



Институт геологии

Карельского научного центра РАН



ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Института геологии КарНЦ РАН в 2015 г.

ПО ПРОГРАММЕ ФУНДАМЕНТАЛЬНЫХ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫХ АКАДЕМИЙ НАУК
НА 2013–2020 гг. РАЗДЕЛ VIII. «НАУКИ О ЗЕМЛЕ»



ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО НАУЧНЫХ ОРГАНИЗАЦИЙ
ИНСТИТУТ ГЕОЛОГИИ КАРЕЛЬСКОГО НАУЧНОГО ЦЕНТРА
РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

**ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ
Института геологии КарНЦ РАН в 2015 г.**

по программе ФНИ государственных академий наук на 2013–2020 годы,
раздел VIII «Науки о Земле»

Петрозаводск
2016

УДК 55:001.89
ББК 26.3
О-75

Составители:
директор ИГ КарНЦ РАН, д.г.-м.н. В.В. Щипцов;
зам. директора по научной работе,
д.г.-м.н. С.А. Светов;
ученый секретарь к.г.-м.н. А.В. Первунина

О-75 **ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ ИНСТИТУТА ГЕОЛОГИИ КарНЦ РАН в 2015 г.**
по программе фундаментальных научных исследований государственных академий наук на 2013–2020
годы. Раздел VIII. Науки о Земле. Петрозаводск: Карельский научный центр РАН, 2016. 30 с.
ISBN 978-5-9274-0711-8

В данном издании по решению Ученого совета ИГ КарНЦ РАН приведены основные результаты научных исследований, включенных в план НИР института по программе фундаментальных научных исследований государственных академий на 2013–2020 гг., утвержденной распоряжением Правительства РФ 3 декабря 2012 г. № 2237. Результаты выделены в три раздела, соответствующие главным направлениям научных исследований института по Постановлению Президиума РАН от 25 марта 2008 г. Материалы, изложенные в сжатом виде и сопровождаемые иллюстрациями, позволяют получить представление об исследованиях, выполненных коллективом института в 2015 г. В конце каждого раздела, посвященного завершенной теме, приводится список основных публикаций. Выпуск содержит несколько приложений, раскрывающих содержание научно-вспомогательной деятельности института.

УДК 55:001.89
ББК 26.3

ISBN 978-5-9274-0711-8

© Институт геологии КарНЦ РАН, 2016



ПРЕДИСЛОВИЕ

В данном издании в краткой форме подведены основные результаты научных исследований и научно-организационных мероприятий Института геологии Карельского научного центра РАН за 2015-й год.

Институт выполнял плановую научно-исследовательскую работу в рамках сокращенного бюджета и неоднозначной политики реструктуризации академической науки в стране, когда меняются приоритеты и методы управления исследованиями. Туманность многих положений затянувшейся реформы не прибавляет оптимизма, но хочется верить, что мы будем востребованы и получим достойную оценку нашего труда. Таким образом, даже сегодня, в непростое время, наш коллектив отдает себя служению России.

В 2015-м году проведены исследования по 8 темам Программы фундаментальных научных исследований государственных академий наук на 2013–2020 гг., а также проектам по Программам Президиума РАН, ОНЗ РАН, РФФИ, ПетрГУ, международным и хозяйственным договорам.

Институт активно участвовал в разработке плана мероприятий и экспертной оценке Федеральной целевой программы развития республики Карелия до 2020 года.

Институт является учредителем двух малых научных предприятий: «Шунгитон» и «Карбон-Релиз». На площадке Ботсада ПетрГУ функционирует Геофизическая обсерватория при участии Полярного геофизического института КНЦ РАН, СПбФ ИЗМИРАН ПетрГУ.

Результаты исследований опубликованы в различных изданиях. Среди этих работ следует отметить научный труд «Костомукшский рудный район (геология, глубинное строение и минерогения)», отв. ред. В. Я. Горьковец, Н.В. Шаров. Петрозаводск: Карельский научный центр РАН, 2015. 322 с. (при финансовой поддержке ОАО «Карельский окатыш»), а также выпуск «Mining Road»/Publishing Editor V.Shekov. Эта книга издана при финансовой поддержке Европейского Союза, Российской Федерации и Финляндии.

Очень важным в масштабе всей отечественной геологии стала XII Российская петрографическая конференция (с международным участием) с проводимыми обзорными геологическими экскурсиями. Гостями-участниками конференции были многие видные ученые-геологи страны, среди которых академики РАН О.А. Богатиков, В.А. Коротеев, В.В. Ярмолук; член-корреспонденты РАН В.А. Глебовицкий, И.В. Гордиенко, Н.А. Горячев, С.П. Кориковский, А.В. Самсонов, Ю.Г. Сафонов, В.С. Шацкий; д.г.-м.н. В.В. Акинин, А.А. Арзамасцев, Ю.Л. Войтеховский, А.М. Курчавов, К.В. Лобанов, М.В. Минц, А.Л. Перчук, А.М. Пыстин, В.Ф. Смолькин, Е.В. Шарков, Л.Н. Шарпенко и др.

Институт принимал ученых в области экологической геологии, весомо обозначив свой вклад в развитие нового научного направления для института. В Петрозаводске прошла XXVI молодежная научная школа-конференция по актуальным проблемам геологии, геофизики и геоэкологии, посвященная памяти флагманов геологии докембрия чл.-корр. АН СССР К.О. Кратца и академика РАН Ф.П. Митрофанова. Состоялась ежегодная конференция студентов, аспирантов и молодых ученых «Науки о Земле: задачи молодых ученых». Научная сессия института «Листая страницы истории четвертичной геологии Карелии» состоялась в апреле, в канун Дня геолога, а в конце декабря на научной сессии подводились итоги по основным результатам научных исследований Института геологии КарНЦ РАН по Программе фундаментальных научных исследований государственных академий наук за период 2013–2015гг.

В г. Белгороде на базе Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова проходил 10-й семинар по технологической минералогии, в котором участвовала большая группа сотрудников. Организаторами семинара были Комиссия по технологической минералогии РМО, Белгородский государственный технический университет им. В.Г. Шухова, Институт геологии КарНЦ РАН. По материалам 9-го Российского семинара по технологической минералогии, который состоялся в 2014 г. в г. Магнитогорске на базе Магнитогорского государственного технического университета им. Г.И. Носова, вышел в свет сборник научных статей «Технологическая минералогия природных и техногенных месторождений» под редакцией В.В. Щипцова.

Сотрудники института участвовали в работе многих совещаний, где выступали с заказными, пленарными и секционными докладами, некоторые из которых приводятся ниже:

Международные. IV Международная научно-практическая конференция молодых учёных и специалистов памяти академика А.П. Карпинского (16–20 февраля, Санкт-Петербург); 12-й ежегодный международный геофизический научно-практический семинар «Применение современных электроразведочных технологий при поисках месторождений полезных ископаемых» (18–19 марта, Санкт-Петербург); XIV Convention of Mineralogical Society of India & National Seminar on Recent Advances in Research on Precambrian Terrains in India (31 марта, Майсур, Индия); Международная научно-практическая конференция «Новые идеи в науках о Земле» (8–10 апреля, Москва); Совместная ассамблея Американского союза наук о Земле – AGU Joint Assembly (3–7 мая, Монреаль, Канада); Международная научно-практическая конференция «Строительный камень юго-восточной Фенноскандии: от геологии до архитектуры» (28–29 мая, Выборг); International workshop on the geology of Northeast Asia and the geophysical character of Asian continental margin (2–3 июня, Пекин, Китай); 15th Anniversary SGEM GeoConferences (16–25 июня, Албена, Болгария); Международный конгресс «SPIE Optical Metrology 2015» (22–25 июня, Мюнхен, Германия); Международная научно-техническая конференция «Поликомтриб-2015» (23–26 июня Гомель, Беларусь); International Conference «Advanced Carbon Nanostructures» (ACNS`2015) (29 июня – 3 июля, Санкт-Петербург); XXXII международная конференция «Щелочной магматизм Земли и связанные с ним месторождения стратегических металлов» (7–14 августа, Апатиты); 2015 Goldschmidt Conference (16–21 августа, Прага); XV Международное совещание «Россыпи и месторождения кор выветривания: изучение, освоение, экология» (PKB-2015) (24–28 августа, Пермь); XXIII международная конференция «Лазерно-информационные технологии в медицине, биологии, геоэкологии и транспорте – 2015» (7–11 сентября, Новороссийск); Международная научная конференция «Восьмые научные чтения памяти Ю.П. Булашевича “Глубинное строение, геодинамика, тепловое поле Земли, интерпретация геофизических полей”» (14–18 сентября, Екатеринбург); Десятая международная сейсмологическая школа «Современные методы обработки и интерпретации сейсмологических данных» (14–18 сентября, Баку, Азербайджан); Международная конференция «Индустриальное наследие: перспективы устойчивого развития сферы туризма» (18 сентября, Рига, Латвия); IV Международная конференция «Проблемы управления, обработки и передачи информации – УОПИ-2015 (22–25 сентября, Саратов); X Международная научно-практическая конкурс-конференция молодых специалистов «ГЕОФИЗИКА-2015» (5 октября – 9 октября, Петергоф); 2015 IAGR Annual Convention & 12th International Conference on Gondwana to Asia (21–23 октября, Цукуба, Япония); Международная научно-практическая конференция «Промышленные минералы: проблемы прогноза, поисков, оценки и инновационные технологии освоения месторождений» (9–13 ноября, Казань); Научная конференция с международным участием «Геохронология и рудоносность докембрия и фанерозоя» (к 110 годовщине со дня рождения Н.П.Семененко) (17–18 ноября, Киев, Украина); V международная конференция «Горнодобывающая промышленность Баренцева Евро-Арктического региона:

взгляд в будущее» (19–20 ноября, Кировск); X Международный научно-практический симпозиум «Экологические, инженерно-экономические и правовые аспекты системы жизнеобеспечения» (1–2 декабря, Ганновер, Германия).

Российские. XLVII Тектоническое совещание «Тектоника и геодинамика континентальной и океанической литосферы: общие и региональные аспекты» (3–7 февраля, Москва); Годичная сессия Научного совета РАН по проблемам геоэкологии, инженерной геологии и гидрогеологии, «Сергеевские чтения» (19–20 марта, Москва); V Всероссийская научно-практическая конференция «Геология и минерально-сырьевые ресурсы Северо-востока России» (31 марта – 2 апреля, Якутск); XII Всероссийская (с международным участием) Ферсмановская научная сессия, посвященная 80-летию со дня рождения академика РАН Ф.П. Митрофанова (6–7 апреля Апатиты); LXI сессия Палеонтологического общества «Современные проблемы палеонтологии» (13 – 17 апреля, Санкт-Петербург); X Всероссийская научно-практическая конференция, посвященная Всемирному дню Земли и 60-летию юбилею кафедры экономической географии Красноярского государственного педагогического университета им. В.П. Астафьева (23 апреля, Красноярск); VI Российская конференции по изотопной геохронологии «Изотопное датирование геологических процессов: новые результаты, подходы и перспективы» (2–5 июня, Санкт-Петербург); Всероссийская научная конференция с международным участием «Актуальные проблемы палеогеографии и стратиграфии плейстоцена», Марковские чтения 2015 года (8–11 июня, Москва); Всероссийское литологическое совещание с международным участием «Геология рифов» (15 – 17 июня, Сыктывкар); Первая российская конференция «Графен: молекула и 2D-кристалл» (8–12 сентября, Новосибирск); Всероссийская научно-практическая конференция по музейной педагогике «Образовательный туризм и историко-культурное наследие: музейные практики и перспективы развития» (23 сентября, Петрозаводск); VIII Всероссийская школа-семинар студентов, аспирантов и молодых учёных по направлению «Диагностика наноматериалов и наноструктур» (14 – 18 сентября, Рязань); V Всероссийская геоботаническая школа-конференция с международным участием (4–9 октября Санкт-Петербург); XII Съезд Российского минералогического общества «Минералогия во всем пространстве сего слова» (12–16 октября, Санкт-Петербург); 8-я межрегиональная научно-краеведческая конференция «Геологическое и горно-индустриальное наследие Карелии в образовании, музейном деле и туризме» (23 октября, Петрозаводск); VIII Всероссийское литологическое совещание «Эволюция осадочных процессов в истории Земли» (27–30 октября, Москва).

29 июня 2015 г. в г.Казани в Доме Правительства РТ под председательством Президента Татарстана Рустама Минниханова состоялось заседание совета директоров ОАО «Татнефтехиминвест-холдинг». Заведующий лабораторией шунгитов В.И. Ковалевский выступил с докладом о шунгитовых породах Карелии и их эффективном использовании.

В г. Джанси (штат Мадхья-Прадеш, Индия) подписан Меморандум о сотрудничестве между Институтом геологии

КарНЦ РАН и Бунделханским Университетом (февраль 2015).

6–7 мая в г. Конгсберге (Норвегия) состоялась очередная рабочая встреча по проекту FODD. В ней приняли участие представители Геологических служб Норвегии, Финляндии, Швеции, компании «Минерал» (Санкт-Петербург) и Института геологии КарНЦ РАН.

Почетной грамотой Республики Карелия награждена д.х.н. Н.Н. Рожкова за заслуги перед республикой и многолетний добросовестный труд.

В.В. Щипцов избран Почетным членом Российского минералогического общества.

П.А.Рязанцев, выпускник кафедры геологии и геофизики ПетрГУ, защитил кандидатскую диссертацию на ученом совете Горного университета (СПб). Молодые ученые института А.И. Родионов и З.И. Слукровский стали победителями конкурса на лучший инновационный проект по программе «У.М.Н.И.К.», проводимого Фондом содействия развитию малых форм предприятий в научно-технической сфере.

В конце 2015-го года трое молодых специалистов института (З.П. Рыбникова, П.А. Рязанцев и З.И. Слукровский) получили поддержку РФФИ для выполнения инициативных научных проектов, выполняемых молодыми учеными («Мой первый грант»).

