

Наименование института: **Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Геологический институт Кольского научного центра Российской академии наук (ГИ КНЦ РАН)**

Отчет по основной референтной группе 12 Геология, геохимия, минералогия

Дата формирования отчета: **21.05.2017**

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА НАУЧНОЙ ОРГАНИЗАЦИИ

Инфраструктура научной организации

1. Профиль деятельности согласно перечню, утвержденному протоколом заседания Межведомственной комиссии по оценке результативности деятельности научных организаций, выполняющих научно-исследовательские, опытно-конструкторские и технологические работы гражданского назначения от 19 января 2016 г. № ДЛ-2/14пр

«Генерация знаний». Организация преимущественно ориентирована на получение новых знаний. Характеризуется высоким уровнем публикационной активности, в т.ч. в ведущих мировых журналах. Исследования и разработки, связанные с получением прикладных результатов и их практическим применением, занимают незначительную часть, что отражается в относительно невысоких показателях по созданию РИД и небольших объемах доходов от оказания научно-технических услуг. (1)

2. Информация о структурных подразделениях научной организации

Лаборатория региональной геологии и геофизики.

Основными научными направлениями группы геологии являются следующие: 1) изучение геологии и тектоники докембрийских комплексов и реконструкция пространственно-временных изменений тектонических и металлогенических обстановок; 2) исследование проблем формирования раннедокембрийской коры и механизмов проявления корообразующих и коропреобразующих процессов в раннем докембрии; 3) расшифровка эволюции раннедокембрийских мантийных и коровых процессов на основе геохимических данных по отдельным видам полезных ископаемых. Для группы геофизики главнейшие направления таковы: 1) исследование природы глубинных границ континентальной литосферы путем проведения электромагнитных зондирований в Кольском регионе и Карелии с мощными контролируемыми источниками и в естественных полях; 2) установление морфологии геофизических границ на примерах реперных геологических объектов, выходящих на дневную поверхность; 3) определение параметров физической расслоенности земной коры; 4) разработка методики измерений, теории обработки и интерпретации результатов глубинных геофизических исследований в условиях раннедокембрийских кристаллических щитов; 5) решение прямых и обратных задач геофизики для проверки



геологических моделей строения литосферы. Главными задачами лаборатории являются: 1) получение адекватных данных о геологическом строении и физических свойствах литосферы Кольского региона Балтийского (Фенноскандинавского) щита; 2) интерпретация этих данных на основе современных представлений о тектонике и геодинамике раннего докембрия (с привлечением данных по другим древнейшим щитам) с целью эффективного прогнозирования полезных ископаемых региона, а также Российской Арктики.

Лаборатория геохронологии и изотопной геохимии.

Основные научные направления: 1) геология, геохронология и глубинное строение докембрийских структур континентальной литосферы Арктического региона; 2) прогнозная минерагения уникальных и стратегических месторождений полезных ископаемых древних щитов и шельфа северных морей; 3) комплексное исследование восточной части Балтийского щита с целью реконструкции истории формирования докембрийской коры и взаимодействия кора-мантия на различных этапах становления Земли; 4) геохронологическое датирование реперных геологических объектов с целью установления последовательности и длительности формирования магматических и метаморфических комплексов пород, выделение и обоснование основных рубежей рудообразования.

Основные задачи лаборатории: 1) создание шкалы геологических событий с архея по палеозой на основе комплексного датирования реперных геологических объектов с использованием U-Pb (по циркону, бадделеиту, монациту, сфену, рутилу, апатиту и др.), Sm-Nd и Rb-Sr (по первичным и вторичным породообразующим минералам - оливину, клино- и ортопироксену, плагиоклазу, сфену, апатиту, биотиту, мусковиту), а также рудным минералам; 2) создание моделей корово-мантийных взаимоотношений при формировании рудно-магматических систем на основе изотопно-геохимических данных (изотопные составы Nd и Sr, модельные Sm-Nd и Rb-Sr возрасты).

Лаборатория комплексного анализа уникальных рудоносных систем.

Основные научные направления: 1) региональный прогноз геологических СОК-систем, включая их рудоносность, минеральное разнообразие и перспективы обнаружения новых минералов с функциональными свойствами; 2) комплексное изучение геологии, петрографии, геохимии и минералогии крупнейших рудоносных комплексов Балтийского щита; 3) комплексное изучение уникальных месторождений железа, фосфора, циркония, титана, ниобия, тантала и редкоземельных металлов с использованием методов трёхмерного минералогического картирования, геостатистики и геометаллургии; 4) направленный поиск новых минеральных видов, открытие и исследование минералов с уникальными физическими свойствами, позволяющими использовать их в качестве молекулярных сит, ионообменников, катализаторов, нелинейно-оптических материалов и других целей. Определение условий их образования в природе и разработка рекомендаций по их синтезу; 5) синтез новых материалов – аналогов открытых минералов с функциональными свойствами, изучение их структуры и свойств, разработка методов модифицирования и определение перспективных направлений использования.



Лаборатория золота и других высоколиквидных полезных ископаемых.

Основные научные направления: 1) разработка методологии прогноза и поисков месторождений благородных металлов в метаморфических и магматических комплексах в северо-восточной части Фенноскандинавского щита; 2) изучение геологического строения, геохимических характеристик и минерального состава золоторудных месторождений, исследование морфологии, химизма и генетических особенностей минералов благородных металлов и сопутствующих элементов; 3) исследование генетических связей минерализации золота, серебра и металлов платиновой группы с комплексными типами медно-никелевого, железо-титан-ванадиевого и хромитового оруденения в магматических породах с целью прогноза новых типов руд; 4) исследование продуктов технологической переработки для совершенствования методов извлечения Au, Ag и ЭПГ из различных типов руд и отходов; 5) исследования хром-титан-ванадиевой и скандиевой минерализации в метаморфических комплексах докембрия региона; 6) изучение минералообразующих систем, связанных с развитием пегматитов и гидротермально-метасоматических пород в метаморфических комплексах Кольского региона; 7) создание и ведение банка данных по минералам Кольской минерагенической провинции, изучение эволюционных рядов минерализации в эндогенных и экзогенных процессах, выявление новых минеральных фаз в разных минеральных ассоциациях.

Музей геологии и минералогии им. И.В. Белькова входит в структуру лаборатории золота и других высоколиквидных полезных ископаемых. Научные задачи: 1) ревизионные работы и паспортизация музейной коллекции образцов; уточнение статуса минералов и их диагностика на основе оптических исследований с фотодокументацией, рентгено-фазового анализа и изучения химического состава; 2) оставление Перечней и Кадастров минералов – обобщающих сводок по минералам Кольского региона и по музейным коллекциям.

Лаборатория геологии и геодинамики Арктики.

Основные научные направления: 1) изучение геологии и геодинамики докембрийских комплексов, выявление этапов необратимой эволюции экзогенного и эндогенного пороодообразования, петрогеохимическое моделирование условий формирования и эволюции протолитов супракрустальных комплексов с применением оригинальных методик, определение термодинамических условий и этапности процессов метаморфизма с выявлением особенностей проявления прогрессивных и регрессивных стадий на основе зональности минералов; 2) минералогическое, геохимическое и изотопное изучение щелочных и щелочно-ультраосновных карбонатитовых комплексов Фенноскандии, минералого-геохимическое изучение редкометальной минерализации, связанной с различными генетическими проявлениями щелочных пород и карбонатитов, а также процессов образования и низкотемпературного изменения редкометальных минералов, создание петрологических моделей развития рудно-магматической системы щелочных пород и карбонатитов, в том числе с привлечением аппарата численного моделирования; 3) создание геодинамической модели



эволюции западной части Арктического шельфа России, разработка прогнозных критериев поиска углеводородов в прибрежной зоне Кольского полуострова и выявление признаков влияния эндогенных факторов (разломная тектоника, глубинные процессы) на формирование их промышленно значимых скоплений; 4) исследование геохимии газов в кристаллических породах и эндогенных процессах (происхождения углеводородов в агпаитовых комплексах, роли газовой фазы в процессах пороодо-и рудообразования, изотопной геохимии благородных газов), а также оценка возможностей использования газогеохимической информации для решения фундаментальных проблем в науках о Земле и практических горно-геологических задач.

Лаборатория геологии и минерагении новейших отложений.

Основные научные направления: 1) разработка палеогеографических и тектонических моделей кайнозоя; 2) создание научно-методической основы прогнозирования и поисков месторождений полезных ископаемых и палеосейсмостектонической основы для рационального размещения особо важных народно-хозяйственных сооружений.

Лаборатория платинометалльного рудогенеза.

Основные научные направления: 1) оценка металлогенической специализации интрузивов на ранней стадии поисковых работ по изотопным, возрастным и петрологическим исследованиям; 2) изучение расслоенных серий пород и критических горизонтов в расслоенных массивах позволяет выделить перспективные зоны для обнаружения малосульфидного платинометалльного оруденения; 3) изучение геологического строения, вещественного состава руд, процессов накопления платиновых металлов в ходе кристаллизации интрузивного магматического тела позволяет судить о генезисе оруденения; 4) исследование морфологии, размерности, химического состава минеральных фаз металлов группы платины способствует совершенствованию процессов технологической переработки платинометалльных руд на стадиях лабораторных и полупромышленных испытаний, проводимых в подразделениях КНЦ РАН; 5) внедрение прогнозных рекомендаций по выявлению платинометалльных месторождений в практику работы геологоразведочных организаций и непосредственное участие в анализе результатов и выработке стратегии разведочных работ позволяют наращивать сырьевую базу малосульфидных платинопалладиевых руд Кольского региона.

Лаборатория поисковых исследований.

Основные научные направления группы изотопии благородных газов: 1) исследование мест нахождения и подвижности благородных газов в минералах и миграция газов в системе вода-порода; 2) определение возраста молодых подземных вод $^3\text{H} - ^3\text{He}(^3\text{H})$ методом; 3) моделирование происхождения и дегазации главных резервуаров Земли. Основной задачей группа петрофизических исследований и тектонофизического моделирования является исследование структуры, свойств, состояния пород и геодинамики северо-восточной части Балтийского щита с использованием метода тектонофизического моделирования.



Лаборатория физических методов исследований пород, руд и минералов.

Основным научным направлением лаборатории является исследование природного вещества с использованием следующих аналитических методов: 1) Локальный рентгено-спектральный электронно-зондовый анализ на базе микроанализатора MS-46 "CAMECA". Проводятся исследования: химического состава минералов, сплавов, шлаков, синтетических продуктов и экологических объектов; фазовой и внутрифазовой неоднородности вещества с иллюстрацией таковой на фото и концентрационных профилях по выбранному сечению. 2) Изучение морфологии, деталей поверхности и качественная характеристика минералов, в том числе мельчайших фаз, на базе сканирующего электронного микроскопа LEO-1450 с приставкой для рентгеноспектрального анализа QUANTAX фирмы BRUKER. 3) Рентгеноструктурные исследования, включая фазовый анализ минералов, на базе установок типа УРС с камерами РКД-53.7, РКУ-114 и рентгеновского дифрактометра ДРОН-2. 4) Эмиссионный спектральный анализ с использованием методики количественного определения Ti, V, Cr, Mn, Co, Ni, W, Nb, Ta, Zr, B, Be, Sc, Ti, Pb, Bi, Sn, Mo, Ga, Ge, Zn, Cd, Ag, а также Pd.

Лаборатория химико-аналитическая.

Задачи лаборатории: 1) обеспечение научных исследований химическими анализами состава пород, руд, минералов различных месторождений Кольского п-ова в условиях широкого разнообразия объектов: силикаты, фосфаты, окислы, хромиты, сульфиды, карбонаты, фториды, сложные минералы, почвы, золы растений, продукты металлургических производств и др.; 2) методические исследования современных аналитических методов, с использованием последних достижений химии и современных технических средств измерения; 3) разработка и внедрение в практику принципиально новых методик количественного химического анализа, направленных на повышение экспрессности, селективности, чувствительности и точности определения элементов; 4) приведение методик в соответствие с материалами, рекомендованными Научным Советом по аналитическим методам Всесоюзного института минерального сырья, и государственными стандартами на методы измерения; 5) контроль отечественных и зарубежных стандартных образцов. Аналитические методы: атомно-абсорбционный пламенный (для определения Si, Al, Fe, Mg, Ca, Mn, Zn, Cu, Ni, Co, Cr, V, Ba); эмиссионный пламенный (K, Na, Li, Rb, Cs, Sr); колориметрический (Ti, P, Si, REE); полярографический (S, Se, Te, Sb, As); ионометрический (F, Cl, S); весовой (H₂O⁺, H₂O⁻, S); объемный (CO₂, FeO). В Лаборатории применяется методика определения Au, Pt, Pd, Rh, Ru, Ir и Ag атомно-абсорбционным методом с предварительным концентрированием алкиланилином и сульфидами нефти. Лаборатория оснащена атомно-абсорбционными приборами фирмы Perkin-Elmer. Контроль качества анализов постоянно проводится с применением международных и отечественных стандартов.

