

Вестник

Института геологии Коми научного центра УрО РАН

Научно-информационное издание, основанное академиком Н. П. Юшкиным в январе 1995 г. Выходит 12 раз в год

**В этом номере:**

Институт геологии в 2012 г.	
<i>A. M. Асхабов, И. В. Козырева</i>	1
Научные статьи	
Гидротермальная геохимия марганца. Обзор.	
<i>Я. Э. Юдович, М. П. Кетрис</i>	10
Кобальт-никельсодержащие сульфиды в фосфорите юрских отложений Ыбского проявления (Сысолыськая Мульда)	
<i>Ю. В. Глухов, Б. А. Макеев, В. Н. Филиппов</i> и др.	14
Преобразование структуры природных оксидов/оксигидроксидов железа в результате воздействия внешних факторов	
<i>В. П. Лютоев, В. И. Силаев, А. Н. Пономаренко</i> и др.	20
Требуется ли для статистической обработки геологических данных их подчинение нормальному (гауссовскому) распределению?	
<i>Ю. А. Ткачев</i>	26

Инновационная деятельность в 2012 году	31
Диссертационный совет Д 004.008.01 в 2012 году	34
Геологический семинар—2012	35
О работе диссертационного совета Д 004.008.02 в 2012 г.	36
Он был нашим товарищем	37
Есть охраняемая природная территория: обнажение «Каргорт»!	38
Вот и пришел к нам год змеи	40
Вести с заморских полей	42
Сыктывкарское отделение российского минералогического общества: минералогический семинар—2012	44
Землетрясение 24 декабря 2012 г. на Полярном Урале	45
Документальное свидетельство эпохи	46

ИНСТИТУТ ГЕОЛОГИИ В 2012 ГОДУ

Закончился 2012 год. В нашей памяти он останется как год невосполнимой утраты. 17 сентября 2012 г. скончался академик Николай Павлович Юшкун — признанный лидер отечественной минералогии, научный руководитель нашего института, человек, с именем которого связаны наши достижения и прорывы последних десятилетий. Ушли из жизни профессор Лев Васильевич Махлаев — известный геолог, крупный ученый-петрограф,

Голубевым Гранта Президента РФ для молодых докторов наук, десяти жилищных сертификатов молодыми учеными, присвоение институту первой категории по результатам оценки эффективности исследований.

Научные исследования и их результаты

Институт проводил исследования по 6 темам НИР, 5 проектам в рамках Программ фундаментальных исследований Президиума РАН, 2 проектам в рамках Программ исследований Отделения по наукам о Земле РАН, по 14 проектам в рамках целевой программы поддержки междисциплинарных и интеграционных проектов, выполняемых в партнерстве между институтами УрО, СО и ДВО РАН, по 15 инициативным проектам УрО РАН, 4 проектам в рамках ориентированных фундаментальных исследований, 2 проектам фундаментальных исследований «Арктика», Гранту Президента РФ «Поддержка научных школ», по 12 проектам РФФИ (в том числе пяти инициативным и трем проектам «Мой первый грант»), 1 проекту по грантам Президента РФ для молодых ученых, 3 проектам, поддержанным грантами УрО РАН для молодых ученых и аспирантов; по 2 инновационным проектам молодых ученых и 15 хозяйственным договорам.

Таким образом, исследования велись по широкому кругу вопросов региональной геологии и минерально-сырьевых ресурсов европейского северо-востока России, технологическому и геолого-экономическому ана-



внесший значительный вклад в изучение гранитоидов, Владимир Алексеевич Носков — ведущий конструктор и высококвалифицированный картограф — и большой друг нашего института, старейший геолог Республики Коми Анна Николаевна Шулепова.

Из позитивных событий заслуживают упоминания получение Е. А.

Хроника января

11 января — 70 лет со дня рождения Владимира Николаевича Каликова (1943–1996). Работал в институте с 1972 по 1996 гг. младшим научным сотрудником.

20 января — 65-летний юбилей д. г.-м. н. Александра Михайловича Пыстиня, заведующего лабораторией региональной геологии.

Руководитель лаборатории структурной и морфологической кристаллографии к. г.-м. н. Галина Николаевна Лысюк награждена знаком «Отличник разведки недр» за многолетний добросовестный труд и большой вклад в развитие минерально-сырьевой базы России.



лизу минерального сырья. Были предложены традиционные для института фундаментальные исследования в области стратиграфии, минералогии, кристаллогенезиса, нефтяной и угольной геологии и т. д.

Изучение структуры и глубинного строения земной коры

Установлены особенности структуры и вещественного состава пород высокобарических метаморфических комплексов севера Урала. Получены геологические, петрологические и минералогические свидетельства того, что высокобарические ассоциации сформировались в палеопротерозое на самых ранних этапах метаморфической эволюции пород. В результате совместных исследований с Институтом геологии и геохимии УрО РАН и Институтом минералогии и экономической геологии университета г. Аахен (Германия) датированы основные этапы эволюции процессов метаморфизма в архейско-протерозойской истории формирования Тимано-Уральского сегмента земной коры. Обосновано проявление двух разновозрастных этапов метаморфизма гранулитовой фации (неоархейского и палеопротерозойского) в нижнедокембрийских комплексах Урала, которые связываются с последовательным объединением отдельных литосферных сегментов, составляющих Восточно-Европейский кратон (Фенноскандию, Сарматию и Волго-Уралию).

Установлено, что на постнадвиговом этапе коллизии разломы зоны контакта оphiолитового Войкаро-Сынинского и островодужного Собского комплексов южной части Полярного Урала подвергались левосторонним и правосторонним сдвиговым смещениям. На позднем коллизионном этапе происходило сначала сжатие вдоль, а затем поперек Уральского складчатого пояса.

На основе интерпретации геофизических материалов и новых структурных, петрологических и геохронологических данных по метаморфическим и магматическим комплексам охарактеризовано глубинное строение и структурно-вещественная эволюция Тимано-Североуральского сегмента земной коры и его геодинамическое развитие в доордовикское время.

Создана прогнозная карта максимальных магнитуд возможных землетрясений Тимано-Североуральского

региона (на основе пересечения модели геодинамически неустойчивых зон региона с применением ГИС-технологий). На территории Тимано-Североуральского региона выделено пять геодинамически неустойчивых зон: Сысольская, Мезенская, Северо-Тиманская, Ижемская и Верхнепечорская.

Геохронология

Получены данные датирования детритных цирконов, подтверждающие, что начиная с визейского времени Западно-Уральский осадочный бассейн заполнялся продуктами эрозии орогена уралид, в строении которого участвовали уральские и доуральские комплексы. Датированием цирконов из гранитоидов южной части кряжа Енганепэ подтверждено налиение позднерифейского этапа в эволюции гранитоидного магматизма на Полярном Урале.

Установлена дискретность гранитоидного магматизма Щучинской структурно-формационной зоны Полярного Урала и Тиманского мегаблока Печорской плиты. Первые данные по детритовым цирконам из немых терригенных отложений барминской серии Северного Тимана свидетельствуют о ее формировании в позднем риффе за счет разрушаемых породных комплексов Свекофеннской и Свеконорвежской геотектонических провинций Фенноскандинавского щита. На Южном Тимане основным поставщиком обломочного материала при формировании джеджимской свиты служили кристаллические комплексы цоколя Волго-Уралы и областей ее

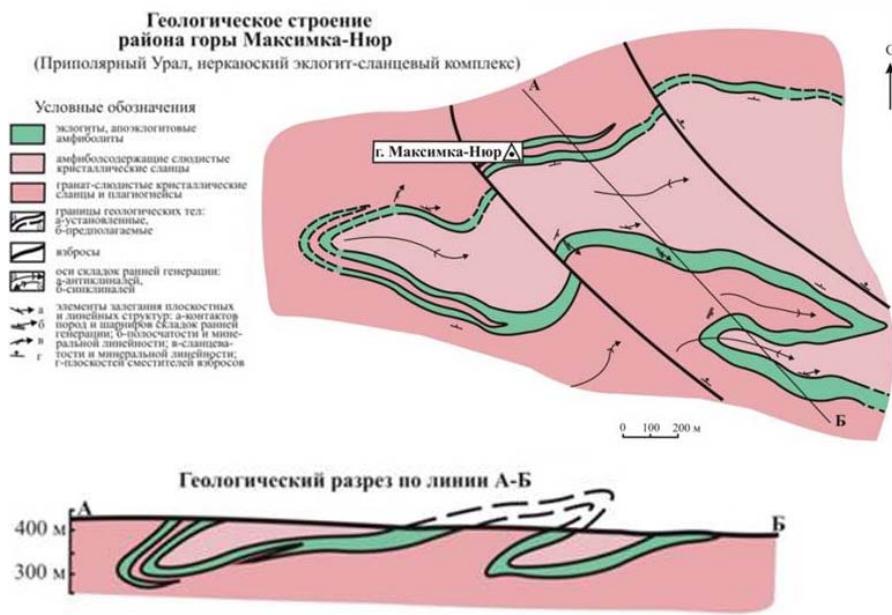
сочленения с Сарматией и Фенноскандией.

Стратиграфия и палеонтология

На основе обобщения данных по таксономическому составу биот, стратиграфическому распространению доминирующих групп бентоса позднего ордовика, силура и девона Тимано-Североуральского бассейна установлена взаимосвязь разномасштабных (глобальных и региональных) событий и существенных перестроек, отражающихся в разнообразии бентосных сообществ и их морфоэкологической структуре. Высокая степень космополитизма и практически не прослеживающиеся эволюционные ряды видов во вновь восстановившихся биоценозах свидетельствуют о значительной роли экологического фактора, обусловившего систематический состав всей биоты.

Установлен ряд морфологических особенностей примитивного тетрапода и двоякодышащих рыб из девона типового разреза сосновогорской свиты Южного Тимана, что позволяет в дальнейшем описать их как новые таксоны родового уровня. Уточнены сведения по фауне рыб покаямской свиты Северного Тимана, в составе которой определены антиарх *Bothriolepis ciecer* Lyarskaja, пахиостеморф cf. *Dunkleosteus* sp., акантод «*Devononchus*» *tenuispinus* Gross, поролепиформ *Holptychius* sp., двоякодышащие рыбы «*Dipterus*» sp. и *Chirodipteridae* gen. Indet.

В результате ревизии спорово-пыльцевых комплексов из оленекских





отложений севера Средней Сибири и данных по палинологии смитского и спэтского ярусов Баренц-региона впервые представлена четкая палинологическая характеристика границы между нижне- и верхнеоленекским подъярусами и их континентальными аналогами в трех указанных осадочных бассейнах севера Евразии. Установлено, что степень дискретности приграничных палинокомплексов совпадает с таковой у групп морских беспозвоночных и палеофлористических ассоциаций.

Проведено литолого-стратиграфическое и генетическое расчленение четвертичных отложений в разрезах скважин на северо-северо-западе Восточно-Европейской платформы (север Вологодской и юг Архан-

гельской областей), т. е. на территории, сопредельной с Тимано-Печоро-Вычегодским регионом. В разрезе неоплейстоцена установлены четыре разновозрастных горизонта тиллов и выявлены местоположения питающих ледниковых провинций во время их формирования. Впервые на этой территории выделен верхневалдайский (осташковский) горизонт тилла.

Литология

На основе новых данных по стратиграфии, литологии, закономерностям формирования циклической последовательности и пространственно-временного взаимоотношения разнофациальных отложений показана эволюция и выделены событийные рубежи, менявшие характер осадконакоп-

ления в палеозойском Североуральском осадочном бассейне.

Установлено, что сидеритовые конкреции нижнего карбона на р. Кожым представляют собой бактериолиты, включающие разнообразные фрамбоидальные пириты, а также минералы гидротермального происхождения: шамаэнит, цумоит, фаузерит, барит, халькопирит и сфалерит. Формирование сидеритовых бактериолитов могло происходить в условиях локальных придонных высачиваний, способствовавших сероводородному заражению и интенсивному развитию элементоспецифичных бактерий.

В позднекаменноугольно-сакмарское время существовали самые разнообразные обстановки осадконакопления, обусловленные деформа-

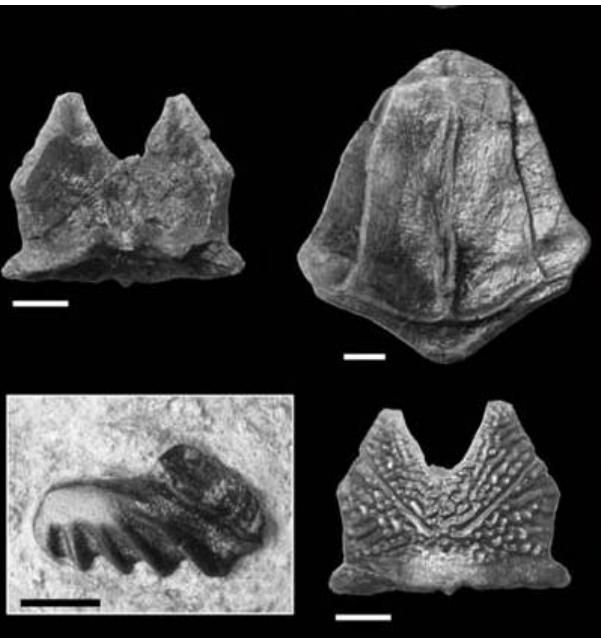
структурных поверхностей на территории Хорейверской впадины.

В результате неотектонических исследований закартированы новейшие пликативные структуры и разрывные нарушения на юге Тимано-Печорской нефтегазоносной провинции. Спрогнозированы локальные структуры, контролирующая роль в расположении и ориентировке которых принадлежит разрывным нарушениям северо-западной и субмеридиональной направленности. Выделены участки, а в их пределах — локальные объекты, перспективные для поисков ловушек нефти и газа.

Выявлены этапность и определяющая роль тектонических процессов в формировании аккумуляционного потенциала нижнепалеозойского нефтегазоносного комплекса гряды Чернышева. При преобладающем развитии в разрезе микрозернистых разностей пород определяющую роль в формировании коллекторов данной зоны играли тектонические процессы трещинообразования. Различие в термобарических обстановках условий растяжения или сжатия проявляется либо в интенсивном растрескивании и выщелачивании пород, либо в формировании зон повышенной плотности. Для выявления зон развития горючих сланцев позднего девона (D_3dm) в пределах Тимано-Печорского бассейна дополнительно были применены данные о г-активности пород. Установлено, что распределение средних значений этого показателя четко оконтуривает депрессионные впадины с накоплением богатых нефтегазоматеринских пород, что может быть использовано для прослеживания быстрых очагов генерации УВ.

Модели реконструкций погружения толщ и эволюции преобразования органического вещества показали, что реализация углеводородного потенциала и начало нефтегазообразования приходятся на позднегерцинский–раннекиммериджский тектонические циклы. В этот период на восточных участках Омра-Сойвинского района могли происходить генерация и эмиграция автохтонной нефти и поступление нефтегазоконденсатных аллохтонных флюидов из прилегающих с востока областей.

Экспериментально изучено изменение изотопного состава углерода органического вещества при гидротермальном воздействии на углеродистые породы. Повышение температуры обработки доманикового сланца в



Остатки рыб из покаямской свиты (костеносной линзы) Северного Тимана

цией карбонатной платформы с образованием ряда поднятий и впадин. В артинский век произошла относительно резкая смена условий осадконакопления вследствие заложения краевого прогиба. На востоке карбонатная седиментация сменилась терригенной.

Горючие полезные ископаемые

С использованием геоинформационных технологий проведен анализ геолого-геофизической изученности и морфологических свойств локальных структур Тимано-Печорской нефтегазоносной провинции. Установлена зависимость между плотностью и морфологическими характеристиками перспективных площадей и значениями региональных уклонов



автоклаве ведёт к сближению значений $d^{13}\text{C}$ алифатической и ароматической фракций образующегося термобитума, т. е. по мере расходования наиболее лабильных (изотопно различных при этом) первичных структур в составе доманикового керогена дальнейшее формирование алифатических и ароматических компонентов термобитума происходит в результате диспропорционирования изотопно однородной структуры. В случае юрского керогена $D^{13}\text{C}$ между значениями $d^{13}\text{C}$ алифатической и ароматической фракций термобитума остаётся значительной и свидетельствует о формировании компонентов этих фракций из изотопно независимых структур, образовавших матрицу керогена.

Геохимия

В области магматической геохимии марганца подтверждена удивительная стабильность кларковой величины марганцевого модуля ММ в форме Mn/Fe в узком интервале (0,016–0,019), что обусловлено сидерофильными свойствами Mn в магматическом процессе, т. е. тесной корреляцией Fe–Mn. На уральском региональном материале показано, что при наложении на породы аллохимических процессов значения ММ сильно отклоняются от кларковых (в большую или меньшую сторону), что может служить средством диагностики таких процессов. В области гидротермальной геохимии марганца подтверждено, что большинство гидротерм обогащены этим элементом и кроме того имеют повышенный марганце-

вый модуль, что индицирует процесс отделения Mn от Fe. Выделены два крупнейших тектонических типа марганценосных гидротермалитов — континентальный (магматические и катагенетические) и субмаринный (водно-магматические). В области гипергенной геохимии марганца подтверждено, что вследствие кинетических ограничений abiogenное формирование мanganатов протекает крайне медленно, поэтому важнейшее, в том числе и рудообразующее, значение имеет биогенное окисление Mn(II) аэробной миксотрофной микрофлорой.

Минералогия

Впервые обнаружен природный диафит — углеродное вещество с промежуточным состоянием между алмазом и графитом. Детальное изучение фазового состояния природных углеродных веществ из регионально метаморфизованных метасоматически измененных пород Кумдыкольского месторождения (Казахстан) методом высокоразрешающей спектроскопии потерь энергии электронов позволило установить искажение электронного состояния атомов углерода в графите, вызванное присутствием нанометровых sp^3 -доменов в графите.

Выявлена ассоциация кубического алмаза, гексагонального алмаза (лонсдейлита), многослойных фуллерено-подобных структур, аморфного углерода и графита. Впервые установлена разновидность импактных алмазов с радиально-волокнистым строением.

На основе сопоставительного изучения спектроскопических осо-

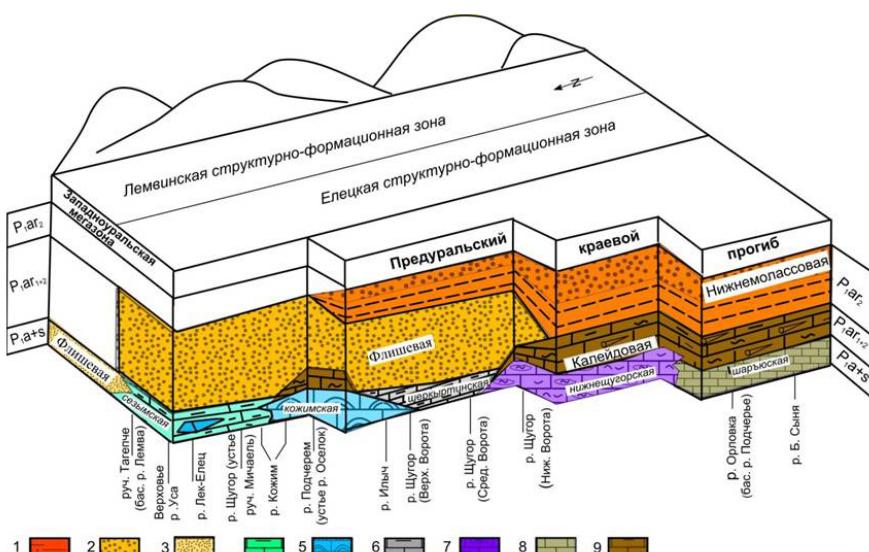
бенностей монокристаллических кривогранных алмазов из Якутии, Тимана, Бразилии установлено, что большинство кристаллов из россыпей относятся к подтипу IaB1, имеют более широкие вариации параметров ИК-поглощения, чем коренные кимберлитовые алмазы, и обладают высокой концентрацией планарных дефектов B2. Вариации спектроскопических свойств россыпных алмазов свидетельствуют об их мантийном происхождении и образовании в неустойчивой термодинамической обстановке.

На основе анализа энергетических и симметрийных свойств кристаллических структур sp^3 -гибридизированного углерода и молекулярных структур ближайшего окружения атома определены условия образования минеральной фазы лонсдейлита в природе. Показано, что при определенных природных условиях, стимулирующих процесс двойникования алмаза, формируется лонсдейлит, который находится в тесном срастании с кубическим алмазом. Показано, что 2Н-политип лонсдейлита, обладающий наиболее высокой энергией структуры по сравнению с другими политипами, является наиболее предпочтительной фазой при кристаллизации sp^3 -углерода в условиях диссиметризующего фактора.

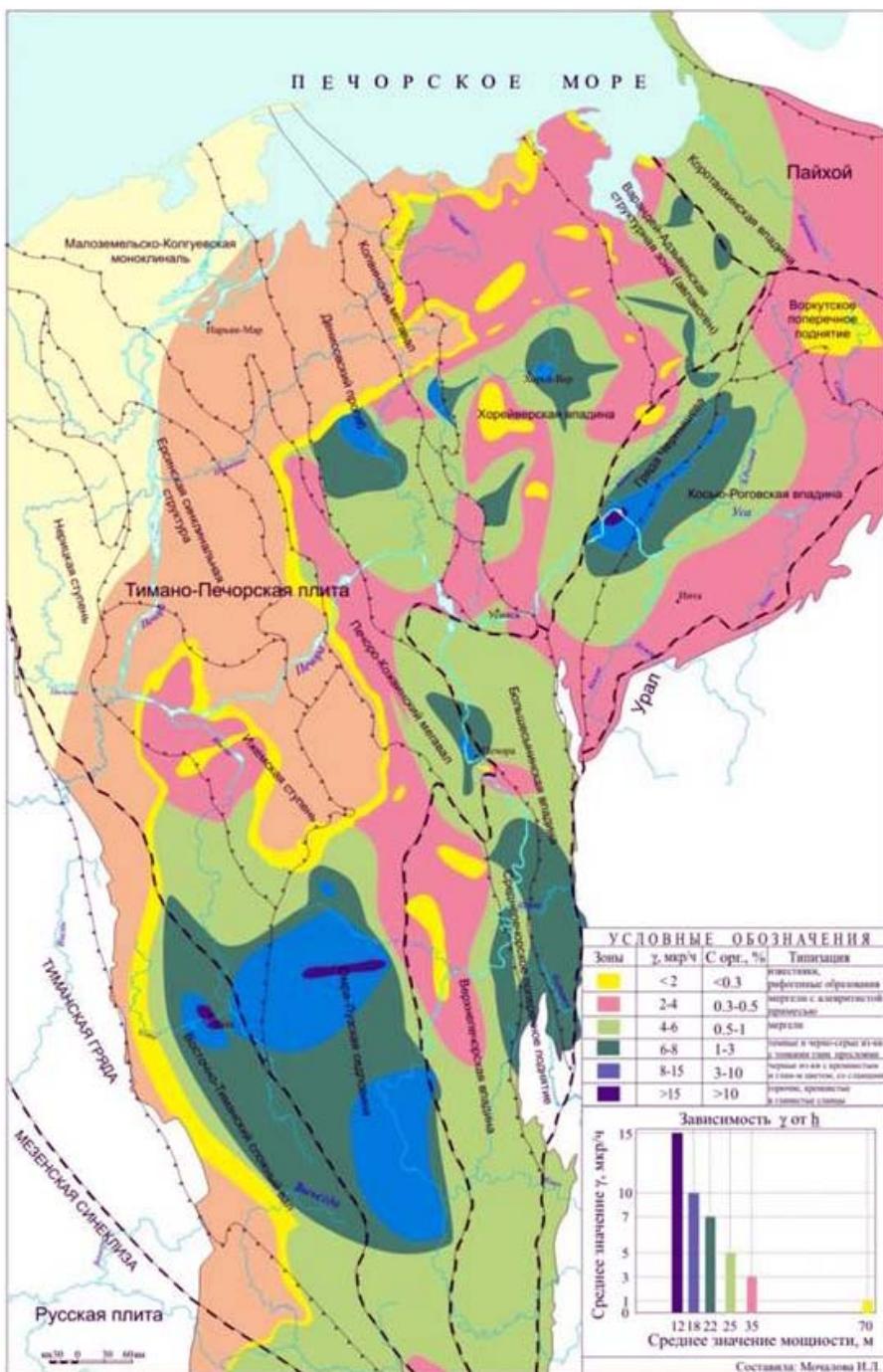
Показано, что гранные формы искусственных алмазов, полученных методом высокопараметрического синтеза (НРНТ-технология) отражают квазиравновесные условия роста как в ходе основного режима выращивания, так и на стадии выключения. Подтверждены известные по литературным данным основные морфологические характеристики НРНТ-алмазов, открыты новые простые формы алмазов, характерные для завершающих стадий синтеза. Установлено существование двух анатомических типов алмазов — тройного комбинированного габитуса и двойного кубооктаэдрического.

Проведены эксперименты по созданию новых композитных материалов на основе надмолекулярно-упорядоченных структур кремнезема. Получены три системы: опаловая матрица, углерод в которой представлен в виде графита и фуллеренов C_{60} , а также опаловая матрица—кварц и опаловая матрица—осажденный кремнезем.

Методом атомно-силовой микроскопии впервые обнаружены признаки избирательного растворения на



Блок-диаграмма, иллюстрирующая структуру верхней части верхневизейско-нижнеартинской карбонатной формации в североуральском осадочном бассейне в ранне-пермское время



Карта-схема распределения средней гамма-активности в породах D3 dm

гранях искусственных алмазов — наноразмерные ямки травления. Классифицированы типы ямок, установлено, что они связаны в одном случае с линейными, в другом — исключительно с приповерхностными дефектами кристаллической структуры.

Изучение электрофизических свойств шунгитов Карелии показало, что на проводящем фоне углеродной матрицы выделяются микро- и наноразмерные включения минералов с диэлектрическими свойствами. Подтверждена важная роль закономерностей взаимного расположения глубоких структурных элементов в шунгитах как основного пути транс-

порта электрического тока. Выявлены отличия в электропроводящих свойствах образцов шунгитов, имеющих различные термобарические условия образования. Методом спектроскопии комбинационного рассеяния показано, что наиболее значимыми для их электрофизических свойств являются эффект интеркалирования примесей в пограничные слои графеновых плоскостей и дефектность этих слоев.

Уточнены топоминералогические закономерности золотоносности Приполярноуральского региона, выражющиеся в особенностях минерального состава коренных и россып-

ных проявлений, типохимизме золота. Расширена площадь развития золотоплатиноидной минерализации. В аллювиальных отложениях в ассоциации с золотом установлены минералы висмута, теллура, самородное серебро, что позволяет прогнозировать наличие коренных проявлений золото-висмут-теллур-серебряного типа.

Дана характеристика вещественного состава хромовых руд, локализованных в ультрабазитах Войкаро-Сынинского массива на Полярном Урале. Установлены минералы палладия и медистое золото. Показана возможность существования наложенных на ультрабазиты зон развития эпигенетической золотопалладиевой минерализации.

Обобщены результаты изучения фульгуритов из разных регионов мира. Показано, что процессы фульгуритообразования сопровождаются предельным восстановлением всех фаз. Ряд экзотических минералов из аллювиальных отложений и россыпей (самородные металлы, вюстит и др.), считающиеся техногенными, могут быть генетически связаны с природными импактитами. Выявлены тенденции дифференциации вещества при формировании фульгуритов.

В пределах основных кварценосных провинций выделены месторождения и районы, наиболее перспективные в отношении особо чистого кварцевого сырья для оптики и электроники. К ним относятся месторождения гранулированного кварца на Южном Урале, кварциты месторождения Бурал Сардык в Прибайкалье, а также отдельные месторождения Приполярного Урала и Карелии.

Совместное присутствие иттрий- и мышьяксодержащих акцессорных минералов отражает необычную геохимическую специфику конвергентных пород Приполярного Урала: явно выраженная аномальность по летучим элементам (Be, W, Mo, As) сочетается с высококларковыми содержаниями элементов-гидролизатов (Al, Fe и TR). Характерные особенности этих минералов позволяют использовать их в диагностических целях в качестве индикаторов условий формирования.

Исследование монацитов из золотоносных алькесвожских гравелитов на Приполярном Урале позволило установить многостадийность их преобразований. Результаты изучения монацитов представляют большой интерес, особенно с точки зрения рассмотрения их как индикаторов усло-



вий минералообразования и важного минерагенического признака в поисках минералов цветных, редких и благородных металлов.

Установлено, что основным источником рассолов Верхнепечорского солеродного бассейна была морская вода сульфатного типа. Концентрация рассолов во время кристаллизации галита в пластах подстилающих солей была близка к началу садки калийных минералов.

Установлена последовательность формирования и преобразования карбонатитов Косьюнского массива (Средний Тиман), отвечающая механизму образования классических математических карбонатитов. Выявлены особенности фазового состояния углеродного вещества по стадиям формирования карбонатитов.

Минеральное сырье, рациональное использование ресурсов и разработка методов обогащения полезных ископаемых

На Полярном Приуралье обнаружен новый потенциально промышленный тип фосфоритов. Эти фосфориты вследствие обогащения карбонатапатитом В-типа могут оказаться перспективным типом минерального сырья.

Разработаны основные технологические операции и приемы инновационной фторидной технологии переработки лейкоксеновых руд, высококремнистых бокситов, каолинитов, кварцевого сырья. На основе лейкоксена Пижемского месторождения разработаны эффективные катализаторы для фотокаталитического разложения органических загрязнителей.

Освоение нетрадиционных энергетических ресурсов определяет перспективы создания новых отраслей промышленности в регионе. Технологические исследования и экономический анализ показали перспективы использования в регионе технологий полукоксования углей в слоевом газификаторе или в кипящем слое, газификации, гидрогенизации. Одними из самых перспективных направлений переработки неченских и сейдинских углей являются сжигание по комбинированному циклу внутренней газификации или во псевдоожиженном слое, совместная переработка с горючими сланцами на модифицированных установках с твердым теплоносителем, получение облагороженного

энергетического топлива и пылевугольного топлива для металлургии методом полукоксования.

Определены перспективные направления переработки бокситов, высокоглиноземистых сланцев, карбонатных пород, фосфоритов, цеолитов и глауконитов.

На основе выявленных адсорбофизических явлений в системе минерал—среда предложены и апробированы новые технологии прогнозной оценки технологических свойств минералов тонких классов как носителей необходимых химических элементов и полезных свойств, которые заключаются в интеграции минералогических методов исследований (включая новые технологии) с развитием эксперимента в области адсорбофизических полей в процессах рудоподготовки и обогащения полезных ископаемых.

Издательская деятельность

В отчетном году опубликовано пять монографий и восемь отдельных изданий, четыре тематических сборника, материалы четырех совещаний и конференций и большое количество статей (см. таблицу).

Необходимо отметить, что более половины объема печатной продукции обеспечивается нашим издательским отделом. Выполнено 38 заказов, в том числе 4 сборника тезисов (общий объем 98 п. л.), 12 номеров журнала *Вестник* (59 п. л.), 6 отдельных изданий (53 п. л.), 4 библиографических и информационных издания (22 п. л.). Всего около 250 п. л.

Вестник с импакт-фактором 0.116 (РИНЦ-2011) находится на 32-м месте среди российских геологических изданий по рейтингу «SCIENCE INDEX». В два раза сократился коэффициент самоцитирования, поэтому по всем рейтингам журнал находится в четвертом десятке (от 32 до 39-го).

В институте по-прежнему активно проводится *популяризационная и научно-пропагандистская работа*. Сделано около 40 выступлений по радио и телевидению и проведено 250 экскурсий по геологическому музею (2871 посетитель). Музей принимал гостей из Германии, Индии, Италии, Чехии, Финляндии и Китая. Переданы коллекции горных пород и минералов в Лоемскую среднюю школу (Прилужский район Республики Коми) и на кафедру географии Коми государственного педагогического института. Сотрудники музея приняли участие в Дне дарителя в Нацио-

нальной библиотеке Республики Коми и в Дне эколога в рамках общереспубликанских мероприятий (например, Дня открытых дверей в музее). Оказана научно-методическая помощь Коми государственному педагогическому институту в подготовке книги для детей дошкольного и младшего школьного возраста «Азбука юного гражданина Республики Коми: Путешествие с Войпелем» (Сыктывкар, 2012), изданной в рамках долгосрочной республиканской целевой программы «Модернизация общего образования в Республике Коми (2012–2015 гг.)».

Научно-организационная деятельность

В прошедшем году институт организовал и успешно провел несколько крупных научных собраний различного уровня: Всероссийское совещание с международным участием «Диагностика вулканогенных продуктов в осадочных толщах», Международный минералогический семинар «Кристаллическое и твердое некристаллическое состояние минерального вещества». Состоялись также традиционные научные мероприятия: XV Научная конференция «Геолого-археологические исследования в Тимано-Североуральском регионе», в которой приняли участие как сотрудники института, так и студенты столичных вузов РК, XXVI Черновские чтения, посвященные 135-летию со дня рождения д. г.-м. н., профессора А. А. Чернова, XXI Молодежная научная конференция «Структура, вещество, история литосферы Тимано-Североуральского сегмента».

В 2012 году сотрудники Института геологии активно участвовали в разных международных мероприятиях, выезжали в зарубежные научные командировки, принимали в институте иностранных коллег. Состоялось 27 выездов за границу. Сотрудники института приняли участие в работе восьми международных совещаний: 34-го Международного геологического конгресса, Первой Международной минералогической конференции, Международной научной конференции «Модели образования алмаза и его коренных источников. Перспективы алмазоносности Украинского щита и сопредельных территорий», Седьмой Международной сейсмологической школы «Современные методы обработки и интерпретации сейсмологических данных», Международ-



Публикационная активность сотрудников в 2008—2012 гг.