На XIV общероссийском форуме «Стратегическое планирование в регионах и городах России» институт награжден Дипломом за лучший проект приграничного сотрудничества Россия-ЕС, как ведущий партнер проекта «КАЗ34 “Горная дорога” (Mining Road)». Диплом подписан директором Департамента развития межрегионального и приграничного сотрудничества Министерства экономического развития РФ Р.М. Абрамяном и генеральным директором МЦСЭИ «Леонтьевский центр» И.А. Карелиной.

Введен в действие сайт Группы горно-индустриального и геологического наследия института (miningroads.ru), для которого разработаны сервисы: Интерактивная карта Республики Карелия, «Тур-маркет». Еженедельно размещаются актуальные материалы по теме работ, горно-геологического и экологического туризма в Карелии.

Весной 2015 г. прошла фотовыставка «Рускеала: тайна глубины». Организаторы выставки: Институт геологии КарНЦ РАН, Русское географическое общество, Горный парк «Рускеала». В подготовке и проведении оказали поддержку туристская компания «Колмас. Карелия» (Сортавала), туристская компания «Карелия Гид» (Санкт-Петербург),

Проект «Cave Lighting» (компания «Germtec»), Корпорация «Nikon».

В ноябре первый заместитель министра природных ресурсов и экологии Российской Федерации Д.Г. Храмов посетил Институт геологии КарНЦ РАН.

На чемпионате России по тхэнвондо (ТКВ) в весовой категории до 67 кг обладательницей «золота» в олимпийском виде спорта стала аспирантка института О.М. Джамансартова.

В конце 2015 г. завершили обучение в очной аспирантуре О.А. Максимов, В.А. Мещерякова, З.П. Рыбникова, Р.В. Садовничий и А.А. Фролов с предоставлением в ближайшее время законченных работ. Институт возлагает большие надежды на молодые научные кадры и верит в их потенциал!

В 2016-м году институт открывает страницы своего 55-летнего существования. За этот период сделан большой вклад в изучение геологического строения и выяснение фундаментальных закономерностей эволюции геологических процессов и закономерностей размещения и условий образования полезных ископаемых литосферы юго-восточной части Фенноскандинавского щита и прилегающих районов. Исследованы новые виды минерального сырья. Институт отличает многопрофильность проводимых исследований в области наук о Земле. Успех развития геологии докембрия во многом связан с комплексностью исследований, что привело к развитию комплексных междисциплинарных и межрегиональных исследований.

Институт геологии является признанным лидером по комплексному изучению геологии Карелии и сопредельных территорий от архея до наших дней. Сегодня Институт геологии КарНЦ РАН занимает одну из ключевых позиций при разработке стратегии и осуществления практического использования природных ресурсов Северо-Запада России.

Директор Института геологии КарНЦ РАН,
д.г.-м.н., заслуженный деятель науки РФ и РК
В.В. Щипцов



QR-код интернет
портала Института
геологии КарНЦ РАН

Основные результаты исследований:

I – Научное направление исследований ИГ КарНЦ РАН:

«СТРОЕНИЕ, СОСТАВ, УСЛОВИЯ ФОРМИРОВАНИЯ, ЭВОЛЮЦИЯ ЛИТОСФЕРЫ ФЕННОСКАНДИНАВСКОГО ЩИТА И ГЛОБАЛЬНЫЕ КОРРЕЛЯЦИИ ДОКЕМБРИЯ»

Координаторы: Кожевников В.Н., д.г.-м.н.; Слабунов А.И., д.г.-м.н.

Разделы программы ФНИ государственных академий наук на 2013–2020 годы, раздел VIII «Науки о Земле»:

- 66. Геодинамические закономерности вещественно-структурной эволюции твердых оболочек Земли
- 67. Фундаментальные проблемы развития литогенетических, магматических, метаморфических и минералообразующих систем
- 68. Периодизация истории Земли, определение длительности и корреляция геологических событий на основе развития методов геохронологии, стратиграфии и палеонтологии
- 72. Рудообразующие процессы, их эволюция в истории Земли, металлогенетические эпохи и провинции и их связь с развитием литосферы. Условия образования и закономерности размещения полезных ископаемых

Тема №200: «ГЕОЛОГИЯ, ПЕТРОЛОГИЯ И ГЕОХРОНОЛОГИЯ УНИКАЛЬНЫХ ДОКЕМБРИЙСКИХ ЭКЛОГИТОВ И ОДНОВОЗРАСТНЫХ С НИМИ МАГМАТИЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ ФЕННОСКАНДИНАВСКОГО ЩИТА – КАК ОСНОВА ГЕОДИНАМИЧЕСКИХ РЕКОНСТРУКЦИЙ РАННЕЙ ЗЕМЛИ». Научный руководитель темы: зав.лаб., д.г.-м.н. Слабунов А.И. Исполнители: Володичев О.И. – г.н.с., д.г.-м.н.; Степанов В.С. – вед. н.с., к.г.-м.н.; Король Н.Е. – с.н.с., к.г.-м.н.; Степанова А.В. – в.н.с., к.г.-м.н.; Сибелев О.С. – с.н.с., к.г.-м.н.; Егорова С.В. – м.н.с.; Максимов О.А. – м.н.с. Инженерно-технический персонал: Щипцова Н.И. – вед. геолог, Кузенко Т.И. – вед. геолог, Карпова А.К. – ст. лаб., Шевцова Н.Ю. – ст. лаб.-т. (лаборатория петрологии и тектоники; аналитическая лаборатория)

Тема № 201 «ВРЕМЕННЫЕ И РЕГИОНАЛЬНЫЕ ЗАКОНОМЕРНОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ И РАЗВИТИЯ МИНЕРАЛЬНЫХ, ГЕОХИМИЧЕСКИХ И БИОЛОГИЧЕСКИХ СИСТЕМ В КАРЕЛЬСКОМ РЕГИОНЕ: ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЙ И ИННОВАЦИОННЫЙ АСПЕКТЫ». Научный руководитель: зав.лаб., д.г.-м.н. Кожевников В.Н. Исполнители: Светов С. А.- рук. лаб., д.г.-м.н.; Кулешевич Л.В. – в.н.с., к.г.-м.н.; Макарихин В.В. – в.н.с., к.г.-м.н.; Медведев П.В. – с.н.с., к.г.-м.н.; Филиппов М.М. – зав.лаб., д.г.-м.н.; Дейнес Ю.Е. – м.н.с.; Дмитриева А.С.- м.н.с. Инженерно-технический персонал: Кожевникова О.Л. – ст.картограф, Криван М.Э. – ст.геолог (лаборатория региональной геологии и геодинамики; геохимии и моделирования природных и техногенных процессов; генезиса шунгитовых месторождений; аналитическая лаборатория)

Тема № 203: «РАННЯЯ ЗЕМНАЯ КОРА ЮГО-ВОСТОЧНОЙ ФЕННОСКАНДИИ: МОДЕЛИ ФОРМИРОВАНИЯ И ПРЕОБРАЗОВАНИЯ В АРХЕЕ И ПАЛЕОПРОТЕРОЗОЕ». Научные руководители темы – рук.лаб., д.г.-м.н. Светов С.А. и г.н.с., д.г.-м.н. Куликов В.С. Исполнители: Куликова В.В. – вед.н.с. д.г.-м.н.; Назарова Т.Н. – н.с.; Гоголев М.А. – м.н.с.; Рыбникова З.П. – м.н.с. (лаборатория геохимии и моделирования природных и техногенных процессов; группа регионального петрографического совета по Северо-Западу России; аналитическая лаборатория).

- Составлен макет Геологической карты Юго-Восточной Фенноскандии м-ба 1:750 000 (вкладка, **рис.1**, ред. Куликов В.С.), территориально охватывающей Республику Карелия и окружающие ее районы Мурманской, Архангельской, Вологодской и Ленинградской областей, а также Восточной Финляндии общей площадью около 390 000 км². Разработана новая легенда, отличающаяся от легенд государственных геологических карт м-ба 1:200 000 и 1:1 000 000, базирующаяся на Международной шкале геологического времени [Ogg et al., 2008] для уровней зон и эр. Более мелкие подразделения (периоды и суперпериоды в протерозое и их аналоги – геоны в архее) выделены с учетом региональных хроно стратиграфических подразделений и авторских разработок. Принята новая система цифровых условных обозначений для стратиформных и интрузивных образований и их цветовая гамма, сходная с главными фанерозойскими стратонами. Легенда имеет матричную форму, что обеспечивает корреляцию одновозрастных геологических объектов, развитых в разных тектонических провинциях, которые показаны на врезке – схеме тектонического районирования ЮВ Фенноскандии. В легенде отражены современные взгляды на историю формирования земной коры в течение 9 главных этапов с их специфическими тектоническими режимами в период 3.5 – 0.26 млрд. лет. В основу карты положены авторские материалы сотрудников ИГ с использованием опубликованных работ других организаций России (ВСЕГЕИ, ПГО Севзапгеология и Архангельскгеология, ГИН РАН, ГИ КНЦ РАН, Полярная МГРЭ, Карельская и Петербургская геологические экспедиции) и Финляндии. Презентация карты состоялась на XII Всероссийском петрографическом совещании.

- Анализ проявления неархейских коллизионно-аккреционных процессов на Канадском, Фенноскандинавском и Каапвальском кратонах позволяет предположить, что эти литосферные фрагменты составляли единый суперконтинент, в котором существовала коллизионная сутура (**Рис. 2**). (Совместно с геологическим факультетом МГУ)



Рис.2. Реконструкция суперконтинента Кенорленд в неархее (2.7 млрд лет) и положение коллизионной сутуры (Slabunov, Lubnina, 2015).

- Изучение геохимии граната, омфацита и циркона из эклогитов Гридинского меланжа, позволило сопоставить расчетные и измеренные содержания малых элементов в данных минералах и доказать, что они являются равновесными (**рис.3**). Оценка изотопного возраста данных цирконов указывает на то, что он неархейский (около 2.7 млрд лет). Этот факт подтверждает правильность сделанного ранее вывода об архейском возрасте эклогитов в р-не с. Гридино (Володичев и др., 2004) и формировании их в результате «теплой» субдукции.

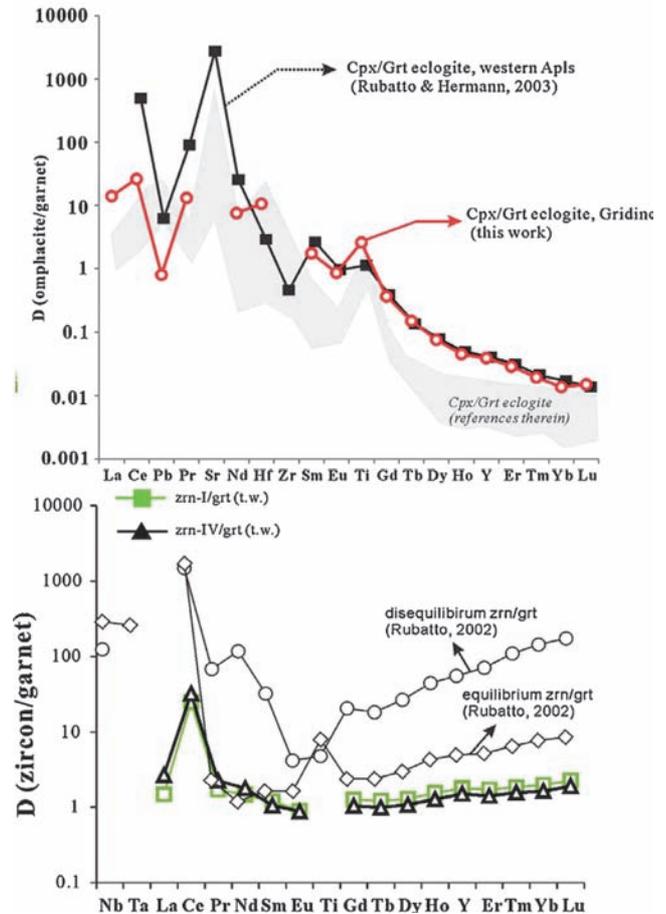


Рис.3. Диаграммы коэффициентов распределения малых элементов в системах омфацим-гранат ($D_{omp/grt} = C_{omp}/C_{grt}$) и циркон-гранат ($D_{Zr/grt} = C_{Zr}/C_{Grt}$) для эклогита района Гридино, доказывающие что омфацим, гранат и циркон равновесны. Изотопный возраст циркона, а значит и эклогита – архейский (около 2.7 млрд лет).

- Изучение геологии, петрологии и возраста цоизитов, которые вместе с эклогитами составляют обломочную часть тектонического меланжа Гридинского эклогитсодержащего комплекса Беломорской провинции Фенноскандинавского щита показало, что их протолитом являются анортозиты (с возрастом 2745 млн лет), преобразованные в неархее (2720 млн лет назад) в цоизититы в условиях эклогитовой фации с участием метасоматических процессов, а позднее (2680 млн лет назад) претерпевшие ретроградные преобразования в высокобарических (10–14 Кбар) условиях. Для объяснения полученных данных предложена новая геодинамическая модель формирования Гридинского эклогитсодержащего меланжа (**рис.4**), включающая стадию неархейской континентальной субдукции. (Совместно с Пекинским университетом, Китай)

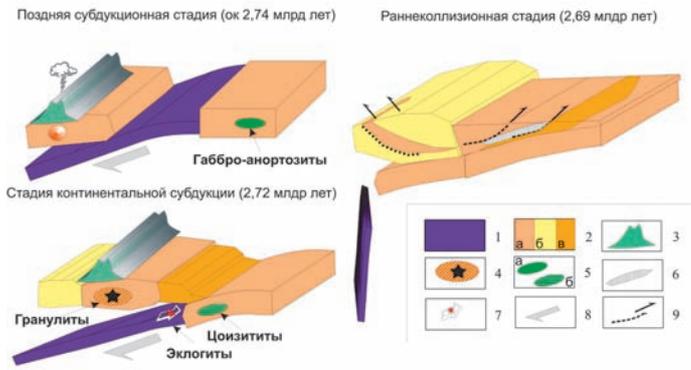


Рис.4. Геодинамическая модель формирования Беломорской неоархейской аккреционно-коллизонной системы в период 2.75 – 2.69 млрд лет. Условные обозначения. 1 – океаническая литосфера; 2 – континентальная литосфера (а – с возрастом 3.0–2.8 млрд лет (микроконтиненты Керетьского и Толппио), б – с возрастом 2.9–2.8 млрд лет; в – с возрастом около 2.72 млрд лет); 3 – субдукционный вулканизм (например, Северо-Карельского зеленокаменного пояса); 4 – гранулиты надсубдукционные (например, Поньгомнаволоцкий комплекс); 5 – габбро-анортозитовые массивы (а) и цоизиты (б), образовавшиеся по ним; 6 – эклогитсодержащий меланж; 7 – эклогиты и направление их эксгумации; 8 – направление субдукции; 9 – покровы и надвиги.

