и геохимии осадочных формаций Института геологии. В 2011 и 2012 гг. принимал участие в молодежных научных конференциях, результаты моих исследований опубликованы в «Вестнике Института геологии Кomi НЦ УрО РАН».

В этом году окончил университет, защитив диплом на тему: «Литология и геохимия нижнепалеозойских отложений в зоне межформационного контакта в междуречье Малой Усы и Малой Кары (Полярный Урал)» под руководством д. г.-м. н. Н. Ю. Никуловой. Решение продолжить начатые исследования и поступать в аспирантуру Института геологии Кomi НЦ УрО РАН пришло само собой: нет ничего лучше, когда профессия приносит удовольствие. Тема моей будущей диссертации вытекает из темы дипломной работы.

В геологической истории Урала верхнерифейско-кембрийский этап, предшествовавший глобальной тектонической и климатической перестройке, характеризуется разнообразием субсинхронно существовавших обстановок и механизмов осадконакопления. Актуальность выбранной темы обусловлена отсутствием четких литостратиграфических критериев разделения палеонтологически не охарактеризованных, внешне сходных верхнерифейско-кембрийских и нижнепалеозойских терригенных толщ, необходимостью установления палеогеодинамических условий формирования лаптюпайской свиты и сопряженных с ней комплексов, позволяющих внести корректиды в ретроспективные реконструкции в контексте общего геологического развития Урала в этот период. Выявление закономерностей осадконакопления, степени влияния на формирование состава тектонических и магматических факторов, установление геохронологической последовательности осадочных и магматических процессов, зависимости литолого-геохимических характеристик отложений от их структурно-тектонического положения, выявление минеральных, породных ассоциаций и геохимической специфики верхнерифейско-кембрийских терригенных толщ имеют большое значение для геологического картирования и оптимизации прогнозирования минерагенических перспектив региона.



Евгения
Валерьевна
Кушманова

Тема диссертации:

«Неркаюский метаморфический комплекс Приполярного Урала: структура, вещества, геодинамика»
Специальность:

25.00.01 «Общая и региональная геология»

Научный руководитель:
проф., д. г.-м. н. А. М. Пыстин

Родилась 2 мая 1989 г. в пгт. Кожва Печорского района. Окончила в 2007 г. с медалью Кожвинскую среднюю школу.

С раннего детства таскала в карманах и в ранце разные интересные камешки, но никогда не думала, что посвящу им свою жизнь. Будущую профессию хотела связать с путешествиями. А жизнь геолога – это интересные и сложные маршруты в поисках знаний о нашей Земле. И выбор был сделан.

После первой незабываемой практики в красивом горном Крыму я поняла, что геология мне действительно интересна. А последующие практики в сурьмовых районах Уральских гор отмели все сомнения о правильности выбора. Тяжёлые условия укрепляли дух, ум стремился понять сложность земного строения. К тому же в поездках часто встречались интересные, умные и весёлые люди, с некоторыми приходилось коротать много дней в полях. Проверенные временем и опытом, они стали верными друзьями на всю жизнь.

После четвёртого курса под руководством Александра Михайловича Пыстина состоялась экспедиция на Приполярный Урал в район Ханты-Мансийского автономного округа. Предметом изучения стали породы неркаюского метаморфического комплекса, до этого времени слабо изученного. Такие комплексы, сложенные высокobarанными метаморфитами, широко используются как индикаторы геодинамических режимов породообразования. Эклогиты содержащие комплексы, в том числе неркаюский, относятся к зоне Главного уральского разлома, и на данный момент остаётся актуальной проблема связи эклогитообразования с процессами фор-

мирования Уральского орогена. Изучение состава, строения, возраста пород неркаюского комплекса и геологической истории их развития на разных этапах метаморфизма позволит получить более полную картину геодинамической истории формирования континентальной коры Уральского сегмента.

На основе первых результатов исследований написана дипломная работа «Породообразующие минералы и условия метаморфизма пород неркаюского эклогит-амфиболит-сланцевого комплекса (Приполярный Урал)». В дальнейшем предстоит большая работа по сбору фактического материала и его исследованию, а также подготовка диссертационной работы.



Татьяна
Анатольевна
Канева

Тема диссертации:

«Петрология позднедокембрийских магматических образований северо-западного Пай-Хоя»
Специальность:

25.00.04 «Петрология, вулканология»
Научные руководители:

к. г.-м. н. А. А. Соболева,
к. г.-м. н. К. В. Куликова

Родилась 17 января 1990 года в с. Щельябож Усинского района. Последние школьные годы прошли в СОШ № 3 г. Печоры. В 2008 году поступила в Сыктывкарский государственный университет на специальность «геология», о чем мечтала еще с детства: очень нравилось рассматривать красивые картинки в горных энциклопедиях и слушать рассказы тети про экспедиции.

Полное представление о геологии появилось после учебной практики на Полярном Урале (хр. Енганепэ), где и открылся интерес к магматическим породам. С тех пор все курсовые и дипломная работа были посвящены изучению вулканитов под руководством Ксении Викторовны Куликовой.

Во время учебы в университете принимала участие в различных научных конференциях, полевых исследованиях.

В 2012 и 2013 гг. ездила на ГДП-200 с ЗАО «Полярgeo» на хр. Пай-Хой (окрестности п. Амдерма, побережье Карского моря), где собрала матери-



ал для дипломной работы и будущей диссертации. Дипломную работу («Петрология вулканитов морозовской свиты северо-восточной части хребта Пай-Хой») ГАК рекомендовала для участия во Всероссийском конкурсе научных работ.

Темой диссертационной работы является «Петрология позднекембрийских магматических образований

северо-западного Пай-Хоя». Ядро амдерминской антиклинали, входящей в структуру Пайхойского антиклиноира, образовано рифейско-вендинскими породами и отложениями нижнего палеозоя, крылья — средне- и позднепалеозойскими сланцами. Докембрийские породы входят в состав амдерминской, морозовской и сокольниковской свит, имеющих вулканоген-

но-осадочный генезис. Изучение этих пород позволит пролить свет на дискуссионную проблему корреляции докембрийских вулканитов северо-западного Пай-Хоя и северной части Полярного Урала, что является весьма актуальным для воссоздания истории эволюции доураид арктического региона, к которому в настоящий момент проявляется активный интерес.

Хронология сентябрьских событий и фактов, связанных с историей создания и деятельностью Института геологии в период 1957–2012 гг. (к 55-летию создания Института геологии Коми НЦ УрО РАН)

Постановлением Совета Министров СССР от 7 сентября 1949 г. и постановлением Президиума АН СССР от 6 октября 1949 г. Коми база АН СССР была преобразована в Коми филиал АН СССР.

5–8 сентября 1977 г. институт и комиссия по микропалеонтологии ВПО провели в Сыктывкаре VII Всесоюзное совещание «Принципы и методы биостратиграфических микропалеонтологических исследований».

14–17 сентября 1983 г. в Сыктывкаре состоялся Второй Всесоюзный семинар по систематике миоспор и методическим вопросам расчленения и корреляции пермских и нижнетриасовых отложений по палинологическим данным.

26–28 сентября 1984 г. ведущий инженер института В. Н. Филиппов принимал участие в работе советско-японского симпозиума «Применение методов электроздондового анализа в материаловедении» (г. Киев).

В сентябре 1986 г. в Воркуте совместно с ПГО «Поляроуралгеология» институтом проведено рабочее совещание по программе международного проекта (КУФ) «Корреляция угленосных, сланценосных и торфоносных формаций».

27 августа — 7 сентября 1989 г. по инициативе института в Сыктывкаре состоялись расширенное заседание комиссии ВМО по музеям «Минералогический образец — его научная, культурная и эстетическая ценность, вопросы его сохранения как национального достояния» и полевой семинар, проведенный в бассейне р. Каменная Валса (Средний Тиман).

28 сентября — 19 октября 1992 г. в институте находились китайские ученые-минералоги Шао Вей, Ван Мейфенг, Ван Гуйянг и Лю Ченлонг, проводившие исследования по теме «Поисковая минералогия и минера-

логическое картирование» по соглашению о сотрудничестве Российской академии наук и Академии геологических наук Китая.

28 сентября — 12 ноября 1992 г. В. Д. Игнатьев побывал с научной командировкой в г. Мельбурне (Австралия), где совместно с австралийскими специалистами проводил исследования лейкоксена.

1 сентября 1995 г. в Сыктывкарском университете по инициативе и под руководством академика Н. П. Юшкина открылась специализация «геология» при физическом факультете.

1—8 сентября старший научный сотрудник Т. М. Безносова участвовала в работе III Международного конгресса по брахиоподам (г. Садбери, Канада).

11—22 сентября 1995 г. профессор Колгейтского университета США, К. М. Соджа и старший научный сотрудник А. И. Антошкина готовили проект о совместных исследованиях Урала и Аляски.

16—23 сентября 1995 г. академик Н. П. Юшкин и главный инженер института В. Ф. Куприянов побывали в Японии, где ознакомились с новейшими научными приборами известных японских фирм.

19 сентября 1995 г. институт посетила правительенная делегация во главе с премьер-министром России В. С. Черномырдиным.

2—8 сентября сотрудники института Э. И. Лосева и Т. И. Марченко приняли участие в XIV Международном симпозиуме по диатомовым водорослям в Токио (Япония).

В эти же дни группа сотрудников института (В. П. Лютоев, Ю. И. Пыстиня, Т. Н. Бушенева) участвовала в работе III Европейского совещания «Спектроскопические методы в минералогии» (Киев, Украина).

22—27 сентября 1997 г. докторант института В. И. Ракин участвовал в работе ежегодной конференции Международной ассоциации по математической геологии, проходившей в г. Барселоне (Испания).



Первый выпуск кафедры геологии СыктГУ



23–27 сентября 1997 г. институт представлял большую экспозицию «Минеральные ресурсы Республики Коми и сопредельных регионов» на выставке «Комиэкспо–97» в Русском центре науки и культуры в г. Хельсинки (Финляндия). В составе делегации Республики Коми был заместитель директора института д. г.-м. н. А. М. Пыстин.

1–8 сентября 1998 г. А. И. Антошина, Н. В. Беляева и Т. М. Безносова принимали участие в работе международной конференции «Палеозойская фауна и фации» в г. Варшаве (Польша).

10 сентября 1998 г. заведующему лабораторией органической геохимии Д. А. Бушневу назначена стипендия Главы Республики Коми, учреждённая для молодых учёных.