	2008	2009	2010	2011	2012
Монографии	10	4	8	11	5
Статьи в зарубежных и рецензируемых отечественных журналах	65	56	53	122	126
Кол-во статей на 1 н. с.	0.57	0.50	0.47	1.08	1.13
Статьи, материалы и тезисы совещаний	591	577	481	378	450
Общий объем публикаций, п. л.	530	581	400	625	452
Кол-во п. л. на 1 н. с.	4.7	5.2	3.9	5.5	4.1
Цитируемость в РИНЦ на 1 н. с.	4.29	4.49	4.83	5.13	6.96
ИФ публикаций сотрудников в БД WoS	0.93	1.64	0.70	0.79	1.40

ной конференции «Рудный потенциал щелочного, кимберлитового и карбонатового магматизма», 2-й Международной конференции по перспективным материалам и технологиям их переработки, 40-й Юбилейной конференции NASA, 9-й Международной триасовой полевой экспедиции. Ученые института проводили совместные исследования и консультации в Отделении геологии и наук об окружающей среде Школы наук о Земле Стэнфордского университета (США), а также совместные полевые исследования нижнепалеозойских отложений Прибалтики (Эстонии); приняли участие в работе Научного консультационного совета при Международном институте прикладного системного анализа (Австрия). Время работы в зарубежных организациях и на научных мероприятиях составило 309 человеко-дней (в 2011 г. — 230). Кроме того, сотрудники Института геологии активно участвовали в международных научных симпозиумах и конференциях на территории России.

Институт официально принял пять иностранных ученых и специалистов, проработавших у нас 123 человека-дня. Из них четыре иностранных специалиста участвовали в полевых исследованиях в районах Южного Тимана, Пай-Хоя и Приполярного Урала, один ученый работал в лаборатории палеонтологии.

В 2012 г. институтом были заключены договора о научном сотрудничестве с Департаментом наук о Земле Кембриджского университета (Великобритания), с Центром по инновации материалов и Департаментом физики Вашингтонского университета в Сент-Луисе (США) и с Арагонской национальной лабораторией при Департаменте энергетики (США); продлены договора о сотрудничестве с Отделением геологии и наук об окружающей среде Школы наук о Земле Стэнфордского университета (США) и Школой изучения Океана и Земли Саутгемптонского университета (Великобритания).

В институте продолжаются исследования по целому ряду ранее заключенных международных проектов с Институтом геологии и Институтом горючих сланцев Таллиннского технического университета (Эстония), с Институтом нанохимии и катализа Центра химических исследований ВАН (Венгрия), с Институтом геологии Китайской академии геологических наук, Институтом междисциплинарной науки Гильхинга (Германия), с факультетом географии и наук о Земле Латвийского университета (Латвия), с факультетом наук и технологий кафедры физиологии и биологии развития Уппсальского университета (Швеция), с геофизической лабораторией Вашингтонского института Карнеги (США), Департаментом геологии факультета наук Университета Ниигата (Япония) и Институтом геологии Таллиннского технического университета (Эстония).

Ученые института являются членами различных международных организаций: Международной минералогической ассоциации, Международной подкомиссии по стратиграфии девонской системы, Международной подкомиссии по стратиграфии силура, Международного общества по изучению диатомей, Международной комиссии по прикладной минералогии, Международного комитета по изучению четвертичного периода, Комиссии по оледенениям, Международной комиссии по истории геологических наук, Европейского Союза геонаук, Международной ассоциации глинистых минералов, Международного геохимического общества, Международной ассоциации цеолитов, Международного геохимического общества, Международной стратиграфической триасовой подкомиссии.

В целях взаимного обмена новейшей научной информацией и координации исследований Институт геологии поддерживает традиционные связи со многими центральными и региональными, академическими и отрас-

левыми институтами, ведущими вузами страны. Особенно тесным было сотрудничество с высшими учебными заведениями Республики Коми и производственными геологическими организациями и отраслевыми институтами, работающими в регионе. Со многими из этих организаций выполнялись совместные работы по конкретным научным и прикладным проблемам геологии. Координация работ с этими организациями осуществлялась как по прямым связям, так и через Министерство природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Коми, Министерство промышленности и энергетики Республики Коми, Министерство экономического развития Республики Коми и Территориальное агентство по природопользованию Республики Коми.

Экспедиции

В 2012 г. для проведения полевых работ в Институте геологии Коми НЦ УрО РАН был сформирован 21 отряд, в том числе два студенческих. В экспедиционных работах участвовали около 160 человек. В сумме пребывание в поле достигло 4205 человеко-дней. Полевые работы проводились в различных районах Республики Коми, на территории Ненецкого, Ямalo-Ненецкого и Ханты-Мансийского автономных округов, в Кировской, Ленинградской, Псковской и Новгородской областях, в Бурятии, Крыму (Украина), Эстонии. Полевые работы были начаты в мае и окончены в начале октября. Особых происшествий в период проведения экспедиционных работ отмечено не было. В полевых исследованиях участвовали коллеги из-за рубежа: в отряде О. П. Тельновой работал профессор Саутгемптонского университета Д. Маршалл (Великобритания), в отряде П. А. Безносова — профессор Латвийского университета чл.-корр. Латвийской АН Э. Лукшевич (Латвия), в отряде В. А. Матвеева — доктор П. Э. Мянник (Таллинский технический университет), в составе отряда В. Ю. Лукина работала группа зарубежных специалистов Британской компании «CASP» (Кембридж) — О. К. Боголепова, А. П. Губанов, М. П. Кертис, а также доктор П. Э. Мянник (Таллинский технический университет). Традиционно работали два студенческих отряда, сформированных совместно с кафедрой геологии Сыктывкарского государственного университета. Первый отряд, состоявший из студен-



тов, окончивших первый курс, под руководством Т. П. Майоровой, проходил учебную практику по геодезической съемке одного из участков оползневого берега р. Сысолы в Сыктывдинском районе Республики Коми и изучение геологического строения и современных геологических процессов горного Крыма. Второй отряд под руководством А. Н. Сандулы проводил работы в Усть-Куломском районе Республики Коми.

Кадры и финансирование института

Современная кадровая структура института выглядит следующим образом: нормативная численность — 229 чел., списочный состав — 239 чел. (149 женщин и 90 мужчин) и 9 внешних соавторов. В штате института 111 научных сотрудников, в том числе 23 доктора наук (два совместителя) и 64 кандидата (один совместитель); 130 инженерно-технических работников (77 человек с высшим образованием) и 16 человек младшего обслуживающего персонала и рабочих. Средний возраст научных сотрудников института 47 лет, докторов наук — 59.4 лет, кандидатов наук — 44.8 лет. Молодых сотрудников (до 35 лет) 70 человек, из них научных — 32. На долю молодых исследователей до 39 лет) приходится 42.8 %.

На кафедре геологии СыктГУ состоялся двенадцатый выпуск специалистов-геологов в количестве 11 человек, из них четверо поступили в аспирантуру Института геологии Коми НЦ УрО РАН. В 2012 г. на кафедре геологии в качестве преподавателей работали 27 сотрудников Института геологии, в том числе 9 докторов (из них один академик) и 13 кандидатов геолого-минералогических наук. Прочитано лекций — 713 (1426 часов), проведено 696 лабораторных (1392 часа) и 146 практических (292 часа) занятий, в лабораториях Института геологии выполнено 35 курсовых и 11 дипломных работ, проведены геодезическая практика и учебная геологическая практика для студентов 1 и 2-го курсов (37 человек), профильная специализированная практика 3-го курса, которую прошли 23 студента, в экспедиционных отрядах Института геологии прошли производственную

практику 16 студентов. В том числе на базовой кафедре геологии Сыктывкарского госуниверситета в Институте геологии, организованной 15 февраля 2002 г., было прочитано 250 лекций (500 часов) и проведено 60 лабораторных занятий (120 часов).

В соответствии с планом приема за счет средств бюджета УрО РАН в 2012 г. в очную аспирантуру Института принято пять человек (П. Л. Анферов, Г. В. Игнатьев, А. А. Пархачев, М. А. Шевелев, А. С. Шуйский). Практически все они были зачислены в штат института. В докторантуру поступил один человек (З. П. Юрьева). Завершили в этом году обучение пять аспирантов (двое из них с представлением диссертации) и один докторант (Н. В. Сокерина). На сегодняшний день в Институте геологии проходят послевузовское обучение 18 аспирантов, проводят научные исследования и готовят диссертации к защите 5 докторантов.

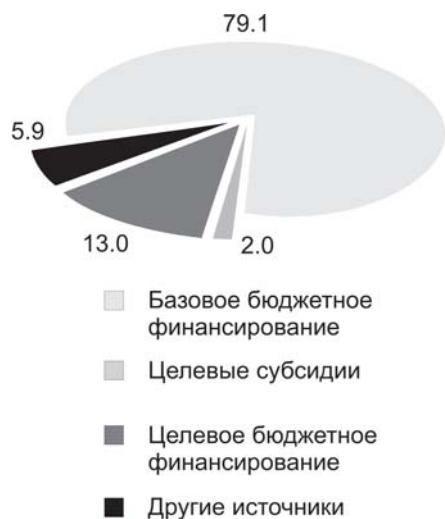
При Институте действуют два диссертационных совета, которые имеют право принимать к защите диссертации по шести специальностям геолого-минералогических наук. В 2012 г. состоялись успешные защиты диссертаций: докторской — А. Ф. Сметанникова (Горный институт УрО РАН), кандидатских — А. В. Вахрушева, И. В. Кряжевой, Л. В. Соколовой (ИГ Коми НЦ УрО РАН) и О. В. Коротченковой (Горный институт УрО РАН). Б. А. Макеев защитил кандидатскую диссертацию в Казанском федеральном университете.

Общий объем финансирования института из разных источников составил 176 197.4 тыс. руб. (это 102.1 % к финансированию 2011 г.). На долю базового бюджетного финансирования в нем приходится 79.1 % (в 2011 г. — 82.9 %). Остальные 20.9 % были получены по президентским, государственным и региональным программам (13.0 %), от РФФИ (1.9 %), по хозяйственным договорам и другим внебюджетным источникам (4 %; в 2011 г. — 3.9 %), целевые субсидии (стипендии и президентские программы) составили 2 %.

Структура бюджетных расходов осталась на уровне 2011 г., т. е. деньги по статьям распределялись практичес-

2007		119367
2008		164500
2009		166418
2010		158770
2011		172558
2012		176197

Общий объем финансирования, тыс. руб.



Удельный вес в общем объеме финансирования, %

ки в том же процентном соотношении: почти 90 % составили заработка плата и начисления на нее. Финансирование по другим статьям расходов остается критическим.

Заработка плата находится на вполне приемлемом уровне (см. рисунок) и составляет в среднем 42833 руб.: средняя заработка плата научных сотрудников — 59617 руб., инженерно-технических работников — 30779 руб.

В 2012 г. приобретено исследовательское и общелабораторное оборудование на сумму около 7.5 млн руб.: большую часть в произведенных затратах составили бюджетные средства — 7185107.00 руб., внебюджетные — 132 998.43 руб. Были приобретены: система волнового анализа Oxford INCA к РЭМ Vega 3; установка для высокоскоростной прецизионной резки и шлифовки петрографических тонких шлифов PetroThin; криотермостолик LINCAM; анализатор кулонометрический; общелабораторное оборудование и различная оргтехника. В настоящее время большая часть комплекса аналитического оборудования сконцентрирована в ЦКП УрО РАН «Геонаука». Это позволяет решать на современном уровне задачи фундаментальных исследований по

Экспедиционные работы

	2008	2009	2010	2011	2012
Кол-во отрядов	18	18	20	17	21
Кол-во человек	151	155	150	152	160
Чел./дни	3688	3883	3143	3585	4205
Объем финансирования, тыс. руб.	1815	3797	3259	4618	5862



основным направлениям, разрабатываемым в институте.

В течение отчетного года продолжались ремонтные работы в стенах института: началась замена пассажирского и грузового лифтов, выработавших нормативный срок эксплуатации; произведен монтаж систем по-годного регулирования системой теплоснабжения; отремонтированы кровля и стены гаража экспедиционного транспорта и заменена воздушная линия к сейсмостанции.

Признание достижений

За отчетный период сотрудники института, внесшие заметный вклад в развитие геологической науки, создание новых направлений, подготовку кадров высокой квалификации, получили награды: премию им. акад. Л. Д. Шевякова — В. А. Петровский, А. Е. Сухарев; медаль Российского геологического общества «Геолог Игорь Грамберг» — Л. В. Махлаев; Почетную грамоту РАН и Профсоюза РАН — Л. Р. Жданова, С. А. Забоева, И. В. Козырева, Т. А. Пономарева, Н. Л. Сорвачева, О. В. Удоратина, Т. Г. Шумилова; Почетную грамоту РАН — Н. В. Ильина, С. К. Кузнецова, О. А. Радаева, В. И. Ракин, Н. В. Сокерина; Благодарность РАН — О. В. Валеева, Г. Н. Каблис, Д. В. Камашев, А. В. Плосков, И. В. Смолева; Почетную грамоту УрО РАН — Л. А. Анищенко, В. А. Жидова, Т. И. Иванова, С. И. Исаенко, О. А. Кирилова, В. Ю. Лукин, Н. Ю. Никулова, Н. Н. Пискунова, В. Г. Романова, Н. В. Рыбина, А. Е. Сухарев, Т. Н. Тарасова, В. В. Удоратин, С. Н. Шанина; Благодарность УрО РАН — Е. В. Антропова, И. С. Астахова, С. А. Божеско, Д. А. Бушнев, О. В. Клинишева, А. Ю. Лысюк, Д. О. Машин, Н. А. Никитин, О. С. Процько, А. Е. Шмыров; Почетную грамоту Министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации — Л. Р. Жданова; знак «Отличник разведки недр» — И. Н. Бурцев и Т. П. Майорова; Премию Правительства Республики Коми — А. Е. Сухарев и А. М. Асхабов; звание «Почетный деятель науки Республики Коми» — Л. В. Махлаев и Я. Э. Юдович; знак отличия «За безупречную службу Республике Коми» — Л. А. Анищенко; Благодарность Главы Республики Коми — Е. П. Калинин; Почетную грамоту Министерства здравоохранения Республики Коми — В. И. Каткова; Благодарственное письмо Министерства образования

Республики Коми — А. А. Иевлев.

Коллектив института был удостоен диплома за участие в Уральской международной выставке и форуме промышленности и инноваций «ИННПРОМ-2012».

Решением ученого совета Института геологии Коми НЦ УрО РАН традиционно присуждалась премия им. А. В. Кузнецова (по итогам первого года обучения в аспирантуре). В этом году она была вручена аспирантке Е. М. Ардашовой. Стипендию им. А. А. Чернова, которая назначается студентам кафедры геологии Сыктывкарского государственного университета, особо проявившим себя в учебе и в учебной геологической и производственной практике, на 2012/2013 учебный год получил студент 2-го курса Б. И. Канев; стипендию им. В. А. Варсанофьевой — студентка 5-го курса П. А. Колесник.

В институте образовалось четыре семьи и родилось пятеро детей (две девочки и три мальчика).

Задачи и проблемы 2013 года

В этом году исполняется 55 лет институту и 45 лет Геологическому музею. Торжественные мероприятия будут проведены осенью.

На май намечены первые Юшкинские чтения, которые надо провести на хорошем уровне.

Что касается планов НИР и Программ фундаментальных исследований, то здесь все более или менее ясно. Все наши отчеты по программам благополучно прошли через Экспертный совет. Действовавшая на нервы неопределенность с оценкой эффективности деятельности института и установлением его категории тоже позади.

Тем не менее год обещает быть достаточно напряженным, сложным и интересным! Нам надо сохранить положительные тенденции последних лет, в частности публикационную активность. В Сыктывкаре имеется два журнала из списка ВАКа. Это серьезно усиливает наши позиции. Но успокаиваться рано, впереди следующая ступень — журналы с высоким индексом цитирования и импакт-фактором.

Вынужден повторить очередной раз — мы очень мало зарабатываем. Полноценное существование института на одних бюджетных субсидиях скоро станет невозможным. Поэтому призываю всех, кто может, участвовать в различных конкурсах по линии Минобрнауки, РФФИ и других науч-

ных учреждений, заключать договоры с производственными организациями. Но при этом главной нашей заботой должны оставаться фундаментальные исследования.

Особого внимания потребуют в этом году наши аналитические методы и ЦКП «Геонаука» в целом. Методы должны работать, и работать эффективно.

Мы все более ощущаем отсутствие крупных обобщающих работ по геологической и минерально-сырьевой тематике. Подготовку таких работ нельзя дальше откладывать. Это уже повестка для этого года.

Надо более активно взаимодействовать с профильными институтами, производственными организациями, иностранными учеными.

В связи с избранием директора на новый срок в ближайшее время предстоит сформировать новый ученый совет, избрать заместителей директора и ученого секретаря. До мая через конкурс должны пройти все руководители лабораторий.

Много неожиданностей может возникнуть в связи с принятием закона об образовании. Там много пунктов, касающихся и нашей работы в новых условиях. Прежде всего не ясно, возможно ли будет функционирование аспирантуры, докторантуры в отдельных не очень крупных институтах. Нависла угроза отмены надбавок за степени. А это прямой удар по молодым кадрам. Стимулов у молодежи идти в науку остается все меньше.

Проблем у нас более чем достаточно. К сожалению, не все зависит от нас. Многое связано с общей ситуацией в РАН. Наши реальные проблемы, с которыми мы сталкиваемся и будем сталкиваться, в значительной степени обусловлены тем, что мы плохо вписываемся в новые экономические условия.

И последнее. В этом году ожидаются большие перемены в Российской академии наук: предстоят выборы президента и президиума. Как отразится новая ситуация в РАН на нашей работе, трудно предугадать. Но мы смотрим в будущее с осторожным оптимизмом. Будем надеяться на то, что институт останется местом, где талант и способности сотрудников ставятся на первое место.

Мы должны сделать все, чтобы завтра нам было не хуже, чем сегодня.

**Академик А. Асхабов,
к. г.-м. н. И. Козырева**



УДК 550.4

ГИДРОТЕРМАЛЬНАЯ ГЕОХИМИЯ МАРГАНЦА. ОБЗОР

Я. Э. Юдович, М. П. Кетрис

Институт геологии Коми НЦ УрО РАН, Сыктывкар

yudovich@geo.komisc.ru

В первой части статьи рассмотрена проблема типизации гидротермальных проявлений марганца. Рассмотрены три варианта типизации: классическая минералого-геохимическая [Crerar et al., 1980], современная геологическая [Казаченко, 2002] и чисто тектоническая (разделение всех гидротермальных проявлений марганца по генезису на субмаринные и континентальные). Подчеркивается большая сложность гидротермальной геохимии Mn, в связи с чем ни одна из типизаций не охватывает всего разнообразия известных гидротермальных проявлений марганца.

Ключевые слова: гидротермы, марганцевые месторождения, типизация

HYDROTHERMAL GEOCHEMISTRY OF MANGANESE

Ya. E. Yudovich, M. P. Ketris

Institute of Geology, Komi Science Centre, Ural Branch of RAS, Syktyvkar, Russia

This is the first part of entire article. Three variants of the typification of the Mn-hydrothermalites are discussed in details: classical mineralogical-geochemical, modern geological and tectonic. As is pointed, these variants do not cover all the natural Mn-concentrations.

Keywords: *hydrotherms, manganese deposits, typification*

В предыдущей работе была рассмотрена геохимия марганца в магматическом процессе [20]. Хотя часть гидротерм тесно связана с магматизмом и водный флюид в них эндогенный, во многих гидротермах вода «воздозная» — проникающая в зону повышенных температур из гидросферы или даже из атмосферы; последнее типично для вулканических областей континентов. Поэтому, например, вулканолог С. И. Набоко [15] разделяла гидротермы на первичные (магматические и магматогенные) и вторичные. Кроме того, в зонах глубинного катагенеза и метаморфизма гидротермы могут рождаться и безо всякой связи с магматизмом или вулканизмом.

Процесс отделения Mn от Fe, отчетливо проявленный на поздних (пегматитовых) стадиях магматической дифференциации, продолжается и в постмагматических хлоридных флюидах, что доказывается широким распространением эндогенных гидротермальных проявлений и месторождений марганца, иногда достигающих промышленных кондиций. При этом нередко проявленная минеральная зональность гидротермальных месторождений Mn отражает температуру флюида и фугитивность кислорода.

Как заключил Г. Н. Батурина в своей сводке по геохимии марганца [2,

с. 26], «гидротермальные растворы на континентах, на островах и на дне океана, как правило, обогащены марганцем относительно морской воды <...>». Действительно, если среднее содержание Mn в морской воде в настоящее время оценивают цифрой порядка 0.0n мкг/л ($n = 1-5$), то в вулканических гидротермах оно может достигать 41 мг/л, а в уникальных рассолах оз. Солтон Си в Калифорнии (с минерализацией 219–259 г/л) содержание Mn доходит до фантастической величины — 1370 мг/л!

Проблема типизации гидротермальных концентраций марганца

Гидротермальные проявления марганцевой минерализации — как в самостоятельных месторождениях марганца, железа и марганца, так и в виде примесей в месторождениях других металлов — отличаются большим разнообразием, что объясняется многофакторностью системы «марганец в гидротермах». Эта многофакторность допускает разные подходы при типизации гидротермальных концентраций марганца. Можно выделить три основания и соответственно три схемы такой типизации.

Минералого-геохимическая типизация. При разгрузке гидротерм в средах с высоким содержанием карбонат-

ного и сульфидного ионов растворенный марганец может зафиксироваться в виде Mn-карбонатов или сульфида-алабандина, а при наличии растворенного кремнезема — осесть в форме родонита. Все три названных фазы (карбонат, алабандин и родонит) присутствуют в гидротермальных месторождениях марганца; в известном обзоре Д. Крерар и др. [21] выделяли три крупные минералого-геохимических группы.

1. *Высокотемпературные полиметальные*, в которых Mn ассоциируется с цветными металлами (Cu, Pb, Zn, а также с Ag). Типовым примером считаю Pb-Zn-Ag-Mn-месторождение Бьюотт в Монтане. В таких месторождениях резко доминирует Mn(II) в форме родахрозита с возможными примесями алабандина и родонита. В одних только США месторождений и проявлений этого типа известно более 200.

2. *Низкотемпературные барит-флюоритовые*. В них присутствуют минералы, содержащие как Mn(II), так и Mn(IV).

3. *Мелкие проявления марганцовистых travertinov*. В них преобладают оксиды Mn(IV).

Считают, что эти группы представляют собой как бы части идеальной зональности гидротермальной системы, в которой от ранней стадии



к поздней последовательно снижается температура и возрастает Eh рудного флюида.

Геологическая типизация. Как утверждает В. Т. Казаченко [9, с. 4], месторождения с гидротермальной марганцевой минерализацией (в основном силикатной и карбонатной) «являются характерной особенностью определенных геологических структур земной коры, и в частности таких, как Тихоокеанский подвижный пояс. Можно полагать, что эта особенность является следствием проявления в определенных условиях неких фундаментальных закономерностей функционирования гидротермальных палеосистем». При этом собственно марганцевые или железо-марганцевые проявления (например, в Прибрежной зоне Приморья) — это лишь малая доля гидротермальной марганцевой минерализации, сопровождающей формирование других типов рудных месторождений: золото-серебряных, серебро-свинцово-цинковых, оловянно-полиметаллических, скарновых железорудных, молибденовых и вольфрамовых. Такие месторождения формируются в весьма различной геологической обстановке (табл. 1). В большинстве случаев источником марганца являются подвергшиеся кислотному выщелачиванию вмещающие породы, и реже можно предполагать привнос марганца глубинными гидротермами.

Тектоническая типизация. К типизации гидротермальных концентраций марганца можно подойти, положив в основание тип земной коры — континентальный или океанический. При таком подходе выделяются концентрации *континентальные* и *субмаринные*. В терминах Б. А. Лебедева и Э. М. Пинского [13] первые формировались в основном по *компрессионному* механизму (что требует обязательного наличия мощного осадочного чехла [1]), а вторые — по *конвективному*. Разумеется, это *типы* *сугубо генетические, а отнюдь не современные, географические*. После того как в концепции тектоники литосферных плит офиолитовые комплексы в складчатых зонах были проинтерпретированы как реликты былой океанической коры, проявления марганца в некоторых гидротермалахах, ныне находящиеся на континентах, приходится трактовать как древние субмаринные образования. Как правило, такие месторождения размещаются в тектонически активных зонах, например, в зонах былой суб-

дукции или в районах спрединговых центров.

Точно так же и самый распространенный на Земле тип гидротермальных Mn-руд — *вулканогенно-осадочный*, представленный на современных континентах сотнями месторождений и рудопоявлений разного возраста, в настоящее время трактуют как несомненно субмаринный, что в деталях показано, например, уральскими и петербургскими геологами, изучавшими Южно-Уральские колчеданоносные месторождения («палеогидротермальные поля» на дне Уральского океана) [4; 5; 14; 19]. В пределах Магнитогорского палеовулканического пояса Южного Урала известно несколько десятков марганцевых месторождений (рудопоявлений). Некоторые из них (Кожаевское, Уразовское, Кызыл-Таш, Казган-Таш, Южно-Файзалинское) рассматриваются как низкотемпературные гидротермальные постройки, сходные с железо-марганцевыми холмами бассейна Будларк и других активных районов современного океана. Считают [5], что рудоносные осадки сформировались непосредственно в зоне разгрузки на морское дно низкотемпературных ($T \leq 100^{\circ}\text{C}$) гидротермальных растворов, вероятно, термоконвекционной природы. Следуя тектонической типизации, также и в схеме В. Т. Казаченко большую часть вулканогенных месторождений нужно атtestовать как субмаринные, а месторождения в ореолах гранитных интрузий — как континентальные.

Трудные случаи типизации. Тем не менее ни одна из предложенных схем пока, по-видимому, не охватывает всего разнообразия гидротермальных проявлений марганца.

Так, не очень понятно, куда следует поместить проявления марганца в низкоградиных апориолитовых сланцах на хр. Малдынырд (район золото-пalladiевых месторождений Чудное и Нестеровское [7]). Там выявлена метаморфогенно-гидротермальная минерализация, представленная широким спектром минералов, содержащих марганец: оксидов (браунит, пиролюзит), карбонатов (родохрозит), арсенатов (скородит и черновит), силикатов (хлоритоид, спессартин, пьемонтит, мangan-алланит, арденит) и алюмосиликатов (хлорит). В их числе как минералы-концентраторы, так и минералы — носители марганца [7, 11, 12]. В *скородите* $\text{Fe}[\text{AsO}_4] \times 2\text{H}_2\text{O}$ содержится от 2.12 до 3.26 мас. % MnO, в *арсениоскородите*

$\text{Ca}_3\text{Fe}_4[(\text{As}_4\text{O}_4)_4(\text{OH})_6] \times 3\text{H}_2\text{O}$ — от 0.64 до 3.55% MnO. *Черновит* — редкий арсенат иттрия $\text{Y}[\text{AsO}_4]$ — отнесен нами к марганецсодержащим минералам вследствие присутствия примеси MnO, достигающей 3.03 %. Присутствующий в апориолитовых сланцах хлоритоид имеет эмпирическую формулу $(\text{Fe}^{2+})_{0.75} \text{Mg}_{0.16} \text{Mn}_{0.09} (1.00)(\text{Al}_{1.91} \text{Fe}^{3+})_{0.16} (2.07)[\text{SiO}_{9.2} \text{O}_5](\text{OH})_2$, а в минерале из хлоритоид-пирофиллитового стяжения найдено 8.67 % MnO, т. е. данный хлоритоид является переходной разновидностью к *оттерелиту*. Микрозондовые анализы зерен *спессартина* из эпидот-кварцевого стяжения показали определенную зональность с обогащением центра марганцем, а периферии — алюминием и железом: центр — $(\text{Mn}_{2.89} \text{Ca}_{0.11})_3 (\text{Al}_{1.68} \text{Mn}_{0.32})_2 (\text{Si}_{2.81} \text{Al}_{0.19})_3 \text{O}_{12}$; периферия — $(\text{Mn}_{2.82} \text{Ca}_{0.11} \text{Mg}_{0.04} \text{Fe}_{0.01})_3 (\text{Al}_{1.91} \text{Fe}_{0.08} \text{Ti}_{0.01})_2 (\text{Si}_{2.97} \text{Fe}_{0.03})_3 \text{O}_{12}$. Присутствующий в этом парагенезисе *низкомарганцевый пьемонтит* с эмпирической формулой $(\text{Ca}_{1.56} \text{Mn}_{0.44})_{2.00} (\text{Al}_{2.25} \text{Mn}_{0.42} \text{Fe}_{0.38})_{3.05} \text{Si}_{2.95} \text{O}_{12} \text{OH}$, по мнению сибирского минералога В. И. Силаева, следует относить к манганклиноизиту, который предлагается рассматривать в ранге отдельного минерального вида. *Манган-алланит* со структурой эпидота является La-Nd-минералом, содержащим 13.9% MnO. Этот минерал является, по-видимому, членом изоморфного ряда алланит-пьемонтит, в котором Ca частично замещается на Mn и P3Э. *Арденнит* — мышьяково-марганцевый силикат $\text{Mn}_5\text{Al}_5(\text{As}, \text{V})\text{O}_4(\text{SiO}_4)(\text{Si}_2\text{O}_7)_2\text{O}_2(\text{OH})_2 \times 2\text{H}_2\text{O}$ — в данном районе впервые обнаружен в 2002 г. И. В. Козыревой и И. В. Швецовой [10] в весьма необычных спессартин-эпидот-кварцевых конкрециевидных обособлениях (в парагенезисе с лейкоксеном, рутилом, сфеном, турмалином, хлоритоидом, цирконом, эпидотом, монацитом и спессартином). В *хлорите* из марганцовистого эпидот-кварцевого стяжения содержание MnO достигает 4.19 %.

Из перечисленных марганецсодержащих минералов по крайней мере скородит, арсениоскородит, хлорит, браунит и арденнит можно уверенно считать гидротермальными, поскольку они находятся в жилах и пегматоидных стяжениях с турмалином и уникальными гигантокристаллическими хлоритоидом, пирофиллитом и гематитом [7, 11, 12]. Сибирские геохимики и минералоги предполагают, что «*метаморфические породы в зоне Озерного разлома подверглись в герцин-*



Гидротермальные месторождения, содержащие марганцевую минерализацию*

Геологическая позиция	В вулканических постройках	В фундаменте вулканических сооружений	В температурных полях гранитоидных интрузий (вне связи с вулканическими постройками)					
Вмещающие породы	Алюмосиликатные					Кремнистые	Карбонатные	
Основные структурные элементы ореолов или их фрагментов	Зоны окварцевания, жилы выполнения полостей трепин, брекчевые тела					Линейно вытянутые штокверкоподобные метасоматические зоны в кремнистых породах	Контактово-реакционные (скарновые) залежи в известняках	
Вещественный состав оруденения	Золото-серебряный	Полиметаллический (с золотом и серебром)		Мolibденовый	Марганцевый	Железорудный	Полиметаллический	Вольфрамовый
Месторождения, рулоносные структуры, зоны	Дукат (Магаданская область, Многовершинное (Нижнее Приморье), Костомак (СИЛА), Гуангаута (Мексика), Югахима (Япония), Розарино (Гондурас, Касапалка (Перу), Лос Мантиас (Аргентина), Хаураки (Новая Зеландия), Моробе и Рибоастер (Папуа-Новая Гвинея) и др.	Арсеньевское (Приморье)	Южное, Темногорское (Приморье) и др.	Клаймекс, Биг Бен, Хендерсон, Маунт Эммонс, Маунт Хоуп, Пайн Гров, Редвэлл (США) и др.	Широкопадненская, Юго-Восточная, Северо-Западная марганцевоносные структуры, Еркинская зона (Приморье), Нода Тамагава, Касо, Тагути, Кинко, Кусуги, Ренгс (Япония) и др.	Белогорское, Мраморный мыс (Приморье) и др.	Маданское рудное поле (Болгария), Монте Цивилиса, Вальедель Темперино (Италия), Эмпайр (США), Йонхва II, Ульчин (Корея) и др.	Куга, Кивада, Фуджигата (Япония) и др.

* Взято у В. Т. Казаченко, 2002 г. [9, с. 9]

скую эпоху гидротермальной проработке с мобилизацией вещества в растворы и последующим переотложением его отчасти в открытых полостях (в виде гигантокристаллических пегматоидных образований), отчасти путем метасоматического замещения вмещающих гематит-серцит-пирофиллитовых сланцев» [11, с. 82]. Согласно термодинамическим расчетам А. В. Борисова [3], гидротермальный хлоридный флюид был очень кислым (pH 1.7–4.5), а минерализация формировалась в окислительной среде ($\text{FO}_2=10^{-(34-41)}$) при температуре около 150 °C.

В схему Д. Крерара и др. [21] не укладывается не только Малдинский феномен, но и такой замечательный объект, как гигантское нижнемеловое месторождение серебра Дукат в Охотско-Чукотском вулканическом поясе [8]. Здесь основная рудная стадия — кварц-родохрозитовая с самородным серебром, но и вмещающие риолиты, преобразованные вулканогенными гидротермами, содержат много спессартинового граната, присутствуют манганит и родонит. По $d^{13}\text{C}=18-20\%$ в сосуществующем кальците и графитистом веществе оценена температура гидротермального процесса, составляющая 180–220 °C, что согласуется с данными по газово-жидким включениям и не позволяет причислить вулканогенный Дукат к группе высокотемпературных полиметаллических месторождений по схеме Д. Крерара и др. [21].

Весьма своеобразна (если не уникальна) и марганцевая минерализация, описанная В. В. Серединым на Павловском буроугольном месторож-

дении Приморья, разрез которого сложен лежащей на палеозойских гранитах и эоценовых базальтах континентальной эоцен-олигоценовой угленосной толщей, перекрытой плиоцен-четвертичным аллювием. Здесь на трех стратиграфических уровнях проявлена секущая и стратиформная Fe–Mn-минерализация. Она представлена вернадит-бейделлит-кремнистыми микроконкремциями в глинах (верхний — плейстоценовый уровень), стратиформными голландитовыми рудами (средний — миоцен-плиоценовый уровень), и кварц-Al-литиофторитовыми жилами и прожилками с примесями ярозита и криптомелана в породах фундамента (нижний — эоценовый уровень). Поразительной особенностью руд оказались мощные накопления Ce (до 3.18 %) и рекордно высокие отношения Ce/La, достигающие 160 как в микроконкремциях [17], так и в секущих прожилках в фундаменте впадин [23]. При этом в отличие от сортированной формы Ce в ЖМК океана [2] здесь Ce образует собственные минералы: оксиды, силикаты, фосфаты и даже титанаты! [16, 18]. Природа этого «парадокса Середина» пока неясна; вероятно, он порожден очень специфичным составом вулканогенных гидротерм кайнозойских континентальных riftогенных впадин.