● Получены петрологические свидетельства (соотношение симплектитов и гомогенных кристаллов омфацитов, особенности зональности в сосуществующих гранатах) двукратного проявления процессов эклогитизации в породах Гридинского меланжа (рис.5).

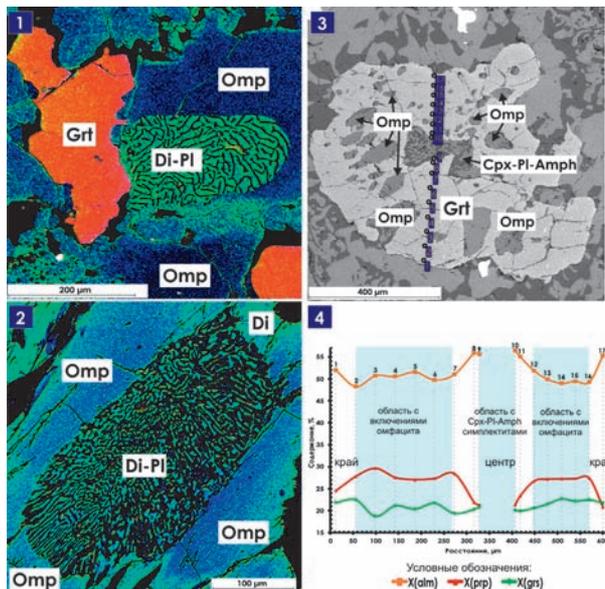


Рис.5. BSE-изображения (1–3) гранат-омфацитовой минеральной ассоциации и вариации состава граната (4) эклогитов гридинского меланжа: (1, 2) – соотношение ранних дактилитовых диопсид-плагиоклазовых симплектитов и более позднего омфацита; (3) – Зональный полиминеральный кристалл граната, в его центральной части – парагенетичные включения диопсид-плагиоклазовых симплектитов и амфибола, в краевой – гранат равновесен с включениями омфацита; (4) – Диаграмма изменений химического состава граната по профилю 1–17 (см. 3).

● На основе анализа соотношений палеопротерозойских мафических даек с Гридинским меланжем выделены разновозрастные деформации и эволюция его структуры. Установлено, что формирование неоархейского

эклогитсодержащего меланжа было связано с дезинтеграцией крупных эклогитовых пластин в ходе субгоризонтального пластического течения. Палеопротерозойские дайки имеют секущее соотношение со всеми более ранними структурами, поэтому являются важным репером для разделения неоархейских и палеопротерозойских процессов (рис.6). Постдайковые деформации не оказали существенного влияния на неоархейскую структуру Гридинского меланжа (Совместно с ИГЕМ РАН).

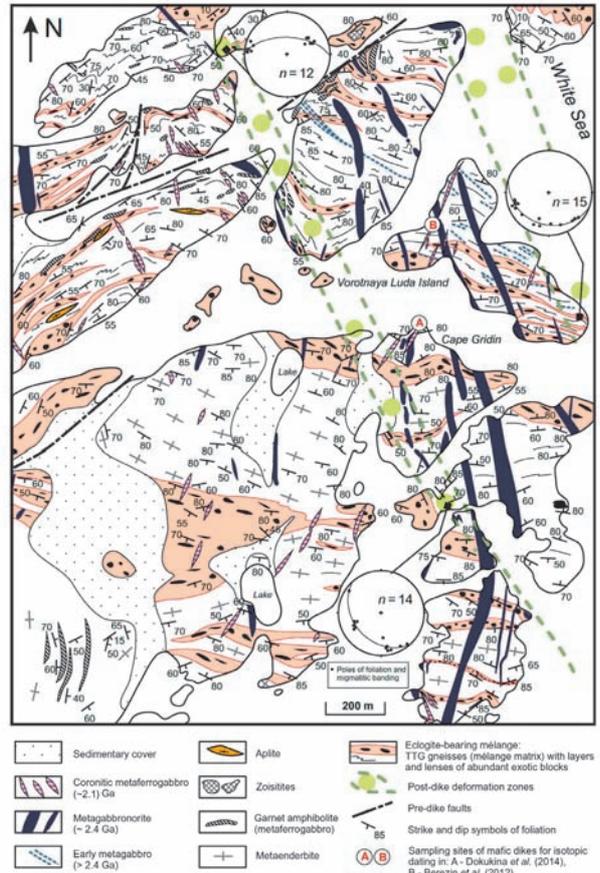


Рис.6. Схема геологического строения района с. Гридино

● Анализ геохронологических данных, полученных в последние годы для базитов российской части Карельского кратона и известных ранее (Hanski, 2013) показал существование дискретного ряда внутриплитных базитов: 2505, 2450, 2404, 2310, 2221, 2140, 1980, 1968, 1956 млн лет (рис.7).

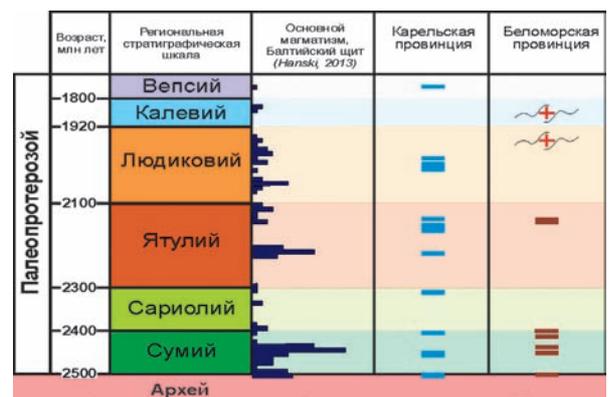


Рис.7. Сопоставление последовательности эндогенных событий в Карельской и Белморской провинциях Фенноскандинавского щита в палеопротерозое. Составлена с использованием опубликованных (Hanski, Melezhik, 2013, Stepanova et al., 2014, Stepanova et al., 2015, и авторских данных).

Сопоставление этих данных с имеющимися для базитов Беломорского подвижного пояса (БПП) показало, что в период 2505–2100 млн лет формирование внутриплитных базитов в кратоне и БПП происходило синхронно, а латеральные вариации состава одновозрастных базитов в Карельском кратоне и Беломорском поясе незначительны. В более позднее время (после 2100 млн лет) синхронности эндогенных процессов не было: в кратоне формируются внутриплитные базиты людиковия (1985–1956 млн лет), а в БПП имеют место интенсивные метаморфические преобразования, датированные по возрасту мигматитов (1940–1880 млн лет). Эти данные свидетельствуют в пользу того, что процессы эклогитизации палеопротерозойских габброноритов в БПП связаны с формированием палеопротерозойского Лапландско-Кольского орогена (Совместно с ИГГД РАН, ИГЕМ РАН).

● Установлен новый эпизод формирования базитов на Карельском кратоне – 2404±5 млн лет. Датированный объект – дайка фаялит-содержащих долеритов в районе г. Костомукша (рис.8).

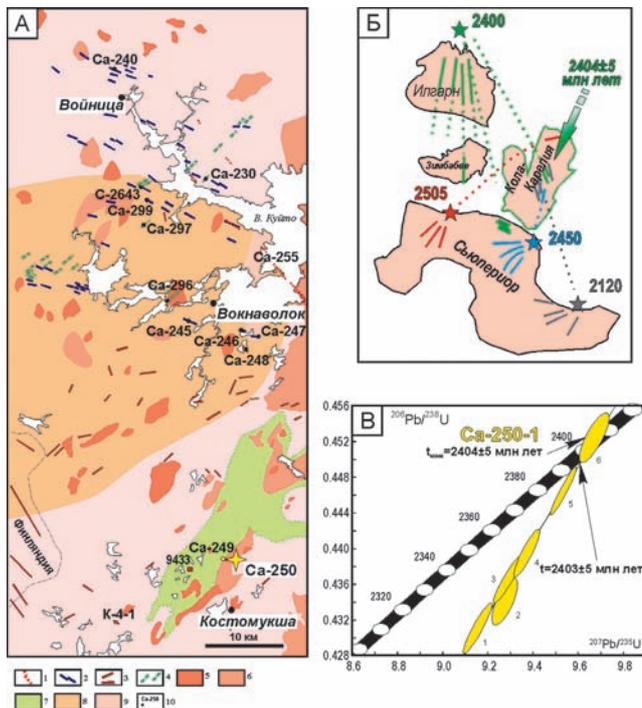


Рис.8. А. Схема геологического строения района Войница-Костомукша (Geological..., 2001; с использованием данных А.С. Еуна). 1 – дайки толеитов MORB-типа 2130 млн лет; 2 – дайки Fe-Ti толеитов 2310 млрд лет; 3 – дайки габброноритов 2450±12 млн лет; 4 – нерасчлененные дайки базитов; 5 – позднектонические граниты и пегматиты; 6 – позднектонические диорит – гранодиоритовые (санукитоидные) массивы; 7 – породы Костомукшского зеленокаменного пояса; 8 – гнейсы Вокнаволоцкого блока; 9 – ранние ТТГ гнейсы; 10 – места отбора и номера проб. Б – Реконструкция положения роев мафических даек в пределах палеопротерозойского суперконтинента (по Pisarevsky и др., 2015) с упрощениями и дополнениями; В – Диаграмма с конкордией для бадделейта из дайки долеритов (Степанова и др., 2015).

Сравнение геохимических характеристик датированных долеритов и одновозрастных базитов в рядах Шотландии, Норвегии, Канады и юго-западной Гренландии показывает значительное сходство их составов. Эти данные в целом

подтверждают известные модели палеоконтинентальных реконструкций на 2400 млн лет, предполагающие существование крупного континентального блока, включавшего, не менее семи фрагментов архейской коры. Для определения точной конфигурации и пространственного положения фрагментов друг относительно друга необходимы палеомагнитные исследования установленных базитов. (Совместно с ИГГД РАН, ИГЕМ РАН).

● Изотопное датирование лейкосом парагнейсов Чупинского метаосадочного пояса Беломорской провинции показано (Слабунов и др., 2015; Слабунов, Азимов, 2015), что главная фаза частичного плавления граувакк проходила в условиях амфиболитовой / гранулитовой фации повышенных давлений (~9–11 кбар и ~700–780°C), что является следствием коллизионных процессов. U-Pb изохронный конкордантный возраст цирконов из мигматизированных кианит-гранат-ортоклазовых гнейсов (2710±14 млн лет) и из анатектических гранитов (2706±14 млн лет) хорошо согласуются и, вероятно, указывают время главного этапа неархейской мигматизации, маркирующую коллизию (Рис. 9). Вместе с тем, выделяется группа более молодых цирконов – с возрастом 2657±13 млн лет, маркирующих позднюю фазу коллизии. Эти данные важны для корреляции коллизионных процессов в подвижных поясах Беломорском и Лимпопо (Совместно с геологическим факультетом МГУ и ИГГД РАН)

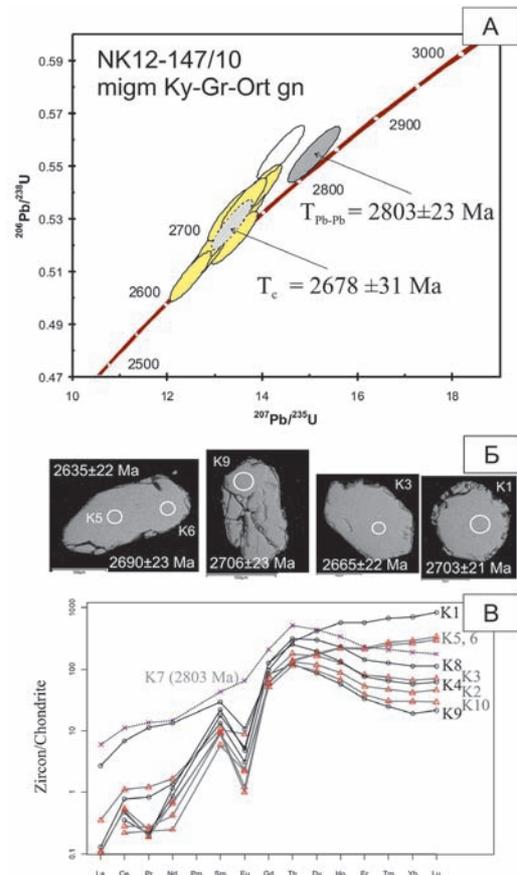


Рис.9. (А) Диаграмма с конкордией (T_c – конкордантный возраст; T_{Pb-Pb} – 207Pb-206Pb возраст) для цирконов из мигматизированных гнейсов чупинской толщи; (Б) BSE-изображения этих цирконов с точками датирования и значениями T_{Pb-Pb} ; (В) нормированные содержания РЗЭ в цирконах (Слабунов и др., 2015; Слабунов, Азимов, 2015).

● Анализ пространственного распространения санукитоидных массивов Карельского и Бунделкхандского кратонов (рис.10) показывает, что они концентрируются в линейных зонах. На Бунделкхандском кратоне это зона субширотного простираения, параллельная Центрально – Бунделкхандскому зеленокаменному поясу, лишь два массива находятся к югу от нее. На Карельском кратоне санукитоидные массивы восточно-карельской группы концентрируются в субмеридиональной зоне вблизи западной границы Водлозерского террейна (протократона), а наиболее крупные массивы западно-карельской группы, несколько отличные по возрасту от восточно-карельских, концентрируются в субмеридионально ориентированном Центрально-Карельском террейне. Линейный характер пространственного распространения санукитоидных массивов Карельского и Бунделкхандского кратонов позволяет, с учетом их петрогеохимических характеристик, считать, что формирование этих комплексов связано с субдукционными процессами. При этом наиболее вероятный режим, в котором образуются санукитоиды – активные континентальный окраины. Таким образом, проведенный анализ условий формирования санукитоидных массивов показывает, что геодинамические процессы начали «работать» на нашей планете в плейт-тектоническом режиме уже в архее.