Лаборатория сепарации вещества и первичной обработки проб.

Главным направлением работы лаборатории является высококачественная пробоподготовка для изотопно-геохронологических исследований, геохимических исследований



на металлы платиновой группы, полного химического анализа и частных определений отдельных групп элементов. В лаборатории в совершенстве отработаны методы дробления, измельчения, истирания и ситования проб, исключаящие техногенное загрязнение; методы извлечения и обогащения минералов отмучиванием, электромагнитной сепарацией, делением в тяжелых жидкостях. Разработана оригинальная методика обработки проб для геохронологических исследований, позволяющая извлекать мономинеральные фракции акцессорных минералов (циркон, бадделеит, апатит, сфен, монацит) и породобразующих минералов из разных магматических и метаморфических пород.

Отдел инноваций.

Преимущественно научно-техническая специализация. Основные задачи и направления деятельности:

1) разработка и внедрение новых технологий и решений в сфере геологического изучения недр и горного дела; 2) 3D и 4D геолого-структурное моделирование; 3) исследования геодинамической безопасности в ходе ведения горных работ, поддержка управленческих решений в области безопасности горных работ. Общие функциональные задачи отдела: 1) обеспечение научной организации, планирования и реализации инновационной деятельности ГИ КНЦ РАН; 2) планирование и реализация инновационных проектов по профилю отдела инноваций и специализации его сотрудников; 3) ведение мониторинга, координации, контроля и учета инновационной деятельности и проектов ГИ КНЦ РАН; 4) сбор, обобщение и своевременное доведение до администрации и сотрудников института сведений о конкурсах, грантах и других инновационных мероприятиях по профилю института; 5) планирование и администрирование выставочной деятельности ГИ КНЦ РАН, а также его участие в инновационных конкурсах; 6) администрирование, ведение делопроизводства, координации GR и отчетности по инновационным проектам, непосредственно находящихся в ведении (под руководством) отдела инноваций.

Общий отдел

Обеспечение организации работы с документами. Координация работы института по международным связям, установление и развитие эффективных взаимовыгодных партнерских связей с ведущими учебными и научными заведениями мира, подготовка двусторонних и многосторонних программ сотрудничества в области науки, в том числе: 1) участие в разработке соглашений, рабочих программ, проектов с зарубежными партнерами, контроль над их выполнением; 2) проведение на базе института международных научно-практических конференций, симпозиумов, семинаров, выставок; 3) направление за рубеж для обмена опытом и участия в международных конференциях, совещаниях, семинарах сотрудников института; 4) приглашение в институт высококвалифицированных зарубежных специалистов для чтения лекций, проведения консультаций, совместных научных исследований, полевых экскурсий; 5) оформление и учет приглашений зарубежным специалистам, организация приемов иностранных делегаций, прибывающих в институт; 6) подготовка необходимой отчетности по международной деятельности.



Отдел научно-технической информации.

Основные задачи отдела: обеспечение работы локальной компьютерной сети, электронной почты и интернета; защита информации; установка программных средств; технические сопровождение всероссийских и международных конференций, симпозиумов, семинаров, выставок.

Отдел оформления НИР.

Основные задачи отдела: 1) регистрация научно-исследовательских проектов в Единой государственной информационной системе учета научно-исследовательских, опытно-конструкторских и технологических работ гражданского назначения; 2) информационно-техническое сопровождение всероссийских и международных конференций, симпозиумов, семинаров, выставок; 3) редакционно-издательская деятельность и размещение опубликованных работ в Научной электронной библиотеке; 4) популяризация геологических знаний посредством публикаций в СМИ и в заказных научно-популярных изданиях.

3. Научно-исследовательская инфраструктура

Кольский центр геохронологических и изотопно-геохимических исследований (далее - Кольский ЦКП) был создан в 2001 г. на базе лаборатории геохронологии и изотопной геохимии. Основная деятельность Кольского ЦКП связана с решением фундаментальных проблем геологии и металлогении докембрия – древнейшего и одного из важнейших этапов развития Земли. Докембрийские структуры являются основным резервуаром для формирования стратегических полезных ископаемых Арктики: медно-никелевых и платино-палладиевых оруденений, связанных с расслоенными интрузиями; золоторудной минерализации, формирующейся в докембрийских зонах сдвиговых деформаций; редкометалльной минерализации (литий, тантал, бериллий), приуроченной к развитию гранитных пегматитов. Особенностью изотопных исследований является то, что они могут дать ответ на следующие важнейшие вопросы: источник вещества, скорость протекания процесса, возраст образования пород и минералов. Эти особенности изотопной информации определяют широкие перспективы ее использования для изучения природных и техногенных процессов. Изотопные методы могут применяться в целом ряде областей: в геологии для изучения условий формирования месторождений полезных ископаемых (региональные поисково-оценочные работы); в водном хозяйстве для контроля качества природных вод и создания реестра водных ресурсов; в экологии для выявления источников загрязнения, определения темпа накопления техногенных компонентов и для решения проблемы безопасного захоронения радиоактивных и высокотоксичных отходов.

Многолетние мультидисциплинарные исследования Cr-Cu-Ni и Pt-Pd месторождений (г. Генеральская, Федорово-Панский массив, Имандровский лополит и интрузии Мончегорского рудного района – Мончеплутон, Мончетундра, Волчье и Чуна тундра) Фенноскандинавского щита позволили создать новую парадигму длительного (от 2.53 до 2.40 млрд. лет) и многофазного (2.53, 2.50, 2.45, 2.40 млрд. лет) формирования Кольской платиноме-



тальной провинции – второй по значимости после Норильской в России. На основании комплексных (геологических, минералогических, изотопных и др.) исследований, проводимых в Кольском ЦКП, удалось выявить геолого-петрологические и изотопные поисковые индикаторы, позволяющие надёжно определять металлогеническую характеристику — а следовательно, и перспективность — рудного массива, не проводя на ранних стадиях массовых дорогостоящих буровых работ и объёмного геохимического опробования. Получен патент на изобретение № 2506613 «Способ определения платино-палладиевой и медно-никелевой металлогенической специализации базит-гипербазитового расслоенного массива архейского кристаллического щита» (авторы: Митрофанов Ф.П., Корчагин А.У., Баянова Т.Б., Жиров Д.В.). Академику Ф.П. Митрофанову в 2012 г. была присуждена Государственная премия. На государственный баланс поставлено более 400 тонн Pt-Pd малосульфидных руд Восточно-Скандинавской обширной (LIP) изверженной провинции.

Кольский ЦКП проводит полный цикл работ от высококачественной сепарации геологического материала до прецизионных масс-спектрометрических измерений элементов. Кольский ЦКП - одна из крупнейших специализированных научных материально-технических баз в Северо-Западном регионе Российской Федерации. Центр проводит комплексные изотопно-геохронологические исследования, включающие высококачественную сепарацию геологического материала, сверхчистое химическое разложение минералов, масс-спектрометрические измерения, компьютерную обработку данных.

Кольский ЦКП укомплектован отечественной и импортной аппаратурой, обеспечивающей все этапы анализа геохронологических проб: - пробоподготовку, выделение и селективную сепарацию тонкозернистых минералов: щековые дробилки ГЛЩ-150-80, ДЛЩ 100-60, мельницы стержневые, индукционные сепараторы, универсальные электромагниты УЭМТ-13, УЗДН-2Т и СИМ-1, ультразвуковой генератор, виброизмельчающее устройство для извлечения благородных газов; - минералогические исследования: стереомикроскоп Stemi 2000C, оптический микроскоп ПОЛАМ Л-213, микроанализатор MS-46 "Cameca", растровый электронный микроскоп LEO 14MX, рентгеновский дифрактометр ДРОН-05 – оборудование, позволяющее получить картину внешнего и внутреннего строения минералов и их химический состав; - химическое и гидротермальное разложение проб и выделение Pb, U, Sm, Nd, Rb и Sr: специальная «чистая комната» фирмы KOJAK TECH OY для исключения холостого загрязнения, очиститель кислот французской фирмы «Analab» для получения низкофоновых (ppt-10-12) кислот, используемых в изотопных анализах, 7-ступенчатая водоочистительная установка, 205 трасер для измерений изотопного состава низких содержаний свинца, весы Sartorius для взвешивания микронавесок и единичных зерен минералов; - специальная методика для извлечения благородных газов методом измельчения пород и минералов в запаянных ампулах, а также путем нагрева в высокотемпературной печи; - прецизионные U-Pb, Sm-Nd, Rb-Sr, He и Ar изотопные анализы: твердофазный семиканальный масс-спектрометр Finnigan-MAT-262 (RPQ), два твердофазных масс-спектрометра МИ-1201-Т, два газовых масс-спектрометра МИ 1201 и МИ 1201-



ИГ. Точность и воспроизводимость измерений соответствуют мировому уровню и контролируются измерениями общепризнанных стандартов NBS SRM-983, SRM-981, La Jolla, Jndi-1.

Услугами Кольского ЦКП ежегодно пользуются научные институты, подведомственные ФАНО России, и различные производственные организации. За период 2013-2015 гг. выполнены хоздоговорные работы на сумму 5 млн. руб. Основные проекты: 1) "Восстановленный углерод в Земле: происхождение и распределение абиотического углеводорода" (Университет штата Огайо, грант Альфреда Слоуна, 2013 –2015 гг., 840 тыс. руб.); 2) "Определение абсолютного возраста горных пород" (2014 г., ГИН РАН, 330 тыс. руб.); 3) "Определение абсолютного возраста горных пород запада Анабарского щита" (ФГУП ВСЕГЕИ, Санкт-Петербург (3 договора), 2013-2014 гг., 467 тыс. руб.); 4) "U-Pb изотопное датирование цирконов из граносиенитов о-ва Ольхон, Приольхонье и цирконов из редкометалльных Li-F гранитов Северной Монголии" (ИГХ СО РАН, 2013 г., 120 тыс.руб.); 5) "U-Pb изотопное датирование цирконов из гранитоидов и редкометалльных пегматитов Восточного Саяна" (ИГХ СО РАН, 75 тыс.руб.); 6) "Среднепалеозойский гранитоидный магматизм Ануйско-Чуйского синклинория (Горный Алтай)" (ИГМ СО РАН, 95 тыс. руб.); 7) "Корообразующие процессы, магматизм и осадконакопление юго-западной окраины Сибирского кратона и Центрально-Азиатского складчатого пояса на основании изотопно-геохимических и геохронологических данных" (ИГМ СО РАН, 2013-2014 гг., 740 тыс. руб.); 8) "U-Pb и Sm-Nd изотопные исследования цирконов и проб из магматических пород Забайкалья и Северной Монголии" (ГИН СО РАН, 540 тыс. руб.); 9) "Гранитоидный магматизм восточной части Обь-Зайсанской складчатой системы" (ИГМ СО РАН, 95 тыс. руб.); 10) "Контактово-метаморфизованные металлоносные осадки триасовой кремневой формации Сихотэ-Алиня и скарны Ольгинского и дальнегорского рудных районов Приморья: сравнительная минералогия, геохимия и генезис" (ГИ ДВО РАН, 150 тыс. руб.); 11) "Петролого-геохимические особенности субвулканитов с вкрапленниками эпидота, граната, мусковита, как свидетельства наличия континентальной коры в фундаменте эпокееанического орогена (на примере Урала)" (ИГГ УрО РАН, 149,8 тыс. руб.); 12) "Изотопно-геохимические исследования структур источников Тувы и сопредельных регионов (ТувИКОПР СО РАН, 17,5 тыс. руб.); 13) "Изотопно-геохимическое изучение Sm-Nd, Rb-Sr методом магматических пород Тувы" (ТувИКОПР СО РАН, 2013-2014 гг., 85 тыс. руб.); 14) "Изотопно-геохимические исследования" (Томский ГУ, 870 тыс. руб.); 15) "Изучение химического состава почвенно-растительных образцов локальной зоны действия Кольской АЭС" (ПАБСИ КНЦ РАН, 60 тыс. руб.); 16) "Химико-аналитические работы" (ОАО ПАНА, 2014-2015 гг., 307,6 тыс. руб.).

4. Общая площадь опытных полей, закрепленных за учреждением. Заполняется организациями, выбравшими референтную группу № 29 «Технологии растениеводства»



Информация не предоставлена

5. Количество длительных стационарных опытов, проведенных организацией за период с 2013 по 2015 год. Заполняется организациями, выбравшими референтную группу № 29 «Технологии растениеводства»

Информация не предоставлена

6. Показатели деятельности организаций по хранению и приумножению предметной базы научных исследований

Музей геологии и минералогии им. И.В. Белькова.