Наконец, трудный для тектонической типизации «промежуточный» случай представляет и давно известное громадное месторождение обогащенных Ba, Pb, Zn, As, Sb и W оксидных марганцевых руд Вани в верхнеплиоценовых туфах на греческом о-ве Милос [22]. Дело в том, что здесь при-

сутствуют как типично жильные руды (характерные для континентальных «эпигермальных» гидротермалитов), так и мощные стратиформные рудные тела. И хотя туфы первоначально откладывались в мелководном морском бассейне возле активной Эгейской вулканической дуги, в дальнейшем остров был поднят над уровнем моря и минерализация, несомненно, происходила в уже литифицированных породах суши. Тем не менее марганцевые гидротермы были субмаринными — они поднимались (из зоны субдукции?) по зонам разломов, формируя жильные тела, и затем растекались по плоскостям наслоения, проникая в поровое пространство туфов, образуя стратиформные тела. Таким образом, в отличие от типично субмаринных гидротерм (которые разгружаются прямо на морское дно), здесь рудные флюиды проходили через трещиновато-пористую среду литифицированных туфов, производя мощное выщелачивание вмещающих пород (характерна, в частности, адуляризация); поэтому по минералого-geoхимическим признакам руды все же ближе к континентальным, чем к субмаринным.

Может быть, еще большую проблему для тектонической типизации представляет и наше Парнокское Fe–Mn-месторождение на Полярном Урале, где стратиформные рудные залежи представляют собой чередование пластов марганцевых и железных руд, с пропластками известняков и сланцев. Железные руды почти нацело сложены магнетитом. Марганцевые руды имеют карбонатный или карбонатно-силикатный состав (глав-



ные минералы — рохохрозит, тефроит, сонолит, риббейт, кариопилит, спессартин и др.), они сохраняют реликты типичных для осадочных пород текстур. Для парнокских руд характерны четыре особенности: а) черносланцевая природа вмещающих толщ верхнего ордовика; б) пространственное разделение железа и марганца; в) отсутствие связи с магматизмом; г) признаки пространственной ассоциации со свинцово-цинковым оруднением. Эти факты допускают разные толкования. Один из вариантов генетической трактовки парнокских руд предложен А. И. Брусницыным [4], попытавшимся модернизировать ранее высказанные генетические представления [6]. Ассоциацию гидротермально-осадочных руд с черными сланцами он трактует традиционно, но делает попытку увязать фазы развития гидротермальной системы с фазами развития аноксического морского бассейна, что могло бы объяснить разделение железа и марганца. Развитие гидротермальной системы в пределах осадочного бассейна вне явной связи с какими-либо магматическими процессами, а также ассоциацию Fe–Mn-руд с Pb–Zn-минерализацией А. И. Брусницын считает возможным истолковать в рамках концепции катагенетической природы марганцевоносных растворов: «...рудоносные растворы могли продуцироваться и в пределах самих осадочных толщ за счет преобразования погребенных седиментационных вод, а также фазовых трансформаций (дегидратации) минералов глин» [4, с. 21]. При этом предложенная гидротермально-осадочная концепция рассматривается как синтетическая, а не альтернативная концепции глубинных гидротерм, зарождавшихся в фундаменте осадочного бассейна: «Не исключено, что гидротермальная система была активизирована обновлением тектонических и магматических процессов в фундаменте осадочных формаций» [4, с. 21].

Представленные в обзоре материалы позволяют сделать несколько выводов.

1. Поведение марганца в гидротермальных системах характеризуется большой сложностью вследствие влияния на эти системы нескольких факторов. Поэтому при типизации гидротермальных проявлений марганца возможны разные подходы — с выделением разных признаков в качестве главных.

2. Рассмотрены три типизации: классическая минералого-геохимическая [21], современная геологическая [9] и чисто тектоническая.

3. Хотя нам ближе именно последняя (с выделением двух крупнейших генотипов Mn-минерализации — *субмаринного* и *континентального*), подчеркивается наличие целого ряда марганцевых руд, плохо совместимых с любой из этих типизаций. Эта «классификационная проблема» может быть, в частности, следствием многостадийности (полихронности) минерализации, вызванной геологической эволюцией гидротермальной системы.

Авторы признательны В. В. Середину (ИГЕМ РАН) за консультации по вопросам рудогенеза марганца.

Литература

1. Апанов С. В., Лебедев Б. А. Нафтогенез: пространственные и временные соотношения гигантских месторождений. М.: Научный мир, 2010. 224 с.
2. Батурина Г. Н. Геохимия железомарганцевых конкреций океана. М.: Наука, 1986. 328 с.
3. Борисов А. В. Геолого-генетические особенности Au–Pd–REE рудопроявлений хр. Малдынырд: Приполярный Урал: Автореф. дис. ... канд. геол.-мин. наук. Москва, 2005. 20 с.
4. Брусницын А. И. Геохимическая модель формирования марганцевоносных осадков в черносланцевых толщах Полярного Урала // Приоритетные и инновационные направления литологических исследований: Материалы 9 Уральского литологического совещания. Екатеринбург: ИГГ УрО РАН, 2012. С. 19–22.
5. Брусницын А. И., Жуков И. Г., Кулешов В. Н., Летникова Е. Ф. Реконструкция марганцевоносных палеогидротермальных построек: литологические и геохимические данные // Ленинградская школа литологии: Матер. Всерос. литол. совещ., посвящ. 100-летию со дня рождения Л. Б. Рухина (Санкт-Петербург, 25–29 сентября 2012 г.). Т. 2. СПб.: СПбГУ, 2012. С. 69–70.
6. Геохимия и рудогенез черных сланцев Лембинской зоны Севера Урала / Я. Э. Юдович, М. А. Шишкун, Н. В. Лютиков, М. П. Кетрис, А. А. Беляев. Сыктывкар: Пролог, 1998. 340 с.
7. Зона межформационного контакта в карте оз. Грубепендиты / Я. Э. Юдович, Л. И. Ефанова, И. В. Швецова, И. В. Козырева, Е. А. Котельникова. Сыктывкар: Геопринт, 1998. 96 с.
8. Изотопно-геохимические исследования уникального золото-серебряного месторождения Дукат как ключ к пониманию процессов вулканогенного рудообразования / О. В. Петров, Б. К. Михайлов, С. С. Шевченко и др. // Региональная геология и металлогения, 2006. № 27. С. 60–76.
9. Казаченко В. Т. Петрология и минералогия гидротермальных марганцевых пород востока России. Владивосток: Дальнаука, 2002. 250 с.
10. Козырева И. В., Швецова И. В. Арденнит в метаморфитах Приполярного Урала // Вестник Института геологии. Сыктывкар: Геопринт, 2002. № 10. С. 7–8.
11. Козырева И. В., Швецова И. В., Юдович Я. Э. Гигантокристаллический хлоритоид Приполярного Урала // Зап. Всерос. минералог. об-ва, 2005. № 4. С. 71–82.
12. Козырева И. В., Швецова И. В., Юдович Я. Э. Марганцевая минерализация в метаморфических породах Приполярного Урала // Уральская минералогическая школа-2007: Материалы Всерос. научн. конф. Екатеринбург, 2007. С. 189–192.
13. Лебедев Б. А., Пинский Э. М. Механизмы формирования эпигенетических месторождений и их эволюция в истории Земли // Отечественная геология, 2000. № 2. С. 13–17.
14. Масленников В. В. Седиментогенез, гальмировлиз и экология колчеданоносных палеогидротермальных полей (на примере Южного Урала). Миасс: Геотур, 1999. 348 с.
15. Набоко С. И. Металлоносность современных гидротерм в областях тектоно-магматической активности. М.: Наука, 1980. 199 с.
16. Середин В. В. Редкоземельная минерализация в позднекайнозойских эксплозивных структурах (Ханкайский массив, Приморье) // Геология рудных месторождений, 1998. Т. 40. № 5. С. 403–418.
17. Середин В. В., Томсон И. Н. Металлоносные железо-марганцевые конкреции кайнозойских континентальных впадин: пример уникально высоких накоплений церия в природных объектах // Докл. РАН, 2000. Т. 372. № 5. С. 668–772.
18. Середин В. В., Чекрыжов И. Ю. Оксигидроксидная Fe–Mn минерализация Павловского угольного месторождения, Приморье // Диагностика вулканогенных продуктов в осадочных толщах: Матер. рос. совещ. с междунар. участием (Сыктывкар: 20–22 марта 2012 г.). Сыктывкар: Геопринт, 2012. С. 159–162.
19. Старикова Е. В., Брусницын А. И., Жуков И. Г. Палеогидротермальная постройка марганцевого месторождения Кызыл-Таш, Южный Урал. СПб.: Наука, 2004. 230 с.
20. Юдович Я. Э., Кетрис М. П. Магматическая геохимия марганца // Вестник Ин-та геологии Коми НЦ УрО РАН. Сыктывкар: Геопринт, 2012. № 12. С. 9–13.
21. Crerar D. A., Cormick R. K., Barnes H. L. Geochemistry of manganese: an overview // Geol. Geochem. Manganese. Vol. 1. (Eds. I. M. Varentsov, Gy. Grasselly). Budapest, 1980. P. 293–334.
22. Glasby G. P., Paravassiliou C. T., Mitsis J., Valsami-Jones E., Liakopoulos A., Renner R. M. The Vani manganese deposit, Milos Island, Greece: A fossil stratabound Mn–Ba–Pb–Zn–As–Sb–W-rich hydrothermal deposit // The South Aegean Active Volcanic Arc – Elsevier, 2005. P. 255–291.
23. Seredin V. V., Dai S. Coal deposits as potential alternative sources for lanthanides and yttrium // Int. J. Coal Geol., 2012. V. 94, № 1. May 2012. P. 67–93.

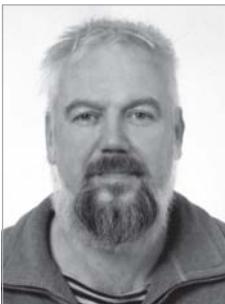
Окончание следует

Рецензент к. г.-м. н. Г. Н. Лысюк

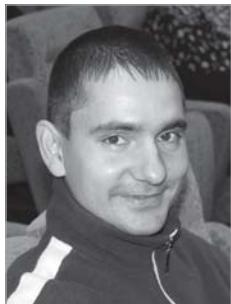


УДК: 549.3:549.756:551.762(470.13)

КОБАЛЬТ-НИКЕЛЬСОДЕРЖАЩИЕ СУЛЬФИДЫ В ФОСФОРИТЕ ЮРСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ ЫБСКОГО* ПРОЯВЛЕНИЯ (СЫСОЛЬСКАЯ МУЛЬДА)



Ю. В. Глухов



Б. А. Макеев



В. Н. Филиппов



С. И. Исаенко



Д. А. Варламов*

Институт геологии Коми НЦ УрО РАН, Сыктывкар, glukhov@geo.komisc.ru;*Институт экспериментальной минералогии РАН, Черноголовка, dima@iem.ac.ru

Приводятся результаты изучения микроминеральных выделений Co–Ni-содержащих дисульфидов железа (структура пирита) и фаз со стехиометрией тиошпинелей, отвечающих зигенитовому и Cu-содержащему грейгит-линненит-полидимитовому составам, которые были обнаружены в фосфоритах из юрских отложений Ыбского проявления (Сысольская впадина, северо-восток Восточно-Европейской платформы). Высказано предположение, что данные сульфидные микроминералы являются позднедиагенетическими, ремобилизационно-аутигенными формами концентрирования следовых (рассеченных) элементов-металлов (меди, кобальта, никеля), которые изначально были сорбированы глинистым веществом копролитовых пеллет, содержащихся в фосфорите.

Ключевые слова: микроминералы, Co–Ni-пирит, зигенит, тиошпинели, фосфорит, юрские отложения, Сысольская впадина, Восточно-Европейская платформа.

COBALT–NICKEL-BEARING SULFIDES IN PHOSPHORITE OF JURASSIC SEDIMENTS OF YBSKOYE OCCURRENCE (SYSOLA DEPRESSION)

Yu. V. Glukhov, B. A. Makeev, V. N. Filippov, S. I. Isaenko, D. A. Varlamov*

Institute of Geology Komi SC UB RAS, Syktyvkar; glukhov@geo.komisc.ru* Institute of Experimental Mineralogy RAS, Chernogolovka; dima@iem.ac.ru

The results of study micromineral segregations of Co–Ni-bearing iron disulfides (pyrite structure) and mineral phases with stoichiometry of thiospinels, corresponding to siegenite and Cu-bearing greigitte-linnaeite-polydymite composition, are represented. These sulfides were found in phosphorite of Jurassic sediments of Ybskoye occurrence (Sysola depression, northeast of the Eastern European Platform). It is suggested that these sulfide micro-minerals are late-diagenetic forms (due to authigenic remobilization) of concentrating of trace (disseminated) elements (copper, cobalt, nickel), which initially were absorbed by clay substance of coprolite pellets contained in the phosphorite.

Keywords: *microminerals, Co–Ni-pyrite, siegenite, thiospinels, phosphorite, Jurassic sediments, Sysola depression, Eastern European Platform.*

В нескольких публикациях [9–12] ранее нами были изложены результаты минералогического изучения фосфорита из позднеюрских (предположительно волжских) отложений Ыбского проявления (Сысольская мульда, северо-восток Восточно-Европейской платформы, Республика Коми). В них, в частности, сообщалось об обнаружении в фосфорите микроподелений кобальт-никельсодержащих дисульфидов железа и фаз со стехиометрией, отвечающей ряду тиошпинелей зигенитового и идаито-

вого составов. Выходы юрских отложений Ыбского проявления расположены на левом берегу р. Сысолы в окрестностях с. Ыб (д. Каргорт, примерно в 56 км на юг от Сыктывкара) и относятся к объектам геологического наследия [3]. В работах Н. П. Юшкина, В. А. Илларионова, Н. Д. Василевского, Ю. В. Жукова, А. М. Павлова, Е. П. Калинина, О. С. Ветошкиной, В. Н. Филиппова и других исследователей [1, 2, 5] были даны сведения о

геологии, особенностях минералогии и генезисе фосфоритов этого проявления. Помимо наших работ, единственное упоминание о находках кобальт- и никельсодержащих микроминералов в юрских осадках региона имелось в сигнальной публикации И. Н. Бурцева с соавторами [4]. Микрокристаллы тиошпинелей вазиситового состава были обнаружены ими в горючих сланцах волжского яруса (Волжско-Печорская сланцевая провинция, Яренский район, Чим-Лоптигская площадь).

* Прежнее название «Ибское»



Нами было показано, что дисульфиды железа, образующие вкрапления в юбском фосфорите, представляют собой два структурных полиморфа — пирит (куб. синг.) и марказит (ромб. синг.) [10]. О преимущественно пирит-марказитовом минеральном составе сульфидных конкреций в юрских отложениях Восточно-Европейской платформы известно давно. Но о характере распределения примесей никеля и кобальта в этих минералах, встречающихся в юрских аутигенных конкрециях платформенных отложений, в частности в конкрециях несульфидного типа, сведений пока крайне мало. Однако установлено, что в юбском фосфорите содержание никеля и кобальта в некоторых внутрифосфоритовых сульфидных стяжениях очень высокое, оно приближается к уровням концентрации этих примесей в так называемых бравоитах*. Определенный интерес также вызывают находки в юрских фосфоритах из окрестностей с. Йб редких микроминеральных выделений кобальт-никельевых и медных тиошпинелей, которые до этого на Сысольской площади никем не описывались, да и в других регионах являются минералогической экзотикой.

Основная цель нашей работы заключалась в выяснении распределения примесей кобальт-никельсодержащих сульфидов железа, обнаруженных в фосфорите из юрских отложений Йбского проявления, и в идентификации их структуры.

Объектом наших исследований были полированные фрагменты желвака фосфорита обр. 2377-ИБ-09, использованного и в других работах [9, 10, 12]. Структурная диагностика минералов осуществлялась методом спектроскопии комбинационного рассеяния (КР). Спектры КР регистрировались на спектрометре LabRam HR800 (Horiba Jobin Yvon). В условиях комнатной температуры использовались красная линия 632.8 нм (He-Ne-лазер, мощность 20 мВт) или зеленая линия 514 нм (Ar-лазер, мощность 120

мВт). Состав минералов изучался при помощи микрозондовой аппаратуры: сканирующего электронного микроскопа JSM-6400 (Jeol), энерго-дисперсионной системы рентгеноспектрального микроанализа Link ISIS-300 (Oxford) при рабочем напряжении 20 кВ.

Результаты исследований

Ранее нами было показано, что для юбского фосфорита характерно широкое разнообразие выделений сульфидов (рис. 1), различающихся по механизму кристаллизации и морфологии: включения в аллотигенных минералах и фрамбоиды; биоморфозы и идиоморфные выделения (по типу «метакристаллов»), относящихся к «фации замещения»; прожилки, вкрапления и кристаллические агрегаты в пустотах, принадлежащих к

«фации выполнения» [10]. Интересующие нас кобальт-никельсодержащие разновидности дисульфидов оказались сравнительно редкими для сульфидов юбского фосфорита и имеют черты сходства с минеральными выделениями позднедиагенетической «фации выполнения».

Кобальт-никельсодержащие дисульфиды, согласно данным спектроскопии КР, можно отнести к сульфидам со структурой пирита. Их спектры заметно отличаются от регистраций марказитов с пиками 327, 391, 447 см⁻¹ (рис. 2, в). В спектрах КР у данной группы кобальт-никельсодержащих дисульфидов присутствуют узкие пики 341 и 375 см⁻¹ (рис. 2, а). В спектрах есть также малоинтенсивный компонент в области 426 см⁻¹. Сдвиг пиков в спектрах по сравнению с пиками беспримесного пирита (347,

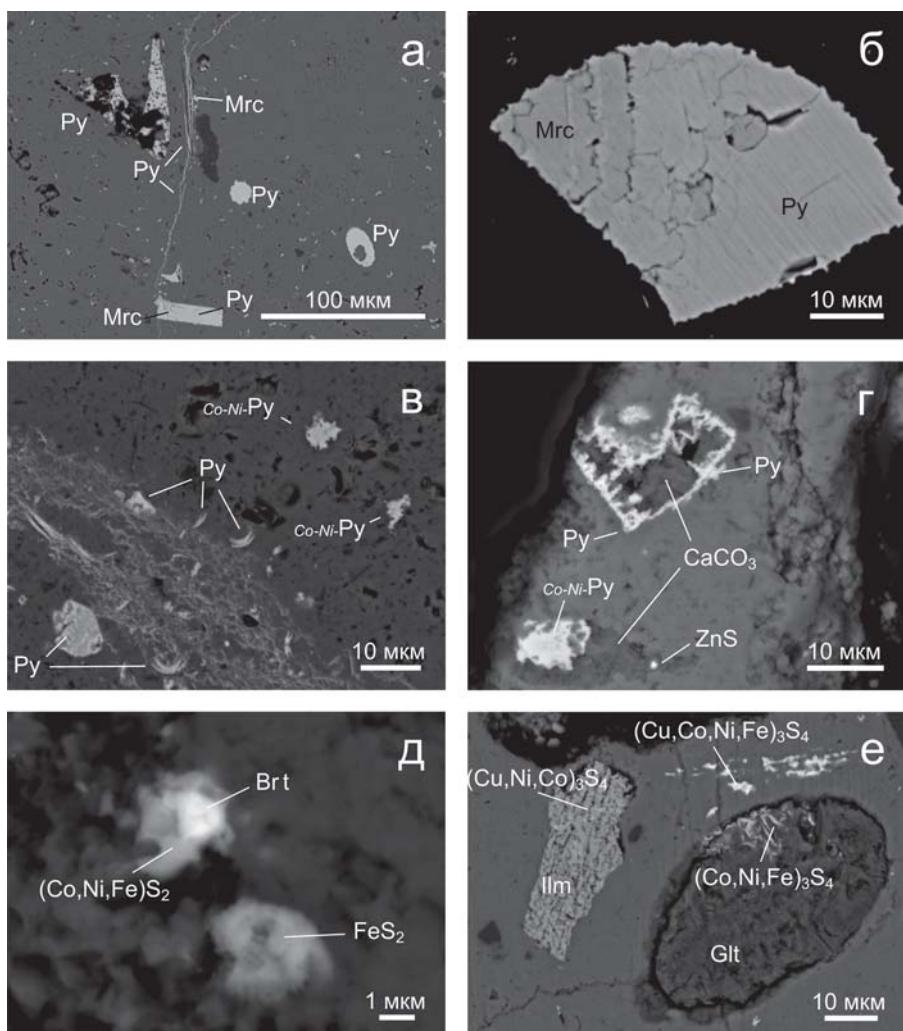


Рис. 1. Аутигенные микроминералы юбского фосфорита: а — биоморфозы, идиоморфные выделения и прожилки пирита (Py) и марказита (Mrc); б — ростовая реликтовая структура у марказит-пиритовой биоморфозы; в — скопление пиритовых и амёбовидных Co-Ni-пиритовых биоморфоз; г — выделения пирита (раннего), Co-Ni-пирита (позднего), кальцита (CaCO_3) и сульфида цинка (ZnS); д — выделения пирита и Co-Ni-пирита в ассоциации с баритом (Brt); е — прожилковые выделения тиошпинелевых фаз (Me_3S_4) переменного меди-кобальт-никелевого состава в зёрнах глауконита (Glt), аллотигенного ильменита (Ilm) и фосфоритовом матриксе. СЭМ JSM-6400, режим сканирования — обратно рассеянные электроны

* Бравоит ($(\text{Ni}, \text{Fe})\text{S}_2$) в соответствии с решением Международной минералогической ассоциации (IMA) от 1989 г. [16] следует относить к никелистой разновидности пирита ($\text{Ni} < \text{Fe}$). Прежде, например в работе Д. Богана [17], бравоит определялся как промежуточная форма (твёрдый раствор) системы кубических дисульфидов — пирита (FeS_2), каттиерита (CoS_2) и вэсита (NiS_2).

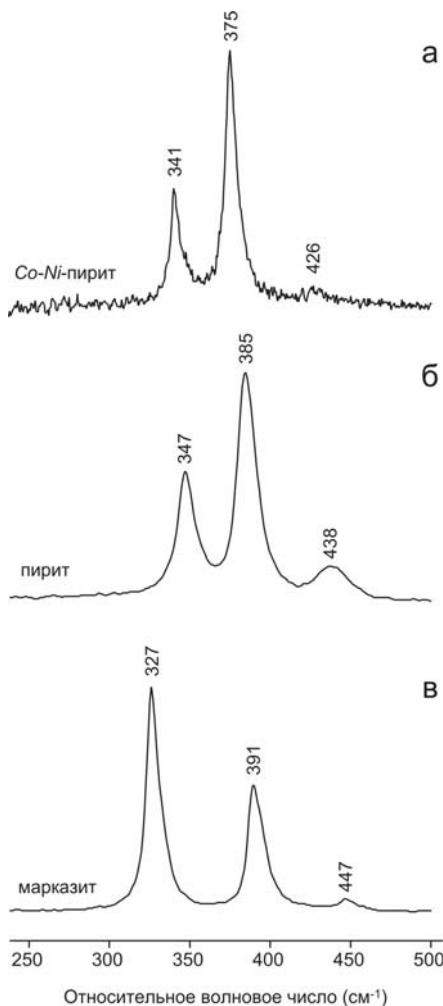


Рис. 2. Спектры комбинационного рассеяния (300 К) сульфидов южного фосфорита. Режимы возбуждения: а — 514 нм (Аг-лазер, 120 мВт); б, в — 632.8 нм (Не-Н₂ лазер, 20 мВт)

385 и 438 см⁻¹; рис. 2, б), по-видимому, обусловлен примесным обогащением кобальт-никельсодержащих дисульфидов, а также изменением условий регистрации спектров КР (попеременно использовались зелёный и красный лазеры с разной мощностью пучка).

Мы установили, что выделения кобальт-никельсодержащих пиритов характеризуются сравнительно небольшими размерами (5–8 мкм) и специфичной формой — звёздчатой, амёбовидной (рис. 1, в—д). Не исключено, что данные сульфиды выполняют какие-то биогенные пустоты.

Содержания кобальта и никеля варьируются в отдельных участках выделений Co-Ni-пиритов от около пороговых значений (0.0n мас. %) до первых десятков массовых процентов. Установленные нами максимальные концентрации кобальта и никеля соответственно составили около 5 и 16 мас. %. Отметим, что, несмотря на

флуктуацию содержаний этих элементов в рассматриваемых пиритах, они при этом имеют схожий характер распределения. Больше всего кобальта и никеля концентрируется вблизи границ пиритовых выделений в виде своеобразной каймы в них (рис. 3). Это особенно хорошо видно в примере с никелем. Поскольку содержания этого элемента относительно высокие, возникает необходимый контраст, визуализирующий кайму даже при небольшом времени накопления сигнала от элемента.

В изученных нами дисульфидах из южного фосфорита имеются небольшие (0.0n мас. %), практически не меняющиеся количества меди и марганца. В некоторых случаях фиксировалось присутствие цинка и свинца (десятые доли и первые единицы массовых процентов). По нашим наблюдениям, в большинстве примеров это, как правило, вызвано попаданием в

область анализа соответствующих посторонних ультрадисперсных минеральных фаз.

Тиошинели. При изучении пришлифованных фрагментов фосфорита, характеризующихся низким общим содержанием сульфидов в фосфорите при помощи микрозонда были обнаружены микроскопические минеральные фазы со стехиометрией тиошинелей из группы линнеита, размеры этих образований достигали первых микрометров (рис. 1, е). Как известно, в состав группы линнеита входят следующие минералы: линнеит Co_3S_4 , полидимит Ni_3S_4 , грейгит Fe_3S_4 , а также зигенит $(\text{Co}, \text{Ni})_3\text{S}_4$, виоларит FeNi_2S_4 , флетчерит $\text{Cu}(\text{Ni}, \text{Co})_2\text{S}_4$ [18]. В природе существуют также другие минеральные виды, изоструктурные с линнеитом, в которых серу замещает селен, а в состав катионной части могут входить элементы платиновой группы, хром, кадмий,

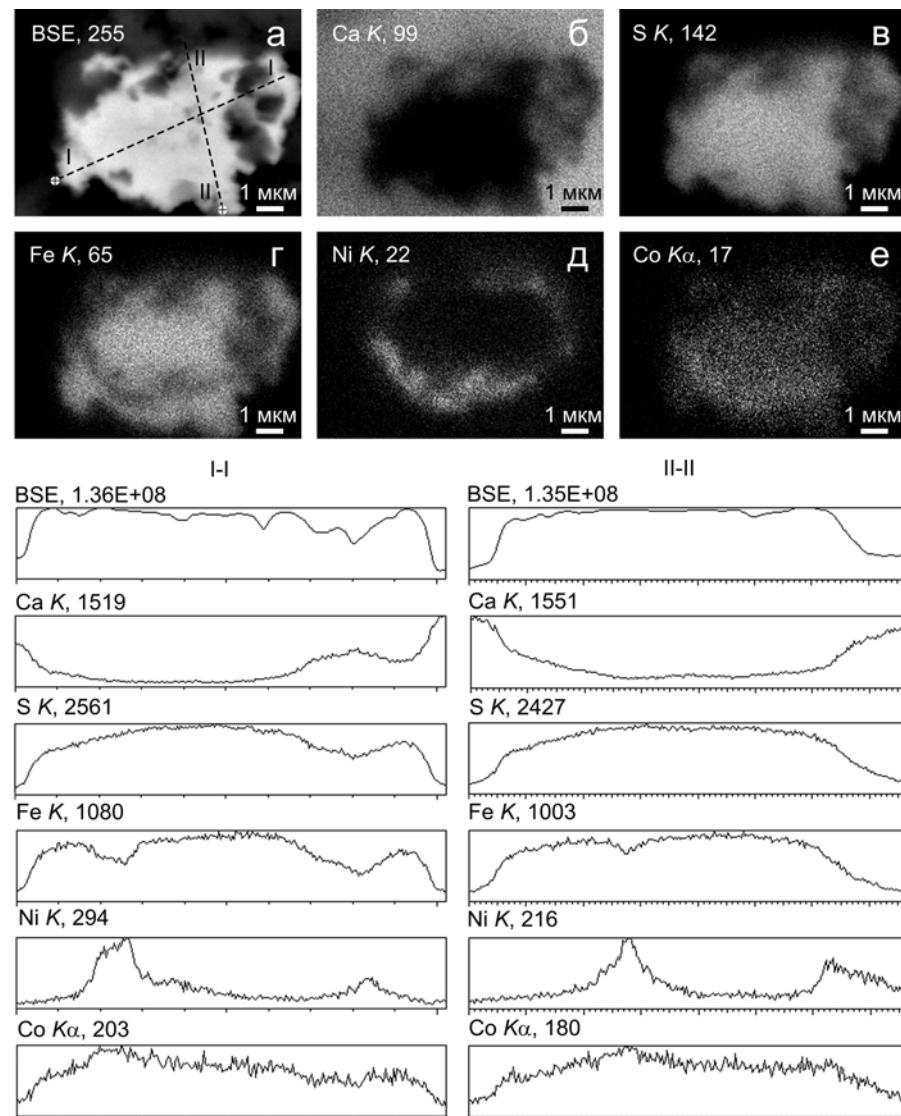


Рис. 3. Распределение атомной плотности (а) и характер концентрирования основных и примесных элементов (б—е) у амёбовидного выделения Co-Ni-пирита по площади и профилям



цинк, свинец и индий.

У тиошпинелей из юбского фосфорита, отличающихся определённым разнообразием, есть фазы, близкие по составу к кобальт-никелевым зигенитам. Содержания кобальта и никеля в них достигают соответственно ~19 и ~36 мас. %. В юбском фосфорите обнаружены также тиошпинели, в составе которых помимо примесей кобальта и никеля содержится довольно много железа и меди. По составу эти тиошпинели сложно отнести к какой-либо из известных разновидностей. Их можно охарактеризовать как медьсодержащий твёрдый раствор на основе крайних членов группы линнеита — Cu—грейгит-линнеит-полидимит. Описываемые сульфиды отчётливо различаются по содержаниям меди и железа. К сожалению, получить надёжные характеристики крошечных выделений тиошпинелей из юбского фосфорита методом спектроскопии КР нам не удалось.

Можно отметить, что выявленное микрозондированием общее распределение кобальт-никельсодержащих пиритов и тиошпинелей в фосфорите мало отличалось от того, что было установлено ранее, при изучении свежих неотпрепарированных поверхностей пробы-осколка юбского фосфорита. В частности, хорошо воспроизвёлся линейный тренд, который отчётливо наблюдался на треугольной Co-Ni-Fe-диаграмме [10]. В данном случае воображаемая линия тренда выходит из вершины треугольника, отвечающей составам с чисто железистыми сульфидами (беспримесному пириту и марказиту), и далее пересекает сторону треугольника Co-Ni в области составов с содержаниями никеля 70–80 мас. % (рис. 4).

Обсуждение и выводы

Итак, проведенное нами исследование аутигенных кобальт-никельсодержащих дисульфидов железа из фосфорита юрских отложений Йубского проявления позволяет утверждать, что основной структурный тип этих дисульфидов — структура пирита. Принимая во внимание установленные в них концентрации кобальта и никеля (единицы и десятки массовых процентов), данные дисульфиды можно определить как кобальт-никельсодержащие пириты (Co-Ni-пириты).

Заметной особенностью Co-Ni-пиритов является их редкая встреча-

емость в сравнении с беспримесными пиритами и марказитами. При этом размеры выделений у Co-Ni-пиритов, как правило, составляют несколько микрон, тогда как общий диапазон размеров выделений пиритов и марказитов в юбском фосфорите обычно больше — от долей микрона до нескольких сотен микрон. Общее содержание сульфидов в юбском фосфорите находится в пределах 1–2 мас. % [9]. Определенная с учётом имеющихся данных по валовым содержаниям кобальта и никеля в фосфорите, концентрация сравнительно редких Co-Ni-пиритов попадает в интервал десятых и сотых долей массового процента.

От беспримесных дисульфидов Co-Ni-пириты отличаются и пространственным размещением в фосфорите. Так, Co-Ni-пириты не характерны для участков фосфорита с обильной сульфидной минерализацией и чаще обнаруживаются в зонах с редкой вкрапленностью сульфидов. Морфологию выделений Co-Ni-пиритов можно охарактеризовать как формы позднейших выделений. Они чаще всего выполняют микротрешины или сложные «амёбовидные» (по-видимому, биогенные) пустоты. В некоторых участках фосфоритов пространство пустот осталось незаполненным. Такие же формы позднейших выделений характерны и для про-

странственно ассоциирующихся с Co-Ni-пиритами парагенетических баритов, сульфидов цинка и тиошпинелей зигенитового и переменного Cu-грейгит-линнеит-полидимитового состава. Перечисленные минеральные фазы вместе с Co-Ni-пиритами составляют «малый аутигенный парагенезис». Их выделения нередко такие же крошечные и малочисленные, как и Co-Ni-пиритовые.