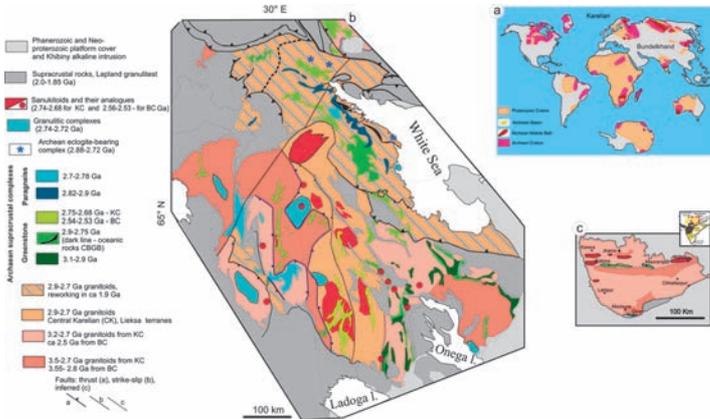


Рис.10. (a) Карельский и Бунделкхандский кратоны на карте архейских структур Мира; Расположение неоархейских санукитоидных массивов на схемах геологического строения (b) Карельского и (c) Бунделкхандского кратонов (составили Слабунов А.И. и Джоши К.Б.)

● Результаты комплексного анализа рамановских спектров, морфологии и микроэлементной геохимии внутренних (cores) и внешних (shells или rims) частей гетерогенных зерен гидротермальных и гидротермально-измененных цирконов из раннедокембрийских пород с благороднометалльным оруденением (Au, PGE, Ag) в ряде архейских и палеопротерозойских объектов Карелии показали, что искажение кристаллической решетки при взаимодействии с гидротермальными растворами/ флюидами носит стадийный характер (рис.11. 1–4) и сопровождается накоплением в ней REE (рис.11. 5–8) и рудных элементов. Констатируется, что использование методов рамановской спектроскопии при комплексном анализе цирконов является эффективным механизмом для реконструкции полистадийных петрологических и рудогенных процессов. Сопоставление этих результатов с

результатами изучения гидротермальных цирконов из архейских, сумийских и ятулийских кварцитов показало их значительное сходство, что подтверждает вывод о том, что важным источником детритового материала (кварца и цирконов) протерозойских зрелых терригенных пород являлись кварцево-жильные гидротермальные системы, в том числе, золоторудные.

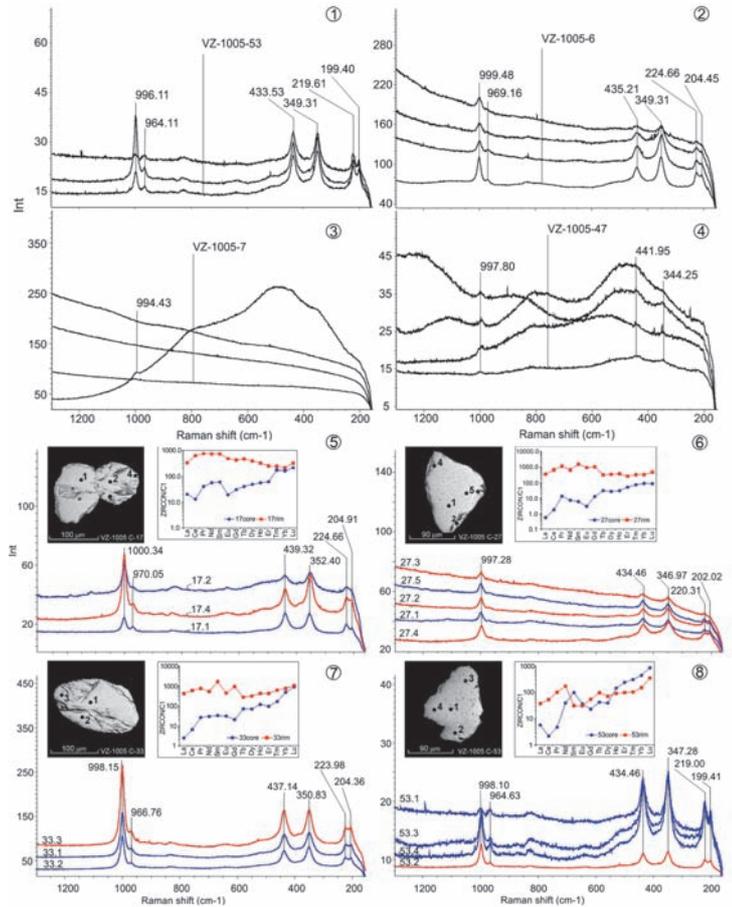


Рис.11. Типы спектров цирконов на разных стадиях гидротермального процесса в магматических системах с благородной (PGE, Au, Ag) минерализацией. Ранние стадии – спектры представляют семейства конформных кривых с разной интенсивностью пиков (1) или кривые с параллельным падением интенсивности всех пиков (2). Поздние стадии – спектры представляют семейство гладких прямых, плавно снижающееся в сторону малых значений рамановского сдвига, и аморфным гало с экстремумом в интервале 400–600 см⁻¹ (3) или комбинации, содержащие разные типы гало, в том числе волнообразные с редуцированными пиками (4). BSE-изображения зерен циркона с положением точек, в которых были сняты рамановские спектры, типы спектров и нормированные по хондриту C1 распределения REE во внутренних ядрах и внешних оболочках зерен (5–8).

● В тяжелой фракции из ятулийских кварцитов были обнаружены зерна, состоящие из камаситовых сферолитов диаметром ~300 нм и включающей их 2–3х фазной матрицы с переменным содержанием Fe-Mn-Cr (рис.12). Отмечается несмесимость фаз и идиоморфное или оплавленное строение светлой высокожелезистой фазы. Полному сходству этих фаз с известными земными и лунными шпинелидами препятствуют высокие содержания как Mn так и Cr в светлой и серой фазах. На сингенетичность камаситового сферолита и матрикса указывает трехфазное сферическое микровключенение в камасите – полный аналог

трехфазного матрикса. Космогенная природа этих зерен не вызывает сомнений, однако, остается открытым вопрос о том, представляют они продукты метеоритного дождя, космической пыли или астероидной бомбардировки. Важно то, что они обнаружены в ятулийских породах, на сегодняшний день наиболее древних из пород, в которых такие образования обнаружены. В Финляндии микрометеориты были обнаружены в мезопротерозойских (1.65–1.26 млрд лет) песчаниках Сатакунта, которые немецкие и финские исследователи считают древнейшими.

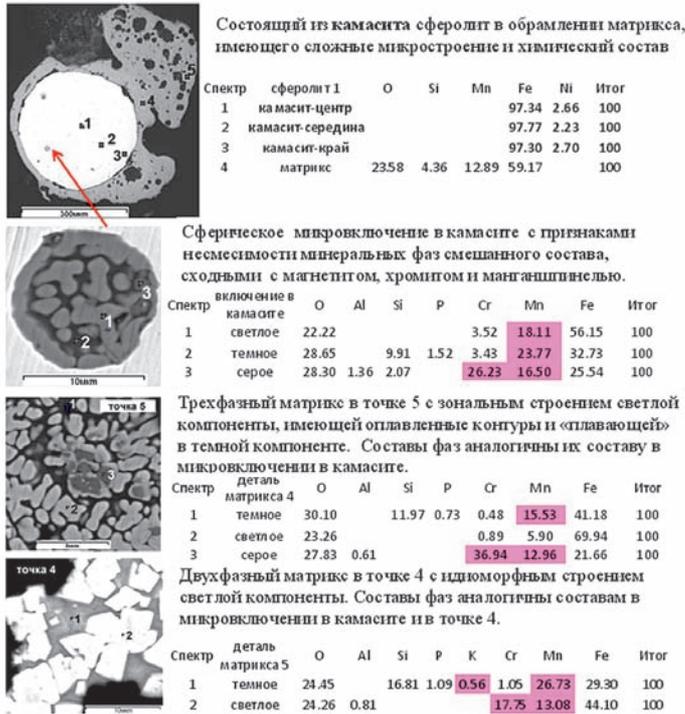


Рис.12. BSE-изображения камаситового сферолита и включающей 2–3-х фазной матрицы, состоящей из Fe-Cr-Mn несмешанных минеральных фаз, сходных со шпинелидами. Цветом выделены аномальные содержания Cr и Mn, неизвестные ни в земных, ни в лунных шпинелидах. Содержания приведены в вес. %.

Полевыми и лабораторными исследованиями установлено, что в дифференцированном от монцогаббро-монцодиоритов до монцогранитов-граносиенитов Хаутаваарском массиве с кислыми дифференциатами связаны среднетемпературные изменения, кварцевые штокверки и жилы с золото-пиритовой и молибденитовой минерализацией. На рудопроявлении Центральное Хаутаваарское золото ассоциирует с пиритом и более редкими галенитом и висмито-теллуридами, халькопирит распространен шире (рис.13). Аномалии Mo (до 0.1 %) фиксируют внешний ореол рудных штокверков. Отношение Cu/Mo колеблется от 0.1 до 67, что характерно для молибденовых и молибден-золото-медных порфировых месторождений. Средние содержания Au 2.8 и 7 г/т, золото содержит до 10 % Ag. Наблюдается положительная корреляция Au, Pb и S, что следует учитывать при поисковых работах в других подобных массивах «внутренних гранитоидов» в архейских зеленокаменных поясах.

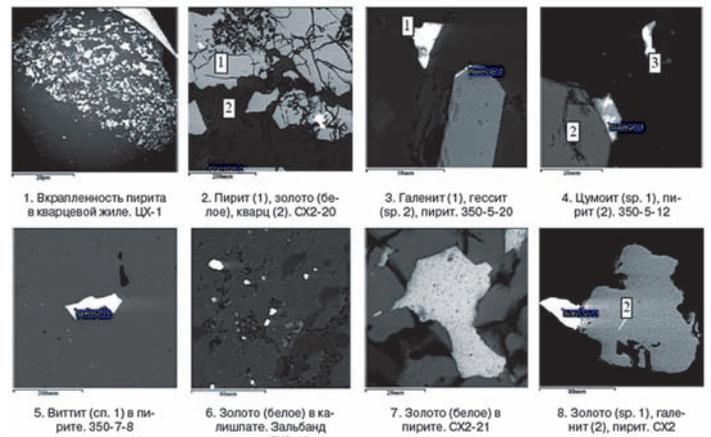


Рис.13. Типоморфные ассоциации и морфология золота на рудопроявлении Центральное Хаутаваарское.

В результате комплексного анализа структуры, литологии, геохимии и распространения углеводородов на территории Прионежского прогиба Онежской палеопротерозойской структуры установлено, что в песчаниках петрозаводской свиты существовал ряд условий, необходимых для реализации процессов переноса и концентрирования U, и, потенциально, для образования природных ядерных реакторов, аналогичных тем, которые существовали в палеопротерозойском бассейне Франсвилль на урановых месторождениях Окло и Бангомбе в Габоне. Так, известны битумы с повышенным содержанием U (кериты, оксикериты-оксиантраксолиты), выявлен процесс массовой миграции углеводородов совместно с U, есть крупные коллекторы углеводородов (рис.14), очевидна связь концентрирования U в песчаниках свиты с зонами тектонических нарушений. По-видимому, наиболее благоприятные условия могли появиться при взаимном смещении блоков и выведении пород заонежской свиты на уровень песчаников петрозаводской свиты.

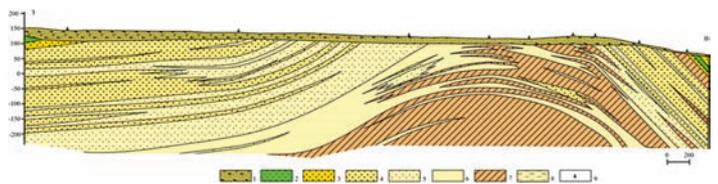


Рис. 14. Структурный коллектор углеводородов в отложениях петрозаводской свиты на участке Ужесельга. Условные обозначения: 1 – четвертичные отложения; 2 – базальты; 3 – кварциты и кварцито-песчаники; 4–7 – песчаники: крупнозернистые; 5 – среднезернистые; 6 – мелкозернистые; 7 – песчаники с антраксолитом; 8 – алевролиты; 9 – скважины.

Разработана методика изучения минералов-петрологических индикаторов (на примере аксессуарных шпинелидов из мезо-неоархейских коматиитов Восточной Фенноскандии) включающая в себя сочетание оптической, лазерной, электронной микроскопии и прецизионной локальной масс-спектрометрии (LA-ICP-MS), позволяющая получать уникальную информацию о процессах формирования магматических расплавов докембрия и оценивать металлогенический потенциал первичных магм.

Публикации:

Бабарина И. И., Сибелев О. С., Степанова А. В. Гридинская зона меланжа Беломорской эклогитовой провинции: последовательность деформаций и структурное положение роев мафических даек // *Геотектоника*, 2014, № 4, с. 67–81.

Дмитриева А.В., Л.В. Кулешевич, А.С. Вихко. Петрохимические особенности и рудная специализация Хаутаваарского массива (Южная Карелия) // *Труды Карельского научного центра РАН, серия ГЕОЛОГИЯ ДОКЕМБРИЯ*, 2015, DOI: 10.17076/geo160.

Кожевников В. Н., С. Н. Ивашевская, В. И. Кевлич. Геохимия и рамановские спектры цирконов из рудных (PGE-Au) амфиболитов массива Травяная Губа, Северная Карелия // *Труды Карельского научного центра РАН, серия ГЕОЛОГИЯ ДОКЕМБРИЯ*, 2015, № 7. 2015. С. 36–53.