По состоянию на март 2015 г. фактическое наличие образцов минералов, руд и пород, находящихся на ответственном хранении в музее, составляет 8634 единиц хранения.

В 2013 году в музей поступило 1529 образцов минералов, пород и руд, из которых 356 образцов были зарегистрированы в основном музейном фонде, а 1173 – в научно-вспомогательном; 241 образца основного фонда выставлены в экспозиции музея. Наибольшая часть образцов пополнила систематическую коллекцию и экспозицию с новыми минералами. Это новые и редкие минеральные виды Кольского полуострова: чильманит-(Ce), терскит, натисит, паракелдышит, келдышит, ковдорскит, ферсманит, ненадкевичит, литвинскит и другие, а также наиболее представительные и красочные образцы с амethystом, кианитом, астрофиллитом, лампрофиллитом, мурманитом, виллиомитом, арфведсонитом и другие. Пополнилась коллекция апатитовых руд Хибинского массива. Петрографическая коллекция музея пополнилась образцами пород Кольской сверхглубокой скважины СГ-3, строматолитовыми доломитами и осадочными породами о. Кильдин и п-ова Средний, щелочными породами Ловозёрского и Хибинского массива.

В 2014 году основной фонд музея пополнился на 375 образцов, из них 275 образцов были выставлены в экспозиции Музея. Наибольшая часть образцов – 200, пополнила систематическую коллекцию, 110 - коллекцию с новыми минералами, 21 - коллекцию руд и 44 - петрографическую коллекцию. Новыми для музея стали следующие минеральные виды: аквалит, тахеренит, изоферроплатина, петарасит, генримейерит, петерсенит-(Ce), амезит, баотит, делиндеит, кентбруксит, звягинит, канемит, гьердингенит-Ca, калиевый ферроликсид, монацит-(La), мелонит, минерал ряда кавачулит-скиппенит, таркианит, халькофанит, фармакосидерит и ломонтит – всего 21 минеральный вид. Научно-вспомогательный фонд пополнился большим числом образцов минералов, руд и пород Кейв, Хибинского и Ловозёрского массивов, Ковдорского массива, Африканды, Печенги, Аллареченского месторождения, Прихибинья, зоны Колмозеро-Воронья, п-ва Средний, Беломорского побережья и других геологических объектов.

В 2015 году основной фонд музея пополнился на 309 образцов, из них 241 образец был выставлен в экспозиции музея. Наибольшая часть образцов – 269, пополнила систематическую коллекцию, 9 - коллекцию с новыми минералами, 1 - коллекцию руд и 30 - петро-



графическую коллекцию. Новыми для музея стали 35 минеральных видов: феррохолмквистит, батиеваит, гайнит, холлингуортит, манганэвдиалит, икранит, чёрчит-(Y), хинганит-(Y), кайсикхит-(Y), экандрюсит, смитсонит, акаганеит, кольскиит, кальциомурманит, рабдофан-(La), набалампрофиллит, луешит, тисиналит, калийарфведсонит, файрфилдит, митридатит, карелианит, мухинит, голдманит, квасцы-(Na), муассанит, хошелагаит, маккельвиит-(Y), монтгомериит, дюмортьерит, карбоцернаит, марказит, кальциобурбанкит, кордилит-(Ce) и экерманнит. Научно-вспомогательный фонд пополнился большим числом образцов минералов, руд и пород Кейв, Хибинского, Ловозёрского и Ковдорского массива, Африканды, Вуориярви, Печенги, Аллареченского месторождения, Южного Прихибинья, зоны Колмозеро-Воронья, п-ва Средний, Беломорского побережья и других геологических объектов.

7. Значение деятельности организации для социально-экономического развития соответствующего региона

На основе научного прогноза и научно-прикладных исследований выделена Кольская платинометальная провинция; главные ее месторождения поставлены на государственный баланс. Работы внесли большой вклад как в фундаментальные знания о генезисе месторождений элементов платиновой группы, так и в увеличение запасов в России этого стратегически важного минерального сырья.

Установлен высокий металлогенический потенциал кианитовых сланцев Больших Кейв (Кольском п-ов) в отношении редких металлов и редкоземельных элементов. По предварительной оценке ресурсы РМ и РЗЭ в контурах кианитовых руд до глубины 100 м составляют порядка нескольких миллионов тонн. Определены минералы-носители РМ и РЗЭ, экспериментально доказана возможность их выделения в концентрат.

Создана методика определения $3\text{H} - 3\text{He}^*$ возраста подземных вод и вод открытых водоемов, не имеющая аналогов в России, и получены первые результаты датирования подземных вод Хибинского горнорудного района. Метод позволяет определять время перемещения вод из областей водосбора в точки водозаборов на оптимальной шкале 50 лет, правильно планировать использование вод региона и принимать адекватные решения в случае превышения в них предельно допустимых концентраций вредных веществ.

Создан новый метод датирования застойных подземных вод, использующий равновесие концентраций гелия в системе вода-порода. Метод успешно использован для выявления мест возможного захоронения токсичных отходов в Швейцарии. Работа не имеет аналогов в мировой практике.

Показано, что для формирования устойчивого растительного покрова на техногенных пустошах Арктики в качестве мелиорантов можно использовать серпентинсодержащие отходы обогащения флогопитовых руд, оптимизирующие pH, снижающие подвижность тяжелых металлов и повышающие питательный статус токсичных грунтов.



8. Стратегическое развитие научной организации

Базовая кафедра ГИ КНЦ РАН – кафедра геологии и полезных ископаемых Апатитского филиала ФГБОУ ВПО «Мурманский государственный технический университет» (договор от 07.10.2011г. на 5 лет), лицензированная по программе подготовки бакалавров техники и технологии по направлению 130100.62 Геология и разведка полезных ископаемых, а также магистров по направлению 020700.68 Геология, за отчётный период выпустила 34 бакалавров и 8 магистров. За время существования кафедры (1996-2015 г.г.) ею подготовлено и выпущено 188 бакалавров и 75 магистров. С момента основания кафедры до 08.05.2014 г. ею заведовал Советник РАН, академик Ф.П. Митрофанов. В настоящий момент заведующим кафедрой является д.г.-м.н., профессор, директор ГИ КНЦ РАН Ю.Л. Войтеховский. Заведующий лабораторией геологии и геодинамики ГИ КНЦ РАН, д.г.-м.н. Н.Е.Козлов по совместительству является директором АФ МГТУ. В профессорско-преподавательском составе кафедры на 01.12.2015 г. числилось 30 сотрудников ГИ КНЦ РАН, среди них 10 докторов наук и 17 кандидатов наук. ГИ КНЦ РАН обеспечивает студентов кафедры научным оборудованием, компьютерной оргтехникой, научной библиотекой и базами данных различного уровня, а также организует прохождение полевых практик в составе геологических отрядов ГИ КНЦ РАН.

В отчётный период продолжалось активное сотрудничество лаборатории платинометалльного рудогенеза и ОАО «ПАНА», созданного при участии ГИ КНЦ РАН. В ГИ КНЦ РАН проводились исследования минерального состава оруденения и типоморфных особенностей главных рудных минералов малосульфидных платинометалльных месторождений и рудопроявлений, локализованных на разных стратиграфических уровнях разреза Западно-Панского расслоенного массива. В составе минерализации установлено более 60 рудных минералов, 30 из которых – минералы платиновых металлов и золота, остальные – сульфиды, сульфоарсениды, селениды, теллуриды и оксиды цветных и черных металлов. В 2015 году в результате совместных работ по проекту «На поисково-оценочные работы на комплексные платинометалльные руды малосульфидного типа на потенциально перспективных участках массивов Федоровой и Панских тундр» открыто новое месторождение платинометалльных руд Северный Каменник в Нижнем расслоенном горизонте Западно-Панского массива (Кольский полуостров). Разработано ТЭО временных разведочных кондиций, технология обогащения комплексных малосульфидных платинометалльных руд, выполнен подсчет запасов месторождения и оценена экономическая эффективность его освоения. Запасы месторождения прошли экспертизу в ФБУ ГКЗ Федерального агентства по недропользованию и поставлены на государственный баланс (Протокол № 4172-оп от 17.04.2015 г.).

Интеграция в мировое научное сообщество



9. Участие в крупных международных консорциумах (например - CERN, ОИЯИ, FAIR, DESY, МКС и другие) в период с 2013 по 2015 год

-

10. Включение полевых опытов организации в российские и международные исследовательские сети. Заполняется организациями, выбравшими референтную группу № 29 «Технологии растениеводства»

Информация не предоставлена

11. Наличие зарубежных грантов, международных исследовательских программ или проектов за период с 2013 по 2015 год

В 2013-2015 гг. ГИ КНЦ РАН сотрудничал с зарубежными научными организациями в рамках 8 международных проектов, грантов и исследовательских программ.

Kolartic ENPI CBC «ABCgHeritage – Arctic Biological, Cultural and Geological Heritage» (2012-2015, Финляндия, Служба природоохранных услуг Метсяхаллитус, Геологическая служба Финляндии. Программа Kolarctic ENPI CBC). В рамках проекта издана геотуристическая карта Хибинских тундр [Voytekhovskiy, Yu.L., Johansson, P., Lauri, L., Miroshnichenko, T. & Raisanen, J., 2014. Хибинские тундры. Khibiny Tundra. Niipinatunturit. Geological outdoor map 1:50000 and guidebook, Grano Oy, Rovaniemi, 56 p.] и путеводитель с описанием нанесённых на неё маршрутов, а также путеводитель по кольцевому финско-российско-норвежскому маршруту «Barents Tour for Geotourists». Все материалы изданы на русском, английском и финском языках, «Barents Tour for Geotourists» - также на норвежском языке.

"Кристаллохимия и генезис REE-, Th-, U-содержащих минералов и продуктов их изменения в гранитах Болгарии и Кольского полуострова" (2012-2015, Болгария, Институт минералогии и кристаллографии Болгарской академии наук. Без финансирования). Проведены совместные исследования Y, REE, U, Th-содержащих минералов высоколокальными методами химической и фазовой неоднородности и структурного состояния минеральных индивидов; реконструкция генезиса минералов; изучение механизмов и продуктов изменения первичных и акцессорных минералов в ходе поздне- и постмагматических этапов становления гранитных массивов и более поздних процессов. Получены данные по минералогии иттриалита-(Y), группы бритолита и минералов ряда гадолинит-(Y) – хинганит-(Y). Впервые для внутригранитных пегматитов формации щелочных гранитов Кольского п-ова установлен хинганит-(Y). Установлена полистадийная кристаллизация фторбритолита-(Y) и иттриалита-(Y) – главных концентраторов редкоземельных элементов в силекситах щелочных гранитов Кольского п-ова.

«Critical metals and minerals in Fennoscandia» (2011-по н.в., Финляндия, Швеция, Норвегия: Геологическая служба Финляндии, Геологическая служба Швеции, Геологическая служба Норвегии. Без финансирования). Проект является продолжением международного



проекта «Fennoscandian Ore Deposit Database and Metallogenic Map» и нацелен на составление электронной базы данных по месторождениям критических минералов и металлов Фенноскандии (Be, Ga, Ge, In, Li, Nb, Sc, Ta, Te, ЭПГ и др.) с ежегодной презентацией обновленной базы данных.

«Восстановленный углерод в Земле: происхождение и распределение абиотического углеводорода» (2013-2015, США: Университет штата Огайо. Грант Альфреда Слоуна). Проект продолжает исследования партнеров по теме «Восстановленный углерод в земной коре и мантии I: абиогенное или биогенное происхождение», в результате которого была создана база данных благородных газов. В 2014-2015 гг. проведена масштабная проверка базы данных по изотопии благородных газов в природных газах, нефтях и подземных водах. Перепроверены все 7262 включённых в базу образца. Исправлены ссылки на опубликованные работы, отчёты, диссертации и другие источники, данные из которых используются в базе данных.

«Восстановленный углерод в Земле: происхождение, формы и перемещения» (2015-2017, США: Калифорнийский университет в Лос-Анджелесе. Грант Альфреда Слоуна). Проект продолжает исследования по теме «Восстановленный углерод в Земле: происхождение и распределение абиотического углеводорода» в целях детального изучения геологических условий образования углерода и форм его перемещения. Подготовлен масштабный обзор «Благородные газы в углеводородных газах, нефтях и природных водах» на английском языке, представляющий критический анализ литературных данных и принципиально новые интерпретации, в т.ч. оценку времени формирования месторождений углеводородов и темпов генерации углеводородов с использованием благородных газов и др. Обзор направлен в Международный электронный журнал «Geochemistry, Geophysics, Geosystems» для публикации.