В отношении условий образования Co-Ni-пиритов в юбском фосфорите можно высказать следующие соображения. Судя по всему, по времени происхождения Co-Ni-пириты относятся к числу наиболее поздних сульфидов. Время их формирования уместно связывать с диагенезом фосфоритоносных юрских отложений северо-востока Восточно-Европейской платформы (Сысольской впадины). Как было показано нами ранее [9–11], юбские фосфориты в настоящее время находятся в состоянии «полулитификации». Основной минерал юбского фосфорита, а именно апатит, со содержит воду (молекулярную H_2O) и анионы углекислоты (CO_3^{2-}). В фосфорите фрагментарно ещё сохранились в практически неизменённом виде диагенетически неустойчивые глинистые минералы, полевые шпаты, карбонатный раковинный детрит и костные останки морских обитателей. Сведения о диагенетической не-

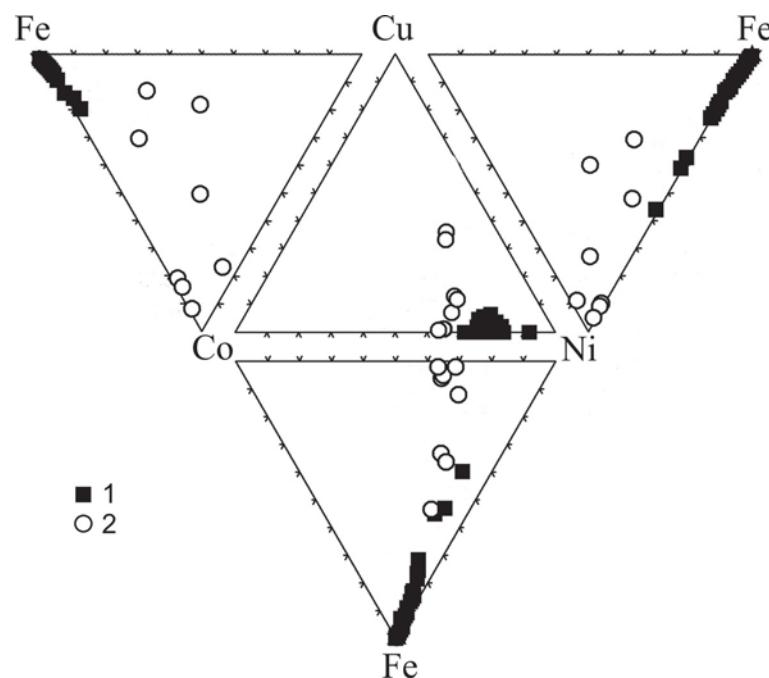


Рис. 4. Составы пиритов, марказитов и тиошпинелей из юбского фосфорита. Условные обозначения: 1 — дисульфиды железа (марказиты, пириты), 2 — тиошпинели. Из-за больших относительных погрешностей из массива данных были удалены составы с суммой компонентов Cu, Co и Ni, не превышающей 1.5 %



устойчивости этих минеральных форм, к примеру, содержатся в обобщающей монографии Я. Э. Юдовича и М. П. Кетрис «Минеральные индикаторы итогенеза» [14]. В состоянии «полураспада» находятся раннекристаллизующиеся (раннедиагенетические) беспримесные марказиты, которые на сегодня примерно наполовину замещены пиритами, оказавшимися термодинамически более устойчивым структурным типом дисульфидов железа в условиях, когда содержащие их фосфориты в составе юрских отложений испытывали погружение.

Можно с определённой уверенностью говорить о том, что исходно в юрских отложениях имелось достаточно вещества как для формирования самих фосфоритов, так и для образования содержащихся в них сульфидов. Кроме того, в фосфороносных юрских осадках, судя по опубликованным данным [3, 6–8], присутствовали многочисленные костные остатки, которые могли стать источником фосфора для фосфорита. Разложившееся органическое вещество, по-видимому, служило основным поставщиком серы для сульфидов (сера, как известно, входит в состав аминокислот, таких как метион и цистин). Вот почему основная наша версия происхождения ёбского фосфорита — диагенетический ремобилизационный аутигенез.

Однако если по вещественному составу органогенного детрита и обломочных аллотигенных минералов ещё можно как-то судить о происхождении основных аутигенных минералов фосфорита, то в отношении происхождения примесных кобальта и никеля ясности немного, данными по их первоначальным формам вхождения в минералы мы не располагаем. Анализ взаимоотношений минеральных зёрен в прозрачных шлифах [5] и в полированных фрагментах фосфорита показывает, что основная масса беспримесных дисульфидов первоначально кристаллизовалась ещё до появления глауконита. Глауконит вместе с карбонатами и апатитом составляют «основной» (по объёму) аутигенный минеральный парагенезис ёбского фосфорита. Причём глауконит относительно равномерно распределен по фосфориту, в том числе и в поздних секущих минерализованных трещинах синерезиса («светлых прожилках»), пронизывающих фосфоритовый желвак. Внутри этих трещин обильных выделений сульфидов нет.

В то же время Co-Ni-пириты обнаруживаются в микротрещинах в глауконитах. Учитывая это и характер их взаимоотношения с другими минералами, мы полагаем, что Co-Ni-пириты — самые поздние сульфиды и, по-видимому, одни из самых поздних аутигенных минералов ёбского фосфорита, кристаллизовавшихся в диагенезе. Можно предположить, что концентрирование кобальта и никеля в составе поздних пиритов связано с диагенетической трансформацией терригенного минерального вещества фосфоритов, основная масса которого была сосредоточена в копролитах, насыщенных тонкодисперсным глинистым материалом, являющимся сорбентом различных рассеянных элементов. При диагенезе это глинистое вещество трансформировалось в глауконит. Высвободившиеся при этом никель и кобальт вошли в состав поздних пиритов и тиошинелей, кристаллизовавшихся из порово-плёночных водных растворов.

Установленное в выделениях Co-Ni-пиритов «амёбовидного» облика каёмчатое распределение примесей можно объяснить, приняв за основу модель заполнения свободного пространства этими сульфидами. По-видимому, вначале на стенках пустот из водных растворов отлагался чистый дисульфид железа без кобальта и никеля. Затем кристаллизовался Co-Ni-пирит. Иногда вслед за этим после чистого дисульфида железа вновь шла очередная «волна» кристаллизации Co-Ni-пирита, затем оставшееся пространство вновь заполнялось чистым пиритом. Подобная картина зонального распределения примесей является типичной для бравоитов. В качестве примера упомянем работу Д. Богана [17], описавшего зональные бравоиты (Милл Клоуз Маин, Дербишир, Англия; Маубах, Германия). Отметим, что если в рассмотренных выше примерах кайму у пиритов образовали и никель, и кобальт, то в одной из статей приводится описание чисто кобальтовой каймы у пиритов из стратиформного объекта (Камото, Конго) [15].

Сама зональность Co-Ni-пиритов, очевидно, связана с периодическим изменением концентраций железа, никеля и кобальта в среде кристаллизации или с соответствующей устойчивостью соединений элементов триады железа в водных растворах, при условии, что они находились в составе комплексных соединений. На наш взгляд, зональный характер

кристаллизации Co-Ni-пиритов в юрских фосфоритах проще всего связывать с изменчивостью температуры среды кристаллизации, которая в конечном счете может определять составы осаждающихся сульфидов. Причиной флуктуаций температурного режима мог быть, в свою очередь, колебательный характер тектонических движений в Сысольской структуре, приводящих соответственно к погружениям или подъёмам юрских фосфоритоносных отложений. Поясним, что в данном контексте колебания температуры рассматриваются как изменение теплового потока, идущего из глубин Земли, или как чередование актов температурных воздействий, а не как температурные вариации гидротерм (флюидов), поступающих по разломам или проникаемых зонам и воздействующих на фосфориты юрских отложений, как если бы, к примеру, речь шла о гидротермальных системах в области тектономагматической активизации.

Такая интерпретация происхождения Co-Ni-сульфидов в юрских фосфоритах оказывается альтернативной точкой зрения в сравнении с предполагаемой определяющей ролью глубинной флюидной активности, обозначенной, к примеру, в работе Я. Э. Юдовича [13]. В этой статье рассматриваются обнаруженные северо-западнее Тимана в бассейне р. Мезень необычные грибо- и трубкообразные тела неизвестного происхождения («трубки Митякова», названные так в честь обнаружившего их С. Н. Митякова). Эти тела в числе прочего содержали похожий на юрский глинистый материал и характеризовались аномальными концентрациями никеля (~100–130 г/т). В устных сообщениях С. Н. Митякова и в вышеупомянутой работе Я. Э. Юдовича эти региональные аномалии никеля — элемента, концентрирующегося в породах мантии, интерпретируются как индикаторы специфического ультраосновного магmatизма, сходного с кимберлитовым.

В рамках изложенной нами гипотезы позднедиагенетического ремобилизационного аутигенеза Co-Ni-сульфидов в ёбском фосфорите нет необходимости в существовании некоторого глубинного кобальт-никеленосного флюида, обогащавшего юрские отложения и фосфориты никелем и кобальтом. А присутствие Co-Ni-сульфидов в них соответственно не может



напрямую указывать на активное проявление глубинного ультрабазитового магматизма в регионе. Также в этой связи необязателен (хотя и возможен) подводный ультрабазитовый вулканизм, который мог привести к повышенным концентрациям кобальта и никеля в осадках позднеюрского морского бассейна. Присутствие этих элементов в юрских осадках, завязанных на терригенный тонкодисперсный глинистый материал (осаждавшийся в виде копролитов), вполне может быть дальним отголоском магматической деятельности базит-ультрабазитового характера, которая действительно имела место на Тимане и Урале и продукты разрушения соответствующих магматитов которой самым естественным образом сносились в Сысольскую впадину и аккумулировались в ней в мезозое.

Таким образом, в отношении природы микроминеральных выделений с морфологическими признаками роста *in situ* в фосфоритовых конкрециях юрских отложений можно сделать обобщающее заключение о том, что все они являются продуктами позднедиагенетического («зрелого») ремобилизационного аутигенеза, в результате которого микроэлементы, первоначально сорбированные тонкодисперсным косым и органическим биогенно-насыщенным веществом фосфорита и находившиеся в нём состоянии «рассеяния», были затем сконцентрированы в виде крошечных самостоятельных минеральных форм.

Мы благодарим В. А. Салдина за консультации по вопросам диагенеза юрских отложений Восточно-Европейской платформы и за ценную помощь при изучении фосфоритов в прозрачных шлифах, а также Я. Э. Юдовича, высказавшего идею возможной генетической связи терригенного (глинистого) компонента, глауконита и никеля в фосфоритах, которая была подхвачена авторами настоящей работы.

Исследования проводились при финансовой поддержке Программы Президиума РАН № 27(12-П-5-1027), проекта № 12-У-5-1017 УрО РАН, гранта НШ-1310.2012.5.

Литература

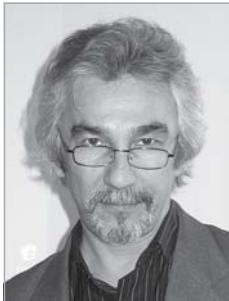
1. Агроминеральное и горно-химическое сырье Европейского Северо-Востока СССР / Н. П. Юшкин, Б. А. Илларионов, Н. Д. Васильевский и др. Сыктывкар: Ин-т геологии Коми фил. АН СССР, 1987. 132 с.
2. Ветошикина О. С., Филиппов В. Н. Конкремионные фосфориты нижнемеловых отложений северо-востока Русской плиты // Минералы и минералообразование, структура, разнообразие и эволюция минерального мира, роль минералов в происхождении и развитии жизни, биоминеральные взаимодействия. Сыктывкар: Институт геологии Коми НЦ УрО РАН, 2008. С. 426—435. <http://zoloto-almazy.narod.ru>.
3. Геологическое наследие Республики Коми (Россия) / Составитель П. П. Юхтанов. Сыктывкар: Институт геологии Коми НЦ УрО РАН, 2008. 350 с.
4. Горючие сланцы Тимано-Североуральского региона: новые результаты исследований, новые перспективы освоения / И. Н. Бурцев, В. А. Салдин, Л. А. Анищенко и др. // Вестник Института геологии Коми НЦ УрО РАН, 2010. № 2. С. 2—3. http://www.geo.komisc.ru/images/stories/vestnik/2010/182/pdf/182_2-7.pdf.
5. Калинин Е. П. Фосфориты Республики Коми и перспективы их освоения // Вестник Института геологии Коми НЦ УрО РАН, 2003. № 5. С. 2—3. <http://zoloto-almazy.narod.ru>.
6. Лысов С. В., Молин В. А., Попов С. А., Швецова И. В. Юрские отложения в окрестностях села Иб (Ибское месторождение горючих сланцев) // Геология Европейского Севера России. Сыктывкар, 1999. Сб. 4. С. 12—25. (Пр. Ин-та геологии Коми науч. центра УрО РАН. Вып. 103).
7. Мальков Б. А., Лысюк А. Ю., Иванова Т. И. Минеральный состав и микроэлементы окаменелых костей морских ящеров // Вестник Института геологии Коми НЦ УрО РАН, 2004. № 1. С. 12—16. http://www.geo.komisc.ru/images/stories/vestnik/2004/jan/109_12-16.pdf.
8. Попов Е. В., Безносов П. А. Остатки химер (Holocephali, Chimaeroidei) из верхнеюрских отложений Республики Коми // Современная палеонтология: классические и новейшие методы — 2006. М.: ПИН РАН, 2006. С. 55—64. <http://rogov.zwz.ru/Popov,%20Besnosov,2006.pdf>.
9. Фосфорит юрских отложений Ибского проявления (Сысольская мульда). Анатомия, структурные и вещественные характеристики / Ю. В. Глухов, Б. А. Макеев, В. Н. Филиппов и др. // Геоматериалы для высоких технологий, алмазы, благородные металлы, самоцветы Тимано-Североуральского региона: Материалы Всерос. минералог. семинара с междунар. участием. Сыктывкар: Геопринт, 2010. С. 48—54. <http://zoloto-almazy.narod.ru>.
10. Фосфорит юрских отложений Ибского проявления (Сысольская мульда). Аутигенные сульфидные микровключения / Ю. В. Глухов, Б. А. Макеев, В. Н. Филиппов, С. И. Исаенко, Д. А. Варламов // Там же. С. 55—62.
11. Фосфорит юрских отложений Ибского проявления (Сысольская мульда). Кобальт-никельсодержащие пириты аутигенно-го микроминерального парагенезиса / Ю. В. Глухов, Б. А. Макеев, В. Н. Филиппов и др. // Минералогические перспективы: Материалы Междунар. минералог. семинара. Сыктывкар: Геопринт, 2011. С. 201—205. http://www.geo.komisc.ru/public/collect/2011/Min_pers/pdf/perspective_201-205.pdf.
12. Фосфорит юрских отложений Ибского проявления (Сысольская мульда). Минералообразование включения / Ю. В. Глухов, Б. А. Макеев, В. Н. Филиппов и др. // Там же. С. 62—68.
13. Юдович Я. Э. Флюидное минералообразование — альтернатива литогенезу? Обзор // Уральский геологический журнал, 2009. № 4 (70). С. 31—80.
14. Юдович Я. Э., Кетрис М. П. Минеральные индикаторы литогенеза. Сыктывкар: Геопринт, 2008. 564 с.
15. Bartholomé P., Katekessa F., López-Ruiz J. Cobalt zoning in microscopic pyrite from Kamoto, Republic of the Congo (Kinshasa) // Mineralium Deposita, 1971. V. 6. N 3. P. 167—176. <http://www.springerlink.com/content/111r26wg02758241/>.
16. Bayliss, P. Crystal chemistry and crystallography of some minerals within the pyrite group // American Mineralogist, 1989. V. 74. P. 1168—1176. http://www.minsocam.org/ammin/AM74/AM74_1168.pdf.
17. Vaughan D. J. Zonal variation in bravoite // The American Mineralogist, 1969. V. 54, P. 1075—1083. http://www.minsocam.org/ammin/AM55/AM55_1576.pdf.
18. Wagner T., Cook N. J. Carrollite and related minerals of the linnaeite group: Solid solutions and nomenclature in the light of new data from the Siegerland district, Germany // Canadian Mineralogist, 1999. V. 37. P. 545—558.

Рецензент д. г.-м. н. С. К. Кузнецов



УДК 553.31:553.08:[549.08+548.7+543.429]

ПРЕОБРАЗОВАНИЕ СТРУКТУРЫ ПРИРОДНЫХ ОКСИДОВ/ОКСИГИДРОКСИДОВ ЖЕЛЕЗА В РЕЗУЛЬТАТЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ ВНЕШНИХ ФАКТОРОВ



В. П. Лютоев¹, В. И. Силаев¹, А. Н. Пономаренко², А. Б. Брик², Н. А. Дудченко²,
А. А. Юшин², А. Ю. Лысюк¹, С. С. Шевчук¹

¹ Институт геологии Коми НЦ УрО РАН, Сыктывкар, vlutoev@geo.komisc.ru

² Институт геохимии, минералогии и рудообразования НАН Украины, Киев, abrik@voliacable.com

Изложены результаты минералого-кристаллохимических исследований тонкодисперсных продуктов выветривания железистых кварцитов Криворожского железорудного бассейна. Для характеристики вещества использованы методы высокоразрешающей электронной микроскопии, химического и термического анализов, рентгеновской дифракции, ИК- и мёссбауэрской спектроскопии. Показано, что в результате омагничивания продуктов выветривания кварцитов в восстановительных условиях, происходит преобразование гематита и гётита в магнетит различной степени стехиометрии.

Ключевые слова: оксиды и оксигидроксиды железа, железистые кварциты, Криворожский железорудный бассейн, омагничивание, электронная микроскопия, термический анализ, рентгенофазный анализ, ИК-спектроскопия, мёссбауэрская спектроскопия.

TRANSFORMATION OF STRUCTURE OF NATURAL OXIDES/OXYHYDROXIDES OF IRON AS A RESULT OF INFLUENCE OF EXTERNAL FACTORS

V. P. Lutoev, V. I. Silaev, A. N. Ponomarenko, A. B. Brik²,
N. A. Dudchenko², A. A. Yushin², A. Yu. Lysiuk, S. S. Shevchuk

Institute of Geology Komi SC UB RAS, Syktyvkar

²Institute of Geochemistry, Mineralogy and Ore Formation of NAS of Ukraine

The results of mineralogical and crystallochemical researches of fine products of weathering of ferruginous quartzites of the Krivoy Rog ironstone field are presented. The methods of high resolution electronic microscopy, chemical and thermal analyses, x-ray diffraction, IR- and mossbauer spectroscopy are used. It is shown that as a result of magnetization under reducing conditions transformation of hematite and goethite to magnetite of various stoichiometric degrees takes place.

Keywords: *Fe-oxides and oxyhydroxides, ferruginous quartzites, Krivoy Rog ironstone field, magnetization, electron microscopy, thermal analysis, X-ray phase analysis, IR-spectroscopy, mussbauer spectroscopy.*

В результате многолетней эксплуатации железорудных месторождений, в частности железистых кварцитов Криворожского горно-рудного района, накопились гигантские отходы оксигидроксидов железа, с обогащением и промышленной переработкой которых современные технологии не справляются. Причиной этого является недостаточная изученность

фундаментальных физических и физико-химических свойств оксидных геоматериалов, в особенности их реальной кристаллической структуры, кристаллохимии и магнитных характеристик, а также изменений этих характеристик под влиянием внешних факторов.

Результаты предварительных исследований показали, что природные

оксигидроксиды железа обладают уникальными магнитными характеристиками, широко варьирующими в зависимости от геологического происхождения, генетических особенностей, дисперсности частиц, их химического состава и кристаллической структуры. Установлено, что эти минералы могут находиться в парамагнитном, суперпарамагнитном, ан-



тиферромагнитном и ферримагнитном состояниях и при определенных условиях претерпевать превращения с существенным изменением магнитных характеристик. Данные особенности железосодержащих минералов открывают перспективы для разработки новых методов получения железорудных концентратов [6, 7].

В качестве объектов нашего исследования были использованы тонкодисперсные продукты химического выветривания железистых кварцитов различного состава с разным соотношением оксидов и оксигидроксидов железа, отобранные на месторождениях Криворожского железорудного бассейна [1, 9], а также продукты их омагничивания. Опробованные нами коры выветривания относятся к линейному типу и простираются на глубину до первых сотен метров. По составу гипергенно преобразованные железные руды подразделяются на гематит-гётит-маргитовые, гётит-гематит-маргитовые и силикат-гётит-гематит-маргитовые [4, 5]. В настоящее время эти руды практически не утилизируются, поэтому непрерывно накапливаются в отвалах и хвостах рудохранилищ. Омагничивание их образцов было проведено в Институте геохимии, минералогии и рудообразования им. Н.П. Семененко НАН Украины [6, 7]. Соответствующие методики основывались на полученных ранее результатах, связанных с изменением магнитного состояния био-

генных оксидов/гидроксидов железа, локализованных в тканях мозга [10].

Омагничивание образцов гипергенно преобразованных железных руд проводилось в водной среде при наличии дополнительных условий, к которым относятся постоянные и переменные магнитные поля, электромагнитные поля и специальная химическая среда с восстановительными свойствами [6, 7]. Сущность процесса омагничивания заключается в перезарядке ионов железа в структуре минералов под влиянием внешних факторов. В процессе исследований был использован комплекс методов исследований: сканирующая электронная микроскопия (VEGA TESCAN), «мокрый» химический анализ, рентгенофлуоресцентный анализ (MESA-500W), термический анализ (NETSCH STA), рентгеновская дифрактометрия (XRD-6000), инфракрасная спектроскопия (ИнфраЛюм ФТ-02), мёссбауэровская спектроскопия (MS-1104Em).

Исследованные нами объекты представляют собой тонкодисперсные порошки исходной руды и продукты их омагничивания, полученные методом электромагнитного воздействия в водной среде в присутствии восстановителя (табл. 1). Исходные порошки различались по цвету от кирпично-красных до красновато-бурых и бурых, а после омагничивания приобрели темно-серую, иногда до черной, окраску при сохранении тонкодисперсной структуры. По данным сканирующей электронной микроскопии, все образцы состоят из основной пелитоморфной массы и незначительной фракции сравнительно крупных частиц. Основная масса сложена округлыми и в некоторых случаях пластинчатыми частицами размером от 100 нм до 1.5 мкм (рис. 1). Обломочная фракция представлена угловатыми частицами размером 15–120 мкм, на поверхности которых наблюдаются признаки травления. По структуре исходные продукты вывет-

Таблица 1

Предварительная диагностика проб окисленных руд из Криворожского железорудного бассейна и продуктов их омагничивания

Код образца	Цвет	Характеристика
Ю-1	Красно-бурый	Руда гётит-гематит-маргитовая на начальной стадии окисления
Ю-1-С	Темно-серый	То же после омагничивания
Ю-2	Кирпично-красный	Руда окисленная гётит-гематитовая
Ю-2-С	Темно-серый	То же после омагничивания
Ю-3	Кирпично-красный	Руда окисная богатая
Ю-3-С	Темно-серый	То же после омагничивания
Ю-4	Бурый	Бурый железняк из верхнего горизонта
Ю-4-С	Черный	То же после омагничивания

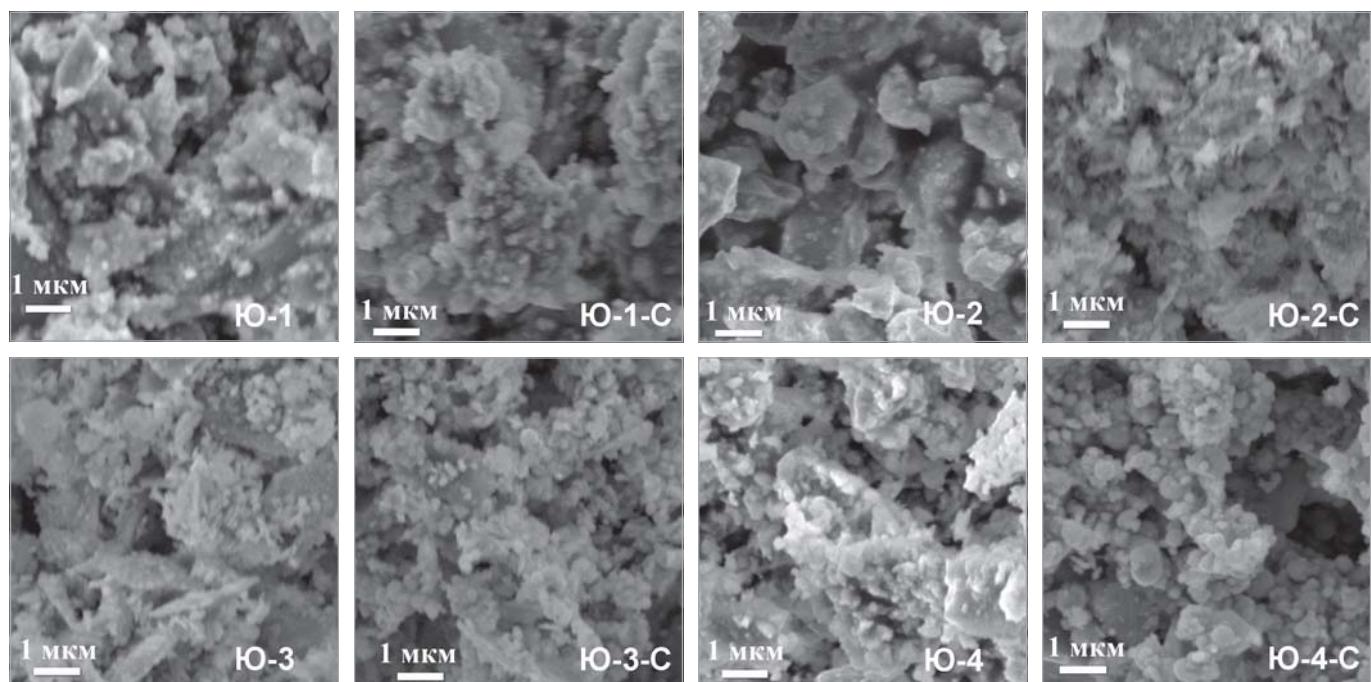


Рис. 1. СЭМ-изображения исходных (Ю-1, Ю-2, Ю-3, Ю-4) и омагнченных в присутствии восстановителя (Ю-1-С, Ю-2-С, Ю-3-С, Ю-4-С) продуктов химического выветривания железистых кварцитов из Криворожского бассейна. Режим упруго-отраженных электронов



Таблица 2

Химический и минеральный состав продуктов химического выветривания железистых кварцитов из Криворожского бассейна, мас. %

Компоненты, литохимические модули и нормативные минералы	Ю-1	Ю-1-С	Ю-2	Ю-2-С	Ю-3	Ю-3-С	Ю-4	Ю-4-С
SiO ₂	68.36	54.91	10.38	9.56	6.69	4.92	48.41	36.64
Al ₂ O ₃	Не обн.	Не обн.	9.46	7.68	5.73	4.43	Не обн.	Не обн.
Fe ₂ O ₃	31.64	44.42	80.17	81.94	87.58	90.03	51.50	62.98
MnO	Не обн.	0.09	0.10					
SO ₃	«	0.68	«	0.81	«	0.62	Не обн	0.28
ГМ	0.46	0.81	8.63	9.37	13.95	19.20	1.07	1.72
ЖМ	Не опр.	Не опр.	8.47	10.67	15.28	20.32	Не опр.	Не опр.
Оксиды и оксигид-роксиды железа	25.77	37.12	73.65	75.69	83.02	86.02	44.43	56.06
Каолинит	Не опр.	Не опр.	25.43	22.41	16.91	12.60	Не опр.	Не опр.
Бёмит	«	«	0.92	Не опр.	0.07	0.38	«	«
Сульфаты железа	«	0.96	Не опр.	1.28	Не опр.	1.00	«	0.41
Кварц	74.23	61.92	«	0.65	«	Не опр.	55.57	43.53

Примечание. Литохимические модули рассчитаны по методике Я. Э. Юдовича и М. П. Кетрис [8]: Гидролизатный модуль (ГМ) = (Al₂O₃+Fe₂O₃+MnO)/SiO₂; железистый модуль (ЖМ) = (Fe₂O₃+MnO)/Al₂O₃.

ривания и их омагниченные производные различаются несущественно.

Данные химических анализов показали, что химические составы исходных и омагниченных образцов почти тождественны (табл. 2). Единственным различием является присутствие во всех омагниченных образцах серы, не обнаруженной ни в одном из исходных образцов. В целом по химизму исследуемые объекты могут быть определены как ферритолиты, подразделяющиеся на относительно высококремнистые (Ю-1, Ю-1-С; Ю-4, Ю-4-С) и низкокремнистые с примесью глинозема (Ю-2, Ю-2-С; Ю-3, Ю-3-С). По литохимическим критериям все эти образования уверенно сопоставляются с продуктами химического выветривания. При этом высококремнистые образцы отвечают супержелезистым сиаллитам, мио- и нормогидролизатам, а низкокремнистые с примесью глинозема являются супержелезистыми эвгидролизатами. Следовательно, можно говорить о том, что исследованные нами образцы в совокупности демонстрируют довольно упорядоченный тренд повышения степени гипергенной зрелости в направлении: Ю-1 (Ю-1-С) \rightarrow Ю-4 (Ю-4-С) \rightarrow Ю-2 (Ю-2-С) \rightarrow Ю-3 (Ю-3-С).

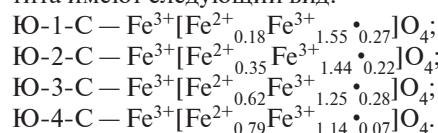
Сравнительный анализ показал, что эвгидролизатные продукты выветривания криворожских железистых кварцитов по химизму вполне сопоставимы с типичными железистыми охрами из апосидеритовой и апоулт-рабазитовой кор выветривания [2, 3], что дает основание рассматривать высокожелезистые продукты выветривания джеспилитов как вероятное сырье и для получения высокодефицитных минеральных красок. Согласно расчетам нормативно-минерального соста-

ва основными минеральными примесями к оксидам и оксигидроксидам железа в продуктах выветривания этих железистых кварцитов выступают кварц и каолинит. В качестве незначительной примеси в некоторых образцах может присутствовать бёмит. Исходные и омагниченные образцы не обнаруживают существенных различий ни по валовому химическому, ни по нормативно-минеральному составам.

На кривых нагревания исследованных нами образцов проявляется до пяти эндотермических эффектов, которые можно проинтерпретировать следующим образом: 1) испарение сорбционной (слабо связанной) воды, минимум при 90–100 °C; 2) дегидратация гётита по схеме 2FeO(OH)[®] \rightarrow Fe₂O₃+H₂O, минимум при 390–455 °C; 3) дегидратация каолинита и бёмита по схемам 4Al₄[Si₄O₁₀](OH)₈[®] \rightarrow 2Al₂[SiO₅]₂+2SiO₂+4H₂O и 2AlO(OH)[®] \rightarrow Al₂O₃+H₂O, минимум при 515–520 °C; 4) а[®] б[®]-переход в кварце, минимум при 580–585 °C; 5) переход гематита в магнетит по схеме aFe₂O₃[®] \rightarrow Fe₂O₃, минимум при 630–670 °C. В ряде случаев отмечается также смазанный эффект с минимумом при 725–830 °C, который в рассматриваемых условиях можно предположительно объяснить переходом магнетита в магнетит по схеме 6Fe₂O₃[®] \rightarrow 4Fe₃O₄+O₂. Термические эффекты в исходных образцах сопровождаются незначительной потерей веса в пределах от 0.34–2.19 %. Во всех случаях при переходе от исходных образцов к омагниченным при нагревании она возрастает в 1.2–2.7 раз. Проявляющаяся ступенчатость потери веса вполне согласуется с последовательностью обезвоживания образцов: испарение сорбционной воды \rightarrow дегидратация гётита \rightarrow дегидратация каолинита и бёмита.

На дифрактограммах всех исходных образцов присутствуют полные наборы отражений кварца и гематита. Кроме того, в рентгенограммах некоторых образцов обнаруживается малоинтенсивный рефлекс с d/n = 0.715 нм, который может быть уверенно приписан наиболее интенсивному отражению от атомной плоскости (001) в триклиническом каолините. В образце Ю-4 наряду с гематитом выявлен гётит. Во всех продуктах омагничивания как основной железистый минерал проявляется магнетит.

Положение рефлексов магнетита, появившегося в омагниченных образцах, на полученных рентгенограммах несколько варьируется, что объясняется нарушением его стехиометрии [11]. Как известно, стандартный магнетит имеет обращенную шпинелевую структуру Fd3m, в которой ионы железа заселяют октаэдрические и тетраэдрические позиции в пропорции 2:1. При этом октаэдрические позиции в равной мере заселены ионами Fe²⁺ и Fe³⁺, а тетраэдрические — только ионами Fe³⁺. Отношение X = Fe²⁺/Fe³⁺ в стандартном магнетите составляет 0.5. Понятно, что при окислении магнетита значение X будет уменьшаться, что и повлечет за собой нарушение стехиометрии этого минерала, при котором баланс зарядов достигается появлением вакансий. Рассчитанные на основе рентгеноструктурных данных по методике, изложенной у Горского [11], эмпирические формулы новообразованного в омагниченных образцах магнетита имеют следующий вид:





Полученные нами результаты показывают, что степень стехиометричности новообразованного магнетита снижается в последовательности (в скобках атомное отношение O/Fe) Ю-4-С (1.36) \circledast Ю-3-С (1.39) \circledast Ю-2-С (1.43) \circledast Ю-1-С (1.46), т. е. в направлении от апогётитовых ферритолитов (бурых железняков) к низкокремнистым глиноземсодержащим апогематитовым ферритолитам и далее к сильноокремнистым апогематитовым ферритолитам. При этом в последнем случае продукт превращения по стехиометрии почти соответствует магнетиту.