Кулешевич Л.В., Дмитриева А.В. Au-S-кварцевое Мо-содержащее проявление Центральное в Хаутаваарском дифференцированном массиве, Южная Карелия // *Руды и металлы*. № 5. 2015. с. 38–50.

Рыбникова З.П. Реликты первично магматических аксессуарных шпинелидов в архейских коматиитах Восточной Фенноскандии // *Труды Карельского научного центра РАН, серия ГЕОЛОГИЯ ДОКЕМБРИЯ*, 2015, № 7. 149–163.

Светов С.А., Степанова А.В., Чаженгина С.Ю., Светова Е.Н., Михайлова А.И., Рыбникова З.П., Парамонов А.С., Утицина В.Л., Колодей В.С., Эхова М.В. Прецизионный (ICP-MS, LA-ICP-MS) анализ состава горных пород и минералов: методика и оценка точности результатов на примере раннедокембрийских мафитовых комплексов // *Труды Карельского научного центра РАН, серия ГЕОЛОГИЯ ДОКЕМБРИЯ*, 2015, № 7. С. 54–73.

Слабунов А.И., Володичев О.И., Ли Сяоли, Максимов О.А. Архейские цоизититы Гридинского эклогитсодержащего меланжа (Беломорская провинция Фенноскандинавского щита): геология, U-Pb возраста цирконов и геодинамические следствия // *Труды Карельского научного центра РАН, серия ГЕОЛОГИЯ ДОКЕМБРИЯ*, 2015, № 7. С. 85–105.

Чаженгина С.Ю., Рыбникова З.П., Светов С.А. Сканирующая электронная микроскопия и рамановская спектроскопия как комплекс методов для исследования зональности минералов (на примере шпинелидов из архейских коматиитов) // *Записки Российского минералогического общества*, №6. 2015. С. 94–106.

Babarina, I.I., and Sibelev, O.S., Deformation events in the Gridino zone, Belomorian Province, Fennoscandian Shield: Relationships between mafic dike swarms and eclogite-bearing mélange: *International Geology Review*, 2015, v. 57, p. 1605–1616.

Li X., Zhang L., Wei C., Slabunov A.I. Metamorphic PT path and zircon U–Pb dating of Archean eclogite association in Gridino complex, Belomorian province, Russia // *Precambrian Research* Vol. 268. 2015. P. 74–96.

Martin A.P., A.R. Prave, D. J. Condon, A. Lepland, A.E. Fallick, A.E. Romashkin, P.V. Medvedev, D.V.Rychanchik. Multiple Palaeoproterozoic Carbon Burial Episodes And Excursions // *Earth and Planetary Science Letters*, 2015, 424 p. 226–236.

Slabunov A.I., Lubnina N.V. Neoproterozoic Kenorland Supercontinent: geological and paleomagnetic arguments // 2015 IAGR Annual Convention & 12th International Conference on Gondwana to Asia 21–23 October 2015, Tsukuba, Japan Abstract Volume IAGR Conference Series No. 21. P. 102–103.

Основные результаты исследований:

II – Научное направление исследований ИГ КарНЦ РАН:

«МИНЕРАГЕНИЯ КАРЕЛИИ. КОМПЛЕКСНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ: ШУНГИТЫ, ПРОМЫШЛЕННЫЕ МИНЕРАЛЫ»

Координаторы: *Голубев А.И., к.г.-м.н.; Щипцов В.В., д.г.м.н.*

Разделы программы ФНИ государственных академий наук на 2013–2020 годы, раздел VIII «Науки о Земле»:

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

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;

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

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.

Тема №202: «ФАКТОРЫ КОНТРОЛЯ И ПОИСКОВЫЕ КРИТЕРИИ ОРУДЕНЕНИЯ БЛАГОРОДНЫХ, РЕДКИХ И РЕДКОЗЕМЕЛЬНЫХ МЕТАЛЛОВ ДОКЕМБРИЯ КАРЕЛИИ». Научные руководители темы: зав. лаб., к.г.-м.н. Голубев А.И.; вед.н.с., к.г.-м.н. Иващенко В.И. Исполнители: Ручьев А.М. – с.н.с.; Рычанчик Д.В. – с.н.с.; Ромашкин А.Е. – н.с.; Травин В.В.- с.н.с., к.г.-м.н.; Кондрашова Н.И. – с.н.с., к.г.-м.н. Инженерно-технический персонал: Антонова Т.И. – ст. геол., Сапанкевич Е.Н. – ст. лаб. (лаборатория магматизма, палеовулканологии и металлогении; аналитическая лаборатория).

Тема №204. «НАУЧНОЕ ОБОСНОВАНИЕ ПОТЕНЦИАЛА ГЕОРЕСУРСОВ НЕТРАДИЦИОННЫХ И НОВЫХ ПРОМЫШЛЕННЫХ МИНЕРАЛОВ И ГОРНЫХ ПОРОД КАРЕЛИИ ПРИ ИХ КОМПЛЕКСНОЙ ОЦЕНКЕ». Научный руководитель темы: рук. лаб, д.г.-м.н. Щипцов В.В. Исполнители: Шеков В.А. – с.н.с., к.т.н.; Кулешевич Л.В. – вед.н.с., к.г.-м.н.; Заверткин А.С. – с.н.с., к.т.н.; Ильина В.П. с.н.с., к.т.н.; Светова Е.Н. – с.н.с., к.г.-м.н.; Скамницкая Л.С. – с.н.с.; Мясникова О.В. – н.с., к.т.н.; Бубнова Т.П. – н.с.; Иванов А.А. – н.с.; Попова Т.В. – н.с.; Фролов П.В. – н.с.; Шеков К.В. – н.с.; Соколов С.Я. – с.н.с.; Климовская Е.Е. – м.н.с.; Дмитриева А.В. – м.н.с.; Никифоров А.Г. – ст.лаб.-иссл., аспирант. Инженерно-технический персонал: Савицкий А.И. – вед.физик, Ткачева С.Г. – ст.инж.-технолог, Тигушкина Н.Р. – ст.инж.-технолог, Сосин В.А. – ст.инж., Шекова Н.А. – ст. инж., Щипцова Е.В. – ст.инж., Кураш Н.Б. – инж., Кюлленен Ю.Л. – ст.лаб., Плаксин М. – ст.лаб. (лаборатория геологии, технологии и экономики минерального сырья, лаборатория геофизики, лаборатория региональной геологии и геодинамики; аналитическая лаборатория).

Тема № 205. «ГЕОЛОГИЯ И МИНЕРАЛОГИЯ ШУНГИТОВЫХ ПОРОД, ТЕХНОЛОГИЯ ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ». Научные руководители темы – зав. лаб., д.г.-м.н. Филиппов М.М., зав. лаб., д.г.-м.н. Ковалевский В.В., зав. лаб. д.х.н. Рожкова Н.Н. Исполнители: Чаженина С.Ю. – с.н.с., к.г.-м.н.; Рожков С.С. – н.с., к.х.н.; Бискэ Н.С. – с.н.с., к.г.-м.н.; Первунина А.В. – с.н.с., к.г.-м.н.; Дейнес Ю.Е. – м.н.с.; Мошников И.А. – м.н.с.; Садовничий Р.В. – м.н.с.; Михайлина А.А. – ст. лаб.-иссл.; Товпенец Т.Ю. – м.н.с. Инженерно-технический персонал: Кочнева И.В. – вед. инж.-технолог, Иванова И.Е. – вед. инж., Терновая Г.С. – вед. инж., Коробкина Е.В.- ст. инж.-технолог, Казаков С.П. – ст. инж., Михайлова Т.П. – инж.-технолог, Моторина Р.С. – геофизик, Петров А.В. – ст. лаб., Пронькина Л.А.- ст. лаб. (лаборатория генезиса шунгитовых месторождений; лаборатория шунгитов; лаборатория физико-химических исследований нанокремнистых материалов; аналитическая лаборатория).

● Сформулированы главные концептуальные подходы к освоению минерально-сырьевых ресурсов Фенноскандинавского щита. Стратегия описывается тремя мегатрендами: **первым** – глобальной борьбой за доступ к ресурсам. Это связано с ограниченным доступом к минеральным запасам, позволяющим использовать минеральные богатства. Необходимо комплексное использование минеральных ресурсов. Современная тенденция к урбанизму является глобальной причиной увеличения строительства и ресурсопотребляющего сектора; **вторым** – технологиями 21 века, направленными на использование металлов и промышленных минералов в высоких технологиях. Необходимо исследовать существующие ресурсы металлов и промышленных минералов, востребованных современными технологиями, что станет инвестицией в будущее минеральное сырье и развитие нанотехнологии; **третьим** – приоритетом развития территорий становится тренд изучения эффективных материалов и источников энергии, новых минеральных ресурсов и развитие высокотехнологичных горных предприятий (Геологические службы Норвегии, Финляндии и Швеции, Институт геологии КарНЦ РАН, Геологический институт КНЦ РАН, ГУП «Минерал»).

● Осуществлена системная классификация и металлогеническая оценка редкометалльного оруденения Карелии, представленного месторождениями (V, Be, U) и рудопроявлениями (In, Re, Nb, Ta, Li, Ce, La, Y) семнадцати рудно-формационных типов магматической, пегматитовой, альбитит-грейзеновой, гидротермально-метасоматической, осадочной и эпигенетической групп (рис.15).

Основные ресурсы ванадия сосредоточены в Онежском рудном районе – месторождения Падминской группы и Пудожгорского комплекса. Редкоземельные проявления имеют преимущественно Ce-La специализацию. Перспективы иттриевых редких земель связываются с Елетьозерско-Тикшеозерским щелочным и Салминским анортозит-рапакиви гранитным комплексами. Редкометалльные пегматиты имеют комплексную рудную нагрузку, но с низкими содержаниями и незначительными ресурсами. Cu-Mo-порфировые месторождения Лобаш и Ялонвара – потенциальные источники рения с содержаниями последнего в молибдитах (г/т) 20–70, 50–246 и прогнозными ресурсами – 12 т и 7.5 т, соответственно. Скарново-грейзеновые месторождения (Sn, Zn, Be, Cu) Питкярантского рудного района характеризуются также промышленно-значимыми содержаниями и ресурсами индия. Территория Карелии, несмотря на многообразие проявленного в ее пределах редкометалльного оруденения, с учетом мировой конъюнктуры на этот вид минерального сырья имеет реальные металлогенические перспективы только на V, U, Re, In, Nb.

1 – платформенный чехол; 2 – Свекофеннский складчатый пояс; 3–6 – Карельская гранит-зеленокаменная область: 3 – ятулий, людиковий, калевий, вепсий нерасчлененные, 4 – сумий и сариолий нерасчлененные, 5 – лопий, 6 – комплекс архейского основания (TTG); 7 – Беломорский мобильный пояс.

Рудно-формационные типы редкометалльного оруденения. 8, 9 – позднемагматические: 8 – редкоземельно(Ce, La)-фосфатный шононитовый, 9 – V-Ti-Fe-рудный базитовый; 10–12 – пегматитовые: 10 – редкометалльный (Nb, Ta±Zr, Ce, La) щелочноабброидный, 11 – редкометалльный (Li, Be, Ta, Nb) гранитогенный, 12 – редкоземельный (Ce, La, Y) гранитогенный; 13, 14 – апоскарново-грейзеновые: 13 – бериллиевый (с гранитами рапакиви), 14 – индий-полиметалльный (с гранитами рапакиви); 15 – альбититовый редкоземельный (Y); 16 – грейзеновый редкометалльный (Ta, Nb) (с гранитами рапакиви); 17 – порфировый рений-медно-молибденный с Au; 18, 19 – существенно приразломные метасоматиты: 18 – редкоземельный (Ce, La, Y), 19 – уран-благороднометалльно-ванадиевый; 20 – черносланцевый молибден-благороднометалльно-ванадиевый; 21, 22 – конгломератовые: 21 – золото-редкоземельный (Y), 22 – золото-урановый; 23, 24 – эпигенетические инфильтрационные: 23 – урановый типа несогласий, 24 – уран-битумный (в кварцитопесчаниках). Цифры у значков – названия месторождений и проявлений. 1 – Визиполуостров; 2 – Аськиярви; 3 – Елетьозеро; 4 – Елетьозерское; 5 – Елетьозерское-1; 6 – Копанецкое; 7 – Плотноламбинское; 8 – Кинаж; 9 – Пиртима; 10 – Урам; 11 – Торловручей; 12 – Слюдяноборское; 13 – Лобаш; 14 – Пяяваара; 15 – Руокосалми; 16 – Длинное; 17 – Берег; 18 – Гора; 19 – Кайдоярви; 20 – Ю. Идельское; 21 – Маймъярви; 22 – Совдозерское; 23 – Койкарско-Святнаволоцкое; 24 – Черный Наволок; 25 – Падминская группа; 26 – Пудожгорское; 27 – оз. Долгое; 28 – Липчагское; 29 – Вершинное; 30 – Случайное; 31 – Мюзилампи; 32 – Камень Наволок; 33 – Магоярви; 34 – Ковадърви; 35 – Леппяюрское; 36 – Ялонвара; 37 – Маткаселька; 38 – Туоксыярви; 39 – Элисенваара; 40 – Акионсалми; 41 – Вялимяки; 42 – Нуолайниемми; 43 – Линнавара; 44 – Хопунваара; 45 – Хепаоя; 46 – Люпикко; 47 – Карку; 48 – Птицефабрика.