«Гидротермальное изменение минералов группы чевкинита» (2012- по н.в., Польша, Великобритания: Институт геохимии, минералогии и петрологии, Университет Варшавы, Ланкастерский университет. Без финансирования). Изучена рудная минерализация (морфология, внутреннее строение, состав) Ельозерского редкометального (Zr, REE, Y, Nb, Th) месторождения, связанного с Кейвскими щелочными гранитами. Диагностированы следующие редкометальные минералы и определена их последовательность кристаллизации: рудообразующие (главные) фазы (от ранних к поздним: торит, циркон, самарскит-(Y), чевкинит-(Ce), алланит-(Ce)) и второстепенные (и акцессорные) фазы (монацит-(Ce), эшинит-(Y), эшинит-(Ce), пирохлор, Nb-содержащий рутил, давидит-(La), уранинит, торогумит, гадолинит-(Ce), хинганит-(Ce), фторбритолит-(Ce), даналит, бастнезит-(Ce), гидроксилбастнезит-(Ce)). Морфология, внутреннее строение и химический состав главных минералов указывают на их формирование из высокофтористых и щелочных флюидов (для автومتасоматитов) и щелочных фторсодержащих флюидов при высокой активности CO₂, Si, Ca и Al на некоторых этапах (для апобазитовых метасоматитов).



«Петрология, геохронология, магматическая эволюция и рудная минерализация ультрамафических-мафических пород на северо-западе Турции и Балтийском щите» (2015-2016, Турция: Генеральный директорат изучения и разведки полезных ископаемых Министерства энергетики и природных ресурсов Турецкой республики. Без финансирования). Проект заключен в рамках Протокола о научном сотрудничестве сторон с целью совместного проведения петрографических, геохимических и геохронологических анализов образцов пород центральных Понтид (Турция) с последующим сопоставлением со схожими породами Балтийского щита (Россия). ГИ КНЦ РАН провёл ряд изотопных анализов горных пород, предоставленных турецкой стороной: диоритов, гнейсов, офиолитов, лампрофиров и др.

«FENICS-2014» (2014, Финляндия, Украина, Польша: Университет Оулу, Радиоастрономический институт Национальной академии наук Украины, Метеослужба г. Хельсинки, Институт геофизики Польской академии наук. Грант РФФИ 13-05-12044 офи_м). В рамках международного эксперимента «FENICS-2014» проведено электромагнитное зондирование в разных точках Фенноскандинавского щита, изучены свойства переходной зоны высокого сопротивления между верхней и нижней толщами земной коры в интервале 10-30 км; исследованы анизотропные свойства литосферы Фенноскандинавского щита путём проведения измерений при взаимно ортогональных поляризациях первичного поля; проведено зондирование в области аномального погружения сейсмической границы Мохо до глубины 60 км; изучены особенности распространения КНЧ-СНЧ электромагнитного поля в волноводе «Земля-ионосфера» при разных условиях возбуждения первичного поля и углах прихода волны; проведено электромагнитное зондирование стенок волновода «Земля-ионосфера» и оценены анизотропных свойств околоземного пространства с применением итерационной процедуры решения обратной задачи по входному импедансу и отдельным компонентам при разных направлениях поляризации первичного поля.

НАУЧНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ ОРГАНИЗАЦИИ

Наиболее значимые результаты фундаментальных исследований

12. Научные направления исследований, проводимых организацией, и их наиболее значимые результаты, полученные в период с 2013 по 2015 год

66. Геодинамические закономерности вещественно-структурной эволюции твердых оболочек Земли.

Впервые в мире установлены геодинамические обстановки двух древнейших на Земле (2,9–2,7 и ~1,9 млрд лет) событий, когда породы были изменены в условиях высоких давлений – эклогитового метаморфизма. 2,9–2,7 млрд лет назад этот метаморфизм протекал в обстановке зарождающейся и поэтому ещё незрелой и нестационарной субдукции – частого погружения океанической литосферы в мантию всего лишь на первые сотни ки-



лометров. 1,92–1,93 млрд лет назад повторный экологитовый метаморфизм был связан с коллизией Карельского и Кольского протоконтинентов. Субдукция и коллизия присущи только тектонике литосферных плит, определяющей сейчас развитие нашей планеты. Тем самым дан ответ на один из острейших вопросов наук о Земле – времени начала действия тектоники литосферных плит в виде, сходном с современным (ГИ КНЦ РАН, ГИН РАН, ИГ КарНЦ РАН, ИГГД РАН).

Установлена цикличность изменения параметров осадконакопления (интенсивность выветривания, глиноземистость зернистых метаосадочных пород, соотношение K_2O/Na_2O в метапелитах, индекс изменения плагиоклаза PIA и химический индекс изменения CIA) и характеристик тектонических режимов (неоднократное повторение признаков активизации и стабилизации) в ходе формирования раннедокембрийских комплексов Кольского региона (ГИ КНЦ РАН).

Монография: Mints M., Dokukina K., Konilov A., Philippova I., Zlobin V., Babayants P., Belousova E., Blokh Yu., Bogina M., Bush W., Dokukin P., Kaulina T., Natapov L., Piip B., Stupak V., Suleimanov A., Trusov A., Van K., Zamozhniaya N. East European Craton: Early Precambrian History and 3D Models of Deep Crustal Structure. The Geological society of America. Special Paper 510. 2015. 467 p. ISBN 978-0-8137-2510-9 DOI: 10.1130/9780813725109

Публикации:

1) Balagansky V., Shchipansky A., Slabunov A.I., Gorbunov I., Mudruk S., Sidorov M., Azimov P., Egorova S., Stepanova A., Voloshin A. Archean Kuru-Vaara eclogites in the northern Belomorian Province, Fennoscandian Shield: crustal architecture, timing and tectonic implications // *International Geology Review*, 2014, опубликовано online 30 октября 2014 г. <http://dx.doi.org/10.1080/00206814.2014.958578>.

2) Dokukina K.A., Kaulina T.V., Konilov A.N., Mints M.V., Van K.V., Natapov L., Belousova E., Simakin S.G., Lepekhina E.N. Archaean to Palaeoproterozoic high-grade evolution of the Belomorian eclogite province in the Gridino area, Fennoscandian Shield: Geochronological evidence // *Gondwana Research*. 2014. V. 25. Issue 2. P. 585–613. Impact Factor 8,235. WoS, Scopus. DOI: 10.1016/j.gr.2013.02.014

3) Козлов Н.Е., Сорохтин Н.О., Мартынов Е.В. Эволюция вещественного состава супракрустальных комплексов архея кольского региона // *Вестник Коми НЦ СО РАН*, №1, 2015, с.7-11.; 2) Козлов Н.Е., Сорохтин Н.О., Мартынов Е.В. Эволюция вещественного состава супракрустальных комплексов раннего докембрия кольского региона // XII Всероссийская (с международным участием) Ферсмановская научная сессия, посвящённая 80-летию со дня рождения академика РАН Феликса Петровича Митрофанова. Апатиты. 2015, с. 118 – 120.

67. Фундаментальные проблемы развития литогенетических, магматических, метаморфических и минералообразующих систем.



Открыт минеральный вид – батиевайт-(Y) $Y_2Ca_2Ti(Si_2O_7)_2(OH)_2(H_2O)_4$ (batievaite-(Y), IMA 2015-016) – группы розенбушита, установлен в пегматите нефелиновых сиенитов массива Сахарйок, Кольский полуостров. Минерал является высоко-иттриевым аналогом хайнита (hainite-(Y)). Хайнит (hainite) установлен в пегматите нефелиновых сиенитов массива Сахарйок. Это первая находка минерала в России и пятая в мире. Минерал уникален по химическому составу: от всех ранее известных находок отличается существенным обогащением иттрием и ниобием, а также распределением REE (ГИ КНЦ РАН).

Установлен новый для Карело-Кольского региона генетический тип молибден-урановых рудопроявлений в апогабброидных альбититах раннепротерозойского зеленокаменного пояса Салла-Куоляярви – рудопроявление Озерное, аналоги которого известны только на Канадском щите. Типоморфные особенности объектов данного типа – геохимическая ассоциация элементов U-Mo-Se-Re-Au, уникальный состав молибденита (до 16 масс.% Se и до 1.2% Re), широкое развитие в составе минерализации соединений Se и Te (ГИ КНЦ РАН).

Установлена полистадийная кристаллизация фторбритолита-(Y) и иттриалита-(Y) – главных концентраторов редкоземельных элементов в силекситах щелочных гранитов Кольского полуострова: фторбритолит-I – иттриалит – фторбритолит-II – фторбритолит-III. Геохимические особенности минералов указывают на существенную роль гидротермальных процессов при формировании силекситов (ГИ КНЦ РАН).

Монографии:

1) Нерадовский Ю.Н., Войтеховский Ю.Л. Атлас структур и текстур кристаллических сланцев Больших Кейв. – Апатиты: Изд-во К & М, 2013. – 114 с. Тираж 100 экз.; 2)

2) Борисова В.В., Волошин А.В. Перечень минеральных видов Кольского региона // Изд. 5-е, испр. и доп. Апатиты: ГИ КНЦ РАН, КО РМО. 2015. 124 с. Тираж 300 экз.

Публикации:

1) Yakovenchuk V.N., Krivovichev S.V., Ivanyuk G.Y., Pakhomovsky Ya.A., Selivanova E.A., Zhitova E.A., Kalashnikova G.O., Zolotarev A.A., Mikhailova J.A., Kadyrova G.I. Kihlmanite-(Ce), $Ce_2TiO_2[SiO_4](HCO_3)_2(H_2O)$, a new rare earth mineral from a pegmatite of the Khibiny alkaline massif, Kola Peninsula, Russia // *Mineralogical Magazine*. 2014. Vol. 78(3). P. 483–496.

2) Lyalina L., A. Zolotarev Jr, E. Selivanova, Ye. Savchenko, D. Zozulya, S. Krivovichev, Yu. Mikhailova. Structural characterization and composition of Y-rich hainite from Sakharjok nepheline syenite pegmatite (Kola Peninsula, Russia) *Mineralogy and Petrology*, 2015, V. 109. No 4. P. 443-451;

3) Batievaite-(Y), IMA 2015-016. *CNMNC Newsletter* No. 26, August 2015, page 942; *Mineralogical Magazine*, 79 (4), 941-947.

4) Schingaro E., Kullerud K., Lacalamita M., Mesto E., Scordari F., Zozulya D., Erambert M., Ravna E.J.K. Yangzhumingite and phlogopite from the Kvaløya lamproite (North Norway):



structure, composition and origin // *Lithos*. 2014. Impact Factor 4,482. WoS, Scopus. DOI: 10.1016/j.lithos.2014.09.020

5) Pakhomova A.S., Danisi R.M., Armbruster T., Lazic B., Gfeller F., Krivovichev S.V., Yakovenchuk V.N. High-temperature induced dehydration, phase transition and exsolution in amicitite: A single-crystal X-ray study // *Microporous and Mesoporous Materials*. 2013. Vol. 182. P. 207–219. Impact Factor 3,209. WoS, Scopus. DOI: 10.1016/j.micromeso.2013.08.036.

68. Периодизация истории Земли, определение длительности и корреляция геологических событий на основе развития методов геохронологии, стратиграфии и палеонтологии.

Впервые для тоналитовых гнейсов российской части Балтийского щита выполнена систематика Lu-Hf изотопной системы в цирконах из ортогнейсов Кольской сверхглубокой скважины (СГ-3). Возникновение магм протолитов происходило при смешении расплавов, образованных при парциальном плавлении неоархейской коры основного состава с палеоархейским верхнекоревым веществом. Участие в гранитном петрогенезисе вещества палеоархейской коры подтверждается находками в ортогнейсах окружения скважины захваченных цирконов с возрастaми 3330 ± 6 и 3407 ± 6 млн. лет (ГИ КНЦ РАН, ИГМ СО РАН).

Впервые определено время формирования редкометалльных пегматитов месторождения Васин-Мыльк с продуктивной ассоциацией лепидолит-альбит-микроклин-сподумен-поллуцит. К одному из самых ранних минералов в исследуемых пегматитах относится микролит, U-Pb (TIMS) изотопный возраст которого составил 2454 ± 8 млн. лет. Полученное значение отвечает времени кристаллизации микролита и, вероятно, связанного с ним тантало-ниобиевого оруденения. Материнскими породами для редкометалльных пегматитов месторождения Васин-Мыльк могли служить турмалиновые граниты с возрастaм около 2.5 млрд. лет (ГИ КНЦ РАН).

Проведенные изотопно-геохимические исследования позднеархейских щелочных габброидов массива Сахарйок (СВ Фенноскандинавского щита) показали, что его первоначальные расплавы сходны с OIB магмами и имеют обогащенный мантийный источник EM2 типа, что является уникальным для архейских щелочных пород Мира. Время формирования обогащенного резервуара в мантии оценивается в 2.8-3.0 млрд лет. Этот резервуар явился источником древнейшего в мире магматогенного Zr-REE месторождения (ГИ КНЦ РАН).