15–19 сентября 1998 г. зам. директора института д. г.-м. н. А. М. Пыстин находился в Будапеште (Венгрия), где знакомил посетителей выставки «Комиэкспо–98» с экспозицией Института геологии, включающей карту полезных ископаемых, коллекции горных пород, руд и минералов, печатную продукцию.

23 сентября 1999 г. институт и геологический музей им. А. А. Чернова посетила делегация нефтяников Республики Татарстан во главе с председателем Госкомитета по геологии и использованию недр Ф. М. Хайретдиновым.

5 сентября 2000 г. Институт и геологический музей им. А. А. Чернова посетил руководитель департамента природных ресурсов по Северо-Западному региону Р. А. Галимзянов.

6 сентября 2000 г. приказом № 598/к по Министерству природных ресурсов Российской Федерации заведующий геологическим музеем института к. г.-м. н. А. А. Беляев награждён почётной грамотой.

21–30 сентября 2000 г. академик Н. П. Юшкин и к. г.-м. н. В. П. Лютоев принимали участие в Международном семинаре по сверхглубоким скважинам, проходившем в г. Праге (Чехия).

10–15 сентября 2001 г. к. г.-м. н. Ю. С. Симакова участвовала в работе 15-го Международного симпозиума по биогеохимии окружающей среды (г. Вроцлав, Польша), на котором выступала с докладом.

30 сентября 2001 г. заведующий геологическим музеем института А. А. Беляев награждён Почётной грамотой Уральского отделения РАН.

31 августа — 7 сентября 2002 года делегация Сыктывкарского отделения

ВМО в составе академика Н. П. Юшкина, члена-корреспондента А. М. Асхабова, д. г.-м. н. О. Б. Котовой, к. г.-м. н. Е. А. Голубева и аспирантки О. В. Ковалевой принимали участие в работе 18-го съезда Международной минералогической ассоциации в Эдинбурге (Шотландия).

5 сентября 2002 г. академик Н. П. Юшкин избран вице-президентом Международной минералогической ассоциации.

11–14 сентября 2002 г. академик Н. П. Юшкин участвовал в работе Международной научной конференции «Современные проблемы геологии Беларуси, Литвы и Польши», состоявшейся в г. Минске (Беларусь).

20 сентября 2002 г. открыто рабочее движение по новой 158-километровой железной дороге к Среднетиманскому бокситовому руднику; в прогнозе, открытии и изучении бокситов Тимана важную роль сыграли сотрудники Института геологии — В. В. Беляев, В. В. Лихачёв, И. В. Швецова.

24 сентября 2002 г. учёным советом института стипендию имени профессора А. А. Чернова присудили студенту пятого курса кафедры геологии СГУС. В. Патову, стипендию им. В. А. Варсаноффьевой — студентке пятого курса Е. Ю. Озеровой.

15 сентября 2003 г. институт посетил первый вице-президент СУАЛХолдинг Энн Бенгтссон.

24 — 30 сентября 2003 г. в Институте работал научный сотрудник Института геологии Таллиннского технического университета Мари-Анн Мытус.

1—20 сентября 2004 г. к. г.-м. н. О. В. Удоратина участвовала в работе международной конференции по проблемам тектоники, магматизма и металлогении активных континентальных окраин, проходившей в г. Владивостоке.

3—13 сентября 2005 года старшие научные сотрудники института Т. М. Безносова и Т. В. Майдль участвовали в полевых работах, организованных Институтом геологии Таллинского технического университета по изучению разрезов силура в Эстонии.

10—16 сентября 2005 г. заведующий лабораторией органической геохимии, к. г.-м. н. Д. А. Бушнев принимал участие в работе JMOG-05 (Севилья, Испания).

17—30 сентября 2005 г. учёный секретарь института д. г.-м. н. О. Б.

Котова и аспирант Д. А. Шушкин участвовали в работе Международной ассоциации катализа, посетили Центр химических исследований Венгерской академии наук и цеолитовый рудник в Токайском районе.

20—22 сентября 2005 г. в институте прошла 11-я Международная конференция «Строение, геодинамика и минерагенические процессы в литосфере».

С 15 сентября 2006 г. по решению учёного совета № 10 от 13. 07. 2006 в целях совершенствования организационной структуры и оптимизации численного состава института были упразднены научные отделы геологии горючих ископаемых, региональной минералогии, лаборатория геоинформатики, группа материально-технического снабжения.

4—8 сентября 2007 г. в институте проходила научно-практическая конференция «Изучение, сохранение и использование объектов геологического наследия северных регионов (Республика Коми)».

11 сентября 2007 г. с институтом и его геологическим музеем ознакомился губернатор Лапландии (Финляндия) Ханнеле Покка.

25—27 сентября 2007 г. в институте прошла III Международная конференция «Проблемы регионального использования природного и техногенного сырья Баренцева региона в технологии строительных и технических материалов».

26 сентября 2008 г. Институт геологии и геологический музей с официальным визитом посетил Берон Лобстейн — второй секретарь Отдела экологии, науки и технологий посольства США.

27 сентября 2010 г. *Вестник* Института геологии Коми НЦ УрО РАН включён в список ВАК (перечень российских рецензируемых научных журналов, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание учёных степеней доктора и кандидата наук).

5—8 сентября 2011 г. в Институте геологии работала XIII Российская палинологическая конференция «Проблемы современной палинологии». В работе приняло участие 62 человека из 19 городов России и зарубежья.

17 сентября 2012 года на 77-м году жизни скончался главный научный сотрудник, советник РАН, академик Н. П. Юшкин.



ПАМЯТИ АКАДЕМИКА

17 сентября ушел из жизни академик Н. П. Юшкун. В память о Николае Павловиче — Ученом и Человеке — *Вестник* печатает на страницах Его журнала отрывки дневника, посвященные поездкам, которые он очень любил, и последние записи с 17 августа 2012 года.

СТРАНИЦЫ ИЗ ДНЕВНИКА

11 июня 2012 г., понедельник

Внеочередной выходной день из очередной праздничной обоймы. Отвез в институт и оставил Т. Тетериной пачку выправленных очерков. Вечером подготовил еще полдесятка, оставляю дома, чтобы Л. Божеско, которая будет присматривать за квартирой и собакой, забрала на работу.

**12 июня 2012 г., вторник
Сыктывкар — СПб**

В Сыктывкаре тепло, солнечно, с претензией на жару, а Санкт-Петербург встретил хмурой погодой с дождичком. Приехали с Галей и Асхабовыми на выездную сессию ОНЗ, на

ных премий деятелям науки и культуры в Кремле. Церемония организована необычно торжественно. После пространной президентской речи, получив знаки, выступали лауреаты по одной-две минуты. Первым был Ф. П. Митрофанов. Свое слово сказал емко и правильно. Подчеркнул роль академической геологии в создании минеральной базы страны, выразил благодарность правительству и академии, особо поблагодарил президента Ю. С. Осипова и вице-президента Н. П. Лаверова. Неплохо говорили свои слова уральцы — В. Чарушин и О. Чупахин.

Под дождичком с Асхабовыми сходили пообедать в ближайшее кафе, а в 18 часов вместе с приехавшими

проводящие лица съездили в Михайловский замок и в собор Спаса на Крови, наши женщины успели присоединиться к посещению Спаса.

Соединились с женской командой на обеде. Затем поехали в Эрмитаж. Встретились с Пиотровским, экскурсия в Зимний дворец Петра I. Прижизненная гравюра Готфильяллера. Прогулка по каналам. В 23 в аэропорт, в 1:10 вылетели в Пермь.

**14 июня 2012 г., четверг
Пермь**

Прилетели в 6:40 по местному времени, поселились в гостинице «Урал». Помылись, позавтракали, в 9 часов поехали в ПНЦ на ул. Королева. Очень тяжело после бессонной ночи.

Заседание Совета РАН по координации региональных центров совместно с Президиумом РАН продолжилось с 10 до 13 часов. Было следить тяжеловоато, все время тянуло на сон, но держался. Вначале речи, потом около десятка докладов. Обедали в столовой центра, все блюда удивительно вкусные. Потом два часа знакомились с Институтом механики сплошных сред и Институтом технической химии, которые размещены в прекрасных корпусах в лесу, на идеально ухоженной площадке. Прекрасное новое оборудование, квалифицированные сотрудники, много молодежи, интересная тематика.

Около часа отдохнули в гостинице, затем поехали в городское здание ПНЦ, где был час камерной классической музыки, в основном романсы, Виардо. Очень хорошие исполнительницы.

Завершили день ужином в армянском ресторане «Наири» с оригинальной национальной кухней.

А в Питере женщины провели день в интересной кольцевой экскурсии, по возвращению их ждало разочарование: отменили в Мариинке концерт А. Нетребко.

**15 июня 2012 г., пятница
Пермь**

Утром продолжили заседание, которое проходило на Ленина, 13 А, в городском здании ПНЦ. Было много



которую кроме членов бюро приглашались и их дамы. Организовывает это мероприятие директор «Механобра» Леонид Абрамович Вайсберг. Фирма успешная, поэтому все делается на высоком уровне. В аэропорту встретили, привезли на Васильевский остров в гостиницу ВСЕГЕИ, поселили в хороший двухместный номер, в котором на столике стоял большой букет алых роз для Галины Николаевны с визиткой от Вайсберга. Встречающие мигом решают любой вопрос.

С 12 часов по первой программе в прямом эфире транслировалось вручение В. В. Путиным Государствен-

участниками нас отвезли в Мариинку, где мы слушали «Фигаро» на итальянском языке (правда, с кратенькими титрами по-русски). Интересно, что роль Фигаро исполнял Эдуард Цанга, заслуженный артист Республики Коми.

**13 июня 2012 г., среда
Санкт-Петербург**

До обеда заседали в Механобре. Познакомились с визитной выставкой, потом были доклады по проблемам технологии. Галина с Тамарой съездили в Германское консульство, сдали фотодокументы на визы. Со-



выступающих, очень активным был Н. Л. Добрецов, подводивший итоги.

Пообщали в ресторане «Горький», затем были экскурсии, мы посетили Горный институт, с которым у нас хорошие контакты и совместные работы. Институт работает интересно, много молодых сотрудников. Сфотографировались с Асхабом у мемориальной доски Красноштейну, основателю института.

С 18 до 22 был прием в здании на ул. Королева по поводу 25-летия Пермского научного центра. Много поздравлений. Поздравляли и администрация, и руководство, и банкиры, и промышленники, и ученые. Постепенно ряды редели, но мы оставались до конца. Потом с Рошевским, Павловым, Чарушиным, Новиковым посидели с часок в фойе за бутылкой вина.