ИК-спектры поглощения исследуемых образцов были получены методом таблеток КВг в диапазоне 400—4000 см $^{-1}$. Результаты их анализа хорошо согласуются рентгенодифракционными определениями. В спектрах ИК-поглощения в образце сильноокремнистых ферритолитов (Ю-1) наиболее интенсивно проявились полосы колебаний SiO₄-группировок в решетке кварца. Железооксидной фазе соответствует сложная полоса с максимумами при 560, 620 см $^{-1}$, которую можно связать с решеточными колебаниями в гематите. После омагничивания интенсивность этих полос заметно уменьшается. В спектрах образцов низкокремнистых глиноземсодержащих ферритолитов (Ю-2, Ю-3) полосы, отвечающие кварцу, не обнаружены. В этом случае в основном проявились полосы ИК-поглощения на каолините при 1100, 1030, 1013, 913, 700, 537, 470 см $^{-1}$. Кроме того, в рассматриваемых спектрах установлены полосы валентных колебаний ионов гидроксила при 3670 и 3620 см $^{-1}$. Железооксидным фазам в ИК-спектрах низкокремнистых глиноземсодержащих ферритолитов отвечают полосы при 470, 560, 640 см $^{-1}$, наложенные на «каолинитовые» полосы при 470 и 537 см $^{-1}$. ИК-спектры, характеризующие гётитсодержание ферритолиты (Ю-4), в основном образованы полосами колебаний SiO₄-группировок в решетке кварца. На фоне этих полос проявляются «гематитовые» полосы при 560, 640 см $^{-1}$ и одна не перекрытая полоса при 895 см $^{-1}$, которую можно приписать гётиту. Последний обнаруживается и по полосе валентных колебаний OH-групп при 3200 см $^{-1}$. Судя по интенсивности соответствующего ИК-поглощения, содержания гематита и особенно гётита резко сокращаются при переходе от исходного образца к омагнченному.

Мёссбауэрские спектры зарегистрированы в диапазоне скоростей —11 ... +11 мм/с при комнатной температуре препарата. Изомерный сдвиг определялся относительно а-Fe. При обработке спектров использовалось стандартное программное обеспечение спектрометра «Univem». Отнесение компонентов спектра к минеральным фазам производилось путем их сравнения с опубликованными данными [12, 13 и др.].

Все полученные нами спектры имеют секстетную структуру, результаты их параметризации даны в табл. 3. В спектрах всегда выделяется секстет, относящийся к хорошо окристаллизованному гематиту и характеризующийся значением сверхтонкого магнитного поля (Н) 515—520 кЭ, изомерным сдвигом (IS) и квадрупольным расщеплением (QS) в диапазонах 0.37—0.38 и —0.17...—0.20 мм/с. В спектре образца исходного сильноокремнистого ферритолита (Ю-1) кроме секстета гематита выявляется дублет низкой интенсивности с IS = 0.44 и QS = 0.66 мм/с (рис. 2), который по своим параметрам может быть отнесен к ультрадисперсной суперпарамагнитной форме гётита FeOOH(s). Магнитоупорядоченный, хорошо окристаллизованный гётит FeOOH(m) в данном образце не выявлен. В омаг-

нченном образце этого же ферритолита (Ю-1-С) наряду с гематитом и ультрадисперсным супермагнитным гётитом присутствует новообразованный магнетит, на что указывает появление в мёссбауэровском спектре пары характерных для этого минерала секстетов. На этот минерал в омагнченном сильноокремнистом ферритолите приходится почти 40 % валового железа.

Согласно мёссбауэровским спектрам в исходных низкокремнистых глиноземсодержащих ферритолитах оксиды железа представлены или нацело гематитом (Ю-3), или гематитом с примесью магнетита, на который приходится до 20 % валового железа (Ю-2). После омагничивания содержание магнетита в этих ферритолитах резко возрастает, в результате чего доля магнетитового железа в общем балансе достигает 40 %. Следует отметить, что в рассматриваемых спектрах обнаруживается асимметрия компонентов секстета гематита, что можно объяснить кристаллохимической неоднородностью этого минерала.

Более сложные мёссбауэровские спектры были получены от образцов бурых железняков (рис. 3). В спектре этого образца кроме секстета гематита и дублета нанодисперсного суперпарамагнитного гётита был зарегистри-

Таблица 3
Мёссбауэровские параметры исходных и омагнченных продуктов химического выветривания железистых кварцитов из Криворожского бассейна

Образец	Компонент спектра	IS, мм/с	QS, мм/с	H, кЭ	A, %	Минеральная фаза
Ю-1	D1, Fe ³⁺	0.44	0.66	—	0.8(2)	Гётит (s)
	C1, Fe ³⁺	0.372(1)	—0.175(1)	518.76(4)	99.2(4)	Гематит
Ю-1-С	D1, Fe ³⁺	0.7(2)	0.27(8)	—	3(1)	Гётит (s)
	C1, Fe ³⁺	0.374(5)	—0.17(5)	519(1)	60(2)	Гематит
	C2, Fe ³⁺ (T,O)	0.35(1)	—0.05(2)	498(2)	27(2)	Магнетит
Ю-2	C3, Fe ^{2,3+} (O)	0.49(4)	0.04(9)	451(5)	10(2)	Магнетит
	C1, Fe ³⁺	0.372(1)	—0.20(2)	516(3)	78.6(6)	Гематит
	C2, Fe ³⁺ (T,O)	0.35(1)	—0.21(2)	496.2(6)	18.3(8)	Магнетит
Ю-2-С	C3, Fe ^{2,3+} (O)	0.65(6)	0.3(1)	481(4)	3.1(4)	Магнетит
	C1, Fe ³⁺	0.373(2)	—0.20(2)	515(3)	61(2)	Гематит
	C2, Fe ³⁺ (T,O)	0.347(4)	—0.10(1)	495(1)	29(2)	Магнетит
Ю-3	C3, Fe ^{2,3+} (O)	0.57(2)	0.05(3)	454(1)	10.0(5)	Магнетит
	C1, Fe ³⁺	0.370(6)	—0.206(7)	515(4)	100	Гематит
	C2, Fe ³⁺ (T,O)	0.37(1)	—0.21(2)	515(3)	61.8(6)	Гематит
Ю-3-С	C3, Fe ^{2,3+} (O)	0.345(9)	—0.07(2)	495(3)	25.4(5)	Магнетит
	C1, Fe ³⁺	0.57(2)	—0.07(3)	455(2)	12.8(7)	Магнетит
	D1, Fe ³⁺	0.44(4)	0.78(8)	—	1.8(3)	Гётит (s)
Ю-4	C1, Fe ³⁺	0.365	—0.278	330*, 200—380	79.9	Гётит (m)
	C2, Fe ³⁺	0.375(4)	—0.171(8)	517.0(3)	18.3(5)	Гематит
	C3, Fe ³⁺ (T,O)	0.291(4)	—0.02(1)	489.6(3)	28.6(4)	Магнетит
Ю-4-С	C1, Fe ³⁺	0.365	—0.278	340*, 250—380	33.6	Гётит (m)
	C2, Fe ³⁺	0.380(3)	—0.186(5)	518.2(2)	9.92	Гематит
	C3, Fe ³⁺ (T,O)	0.654(7)	0.00(1)	458.7(5)	27.9(5)	Магнетит
	C4, Fe ^{2,3+} (O)	0.291(4)	—0.02(1)	458.7(5)	27.9(5)	Магнетит

Примечание. IS, QS — изомерный сдвиг и квадрупольное расщепление, Н — значение магнитных полей на ядрах железа, А — относительная площадь под спектральным контуром компонента спектра. В скобках — погрешность определения. * — приведены параметры распределения сверхтонких полей: среднее значение и диапазон разброса. Компоненты спектра: Д — дублет, С — секстет.

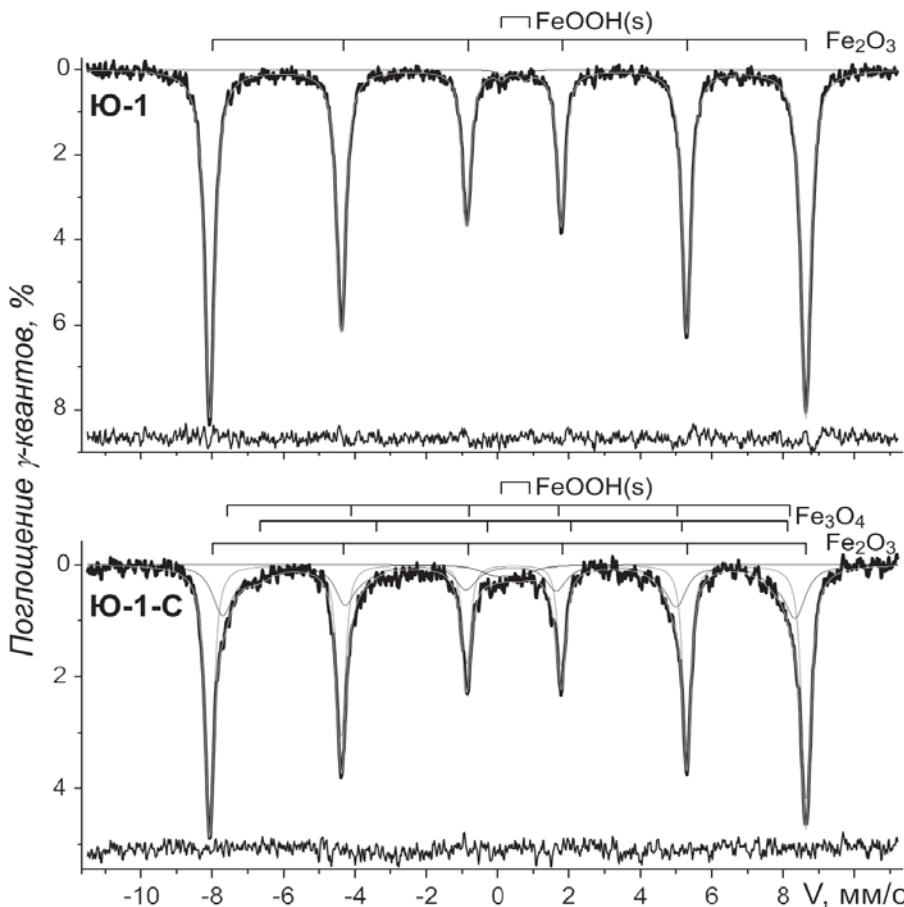


Рис. 2. Мёссбауэровские спектры, полученные от исходного (Ю-1) и омагниченного (Ю-1-С) образцов высококремнистого ферритолита

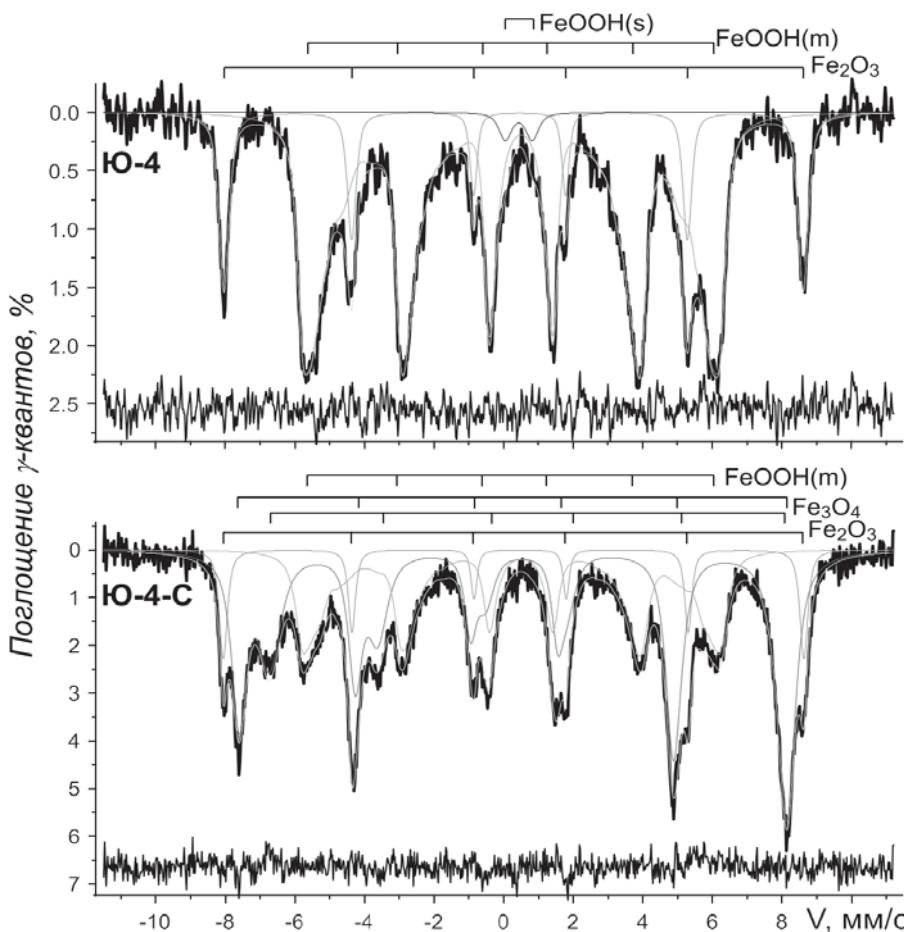


Рис. 3. Мёссбауэровские спектры, полученные от исходного (Ю-4) и омагниченного (Ю-4-С) образцов бурого железняка

рирован уширенный секстет, характерный для обычного гётита. Соотношение интегральных интенсивностей компонентов спектра показывает, что в образце исходного бурого железняка до 80 % железа находится в гётитовой фазе, а около 20 % — в гематите (табл. 3). В результате омагничивания количество железа, связанного в гётите и гематите, снижается вдвое вследствие образования магнетита, на который в модифицированном образце приходится более 50 % валового железа.

В мёссбауэровских спектрах параметры секстетов магнетита, особенно относительная интенсивность, сильно варьируются, отражая тем самым колебания степени окисленности этого минерала. Вследствие быстрого электронного обмена в октаэдрических позициях по схеме $\text{Fe}^{3+} \leftrightarrow \text{Fe}^{2+}$ в мёссбауэровском спектре, снятом при комнатной температуре, реализуется только один секстет от ионов железа с эффективным зарядом +2.5, значением $H \approx 450$ кЭ, величиной Q_S около нуля, изомерным сдвигом 0.5—0.7 мм/с (в табл. 3 он обозначен как $\text{Fe}^{2.5+}(O)$). Тетраэдрические ионы Fe^{3+} обуславливают появление в рассматриваемом спектре второго секстета с большим значением эффективного сверхтонкого магнитного поля и меньшим изомерным сдвигом. В нестехиометричном магнетите избыточные ионы Fe^{3+} в октаэдрической позиции дают в мёссбауэровском спектре дополнительный секстет, с параметрами, очень близкими к секстету тетраэдрических ионов Fe^{3+} и, поэтому относительная интегральная интенсивность секстета Fe^{3+} ($\text{Fe}^{3+}(T,O)$ в табл. 3) оказывается выше, чем в стандартном магнетите, что и наблюдается в спектре магнетита, образовавшегося при омагничивании образцов. Степень нестехиометричности исследуемого минерала может быть определена по отношению площадей под секстетами $\text{Fe}^{2+}(O)$ и $\text{Fe}^{3+}(T,O)$. Результаты расчетов показывают хорошую сходимость с данными рентгеноструктурного анализа. При этом повторяется и «рентгеновская» последовательность снижения степени стехиометричности новообразованного магнетита (в скобках атомное отношение O/Fe): Ю-4-С (1.37) \circledast Ю-3-С (1.42) \circledast Ю-2-С (1.43) \circledast Ю-1-С (1.43). Интересно отметить, что магнетит, выявленный в образце Ю-2 исходного низкокремнистого глиноземсодержащего ферритолита, обнаруживает



наименьшую для исследованных образцов степень стехиометричности ($O/Fe = 1.46$).

Таким образом, результаты проведенных нами исследований убедительно доказывают, что воздействие некоторых внешних факторов (нагревания при наличии восстановительных условий и электромагнитных полей) на железооксидные продукты химического выветривания железистых кварцитов приводит к преобразованию свойств минералов, входящих в состав железных руд. Сущность превращения состоит в восстановительном переходе гематита в магнетит, схематическое уравнение которого можно представить в виде $6Fe_2O_3 \xrightarrow{\text{?}} 4Fe_3O_4 + O_2\uparrow$. Очевидно, что этот переход осуществляется постепенно (с образованием промежуточной фазы маггемита) и может характеризоваться различной степенью завершенности, что для достижения максимальной эффективности обогащения потребует варьирования режимов магнитного сепарирования. Изменение минералогических, кристаллохимических и физико-химических свойств железосодержащих минералов может быть использовано для усовершенствования технологий получения железорудных концентратов из труднообогатимых железных руд.

Работа выполнена при финансовой поддержке грантом РФФИ № 12-05-904007 Укр_а и гранта НАН Украины № 10-05-12(у).

Литература

- Бутирин В. К., Юшин А. А., Мороз В. С., Проскурко Л. И. Околорудные метасоматиты Криворожской структуры // Теоретические вопросы и практика изучения метасоматических пород и руд. Киев: ИГМР НАН Украины, 2012. С. 102–103.
- Лютов В. П., Грановская Н. В., Силаев В. И. и др. Свойства и наноминералогические критерии технологической оценки природных ультрадисперсных пигментов // Минералого-технологическая оценка месторождений полезных ископаемых и проблемы раскрытия минералов. Петрозаводск: Изд-во Кольского НЦ РАН, 2011. С 50–62.
- Лютов В. П., Кочергин А. В., Лысюк А. Ю. и др. Фазовый состав и структурное состояние природных железооксидных пигментов // Доклады РАН, 2009. Т. 425. № 3. С. 372–377.
- Мельник Ю. П. Физико-химические условия образования докембрийских же-

лезистых кварцитов. Киев: Наукова думка, 1973. 285 с.

- Пирогов Б. И., Стебновская Ю. М., Евтюхов В. Д. и др. Железисто-кремнистые формации докембрия европейской части СССР. Киев: Наукова думка, 1989. 168 с.
- Пономаренко О. М. Довідник «Інститут геохімії, мінералогії та рудоутворення ім. М. П. Семенека. Інноваційні розробки». Видавництво ЦП «КОМПРИНТ». Київ, 2012. с.82.
- Пономаренко А. М., Брик А. Б., Дудченко Н. А., Юшин А. А. Новые энерго- и материалосберегающие технологии создания железорудных концентратов из окисленных и дисперсных железных руд // Геомеханічні аспекти та екологічні наслідки відпрацювання рудних покладів: Матеріали другої міжнародної науково-технічної конференції. Видавничий центр Криворізького національного університету, 2012. С.197–198.
- Юдович Я. Э., Кемприс М. П. Основы литохимии. СПб.: Наука, 2000. 479 с.
- Юшин А. А., Бутирин В. К. Перспективы целенаправленного изучения состава и металло-

носности «линейных кор выветривания» при проведении региональных геологических исследований // Геология и проблемы изучения докембрийских образований Украинского щита. Днепропетровск: ПП «Союз», 2007. С. 134–137.

- Brik A. B. Magnetic biominerals localized in brain tissue: anomalous properties, possible functional role and synthetic analogues // Ukrainian Journal of Physical Optics, 2010. V. 11. Supplement 1 «Scientific Horizons». P. S46–S61.
- Gorski C. A. Redox behavior of magnetite in the environment: moving towards a semiconductor model / PhD diss., University of Iowa, 2009. http://ir.uiowa.edu/etd/365.
- Murad E. Clays and clay minerals: What can Mossbauer spectroscopy do to help understand them? // Hyperfine Interaction, 1998. V. 117. P. 39–70.
- Vandenbergh R. E., Barrero C. A., da Costa G. M., Van San E., De Grave E. Mossbauer characterization of iron oxides and (oxy)hydroxides: the present state of the art // Hyperfine Interaction, 2000. V. 126. P. 247–259.

Рецензент д. г.-м. н. В. В. Коровушкин

Дороги
 Александру Магомедовичу,
 Благодарю Вас за предоставленное
 изображение и просимичное N.I.-ро
 Вашего "Вестника". Благодарю с
 вами с большим интересом и спасибо
 всем сотрудникам Новик Учелле в
 2013 году. Ваше дружество —
 ваша традиция. Берегите ее
 Ваша Роза
 01-09, 25.01.2013

Письмо академика Б. С. Соколова



ТРЕБУЕТСЯ ЛИ ДЛЯ СТАТИСТИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ ДАННЫХ ИХ ПОДЧИНЕНИЕ НОРМАЛЬНОМУ (ГАУССОВСКОМУ) РАСПРЕДЕЛЕНИЮ?

Ю. А. Ткачев

Институт геологии Коми НЦ УрО РАН, Сыктывкар
e-mail: tkachev@geo.komisc.ru

Исследовано влияние отклонения распределения случайных величин от нормального, что в геологии наблюдается очень часто, на эффективность применения параметрических критериев проверки статистических гипотез. Установлено сильное преувеличение отрицательного влияния ненормальности распределения на результаты проверки гипотез. Даны рекомендации по применению компьютерного моделирования для проверки статистических гипотез.

Ключевые слова: гауссовское, логнормальное, прямоугольное распределение, проверка статистических гипотез, компьютерное моделирование случайных совокупностей с заданным распределением.

ON THE QUESTION IF GEOLOGICAL DATA NEED TO CONFORM TO NORMAL (GAUSSIAN) DISTRIBUTION FOR STATISTICAL ANALYSIS

Yu. A. Tkachev

Institute of Geology, Komi Scientific Centre, Ural Division of the Russian Academy of Sciences

This research focuses on the effectiveness of the parametric criteria for statistical hypothesis verification when random values deviate from normal distribution, which happens often in geology. According to the research, the negative impact of this deviation on the hypothesis verification results is unreasonably exaggerated. Guidelines are given on how to use computer modelling for statistical hypotheses verification.

Keywords: Gaussian, logarithmically normal, rectangular distribution, statistical hypothesis verification, computer modelling of random sets with given distribution.

Профессиональные математики, специалисты в теории вероятностей и математической статистике знают ограничения, накладываемые на применение методов обработки данных отсутствием сведений о распределении исходных величин или неподчинением их распределения нормальному закону. Один из ведущих специалистов своего времени по применению статистических методов в геологии Д. А. Родионов [7, с. 85] писал: «Весьма распространное заблуждение среди геологов-практиков заключается в том, что если распределения случайных величин отличаются от нормального, то выводы, базирующиеся на сравнении средних значений, необоснованы». Конечно, автор подразумевал, что это утверждение справедливо и для других многочисленных методов проверки статистических гипотез.

Есть и другая крайняя точка зрения — полное отрицание возможности применения статистических методов в геологии. Например, В. Л. Поляков в эпиграф своей статьи [6, с. 68] вынес утверждение: «Теория и практика традиционной статистики казуистические и логически несостоятельные».

Прежде чем исследовать поставленный в заголовке вопрос, необходимо пояснить природу статистических выводов. Они никогда не бывают абсолютными, а сопровождаются оценкой вероятности их истинности. Одна из задач математической статистики как раз и заключается в установлении этой вероятности.

Среди многочисленных задач математической статистики обычно выделяют две: 1) проверку статистических гипотез и 2) оценку доверительных интервалов. Покажем, к каким последствиям в этих задачах приводят ошибки, вызванные отклонением исходных данных от «нормального» (гауссовского) закона.

Проверка статистических гипотез

Именно этой процедурой в большинстве случаев заканчивается статистический анализ данных, и по результатам проверки делаются выводы или принимаются решения. Перед проверкой гипотез выбирается уровень значимости α , под которым понимается ошибка первого рода — вероятность ошибочного отклонения нулевой

гипотезы, когда она на самом деле верна.

Для проверки гипотез используют параметрические критерии (они же так называемые «статистики»), но таблицы критических значений таких критериев даны в руководствах для нормального (гауссовского) и редкого числа некоторых других распределений. В этом и заключается суть проблемы: насколько серьезно мы ошибаемся, используя параметрический критерий, если наше распределение — не гауссовское? Казалось бы, в этом случае следует применять непараметрические критерии, свободные от влияния типа распределения исходных величин. Однако это преимущество достигается уменьшением мощности критерия, т. е. уменьшением вероятности отклонения ложной гипотезы. Мощность критерия, как известно, зависит от количества используемой информации. Так, непараметрический критерий сравнения средних двух сопряженных выборок — критерий знаков — использует 1 бит информации на каждую пару проб. Например, если компонента больше в первой выборке, то это фиксирует-



ся единицей (1), если во второй — нулем (0). Всего используется n бит.

Параметрический критерий t использует по 2 байта на результат анализа каждой пробы. Всего 2 байта $\times 2n = 16$ бит $\times 2n = 32n$ бит, т. е. в 32 раза больше. Так как мощность зависит от количества используемой информации, ущерб от её уменьшения часто перекрывает ущерб от необходимости в самом худшем случае задавать меньшую ошибку первого рода.

Теория утверждает, что вероятность ошибки первого рода (отклонение нулевой гипотезы, когда она верна) окажется выше принятой исследователем перед проверкой. Но насколько это «опасно» в практическом отношении? Классиком математической статистики Б. Л. Ван дер Варденом [1] было доказано, что отклонение распределения от нормального закона *мало влияет на уровень значимости критерия a* , приспособленного для нормального распределения. Даже в худшем случае оно не превысит $2a$.

Следует иметь в виду, что уровень значимости a не вычисляется, а произвольно выбирается (назначается) исследователем. Он сам решает, какой уровень значимости для исследуемого вопроса считать приемлемым. При этом принцип выбора таков: чем тяжелее последствия совершения ошибки первого рода, тем меньшую вероятность её совершения необходимо закладывать в проверку гипотезы. В научных исследованиях эта величина, как правило, не регламентируется. Исследователь, обнаруживший интересную закономерность, хочет убедить себя и своих читателей в том, что обнаруженное им — не случайность, и по своему разумению принимает, как правило, $a = 0.05\text{--}0.10$ (5—10 %).

Однако в технологических разработках, в частности в фармакологии, проверка ряда гипотез, например о безопасности лекарства, регламентирована, и уровень значимости принимается равным 1×10^{-6} (1×10^{-4} %). В грандиозных проектах, где есть риск глобальной катастрофы, уровень значимости, вероятно, должен быть еще меньше, предположим 1×10^{-9} , т. е. одна миллиардная.

Доверительные интервалы

Задача об оценке доверительных интервалов может быть преобразована в задачу о проверке гипотез о концах этих интервалов, т. е. привязана к описанному выше случаю.

Допустим, проверяется гипотеза о равенстве содержаний K_2O и Na_2O в некой осадочной толще формации на уровне значимости $a = 0.10$ (10 %). Гипотеза не отклонена. Практически это означает, что если бы мы продолжили серию таких же опробований, то по большинству из них получили бы тот же результат, но в некотором количестве случаев (около 10 %) гипотеза $K_2O = Na_2O$ могла быть отклонена. Эти сведения, несомненно, полезны как для обретения уверенности в научном утверждении, так и для делового человека, собирающегося, например, разрабатывать месторождение, особенно когда проверяется гипотеза о том, что содержание полезного компонента в выемочном блоке не ниже промышленного.

Однако заключение по результатам проверки гипотезы о равенстве средних с помощью параметрического критерия можно оспорить, сославшись на то, что наши первичные данные, возможно, не подчиняются нормальному закону распределения. Против этого можно выдвинуть три возражения.

Во-первых, как мы уже знаем, реальный уровень ошибки первого рода a будет хотя и выше заданного, но все же не выше (по Ван дер Вардену) $2a$ 0.2 (20 %). Значит, если мы неизменно желаем добиться реального уровня значимости не ниже 0.1, то следует задаваться табличным значением a не менее 0.05.

Во-вторых, можно применить *непараметрический критерий*, не зависящий от закона распределения данных, смирившись с неконтролируемым, возможно значительным увеличением ошибки второго рода — принятии ложной нулевой гипотезы. При этом необходимо иметь в виду, что в геолого-минералогических областях существует много ситуаций, в которых невозможно подобрать непараметрический критерий. Реальная практика такова, что почти всегда используют несколько разных критериев и решения принимают по совокупности проверок.

В-третьих, надо использовать как можно больше косвенных данных, коррелирующих с прямыми. Эффект от этого будет двойным: а) увеличится число степеней свободы, а это важный параметр при проверке гипотезы, б) распределение значений критерия приблизится к нормальному, так как большинство используемых критериев суть суммы или функции от

сумм исходных данных, а суммы и средние быстро сойдутся к нормальному закону.

Компьютерное моделирование распределений — универсальный метод проверки статистических гипотез

Все три указанных приема могут оказаться ненужными, если в корне изменить саму концепцию проверки статистических гипотез, не связывая себя заранее никакими табулированными «теоретическими» распределениями, а изучая конкретное выборочное распределение с помощью компьютерного моделирования.

Современная настольная вычислительная техника позволяет за считанные секунды моделировать огромные массивы случайных величин, подчиняющихся различным распределениям, в том числе и таким, плотности вероятности которых не имеют аналитического выражения.

Для моделирования широкого спектра *правоасимметричных* распределений можно воспользоваться композицией нормального и логнормального распределений. Случайная величина такого распределения равна сумме двух компонент — нормальной с заданными характеристиками m_x и s_x и логнормальной с параметрами m_{lgx} и s_{lgx} . Такие логнормальные и композитные распределения весьма широко распространены в геологии. Им подчиняются содержания малых элементов в горных породах и рудах. Результаты спектральных анализов также близки к ним ввиду того, что их погрешности имеют логнормальное распределение.

Таким образом, проверка гипотез компьютерным моделированием с помощью любых критериев, в том числе соответствующих по смыслу параметрическим, может производиться для выборок, случайные величины в которых подчиняются любому распределению. Но при этом должны использоваться не готовые таблицы критических значений критериев, а величины, рассчитанные для данного конкретного случая, т. е. для наблюдаемых видов распределений в каждом конкретном случае. При современной вычислительной технике сделать это нетрудно. В настоящее время нет никаких препятствий для проверки статистических гипотез о случайных величинах и их парамет-



рах, распределенных как угодно. Пока разработанная нами методика проверки гипотез с применением компьютерного моделирования доступна только пользователям, владеющим программированием, и не доведена до сервисного уровня.

Анализ «обоснований» «невозможности» применения математической статистики для обработки негауссовых распределений

Рассмотрим типичный пример насоков на теорию вероятностей и математическую статистику вообще, на её применение в геологии, в частности на обильные поучения «господам-товарищам геологам», преподносимые оскорбительным тоном (см. статью В. Л. Полякова [6]). В одном из нравоучительных пассажей он пишет, что все процедуры математической статистики якобы разработаны только для гауссовых распределений, а они в геологии практически не встречаются, так как согласно центральной предельной теореме для этого требуется 40000 (сорок тысяч) образцов.

Для обоснования приводится ссылка на расчеты О. С. Ивашева-Мусатова: «... согласно предельной центральной теореме, для обеспечения 0.01%-ной точности измерения требуется 40 000 дат... О чём, уважаемые товарищи-господа геологи, необходимо знать точно» [6, с. 71]. Ссылка в цитате дана на учебное пособие О. С. Ивашева-Мусатова «Теория вероятностей и математическая статистика» (М.: Наука, 1979, 256 с.).

Обращение к численным примерам обязывает к строгой формулировке задачи. Увы, в работе В. Л. Полякова [6] даже не упоминается, что означает: «... для обеспечения 0.01 %-ной точности измерения». Задана ошибка измерения (0.01 %), но не указано, ни какая это ошибка, ни какова процедура измерения, ни каков исходный материал. Понятие «0.01 %-ная точность» весьма неоднозначное. Неясно, имеется ли в виду относительная погрешность, составляющая 0.01 % от измеряемой величины, или абсолютная, например 0.01 % химического элемента в породе. Не указано даже, что 0.01 % — это предельная, средняя арифметическая или средняя квадратическая ошибка.

Попытаемся установить, какую «точность» каких «измерений» мог

иметь в виду В. Л. Поляков. Предположим, что это погрешность среднего значения, выведенного из 40000 анализов некоторой совокупности данных. В таком случае необходимо было снабдить свое утверждение разъяснением процедуры опробования, ибо эта погрешность определяется из погрешности единичного анализа (аналитической погрешности) и разброса значений оцениваемого параметра в анализируемой выборке (т. е. природного, геохимического среднего квадратического отклонения). Без указания этих параметров задача не определена и не имеет решения.

В геологической практике выборка формируется совокупностью образцов, каждый из которых анализируется несколько раз. В более сложных случаях выборка имеет многоуровневую иерархическую структуру. Как её составить, чтобы получить максимальную точность оценки при ограниченных ресурсах, — эти вопросы составляют особую область математической статистики — выборочный метод [4, 5, 8, 9]. И здесь для правильной постановки задачи требуется учсть ряд параметров, характеризующих как примененные аналитические методы, так и исходный материал. Например, пусть предварительно установлено, что измеряемое свойство в объекте по пробам предполагаемого веса и формы (форма и вес пробы тоже имеют значение!) колеблется со средним квадратическим отклонением $s_{\bar{a}}$; среднеквадратическая погрешность единичного измерения равна s_a . Только после этого можно поставить вопрос, каково должно быть число образцов из объекта m и число повторностей анализов каждого образца n , чтобы средняя квадратическая погрешность оценки свойства в объекте не превышала a .

Ответ заключается в решении неравенства

$$\sqrt{\frac{\sigma_a^2}{m \cdot n} + \frac{\sigma_a^2}{m}} < a.$$

Примем для определенности, что геохимическое среднеквадратическое отклонение в десять раз больше аналитической погрешности, что весьма реально: $s_{\bar{a}} = 10 s_a$. Тогда

$$\sqrt{\frac{\sigma_a^2}{m \cdot n} + \frac{100\sigma_a^2}{m}} < a \rightarrow \sigma_a \sqrt{\frac{1}{m \cdot n} + \frac{100n}{m \cdot n}} < \\ < a \rightarrow \frac{1}{m \cdot n} + \frac{100}{m} < \frac{a^2}{\sigma_a^2}.$$

Пусть $m = 10$, $n = 10$ (десять образцов, проанализированных по 10 раз каждый), тогда

$$\frac{1}{100} + \frac{100}{10} < \frac{\alpha^2}{\sigma_a^2} \rightarrow \frac{1+1000}{100} < \frac{\alpha^2}{\sigma_a^2} \rightarrow \approx \\ \approx 10 < \frac{\alpha^2}{\sigma_a^2} \rightarrow \sqrt{10} < \frac{\alpha}{\sigma_a}.$$

Вывод: если допустимая ошибка оценки в $\sqrt{10}$ (т. е. в 3.16) раз больше аналитической погрешности, а геохимическая (природная) изменчивость в 10 раз больше аналитической погрешности, то наших десяти образцов, проанализированных по 10 раз, вполне достаточно. Значения реальные, но сильно отличаются от пугающих «40 000 дат», которые «господам-товарищам геологам надо знать точно».