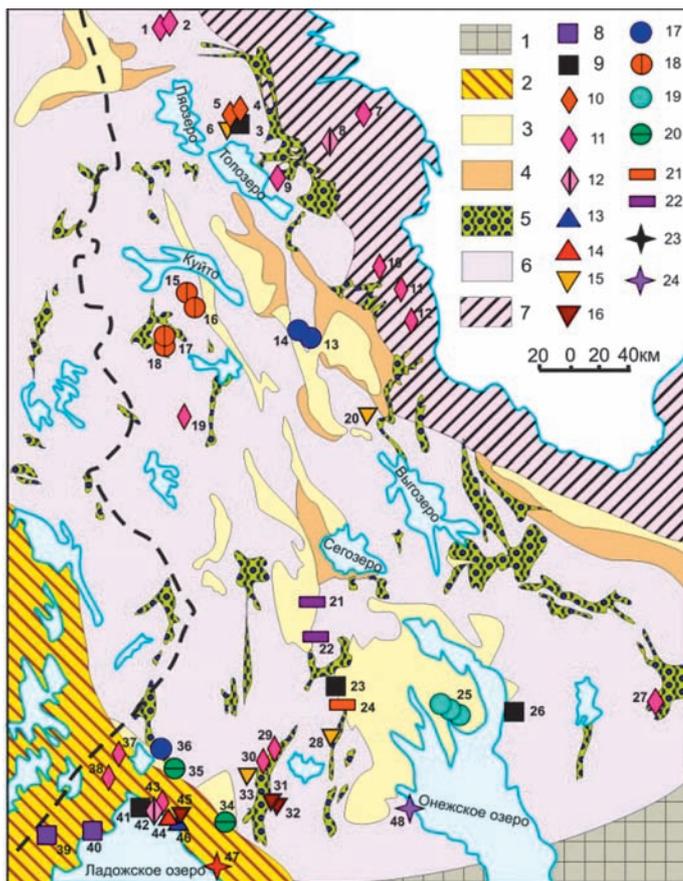


Рис. 15. Схема размещения редкометалльных рудных объектов на территории Карелии

● Проведена геолого-генетическая типизация проявлений благороднометалльной минерализации в интрузиях Кааламского магматического комплекса в Приладожье. Выделены сингенетический (Южно-Кааламское, Араминлампи, Рантамяки, Коккомьяки) и эпигенетический (Сурисуо, В. Сурисуо) типы оруденения. Суммарное содержание Pt, Pd, Au – 0,9–1,1 г/т. Сингенетический рудогенез происходил на позднемагматической стадии, эволюционируя и завершаясь в гидротермально-метасоматическую (Т, °С – ≈800 – <271). Эпигенетическое «наложенное» оруденение (предположительный возраст ≈1,85 млрд лет) контролировалось зонами сдвиговой деформации горных пород и метасоматоза (Т, °С – ≈500 – <230), что способствовало образованию минералов Bi-Te-Se-Pb и Pd-Bi-Te рудных систем, характеризующихся сложным и разнообразным изоморфизмом. С учетом геологической позиции Кааламского массива в Раахе-Ладожской металлогенетической зоне, характеризующейся обилием зон сдвиговых дислокаций, эпигенетический тип оруденения представляется наиболее перспективным.

● Детальными минералого-геохимическими и изотопными исследованиями обосновывается полигенно-полихронное происхождение золоторудного месторождения Новые Пески. В позднем архее условия его формирования отвечали орогенному гипо-, мезотермальному генетическому типу, а в раннем протерозое, вероятно, соответствовали типу Liquid Bismuth Collector Model (LBCM) (Douglas, 2000). Специфика позднего этапа рудообразования обусловлена нахождением месторождения в зоне экзоконтактового теплового ореола Улягского массива рапакиви, где температура могла достигать ≈ 400–450 °С. В золотоносных метасоматитах присутствуют характерные гранитофильные минералы: вольфрамит, шеелит, F-апатит, а также заварицит (BiOF), стильпномелан, фармакосидерит, свидетельствующие о фторидной и калиевой специфике флюидов, свойственных рапакиви, и минералы-индикаторы (Au-содержащий висмут самородный – Au – до 12 %, висмутин, мальдонит, джонассонит, мозговаит) рудного процесса по модели LBCM (рис. 16).

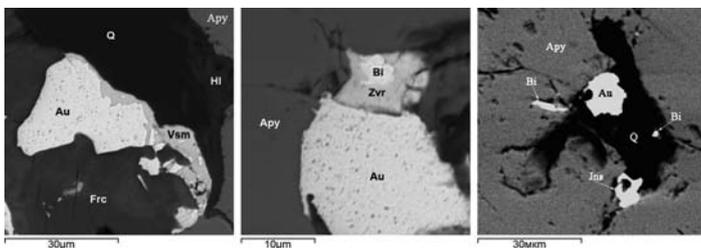


Рис. 16. Золото (Au), висмут (Bi), висмутин (Vsm), заварицит (Zvr), джонассонит (Jns) и фармакосидерит (Frc) в рудах месторождения Новые Пески. Ару – арсенопирит, Q – кварц, HI – хлорит.

● Результатами совместных исследований с Институтом ядерной физики (С.-Петербург) по разработке эффективных аналитических методов определения благородных металлов в шунгитовых и других углеродсодержащих сланцах, а также по выяснению форм их нахождения в зависимости от степени метаморфизма установлены (ИНАА) высокие содержания платины – 1–4 г/т в углеродсодержащих алевритах-алевропесчаниках мыса

Ратколье – первые достоверные данные по стратиформному благороднометалльному оруденению в черных сланцах Заонежья. Установлено перераспределение и концентрирование платины (до 1 г/т) в высокоуглеродистых породах (максовитах) Максовской залежи при контактовом метаморфизме под воздействием габбродиабазового силла.

● Продолжены тектоно-физические исследования рудоконтролирующих структур на участках проявления благороднометалльной минерализации в границах Ведлозерско-Сегозерского и Беломорского зеленокаменных поясов (ЗКП). Структурно-парагенетический анализ фактических материалов по благороднометалльным проявлениям на площади Ведлозерско-Сегозерского ЗКП и его обрамления, свидетельствует о сходстве условий формирования рудоконтролирующих структур в архейских и протерозойских комплексах горных пород, преобладающей рудоконтролирующей роли крутопадающих субмеридиональных (ССВ) зон сдвиговых дислокаций постъятулийского возраста и формировании их при доминирующих сдвигом и сбросом деформационных режимах.

● Охарактеризованы рудоконтролирующие зоны сдвиговых дислокаций и диафоритов кианит-мусковит-биотитовой фации на участке «Малиновая Варакка» Беломорского ЗКП, перспективном на МПГ, Au, Cu, Ni (по оценке ВСЕГЕИ, ресурсы РЗ: Pt+Pd – 10,4 т, Au – 7,6 т, Cu – 43 тыс. т, Ni – 33 тыс. т). Выделены и идентифицированы эндогенные сдвиговые парагенезисы структурных элементов. Установлены различия свекофенских тектонических дислокаций на северном и южном флангах участка. Получены новые сведения, необходимые для геометризации рудоконтролирующих структур при геологоразведочных работах.

● Подготовлен обзор перспективных на REE минерализацию рудопоявлений в щелочных комплексах Восточной Фенноскандии. Установлены минеральные ассоциации редкоземельных и редких элементов (REE и RE) в ультраосновных-щелочных породах комплексов. На примере Тикшеозерского массива определены концентрации, распределение и минералы-носители REE и RE (монацит, рабдофанит, бастнезит-синхизит, Sr-Ce-карбонат, анцилит-кальцианцилит, TR-содержащий апатит), Се-U-пирохлор и Nb-фазы с примесью Се (рис.17).

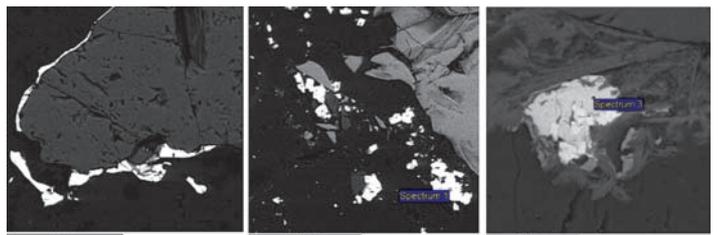


Рис.17. Минералы редкоземельных элементов на примере Тикшеозерского массива: А – монацит окружает апатит (в кальците); Б – бастнезит (белый), магнетит (серый) в кальците; В – анцилит (белый) в хлорите

● Разработан новый подход к оценке месторождений промышленных минералов, как георесурсов, на основе современных технологий комплексного извлечения

полезных компонентов («критических» металлов, промышленных минералов) и использования нетрадиционных и новых видов минерального сырья Карело-Кольской провинции.

- Проведена комплексная минералого-технологическая оценка метаморфизованных алевропесчаников Койкарской структуры (участки Койкары, Эльмус). Матрица пород сложена тонкими сростаниями кварца, микроклина и альбита, что предопределяет использование их в качестве нетрадиционного кварц-полевошпатового сырья.

- Прецизионно изучены микроструктура, состав и технологические свойства кварца перспективных месторождений Карелии: традиционного (Фенькина Лампи, Рухнаволоок, Хизоваара) и нетрадиционного техногенного кварцевого сырья (Малиновая Варакка, Плотина, Чкаловское). Установлены дефекты кристаллической структуры кварца субмикроскопического уровня, влияющие на эффективность обогащения.

☐ Методами рамановской спектроскопии, микрозондового анализа и дериватографии исследованы минералого-геохимические и структурные параметры углеродной и минеральной составляющих шунгитовых пород на естественных выходах, подвергнутых преимущественно абиогенному выветриванию (механическому и физико-химическому) в природных условиях. Биогенное выветривание шунгитов было изучено на образцах, покрытых лишайниками и водорослями в природных условиях. Установлено, что в процессе выветривания происходит уменьшение упорядоченности шунгитового углерода по сравнению с углеродистым веществом исходных шунгитовых пород (рис.18). При этом показано, что процессы преобразования шунгитов протекают по-разному в случае биогенного и физико-химического выветривания.

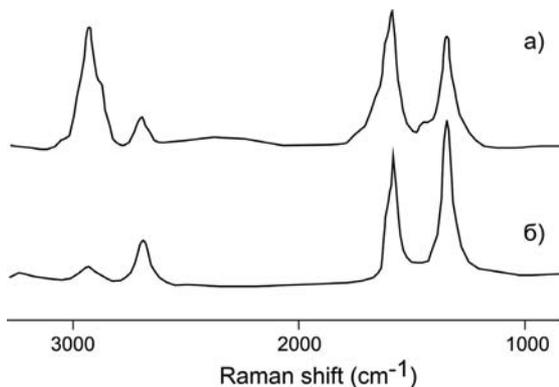


Рис.18. Спектры комбинационного рассеяния шунгита, подвергавшегося воздействию лишайника (а), и из подстилающей породы (б).

- Предложена и запатентована инновационная технология разделения (селекции) слабоконтрастных по цвету пород, разработанная совместно с НИУ ИТМО (СПб). Технология основывается на наличии признаков, существенных для разделения данных пород оптическим методом в несколько этапов с получением продуктов с различным калиевым модулем (K_2O/Na_2O), пригодных для использования в промышленности (стекольной при изготовлении листового технического и оконного стекла,

изделий из темно-зеленого и тарного стекла, строительной керамики (санитарно-керамические изделия, облицовочные и отделочные плитки, низкотемпературный фарфор и т.д.). Новыми областями применения полевошпатовых материалов являются: производство стеклокристаллических материалов типа ситаллов и керамогранита.

- Изучение адсорбционной активности шунгитовых пород до и после модифицирования показало, что щелочная обработка поверхности шунгитовых пород различного генезиса приводит к различной степени увеличения их сорбционной емкости. Сорбционная активность углеродных материалов зависит от величины и химического состава поверхности, в частности, его дефектности, которая определяет наличие функциональных групп, сорбирующих ионы. Так для образцов месторождения Максово адсорбция индикатора метиленового синего (аналога нефтепродуктов) увеличилась на 23% (образец с содержанием углерода 31%) и на 60% (образец с содержанием углерода 50%), в то время как для образца месторождения Карнаволоок (содержание углерода 48%) только на 15% (рис.19).

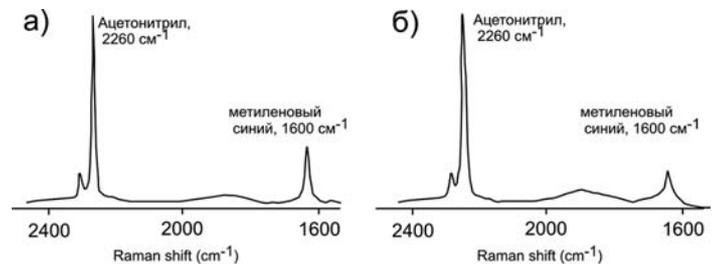


Рис.19. Спектры комбинационного рассеяния водного раствора метиленового синего с добавлением ацетонитрила до и после взаимодействия с шунгитовой породой

- Изготовлены образцы модельного электропроводящего композитного материала на основе гипса и порошка шунгитовой породы. Определено оптимальное содержание шунгитовой породы в композитном материале, составляющее 30 – 50% (в массовых долях), при которых образцы обладают электропроводящими свойствами (рис.20) при сохранении прочностных характеристик.

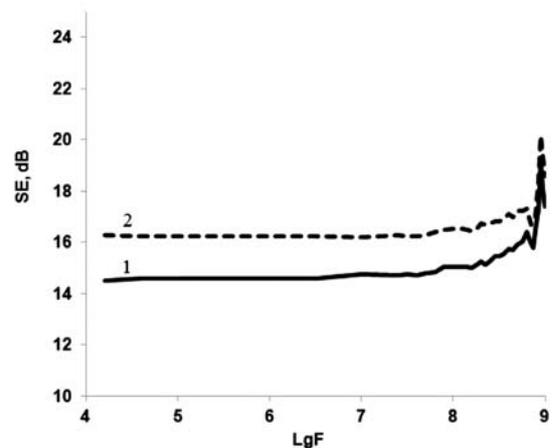


Рис.20. Эффективность экранирования шунгитонаполненного гипсового композитного материала с исходным (1) и модифицированным (2) шунгитовым наполнителем.

- Микроскопическое представление структурной организации шунгитового углерода (ШУ), в основе которой лежит графеновый фрагмент, нашло убедительное подтверждение при анализе эмпирических данных, полученных с использованием квантово-химического моделирования. Впервые предложен сценарий образования ШУ – продукта геологического процесса, описанный на квантовом уровне.