16 июня 2012 г., суббота Пермь — Сыктывкар

Встал в 4 часа, в 6 выехали в аэропорт. Улетели вовремя, но уже в Москве с Асхабом разошлись, ехали от самолета до аэропорта в разных автобусах. Меня уже давно ждала Гаяля перед регистрационной стойкой. От последнего питерского дня она в восторге, омрачился он только отменой концерта Нетребко. В Сыктывкаре холодновато, пришлось надеть куртку. От аэропорта до дома шли пешком с вещами. Разобрал бумаги и содержимое сумки, освоился, но в себя полностью так и не пришел — выдохся в переездах. Лег спать около 21, но в 12:30 разбудил звонок В. И. Павлишина. Он с одним из своих друзей и соавторов засиделся,

обсуждая создание новой книги «Кристаллография в лицах», и поспешил сообщить, что среди немногих живущих включает и мою особу, как это было в «Минералах и особых».

11 июля 2012 г., среда Москва — «Октябрьская революция»

Гаяля ходила в магазины и аптеки, а я оставался в номере. Не мог прийти полностью в себя. Не работал, в основном читал. Было много звонков. В Сыктывкаре холодно, 14°, в Москве тоже не очень жарко. Облачно. В 15 часов поехали на «Речной вокзал», хотя отправление нашей «Октябрьской революции» назначено на 19:30. Поскольку теплоход совершает кольцевые экскурсии, он уже стоит с утра. Каюта готова, та же, что и в 2010 г., ее отремонтировали, как и весь теплоход. По сравнению со стоящими рядом «писателями» выглядит небольшим, трехпалубным, но до Астрахани по летней Волге может пройти лишь он, большие суда идут до Сызрани.

Все теплоходы бело-голубые, наш почему-то серо-зеленый. Зато сразу же привлекают внимание его ухоженность, историчность. Матросы в форме, обходительные. К отходу появилась вся obsłуга. Руководители оказались те же. Нас узнали, приветствовали тепло, с поцелуями. Сразу же после отхода ужин. Столик на носу, место уютное. Соседка с ребенком приветливые и доброжелательные. Еда вкуснейшая. Долго стояли на палубе, любуясь московским берегом, каналами. Наступило полнейшее умиротворение.

20 июля 2012 г., пятница
Волга — «Октябрьская революция»
Пролетела незаметно половина путешествия. Конечно, ничего не успел сделать, да и состояние здоровья не благоприятствовало выполнению серьезных дел. Весь путь проболел, восстанавливаясь только вчера-сегодня, да и то остается глубокий кашель с мокротой, от которого вряд ли скоро избавлюсь.

Ночь и день шли вверх по Волге. Утром прошли Цаган-Аман. В 14:30 остановились у одной из проток Ахтубы на более чем четырехчасовую зеленую стоянку, нам уже знакомую. Огромный пляж, жара за 35°. Оборудовали место под развалившимся зонтиком, взяли зонтик и кресло напрокат. Оказалось терпимо: тень и небольшой ветерок. Корабельные повара жарили шашлыки, но они не пошли, съели по кусочку. Берег прекрасный, чистый, вода нормальная. Даже искупался один раз, а Гаяля бегала в воду непрерывно. Просидел раздетым в тени весь период стоянки, но не обгорел. Очень довольны стоянкой. Вечером до захода солнца стояли на палубе. Солнце здесь садится в 20:15.

Разговаривал с Асхабом.

21 июля 2012 г., суббота «Октябрьская революция»

Рано утром пришли в Волгоград и уже в 8 часов высадились на берег. Разбрелись до 12 часов, кто на экскурсии, кто по своим маршрутам. На рынке опять купили фрукты, запаслись рыбешкой, взяв немного даже на Сыктывкар, купили газеты, попили чаю. На выходе из Волгограда под Мамаевым курганом побросали в воду цветы в память о погибших за Родину. Если верить бабе Тане, то где-то под Царицыном погиб и мой дед Петр, хотя я не уверен: в детстве не расспрашивал, к сожалению.

Вечером был большой концерт, «в память тем годам», организованный экспромтом. Участвовали и пассажиры от 14 до 90-летних. Но задавали тон в основном профессионалы — культработники и аниматоры. Закончился вечер уже за Камышином, но я ушел немного раньше. А до полуночи, как обычно, веселилась дискотека и в столовой развлекал путешественников дуэт «Брызги шампанского».

17 августа 2012 г., пятница
После планерки успел отправить поздравление с 60-летием А. А. Баряху в Пермь и написать полторы стра-



ницы делового текста. Галия с Ритой привезли сумки с закусками, а потом с женщинами нашей лаборатории нарезали и накрывали стол. Асхаб с утра вручал молодежные сертификаты на жилье и накрывал стол в центре. Празднование начали, как и намечали, в 11 часов. Столы пришлось дважды наращивать. Очень много желающих поздравить. Поздравляли вначале Галю — у нее хотя и неофициальный, но юбилей — 55 лет. Море цветов, множество подарков, теплые коллективные и индивидуальные приветствия. Потом подъехал Асхаб, которому исполнилось 64 года. Поздравления далее шли перемежающиеся. Около полудня число гуляющих поредело — женщины работают до обеда в пятницу, да и у мужчин дела. Все же оставалось еще много людей. Мы уехали где-то в третьем часу, но активная группа еще оставалась, да и уборку надо делать. Я выдержал мероприятие относительно легко, но дома сразу уснул, проснулся лишь в 18 часов. Да и после ужина не засиделся.

Ольга Котова, появившаяся только сегодня, привезла из Австралии бумеранг, а из СПб — сигнальные варианты «Записок».

19 августа 2012 г., воскресенье

День провел бездарно, практически ничего не делая. Почувствовал себя плохо и пошел на поводу недомоганий, может более этим их и усугубляя. Надо было сопротивляться. У Гали не проходит простуда.

20 августа 2012 г., понедельник

Самочувствие отвратительное. На мою хронику явно наложилась какая-то инфекция. Даже температура поднималась до 38,4°. Сосредоточился тем не менее и стал с утра интенсивно работать, что и делал весь рабочий день, не отрываясь. Первым делом составил авансовый отчет по нашему путешествию, определился со справками. Но самое главное — дописал и оформил отзыв-предисловие на книгу С. М. Николаева по мистической минералогии и отоспал разными путями со всеми другими бумагами. Боюсь, что он уже потерял всякую надежду ждать. С. Шанина вернулась из экспедиции. Материал привезла, но перспективы не радужные. Соловики завершают работы на Печоре. Занимался другой срочной текучкой, телефонными переговорами. Асхаб тоже заболел и тоже с температурой. Купили Рите в подарок электронный



Выездное собрание Отделения наук о Земле (Санкт-Петербург). Слева направо: академики РАН В. А. Коротеев, Н. С. Бортников, А. М. Асхабов, А. Д. Гвишиани, Н. В. Соболев, Н. П. Юшкин

фотоаппарат, очень хороший и красивый. А то она снимает все еще на пленку. Очень рано, около 19³⁰, отключился, напичкался лекарством. День был очень холодный. Ночь и весь день лил дождь, только в самом конце дня просветело.

21 августа 2012 г., вторник

День ясный, солнечный, но не жаркий: утром 1°, днем 12–14°. Занимался весь день разработкой различных вариантов компоновки стендового доклада. Общая схема выработалась, завтра начнем реализовывать.

Надо сделать за два дня, чтобы успеть распечатать. Вечером звонил Ю. М. Дымков с просьбой дать отзыв на их исследования по Долматовскому месторождению.

22 августа 2012 г., среда

День 91-летия Республики Коми, хотя празднования не видно. Правда, награждали Л. В. Махлаева и Я. Э. Юдовича новыми званиями, Асхаб ходил по различным собраниям, включая торжественное заседание в Музтеатре. Галина на работу не пошла, никуда не выходила, я по пути на обед при-



Академик Н. П. Юшкин и профессор Р. И. Конеев



Академик Н. П. Юшкун и профессор, д. г.-м. н. С. В. Кривовичев

купил продуктов. А в основном целый день работал над компоновкой доклада. Составил тексты, собрал иллюстрации, рассчитал площади для их размещения. Передал Т. Тетериной, чтобы сделала макет, в который потом внес корректиды.

Прислали программу конференции о взаимодействии воды с горными породами в Томске с 1 по 5 октября. У меня там второй пленарный доклад. Но боюсь, что участия не получится — смыкается с собранием РМО. Разговаривал с Ю. Б. Маринным, вставил ссылку в тезисы на проект РФФИ.

23 августа 2012 г., четверг

Проводил Маргариту. Посадил в вагон первой, попрощался, купил на вокзале свежие газеты и поехал в институт. Успел с час поработать, а в 10 было назначено заседание президиума по итогам проверки ИЭЭСПС. Комиссия была представительной и, судя по докладам, жесткой, пришлось смягчать. Провели довольно быстро, поскольку руководителям надо было улетать, завершили в 11:30. Идут статьи в *Вестник*, сложности с рецензированием. Напоминают о наших долгах, которых сверх нормы. С. М. Николаев известил о получении моего отзыва и других документов по электронке. Поздравил Б. И. Пирогова с 80-летием. А у Главы РК вручали дипломы почетного деятеля науки РК, получил Л. В. Махлаев, даже попал на фото в газеты. Я. Э. Юдович в отъезде. Почетными гражданами РК стали Р. Сметанина, В. А. Витязева,

Г. Юшков (жива только Сметанина, которую все высоко чтят за ее активную деятельность). А в прошлом году избрали Д. А. Батиева, А. А. Чернова, И. П. Морозова.

24 августа 2012 г., пятница

После короткой и практически неинформационной планерки выверял текст плаката, в котором оказалось много ошибок. В целом его скомпоновали, но с подбором красок пока не получается. В понедельник это сделает Татьяна Некучаева, которая выйдет из отпуска. С В. И. Катковой просмотрели материалы по происхождению и эволюции жизни, возможностью трансформировать их в статью для «Палеонтологического журнала», о чем непрерывно напоминают. Передал все материалы, чтобы попытались со С. Шаниной структурировать в статью. С. Шаниной передал также черную соль для исследования, надо наметить их программу.

Поздно вечером позвонил Андрей. Они уже в Киеве. Дома будет в воскресенье.

26 августа 2012 г., воскресенье

Ночью болело сердце, и днем плохо, аритмия, пульс 163. Не выходил, зато досталось Гале. Она несколько раз ходила в город, все делала по дому, даже прочистила водопровод. Я тоже сделал много своих дел. Подготовил материалы к нескольким лекциям, другие материалы.