Соответствует ли поставленный В. Л. Поляковым вопрос существу расчетов, на которые он ссылается? Обращаемся к О. С. Ивашеву-Мусатову. После долгих поисков обнаруживаем, что такого автора среди специалистов математической статистики нет. Наконец устанавливаем, что существует Ивашев-Мусатов [3], и с трудом (В. Л. Поляков не утруждает себя указанием цитированных страниц) находим нужное место. В нём речь идет о том, сколько необходимо независимых случайных слагаемых с произвольными распределениями, чтобы их сумма следовала гауссовскому распределению. Нет ни слова ни о каких-либо измерениях, ни об обеспечении какой-либо точности этих измерений. Насколько цифры, которыми оперирует В. Л. Поляков, соответствуют тем, которые использует в своем примере О. С. Ивашев-Мусатов? Здесь характерная для В. Л. Полякова небрежность сыграла с ним злую шутку. У О. С. Ивашева-Мусатова в примере было задано $a = 0.01$, а в цитированном В. Л. Поляковым утверждении она превратилась в 0.01 %, т. е. в сто меньше!

Степень близости к гауссовскому распределению О. С. Ивашев-Мусатов характеризует средним квадратическим отклонением слагаемых суммы a от математического ожидания идеального нормального распределения и вероятностью этого отклонения в долях сигмы s . В примере № 2 на стр. 153 автор решает эту задачу для $a = 0.01$ и $P = 0.96$. Расчет числа необходимых слагаемых n у О. С. Ивашева-Мусатова ведется по формуле

$$\Phi\left(\frac{a}{\sigma}\sqrt{n}\right) > 0.48,$$



Таблица 1

Результаты обработки моделированных данных

Границы интервалов в долях сигмы	Теоретическая вероятность попадания в t -сигмовый интервал	Доля оценок среднего из n в выборках из гауссовой (г) и прямоугольно распределенной совокупности (п)									
		$n = 2$		5		10		50		100	
		г	п	г	п	г	п	г	п	г	п
± 0.50	0.3829	0.2602	0.3210	0.3204	0.3432	0.3608	0.3638	0.3742	0.3686	0.3766	0.3820
± 1.00	0.6827	0.4644	0.5156	0.5756	0.6158	0.6296	0.6372	0.6738	0.6588	0.6688	0.6810
± 1.50	0.8664	0.6214	0.6420	0.7498	0.7794	0.8090	0.8044	0.8542	0.8524	0.8618	0.8608
± 2.00	0.9545	0.7386	0.7390	0.8562	0.8638	0.9082	0.9056	0.9458	0.9414	0.9510	0.9488
± 2.50	0.9876	0.8090	0.8078	0.9148	0.9154	0.9612	0.9534	0.9846	0.9836	0.9864	0.9840
± 3.00	0.9973	0.8624	0.8566	0.9506	0.9468	0.9838	0.9798	0.9958	0.9950	0.9962	0.9956
± 3.50	0.9995	0.9026	0.8948	0.9730	0.9664	0.9922	0.9908	0.9990	0.9982	0.9992	0.9988
± 4.00	0.9999	0.9368	0.9296	0.9850	0.9796	0.9966	0.9952	0.9998	0.9994	0.9998	0.9998
± 4.50	0.9999	0.9638	0.9558	0.9916	0.9894	0.9986	0.9980	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000
± 5.00	0.9999..	0.9832	0.9822	0.9960	0.9970	0.9994	0.9998	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000
± 5.50	0.99999	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000

где $\Phi(x) = \int_0^x \phi(t) dt$ при, повторим,

$s = 1$, $a = 0.01$, т. е. при $a\sqrt{n} = 2.06$,

что дает $n = 206^2 \approx 40000$. Подставив вместо ивашев-мусатовской погрешности 0.01 в сто раз меньшую поляковскую (0.01%, что должно дать $n = 20600^2 \approx 40000000 = 4 \times 10^8$ образцов), обнаруживаем, что В. Л. Поляков, получая «товарищей-господ геологов» знать «точно» число дат, должен был написать 400 000 000!

В. Л. Поляков забывает, что в цитированном им примере [3] используются в качестве исходных данных две величины: $P = 0.96$ — доверительная вероятность появления погрешности в 0.01 и $s = 1$ — среднее квадратическое отклонение, полученное после суммирования 40 000 дат. Из закона сложения дисперсий суммы независимых слагаемых в лучшем случае сле-

дует, что $\sigma_0 = \frac{1}{\sqrt{40000}} = 1/200$. Эти

две величины в схему В. Л. Полякова никак не встраиваются.

О. С. Ивашев-Мусатов пишет: «...даже для не очень большой точности (два знака) и не очень большой надежности (всего 96 %) нужно уже очень много слагаемых [40 000]. Правда, надо иметь в виду, что связь, устанавливаемая неравенством [Чебышева], очень грубая, а получающиеся из нее оценки [числа образцов] сильно завышены», (курсив мой. — Ю. Т.) [3, с. 150]. Жаль, что В. Л. Поляков не дочитал до этого места из учебного пособия О. С. Ивашева-Мусатова, иначе он снизил бы проповеднический градус и не настаивал бы на том, что надо не просто знать эти 40000, а «знать точно», и, может быть, понял, что ошибся в $(100)^2 = 10000$ раз!

Для иллюстрации абсурдности рекомендаций из этой статьи [6] и показа действительных отклонений результатов статистической обработки негауссовых распределенных данных от гауссовых мы провели компью-

терное моделирование выборок из двух распределений — гауссового и сильно отличающегося от него прямоугольного. Исследованные выборки имели численность n ($n = 2, 3, 5, 10, 50, 100$). Выборка каждой численности моделировалась 5000 раз, так что статистики в выборках ($\bar{x}, S_x^2, S_{\bar{x}}^2$ и др.) можно было считать хорошими оценками их в генеральных совокупностях.

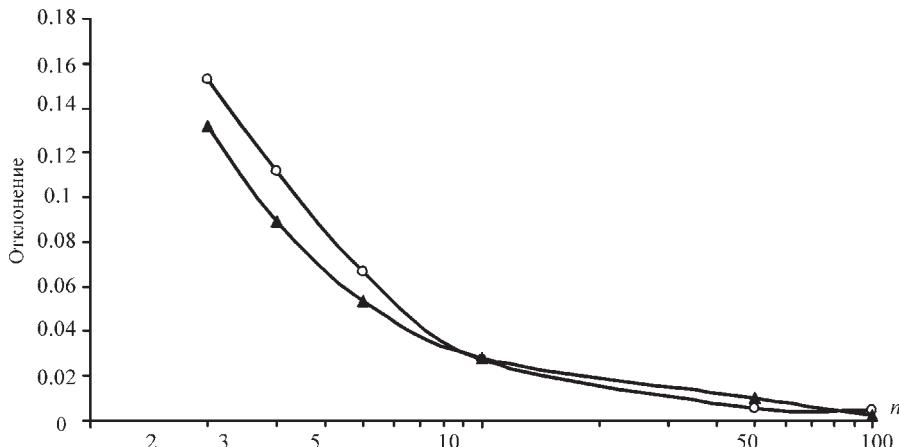
По модельным выборкам непосредственным подсчетом определялась доля случаев оценок (из 5000), заключенных в интервалах $\pm ts$ ($t=0.5 \dots 5.5$), и сравнивалась с теоретической вероятностью в гауссовском распределении (табл. 1).

Результаты моделирования, представленные в табл. 1 и 2, показали, что отклонения долей оценок средних по выборкам в t -сигмовых интервалах от теоретической вероятности для нормального распределения существенны только при объемах выборок в 2, 3 и 5

Таблица 2

Отклонения долей в t -сигмовых интервалах в случайных выборках объема n относительно теоретических вероятностей гауссовского распределения

t -сигмовые интервалы	Теоретические значения для гауссов. распред.	Отклонения долей в t -сигмовых интервалах в модельных совокупностях с гауссовским (г) и прямоугольным (п) распределением											
		$n = 2$		3		5		10		50			
		г	п	г	п	г	п	г	п	г	п		
± 0.50	0.3829	0.3206	0.1618	0.2475	0.1075	0.1634	0.1039	0.0579	0.0501	0.0229	0.0376	0.0167	0.0026
± 1.00	0.6827	0.3196	0.2446	0.2420	0.1599	0.1567	0.0978	0.0776	0.0665	0.0129	0.0348	0.0202	0.0023
± 1.50	0.8664	0.2827	0.2590	0.2073	0.1768	0.1346	0.1004	0.0662	0.0715	0.0141	0.0161	0.0053	0.0064
± 2.00	0.9545	0.2261	0.2257	0.1695	0.1609	0.1028	0.0949	0.0484	0.0511	0.0090	0.0136	0.0035	0.0058
± 2.50	0.9876	0.1806	0.1818	0.1304	0.1322	0.0735	0.0729	0.0265	0.0344	0.0028	0.0038	0.0010	0.0034
± 3.00	0.9973	0.1352	0.1409	0.0924	0.0932	0.0467	0.0505	0.0134	0.0174	0.0014	0.0022	0.0010	0.0016
± 3.50	0.9995	0.0968	0.1046	0.0642	0.0664	0.0264	0.0330	0.0072	0.0086	0.0004	0.0012	0.0002	0.0006
± 4.00	0.9999	0.0630	0.0702	0.0406	0.0446	0.0148	0.0202	0.0032	0.0046	0.0000	0.0004	0.0000	0.0000
± 4.50	0.9999	0.0361	0.0441	0.0251	0.0285	0.0083	0.0105	0.0013	0.0019	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
± 5.00	0.9999	0.0167	0.0177	0.0113	0.0129	0.0039	0.0029	0.0005	0.0001	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
± 5.50	1.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Среднее из всех t -сигмовых интервалов		0.1525	0.1318	0.1118	0.0893	0.0664	0.0533	0.0274	0.0278	0.0057	0.0099	0.0043	0.0021



Отклонения частотостей от гауссовых вероятностей в t -сигмовых интервалах при нормальном (кружки) и прямоугольном (треугольники) распределении в зависимости от объема выборки. Данные из табл. 2

единиц (см. табл. 1). При выборке в 10 единиц этими отклонениями практически можно пренебречь. Только полу- и 1-сигмовые интервалы в модельных выборках оказываются уже теоретических гауссовых на 6 %.

В выборках численностью 50 и 100 единиц отклонения наблюдаются только с третьего знака после десятичной точки. Например, теоретическая вероятность для широко употребляющегося трехсигмового интервала составляет 0.9973, т. е. за пределами этого интервала оказываются три случая из тысячи, а для прямоугольного распределения в выборке 100 единиц — 0.9956, т. е. четыре случая из тысячи. Может быть, в медицине и фармакологии такое отличие существенно, но не в геологии.

Любопытно, что ширина t -сигмовых интервалов в «эмпирических» (модельных) выборках из гауссовых распределений отличается от теоретической для того же гауссового распределения даже меньше, чем в выборках многих других распределений, в частности прямоугольного.

В табл. 2 и на рисунке приведены результаты расчетов отклонений частотостей средних значений в выборках от 2 до 100 единиц в t -сигмовых интервалах от вероятностей для прямоугольного и гауссова распределений. Из этих материалов видно, что отклонения эмпирических частотостей от теоретических при гауссовском

распределении существенны только для выборок объемом 2 и 3.

Литература

1. Ван дер Варден Б. Л. Математическая статистика. М.: ИЛ, 1960. 434 с.
2. Зайцев Г. Н. Математическая статистика в экспериментальной ботанике. М.: Наука, 1984. 424 с.
3. Ивашев-Мусатов О. С. Теория вероятностей и математическая статистика. М.: Наука, Главная редакция физико-математической литературы, 1979, 256 с.
4. Кокрен У. Методы выборочного исследования. М.: Статистика, 1976. 440 с.
5. Михок Г., Урсюну В. Выборочный метод и статистическое оценивание. М.: Финансы и статистика, 1982. 245 с.
6. Поляков В. Л. О статистике и условиях её использования в геологии // Уральский геологический журнал, 2010. № 5 (77). С. 68–76.
7. Родионов Д. А. Статистические решения в геологии. М.: Недра, 1981. 231 с.
8. Ткачев Ю. А., Кетрис М. П. Методы оптимизации структуры опробования при геолого-геохимических исследованиях и разведке месторождений (на примере залежей нефти). Сыктывкар, 1978. 51 с.
- (Коми филиал АН СССР. Вып. 14 / Серия препр. сообщ. «Научные рекомендации — народному хозяйству»).
9. Шварц Г. Выборочный метод: Руководство по применению статистических методов оценивания. М.: Статистика, 1978. 213 с.

Рецензент д. г.-м. н. Я. Э. Юдович

Институт геологии
Коми научного центра
УрО РАН
сообщает, что

ГОДИЧНАЯ СЕССИЯ

состоится
19 февраля 2013 г.

в конференц-зале
Института геологии
(ул. Первомайская, 54, каб.
520).

Начало в 10:00

Доклады:

Институт геологии в 2012 г.
академик А. М. Асхабов

Биоразнообразие
и этапность в развитии
палеозойских кораллов Rugosa
д. г.-м. н. В. С. Цыганко

Основные этапы раннедокем-
брийской эволюции
приуральской части
Восточно-Европейского
кратона: метаморфизм
и палеогеодинамические
следствия
д. г.-м. н. А. М. Пыстин

Морфология алмазов
уральского типа
д. г.-м. н. В. И. Ракин

Минералого-технологические
особенности жильного кварца
Урала, Прибайкалья
и Карелии
**д. г.-м. н. С. К. Кузнецов,
к. г.-м. н. В. П. Лютоев,
к. г.-м. н. Н. В. Сокерина,
к. г.-м. н. Ю. В. Глухов,
к. г.-м. н. С. Н. Шанина,
П. П. Юхтанов**



ИННОВАЦИОННАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ В 2012 ГОДУ

Исследования и разработки в 2012 г. выполнялись по 6 основным темам фундаментальных научных исследований Программы РАН, 46 темам по программам фундаментальных исследований Президиума РАН, Отделения наук о Земле РАН и по программам поддержки междисциплинарных и интеграционных проектов содружестве с учеными Сибирского и Дальневосточного отделений РАН, по гранту Президента Российской Федерации и гранту на поддержку научной школы, 12 проектам РФФИ, а также по 15 коммерческим договорам.

Среди заказчиков научных исследований и разработок, финансируемых из внебюджетных источников, были Минобрнауки России, Минпромэнерго, Минприроды Республики Коми, Севзапнедра, ФГУПы ВСЕГЕИ, ЦНИГРИ, ЦНИИгеолнеруд, ВНИГРИ, ОАО «ЯНИГП-АЛРОСА», ЗАО «Голд минералс», ООО «Рудная промышленная компания», ООО «Ухтагеосервис» и другие организации.

По многим направлениям выполняемых в институте научно-исследовательских работ были получены результаты, имеющие важное практическое значение. Некоторые из них являются основой для развития новых методов исследований, создания новых технологий и получения новых материалов на минеральной основе в будущем, другие представляют интерес для практической реализации уже сегодня. Эти результаты и заделы для инновационных решений можно изложить в виде ряда общих определений.

Потенциал Тимано-Печорской нефтегазоносной провинции в плане обнаружения новых месторождений углеводородного сырья

Продолжается пополнение и развитие информационно-аналитической системы «Тимано-Печорский бассейн». С ее помощью осуществляется переинтерпретация геологического-геофизических данных, их оперативная обработка, подборка и выдача информации по тематическим запросам. В 2012 г. составлялись и тиражировались комплексы геолого-геофизической информации по новым лицензионным участкам недр по Ненецкому

автономному округу и Республике Коми (к. г.-м. н. В. С. Чупров).

С использованием геоинформационных технологий проведен анализ геолого-геофизической изученности и морфологических свойств локальных структур Тимано-Печорской нефтегазоносной провинции. Подробно охарактеризована территория Хорейверской впадины. Неравномерная геолого-геофизическая изученность этой территории указывает на наличие достаточно значительных участков, где возможно открытие небольших и средних по запасам месторождений углеводородов. Установлена зависимость между плотностью и морфологическими характеристиками перспективных площадей и значениями региональных уклонов структурных поверхностей на указанной территории (к. г.-м. н. М. Г. Вахнин, к. г.-м. н. В. С. Чупров).

На основании неотектонических исследований закартированы новейшие пликативные структуры и разрывные нарушения на юге Тимано-Печорской нефтегазоносной провинции. Установлены различная дислокированность южных областей провинции разрывными нарушениями и их структуроконтролирующая роль. Выделены три области, характеризующиеся преобладанием дизъюнктивов различной направленности и, вероятно, различным тектоническим режимом на новейшем этапе. Спрогнозированы локальные структуры, расположение и ориентировка которых обусловлены наличием разрывных нарушений северо-западной и субмеридиональной направленности (см. рисунок). Выявлены участки, а также локальные объекты в их пределах, перспективные для поисков ловушек нефти и газа (И. С. Котик).

В целях установления перспектив нефтегазоносности гряды Чернышева, условий формирования залежей углеводородов, выбора локальных зон, наиболее благоприятных для поисков залежей нефти и газа, был определен аккумуляционный потенциал карбонатных толщ нижнепалеозойского комплекса. На примере разреза Адакской площади проанализировано влияние сдвиговой тектоники на текстурные особенности пород и их коллекторные свойства (к. г.-м. н. Т. В. Майдль).

Сформулированы условия, необходимые для дальнейшей стабилиза-

ции объемов добычи нефти в регионе, а именно:

- увеличение объемов геологоразведочных работ в новых перспективных районах республики;

- применение технологий и систем разработки (размещение и оптимальная плотность сетки скважин) исходя из геологического строения нефтегазоносных площадей и участков, а не из технических возможностей;

- соблюдение проектных режимов эксплуатации скважин и поддержание в рабочем состоянии проектного фонда скважин;

- непрерывное совершенствование процесса разработки по мере снижения запасов и уточнения геологического строения нефтегазоносных площадей;

- совершенствование адресного моделирования и проектирования гидродинамических и экономических расчетов (к. г.-м. н. Н. Н. Тимонина).

Вышеперечисленные разработки формируют задел для инноваций в области нефтегазовой геологии и разработки месторождений углеводородного сырья. Результаты научных исследований по этому направлению были востребованы различными заказчиками. Так, органы исполнительной власти субъектов Российской Федерации использовали их для разработки региональных программ развития и освоения минерально-сырьевой базы (Отдел по недропользованию по Ненецкому автономному округу Северо-Западного департамента по недропользованию Роснедра, Министерство развития промышленности и транспорта, Министерство природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Коми, Управление по недропользованию по Республике Коми), а производственные предприятия (ООО «Лукойл-Коми», ОАО «Башнефть» и др.) применили наши результаты при реализации проектов освоения месторождений углеводородного сырья.

Освоение нетрадиционных энергетических ресурсов и перспективы создания новых отраслей промышленности в регионе

В результате изучения химического состава, особенностей структуры и надмолекулярной упорядоченности



органического вещества в природных твердых битумах и в керогене из углеродистых отложений получены новые данные, характеризующие особенности эволюции его состава и строения в ходе катагенетического преобразования, объясняющие механизмы формирования локальных углеродистых микро- и наноразмерных структур.

Установлена специфика строения керогена II-S типа, состоящего из фрагментов липидных и углеводных компонентов, связанных атомами серы. Впервые на молекулярном уровне дана детальная характеристика органического вещества Неченского буроугольного месторождения (д. г.-м. н. Д. А. Бушнев, к. г.-м. н. Н. С. Бурдельная).

Чтким индикатором эволюции состава органического вещества является групповой аминокислотный состав. Доказано, что фиксируя отношения аминокислотных компонентов в осадочных породах, можно определить тип первичного органического

вещества в углемической отрасли, являясь источником для получения многих ценных веществ — гуминовых препаратов, синтетического жидкого топлива, синтез-газа, углеродных материалов. Ресурсный потенциал углей Печорского бассейна внушителен, поскольку в общих геологических ресурсах доля бурых углей составляет третью часть, в кондиционных ресурсах категорий P_1+P_2 — более 10 %. Определены перспективы освоения ресурсов бурых углей, проведены поисковые эксперименты в области их термохимической и химической переработки (к. г.-м. н. И. Н. Бурцев, к. г.-м. н. Л. А. Анищенко, к. х. н. Д. В. Кузьмин и др.).

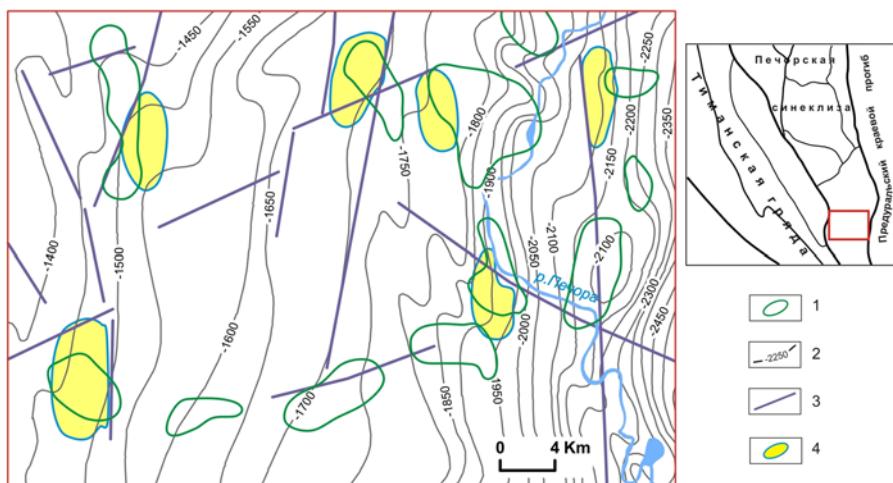
В результате детального изучения эталонных разрезов на Неченском буроугольном месторождении была предложена новая схема сопоставления и корреляции слоев в пласте «Неченском», относящемся к группе мощных и сверхмощных пластов печенорской серии верхней перми (к. г.-

улучшает характеристики, связанные с извлечением из угля смол и масел. Благоприятные условия для формирования таких углей выявлены на окраинах районов с максимальным угленакоплением, или в зонах расщепления пласта (О. С. Процко).

Предложены новые схемы корреляции для пластов горючих сланцев в Яренском, Сысольском и Ижемском сланценосных районах. Это позволяет более достоверно определить промышленные перспективы изучаемых месторождений (к. г.-м. н. В. А. Салдин, к. г.-м. н. И. Н. Бурцев).

Совместно с сотрудниками ИСЭиЭПС Коми НЦ УрО РАН (к. э. н. И. Г. Бурцевой, к. э. н. А. А. Калининой, к. э. н. В. П. Луканичевой) проведен комплекс исследований по оценке технологических характеристик и экономических возможностей вовлечения в промышленное освоение месторождений твердого топлива — каменных и бурых углей, горючих сланцев, а также по оценке возможностей создания в регионе угле- и сланцево-химических производств (к. г.-м. н. И. Н. Бурцев).

Испытаны различные методы обогащения и химико-технологической переработки каменных и бурых углей, горючих сланцев. Экспериментально доказана целесообразность применения методов радиометрической сепарации горючих сланцев. Предложены методы обогащения углей, отсевов и угольных шламов Интинского месторождения с использованием винтовых сепараторов. Технологические исследования и экономический анализ показали перспективы использования в регионе технологий полуококсования углей в слоевом газификаторе или в кипящем слое, а также газификации, гидрогенизации. Самыми перспективными направлениями переработки неченских и сейдинских углей являются сжигание по комбинированному циклу внутренней газификации или во псевдоожженном слое, совместная переработка с горючими сланцами на модифицированных установках с твердым теплоносителем, получение облагороженного энергетического топлива и пылеугольного топлива для металлургии методом полуококсования. Доказана возможность энергетической переработки углей и горючих сланцев с получением синтетического жидкого топлива, синтез-газа, углеродных материалов, облагороженного топлива, сульфоуглей, гуминово-



Прогнозная карта локальных структур и разрывных нарушений на юге Тимано-Печорской нефтегазоносной провинции (автор-составитель И. С. Котик).
1 — локальные аномалии гравитационного поля; 2 — изогипсы подошвы доманиковых отложений; 3—4 — объекты, прогнозируемые по данным дешифрирования материалов дистанционных съемок: 3 — разрывные нарушения, 4 — локальные структуры

вещества, реконструировать фациальные обстановки его консервации, уровни температурных воздействий в ходе катагенеза (к. г.-м. н. Л. А. Анищенко, к. г.-м. н. С. Н. Шанина).

Методы атомной силовой микроскопии, знание особенностей субмикро- и наноразмерного строения широкого класса природных минералоидов позволяют получить визуальное отображение строения отдельных структурных элементов, определить их размеры, форму и другие характеристики (д. г.-м. н. Е. А. Голубев).

Бурые угли имеют важное значе-

м. н. В. А. Салдин, асп. Н. С. Инкина).

Петрографическое и геохимическое изучение органического вещества углей показало присутствие помимо витринита и инертинита компонентов липтинитового типа, содержание которых варьируется от 5 до 30 %. Витринитовый состав углей с повышенным содержанием липтинитовых компонентов позволяет по-новому оценить технологические характеристики, в том числе и спекательную способность углей. Кроме того, обогащение органической составляющей угля водорослевыми компонентами



вых веществ. Впервые из каменных углей Воркутинского района и бурых и каменных углей Интинского района получены практически беззольные продукты — гиперугли, имеющие огромный потенциал широкого практического применения (к. г.-м. н. И. Н. Бурцев, к. х. н. Д. В. Кузьмин, Е. М. Тропников, асп. И. А. Перовский).

Рассмотренные выше результаты важны для оценки технологических свойств геополимеров, улучшения и разработки новых методов переработки природных битумов, горючих сланцев, бурых и каменных углей, торфяных ресурсов, с целью получения из них различных видов топлива, масел, сырья для химической промышленности, фармацевтики, строительной, дорожной индустрии.

Результаты наших исследований и разработки использовались для создания региональных государственных программ развития промышленности и экономики республиканскими правительственными учреждениями (Министерством развития промышленности и транспорта, Министерством экономического развития Республики Коми, Министерством природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Коми), горно-геологическими и горнодобывающими предприятиями (ОАО «Интауголь», ООО «Рудная промышленная компания» и др.) в их производственной деятельности.

Новые направления и новые объекты геологических и минералого-технологических исследований

Установлены минерало-технологические особенности шельфовых и пелагических железомарганцевых конкреций. Показано, что пелагические (глубоководные) конкреции заметно богаче промышленно значимыми компонентами (марганцем, медью, никелем), чем шельфовые, зато шельфовые конкреции обладают более высокой способностью к сорбции радиоактивных элементов (к. г.-м. н. Г. Н. Лысюк).

В ходе поисково-ревизионных работ, проведенных сотрудниками института на Манитанырской площади в 2011 г., были выявлены новые перспективные участки для поисков особо чистого кварца. Технологическое изучение жильного кварца показало его высокое качество, и в насто-

ящее время ООО «Елецкое РДП» проектирует опытно-промышленную разработку на этих участках (д. г.-м. н. С. К. Кузнецов, к. г.-м. н. В. А. Салдин, к. г.-м. н. И. Н. Бурцев, Д. А. Груздев, И. В. Попов, Д. Н. Шеболкин и др.).

В ходе геологических и минералогических исследований, проведенных совместно с ООО Ухтагеосервис в пределах Вольско-Вымской гряды на Среднем Тимане, выявлены новые россыпные поля и проявления коренного золота (д. г.-м. н. С. К. Кузнецов, к. г.-м. н. Т. П. Майорова).

По государственным заказам Министерства развития промышленности и транспорта Республики Коми, Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Коми проведен анализ минерально-ресурсного потенциала Республики Коми по геологическим, технико-технологическим и экономическим показателям, выполнена технологическая оценка новых, перспективных для освоения видов минерального сырья.

Определены самые важные направления переработки бокситов, высокоглиноземистых сланцев, карбонатных пород, фосфоритов, цеолитов и глауконитов (к. г.-м. н. И. Н. Бурцев, д. г.-м. н. О. Б. Котова, к. г.-м. н. Д. А. Шушков, асп. И. А. Перовский, асп. Г. В. Игнатьев и др.).

Оценена сырьевая база химически чистых карбонатных пород (известняков и доломитов) на Европейском Севере России (в Республике Коми, Ненецком, Ямalo-Ненецком автономных округах, Кировской области и Пермском крае). Выполнены технологические исследования известняков и доломитов центральных районов Республики Коми, экспериментально доказана их пригодность для получения химически осажденного карбоната кальция, флюсовых материалов полукоксования (к. г.-м. н. И. Н. Бурцев, к. г.-м. н. О. В. Удоратина, к. х. н. Д. В. Кузьмин, Д. Н. Шеболкин).

Разработаны основные технологические операции и приемы инновационной фторидной технологии переработки лейкоксеновых руд, высококремнистых бокситов, каолинитов, кварцевого сырья (к. г.-м. н. И. Н. Бурцев, асп. И. А. Перовский, асп. Г. В. Игнатьев).

На основе лейкоксена Пижемского месторождения разработаны эффективные катализаторы для фотока-

талитического разложения органических загрязнителей (А. В. Понарядов).

Экспериментальным путем из золы Воркутинской ТЭЦ получены цеолиты типа фожазита (NaX) и жисмондина (NaP), а также анальцим. Установлены оптимальные условия получения различных видов цеолитов и их смесей (к. г.-м. н. Д. А. Шушков).

Проведены эксперименты по синтезу рентгеноаморфных сферических частиц кремнезема и их осаждению с формированием надмолекулярно-упорядоченной структуры. Получены системы опаловая матрица—углерод, где углерод был представлен в виде графита и фуллеренов C_{60} , а также опаловая матрица—кварц и опаловая матрица—осажденный кремнезем. В настоящее время готовятся предпроектные материалы, которые будут использоваться при подготовке технико-экономического обоснования, необходимого для создания опытного производства оптических фотонных кристаллов, а именно надмолекулярных матриц кремнезема (к. г.-м. н. Д. В. Камашев).

По укрупненным показателям выполнены технико-экономические расчеты с целью обоснования создания новых производств в горнопромышленном комплексе Республики Коми. Разработано около 30 инвестиционных предложений освоения месторождений. Эти предложения были рассмотрены на заседании Межведомственной комиссии по развитию научной и инновационной деятельности при Экономическом совете Республики Коми (25.12.2012 г.) и поддержаны Правительством Республики Коми (к. г.-м. н. И. Н. Бурцев, к. -э. н. И. Г. Бурцева, ИСЭиЭПС Коми НЦ УрО РАН).

Развитие институциональной среды инновационной деятельности

В институте функционирует ЦКП УрО РАН «Геонаука», являющийся крупнейшим в Коми научном центре объединением научно-исследовательских подразделений, в распоряжении которых находятся уникальные исследовательское оборудование и экспериментальные установки. Разработана и реализуется программа материально-технического оснащения центра.

В 2012 г. прошли государственный инспекционный контроль и ак-



кредитованы на новый срок Испытательный центр «Геонаука» (№ РОСС RU.0001.22AB47), Лаборатория химии минерального сырья (№ РОСС RU.0001.512424).

Следует отметить, что по ряду направлений области аккредитации, в частности по техническому анализу горючих сланцев, анализу нефтепродуктов, испытательный центр «Геонаука» является единственным аккредитованным центром в Уральском отделении РАН.

Институт является членом некоммерческого партнерства «Саморегулируемая организация «Национальное объединение организаций по инженерным изысканиям, геологии и геотехнике»» (свидетельство СРО—И—12—24122009). Это позволяет выполнять геолого-геофизические, инженерно-геологические и геотехнические работы на самых ответственных объектах в промышленном и

гражданском строительстве дорог, линейных сооружений).

Совместно с Коми НЦ УрО РАН подготовлено предпроектное обоснование для создания «Технопарка Республики Коми», в составе которого планируется организовать геотехнологический центр. Целесообразность его формирования обусловлена высокой долей минерально-сырьевого сектора в экономике региона.

Совместно с Ухтинским государственным техническим университетом, Министерством развития промышленности и транспорта, Министерством экономического развития Республики Коми, а также с промышленными предприятиями региона институт участвует в реализации проекта создания «Нефтегазового кластера Республики Коми».

Патентная работа находится пока на самом низком уровне, в 2012 г. была подана лишь одна заявка на па-

тент. Но по многим завершенным разработкам ведется оформление заявочной документации, и мы надеемся на улучшение ситуации уже в следующем году.

Значительный прогресс ожидается также в области регистрации имущественных прав на программы для ЭВМ, базы данных. На первом этапе требуется подготовить сводный перечень и основать фонд программ, требующих оформления охранных документов. Разработан проект «Положения о фонде программ для ЭВМ» (автор д. г.-м. н. Ю. А. Ткачев).

Институт геологии Коми НЦ УрО РАН принимал участие в региональных, всероссийских и международных выставках. В 2012 г. экспозиция института была отмечена дипломом III Уральской международной выставки и форума промышленности и инноваций «ИННОПРОМ-2012».

К. г.-м. н. И. Бурцев

ГЕОЛОГИЧЕСКИЙ СЕМИНАР-2012

За прошедший год было проведено 19 заседаний геологического семинара, на которых было заслушено 22 доклада. По традиции на семинаре обсуждаются диссертационные работы. Так, доклад **Л. В. Соколовой** (м. н. с. лаб. палеонтологии) «Ландоверийские конодонты западного склона Приполярного Урала (р. Кожым)» и доклад **С. В. Кочетова** из Ухтинского ГТУ «Строение, условия формирования отложений, закономерности размещения коллекторов и нефтегазоносность верхнедевонского комплекса Печоро-Кожвинского мегавала и Среднепечорского поперечного поднятия» были сделаны по работам, выдвигаемым на соискание степени кандидата геолого-минералогических наук. Защита этих диссертаций успешно прошла уже в мае 2012 г., работы были высоко оценены членами диссертационного совета.

Кроме того, на семинаре были рассмотрены и диссертационные работы молодых ученых нашего института: **О. С. Процько** «Рассеянное органическое вещество пермских отложений Косью-Роговской впадины» и **И. С. Котика** «Неотектоника Южного Тимана (в связи с нефтегазоносностью)», а также работа **А. Л. Жерлыгина** (Санкт-Петербургский горный университет) «Верхний девон северо-востока Печорского бассейна (строение, генезис)», которые после небольших

доработок также будут представлены к защите.