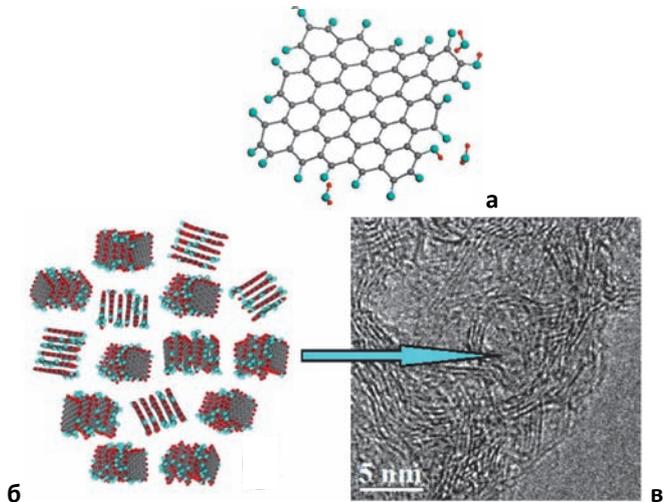


Рис.21. (а) Равновесная структура комплекса из молекулы (5, 5) ВОГ и трех молекул воды: серый, синий, и красные шары – атомы углерода, кислорода и водорода, соответственно. Начальное положение молекул воды – в пределах центральной части базальной плоскости на расстоянии 1.8Å над нею. Общая энергия связи составляет – 27.15 ккал/моль; (б) Модель глобулы ШУ, составленная из пяти-, шестислойных стопок лепестков ВОГ размером 1нм (проекция на плоскость); (в) ПЭМВР изображение: многослойная глобула в структуре ШУ.

Такой подход позволяет ответить на вопросы об источнике природного восстановленного оксида графена (ВОГ) как минимального элемента структуры ШУ, о линейных размерах ВОГ, о роли воды и геологического времени в формировании структуры ШУ, об агрегации ВОГ с формированием многоуровневой структурной организации ШУ и ее сохранении. Основная идея состоит в том, что молекулярная химия на этапе начальной графенизации закладывает основу отличия в образовании графита и ШУ в естественных условиях в течение геологического времени. Предложенная концепция указывает путь проверки этого предположения, состоящий в выявлении химических реакций, которые отвечают за происхождение углерода шунгитовых месторождений, и в моделировании конечных продуктов этих реакций (**рис.21**). (совместно с РУДН, Москва).

- Впервые на основе природного углерода шунгитов получена однородная мембрана (толщина ~ 2 мкм). Методами сканирующей электронной микроскопии (СЭМ) и комбинационного рассеяния (КР) выявлена структурная организация углерода в мембране (**рис.22**). Средний размер частиц, образующих мембранную сетку составляет 50–100 нм. Согласно спектрам КР углеродные наночастицы мембраны идентифицированы как графеновые структуры. Мембраны могут быть перспективными элементами фотоники (совместно с СПбГТИ(ТУ) и ФТИ РАН, С.-Петербург).

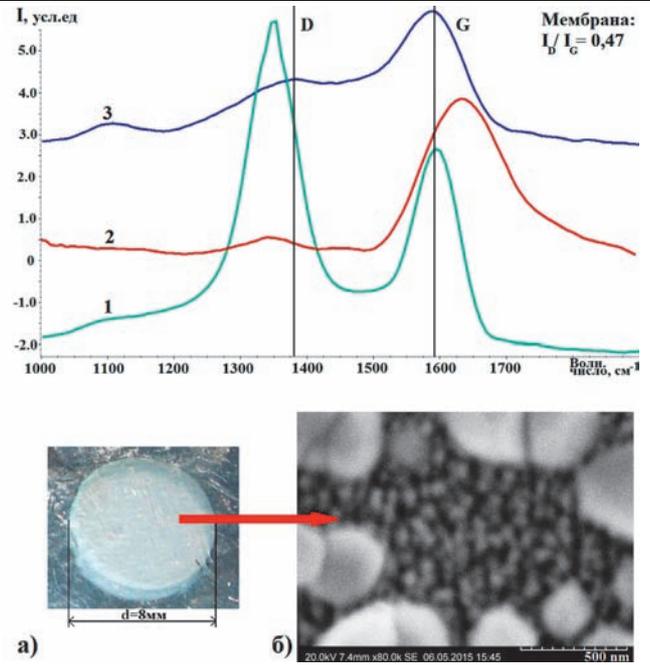


Рис.22. Спектры КР исходного порошка шунгита (1), водной дисперсии (2), мембраны (3). а) внешний вид мембраны; б) СЭМ изображение мембраны на In₂O₃ на стекле.

- Впервые исследовано нелинейно-оптическое ограничение (лимитинг) интенсивности мощного лазерного излучения (МЛИ) в водных дисперсиях наночастиц шунгитового углерода (ШУ) в широком диапазоне длин волн при импульсном и частотном режимах работы лазеров.

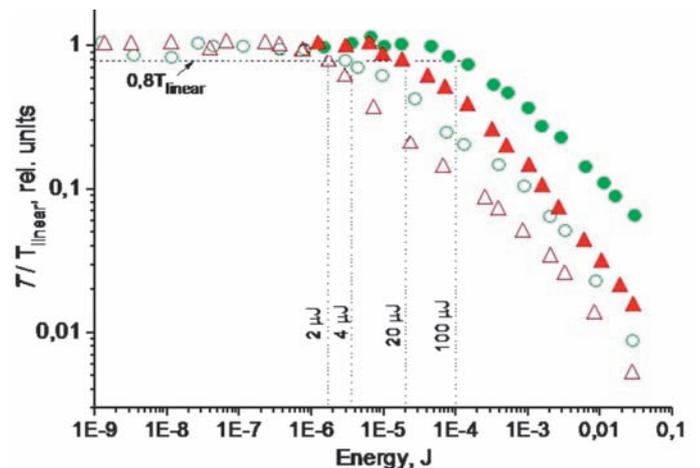


Рис.23. Кривые линейного пропускания для водных дисперсий Фулл – (о) и ШУ (Δ). Длины волн излучения: 532/1064 нм, длительность импульса – 7 нс.

Полученные результаты сопоставлены со свойствами фуллереновых (Фулл) дисперсий. Для лазерных импульсов в пикосекундной области обе дисперсии сравнимы по оптическому ограничению (**рис.23**). В дисперсиях наночастиц ШУ обнаружен нелинейно-оптический отклик не только в наносекундном, но и в пикосекундном диапазоне длительностей импульсов падающего МЛИ, что подтверждает наличие двухфотонного поглощения излучения, отвечающего за механизм нелинейного светоиндуцированного рассеяния, которое может быть связано с присутствием в структуре наночастиц ШУ восстановленного оксида графена. (совместно с АО «ГОИ им. С.И.Вавилова», С-Петербург).

● Впервые исследовано поведение наночастиц ШУ в жидкокристаллических (ЖК) композициях, применяемых в электрооптике, трибологии, индикации температур и др. Показано влияние наночастиц ШУ на температуру фазовых переходов, вязкость, модуль упругости и модуль потерь при введении в тридецилат холестерина. Добавка наночастиц ШУ не влияет на ориентационный порядок ЖК, но расширяет температурный интервал существования смектической А (SmA) фазы. Температурно-концентрационные зависимости мезо-морфных свойств системы с наночастицами ЖК – ШУ сопоставимы с ранее опубликованными зависимостями для системы ЖК-многостенные нанотрубки (МУНТ). Общим для обоих типов композиций является повышение модуля упругости в холистерической (N*) фазе. В композиции ЖК–ШУ наблюдается снижение вязкости, также снижается упругость в SmA-фазе с увеличением концентрации наночастиц в системе, что отличает наночастицы ШУ от МУНТ (рис.24). Введение МУНТ приводит к увеличению модуля упругости. Важными являются полученные результаты снижения вязкости композиций ЖК-ШУ, при высоких скоростях деформации, при которых применяются смазки в узлах трения (совместно с НИИ наноматериалов, Ивановский государственный университет)

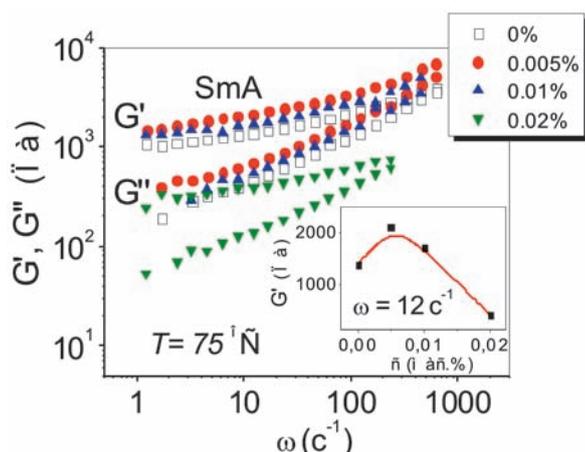


Рис.24 Частотные зависимости модуля упругости (G') и модуля потерь (G'') композиций тридецилат холестерина – ШУ при амплитуде деформации 0,01%. Вставка: концентрационная зависимость модуля упругости при постоянной частоте.

● Обоснован выбор доступных минеральных продуктов из сырья Карело-Кольского региона как потенциальных

сварочных материалов, впервые изучены и систематизированы их свойства (ИХТРЭМС КНЦ РАН, ИГ КарНЦ РАН, ЦНИИ КМ «Прометей»)

● Определены новые виды сырья (по химическому и минеральному составу), которые могут альтернативно использоваться при производстве ячеистого бетона. К таким видам сырья отнесены кварциты, кварцевые и кварц-полевошпатовые пески, жильный кварц. Применение карельского кварц-полевошпатового песка при производстве газобетона рекомендуется для замены кварцевых импортных и привозных песков, в качестве нового вида минерального сырья в Республике Карелия.

● Изучение изверженных пород показало, что показатель эффективной пористости прямо пропорционален показателю удельной микротрещиноватости пород и характеризует уровень накопленных интегральных напряжений в единичном объеме горного массива (рис.25).

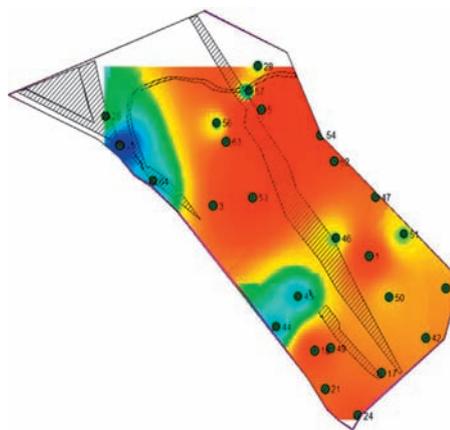


Рис.25 Распределение интегральных напряжений (накопленных дефектов) на месторождении «Возрождение», Выборгский район, Ленинградская область.

● Обоснована высокая потенциальная роль геологических памятников и горно-индустриального наследия как обширной ресурсной базы развития рекреационной деятельности в Республике Карелия. Введен в действие Интернет-сайт (miningroads.ru). Для сайта разработаны сервисы: Интерактивная карта Республики Карелия, «Тур-маркет», осуществляется информационная и консультативная поддержка Рудного парка «Тулмозерье» (Пряжинский район) и парка «Гирвас» (Кондопожский район).

Публикации:

Иващенко В. И., Голубев А. И. Новые аспекты металлогении скарнов Питкярантского рудного района // Труды Карельского научного центра РАН, серия ГЕОЛОГИЯ ДОКЕМБРИЯ, 2015, № 7. с. 127–148.

Ильина В.П., Попова Т.В., Фролов П.В. Получение керамических материалов на основе нетрадиционного высокомагнезильного сырья // Огнеупоры и техническая керамика. 2014. №11–12. – С.40–46.

Коньков О.И., Михайлина А.А., Приходько А.В., Рожкова Н.Н. Наноструктурированные мембраны на основе природного углеродного материала. / Оптический журнал, 2015, №5, С. 1–5.

Красовский А.Н., Новиков Д.В., Васина Е.С., Матвейчикова П.В., Сычев М.М., Рожкова Н.Н. Ближний порядок и фрактальная кластерная структура агрегатов микрочастиц титаната бария в композите на основе цианэтилового эфира поливинилового спирта/ Физика твердого тела, 2015, Т. 57, Вып. 12. С. 2479–84

Раков Л.Т., Щипцов В.В., Дубинчук В.Т., Скамницкая Л.С. Кварцевое сырье Карело-Кольского региона: о природе образования и генетическом значении субмикроскопических структурных неоднородностей в

кварце // Труды Карельского научного центра РАН, серия ГЕОЛОГИЯ ДОКЕМБРИЯ, 2015, № 7. С. 164–180

Садовничий Р.В., Михайлина А.А., Рожкова Н.Н., Инина И.С. Морфологические и структурные особенности кварца шунгитовых пород Максовской залежи // Труды Карельского научного центра РАН, серия ГЕОЛОГИЯ ДОКЕМБРИЯ, 2015, № 7. DOI: 10.17076/geo126

Скамницкая Л.С., М.М. Шахнович М.М., О.В. Букчина О.В. Использование слюды и расположение мест добычи мусковита в позднем средневековье на Кольском полуострове и в Северной Карелии // Труды Карельского научного центра РАН, серия ГЕОЛОГИЯ ДОКЕМБРИЯ, 2015, № 7. С. 181–191

Травин В. В. Структурная позиция и возраст эклогитизации в районе с. Гридино, Беломорский подвижный пояс // Геотектоника, 2015, №5, с. 78–93.

Чертвов А.Н., Горбунова Е.В., Скамницкая Л.С., Бубнова Т.П. Возможности обогащения кварц-полевошпатового сырья оптическим методом на примере месторождений Северной Карелии // Обогащение руд. ЗАО "Издательский дом "Руда и Металлы", №4, 2015. – С. 54–59.

Шарков Е.В., Беляцкий Б.В., Богина М.М., Чистяков А.В., Щипцов В.В., Антонов А.В., Лепехина Е.Н. Кристаллогенезис и возраст циркона из щелочных и основных пород Ельтьозерского магматического комплекса, северная Карелия // Петрология, 2015, том 23, № 3 – С. 285–307

Шахнович М.М., Скамницкая Л.С. Локализация мест добычи слюды в позднем средневековье в Северной Карелии и на Кольском полуострове. // Известия Иркутского государственного университета. 2014. Т. 9. Серия «Георхеология. Этнология. Антропология». – С. 141–152.