Монография: *Geochronology - Methods and Case Studies*. Ed. Morner N-A. 2014. InTech. 204 p. ISBN 978-953-51-1643-1.

Публикации:

1) Lobach-Zhuchenko S.B., Balagansky V.V., Baltybaev Sh.K., Bibikova E.V., Chekulaev V.P., Yurchenko A.V., Arestova N.A., Artemenko, G.V., Egorova Yu.S., Bogomolov, E.S., Sergeev S.A., Skublov S.G., Presnyakov S.L. The Orekhov-Pavlograd Zone, Ukrainian Shield: milestones of its evolutionary history and constraints for tectonic models // *Precambrian Research*. 2014. V. 252. P. 71–87. WoS, Scopus. Impact Factor 5,664. DOI: 10.1016/j.precamres.2014.06.027



2) Kaulina T. V., Sinai M.Y., Savchenko E.E. Crystallogenic models for metasomatic replacement in zircons: implications for U-Pb geochronology of Precambrian rocks // *International Geology Review*. 2015. V. 57. P. 1526–1542. Impact Factor 2,365. WoS, Scopus. DOI: 10.1080/00206814.2014.961976

3) Chashchin V.V., Bayanova T.B., Serov P.A. Ospe-Luvtuaivench massif of metabasic rocks, Kola Peninsula, Russia: geologic structure and petrogeochemical and isotope geochemical evidence for its relation to the Imandra complex of layered intrusions // *Petrology*. 2015. V. 23 P. 421–450. Impact Factor 1,231. WoS, Scopus. DOI: 10.1134/S0869591115050021

4) Ветрин В.Р., Белоусова Е.А., Чупин В.П. Источники вещества и эволюция исходных расплавов архейских "серых гнейсов": редкие элементы и изотопная Lu-Hf систематика циркона из плагиогнейсов Кольской сверхглубокой скважины и ее окружения // *Доклады Академии наук*. 2015. Т. 463. № 2. С. 197–200.

5) Кудряшов Н.М., Лялина Л.М., Апанасевич Е.А. Возраст редкометалльных пегматитов месторождения Васин-Мыльк (Кольский регион): результаты геохронологического U-Pb-исследования микролита // *Доклады Академии наук*. 2015. Т. 461. № 4. С. 437–441.

69. Динамика и механизмы изменения ландшафтов, климата и биосферы в кайнозое. История четвертичного периода.

Издана обобщающая монография (Евзеров В.Я. Минерогения рыхлого покрова Северо-Востока Балтийского щита. изд. МГТУ, 2014, 255 с.), в которой рассмотрены все составляющие рыхлого покрова северо-восточной части Балтийского щита. Выявлены закономерности распространения и формирования приуроченных к нему месторождений строительных материалов и россыпей, оценены перспективы и разработаны поисковые критерии каждого из видов минерального и органического сырья (ГИ КНЦРАН).

Проведен анализ эпейрогенических спектров береговых образований позднеплейстоценового и голоценового моря в депрессии реки Тулома и Кольского залива. На основе изучения донных осадков озер и их радиоуглеродных датировок впервые для указанного региона получена временная привязка береговых образований разных генераций и установлены темпы регрессии береговой линии моря. Это позволяет с большей точностью проводить палеоэкологические и тектонические реконструкции на северо-востоке Фенноскандинавского кристаллического щита, где находятся важные объекты народно-хозяйственного и оборонного значения (ГИ КНЦ РАН).

На основе литологических, геохронологических, геохимических и микропалеонтологических данных выделены литолого-стратиграфические единицы, составляющие осадочную последовательность в котловинах изолированных бассейнов побережья. Это - позднеледниковые осадки опресненного приледникового водоема (ЛСЕ-1), позднеледниковые солоноватоводные осадки приледникового водоема (ЛСЕ-2), позднеледниковые солоноватоводные (ЛСЕ-3а) и голоценовые (ЛСЕ-3б) морские осадки, голоценовые осадки изолирующегося водоема-лагуны и меромиктического озера (ЛСЕ-4а и 4б), голоценовые осадки пресноводного водоема береговой зоны (ЛСЕ-5), среднеголоценовые осадки водо-



ема с повышенной минерализации воды (ЛСЕ-6), голоценовые осадки континентального пресноводного озера (ЛСЕ-7).

Монография: Евзеров В.Я. Минерализация рыхлого покрова Северо-Востока Балтийского щита. изд. МГТУ, 2014, 255 с.),

Статьи в журналах:

1) Piyashuk E.A., Piyashuk B.P., Kolka V.V., Hammarlund D. Holocene climate variability on the Kola Peninsula, Russian Subarctic, based on aquatic invertebrate records from lake sediments // *Quaternary Research*. 2013. V. 79. № 3. P. 350–361. Impact Factor 2,583. WoS, Scopus. DOI: 10.1016/j.yqres.2013.03.005

2) Колька В.В., Евзеров В.Я., Мёллер Я.Й., Корнер Г.Д. Перемещение уровня моря в позднем плейстоцене-голоцене и стратиграфия донных осадков изолированных озер на южном берегу Кольского полуострова, в районе поселка Умба // *Известия РАН. Серия географическая*. - 2013. - №1. - С.73-88.

3) Колька В.В., Корсакова О.П., Шелехова Т.С., Лаврова Н.Б., Арсланов Х.А. Реконструкция относительного положения уровня Белого моря в голоцене на карельском берегу (район поселка Энгозеро, северная Карелия) // *Доклады Академии наук*. -2013. – Т. 449. - №5. - С.587-592.

4) Колька В.В., Корсакова О.П., Лаврова Н.Б. Палеогеографические условия осадконакопления в малых озерных котловинах Поморского берега Белого моря // *Труды Карельского научного центра РАН*. - 2015. - №5. - С.70-85.(1.28 а.л.)

70. Физические поля, внутреннее строение Земли и глубинные геодинамические процессы.

Выполнена серия уникальных для мировой практики экспериментов по тензорному частотному электромагнитному зондированию с применением двух взаимно ортогональных промышленных линий электропередачи протяженностью 109 и 120 км (эксперименты FENICS-2007, FENICS-2009 и FENICS-2014). Зондирования выполнены в диапазоне частот 0.1 -200 Гц. Сигналы измерены на территории Фенноскандинавского щита, на Шпицбергене, на Украине и в России на удалениях до 5600 км от источника. Параметры электропроводности литосферы исследованы до глубины порядка 50-70 км. По комплексу полученных результатов разработана новая модель строения континентальной земной коры (ГИ КНЦ РАН, ЦФТПЭС КНЦ РАН, ПГИ, СПбФ ИЗМИРАН, НИРФИ, ООО «ВЕГА», ИКИР ДВО РАН, Университет Оулу, РИ НАНУ, Метеослужба г. Хельсинки, Национальный исследовательский центр "Курчатовский институт", ОАО МРСК Северо-Запада «Колэнерго»).

Колобов В.В., Баранник М.Б., Жамалетдинов А.А. Генераторно-измерительный комплекс «Энергия» для электромагнитного зондирования литосферы и мониторинга сейсмоактивных зон. – Санкт-Петербург, Петродворец. Изд. СПбГУ, «СОЛО», 2013. 240 с. ISBN 978-5-98340-300-0. Тираж 200 экз.

Монографии:



1) Колобов В.В., Баранник М.Б., Жамалетдинов А.А. Генераторно-измерительный комплекс «Энергия» для электромагнитного зондирования литосферы и мониторинга сейсмоактивных зон. – Санкт-Петербург, Петродворец. Изд. СПбГУ, «СОЛО», 2013. 240 с. ISBN 978-5-98340-300-0. Тираж 200 экз.

2) Взаимодействие электромагнитных полей контролируемых источников СНЧ диапазона с ионосферой и земной корой. //Редакторы ак. Е.П. Велихов и проф. Ю.Л. Войтеховский, председатель ред. коллегии д.г.-м.н. А.А. Жамалетдинов. Апатиты. Изд-во Геологического института КНЦ РАН, 2014. 205 с. ISBN 978-5-902643-23-4

Публикации:

1) Жамалетдинов А.А. (2014). О природе границы Конрада в свете результатов бурения Кольской сверхглубокой скважины и данных глубинной геоэлектрики. // Доклады Академии наук, 2014, том 455, № 3, с. 332–336

2) Жамалетдинов А.А., Шевцов А.Н., Велихов Е.П., и др. Исследование взаимодействия электромагнитных волн КНЧ–СНЧ диапазона (0.1–200 Гц) с земной корой и ионосферой в поле промышленных линий электропередачи (эксперимент "FENICS") //Геофизические процессы и биосфера, 2015. Т. 14. № 2. С. 5–49.

3) Жамалетдинов А.А., Петрищев М.С. Квазитрехмерная модель электропроводности литосферы Фенноскандинавского щита по результатам экспериментов BEAR и FENICS // Доклады Академии наук. 2015. Т. 463. № 3. С. 337–342.

71. Закономерности формирования минерального, химического и изотопного состава Земли. Космохимия планет и других тел Солнечной системы. Возникновение и эволюция биосферы Земли, биогеохимические циклы и геохимическая роль организмов.

Исследована модель дегазации мантии Земли (состоящей из одного резервуара) основанная на данных ^{244}Pu - ^{238}U - ^{129}I – Xe изотопной системы. Показано, что (1) в главном резервуаре планеты, мантии, сохранилось менее 0.001 доли изначально содержавшегося количества стабильного изотопа ^{130}Xe (параметр дегазации менее 0.001); (2) темп дегазации в течение первых сотен миллионов лет эволюции Земли превышал современный темп дегазации примерно в 100 раз; (3) неотъемлемым следствием модели является длительное время диссипации Xe из атмосферы Земли, варьирующее в зависимости от значений используемых параметров от 500 до 1500 млн лет (ГИ КНЦ РАН, ИКИ РАН).

Публикации:

1) Tolstikhin I., Marty B., Porcelli D., Hofmann A. Evolution of volatile species in the earth's mantle: a view from xenology // *Geochimica Et Cosmochimica Acta*. 2014. V. 136. P. 229–246. Impact Factor 4,331. WoS, Scopus. DOI: 10.1016/j.gca.2013.08.034

2) Толстихин И.Н. Что говорят благородные металлы и благородные газы о формировании Земли. Тезисы XX Симпозиума по геохимии изотопов, ГЕОХИ, Москва, Акварель, 2013, 327-328. (0,1 а.л.)

3) Гудков А.В., Каменский И.Л., Мелихова Г.С., Скиба В.И., Токарев И.В., Толстихин И.Н. Третий-гелий-3 метод и его применение для датирования подземных вод (на примере



Кировского горнопромышленного района, Мурманская область) // Геохимия, 2014, №7, с.646-654.

72. Рудообразующие процессы, их эволюция в истории Земли, металлогенические эпохи и провинции и их связь с развитием литосферы. Условия образования и закономерности размещения полезных ископаемых.

На основе геолого-геофизических и изотопно-геохимических данных для Pt-Pd провинций – палеопротерозойской Восточно-Скандинавской на Балтийском щите и позднепалеозойской Норильской на Сибирском кратоне – выявлена плюмовая интракратонная природа для интрузий Балтийского щита и перикратонная - для норильских интрузий. Приведены геолого-геофизические и изотопно-геохимические данные по двум российским Pt-Pd провинциям: палеопротерозойской Восточно-Скандинавской на Балтийском щите и поздне-палеозойской Норильской на Сибирском кратоне. Обе провинции содержат крупнейшие магматогенные месторождения элементов платиновой группы (ЭПГ) двух типов: богатосульфидные ЭПГ-Cu-Ni и малосульфидные Pt-Pd. Мультидисциплинарные данные показывают, что Восточно-Скандинавская базитовая обширная изверженная провинция (ВСкБОИП) плюмовой природы является интракратонной, в которой магматизм не испытывал определяющего влияния субдукционных и иных контаминационных процессов, а Норильская провинция – перикратонная, с существенной коровой контаминацией интрузивных процессов. Соответственно, в ВСкБОИП преобладают малосульфидные Pt-Pd месторождения, а в Норильской провинции (НП) очень велика роль богатосульфидных ЭПГ-Cu-Ni месторождений. Обсуждаются изотопные данные (U-Pb, Sm-Nd, Rb-Sr), свидетельствующие о многостадийной и длительной (десятки миллионов лет) истории развития базитовых обширных изверженных провинций (BLIP's), об особенностях геохимии и металлогении плюмового магматизма с вероятными нижнемантийными источниками (ГИ КНЦ РАН, ИГГ УрО РАН).