15 февраля 2012 г. состоялись очередные Февральские чтения, в которых, как правило, принимают участие не только научные сотрудники — преподаватели кафедры геологии СыктГУ, но и студенты. Большой интерес и много вопросов вызвали доклад **К. В. Куликовой** (к. г.-м. н., с. н. с. лаб. петрографии) и **М. М. Буслова** (д. г.-м. н. ИГМ СО РАН) «Индикаторы континентальной субдукции» и доклад **В. С. Чупрова** (к. г.-м. н., с. н. с. лаб. геологии нефтегазоносных бассейнов) «Нефтегазоносные бассейны Ливии». Внимание слушателей привлекли сообщения студентов **Л. А. Симаковой** (рук. А. Н. Сандула) «Среднекаменноугольное осадконакопление на Печорском Урале» и **К. Г. Курылевой** (рук. С. К. Кузнецова) «Золото месторождений Синильга и Караванное (Приполярный Урал)», показавшие их хорошую подготовку и самостоятельность в исследовании объектов, выбранных для курсовых и дипломных работ.

Памяти сотрудника института, известного стратиграфа и литолога **В. И. Чалышева (1932—1975)** были посвящены научные доклады **Я. Э. Юдовича** (д. г.-м. н., г.н.с. лаб. литологии и геохимии осадочных формаций) «О терригенном литогенезе» и **Э. С. Щербакова** (к. г.-м. н., КГПИ) «Терри-

генно-минералогические ассоциации, их генезис и палеогеографическое значение». Затем все, кто знал Василия Ивановича, поделились своими воспоминаниями об этом мужественном человеке.

Доклад **О. В. Удоратиной** (к. г.-м. н., рук. лаб. петрографии) и **В. А. Капитановой** (н. с. лаб. петрографии) был посвящен прошедшему юбилею (90-летию) и полувековой научной деятельности **Виталия Николаевича Охотникова (1921—1997)**. Затем **О. В. Удоратина** сделала доклад о современных проблемах петрографии «Границы Полярного Урала: новые данные».

Памяти **Светланы Игоревны Плосковой** был посвящен доклад **П. П. Юхтанова** (с. н. с. лаб. минералогии алмаза) «База данных «Персональный библиограф»: современное состояние и будущее». Он рассказал о задачах, которые они со Светланой ставили перед собой, разрабатывая концепцию базы данных, о проблемах, с которыми столкнулись, и о том, каким он видит будущее «Персонального библиографа».

А. М. Пыстин (д. г.-м. н., рук. лаб. региональной геологии) ознакомил слушателей с докладом коллектива лаборатории региональной геологии (А. М. Пыстин, Ю. И. Пыстин, А. А. Бушенев, И. Л. Потапов, В. А. Панфилов) «Базальные отложения верхнего докембрия в Тимано-Севе-



роуральском регионе: нижний или средний рифей?», представленным на Всероссийской конференции «Геодинамика, рудные месторождения и глубинное строение литосферы», состоявшейся в Екатеринбурге, коснулся основных вопросов, которые обсуждались на форуме.

Своими мыслями о современных проблемах палеонтологии поделился наш гость из Швеции **Пер Эрик Альберг** (профессор Упсальского ун-та, академик Шведской королевской академии наук). Особый интерес слушателей вызвал его доклад «Происхождение тетрапод: новые данные с Тиманом» по совместным полевым работам с П. А. Безносовым.

На геологическом семинаре с докладами по разным вопросам выступали: **Н. Н. Тимонина** (к. г.-м. н., с. н. с. лаб. геологии нефтегазоносных бассейнов) «Ресурсный потенциал Ти-

мано-Печорской нефтегазоносной провинции — основа эффективного развития нефтегазового комплекса»; **В. А. Салдин** (к. г.-м. н., рук. лаб. литологии и геохимии осадочных формаций) «Новые местные стратиграфические подразделения нижнепермских отложений северной части западного склона Урала»; **Д. В. Пономарев** (к. г.-м. н., рук. лаб. палеонтологии) «Находка позднеледниковых остатков выухохоли на Южном Тимане в палеогидрологическом, палеогеографическом и палеоэкологическом контекстах»; **Т. П. Митюшева** (докторант), **П. А. Безносов** (н. с. лаб. палеонтологии) «Камчатка — мечта геологов!».

О литолого-стратиграфических исследованиях в России по материалам совещания «Палеозой России», состоявшемся в Санкт-Петербурге, рассказали молодые ученые лаборатории литологии. Они представили на

совещании следующие доклады: **Д. Н. Шеболкин** «Новые данные по стратиграфии и литологии венлокских отложений на юге гряды Чернышева» и **Н. А. Канева** «Условия осадконакопления в фаменское время (на примере разрезов центральной части Хорейверской впадины)». Проблемной тематике было посвящено и сообщение аспиранта второго года обучения **О. В. Гамолюка** «Девонские ихнофоссилии Тимана и проблемы современной палеоихнологии». Выступления молодежи прошли при активном обсуждении их результатов, что, надеемся, будет весьма полезно для авторов.

Ждем новых сообщений и большей активности аспирантов и их руководителей, так как семинар — прекрасная школа для подготовки материалов к защите в диссовете.

Секретарь геологического семинара к. г.-м. н. Н. Рябинкина

О РАБОТЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА Д 004.008.02 В 2012 Г.

Диссертационный совет Д 004.008.02 создан при Институте геологии Коми научного центра УрО РАН приказом Рособрнадзора № 1-18 от 22.01.2010 г. Диссертационному совету разрешено принимать к защите диссертации по специальностям: 25.00.01 — «Общая и региональная геология», 25.00.02 — «Палеонтология и стратиграфия», 25.00.12 — «Геология, поиски и разведка нефтяных и газовых месторождений».

В прошедшем году приказом Министерства образования и науки Российской Федерации № 588/нк от 22.08.2012 г. «О внесении изменений в составы советов по защите диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, соискание ученой степени доктора наук, созданных на базе образовательных учреждений высшего профессионального образования и научных организаций» в составе диссертационного совета Д 004.008.02 утверждены следующие изменения. В состав совета введены академик РАН, д. г.-м. н. А. М. Асхабов по специальности 25.00.12 — «Геология, поиски и разведка нефтяных и газовых месторождений»; д. г.-м. н. В. Л. Андреичев по специальности 25.00.01 — «Общая и региональная геология»; д. г.-м. н. В. С. Цыганко по специальности 25.00.02 — «Палеонтология и стратиграфия». Выведены из состава совета д. г.-м. н. А. И. Елисеев, д. г. н. М. М. Пахомов.

В 2012 г. диссертационный совет Д 004.008.02 провел восемь заседаний, на трех из которых успешно прошли защиты кандидатских диссертаций.

28 февраля прошла защита кандидатской диссертации И. В. Кряжевой «Мелкие млекопитающие позднего плейстоцена и голоцен Приполярного Урала» по специальности 25.00.02 — «Палеонтология и стратиграфия». Теоретическая значимость исследования состоит в том, что на конкретном фактическом материале показаны ряд закономерностей эволюционной динамики морфологических признаков двух массовых видов копытных леммингов плейстоцена, а также эволюционные изменения состава фауны и структуры сообществ микромаммалий за последние 14 000 лет. Применительно к проблематике диссертации результативно использован комплекс существующих традиционных методов исследования, в том числе современные методы AMS-датирования отдельных костей мелких млекопитающих, что позволило провести исследования с высокой степенью хронологической детальности. Практическое значение полученных соискателем результатов исследования заключается в том, что выявлены четкие биостратиграфические критерии установления относительного возраста верхнечетвертичных пород, а именно разделения отложений полярного и голоценового горизонтов.

Эти критерии дают надежный инструмент при стратиграфическом расчленении четвертичных отложений на основе морфологии зубной системы копытного лемминга и узкочерепной полевки. Палеофаунистические данные используются при реконструкции изменений климата и ландшафтов в позднеледниковые и голоцен.

28 мая состоялась защита кандидатской диссертации С. В. Кочетова «Строение, условия формирования отложений, закономерности размещения коллекторов и нефтегазоносность верхнедевонского комплекса Печоро-Кожвинского мегавала и Среднепечорского поперечного поднятия» по специальности 25.00.12 — «Геология, поиски и разведка нефтяных и газовых месторождений». Рассматриваемый в диссертации нефтегазоносный комплекс можно отнести к уникальному для Тимано-Печорского бассейна по сложности и многообразию геологических объектов. В нем выявлены почти все типы резервуаров и залежей углеводородов в широком диапазоне нефтегазоносности — от среднефранских отложений до турнейских. Одним из достижений диссертанта является составление схемы детальной корреляции рассматриваемой территории на уровне горизонтов и свит. Установлены основные типы и подтипы разрезов среднего франа-фамена, определены реперные уровни и толщи, образующие



опорный стратиграфический каркас. Данная корреляционная схема послужила основой для выявления этапов развития Печоро-Кожвинского мегавала и Среднепечорского поперечного поднятия в позднедевонской эпохе начиная с доманикового времени. Несомненным достоинством диссертации является картирование основных фаций в пределах района исследований: некомпенсированных прогибов и палеоподнятий в них, карбонатных и терригенно-карбонатных массивов, аккумулятивных прогибов, разных типов мелководного шельфа. Литолого-фациальная зональность изученной С. В. Кочетовым территории отражена в его работе на 12 палеогеографических картах.

В этот же день состоялась защита кандидатской диссертации Л. В. Соколовой «Лландоверийские конодонты западного склона Приполярного Урала» по специальности 25.00.02 — «Палеонтология и стратиграфия». Работа Л. В. Соколовой вносит значительный вклад в изучение палеонтологии, биостратиграфии и стратиграфии нижнесилурийских отложений западного склона Урала. Автором проделана большая работа по всестороннему анализу материалов всех исследований, проведенных в разные годы, и выполнено со-поставление установленных видов со сходными таксонами из других регионов мира. На основании сравнения конодонтовых комплексов проведена

корреляция ряда региональных подразделений нижнего силура Приполярного Урала с одновозрастными подразделениями Тимано-Североуральского региона, Эстонии и Северной Земли. Предложенное Л. В. Соколовой биостратиграфическое расчленение лландоверийских отложений нижнего силура может быть в дальнейшем использовано при выполнении межрегиональных корреляций. Члены диссертационного совета отметили, что во многом прошедшая защита является образцовой и в лице диссертанта Институт геологии приобрел достаточно редкого специалиста.

Ученый секретарь диссертационного совета к. г.-м. н. В. Чупров

ДИССЕРТАЦИОННЫЙ СОВЕТ Д 004.008.01 В 2012 ГОДУ

Диссертационный совет Д 004.008.01 создан при Институте геологии Коми научного центра УрО РАН приказом Рособрнадзора № 1-57 от 18.01.2008 г. Диссертационному совету разрешено принимать к защите диссертации по специальностям: 25.00.04 — петрология, вулканология, 25.00.05 — минералогия, кристаллография, 25.00.11 — геология, поиски и разведка твердых полезных ископаемых, минерагения (по геолого-минералогическим наукам).

В прошедшем году приказом Рособрнадзора № 580/нк от 22.08.2012 г. в состав диссертационного совета внесены изменения. Обязанности председателя совета возложены на академика А. М. Асхабова, ученого секретаря — на д. г.-м. н. В. И. Ракина. В состав совета введены доктора наук: В. Л. Андреичев, Е. А. Голубев, В. И. Силаев, Н. Ю. Никулова. Исключены из состава совета А. Ф. Кунц, Б. А. Голдин, Б. А. Осташенко.

В течение прошедшего года состоялось десять заседаний совета, на которых были рассмотрены материалы трех диссертаций: докторской — А. Ф. Сметанникова и кандидатских — А. В. Вахрушева и О. В. Коротченковой. Приняты положительные решения по всем трем диссертациям. В плане работы совета на 2013 г. — проведение двух сессий по защите диссертаций: 16—17 мая и предположительно 12—13 ноября.

Докторская диссертация А. Ф. Сметанникова «Минералогия солей и благородных металлов Верхнекамского месторождения» (специальность 25.00.05 — минералогия, кристаллогра-

фия,) посвящена актуальной теме комплексного освоения соляных месторождений. В соляных толщах впервые выделен новый формационный тип благороднометального оруденения, связанный с эвапоритовыми толщами, дана детальная характеристика его минералого-геохимических особенностей. Установлено, что благородные металлы находятся в форме органических соединений, концентрируются в битумоидах соляных пород. Детально изучен минеральный состав соляных толщ, выявлена роль радиогенно-химических процессов в эпигенезе соляной залежи Верхнекамского месторождения. Результаты исследований успешно использованы в патентах на способы преобразования органических соединений благородных металлов в извлекаемую форму, а также на способы обогащения шламов, концентрирующих благородные металлы после переработки соляных пород.

В кандидатской диссертации А. В. Вахрушева «Минералого-технологические особенности тонкодисперсной составляющей бокситов Среднего Тимана» (специальность: 25.00.05 — минералогия, кристаллография) проведено минералогическое исследование бокситов Среднего Тимана. Автором доказано преобладание в тонкодисперсной составляющей бокситов частиц величиной 20—40 нм. В составе различных минеральных типов бокситов установлено наличие гётита, а также изучено изоморфное замещение железа алюминием в гётите и гематите. Приведены новые данные о минеральном составе изу-

ченных типов бокситов, раскрыты ранее неизвестные особенности минерального состава бокситов. В ходе работы решены задачи диагностики низкоупорядоченных гидроксидов (шамозитоподобные фазы), изучена связь вещественного состава с величиной зерен при дроблении.

В кандидатской работе О. В. Коротченковой «Ефимовское месторождение алмазов: геология, типоморфные минералы и локальный контроль алмазоносности» (специальности: 25.00.05 — минералогия, кристаллография, 25.00.11 — геология, поиски и разведка твердых полезных ископаемых, минерагения) установлено, что главенствующая роль в локализации алмазной минерализации региона принадлежит структуре надвигового типа. Расширены представления об образовании и эволюции уральских алмазов, сделана попытка обоснования химико-генетической типизации эксплозивных фаз, выявлены новые данные о внутреннем строении и морфологии алмазов. Доказано поэтапное поступление алмазоносного материала Ефимовского месторождения к земной поверхности, раскрыты связи между пространственным положением тел алмазоносных пород со структурно-тектоническими особенностями Полюдовско-Колчимского антиклиниория и литологией разреза.

В прошедшем году не было представлено диссертаций по специальности 25.00.04 — петрология, вулканология.

Ученый секретарь диссертационного совета д. г.-м. н. В. И. Ракин



ОН БЫЛ НАШИМ ТОВАРИЩЕМ

К 70-летию со дня рождения Владимира Николаевича Каликова (11.01.1943—12.07.1996)

В одной старой и некогда популярной песне есть фраза: «Как-то вышло так само». Несмотря на свою простоту и неброскость, она идеально характеризует сегодняшнее восприятие нашего собственного прошлого, которое уже можно громко именовать историей института.

Действительно, как-то само собой получилось, что, оглядываясь назад в дни юбилеев давно ушедших из жизни

людьми и вести с ними заинтересованную беседу сколь угодно долго.

Начало биографии В. Н. Каликова мало отличалось от жизненного старта других мальчишек фронтовой поры. Отец погиб на войне, поэтому Володе пришлось рано начать самостоятельную жизнь. После пятого класса он поступил в Ленинградское суворовское училище — это была возможность получить среднее образова-

ние от старшего лаборанта до научного сотрудника, опубликовал десятки научных работ, стал заслуженным изобретателем Коми АССР, многократно награждался дипломами и медалями ВДНХ за свои уникальные инженерно-технические разработки. Совершенно новаторскими были исследования В. Н. Каликова в области изучения воздействия лазерного излучения на минералы с целью извлечения новой генетической и структурной информации. Результаты этих работ должны были лечь в основу кандидатской диссертации, которую он готовил. По оценке Н. П. Юшкина, «этот работа могла бы стать одним из самых выдающихся результатов института». К сожалению, она не была доведена до конца.

Но В. Н. Каликов остался в нашей памяти не только как выдающийся исследователь. Легендой стал его результативный подход к получению спирта у не менее легендарного замдиректора нашего института А. И. Морозова, который в этом вопросе был, как и положено завхозу, очень прижимистым. Владимир Николаевич научно обосновал в жаркой дискуссии необходимость проприации высококачественным спиртом «оптических осей» спектральной аппаратуры. Как истинный исследователь, в скромном времени он закрепил успех, доказав целесообразность очистки особенно важных приборов высококачественным спиртом «методом окунания». Данные «методические разработки» на долгое время сняли остроту проблемы обоснования расхода спирта в нашем институте. Жаль, что эти «методы» забыты и давно не применяются.

И вообще, с ним было просто интересно беседовать на любые темы. Он всегда был «в курсе», имел собственное мнение и, самое главное, располагал временем и желанием донести свое понимание вопроса до собеседника. Конечно, эти разносторонние интересы порой мешали ему сосредоточиться на одной конкретной проблеме, уводя его то в общественную работу, то в захарство, то в советско-американский антивоенный марш по глубинным районам США, то в решение научных проблем его друзей и коллег.

Но он был таким... И таким мы его помним.

А. Иевлев, В. Лютоев



друзей и коллег, мы начинаем невольно осознавать, с какими удивительными, талантливыми и светлыми людьми нам довелось бок о бок работать. Причем когда они были живы, их неординарность была чем-то привычным или само собой разумеющимся свойством этих людей. Видимо, в геологию приходят и остаются в ней навсегда только неординарные личности.

Владимир Каликов был и остается в нашей памяти именно таким — мастером на все руки, умеющим увлеченно и увлекательно решать любые проблемы и в то же время обладающим очень важным умением найти общий язык с совершенно разными

и просто способ выжить: суворовцам полагалось казенное обмундирование и солдатский стол. Затем обязательная служба в рядах Советской Армии и учеба в Коми пединституте, в котором он затем остался работать на кафедре физики.

В наш институт он пришел в 1972 г., когда нужен был специалист для работы на новехоньком цейсовском лазерном микроанализаторе. Желающих было немало, но, как вспоминал академик Н. П. Юшкин, Владимиру Николаевичу «как-то удалось убедить нас, что он лучше всех подходит для этого дела». И это оказалось правдой. За 24 года работы в институте В. Н. Каликов прошел





ЕСТЬ ОХРАНЯЕМАЯ ПРИРОДНАЯ ТЕРРИТОРИЯ: ОБНАЖЕНИЕ «КАРГОРТ»!

Крутой обрыв на левом берегу р. Сысолы около деревни Каргорт (село Йб) известен не только геологам Республики Коми, о нем знают палеонтологи, стратиграфы, палинологи, минералоги, литологи, гидрогеологи, геэкологи России от Ленинграда до Магадана. Здесь побывали и специалисты из-за рубежа: из Казахстана, Белоруссии, Украины, Узбекистана, Азербайджана, Японии, Чехии, Германии, Болгарии.

Обнажение «Каргорт» — парастратотип сысольской свиты среднего отдела юрской системы, остатков палеонтологических белемнитов, аммонитов, юрских морских позвоночных (морских рептилий, химеровых рыб), а также проявление сидерита (железной руды), желваковых фосфоритов и горючих сланцев.

Сочетание интересного и богатого геологического содержания и живописного ландшафта, характерного для долины р. Сысолы, доступность для посещения сделали этот небольшой участок берега неккой геологов, студентов и школьников. Последние три десятилетия не проходит ни одного научного геологического совещания в Сыктывкаре, чтобы участников не вывезли в Каргорт.

Первое детальное описание обнажения сделал И. Е. Худяев (1936) — один из первых геологов коми, проводивший работы по составлению геологической карты южных районов республики в начале 1930-х гг.

В. А. Молин, будучи сотрудником Института геологии Коми НЦ УрО РАН, в 1996 г. первым предложил выделить в районе обнажения «Каргорт» особо охраняемую природную территорию (ООПТ) — геологический памятник природы (Молин и др., 1996).

За последние десять лет было издано несколько буклотов, популярно дающих представление о геологическом строении, археологических и исторических достопримечательностях окрестностей деревни Каргорт (Васкул и др., 2005; Лыюров и др., 2007, 2011).

Описание обнажения «Каргорт» было включено в обзорную иллюстрированную монографию «Геологическое наследие Республики Коми» (2008). При проведении научно-исследовательских работ по инвентаризации ООПТ Республики Коми геологи Института геологии настоятельно ре-

Юхтанов, И. Н. Бурцев, П. А. Безносов, Т. П. Митюшева; от Института биологии — А. А. Кустышева, Т. Н. Пыстина, Ю. А. Дубровский, Г. В. Железнова; от Коми государственного педагогического института — В. И. Силин; от ОАО «Комигеология» — В. А. Илларионов. К концу 2007 г. сотрудниками Минприроды РК были проведены все необходимые формальные процедуры и подготовлен проект постановления Правительства РК об образовании ООПТ — охраняемого природного ландшафта «Каргортский». По непонятным для нас причинам в 2007 г. подписания доку-

ПРАВИТЕЛЬСТВО РЕСПУБЛИКИ КОМИ

ПОСТАНОВЛЕНИЕ

от 13 августа 2012 г. № 343

г. Сыктывкар

Об образовании охраняемого природного ландшафта республиканского значения "Каргортский"

В соответствии с пунктом 2 статьи 2 Федерального закона "Об особо охраняемых природных территориях", подпунктом 8 пункта 2 статьи 26.3 Федерального закона "Об общих принципах организации законодательных (представительных) и исполнительных органов государственной власти субъектов Российской Федерации", пунктом 3 части 1 статьи 3 Закона Республики Коми "О регулировании отношений в области охраны окружающей среды в Республике Коми" Правительство Республики Коми постановляет:

1. Образовать особо охраняемую природную территорию республиканского значения — охраняемый природный ландшафт республиканского значения "Каргортский".
2. Утвердить Положение об охраняемом природном ландшафте республиканского значения "Каргортский" согласно приложению.

Глава Республики Коми В. ГАЙЗЕР

комендовали заповедание обнажения у дер. Каргорт.

В 2007 г. Министерство природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Коми выделило средства для комплексного обследования территории и определения границ будущей особо охраняемой природной территории на р. Сысоле. В этой работе приняли участие специалисты нескольких научных организаций: от Института геологии — П. П.

ментов об образовании ООПТ в дер. Каргорт не произошло. В начале 2012 года сотрудниками Минприроды РК вновь были подготовлены документы и наконец 13 августа этого года постановление об образовании «Охраняемого природного ландшафта «Каргортский» было подписано Главой Республики Коми.

Необходимо отметить, что за всю историю создания природоохранной системы Республики Коми



Вид на охраняемый природный ландшафт «Каргортский» с р. Сысолы



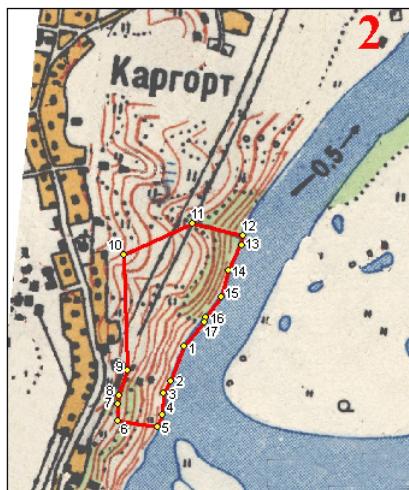
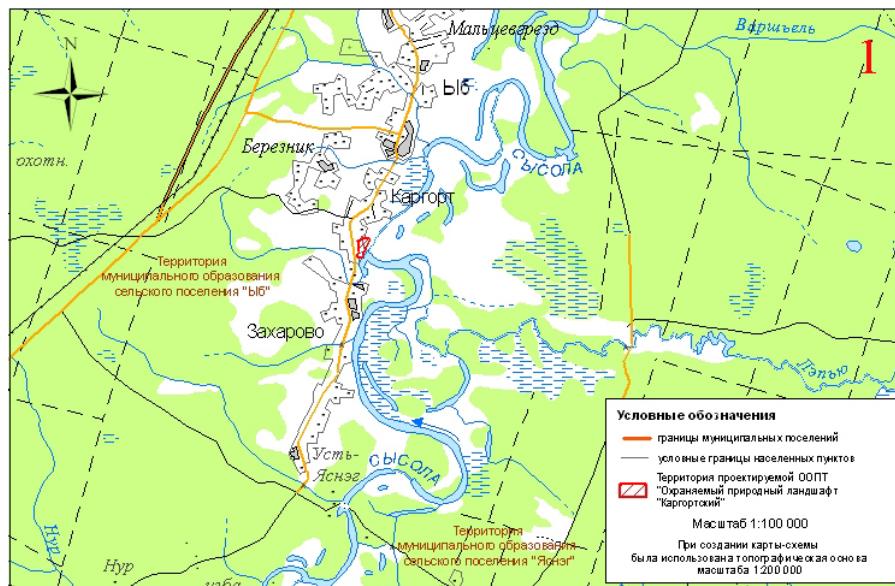
были заповеданы 53 геологических памятника природы и один геологический заказник. Предпоследнее постановление республиканских властей о создании природных охраняемых территорий геологического профиля было принято 26 сентября 1989 г. Таким образом, в течение двадцати трех лет система геологических охраняемых территорий республики находилась в застое. Наконец «лед тронулся». Появилась надежда, что и другие уникальные, интересные, ценные в научном, эстетическом, познавательном и рекреационном отношении геологические объекты, которых по данным Института геологии несколько десятков, в ближайшее время получат охранную грамоту Правительства Республики Коми.

В заключение этой небольшой заметки хочу поблагодарить сотрудников Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды за поддержку инициативы создания ООПТ «Каргортский», в том числе финансовую, а также за большую и кропотливую работу по правовому оформлению охраняемого природного ландшафта «Каргортский»: М. Б. Тарбаева (бывшего заместителя министра Минприроды РК), Е. Ю. Изюрова, Л. Я. Огородову.

Литература

Худяев И. Е. Общая геологическая карта европейской части СССР. Лист 106 // Тр. Ленингр. геол. треста. Вып. 16. Л.-М.: ОНТИ-НКТП, 1936. 125 с.

Молин В. А., Юхтанов П. П., Андричева Л. Н., Попов С. А. Проблемы сохранения геологических памятников на юге Республики Коми // Геология и минеральные ресурсы южных районов Республики Коми: Информ. матер. 2-й науч. конф. Сыктывкар, 1996. С. 141–143.



Местонахождение новообразованного охраняемого природного ландшафта «Каргортский»

Васкул И. О., Астахова И. С., Жданова Л. Р. и др. Исторические, археологические памятники и геологические особенности района села Ыб Республики Коми: Путеводитель к полевой экскурсии. Сыктывкар: Геопринт, 2005. 8 с.

Лыюров С. В., Плоскова С. И., Жданова Л. Р. и др. Каргорт — исторический разрез юрских отложений: Путеводитель к полевой экскурсии 13-й Рос. палинол. конф. Сыктывкар, 2011. 23 с.

Лыюров С. В., Плоскова С. И., Жданова Л. Р. и др. Историческое, культурное и природное геологическое наследие села Ыб. Сыктывкар: Геопринт, 2007. 16 с. (Геологическое наследие Республики Коми. Россия. Вып. 5).

Плоскова С. И., Юхтанов П. П. Безносов П. А. Каргорт // Геологическое наследие Республики Коми (Россия). Сыктывкар: ИГ Коми НЦ УрО РАН, 2008. С. 59–67.

П. Юхтанов



**Поздравляем
Галину Николаевну Лысюк
с награждением знаком
«Отличник разведки недр»
За многолетний добросовестный труд
и большой вклад в развитие
минерально-сырьевой базы России.
Желаем дальнейших успехов!**



ВОТ И ПРИШЕЛ К НАМ ГОД ЗМЕИ

Новый год — это замечательный, веселый, яркий, волшебный праздник! Под Новый год исполняются все самые заветные желания, получают все самые желанные подарки, начинают верить в чудеса. Особенно яркие впечатления от этого праздника остаются из детства. Поэтому мы постарались, чтобы нашим детям и внукам этот Новый год особенно запомнился.

Все началось с подарков для детей сотрудников института и подарков от профсоюза для детей и внуков членов ППО ИГ. Это очень большая и трудоемкая работа, которую на свои хрупкие плечи взяли Г. А. Панфилова, В. В. Задорожная, И. В. Первушина, А. В. Яремина и Л. А. Кузиванова. Получилось вкусненько!

По уже сложившейся в нашем институте добной традиции в преддверии Нового года была проведена выставка работ детского творчества. В который раз поражаешься выдумке, умению, фантазии, мастерству и креативности нашего подрастающего поколения. Год от года поделки и рисунки становятся все лучше и интереснее.

Очень разными был возраст участников (самому младшему — 1 год и 2 мес., самой старшей — 12 лет) и материал для творчества (мужской галстук, макароны, спичечные коробки, соленое тесто, глина, бисер, коробочки от киндер-сюрприза, нитки, салфетки, бумага, картон). Многие работы были посвящены символу грядущего

года — Змее. В этом году в конкурсе приняло участие 60 человек! На детском утреннике всем юным умельцам были вручены благодарственные письма и призы.

25 декабря в конференц-зале института состоялось детское театрализованное представление, подготовленное учащимися колледжа культуры





ры им. В. Т. Чисталева. Каких только сказочных героев здесь не было: и Пеппи Длинный Чулок, и веселые клоуны, и Баба-Яга, и Кошечка Бес-смертный и, конечно же, Снегурочка и Дед Мороз. Конкурсы, игры, песни, танцы — все было на праздничном вечере. Принцессы, фея, клоун, Бэтмен, Человек-Паук, зайчик, очаровательное привидение, богатырь, Буратино, ковбой — это наши малыши. Остались довольны не только дети, но и взрослые.

26 и 27 декабря поздравить детей и внуков сотрудников института при-

езжали Дед Мороз (Андрей Шадрин) и красавица Снегурочка (Анна Яремина). Дед Мороз и его внучка подготовили очень много разных конкурсов и загадок для детей всех возрастов, так что было интересно не только самым маленьким, но и школьникам, а также их родителям. Водили хоровод, читали стихи. В подарок от Деда Мороза дети получили желанные подарки, заботливо подготовленные мамами и папами, бабушками и дедушками. Было очень весело, динамично, как-то верилось в то, что Дед Мороз настоящий.

Огромное спасибо всем работникам нашего института, подарившим новогоднюю сказку детям: Г. А. Панфиловой, В. В. Задорожной, И. В. Первушиной, Г. Н. Каблису, А. Ю. Перетягину, А. Г. Сажиной, Л. А. Кузивановой, А. В. Яреминой, А. Н. Шадрину, Н. В. Туленковой, И. И. Данышниковой, М. А. Матвеевой, М. В. Горбунову, И. Г. Веткину, А. В. Плоскову, Н. А. Приезжевой.

**Председатель профкома
О. Валеява**





ВЕСТИ С ЗАМОРСКИХ ПОЛЕЙ

...И все рассыпалось на части, и неизвестно, где теперь искать их, и стоит ли пытаться сложить, и были ли они частью Урала или чего еще. То нам уже неведомо, так как свидетелей нет, а даже если есть, то молчат, да и их искать надо...

Именно за этими немыми свидетелями мы и отправились на полевые работы в горы Кламат (шт. Калифорния, США). Проведенные до этого в 2009 году работы на хребте Енганепэ (Полярный Урал) позволили предположить, что доуралиды и известные по литературе американские блоки с до-кембрийской корой являлись в далеком геологическом прошлом частями одного целого.

Неопротерозойско-кембрийские магматические и метаморфические породы, их распространение и история являются ключевым моментом в плитотектонических реконструкциях Арктики, так как эти комплексы расположены в настоящее время по берегам Северного Ледовитого океана. Магматические породы этого возраста (750–500 млн лет) наиболее хорошо обнажены и изучены в северо-восточном обрамлении Восточно-Европейской платформы, и существует несколько гипотез их образования (Кузнецов, 2005, Kuznetsov et al., 2007). В соответствии с точкой зрения, изложенной в этих работах, на рубеже позднего докембрия и кембрия произошла коллизия между двумя до-кембрийскими континентами — при Тиманской орогении пассивная окраина Балтики столкнулась с активной

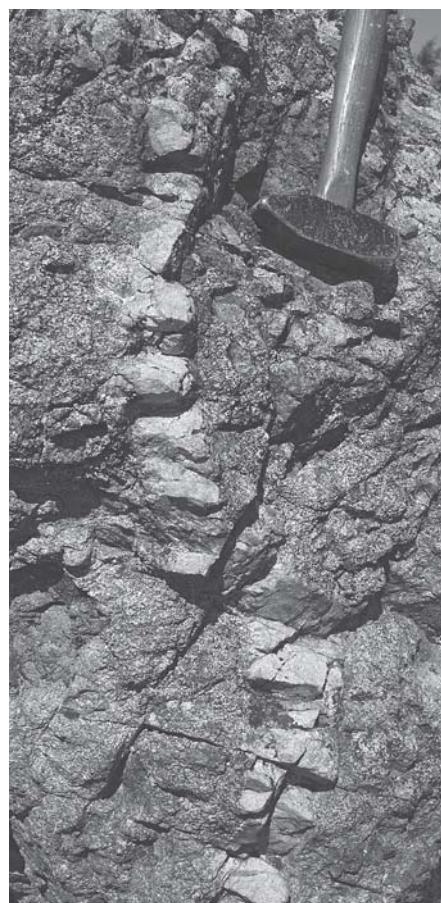
окраиной Арктиды. Существование в Арктике единого континента Арктида было предположено путем собирания в единое целое небольших террейнов, расположенных по периферии Северного Ледовитого океана и включающих магматические породы этого возраста, а также перекрывающий осадочный чехол, содержащий детритные цирконы из разрушенного неопротерозойско-кембрийского фундамента (Kuznetsov et al., 2007; Amato et al., 2009). Будущее изучение этих хорошо обнаженных в России пород поможет нам понять их связи с более сильно деформированными и метаморфизованными блоками периферии Северного Ледовитого океана.