Приехал Андрей. Путешествием в Грецию довольны, прошло оно без неожиданностей и препятствий.

27 августа 2012 г., понедельник

Позавчера скончался от рака А. Э. Гликин. С ним меня, да и всех минералогов связывала дружба и совместные дела. Я в свое время был оппонентом его кандидатской диссертации. Человек он был неординарным, активным. Много делал для ВМО-РМО. Ушел на 69-м году. Болела той же болезнью его супруга Е. Котельникова, но как-то выкарабкалась. Написал пространное соболезнование от института и от нас с Асхабом, отоспал на геофак СПбГУ.

Целый день трудился, но мало что довел до ума. Даже доклад еще в нескольких макетных вариантах.

28 августа 2012 г., вторник

Поздравил Ю. Г. Оводова с 75-летием. Был узкий круг директоров и членов Президиума. Побыл около часа и ушел потихоньку, так как много другого дел перед отъездом.

Отпечатали все плакаты докладов, передали Андрею. На флашкубросили все доклады. Осталось оформить справку на вывоз.

Выправил практически готовый июльский номер *Вестника*. Провел заседание с выпускающими ближайших номеров, выбранными из тех, кто оказался в институте. Передал Гале милиционеров с очередным псевдометеоритом. Асхаб уже улетел в Москву и далее.

29 августа 2012 г., среда

Собирал материалы ЕМС, сказали программу, изучал.

Появилась Т. П. Майорова, хорошо отдохнула в «Раю», как называют Майорку. Определились по главным вопросам: аспирантуре, приему, вручению билетов, началу занятий и т. д.

Отвратительно со здоровьем. По уму надо бы отказаться, но много «заязано».

30 августа 2012 г., четверг

Подобрал все материалы, не успел сделать лишь одно небольшое дело. В институте был до обеда, потом дома. Собрал портфель и чемодан в общих чертах. Дособираю утром. Звонила Марго, доехала, уже вся в делах.

31 августа 2012 г., пятница Сыктывкар — Москва

С прилетом, как всегда, опоздали часа на три. Хорошо, что водитель дождался, доехали быстро, устроились. Я от напряжения и диких болей почти отключился. Читал газеты.



**1 сентября 2012 г., суббота
Москва—Франкфурт-на-Майне**

Предельно тяжелый перелетный день, и в первую очередь по моему критическому состоянию здоровья. Еле передвигаюсь, еле сажусь и встаю. По уму еще неделю назад надо было отказаться, но все надеялся на улучшение. Чувствовал какую-то ответственность перед минерологией.

В Домодедово выехали, боясь субботних пробок, рано, в 7 часов, но приехали быстро, так что час пришлось ждать начала регистрации. Потом длительная процедура прохождения через различные контрольные преграды. В зале попили чаю, а потом нас гоняли от выхода к выходу, меняя их. Даже один раз посадили в автобус, а потом высадили, так как не был готов самолет. Сильный сквозняк, мы на грани простуды. Вылетели с часовым опозданием. В самолете летел нормально, но в аэропорту Франкфурта собралась огромная очередь на паспортный контроль. К тому же у Светы потерялась дочка Юля, не может найти. В конце концов все воссоединились. Андрей нашел большую машину, на которой доехали до нашей гостиницы «Европа». Получили номера, я на четвертом этаже, Гая — на пятом. Номера вполне удобные. Место в самом центре — у вокзала и моста через Майну. Но вот до университета Гете, где будут проходить заседания, добираться трудно. Да и придется мне попадать туда лишь на некоторые мероприятия. Много не выдержу. Молодежь вечером пошла знакомиться с городом, мы с Галей приходили в себя. Я даже в окно не выглянул.

**2 сентября 2012 г., воскресенье
Франкфурт-на-Майне**

После завтрака все пошли погулять по городу, я пытался поработать. В 14 часов поехали на такси в университет, но такси довозит только до университетского городка, дальше не пускают. До регистрации надо было идти довольно далеко пешком, причем в гору по многочисленным лестницам. Даже враскоряку идти не могу, еле затащил себя. Сразу же встретил знакомых: Р. Конеева из Ташкента с помощником, многих других. Появился и наш Е. Голубев, который оформлялся в самый последний момент, но успел. Завершилось заседание Совета ММА, участники вышли регистрироваться. Подошел явно радостный С. Кривовичев. Его

избрали вице-президентом, а через два года будет Президентом ММА. Я особенно рад: мне во время моего ухода с поста вице-президента пришлось провести настоящую войну. Под давлением англичан представителя России не хотели брать даже в члены Совета, считая, что нужно заменить африканцем, но мне удалось организовать и поддержку и даже давление, проконтролировать все выборные этапы. Сергея избрали с неплохим результатом, и его сразу же вписали в новый состав. Это было в Венгрии. Я могу с полным основанием гордиться тем, что в нелегкий период международных отношений отстоял престиж и интерес России, по крайне мере в важной сфере геолого-минералогических наук.

Обратно боялся добираться, практически стал недвижим. Андрей решил через Оргкомитет вызвать такси прямо к регистрации. На это ушло много времени, но в конце концов машина появилась, увезли. Понял, что все мои самые скромные планы невыполнимы, придется участвовать в работе ЕМК дистанционно. Сохранить бы себя до Сыктывкара.

**3 сентября 2012 г., понедельник
Франкфурт-на-Майне**

Вероятно смог бы полдня участвовать в работе ЕМК, как планировал раньше, если бы довезли меня прямо до здания, но это не реально. Оставался весь день в номере, даже на прогулку не выходил. Временами работал, читал, отдыхал, лечился. Плохо, но есть маленькая тенденция на улучшение.

Разговаривал с Ю. Б. Маринным по делам РМО. Сообщил об успехах С. В. Кривовичева. Но вот из активистов РМО никто не приехал, даже Войтеховский, Булах, и в Евросоюзе РМО представляет Кривовичев.

**4 сентября 2012 г., вторник
Франкфурт-на-Майне**

Андрей утром вывесил мой стендовый доклад, а когда пришел снимать, он оказался снятым и исчез вместе с тубусом. Похоже, что инициативу проявил Р. Шайбеков, у которого доклад был тоже в это время, и он решил облегчить мою работу. Но не учел, что у Андрея и Гали завтра доклады и Андрею не в чем их везти.

Весь день «прописал» в номере. Разнообразил только процедуры, которые делает Гая трижды в день.

**5 сентября 2012 г., среда
Франкфурт-на-Майне**

Андрей развесил на стенде свой доклад и Галин, так что наше научное участие в ЕМК завершилось.

Много раз связывался по телефону с Сыктывкаром. Отменил свои лекции. Записался на прием к врачу, но лишь на 14 часов. Боюсь, что загоняют с анализами, а надо как-то попасть в стационар, в 4-ю терапию. К сожалению, теперь у меня и выходы ограничены.

**6 сентября 2012 г., четверг
Франкфурт-на-Майне**

Утром после завтрака заходили Асхабовы. Просидели часа два. Обсудили всякие дела и возможность попасть в 4-ю терапию, где бы я прошел полное квалифицированное обследование. Ну а день традиционно провел в номере, принимая Галины процедуры, и прорабатывал кучу прессы.

**7 сентября 2012 г., пятница
Франкфурт-на-Майне—Москва**

В аэропорт поехали в 9 часов, но оказалось, что рано. Регистрация началась только в 11. Удалось почтить сидя в удобных креслах. На регистрацию к стойке не выходил, но заставили Андрея приподнять меня и показать. Весь контроль прошли удивительно легко и быстро. Много знакомых, но все летят разными путями. Первым проскочил Голубев — летит Аэрофлотом. Следующим рейсом Аэрофлота летит семья Соболева. Никулова летит через Ленинград.

Хорошо, что вовремя появился Андрей. Оказалось, что нам сменили выход. А так бы мы и прождали до вылета. Нашли новый гейт, прошли контроль безопасности. Ждали недолго. Самолет вылетел с полчасовым опозданием, но в полете нагнали, прилетели вовремя. Места были хорошие, так что долетели нормально. Правда, выходить к автобусам пришлось через хвостовую дверь. Но зато подвезли прямо к паспортному контролю, где не было очереди и на получение багажа. Созвонился с гаражом, с водителем. Ехали до гостиницы что-то долго, но Гая с Андреем после заселения успели сбегать в магазин. Поужинали мы в первом часу.

**8 сентября 2012 г., суббота
Москва**

Оставался в гостинице.



АМДЕРМА-2013

«Берег Карского моря между мысом Скалистый и устьем ручья....» — такая привязка появилась теперь и в наших полевых дневниках. Можно было только мечтать увидеть этот край Земли — 69-я параллель. А дальше снежная и холодная Арктика, высокие широты и полюс...

Сто лет назад здесь разворачивались события из книги «Два капитана», и места эти были дикие, необжитые и недоступные лишь полярникам, которые годами видели только льды и снега. Все эти названия — пролив Югорский Шар, Баренцево море, Карское море — из эпохи географических открытий.

Амдерме в этом году исполняется 80 лет. В 1933 г. благодаря обнаружению флюорита зародилась, а потом и закипела жизнь на самом севере Югорского полуострова. За 80 лет люди многое узнали про далекий Север и суровый Пай-Хой. Его осваивали метеорологи, геологи, военные. Метеорологическая станция работала, работает и будет работать. Востребованность других служб менялась в зависимости от государственной необходимости. Но неполные знания всегда оставляют возможность узнать больше и лучше.

В 70-х годах прошлого века здесь активно работали и сотрудники нашего института. Читая книгу Н. П. Юшкина «На островах Ледовитого», можно только поражаться размаху экспедиционных исследований, спецрейсам самолетов из Сыктывкара, экспедиционному кораблику, смело бороздившему ледяное Карское море, тоннам горючего, количеству отрядов, комплексно изучавших Пай-Хой,

Вайгач, Новую Землю. Сейчас работы куда скромнее и обходятся гораздо дороже, но основная их часть, конечно, была выполнена ранее трудами многих и многих первопроходцев.

Мы не видели бесчисленных лежбищ тюленей, стад оленей и птичьих стай (так, единичные), хотя читали об их несметных количествах. Берега опустели. Может быть, виной тому

Академик Н. П. Юшкин не представлял жизни без экспедиций. Одним из любимых районов был Пай-Хой. Николай Павлович мечтал хотя бы на один день вернуться в Амдерму...

Институт геологии продолжает крайне важные геологические изыскания на Пай-Хое.

небывало жаркое лето и все они ушли, улетели дальше на север. А может, в их исчезновении виноват человек.