Впервые выделена благороднометальная формация, связанная с колчеданными месторождениями палеопротерозойских рифтогенных структур Кольского региона. Установлены три типоморфные минеральные ассоциации: благороднометальная, скандий-ванадиевая и уран-редкоземельная. Благороднометальная ассоциация проявлена в двух парагенезисах: золото + минералы платиновых металлов + арсенопирит + леллингит и серебро + Sb-сульфосоли серебра + аргентопентландит + кварц. Экспериментами по электромагнитной сепарации колчеданных руд доказано концентрирование серебра в магнитной фракции, а золота и палладия в немагнитной (ГИ КНЦ РАН, ГоИ КНЦ РАН).

Породы Ковдорской фоскорит-карбонатитовой трубки формируют непрерывную серию, в которой содержание каждого порообразующего минерала (форстерит – гидроксилпатит – магнетит – кальцит) сначала постепенно возрастает за счёт всех предшествующих, а затем уменьшается из-за появления следующего по времени образования минерала. Состав и свойства добываемых минералов изменяются согласно концентрической зональности трубки: MnTi→MgAl→VTi (магнетит), Fe→Ca→SrLn (апатит), FeTi→Zr→ScNb



(бадделеит). Ресурсы Sc_2O_3 в бадделеите оцениваются в 420 тонн (ГИ КНЦ РАН, ЦНМ КНЦ РАН, ОАО «Ковдорский ГОК»)

Патент на изобретение № 2012132672/28(051780) от 06.09.2013г. "Способ определения платино-палладиевой и медно-никелевой металлогенической специализации базит-гипербазитового расслоенного массива архейского кристаллического щита" (авторы: Митрофанов Ф.П., Корчагин А.У., Баянова Т.Б., Жиров Д.В.). Достижение отмечено Дипломом Министерства образования и науки РФ за участие в выставке "Итоги реализации ФЦП «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса Российской Федерации на 2007 - 2013 годы».

Публикации:

1) Mikhailova J.A., Kalashnikov A.O., Sokharev V.A., Pakhomovsky Ya.A., Konopleva N.G., Yakovenchuk V.N., Bazai A.V., Goryainov P.M., Ivanyuk G.Yu. 3D mineralogical mapping of the Kovdor phoscorite-carbonatite complex (Russia) // *Mineralium Deposita*. 2015. DOI: 10.1007/s00126-015-0594-z;

2) Pripachkin P.V., Rundkvist T.V., Miroshnikova Y.A., Chernyavsky A.V. and Borisenko E.S. Geological structure and ore mineralization of the South Sopchinsky and Gabbro-10 massifs and the Moroshkovoe Lake target, Monchegorsk area, Kola Peninsula, Russia // *Mineralium Deposita*. 2015. V. 51. P. 973–992. Impact Factor 3,467. WoS, Scopus. DOI 10.1007/s00126-015-0605-0

3) Grebnev R. A., Rundkvist T. V., and P. V. Pripachkin. Geochemistry of Mafic Rocks of the PGE bearing Vurechuaivench Massif (Monchegorsk Complex, Kola Region) // *Geochemistry International*, 2014, Vol. 52, No. 9, pp. 726–739, 2014.

4) Волошин А. В., Карпов С. М., Исаенко С. И., Чернявский А. В., Сергеева Н. Е. Рамановская спектроскопия минералов ванадиевой ассоциации в колчеданных месторождениях Пирротиновое ущелье (Кольский регион, Россия) и Виханти (Финляндия) // *Зап. РМО*. 2014. Зап. РМО №4, 2014. с. 45-60.

5) Grebnev R. A., Рундквист Т. В., Припачкин П. В. Геохимия основных пород платиноносного массива Вурэчуайвенч (Мончегорский комплекс, Кольский регион) // *Геохимия*, 2014. № 9. С. 791-806.

73. Геология месторождений углеводородного сырья, фундаментальные проблемы геологии и геохимии нефти и газа, научные основы формирования сырьевой базы традиционных и нетрадиционных источников углеводородного сырья.

Выделен новый нефтегазоносный бассейн России - рифейские осадочные толщи Тимано-Варангерского пояса, что обосновывается геолого-геофизическими и изотопно-геохимическими данными. Оценка перспектив формирования крупных скоплений углеводородного сырья и, в том числе, сланцевого газа и нефти в терригенных толщах рифея Тимано-Варангерского пояса напрямую зависит от условий их геологического строения и геодинамической эволюции. Анализ полученных данных об изотопном составе углерода в газе из скважин показал, что его природа определяется смешением трех генетических типов.



С одной стороны наблюдается низкотемпературный газовый компонент биогенного происхождения, а с другой - глубинный газ абиогенной природы. На присутствие в пробах третьего типа указывает экстремальная облегченность исследованного изотопного состава углерода, что может быть вызвано тектоническим вскрытием микропористой структуры осадочного чехла рифейских отложений и поступлением в пространство газа рифейского возраста. Выделяемый нами новый, потенциально нефтегазоносный бассейн, с одной стороны характеризуется формированием захороненных на большие глубины мощных (до 12 км в прибрежной зоне п-ова Рыбачий) осадочных толщ пассивной окраины рифейского континента, а с другой - развитием в каледонское и герцинское время Норвежско-Мезенской системы рифтов (ГИ КНЦ РАН, ИО РАН им П.П. Ширшова РАН, АФ МГТУ).

Публикации:

1) Сорохтин Н.О., Лобковский Л.И., Козлов Н.Е., Новиков Н.Г., Никифоров С.Л., Богданова О.Ю. Эволюция Баренцевоморского бассейна и потенциальная нефтегазоносность прибрежной зоны Кольского региона // Доклады Академии наук. 2015. Т. 465. № 6. С. 1–4.

2) Сорохтин Н.О., Козлов Н.Е. Глазнев В.Н. Чикирёв И.В. Никифоров С.Л. Нефтегазоносность неопротерозойских осадочных комплексов Тимано-Варангерского пояса // Вестник Кольского научного центра РАН. 2015. № 4 (23). С. 3–11.

3) Сорохтин Н.О., Лобковский Л.И., Козлов Н.Е. Тимано-Варангерский пояс байкалид – новый нефтегазоносный бассейн России // Вести газовой науки. 2015. № 2 (22). С. 48–53.

4) Сорохтин Н.О., Лобковский Л.И., Никифоров С.Л., Козлов Н.Е. Геодинамическая эволюция нефтегазоносных бассейнов Карско-Баренцевоморского шельфа России // Арктика: экология и экономика. 2015. №2 (18). С. 14–25.

5) Сорохтин Н.О., Лобковский Л.И., Козлов Н.Е., Чикирёв И.В., Глазнев В.Н., Никифоров С.Л., Новиков Г.В., Нефтегазоносность неопротерозойских осадочных комплексов Тимано-Варангерского пояса. // Вестник МГТУ. Труды Мурманского государственного технического университета, т.17, №2, 2014, с.349 - 363.

74. Комплексное освоение и сохранение недр Земли, инновационные процессы разработки месторождений полезных ископаемых и глубокой переработки минерального сырья.

Открыто новое месторождение платинометалльных руд Северный Каменник в Нижнем расслоенном горизонте Западно-Панского массива (Кольский полуостров). Разработано ТЭО временных разведочных кондиций, технология обогащения комплексных малосульфидных платинометалльных руд, выполнен подсчет запасов месторождения и оценена экономическая эффективность его освоения. Запасы месторождения прошли экспертизу в ФБУ ГКЗ Федерального агентства по недропользованию и поставлены на государственный баланс (Протокол № 4172-оп от 17.04.2015 г.). (ГИ КНЦ РАН, ОАО «ПАНА»)

В результате многолетних работ в рамках научной Школы академика РАН Ф.П. Митрофанова на основе комплексных изотопно-геохронологических (U-Pb, Sm-Nd, Rb-Sr, Re-Os, $^3\text{He}/^4\text{He}$ -методы) и петролого-минералогических исследований обоснована кон-



цепция длительной и многоимпульсной эволюции палеопротерозойской рудно-магматической системы арктической части Фенноскандинавского щита и установлена мантийная природа источников, формировавших крупные месторождения стратегических видов минерального сырья - Pt-Pd, Co-Cu-Ni и Fe-Ti-V руд (ГИ КНЦ РАН).

Установлено, что количество примесей Na, REE и Si в составе хибинского фторапатита последовательно уменьшается по направлению от периферии и центра массива к Главной кольцевой структуре, сложенной фойдолитами и рихчорритами. В пределах этой структуры наиболее чистый апатит характерен для богатых руд крупных месторождений, где он освобождается не только от Na и REE, но и от Sr, локализующихся в пегматитах, метасоматитах и гидротермалитах в виде различных редких минералов (ГИ КНЦ РАН, ЦНМ КНЦ РАН).

Монография: Огородников В.Н., Кортеев В.А., Войтеховский Ю.Л., Щипцов В.В., Поленов Ю.А., Савичев А.Н., Нерадовский Ю.Н., Скамницкая Л.С., Бубнова Т.П., Гришин Н.Н., Белогурова О.А., Гершенков А.Ш., Коротеев Д.В. Морфогенетические типы и технология обогащения кианитовых руд. – Екатеринбург: РИО УрО РАН, 2013. – 310 с. ISBN: 978-5-7691-2364-1 Тираж 300 экз.

Публикации:

1) Корчагин А.У., Гончаров Ю.В., Субботин В.В., Грошев Н.Ю., Габов Д.А., Иванов А.Н. Отчет о результатах поисково-оценочных работ на платинометальном месторождении «Северный Каменник», ТЭО временных разведочных кондиций и подсчет запасов металлов платиновой группы, меди и никеля (по состоянию на 01.01.2015 г.). В 11 книгах, 5 папках. Фонды: ФГУ ТГФИ и ФГУНПП Росгеолфонд.

2) Нерович Л.И., Баянова Т.Б., Серов П.А., Елизаров Д.В. Магматические источники даек и жил Мончетундровского массива (Балтийский щит): результаты изотопно-геохронологических и геохимических исследований // Геохимия, 2014. № 7. С. 605-624. 6);

3) Чащин В.В., Баянова Т.Б., Серов П.А. Массив метабазитов Оспе-Лувтуайвенч (Кольский полуостров, Россия): геологическое строение, петро-геохимические и изотопно-геохронологические свидетельства принадлежности к Имандровскому комплексу расслоенных интрузий // Петрология, 2015. Т. 23. № 5. С. 459-489;

4) Bayanova T., Mitrofanov F., Serov P., Nerovich L., Yekimova N., Nitkina E. and Kamensky I. Layered PGE Paleoproterozoic (LIP) Intrusions in the N-E Part of the Fennoscandian Shield – Isotope Nd-Sr and $^3\text{He}/^4\text{He}$ Data, Summarizing U-Pb Ages (on Baddeleyite and Zircon), Sm-Nd Data (on Rock-Forming and Sulphide Minerals), Duration and Mineralization / Geochronology – Methods and Case Studies / Edited by Nils-Axel Möerner // INTECH, 2014. P. 143-193.

5) Коноплева Н.Г., Иванюк Г.Ю., Пахомовский Я.А., Яковенчук В.Н., Михайлова Ю.А. Типоморфизм фторапатита в Хибинском щелочном массиве (Кольский полуостров) // ЗРМО. 2013. № 3. С. 65–83.



78. Катастрофические эндогенные и экзогенные процессы, включая экстремальные изменения космической погоды: проблемы прогноза и снижения уровня негативных последствий.

Впервые в Кольском регионе обнаружены сейсмоосадки в озерных отложениях. Датирование осадков радиоуглеродным методом позволит установить время возникновения события, активизации и оживления новейших разломов и по совокупности данных – способствовать выяснению основных этапов проявления (периодов, импульсов) геодинамической активности внутриплатформенных территорий на новейшем этапе их развития (ГИ КНЦ РАН).

Публикации:

1) Николаева С.Б. Свидетельства сейсмических событий на побережье Мурмана в позднеледниковье и голоцене (северо-восток Балтийского щита) // Известия РГО. - 2013. –Т. 145. - Вып.4. - С.53-65.

2) Николаева С.Б. Складчатые деформации в позднеплейстоценовых отложениях Хибин (центральная часть Кольского полуострова): морфология и генезис // Вестник МГТУ. Труды Мурманского государственного технического университета. - 2014. - Т.17. - №2. - С. 329-339. (0.75 а.л.)

3) Николаева С.Б., Лаврова Н.Б., Толстобров Д.С., Денисов Д.Б. Реконструкция палеогеографических обстановок голоцена в районе озера Имандра (Кольский регион): результаты палеолимнологических исследований // Труды Карельского научного центра РАН. - 2015. - №5. - С. 34-47. (1.12 а.л.)