После Тиманской орогении до раскрытия Северного Ледовитого океана произошло несколько геологических событий. Очевидно, что эти события могли привести к рифтингу и сдвиговым движениям неопротерозойского основания Арктиды и нужно установить время этих проявлений:

1. Ранний рифтинг непосредственно после Тиманской орогении в позднем кембрии—раннем ордовике сопровождался основным и кислым контрастным магматизмом, возраст которого определен U–Pb-методом по цирконам как 500–485 млн лет (Soboleva et al., 2010).

2. На Аляске и Чукотке, которые когда-то были присоединены к северной Евразии (Miller et al., 2010), рифтинг и формирование пассивной окраины произошли после внедрения девонских островодужных пород (Moore et al., 1994; Rubin et al., 1990),

это сопровождалось отложением каменноугольно-пермских шельфовых и переходных к склоновым осадков, имеющих такую же протяженность, как баренцевоморский шельф и шельф Евразийского континента (Miller et al., 2010). Поднятие и эрозия Балтийского щита, имевшие место в это время (Nikishin et al., 1996), и небольшое количество данных по дет-



Объект изучения — гранитные дайки в габбро

ритным цирконам из девонских песчаников свидетельствуют о том, что осадки поступали непосредственно из области Балтийского щита (Miller et al., 2011).

3. В Таймырском регионе Евразии рифтинг начался после формирования Урала в ранней перми (от пермо-триасового до среднетриасового времени), в это время произошло отделение части евразийского континентального шельфа и Уральского складчатого пояса (Miller et al., 2010).

В террейнах Ирека и Тринити в горах Кламат (Калифорния) континентальные фрагменты сейчас обрамлены разломами, в зоне которых присутствуют магматические породы неопротерозойского возраста. Эти плуто-



Современные тектонические процессы (оползень)



Горы Кламат, озеро Кенгуру, Северная Калифорния

нические образования, датируемые ~556—579 млн лет (Wallin, 1990; Wallin et al., 1988; 1991), слагают интрузивные тела в ультраосновных породах и встречаются в виде крупных тектонических блоков в ордовикских голубо-сланцевых сдвиговых зонах. Для детритных цирконов из осадков в сдвиговых зонах и из расположенных вблизи девонских отложений характерно распределение датировок, отвечающее Балтийскому щиту (Grove et al., 2008). Возраст и интерпретации этих пород обсуждаются в Linsley-Griffin et al. (2008) and in Grove et al. (2008). Именно эти объекты стали

предметом наших исследований во время экспедиционных работ. Результаты работ представляют собой прекрасную возможность протестировать гипотезы (например, Кузнецов и др., 2007) о существовании, природе и размерах неопротерозойско-кембрийского палеоконтинента Арктида и природе его фундамента.

И вот пройдены все препоны, границы пересечены, подготовка к выезду завершена, и машина мчит нас на север штата Калифорния. Погода позволяет работать круглогодично, если, конечно, не завалит снегом. Ко всем вершинам этой поднятой на 2000

м над уровнем моря горной страны проведены дороги, обустроены стоянки. Таким образом, доступность для геологического изучения прекрасная. Нет проливных и затяжных дождей, как у нас, туч мошки и комаров, зато стоит при ясной погоде и +30 °C великая сушь, и приходится всегда носить с собой воду, так как нет ручьев, из которых можно в любой момент напиться. В отлично оборудованном лагере бродят меж палаток косули и весело прыгают бурундуки, мы наблюдали, как заботливо привозят и выпускают в озеро форель (чтобы не переводилась). Здесь на завтрак клубника, а на обед дыни, а на ужин та же форель. Но есть все-таки и небольшие минусы — в округе бродят медведи и охотники за ними, так что в маршруте надо быть очень внимательными.

Обнаженность позволяет прослеживать и протягивать контакты, идти с космоснимком и рисовать. Практически с каждой точки можно отобрать любого размера геохронологическую пробу, что у нас не всегда можно себе позволить, и главное — ничего не надо таскать на себе, так как машина всегда рядом.

Но все маршруты, даже самые дальние, заморские, заканчиваются, и впереди ждет другая работа.

Исследованы и опробованы блоки неопротерозойских пород, а также палеозойские и мезозойские породы рамы, выходящие на поверхность в северной части гор Кламат. Составлена основа для геологической карты данного района, которая позволит увязать существующие разнородные схемы различных авторов. Отобраны штуфные образцы и образцы для изготовления шлифов, пробы для определения химического состава пород и крупнообъемные пробы для извлечения цирконов как из магматических, так и из обломочных терригенных пород. В лабораториях Стенфордского университета проведены работы по подготовке проб к минералогическим исследованиям (выделению цирконов для датирования): дробление, промывка, разделение на фракции.

Полевые работы проводились в период сентябрь–октябрь 2012 г. за счет средств принимающей стороны в рамках соглашения о научном сотрудничестве от 15.01.2012 г. с Отделением геологии и наук об окружающей среде Школы наук о земле Стенфордского университета (Калифорния, США).

О. Удоратина, А. Соболева



Датирование детритных цирконов методом LA ICP MS



СЫКТЫВКАРСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ РОССИЙСКОГО МИНЕРАЛОГИЧЕСКОГО ОБЩЕСТВА: МИНЕРАЛОГИЧЕСКИЙ СЕМИНАР–2012

Семинар Сыктывкарского отделения Российской минералогического общества проходит в стенах Института геологии на протяжении почти 40 лет. В его рамках традиционно рассматривается широкий спектр научных и колоннаучных проблем, принимают участие не только специалисты, имеющие большой опыт, но и молодые ученые и аспиранты.

В течение 2012 года состоялось 30 заседаний, на которых было заслушано 36 докладов, три из которых касались представления диссертаций на соискание степени кандидата (Б. А. Макеев, А. В. Вахрушев, О. В. Коротченкова) и один — доктора геолого-минералогических наук (А. Ф. Сметанников).

Заслуженные лавры в этом году получает Т. П. Майорова, которая с 5 докладами стала наиболее активным участником минералогического семинара. З доклада представила И. С. Астахова, целый ряд ученых выступили с двумя докладами (В. Д. Игнатьев, О. Б. Котова, В. И. Ракин, Т. Г. Шумилова, В. И. Силаев, С. К. Кузнецов), еще 15 человек сделали по одному докладу.

Среди множества выступлений интерес вызвали отчеты по участию в российских (6-я Международная конференция молодых ученых-геологов в Сибири, XV Чтения памяти А. Н. Заварицкого, Годичное собрание и Федоровская сессия, Российский съезд геологов, а также Школа-семинар ВМСО) и зарубежных (IV Международная конференция по полевым практикам в системе высшего образования, Международная конференция по моделям образования алмаза и его коренных источников, 34-й Международный геологический конгресс, 1-я Европейская минералогическая конференция) совещаниях.

Полный список сделанных докладов приводится ниже.

Астахова И. С. Результаты статистического и корреляционного анализа кадастра минералов Европейского Северо-Востока России.

Астахова И. С. Рудная минерализация в кварцевых жилах на Харбейском месторождении (Полярный Урал).

Астахова И. С., Иевлев А. А., Жданова Л. Р. Фондовая деятельность гео-

логического музея им. А. А. Чернова (Институт геологии Коми НЦ УрО РАН).

Безинова Л. В. Рассеянная сульфидная минерализация в породах бедамельской серии хребта Манитайырд.

Вахрушев А. В. Минералого-технологические особенности тонкодисперсной составляющей бокситов Среднего Тимана (представление диссертации на соискание ученой степени к. г.-м. н.).

Ветошкина О. С. Стабильные изотопы легких элементов в био-, геосистемах: поиски полезных закономерностей (по материалам Школы-семинара ВМСО, Москва, 2012 г.).

Глухов Ю. В., Макеев Б. А., Филиппов В. Н., Исаенко С. И., Варламов Д. А. Кобальт-никельсодержащие сульфиды в фосфорите юрских отложений Ибского проявления (Сысолольская впадина).

Игнатьев В. Д. Новые приближенные величины атомных и ионных радиусов

Игнатьев В. Д., Асхабов А. М. Годичное собрание РМО и Федоровская сессия—2012 (9–11 октября, г. Санкт-Петербург, Россия).

Коротченкова О. В. Ефимовское месторождение алмазов: геология, типоморфные минералы и локальный контроль алмазоносности (представление диссертации на соискание ученой степени к. г.-м. н.).

Котова О. Б. Отчет о деятельности Сыктывкарского отделения Российской минералогического общества за 2011 г.

Котова О. Б., Асхабов А. М., Козырева И. В. Международный геологический конгресс (34th International Geological Congress (IGC)): 5–10 августа, Брисбен, Австралия.

Кузнецов С. К., Бурцев И. Н. Российский съезд геологов (23–26 октября 2012 г., Москва).

Кузнецов С. К., Майорова Т. П., Устюгова К. С., Савельев В. П., Филиппов В. Н. Золотоносность Среднего Тимана.

Лютюев В. П., Бурцев И. Н. Применение ЭПР и ИКС для идентификации вещественного состава и форм локализации некоторых тяжелых металлов в горючих сланцах (на приме-

ре месторождений Удорского района РК).

Майорова Т. П. XV Чтения памяти А. Н. Заварицкого. Геодинамика, рудные месторождения и глубинное строение литосферы: Всероссийская конференция с международным участием (11–14 сентября, Институт геологии и геохимии УрО РАН, Екатеринбург).

Майорова Т. П. Полевые практики в системе высшего профессионального образования: IV Международная конференция (29 июля–6 августа 2012 года, Крым, с. Трудолюбовка, Украина).

Майорова Т. П. Рентгеновская томография — новые возможности для исследований в минералогии, палеонтологии, литологии.

Майорова Т. П., Забоева Е. И. Новые данные по сульфидной минерализации в черносланцевых толщах Тимана.

Майорова Т. П., Устюгова К. С., Филиппов В. Н. Полиметаллическая, редкоземельная и благороднометалльная микроминерализация в зонах пиритизации хребта Енганепэ.

Макеев Б. А. Геологическое строение и минеральный состав руд Пижемского титанового месторождения и полиминерального проявления Ичетью (представление диссертации на соискание ученой степени к. г.-м. н.).

Перовский И. А. Перспективы использования фторидных технологий для минерального сырья.

Пискунова Н. Н., Асхабов А. М., Юшкин Н. П., Голубев Е. А., Лысюк Г. Н., Лысюк А. Ю., Шумилова Т. Г., Шайбеков Р. И. 1st European Mineralogical Conference (EMC 2012).

Ракин В. И. Лонсдейлит — минерал или полисинтетический двойник кубического алмаза.

Ракин В. И., Пискунова Н. Н. Особенности морфологии искусственных алмазов.

Силаев В. И., Смолева И. В., Антошикина А. И., Петровский В. А., Сухарев А. Е. Опыт двухэлементной изотопной геохимии применительно к углеродистым веществам корового и мантийного происхождения.

Силаев В. И., Юшкин Н. П., Лютюев В. П., Филиппов В. Н., Симакова Ю. С., Жарков В. А. Мезокайнозойс-



кие копролиты: минералого-геохимические свойства и отношение к прогнозу фосфатоносности.

Сметанников А. Ф. Минералогия благородных металлов в солях Верхнекамского месторождения и технология их извлечения (представление диссертации на соискание ученой степени д. г.-м. н.).

Сокерина Н. В., Зыкин Н. Н., Шанина С. Н., Пискунова Н. Н., Исаенко С. И. Условия образования золоторудной минерализации рудопроявления Синильга, Приполярный Урал (по данным изучения флюидных включений).

Устюгова К. С. 6-я Международная конференция молодых ученых-геологов в Сибири (9–23 июня, г. Новосибирск, Россия).

Шумахер А. Е. Золотоносность Малдинской рудной зоны.

Шумилова Т. Г., Исаенко С. И., Эрнстсон К., Макеев Б. А. Углеродное вещество метеоритного поля Чиемгау (Германия).

Юхтанов П. П., Рябинкина Н. Н., Митюшева Т. П., Карманов В. Н. «Точильная гора» — объект природного геологического наследия (по материалам полевых работ 2011 г.).

Юшкин Н. П. Владимир Васильевич Хлыбов: человек, геолог, ученый (к 80-летию В. В. Хлыбова).

Мингалев А. Н. Стадии образования карбонатитов Косьюнского массива (Средний Тиман).

Шумилова Т. Г., Исаенко С. И. Модели образования алмаза и его коренных источников. Перспективы алмазоносности Украинского щита и сопредельных территорий: Международная научная конференция. Киев, Украина, 11–13 сентября 2012 г.

Следует отметить, что этот год оказался насыщенным по количеству докладов и участию ученых младше 35 лет (6 человек), что существенно больше, чем в предыдущие годы. Хочется верить, что в 2013 году сохранится тенденция к улучшению качества докладов, возрастет их количество и участие молодых ученых.

К сожалению, 2012 год был отмечен потерей главного инициатора и председателя минералогического семинара Сыктывкарского отделения Российского минералогического общества академика Н. П. Юшкина. Благодаря ему семинар стал проводиться регулярно, невзирая на те или иные события в стране, сложности в работе и т. д. И с уверенностью мож-

но сказать, что дело, начатое Н. П. Юшкиным, будет продолжено его учеником и нынешним председателем минсеминара, директором Института геологии Коми НЦ УрО РАН А. М. Асхабовым. В этом году состоится юбилейное 1200 заседание (семинар проводится безотрывно с 1973 года, уже ровно 40 лет).

От своего лица хочется поздравить всех участников минералогического семинара с наступившим 2013 годом и пожелать дальнейших успехов в работе, крепкого здоровья, счастья и хорошего настроения.

**Секретарь минсеминара
Сыктывкарского отделения РМО
к. г.-м. н. Р. Шайбеков**

ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЕ 24 ДЕКАБРЯ 2012 Г. НА ПОЛЯРНОМ УРАЛЕ

24 декабря 2012 г. в 06 часов 22 минуты (время по Гринвичу) в центральной части Полярного Урала произошло ощущимое землетрясение.

Землетрясение зарегистрировали сейсмические станции Сыктывкар — UGR83 Института геологии Коми НЦ УрО РАН (г. Сыктывкар), Романово-PR1, Добрянка-PR2 Горного института УрО РАН (г. Пермь), Пермогорье-PGR, Амдерма-AMD Института экологических проблем севера (г. Архангельск), Арти-ARU Института геофизики УрО РАН (г. Екатеринбург). В определении параметров очага землетрясения использовались данные пяти станций. Результаты обработки инструментальных данных следующие: $T_0 = 06^{\text{h}}22^{\text{m}}39^{\text{s}}$; координаты местоположения очага землетрясения $66^{\circ}31'12''\text{N}$, $63^{\circ}46'12''\text{E}$; $\text{mb} = 4.0$; $H = 20 \text{ km}$.

В. Удоратин, В. Арихина

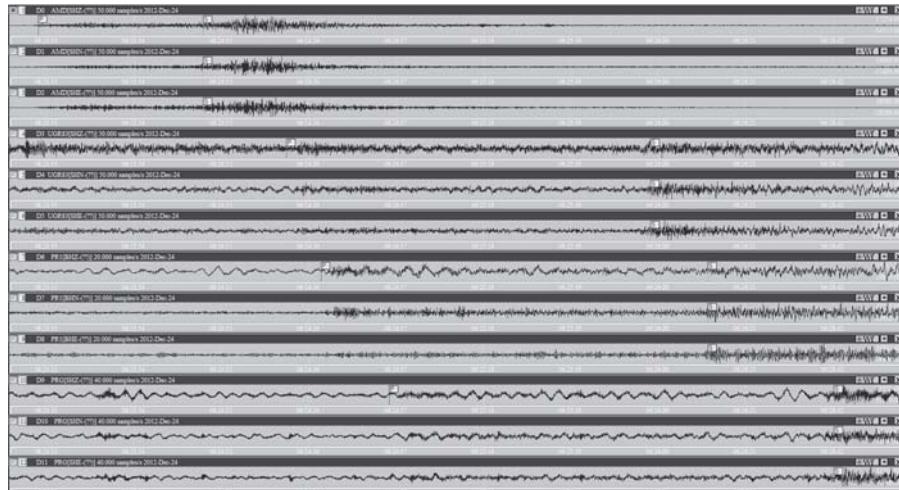


Рис. 1. Волновые формы землетрясения

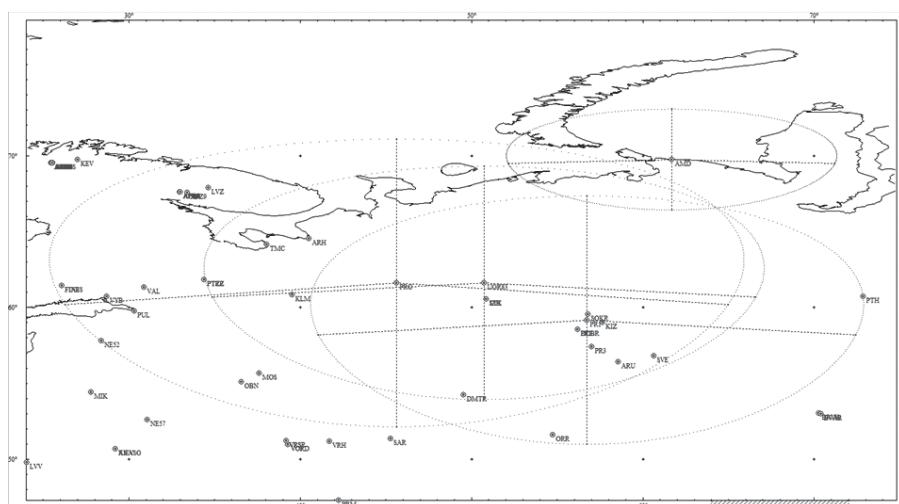
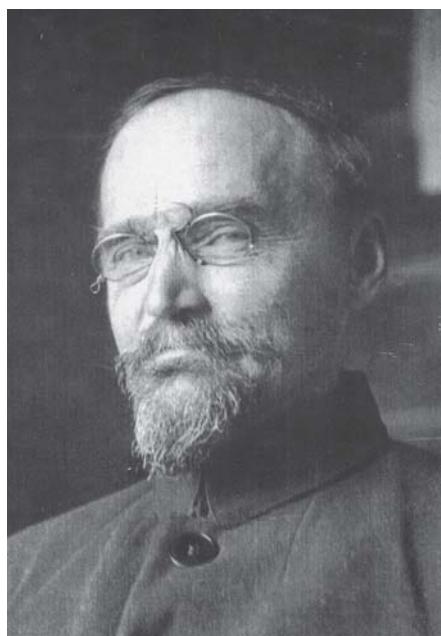


Рис. 2. Локация очага землетрясения



ДОКУМЕНТАЛЬНОЕ СВИДЕТЕЛЬСТВО ЭПОХИ

Полвека назад, 22 января 1963 г., ушел из жизни Александр Александрович Чернов. Однако интерес к его личности с годами не ослабевает. Ученными Института геологии Коми НЦ УрО РАН сделано много для увековечения памяти выдающегося исследователя недр Печорского края. Однако у нас есть возможность предоставить слово самому А. А. Чернову, чтобы он лично мог поведать о своей жизни и деятельности.



В этой связи очень интересны документы, имеющиеся в архиве Коми научного центра УрО РАН и фондах Геологического музея им. А. А. Чернова. Среди них есть автобиография ученого, собственноручно написанная им на четырех листах бумаги в октябре 1937 г. В это время он работал заведующим геологическим сектором Северной базы АН СССР. Ему 60 лет, прошло 13 лет с тех пор, как А. А. Черновым была высказана идея о существовании огромного Печорского угольного бассейна. Она блестяще подтвердилась на практике: уже пять лет дает уголь рудник Еджыд-Кырта на Печоре и три года вывозится каменное топливо с полярной шахты Воркуты. Но государственных наград СССР ученого еще нет — первый орден Трудового Красного Знамени ему вручат в военный 1943-й, когда огромное значение печорских углей для нашей страны станет очевидным. Однако Коми Автономная Область уже ценит А. А. Чернова и отметила его своими наградами.

Непростое время (а на дворе печально знаменитый 1937-й) одинако-

во требовательно и подозрительно ко всем. Поэтому так тщательно описывает А. А. Чернов в автобиографии свои родственные связи, указывает на участие в студенческой дореволюционной демонстрации, обыск, арест и пребывание в Бутырской тюрьме, а также последствия этих событий для его дальнейшей карьеры. Видимо, это участие в антиправительственных действиях должно было перевесить другую чашу весов с совсем нежелательными для того времени «гилями» родства с эмигрантами, священниками, жандармами и домовладельцами.

Бросается в глаза, что в этой автобиографии А. А. Чернов ничего не говорит о своих дореволюционных работах по изучению фосфоритов Вятской губернии (1912 г.), исследованию провалов вдоль проектируемой железнодорожной линии Казань—Екатеринбург (1912—1913 гг.), поиску радия в Фергане (1914 г.), выяснению устойчивости пород в районе туннеля на железной дороге Нижний Новгород — Котельники (1915 г.), изучению геологического строения и полезных ископаемых Тимана (1917—1918 гг.). Можно только предполагать, что эти успехи «на благо царизма и эксплуататоров» могли бросить тень на авторитет ученого.

Наверно, эти же соображения были причиной того, что своего отца, А. Н. Чернова, ученый представляет как служащего Соликамского солеваренного завода, а не его управляющего¹. Есть документы, свидетельствующие о том, что А. Н. Чернов состоял в купеческом сословии с 1858 г., был купцом 2-й гильдии, имел в г. Соликамске дом и получал жалование 900 руб. в год как управляющий солеваренными заводами господ Дубровиных². Мать А. А. Чернова, Мария Александровна, урожденная Быдарина, была дочерью управляющего Полазинским заводом³. Все эти данные, будь они указаны А. А. Черновым в автобиографии, свидетельствовали бы

о «плохом» классовом происхождении советского ученого.

Несомненно, знакомство с автобиографией А. А. Чернова будет интересно многим, даже тем, кому судьба ученого достаточно хорошо известна. Но помимо того, что этот документ вносит много любопытных деталей в историографию нашего великого предшественника, он сам по себе является ярким свидетельством эпохи, в которой довелось жить и работать А. А. Чернову.

А. Асхабов, А. Иевлев

АВТОБИОГРАФИЯ АЛЕКСАНДРА АЛЕКСАНДРОВИЧА ЧЕРНОВА

Из архива выдающегося ученого

Родился 11 июля 1877 г. в г. Соликамске Пермской губернии⁴. Отец был служащим на соляном заводе. Мать умерла, когда мне было 2 года, отец умер в 1897 г., оставаясь служащим того же завода. Недвижимой собственности не имел. Братьев у меня не было⁵, было три старших сестры, из которых две умерли до революции⁶. Одна сестра жива до сих пор. Она была замужем за учителем, который позже был священником и умер еще до революции. Как попадья, сестра, вероятно, была лишена избирательных прав, но хорошо этого не знаю, так как она жила все время на Урале у своей дочери-учительницы. Старший сын ее служил в Красной Армии и пропал без вести, предполагаем, что был убит под Перекопом. Второй сын служит и сейчас в Ленинграде, связи с ним не имею. Младший сын еще до революции уехал в Прагу учиться музыке и сейчас, по письму сестры, будто бы известный музыкант. Я его не видел и связи с ним не имел. У отца было 6 братьев и 4 сестры, у которых в свою очередь были большие семьи. Связей с ними я не имею, за исключением

¹ Александр Александрович Чернов / Ред.-составитель А. И. Елисеев. СПб.: Наука. С. 8.

² Чернова М. Г. Неизвестный первооткрыватель минерально-сырьевых ресурсов Печорского края Г. А. Чернов. М.: Научный мир, 2001. С. 20.

³ Там же. С. 18.

⁴ Дата указана А. А. Черновым по старому стилю.

⁵ Мать А. А. Чернова умерла в 1879 г. при родах пятого ребенка, Николая, который прожил менее года (Чернова М. Г. Указ. соч. С. 19).

⁶ Кроме того, у А. Н. Чернова было 4 детей от второго брака с Е. Ушаковой, т.е. сводных братьев и сестер А. А. Чернова (Чернова М. Г. Указ. соч. С. 19).



семьи Ивана Николаевича Чернова, недавно умершего в Новороссийске уже в преклонных годах. После его смерти остались жена и три дочери. Он был служащим нефтяной фирмы и одно время, как домовладелец, был лишен избирательных прав, но незадолго до смерти был в них восстановлен.

Кончил классическую гимназию в г. Перми в 1896 г. с серебряной медалью. Учился на стипендию заводо-владельца, у которого служил отец⁷. В том же году поступил на естественное отделение Московского университета. Сдал государственный экзамен в 1903 г. с дипломом 1-й степени. Учился на личные средства, добываемые частными уроками, которые давал непрерывно начиная с V класса гимназии. Кончил университет со специальностью геологии и палеонтологии.

Во время студенчества принимал участие в земляческих организациях, которые в то время преследовались. Подвергался один раз обыску. За участие в студенческих демонстрациях осенью 1896 г. по поводу Ходынки был арестован на демонстрации и неделю просидел в Бутырской тюрьме. Ни в какой партии не состоял. От воинской повинности в свое время был освобожден по слабости здоровья (слабые легкие).

В 1904 г. был оставлен при Московском университете для приготовления к профессорскому званию по кафедре геологии, но за участие в студенческих демонстрациях министр народного просвещения отказал мне в стипендии, на которую я был представлен. Долгое время по окончании университета еще давал частные уроки и уроки в гимназиях, так как кроме себя содержал жену и дочь.

В 1907 г. был назначен сверхштатным ассистентом и откомандирован в Монголо-Сычуаньскую экспедицию Географического общества, возглавляемую П. К. Козловым, в которой пробыл по январь 1909 г. В 1910 г. начал преподавание на Московских высших женских курсах, сначала в качестве преподавателя (ассистента), с 1917 г. в качестве профессора. В этом году женские курсы были преобразованы во 2-й Московский гос. университет (2 МГУ). Из 1-го университета вышел в 1911 г. по собственному заявлению вместе с другими преподавателями и профессорами во время известной репрессии Кассо⁸.

В 1919 г. физико-математический факультет 2 МГУ был слит с таким же факультетом 1 МГУ, причем в составе 2 МГУ остался химико-фармацевтический факультет, на котором я и продолжил преподавание. Вместе с тем автоматически вошел в состав профессоров и 1 МГУ, в котором преподавал различные курсы вплоть до 1930 г., когда геологическое отделение было закрыто вследствие слияния его с Геолого-разведочным институтом. За это время химико-фармацевтический факультет 2 МГУ был преобразован в Институт тонкой химической технологии, в котором я продолжал преподавание до 1 июля 1934 г. В этом году совсем оставил преподавание и перешел исключительно на научно-исследовательскую работу.

Последняя была начата мною еще в последние годы студенчества и велась непрерывно до настоящего времени. Каждое лето проходило в длительных командировках и экспедициях, перечисленных в предыдущей автобиографии, представленной

в базу в 1936 г. вместе со списком научных работ. Полевые работы производились главным образом на Урале, на его западном склоне. С 1921 г. вел почти непрерывные исследования на Северном (Полярном) Урале, в 1933 г. на Пай-Хое, в этом же году на Северном Тимане. С 1921 г. по 1925 г. научно-исследовательские работы субсидировались Северной научно-промышленной экспедицией (преобразованной позже в Арктический институт), с 1925 г. по 1933 г. Геологическим комитетом — Главным Геолого-разведочным управлением — Союзгеолразведкой, в 1933 г. Главным управлением лагерей, в 1935 г. СОПС АН. В 1935 г. вступил в качестве старшего специалиста в Бюро по изучению Севера, преобразованного в Северную базу АН, где в настоящее время заведую геологическим сектором.

До революции был награжден Географическим обществом премией имени Пржевальского и Московским обществом любителей естествознания, антропологии и этнографии — большой серебряной медалью. После революции был награжден: 1) почетной грамотой от Автономной Области Коми от 22 августа 1931 г. за 10-летние исследования области и открытие Печорского угольного бассейна, 2) грамотой ударника 3 года 2-й пятилетки от СОПС АН, 3) почетным знаком⁹ и грамотой от Автономной Области Коми в 1936 г. в день 15-летнего юбилея ее автономии.

Взысканиям не подвергался, под судом и следствием не был.

Общественная работа состояла в чтении научно-популярных лекций, в участии в различных научных обществах (в настоящее время состою членом совета Московского общества испытателей природы и Палеонтологического общества), долгое время был председателем геолого-криSTALLографо-минералогической предметной комиссии 2 МГУ, был секретарем физико-математического факультета 2 МГУ, принимал участие в различных конференциях и заседаниях.

Из лиц, знающих мою научную, педагогическую и общественную деятельность, могу указать проф. В. А. Варсанофьеву (геолог), проф. М. И. Прозина (химик), акад. В. А. Обручева.

Был женат на Е. П. Магнушевской, дочери жандармского подполковника (жившей отдельно от семьи), умершей в 1932 г. Имею сына и дочь, оба окончили университет. Сын гео-

⁷ Существует документ, выданный Соликамской городской управой А. Н. Чернову 5 июля 1888 г. в том, что он в состоянии самостоятельно вносить плату за обучение сына в гимназии, снабжать его учебными пособиями и принадлежностями, фирменным платьем (Чернова М. Г. Указ. соч. С. 20).

⁸ Министр просвещения Л. А. Кассо грубо нарушил автономию университета. Университеты воспринимались в то время государственной властью как рассадники неблагонадежности, что приводило к постоянным ограничениям в их деятельности. Наибольшую известность получил скандал («дело Кассо») в Московском университете. В начале 1911 г. в знак протеста против действий полиции при подавлении студенческих волнений в отставку подало руководство университета — ректор А. А. Мануйлов, помощник ректора М. А. Мензбир, проректор М. А. Минаков. Министр Л. А. Кассо принял отставки, фактически солидаризировавшись с полицией. Тогда университет демонстративно покинули около 130 преподавателей и сотрудников университета (в том числе 21 профессор), что нанесло значительный ущерб качеству учебного процесса. (Примеч. авт.)

⁹ Юбилейный значок «XV-летие Автономной Области Коми» был выпущен согласно постановлению комиссии Президиума ЦИК СССР от 17.07.1936 г. для награждения передовиков социалистического строительства Области за стахановскую отличную работу в области производства, культурной и научной, государственной и общественной деятельности (ГУРК НАРК, Р-870, оп. 1, д. 143, л. 63).



лог и много лет работал со мной в геологических исследованиях Печоры, ездил и в текущем году на Тиман. Дочь энтомолог, работает в ЗИН АН.

Состояние здоровья хорошее, несмотря на то, что почти не пользовался отпусками и еще ни разу не был ни в санатории, ни в доме отдыха. Научно-исследовательскую работу еще могу вести и считаю использование своих сил на этой работе наиболее целесообразным.

17/X 37 г.

Доктор геологических наук
А. Чернов.



**Поздравляем
Юлию и Евгения
Голубевых
с рождением сыновей
Егора и Алексея!
Желаем родителям
и малышам здоровья
и счастья.**

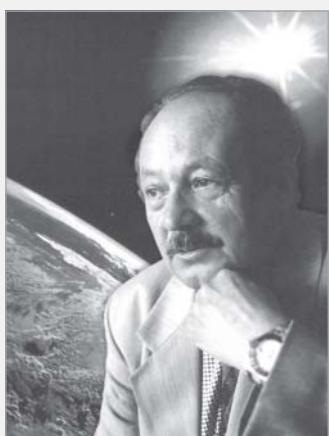
Российская академия наук

Институт геологии
Коми научного центра УрО РАН

Российское минералогическое
общество

Минералогический семинар
с международным участием

Современные проблемы теоретической, экспериментальной и прикладной минералогии (Юшклинские чтения—2013)



Сыктывкар,
Республика Коми, Россия
19—22 мая 2013 г.

Уважаемые коллеги!
Институт геологии Коми НЦ УрО РАН, Российское минералогическое общество проводят 19–22 мая 2013 г. в г. Сыктывкаре Минералогический семинар с международным участием «Современные проблемы теоретической, экспериментальной и прикладной минералогии (Юшклинские чтения—2013)», посвященный памяти академика Н. П. Юшкина, и приглашают принять участие в его работе. Информация о конференции размещена на сайте ИГ Коми НЦ УрО РАН в разделе «Новости».

Адрес:

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

Телефоны ИГ Коми

НЦ УрО РАН:

(8212) 24-53-53 — приемная директора
(8212) 24-56-98 — Котова Ольга Борисовна (ученый секретарь Института геологии)

(8212) 20-39-54 — Шумилова Татьяна Григорьевна (оргкомитет семинара)

Факс: (8212) 24-09-70; 24-53-46

Эл почта: min2013@geo.komisc.ru

*Оргкомитет с благодарностью
примет предложения финансовой и
организационной поддержки семинара.*

Возможно размещение рекламы в материалах семинара. Банковские реквизиты будут высланы по запросу.

Научная программа

1. История и философия минералогии. Современные проблемы минералогии.

2. Минералогия месторождений полезных ископаемых. Топоминералогия.

3. Генетическая минералогия. Типоморфизм минералов и минеральных ассоциаций.

4. Минералогическая кристаллография. Морфология и анатомия кристаллов.

5. Кристаллическое и некристаллическое состояние минерального вещества. Минералы и минералоиды.

6. Экспериментальное моделирование процессов минералообразования.

7. Биоминералогия. Органические минералы и биоминеральные взаимодействия.

8. Геоматериаловедение. Рациональное использование минерально-го сырья.

Контрольные сроки

Представление заявок и текстов докладов — **до 25 марта**. Рассылка программы до — **25 апреля**. Заезд и регистрация участников — **19 мая**. Открытие семинара — **20 мая**.

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
О. В. Удоратина, А. А. Соболева*

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

*Компьютерная верстка
Р. А. Шуктомуров,
Г. Н. Каблис*

Подписано в печать 25.03.2013

Тираж 250
Заказ 899
Редакция:
167982, Сыктывкар, Первомайская, 54

Тел.: (8212) 24-56-98
Факс: (8212) 24-53-46
Эл. почта: vestnik@geo.komisc.ru