В пустынной Арктике остались его следы — долго незаживающие шрамы от вездеходных дорог, пересекающие тундру газо- и нефтепроводные трубы, строения разных назначений и, словно мираж большого белого города на берегу синего студеного моря, Амдерма — форпост на Крайнем Севере.

В последние годы жизнь здесь почти угасла, несмотря на то, что сейчас добраться сюда нетрудно — всего несколько часов лета регулярными рейсами, и здесь есть все блага цивилизации, включая сотовую связь, досягающую почти до берега Баренцева моря. Можно лишь с горечью представить, сколько сил и средств было брошено сюда когда-то в попытке покорить и освоить этот суровый край.

Сыктывкар, Усинск, Нарьян-Мар, Амдерма — и ты на краешке Земли. Вот вездеход — и ты уже ползешь по этим просторам, на первый глаз кажущимся совершенно пустой тундрой. Наверное, все геологи, впервые попавшие сюда, всматриваясь в эту расстилающуюся перед ними даль, задают себе вопрос: «А где же обнажения?» — и удивляются, увидев глубокие каньоны, в которых вскрываются толщи, давшие начало исследованием и жизни этого региона.

Берега Карского моря и оз. Тое-нато, каньоны рек Желтая, Юдяедь-яха и обнаженные макушки здешних «гор» высотой всего лишь 100—150 метров — вот места наших работ. На этой территории клином выходят к побережью Карского моря древнейшие допалеозойские породы, возраст мощных толщ которых неясен до сих пор. Нами были изучены разрезы амдерминской, морозовской и сокольниковской свит. Еще рано делать выводы, полевой материал только подготовлен к исследованиям.

Из информационного отчета: «Общее впечатление от сравнения позднедокембрийских толщ Пай-Хоя и севера Урала: в блоках доуралид, которые мы видим на Пай-Хое, в позднем рифеевенде практически не



Жизнь везде пробьется.... (верховые р. Желтая, Пай-Хой, песчаники, верхняя часть морозовской свиты)



Мыс Скалистый. Югорский п-ов (гравелиты и песчаники средней части морозовской свиты)



Артобъект «Приплии». Берег Карского моря близ устья р. Яркоцеяха

было собственного магматизма. Мы видим только его отголоски — сланцы по туфам и терригенным породам, и создается впечатление, что это задувовая или преддуговая область древней островной дуги, которая прослеживается в блоках доуралид Полярного Урала. Смена тектонических условий произошла к концу морозовского времени, появились вулканы и продукты их деятельности, базальтоиды и кислые вулканиты. Возможно, сместилась зона магмогенерации, изменился наклон субдуцируемого слэба, проявились другие факторы, определившие геологическое строение региона. Для определения возраста терригенных толщ и реконструкции геодинамических условий их образования были отобраны пробы песчаников и мелкогалечных гравелитов, из которых будут извлечены детритные цирконы для изотопного U-Pb датирования методом LA-ICP-MS...».

Проведение полевых работ в пределах древнего блока на севере Пай-Хоя (геологический отряд №7 ИГ Коми НЦ УрО РАН, нач-к К. В. Кулкова) стало возможными благодаря сотрудничеству с ЗАО «Поляргео» (г. Санкт-Петербург) в рамках проекта ГДП–200.

Лирическое отступление. Каждое лето я езжу к морю дышать морским воздухом, бродить по пляжу, разглядывая выброшенные штормом водоросли, крабов, ракушки, черный песок, ну и купаться, несмотря на то, что это — южное побережье Карского моря.

В этом году весь июль, как и положено на этих широтах, высоко стояло солнце, но, несмотря на географическую широту, было еще и жарко, лишь ветер нес с моря ледянную прохладу. Растиали нетающие снега, и море очистилось ото льда, обнажились берега озерных блюдец, до этого почти слившихся на земле в сплош-



Южный берег Карского моря между устьями рек Еркыяха и Яркоцеяха (дайка метадолеритов в песчаниках средней морозовской свиты)

ное водное царство. И много нового открылось нашему взгляду. Мы, как всегда, набили рюкзаки всеми своими теплыми вещами, не ожидая, что такое лето возможно на этой широте. Тундра поплыла, стала мягкой и глубоко проседающей под ногами, идешь, и она обнимает тебя где по щиколотку, где по колено, а где и вовсе по пояс.

Еще нас уверяли, что здесь такие ветра, что не понадобятся никакие средства от комаров. Однако они были, но не в ужасающем количестве. Появлялись комары к вечеру, когда жара спадала, и назойливо звенели, гудели вокруг нас, чувствуя свой короткий век. А в разгаре лета тундра покрылась россыпью цветов, пусть маленьких, но ярких. Из-за жары нередко накатывали густые молочные туманы, которые как бы выплывали из моря, а потом утекали обратно в него и прятались, как в засаде. Солнце казалось неизмеримо большим, красным и расплывающимся. В августе и сентябре тепло ушло на юг, а тундра стала яркой красно-рыжей. Над ней висели вместе и солнце и луна. Уже понадобились печки, свечки, фонари. Ветра усилились, и все живое, включая нас, стало мигрировать на юг...

К. г.-м. н. О. Удоратина,
к. г.-м. н. А. Соболева



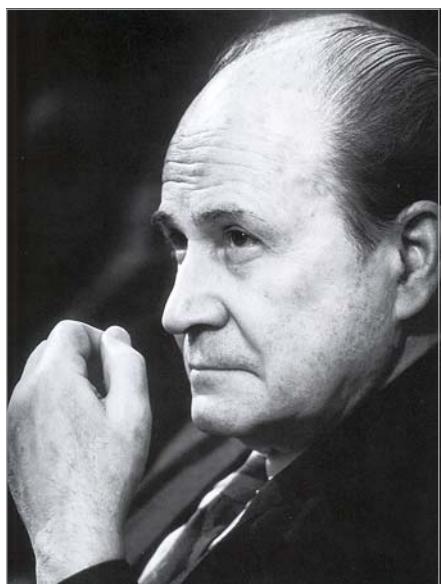
Самое высокое дерево на севере Пай-Хоя (гравелиты сокольниковской свиты, верховые р. Яркоцеяха)



ПАМЯТИ ПАТРИАРХА РОССИЙСКОЙ ГЕОЛОГИИ Б. С. СОКОЛОВА

[09.04.1914–02.09.2013]

2 сентября 2013 г. на 100-м году жизни скончался академик Борис Сергеевич Соколов — выдающийся палеонтолог и стратиграф, один из ярких представителей когорты ученых, с именами которых связаны стремительное развитие и расцвет геологической науки в 1940—1980-е гг. Поколение, к которому принадлежал Б. С. Соколов, прошло через нелегкие испытания, выпавшие на долю нашей страны в XX веке.



Борис Сергеевич родился 9 апреля 1914 г., накануне Первой мировой войны, в старинном русском городе Вышний Волочёк Тверской губернии в семье сельского фельдшера. Уже в школьные годы в нем проявилась огромная жажда знаний — дома он перечитал все старые журналы, которые выписывал отец, коллекционировал окаменелости, в большом количестве встречавшиеся на полях. По окончании школы, в 1931 г., он устроился электромонтером в «Ленэнерго», а в следующем году поступил на вечернее отделение геолого-почвенно-географического факультета Ленинградского университета и вскоре перешел на дневное отделение. В 1937 г. он получил диплом с отличием и был оставлен на кафедре палеонтологии в качестве ассистента.

По окончании университета главным направлением научной деятельности Б. С. Соколов избрал изучение палеозойских кораллов Русской платформы и других регионов СССР. По результатам изучения ко-

раллов он обосновал новую стратиграфическую схему каменноугольных отложений севера Московской синеклизы. В эти же годы он начал участвовать в геолого-съемочных работах в Средней Азии. Перед началом Великой Отечественной войны ему было поручено возглавить группу советских специалистов для работы в Северо-Западном Китае. В 1943 г. Б. С. Соколов был назначен начальником геологической партии Среднеазиатской экспедиции ВНИГРИ, которая проводила геолого-съемочные и нефтепоисковые работы на территориях геологических депрессий Тянь-Шаня. По возвращении в 1945 г. в Ленинград он продолжил изучение палеозойских кораллов табулят в ведущем нефтяном институте страны — ВНИГРИ, совмещая это занятие с преподаванием палеонтологии в Ленинградском университете. В этот же период он активно включился в уникальную по масштабам программу регионально-геологического изучения Русской платформы на основе материалов опорного бурения, а в 1947 г. защитил кандидатскую диссертацию по склероспонгиям — хететидам.

В 1951—1955 гг. Б. С. Соколов издает фундаментальный труд — пятитомную монографию «Табуляты

палеозоя европейской части СССР». В ней впервые на огромном материале были рассмотрены вопросы систематики, филогении, стратиграфического и палеобиогеографического распространения палеозойских кораллов. В 1955 г. эта работа была защищена им в качестве докторской диссертации. Результаты изучения кораллов табулят вошли в уникальное пятнадцатитомное издание «Основы палеонтологии», за которое четырем его инициаторам — Ю. А. Орлову, Б. П. Марковскому, В. Е. Руженцеву и Б. С. Соколову — в 1967 г. была присуждена Ленинская премия.

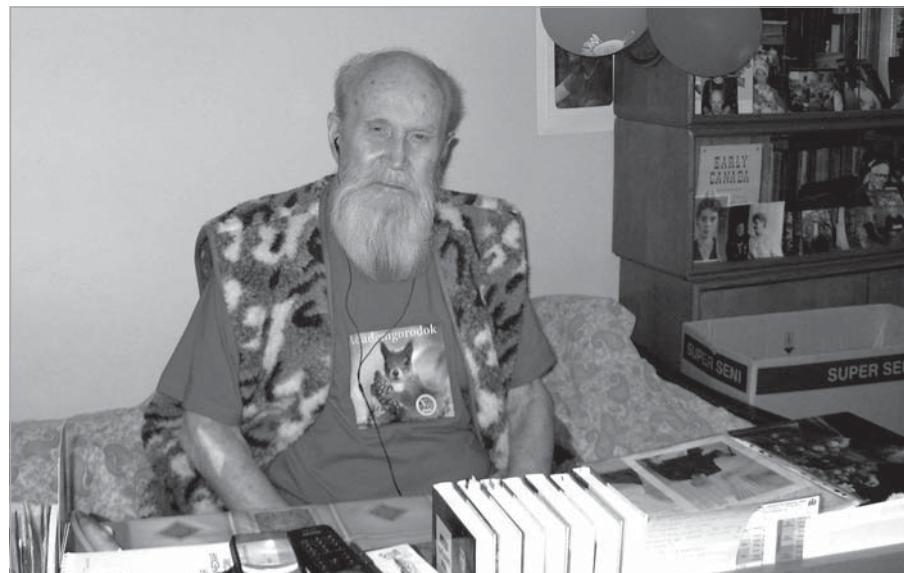
Результаты мирового значения были получены Борисом Сергеевичем также в результате обобщения уникальных данных глубокого бурения на Восточно-Европейской платформе. Оно привело к переосмыслению докембрийской истории биосферы, что позволило получить вывод громадной важности — выделить новую геологическую систему, названную Б. С. Соколовым *вендом* — по имени древнего славянского племени вендов (или венедов). Необходимо отметить исключительность вклада русских геологов в стратиграфию докембра: в 1945 г. Н. С. Шатским была выделена рифейская система, а в 1950 г. Б. С. Соколовым — вендская.