80. Научные основы разработки методов, технологий и средств исследования поверхности и недр Земли, атмосферы, включая ионосферу и магнитосферу Земли, гидросферы и криосферы; численное моделирование и геоинформатика: инфраструктура пространственных данных и ГИС-технологии.

Разработаны и апробированы на примере рудника Железный (КБАММ) научно-методические подходы и технологические решения к инженерно-геологическому и геомеханическому районированию в целях проектирования новых или модернизации действующих проектов геодинамически безопасной разработки глубоких горизонтов месторождений твёрдых полезных ископаемых открытым способом. Впервые в отечественной и зарубежной практике выполнено районирование массива пород рудника Железный в целях оптимизации работ по закреплению /стабилизации скальных уступов.

Разработана программа Layer («слой»), позволяющая моделировать плоские двухмерные фрагменты графеновой и фуллереновой поверхностей, например фрагмента графенового листа, содержащего пентагональные, гептагональные и др. циклы. Моделирование заключается в создании связного планарного графа, содержащего не более 1000 одно- двух- или трёхвалентных вершин (атомов структуры) и проведении между ними связей. Созданные графы сохраняются в специальных файлах. Программа также обеспечивает графическую настройку изображений графов, их перемещение, вращение и масштабирование.



Публикации:

1) Жиров Д.В., Сохарев В.А., Рыбин В.В., Климов С.А., Мелихова Г.С. Основные принципы и методические подходы к инженерно-геологическому и геомеханическому районированию в целях оптимизации работ по закреплению/стабилизации уступов карьера на примере массива пород рудника «Железный» ОАО «Ковдорский ГОК». - М.: ГИАБ. № 8. 2014. С. 45-57 (0,9 а.л.)

2) Жиров Д.В., Рыбин В.В., Климов С.А., Мелихова Г.С., Завьялов А.А. Проведение комплексного инженерно-геологического районирования для обоснования объектов и видов работ по закреплению/стабилизации уступов карьера с целью обеспечения безопасности горных работ в руднике «Железный» ОАО «Ковдорский ГОК». Часть 1. - СПб.: Типография ЛапинЪ. Инженерная Защита 02(02). 2014. С. 22-31. (0,82 а.л.)

3) Жиров Д.В., Рыбин В.В., Климов С.А., Мелихова Г.С., Завьялов А.А. Проведение комплексного инженерно-геологического районирования для обоснования объектов и видов работ по закреплению/стабилизации уступов карьера с целью обеспечения безопасности горных работ в руднике «Железный» ОАО «Ковдорский ГОК». Часть 2. - СПб.: Типография ЛапинЪ. Инженерная Защита 03(03). 2014. С. 16-25 (0,78 а.л.)

4) Войтеховский Ю.Л., Степенщиков Д.Г. Фуллерены как потенциальные коллекторы благородных металлов в углеродистых геологических формациях // Вестник МГТУ. 2015. Т. 18. № 2. С. 228–234.

5) Степенщиков Д.Г., Войтеховский Ю.Л. О структурных дефектах графена // Вестник МГТУ. Труды Мурманского государственного технического университета, Т. 17, №2, 2014. – С. 364-368.

13. Защищенные диссертационные работы, подготовленные период с 2013 по 2015 год на основе полевой опытной работы учреждения. Заполняется организациями, выбравшими референтную группу № 29 «Технологии растениеводства».

Информация не предоставлена

14. Перечень наиболее значимых публикаций и монографий, подготовленных сотрудниками научной организации за период с 2013 по 2015 год

Статьи в журналах:

1) Dokukina K.A., Kaulina T.V., Konilov A.N., Mints M.V., Van K.V., Natapov L., Belousova E., Simakin S.G., Lepekhina E.N. Archaean to Palaeoproterozoic high-grade evolution of the Belomorian eclogite province in the Gridino area, Fennoscandian Shield: Geochronological evidence // Gondwana Research. 2014. V. 25. Issue 2. P. 585–613. Impact Factor 8,235. WoS, Scopus. DOI: 10.1016/j.gr.2013.02.014

2) Lobach-Zhuchenko S.B., Balagansky V.V., Baltybaev Sh.K., Bibikova E.V., Chekulaev V.P., Yurchenko A.V., Arestova N.A., Artemenko, G.V., Egorova Yu.S., Bogomolov, E.S., Sergeev S.A., Skublov S.G., Presnyakov S.L. The Orekhov-Pavlograd Zone, Ukrainian Shield:



milestones of its evolutionary history and constraints for tectonic models // *Precambrian Research*. 2014. V. 252. P. 71–87. WoS, Scopus. Impact Factor 5,664. DOI: 10.1016/j.precamres.2014.06.027

3) Schingaro E., Kullerud K., Lacalamita M., Mesto E., Scordari F., Zozulya D., Erambert M., Ravna E.J.K. Yangzhumingite and phlogopite from the Kvaløya lamproite (North Norway): structure, composition and origin // *Lithos*. 2014. Impact Factor 4,482. WoS, Scopus. DOI: 10.1016/j.lithos.2014.09.020

4) Tolstikhin I., Marty B., Porcelli D., Hofmann A. Evolution of volatile species in the earth's mantle: a view from xenology // *Geochimica Et Cosmochimica Acta*. 2014. V. 136. P. 229–246. Impact Factor 4,331. WoS, Scopus. DOI: 10.1016/j.gca.2013.08.034

5) Pripachkin P.V., Rundkvist T.V., Miroshnikova Y.A., Chernyavsky A.V. and Borisenko E.S. Geological structure and ore mineralization of the South Sopchinsky and Gabbro-10 massifs and the Moroshkovoe Lake target, Monchegorsk area, Kola Peninsula, Russia // *Mineralium Deposita*. 2015. V. 51. P. 973–992. Impact Factor 3,467. WoS, Scopus. DOI 10.1007/s00126-015-0605-0

6) Pakhomova A.S., Danisi R.M., Armbruster T., Lazic B., Gfeller F., Krivovichev S.V., Yakovenchuk V.N. High-temperature induced dehydration, phase transition and exsolution in amicitite: A single-crystal X-ray study // *Microporous and Mesoporous Materials*. 2013. Vol. 182. P. 207–219. Impact Factor 3,209. WoS, Scopus. DOI: 10.1016/j.micromeso.2013.08.036

7) Ilyashuk E.A., Ilyashuk B.P., Kolka V.V., Hammarlund D. Holocene climate variability on the Kola Peninsula, Russian Subarctic, based on aquatic invertebrate records from lake sediments // *Quaternary Research*. 2013. V. 79. № 3. P. 350–361. Impact Factor 2,583. WoS, Scopus. DOI: 10.1016/j.yqres.2013.03.005

8) Balagansky V., Shchipansky A., Slabunov A. Gorbunov I., Mudruk S, Sidorov, M., Azimov P., Egorova S.; Stepanova A., Voloshin A. Archaean Kuru-Vaara eclogites in the northern Belomorian Province, Fennoscandian Shield: crustal architecture, timing, and tectonic implications // *International Geology Review*. 2015. V. 57. P. 1543–1565. Impact Factor 2,365. WoS, Scopus. DOI: 10.1080/00206814.2014.958578

9) Kaulina T. V., Sinai M.Y., Savchenko E.E. Crystallogenic models for metasomatic replacement in zircons: implications for U-Pb geochronology of Precambrian rocks // *International Geology Review*. 2015. V. 57. P. 1526–1542. Impact Factor 2,365. WoS, Scopus. DOI: 10.1080/00206814.2014.961976

10) Chashchin V.V., Bayanova T.B., Serov P.A. Ospe-Luvtuaivench massif of metabasic rocks, Kola Peninsula, Russia: geologic structure and petrogeochemical and isotope geochemical evidence for its relation to the Imandra complex of layered intrusions // *Petrology*. 2015. V. 23 P. 421–450. Impact Factor 1,231. WoS, Scopus. DOI: 10.1134/S0869591115050021

Монографии:

1) Mints M., Dokukina K., Konilov A., Philippova I., Zlobin V., Babayants P., Belousova E., Blokh Yu., Bogina M., Bush W., Dokukin P., Kaulina T., Natapov L., Piip B., Stupak V.,



Suleimanov A., Trusov A., Van K., Zamozhniaya N. East European Craton: Early Precambrian History and 3D Models of Deep Crustal Structure. The Geological society of America. Special Paper 510. 2015. 467 p. ISBN 978-0-8137-2510-9 DOI: 10.1130/9780813725109

2) Geochronology - Methods and Case Studies. Ed. Morner N-A. 2014. InTech. 204 p. ISBN 978-953-51-1643-1.

3) Колобов В.В., Баранник М.Б., Жамалетдинов А.А. Генераторно-измерительный комплекс «Энергия» для электромагнитного зондирования литосферы и мониторинга сейсмоактивных зон. – Санкт-Петербург, Петродворец. Изд. СПбГУ, «СОЛО», 2013. 240 с. ISBN 978-5-98340-300-0. Тираж 200 экз.

4) Нерадовский Ю.Н., Войтеховский Ю.Л. Атлас структур и текстур кристаллических сланцев Больших Кейв. – Апатиты: Изд-во К & М, 2013. – 114 с. Тираж 100 экз.

5) Огородников В.Н., Кортеев В.А., Войтеховский Ю.Л., Щипцов В.В., Поленов Ю.А., Савичев А.Н., Нерадовский Ю.Н., Скамницкая Л.С., Бубнова Т.П., Гришин Н.Н., Белогурова О.А., Гершенкоп А.Ш., Коротеев Д.В. Морфогенетические типы и технология обогащения кианитовых руд. – Екатеринбург: РИО УрО РАН, 2013. – 310 с. ISBN: 978-5-7691-2364-1 Тираж 300 экз.

6) Борисова В.В., Волошин А.В. Перечень минеральных видов Кольского региона // Изд. 5-е, испр. и доп. Апатиты: ГИ КНЦ РАН, КО РМО. 2015. 124 с. Тираж 300 экз.

7) Корсакова О.П. Геоморфология: учебно-методическое пособие по направлениям 05.03.01 «Геология» и 05.03.06 «Экология и природопользование». Мурманск: Изд-во МГТУ. 2015. 122 с. Тираж 100 экз.

8) Структура, свойства, состояние пород и геодинамика в геопространстве Кольской сверхглубокой скважины (СГ-3) / Ред. Ф.Ф. Горбачевич. С.-Пб.: Изд-во "Наука". 2015. 365 с. ISBN: 978-5-02-038413-2. Тираж 300 экз.

9) Евзеров В.Я. Минерагения рыхлого покрова Северо-Востока Балтийского щита. Мурманск, изд. МГТУ, 2014, 255 с. ISBN 978-5-86185-803-8. Тираж 500 экз.

10) Геология и стратегические полезные ископаемые Кольского региона. Труды XII Всероссийской (с международным участием) Ферсмановской научной сессии, посвящённой 80-летию со дня рождения акад. РАН Ф.П. Митрофанова. Апатиты, 6-7 апреля 2015 г. / Ред. Ю.Л. Войтеховский. – Апатиты: Изд-во К & М, 2015. – 396 с. ISSN 2074-2479. Тираж 100 экз.

15. Гранты на проведение фундаментальных исследований, реализованные при поддержке Российского фонда фундаментальных исследований, Российского гуманитарного научного фонда, Российского научного фонда и другие

На базе ГИ КНЦ РАН в период с 2013 по 2015 год всего выполнялось 23 научных грантов, наиболее важные из них:

1) РФФИ 13-05-12044 офи-м "Взаимодействие электромагнитных полей естественных и мощных искусственных источников КНЧ-СНЧ диапазона с земной корой и верхней



мантией на территории Балтийского щита с учётом влияния ионосферы, токов смещения и лунно-солнечных приливных деформаций (геология, физика Земли)", 2013–2015 гг., 7200 тыс. руб.;

2) РФФИ 13-05-12055 офи-м "Геолого-промышленные и генетические типы Pt-Pd, Cu-Ni и Cr месторождений раннепротерозойской плюмовой Восточно-Скандинавской базитовой обширной изверженной провинции", 2013–2015 гг., 5400 тыс. руб.;

3) РФФИ 15-35-20501-мол_a_вед "Геохимические, изотопные и минералогические индикаторы формирования малосульфидных Pt-Pd месторождений в протерозойских базит-ультрабазитовых массивах восточной части Фенноскандинавского щита", 2015–2016 гг., 3100 тыс. руб.;

4) РФФИ 11-05-00061 "Геолого-генетическая классификация и перспективы освоения платинометалльных объектов северо-восточной части Балтийского щита", 2011–2013 гг., 1005 тыс. руб.;

5) РФФИ 14-05-00443 "Определение времени проявления процессов сдвиговых деформаций и связанных с ними гидротермально-метасоматических рудоносных систем на основе изотопных, геохимических, структурных и петрофизических данных", 2014–2016 гг., 1380 тыс. руб.;

6) РФФИ 13-05-00493 "Геологические и изотопно-геохимические индикаторы сингенетических и эпигенетических сульфидных руд расслоенных мафит-ультрамафитовых интрузий", 2013–2015 гг., 1200 тыс. руб.;

7) РФФИ 13-05-00125 "Вариации упруго-анизатропных свойств пород разных фаций метаморфизма", 2013–2015 гг., 1140 тыс. руб.;

8) РФФИ 13-05-00647 "Комплексное использование изотопных трассеров (^3H - ^3He , $^{20}\text{Ne}/^{84}\text{Kr}$, ^2H , ^{18}O) для анализа источников и эволюции талых, поверхностных и подземных вод в условиях Крайнего Севера (Кольский полуостров)", 2013–2015 гг., 1150 тыс. руб.;

9) РФФИ 11-05-00791 "Плейстоцен-голоценовые осадки в озерных котловинах кольско-карельского побережья Белого моря: геодинамический и палеоклиматический аспекты", 2011–2013 гг., 1005 тыс. руб.;

10) РФФИ 14-05-31137 "Последовательность и кинематика деформаций в палеопротерозойском Лапландско-Кольском коллизиионном орогене и взаимосвязь с ними беломорских эклогитов", 2013–2015 гг., 800 тыс. руб.

16. Гранты, реализованные на основе полевой опытной работы организации при поддержке российских и международных научных фондов. Заполняется организациями, выбравшими референтную группу № 29 «Технологии растениеводства».

Информация не предоставлена



ИННОВАЦИОННЫЙ ПОТЕНЦИАЛ НАУЧНОЙ ОРГАНИЗАЦИИ

Наиболее значимые результаты поисковых и прикладных исследований

17. Поисковые и прикладные проекты, реализованные в рамках федеральных целевых программ, а также при поддержке фондов развития в период с 2013 по 2015 год

В результате выполненного проекта «Стратегические полезные ископаемые (МПП, Ni, Co, Cr, Cu) палеопротерозойских расслоенных базитовых массивов северо-востока Фенноскандинавского щита: закономерности образования, комплексные прогнозно-поисковые критерии и металлогенические модели» в рамках ФЦП «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2007-2012 годы» в 2013 году получен патент на изобретение № 2012132672/28(051780) от 06.09.2013г. "Способ определения платино-палладиевой и медно-никелевой металлогенической специализации базит-гипербазитового расслоенного массива архейского кристаллического щита" (авторы: Митрофанов Ф.П., Корчагин А.У., Баянова Т.Б., Жиров Д.В.). Достижение отмечено Дипломом Министерства образования и науки РФ за участие в выставке "Итоги реализации ФЦП «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса Российской Федерации на 2007 - 2013 годы».

Внедренческий потенциал научной организации

18. Наличие технологической инфраструктуры для прикладных исследований

-

19. Перечень наиболее значимых разработок организации, которые были внедрены за период с 2013 по 2015 год

1) За два десятилетия целенаправленных научных исследований, проведенных лабораторией платинометалльного рудогенеза в сотрудничестве с другими подразделениями ГИ КНЦ РАН, накоплен большой опыт прогнозирования, выявления и изучения платино-металльных объектов, созданы обширные базы данных. Получен патент на изобретение № 2012132672/28(051780) от 06.09.2013г. "Способ определения платино-палладиевой и медно-никелевой металлогенической специализации базит-гипербазитового расслоенного массива архейского кристаллического щита" (авторы: Митрофанов Ф.П., Корчагин А.У., Баянова Т.Б., Жиров Д.В.). Использование этого потенциала в практических поисково-оценочных целях в пределах Кольской платинометалльной провинции уже показало существенный экономический эффект, обусловленный открытием ряда новых месторожде-



ний, в числе которых Федоровотундровское – крупнейшее месторождение платиноидов в Европе. В результате разработки теоретических основ прогноза комплексного платино-металльного оруденения, всестороннего анализа закономерностей распределения и состава малосульфидных медь-никель-платинометалльных руд, а также тесной кооперации с горно-геологическими компаниями АО «Пана», «ВНР Интернэшнл Ресорсес», «Баррик Голд (Россия) ЛТД», ООО «Урал Минералз» и рядом других, в Федорово-Панском расслоенном магматическом комплексе с непосредственным участием сотрудников лаборатории открыты и поставлены на государственный баланс четыре месторождения платино-металльных руд с общим ресурсным потенциалом более 400 т Pt+Pd+Au. Опыт реализации научно-теоретических разработок при открытии и разведке месторождений Федоровотундровское, Восточное Чуарвы, Киевей и Северный Каменник свидетельствует о высокой экономической эффективности их внедрения в практическую геологию. Только иностранных инвестиций в изучение месторождений Федорово-Панского расслоенного массива привлечено более трех миллиардов рублей. Промышленные месторождения и перспективные рудопроявления малосульфидных платинометалльных руд, благодаря научному прогнозу, установлены также в массивах Вурэчуайвенч, Мончетундра и Волчѣтундра в Мончегорском рудном районе. Открытие этих месторождений существенно расширяет минерально-сырьевую базу важных высоколиквидных стратегических металлов Кольской платинометалльной провинции, второй по значимости в России.

2) Инженерно-геологическое и геомеханическое районирование массива пород карьера рудника Железный в целях оптимизации работ по закреплению (стабилизации) скальных уступов. Впервые в отечественной и зарубежной практике выполнено районирование массива пород рудника Железный в целях оптимизации работ по закреплению (стабилизации) скальных уступов. Внедрена в карьере рудника Железный (ОАО Ковдорский ГОК). Заказчик работ: ОАО Ковдорский ГОК. Генеральный исполнитель (главный контрактор) - ГИ КНЦ РАН. Соисполнители: ГоИ КНЦ РАН, ОАО МГРЭ, ФГУП ВИОГЕМ. Карта районирования использована при разработке Проекта освоения Ковдорского апатит-магнетитового месторождения 5 очереди, что позволяет пролонгировать эффективную деятельность предприятия и стабилизировать социально-экономическое положение г. Ковдор и Ковдорского района Мурманской области до 2040-2045 гг.

Карта районирования использована для обоснования и принятия решения об изменении конечного контура ЮВ борта карьера в целях обеспечения геодинамической безопасности. Объем дополнительных инвестиций в горно-капитальные работы составил примерно в 2 млрд. руб. Достигнутый эффект выражается в сохранении конструкции карьера в рабочем состоянии и предотвращении катастрофических опасных деформаций с возможными человеческими жертвами. Вскрытие опасных участков полностью подтвердило негативный прогноз, включая локализацию и геометрию всех опасных структур.

Карта районирования используется в крупномасштабном Проекте создания сети комплексного мониторинга на руднике Железный.



3) На примере массива пород карьера рудника Железный были разработаны и апробированы основы методики прогноза обрушений и деформаций. По результатам обоснования прогноза крупного потенциального обрушения на ЮВ участке борта карьера рудника Железный (АО Ковдорский ГОК) была изменена конструкция борта с капитальными инвестициями примерно 2 млрд. руб. (в ценах начала 2014 г.). Вскрытие уступов полностью подтвердило структуру разрывных нарушений, реконструированную по результатам 3D анализа. Тем самым были предотвращены катастрофические последствия с возможными жертвами и длительной остановкой производства. Достигнутый эффект от внедрения выражается в сохранении конструкции карьера в рабочем состоянии, сохранении рабочей зоны для добычи руды и предотвращении катастрофических опасных деформаций с возможными человеческими жертвами.

ЭКСПЕРТНАЯ И ДОГОВОРНАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ ОРГАНИЗАЦИИ

Экспертная деятельность научных организаций

20. Подготовка нормативно-технических документов международного, межгосударственного и национального значения, в том числе стандартов, норм, правил, технических регламентов и иных регулирующих документов, утвержденных федеральными органами исполнительной власти, международными и межгосударственными органами

-

Выполнение научно-исследовательских работ и услуг в интересах других организаций

21. Перечень наиболее значимых научно-исследовательских, опытно-конструкторских и технологических работ и услуг, выполненных по договорам за период с 2013 по 2015 год

Наиболее значимые работы, выполненные по договорам за отчетный период:

1) Инженерно-геологическое и геомеханическое районирование карьера рудника «Железный» ОАО «Ковдорский ГОК» для оптимизации работ по закреплению скальных уступов. Реальная 3D модель трещинной тектоники массива пород Ковдорского бабделейт-апатит-магнетитового месторождения (ОАО Ковдорский ГОК (2 договора), 2013–2015 гг., 11000 тыс. руб.)

2) Построение геолого-структурной 3D модели месторождений Апатитовый цирк, Равсымчорр, Кукисвумчорр и Юкспор, разрабатываемых АО "Апатит" с визуализацией собранной геологической информацией и фотографий структурных данных (Горный институт СПб 2015 г., 2000 тыс. руб.)



3) Выделение активных геологических структур в шахтном поле Объединенного Кировского рудника, определение зон их влияния в породном массиве (АО "Апатит" 2014–2015 гг., 2100 тыс. руб.)

4) Геолого-структурное изучение и создание 3D модели строения разрывной тектоники массива пород южного и юго-западного бортов карьера рудника Железный, с ранжированной оценкой разломов, трещин и других структурных неоднородностей по опасности для устойчивости уступов. Уточнение и заверка с поверхности положения основных структурных неоднородностей и геологического строения участков работ (МГРЭ, 2013 г., 1100 тыс. руб.)

5) Изотопно-геохимическое изучение пород и минералов (Томский ГУ, 870 тыс. руб.)

6) Восстановленный углерод в Земле: происхождение и распределение абиотического углеводорода (Университет штата Огайо, грант Альфреда Слоуна, 2013–2015 гг., 840 тыс. руб.).

7) Проведение XXXII Международная конференция «Щелочной магматизм Земли и связанные с ним месторождения стратегических металлов», (ГЕОХИ, 2015 г., 799 тыс.)

8) Корообразующие процессы, магматизм и осадконакопление юго-западной окраины Сибирского кратона и Центрально-Азиатского складчатого пояса на основании изотопно-геохимических и геохронологических данных (ИГМ СО РАН, 2013–2014 гг., 740 тыс. руб.)

9) Определение абсолютного возраста горных пород запада Анабарского щита (ФГУП ВСЕГЕИ, Санкт-Петербург (3 договора), 2013-2014 гг., 467 тыс. руб.)

10) U-Pb и Sm-Nd изотопные исследования цирконов и проб из магматических пород Забайкалья и Северной Монголии (ГИН СО РАН, 2013-2015 гг., 540 тыс. руб.)

Другие показатели, свидетельствующие о лидирующем положении организации в соответствующем научном направлении (представляются по желанию организации в свободной форме)

22. Другие показатели, свидетельствующие о лидирующем положении организации в соответствующем научном направлении, а также информация, которую организация хочет сообщить о себе дополнительно

Направленный поиск новых минеральных видов, открытие и исследование минералов с уникальными физическими свойствами, позволяющими использовать их в качестве молекулярных сит, ионообменников, катализаторов, нелинейно-оптических материалов и других целей. Определение условий их образования в природе и разработка рекомендаций по их синтезу. Синтез новых материалов – аналогов открытых минералов с функциональными свойствами, изучение их структуры и свойств, разработка методов модифицирования и определение перспективных направлений использования. Открыты около 30 новых минералов: анкилит-(La), армбрустерит, батагаит, горяиновит, елисеевит, ёнаит, епифано-



вит, иванюкит-Cu, иванюкит-Na, иванюкит-K, кампелит, кривовичевит, кукисвумит, пахомовскит, полежаеваит-(Ce), пункаруайвит, селивановаит, стронциофлюорит, тулюокит, уайтит-(CaMnMn), хенримейерит, хлорбартоит, церит-(La), чивруайит, чильманит-(Ce), чирвинскиит, эллингсенит, яковенчукит-(Y) и др.

Совместно с ИХТРЭМС КНЦ РАН проведены экспериментальные исследования по обогащению руд Колвицкого месторождения. Доказано, что в связи со сложным срастанием минеральных фаз отделение титана и железа в них невозможно механическими способами обогащения. В связи с этим начаты исследования возможности выделения железа методом восстановления, по технологии ранее предложенной для хибинского титаномагнетита (авт. патент № 2385962). Принципиальная схема технологии опубликована в трудах Международного совещания (Нерадовский и др., 2014). Новая схема обогащения позволяет на стадии рудоподготовки разделить ванадиевые минеральные фазы (магнетит и ульвошпинель) от Ti, Cu, Ni, Co (ильменит и сульфиды), которые в дальнейшем не смешиваются и перерабатываются по разным технологиям с целью выделения Fe, V, Ti, и Cu, Ni, Co продуктов.

ФИО руководителя

Макрушин



Подпись

Дата

Мор
11.05.2017