С этим же периодом научной деятельности Б. С. Соколова связана разработка общих принципов стратиграфии. В качестве председателя комиссии по ордовику и силуре Межведомственного стратиграфического комитета он проделал огромную работу по обобщению региональных материалов, способствовавших выделению ордовика в качестве самостоятельной системы. Изучение академиком Соколовым палеонтологии и стратиграфии позднего докембрия и выполненное им палеобиологическое обоснование вендской системы

также организация и проведение в Новосибирске первых симпозиумов по ископаемым кораллам и губкам — всесоюзного в 1963 г. и международного в 1971 г. С той поры эти симпозиумы регулярно собираются каждые четыре года. В 1965 г. Б. С. Соколов организовал в Новосибирске Первый Всесоюзный симпозиум по палеонтологии докембрия и раннего кембрия, явившийся настоящим смотром древнейшей жизни на Земле. Введенный им термин «палеонтология докембрия» стал символом нового направления науки.



привели к признанию ее во всем мире в качестве одного из важнейших геологических открытий нашего времени.

1958–1975 гг. — это сибирский этап в деятельности Бориса Сергеевича, избранного в члены-корреспонденты Академии наук и возглавившего Отдел палеонтологии и стратиграфии Института геологии и геофизики Сибирского отделения АН СССР. Работы велись широким фронтом по всей территории Сибири, Дальнего Востока и Северо-Востока СССР. Результаты исследований отдела за 17 лет нашли отражение более чем в 150 (!) монографиях по важнейшим группам органических остатков и опорным разрезам, в нескольких десятках сборников статей и сотнях статей в отечественных и зарубежных журналах. Сам Борис Сергеевич продолжил активную деятельность в Международном стратиграфическом комитете, в Международной комиссии по проблемам хроностратиграфических границ позднего докембрия, ордовика, силура и девона. С его инициативой связаны

Научные заслуги Бориса Сергеевича были высоко оценены АН СССР, избравшей его в 1968 г. действительным членом (академиком) Отделения наук о Земле по специальности «геология», а в 1975 г. он был избран в состав Президиума Академии наук и возглавил в качестве академика-секретаря Отделение геологии, геохимии, геофизики и горных наук (ОГГГН). При нем в составе академической науки были восстановлены разделы геологии, связанные с понятием «геоэкология», — инженерная геология, гидроэкология, мерзлотоведение.

Особо следует отметить глобальные, а именно биосферные разработки академика Соколова. Его работы, посвященные проблеме зарождения и развития биосфера, являются ярким достижением естествознания конца XX века.

Много лет Борис Сергеевич в качестве председателя Межведомственного стратиграфического комитета (МСК) возглавлял стратиграфическую службу страны, а с 1974 г. являлся бессменным президентом Палеон-

тологического общества, ставшего при нем одним из самых деятельных научных сообществ. В 1990-е и в начале 2000-х гг. Б. С. Соколов был главным редактором журнала «Стратиграфия. Геологическая корреляция» и членом редколлегии журнала «Геология и геофизика». Практически до последнего часа своей жизни он вел многогранную научно-организационную работу в разных комиссиях, фондах и научных советах, являлся почетным членом многих научных обществ и академий Англии, Болгарии, Германии, Китая, США, Канады и других стран.

За выдающиеся достижения в науке, научно-организационную деятельность и вклад в подготовку кадров Борис Сергеевич удостоен многих высших государственных и академических наград. Среди них Ленинская премия, звание Героя Социалистического Труда, несколько орденов, премия и золотая медаль А. П. Карпинского, Большая золотая медаль им. М. В. Ломоносова, научная премия «Триумф».

Борис Сергеевич интересовался и высоко оценивал исследования, проводимые в Институте геологии Коми филиала АН СССР (впоследствии Коми научного центра УрО РАН). Будучи академиком-секретарем ОГГГ (а затем ОГГГН) и президентом Палеонтологического общества, он дважды посещал Сыктывкар, первый раз участвуя в VII Всесоюзном микропалеонтологическом совещании (5–8 сентября 1977 г.), а во второй раз — в 36-й сессии Палеонтологического общества (январь 1990 г.). На обоих форумах он выступал с программными докладами. На выездном заседании Президиума Академии наук (февраль 1988 г.), посвященном созданию Уральского научного центра, он поддержал вхождение в него Коми филиала Академии наук.

Борис Сергеевич продолжал активное научное творчество практически до последнего дня своей жизни, свидетельством чему является серия статей, посвященных живой системе Земли — Геомериде.

Коллектив Института геологии и всего Коми научного центра глубоко скорбит в связи с этой тяжелой утратой и выражает сердечное сочувствие родным, близким и всем многочисленным ученикам и последователям Бориса Сергеевича. Имя академика Б. С. Соколова навечно вписано в историю российской геологии.

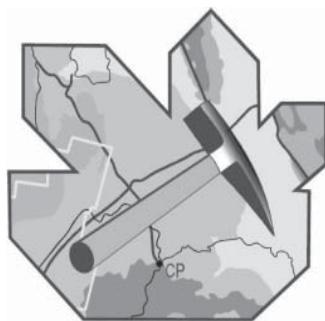


Российская академия наук
Уральское отделение
Коми научный центр
Институт геологии

22-я научная конференция

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

11—13 декабря 2013 г.



Информационное письмо

Институт геологии Коми научно-технического центра УрО РАН приглашает принять участие в 22-й научной конференции молодых ученых «Структура, вещество, история литосфера Тимано-Североуральского сегмента», которая состоится 11—13 декабря 2013 г.

Оргкомитет конференции

*Почетный член оргкомитета
академик А. М. Асхабов*

*председатель
к. г.-м. н. Е. В. Антропова*

*зам. председателя
к. г.-м. н. Н. С. Бурдельная*

*секретарь
Е. М. Ардашова*

Заявки на участие в конференции и доклады направлять по адресу:
167982, Республика Коми,
г. Сыктывкар, ул. Первомайская, 54
Институт геологии
Коми НЦ УрО РАН
секретарю оргкомитета
Ардашовой Евгении Михайловне

Тел.: (8212) 24-51-83,
факс: (8212) 24-53-46.
Эл. почта: juventus@geo.komisc.ru,

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

**Тематика конференции
включает все основные направления
наук о Земле**

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

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

Материалы докладов представляются электронной версией и призываются по электронной почте присоединенными файлами на адрес оргкомитета.

Планируется опубликование материалов конференции в виде сборника к началу конференции.

**Иллюстрации и текст отправлять
отдельными файлами!**

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

**Участие в конференции бесплатное
Основные даты:**

Приём заявок — до 1 ноября.
Приём докладов — до 16 ноября

18-Й ЛИТЕРАТУРНЫЙ АЛЬМАНАХ ГЕОЛОГОВ

Вышел в свет 18-й литературный альманах, получивший название «А гора остается горой» и отражающий поэтическое, прозаическое и мемуарное творчество геологов нашего института и Республики Коми. Даже для инициаторов этого проекта, начатого в уже далеком 1995-м году с «благословения» Николая Павловича Юшкина, его такой длительный «возраст» и «плодовитость» оказались неожиданными.

Конечно, не все идет гладко. К сожалению, энтузиазм старых литераторов от геологии почти не поддерживается молодым поколением изыскателей недр.

Но есть и приятные результаты. Наши альманахи читают не только наши коллеги по цеху. Они получили признание и в стане профессиональных писателей, поэтов и журналистов, о чем свидетельствует их активное

участие в нашем проекте. Наши литературные сборники — неотъемлемая и органичная часть современного литературного процесса республики. Наиболее яркие и удачные произведения литераторов от геологии охотно печатали на своих страницах журнал Союза писателей России «Наш современник», альманах Коми писательской организации «Белый Бор» и альманах «Сыктывкар», ежегодно выпускаемый администрацией нашего города.

Тем не менее наши сборники ориентированы в первую очередь на друзей и коллег. И очень приятно, что наше творчество ими ожидали и вос требовано. Буквально на днях Игорь Рыжов, бывший научный сотрудник нашего института, работающий сейчас в агентстве «Интерфакс», приспал такое письмо: «Большое спасибо за эк-

земпляр альманаха «А гора остается горой». Только получил на почте его, сразу уселился читать, пока только прозу, для поэтической части нужно настроение соответствующее.

Ностальгия сразу прижала — многое из описанного я испытал или мог испытать в своей северной молодости. А история про «ковры-мовры» — точно могла случиться в Хорейвере, там как раз в нашу бытность зазимовал здоровоый буксир аккурат на взлетной полосе, это было году в 81-м, если ничего не путаю. И сухой закон был введен решением директора оленсовхоза, и просили нас оленеводы для них закупить спирт питьевой по 9—50 бутылка, и совали деньги немерены по тем временам. А вечерами в поселке шатались полуяные ненцы, буквально от мала до велика. Откуда что и брали! Нас-то им уговорить не удалось.



Вообще чувствуется, что авторы и персонажи, в которых авторы порой и угадываются, — люди настоящие, не без человеческих слабостей и недостатков, но симпатичные, выпуклые, интересные.

Еще раз спасибо за то дело, которое вы небольшим коллективом поддерживаете, за такие альманахи! Мы с Наташей (жена И. Рыжова) по прошении почувствовали атмосферу та-

кого творческого геологического сообщества, которых, видимо, мало осталось, а может, и было-то немного. Кстати, предыдущие выпуски не висят в интернете?

Такого рода отзывы, конечно, придают еще больше сил и энтузиазма. Будем работать дальше. Кстати, сбор материалов для нового альманаха уже начат. Присоединяйтесь!

В заключение хочется выразить признательность генеральному директору горно-геологической компании «Миреко» Игорю Валентиновичу Деревянко за финансовую помощь в издании альманаха, а коллективу редакционно-издательского отдела института — за оперативность и доброжелательное отношение к нашему проекту. Спасибо всем, кто нам помогает!

А. Иевлев

ПЕТР ПЕРВЫЙ И ЕДИНСТВЕННЫЙ

40 лет назад, т. е. в «дремучем» 1973 г., юный и еще не обросший авторитетом Петр Юхтанов пришел на работу в наш институт. Институту тогда было 15 лет от роду. Как шутит сегодня наш юбиляр, в то время в институте не было никого, кто бы отработал в нем такую прорву лет.

Я познакомился с Петей в 1978-м, накануне своего совершеннолетия. Закончив первый курс физмата СГУ и прочитав статью в местной газете о работах съктывкарских геологов на Новой Земле и Вайгаче, я загорелся идеей тоже там побывать. Однако Н. П. Юшкин, с которым я тоже тогда встретился впервые, одобрав в целом мой романтический порыв, свел меня с Петей, который ехал на неведомый мне Приполярный Урал, что, согласитесь, звучало тоже неплохо. Таким образом, Петр стал моим стalkerом в невероятном мире дальних стран и связанной с ними геологии. Так вышло, что мое первое вхождение в этот мир продолжалось более трех месяцев. Я научился мастерски рисовать грани головок кристаллов горного хрусталя, правда, Петр называл мои художества фантастикой, и лишь к концу полевого сезона — научной фантастикой. Я впервые соприкоснулся с такими недоступными мне ранее понятиями, как спирт, оружие, медведи, портняки, диметилфталат, бичи и многими другими. Мне доверили огромную сумму денег и велели самостоятельно добраться из Березово в Сыктывкар, дав мне еще и более молодого спутника. И на протяжении этих трех месяцев авторитет и интеллектуальное пре восходство Петра были неоспоримы. Лишь однажды мне удалось на практике доказать ему, что железную миску для супа можно называть плошкой, но чашкой — непозволительно. Я сварил на завтрак чашку макарон, как и приказал Петр. Начальник долго

удивлялся малому объему еды, но признал свою неправоту.

Затем мы встретились лишь через четыре года. Петр Юхтанов занимался изучением кварцево-хрустально-носных месторождений Приполярно-Уральской провинции. Он увлекся исследованием минерального состава хрустально-носных гнезд, формы и анатомии кристаллов кварца. Им были предложены способы количественной оценки габитуса индивидов. Значительный вклад Петр внес в познание генезиса и закономерностей размещения хрустально-носных месторождений.



А дальше все пошло так, как и бывает у настоящих ученых, увлеченных своим делом. Интересы Петра существенно расширились. Он принял участие в разработке алмазной тематики. Затем ушел с головой в проблему сохранения геологического разнообразия и геологического наследия на Европейском Севере России. Составленная им в кооперации со многими учеными нашего института монография «Геологическое наследие

Республики Коми» является замечательным примером привлекательной, интересной, популярной и глубоко научной книги, пользующейся спросом у широкого круга читателей.

Сегодня П. Юхтанов занимается очень важным вопросом возрождения Коми регионального отделения Русского географического общества. Неожиданно для многих он оказался на своем месте, и дело сдвинулось с мертвой точки. Конечно, при содействии целого ряда ученых, руководителей, бизнесменов. Но факт есть факт — получено финансирование на проведение первых экспедиций по линии РГО, и эти экспедиции уже состоялись. И есть предпосылки для успешного продолжения этого замечательного и полезного дела.

Не могу не отметить постоянный живой интерес Петра к литературным альманахам, периодически издающимся в нашем институте. Не написав ни одной строчки в эти книги, Петр активно участвовал в их пропаганде, инициируя и проводя литературные встречи в институте. Более того, он настоял на издании и лично собрал в 2011 г. альманах «Пусть россыпями стелются года», посвященный 75-летию академика Н. П. Юшкина. Фактически он возродил эту многолетнюю литературную традицию нашего учреждения. И в этом году вышел в свет новый альманах «А гора остается горой».

Петр — человек необыкновенный. О таких говорят — харизматичный. Для меня он был первым живым и настоящим геологом. А для нашего института он является, по-моему, единственным Петром в его истории. По крайней мере, если в наших стенах говорят о каком-то Петре, то подразумевают, конечно, Юхтанова.

И дай Бог ему долгих лет и всяческих успехов!

А. Иевлев



НОВЫЕ ИЗДАНИЯ



Шайбеков Р. И.
Платиносульфидная минерализация в габбро-долеритах Пай-Хоя.
 Сыктывкар: ИГ Коми НЦ УрО РАН, 2013. 108 с.

Работа посвящена комплексному (геологическому, geoхимическому, минералогическому) изучению благороднометалльной минерализации в габбро-долеритах хенгурского комплекса и реконструкции условий её

формирования. Основной объем монографии посвящен изучению рудных ассоциаций с благороднометалльной минерализацией и анализу факторов, ответственных за её образование. Установлено и описано большое разнообразие рудных материалов, 17 из которых впервые выявлены на Пай-Хое. Изучены их пространственно-взаимоотношения, закономерности и последовательность образования различных минеральных ассоциаций. Выделены стадии формирования платинометалльной минерализации, описаны минеральные парагенезисы различных стадий и охарактеризованы условия и процессы их становления.



Лосева Э. И.
Год за годом (рабочие записи за 20 лет: 1961–1980 гг.).
 Сыктывкар: Геопринт, 2013. 142 с.

Приводятся записи из двух рабочих дневников (1961–1970 и 1970–1981 гг.). В них рассказывается, как автор постигал науку, с какими трудностями встречался и как их преодолевал, какую бесценную помощь получал от коллег своего института и многих других организаций, какую работу приходилось выполнять в те годы, сколько времени и сил отводилось общественной деятельности.

Дневники снабжены комментариями и именным указателем лиц, с которыми довелось общаться, а также подборкой фотографий.

Книга посвящена памяти Николая Павловича Юшкина, проработавшего директором Института геологии Коми НЦ УрО РАН много лет.



А гора остается горой. Литературный альманах.
 Сыктывкар: Геопринт, 2013. 270 с.

В традиционный, 18-й по счету, литературный альманах геологов Республики Коми вошли прозаические, поэтические и мемуарные произведения работников производственных и научных организаций, преподавателей и людей, неравнодушных к литературному творчеству.



Никулова И. Ю.
Базальные горизонты уралид севера Урала.
 Екатеринбург: РИО УрО РАН, 2013. 240 с.

Приведены новые сведения о петрографических, geoхимических и минералогических особенностях основных литологических типов пород, слагающих базальные горизонты уралид. Сделаны выводы о генетической и стратиграфической принадлежности отложений, источниках и способах поступления терригенного материала. Прослежена стадийность эпигенетических преобразований, определен её вклад в современный облик пород. Установлены лигохимические признаки золоторудной минерализации, необходимые для прогнозирования редко- и благороднометалльного оруденения в нижнепалеозойских толщах севера Урала.



Современные проблемы теоретической, экспериментальной и прикладной минералогии (Юшкінские чтения—2013): Материалы минералогического семинара с международным участием.
 Сыктывкар: ИГ Коми НЦ УрО РАН, 2013. 546 с.

В сборнике изложены материалы минералогического семинара с международным участием «Современные проблемы теоретической, экспериментальной и прикладной минералогии (Юшкінские чтения—2013)», посвященного памяти выдающегося российского минералога академика Н. П. Юшкина, внесшего огромный вклад в развитие широкого спектра фундаментальных и прикладных аспектов минералогии. Широко рассмотрены все проблемы в области наук о Земле



Иевлев А. А., Асхабов А. М.
Предыстория образования Института геологии Коми научного центра УрО РАН.
 Сыктывкар: Геопринт, 2013. 92 с.

На основе архивных материалов и опубликованных работ воссоздана история появления первых учреждений Академии наук СССР на территории Коми. Предпринимаемые на протяжении двух десятилетий усилия органов власти, геологов производственных организаций и ученых привели в конечном итоге к созданию Базы Академии наук в Сыктывкаре, явившейся предтечей будущего Коми филиала АН СССР и Института геологии в его составе. Показана роль Академии наук в организации планомерного изучения Печорского края в 1920–1940-е гг.



В ЗЕРКАЛЕ ПРЕССЫ

Сотрудники Коми НЦ УрО РАН собрались 5 июля с. г. в Сыктывкаре на акцию протеста против реорганизации РАН, законопроект о которой приняла во втором чтении в тот же день Госдума.

«Академическая наука в опасности! — заявил председатель Президиума Коми НЦ А. М. Асхабов. — Реформа академии наук начала реализовываться. Но реализовываться так, что вскоре она может лишиться главного — возможности фундаментальных исследований». В заключение митинга сотрудники Коми НЦ обратились к руководству РК, к председателям законодательной и исполнительной власти о необходимости сохранения и развития единого комплекса академической науки в Республике Коми (Красное знамя, 2013. 11 июля; Республика, 2013. 11 июля).

17 июля в Коми НЦ УрО РАН состоялось рабочее совещание с участием председателя президиума академика А. М. Асхабова, руководителей институтов и подразделений Коми НЦ, а также председателя Государственного совета РК Игоря Ковзеля. И. Ковзель предложил сформулировать предложения по проекту закона о РАН и направить их от Государственного совета РК в Государственную думу (Республика, 2013. 20 июля).

А. М. Асхабов встречался с Главой РК В. М. Гайзером. Надо сказать, что у власти в РК всегда было бережное отношение к науке. Понимали, что наука крайне необходима для развития республики. В. М. Гайзер обещал: «Мы сделаем максимум того, что в наших силах». А. М. Асхабов считает, что «конкретные шаги власти РК будут зависеть от того, в каком окончательном виде закон о реформе Академии наук выйдет в свет. В любом случае правительство РК будет стараться сохранить Коми научный центр и все его институты» (Республика, 2013. 22 августа).

17 августа отметил свое 65-летие академик РАН Асхаб Магомедович Асхабов, председатель Президиума Коми НЦ УрО РАН, директор Института геологии Коми НЦ УрО РАН. А. М. Асхабов — выдающийся ученый в области теоретической и экспериментальной кристаллографии и кристаллогенезиса, наноминералогии, широко известный в стране и за рубежом, ученик выдающегося россий-

ского минералога академика Н. П. Юшкина. Президиум УрО РАН, Коми НЦ УрО РАН, Институт геологии Коми НЦ УрО РАН и редакция газеты «Наука Урала» сердечно поздравляют Асхаба Магомедовича искренне желают душевного спокойствия и оптимизма, творческих озарений и вдохновения, здоровья, счастья, благополучия (Наука Урала, 2013. № 19—20. Август).

В соответствии с п. 30 Устава УрО РАН и по результатам тайного голосования академик А. М. Асхабов избран в новый состав Президиума УрО РАН (Наука Урала, 2013. № 14).

За заслуги перед РК почетное звание «Заслуженный работник Республики Коми» присвоено д. г.-м. н. Сергею Карповичу Кузнецovу, заместителю директора ИГ Коми НЦ УрО РАН по научной работе (Республика, 2013. 31 августа).

В Сыктывкаре по инициативе президента В. В. Путина создано региональное отделение Общероссийского общественного движения «Народный фронт «За Россию». Это надпартийная структура, куда не смогут войти партии, которые не поддерживают политики президента. Главная цель фронта — обеспечить исполнение действующего законодательства, поручений и указов президента. Утверждены три сопредседателя штаба «Народного фронта», в том числе А. М. Асхабов, председатель Коми регионального отделения Российского географического общества (Республика, 2013. 5 августа).

По словам журналиста Валерия Туркина, гордостью нашей республики в науке является академик Николай Юшкен: «Авторитет его непререкаем во всем мире... Когда его сослуживцы пытались наехать на корреспондентов по поводу допущенных неточностей, он всегда говорил: «Неточности для профессионалов простительны, главное, чтобы они больше писали о нас, о науке, привлекая ... к ней все большее число людей» (Красное знамя 2013. 22 августа).

Академик А. М. Асхабов от имени Президиума Коми НЦ УрО РАН сердечно поздравил ректора УГТУ Н. Д. Цхадая, профессоров, преподавателей, сотрудников и студентов с 55-летием со дня образования Ухтинского государственного университета. Искренне пожелал всем сотрудникам

университета дальнейших творческих успехов, процветания и новых достижений на благо России и Республики Коми (Регион, 2013. № 4).

Весной в конгрессно-выставочном центре «Сокольники» прошел XVI Московский международный салон изобретений и инновационных технологий «Архимед». В салоне приняли участие 836 участников из 18 стран мира. От Уральского отделения РАН в выставке участвовали институты геологии, химии, биологии, физиологии Коми НЦ. Коллективная экспозиция Коми НЦ УрО РАН совместно с Министерством экономического развития РК вызвала большой интерес участников и гостей салона. Разработанные в Институте геологии природные фильтры для систем водоочистки были отмечены бронзовой медалью (Наука Урала, 2013. № 15—16).

В августе с. г. начинается возведение историко-культурного комплекса в деревне Бызовой Печорского района. Этот населенный пункт и его окрестности получили мировую известность благодаря сенсационному открытию В. И. Канивца (археолог ИЯЛИ) и Б. И. Гуслицера (геолог ИГ). В 1961 г. на верхней Печоре, в Медвежьей пещере ими была найдена самая северная из известных тогда стоянка человека, возраст которой составляет более 30 тысяч лет (Республика, 2013. 15 августа).

Признанные одним из семи чудес России останцы на уральском плато Маныупунёр долгое время практически не были изучены геологами. В июне этого года на знаменитом плато побывала экспедиция Русского географического общества, состоявшая из сотрудников Института геологии Коми НЦ УрО РАН (Республика, 2013. 11 июня; Республика, 2013. 13 августа).

Б. А. Мальков в июле с. г. во время судеб оказался проводником в Национальном парке «Югыд ва» московской съемочной группы телеканала «Моя планета». Экскурсионная программа пресс-тура включала в себя восхождение на высочайшую (1894 м над уровнем моря) вершину Урала — гору Народная. Борис Андреевич блестяще выдержал это испытание, несмотря на свой почтенный возраст — 76 лет (Красное знамя, 2013. 15 августа).

Вышел в свет очередной, 18-й литературный альманах геологов РК.



Благословил этот проект в далеком 1995 г. академик Н. П. Юшкян. На страницах нового альманаха «А гора остается горой» представлены стихи, рассказы и очерки известных съектывкарских геологов Николая Герасимова, Юрия Ткачева, Якова Юдовича, Алексея Иевлева и многих других (всего 29 авторов). Финансовую помощь в издании альманаха оказала горно-геологическая компания «Миреко» (Наука Урала, 2013. № 18 (1083). Июль).

Неутомимый А. А. Иевлев опубликовал целый ряд научно-популярных очерков об истории геологических исследований в РК и об ученых-геологах: 1) о работе Печорской бригады во главе с академиком А. П. Карпинским в 1933 г. (Наука Урала, 2013. № 15–16. Июнь); 2) о первенце горно-рудной промышленности Полярного Урала — Харбейском руднике (Музей, российский партнер журнала Museum, 2013. № 7); 3) о литературном творчестве Николая Герасимова (Красное знамя, 2013. 22 августа); 4) о трагической судьбе известного минералога Н. М. Федоровского (Красное знамя, 2013. 14 июня); 5) о книге д. г.-м. н. Эммы Ивановны Лосевой «Пора собирать камни», о ее творческом пути в течение 57 лет работы в Институте геологии (Наука Урала, 2013. № 14 (1080). Июнь).

Впервые на русском языке опубликована книга талантливого коми писателя Ивана Белых. Он часто общался с геологами ИГ и много писал об их экспедициях и открытиях, но только на коми языке. И вот наконец, в издательско-информационном центре ИГ Коми НЦ УрО РАН издан сборник Ивана Белых «Формула вечного огня» на русском языке благодаря переводам Валерия и Андрея Каневых, Виктора Демидова, а также наших геологов Алексея Иевлева и Галины Марковой (Красное знамя, 2013. 1 августа).

К. г.-м. н. Е. Калинин

Главный редактор А. М. Асхабов

Зам. главного редактора О. Б. Котова

Ответственный секретарь Т. М. Безносова

Зав. редакцией Т. А. Некучаева

Редколлегия:

А. И. Антошкина, И. Н. Бурцев, Д. А. Бушнев, А. Д. Гвишиани, Г. Н. Каблис, И. В. Козырева, В. А. Коротеев, С. К. Кузнецов, Т. П. Майорова, А. М. Пыстин, О. В. Удоратина, М. А. Федонкин

Ответственные за выпуск
Г. Н. Лысюк, Т. А. Некучаева

Редакторы издательства
Н. А. Боринцева, О. В. Габова

Компьютерная верстка
Р. А. Шуктомов

Подписано в печать 5.11.2013

Тираж 250

Заказ 915



Редакция:

167982, Сыктывкар, Первомайская, 54

Тел.: (8212) 24-56-98

Факс: (8212) 24-53-46

Эл. почта: vestnik@geo.komisc.ru

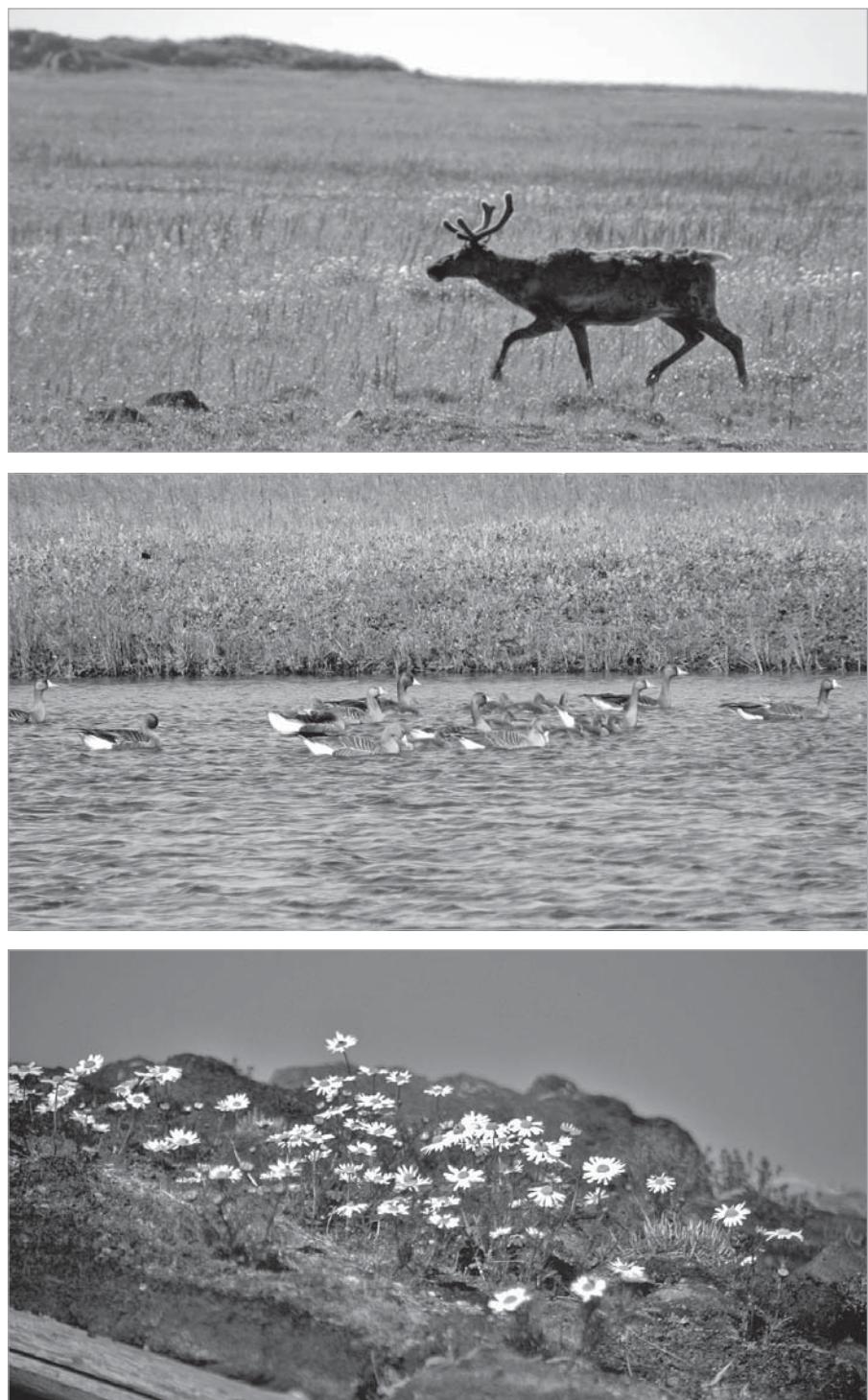


Foto O. Удоратиной