Шека Е.Ф., Рожкова Н.Н. Шунгит- природный источник наноразмерного восстановленного оксида графена. // Труды Карельского научного центра РАН, серия ГЕОЛОГИЯ ДОКЕМБРИЯ, 2015, № 7. DOI: 10.17076/geo264.4.

Шеков К.В., Потравнов А.Л. История геологических изысканий Тулдозерского месторождения железной руды (Северное Приладожье) // Труды Карельского научного центра РАН, серия ГЕОЛОГИЯ ДОКЕМБРИЯ, 2015, № 7. С. 192–201.

Belousova I.M., Videnichev D.A., Kislyakov I.M., Krisko T.K., Rozhkova N.N., Rozhkov S.S. Comparative studies of optical limiting in fullerene and shungite nanocarbon aqueous dispersions // Optical Materials Express, 2015. Vol.5, Is1, P.169–175 <http://dx.doi.org/10.1364/OME.5.000169>

Biogeography, landscapes, ecosystems and species of Zaonezhye Peninsula, in Lake Onega, Russian Karelia / Tapio Lindholm, Jevgeni Jakovlev & Aleksei Kravchenko (eds.). REPORTS OF THE FINNISH ENVIRONMENT INSTITUTE 40 | 2014, 360 p. Juvenes Print, 2015. (Geological description of Zaonezhye Peninsula. Golubev A. I., Rychanchik D. V., Romashkin A. E. & Polin A. K. p. 17–34.)

Gorbunova E.V., Chertov A.N., Skamnitskaya, L.S., Bubnova. T.P. A selective factors searching technique for mineral raw materials enrichment by optical sorting method // SGEM2015 Conference Proceedings. STEP92 Technology Ltd, 1 " Andrey Lyapchev" Blvd, 1797 Sofia Bulgaria 2015, Book 1, v.1, Section Geology. – P. 561–568

Ilyina V, Belashev B. Experience of study of diatomites // SGEM2015 Conference Proceedings. STEP92 Technology Ltd, 1 " Andrey Lyapchev" Blvd, 1797 Sofia Bulgaria 2015, Book 1, v.1, Section Geology. Ecology. V.II. S. 229–233.

Joosu L., Lepland A., Kirsimäe K., Romashkin A. E., Roberts N. M.W., Martin A. P., Črne A. E. The REE-composition and petrography of apatite in 2 Ga Zaonega Formation, Russia: The environmental setting for phosphogenesis // Chemical Geology, 395, February 2015. Pp. 88–107.

Martin A.P., Prave A.R., Condon D.J., Lepland A., Fallick A.E., Romashkin A.E., Medvedev P.V., Rychanchik D.V. Multiple Palaeoproterozoic carbon burial episodes and excursions // Earth and Planetary Science Letters, 424 (2015). P. 226–236.

N.V. Usol'tseva, M.V. Smirnova, A.V. Kazak, A.I. Smirnova, N.V. Bumbina, S.O. Ilyin, N.N. Rozhkova. Rheological Characteristics of Different Carbon Nanoparticles in Cholesteric Mesogen Dispersions as Lubricant Coolant Additives/Journal of Friction and Wear. 2015.Vol. 36, No. 5, P. 380–385.

Schiptsov V.V., Skamnitskaya L.S., Rakov L.T., Dubinchuk V.T. Genetic value and the technological importance of structural not uniformity of submicroscopic level in quartz. // SGEM2015 Conference Proceedings. STEP92 Technology Ltd, 1 " Andrey Lyapchev" Blvd, 1797 Sofia Bulgaria 2015, Book 1, v.1, Section Geology. – P. 395–402

Shchiptsov V.V. High-magnesian raw materials: mineral products of the Karelia-Kola region (Russia) // SGEM2015 Conference Proceedings. STEP92 Technology Ltd, 1 " Andrey Lyapchev" Blvd, 1797 Sofia Bulgaria 2015, Book 1, v.1, Section Geology. – P. 223–230

Shekov V. Free of stress massif as a source for dimensional stone deposit // SGEM2015 Conference Proceedings. STEP92 Technology Ltd, 1 «Andrey Lyapchev» Blvd, 1797 Sofia Bulgaria 2015, Book 1, v. 3. – P. 313–320

Skamnitskaya L.S., Bubnova T.P. Estimation of the effect of weathering on the physico-mechanical properties and degree of quartz preservation in industrial spoil heaps of pegmatite // SGEM2015 Conference Proceedings. STEP92 Technology Ltd, 1 " Andrey Lyapchev" Blvd, 1797 Sofia Bulgaria 2015, Book 1, v.1, Section Geology. – P. 599–607

Skamnitskaya L.S., Bubnova T.P. Shchiptsov V.V. Evaluation of the potential apatite-bearing carbonatite georesources of the Tikshezero massif, republic of Karelia // SGEM2015 Conference Proceedings. STEP92 Technology Ltd, 1 " Andrey Lyapchev" Blvd, 1797 Sofia Bulgaria 2015, Book 1, v. 3. – 279–284.

Основные результаты исследований:

III – Научное направление исследований ИГ КарНЦ РАН:

«НЕОТЕКТОНИКА, СЕЙСМИЧНОСТЬ И ГЕОЭКОЛОГИЯ СЕВЕРО-ЗАПАДА РОССИИ»

Координаторы: *Светов С.А., д.г.м.н.; Шаров Н.В., д.м.-м.н.*

Разделы программы ФНИ государственных академий наук на 2013–2020 годы, раздел VIII «Науки о Земле»:

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

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

79. Эволюция окружающей среды и климата под воздействием природных и антропогенных факторов, научные основы рационального природопользования и устойчивого развития; территориальная организация хозяйства и общества.

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.

ТЕМА № 206: «ГЕОЛОГО-ГЕОФИЗИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ И СЕЙСМИЧНОСТЬ ЮГО-ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ ФЕННОСКАНДИНАВСКОГО ЩИТА». Научный руководитель темы: зав.лаб., д.г.-м.н. Н.В. Шаров. Исполнители: Белашев Б.З. – с.н.с., д.т.н.; Горьковец В.Я. – вед.н.с., д.г.-м.н.; Свириденко Л.П.- г.н.с., д.г.-м.н.; Соколов С.Я. – с.н.с.; Нилов М. Ю. – м.н.с.; Рязанцев П.А. – м.н.с.; Попов М.Г. – с.н.с., к.г.-м.н.; Климовский А.В. – м.н.с.; Лебедев А.А. – ст.лаб.-иссл., аспирант; Титова В.А. – м.н.с.; Фролов А.А. – ст.лаб.-иссл., аспирант; Бакунович Л.И. ст. лаб.-иссл. Инженерно-технический персонал: Яблокова Н.А. – ст. лаб.; Напеева Т.А. – ст. лаб.; Коршунова В.И. – ст. лаб. (лаборатория геофизики).

ТЕМА №207: «ПРОСТРАНСТВЕННО-ВРЕМЕННАЯ ДИНАМИКА ПРИРОДНОГО И ТЕХНОГЕННОГО ПРЕОБРАЗОВАНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ, ИЗМЕНЕНИЕ КЛИМАТА И ЭВОЛЮЦИЯ БИОТЫ В ЮГО-ВОСТОЧНОЙ ФЕННОСКАНДИИ». Научные руководители темы: с.н.с., к.г.-м.н. Д.С. Рыбаков; с.н.с., к.г.н. Т.С. Шелехова. Исполнители: Крутских Н.В. – с.н.с., к.г.н.; Лаврова Н.Б. – н.с., к.б.н.; Слуковский З.И. – к.б.н., н.с.; Медведев А.С. – м.н.с. Инженерно-технический персонал: Лазарева О.В., вед. географ; Гутаева Л.И., вед.географ; Алексеева Е.Б. – ст. лаб. (лаборатория региональной геологии и геодинамики, лаборатория геохимии и моделирования природных и техногенных процессов; аналитическая лаборатория).

● На основе разносторонних геологических и геофизических исследований детально охарактеризовано строение Костомукшского рудного района (КРР). Уникальной характеристикой района является сосуществование крупных месторождений железа, рудопоявлений золота, наличие алмазонасных кимберлитов, лампроитов, кварца и строительных материалов. По материалам сейсмотомографии прослежено строение мантии под КРР до глубины 800 км. В целом, верхняя мантия характеризуется высокими скоростями прохождения упругих волн, переходная зона верхней мантии – низкими скоростями, зона раздела-1 переходной зоной верхней мантии и средней мантией – высокими скоростями. Эти данные позволяют предполагать, что КРР расположен над мантийной скоростной колонкой, которая отображает наличие современного или древнего (протерозойского) мантийного плюма. Возможно, именно это является главной причиной аномальности КРР как в геофизическом, так и в металлогеническом отношении.

● Впервые создан комплекс геофизических (сейсмические, 3D плотностная и магнитная) моделей земной коры центральной части Карельского кратона (приграничная территория восточной Финляндии и западной Карелии). Получена комплексная модель строения земной коры, ее мощность закономерно увеличивается с востока на запад от 40 до 60 км, при этом увеличение мощности коры происходит за счет нижнего высокоскоростного слоя 7,0–7,3 км/с.

● Впервые построена детальная трехмерная магнитная модель средней и нижней земной коры, охватывающая приграничную территорию Карелии и восточной Финляндии (62.0° – 65.5° с.ш., 28.3° – 34.0° в.д.). Получена 3D схема разломов в сочетании с глубинными магнитными источниками. Она включает наиболее интенсивно намагниченные глубинные тела (источники Восточно-Финляндской, Толвоярвинской, Ребольской и Костомукшской региональных магнитных аномалий) (рис. 26–27).

● Совершенствуется методология и взаимодействие сейсмологической сети Мурманской, Архангельской областей и Республики Карелия для изучения слабосейсмичной территории, а также детальной параметризации очагов местных землетрясений, их структурно-динамической идентификации и отделения от многочисленных карьерных взрывов. В 2015г. получила дальнейшее развитие геофизическая обсерватория «Петрозаводск», позволяющая вести комплексный мониторинг сейсмических и электромагнитных полей и медленных вариаций магнитного поля Земли. Данные обсерватории используются для изучения сейсмичности Карелии, анализа механизмов распространения электромагнитных предвестников землетрясений и возможности их регистрации на удалении от эпицентров, предоставления сведений о структуре естественных полей и поля контролируемых источников для задач электромагнитного зондирования, а также оценки риска воздействия геомагнитных возмущений на энергосистемы России.

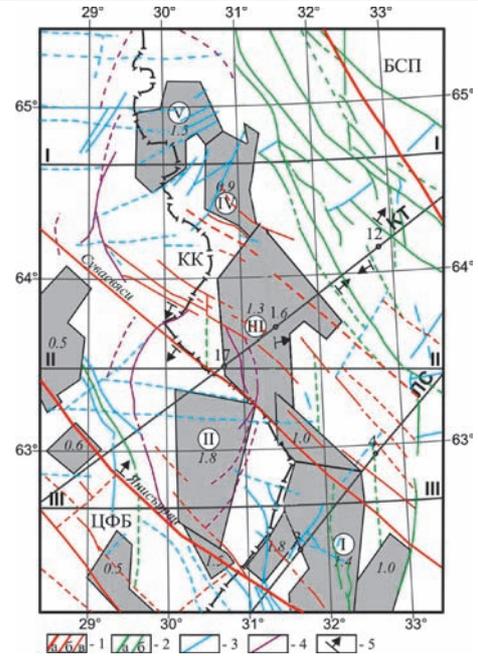


Рис. 26. Трехмерная магнитная модель средней и нижней коры центральной части Карельского кратона (И.К. Пашкевич, Н.В. Шаров, А.С. Савченко, В.И. Старостенко). БСП – Беломорский складчатый пояс, КК – Карельский кратон, ЦФБ – Центрально-Финляндский блок. Разрывные нарушения (сплошные – выделенные по геологическим данным, пунктирные – по магнитному и гравитационному полям): 1 – система межблоковых разломов: а – I, б – II, в – III рангов северо-западного простирания; 2 – система меридионального шва разломов: а – II, б – III рангов; 3 – разломы других направлений; 4 – дугообразные разломы; 5 – направление падения разломов.

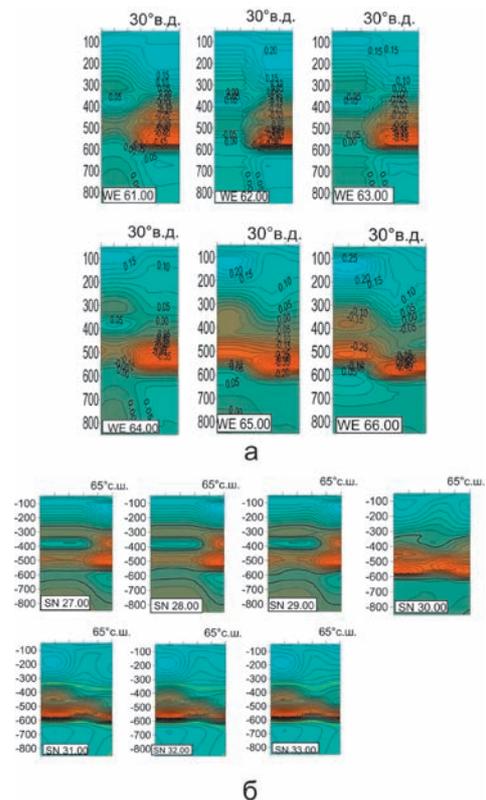


Рис. 27. Широтные (а) сечения исследуемой области: WE 61°–66°с.ш. и долготные (б) сечения исследуемой области: SN 27°–33°в.д. (Т.А. Цветкова, Н.В. Шаров). Синий цвет – соответствует положительным невязкам (повышенным относительно принятой референтной модели скоростям), красный – отрицательным невязкам (пониженным относительно принятой референтной модели скоростям).

● Математическое моделирование разрывных нарушений массива магматических горных пород в поле удельного электрического сопротивления (УЭС), а также результаты экспериментальных измерений обеспечивают выявление основных критериев для идентификации и оценки зон трещиноватости на основе методики электротомографии (рис. 28).

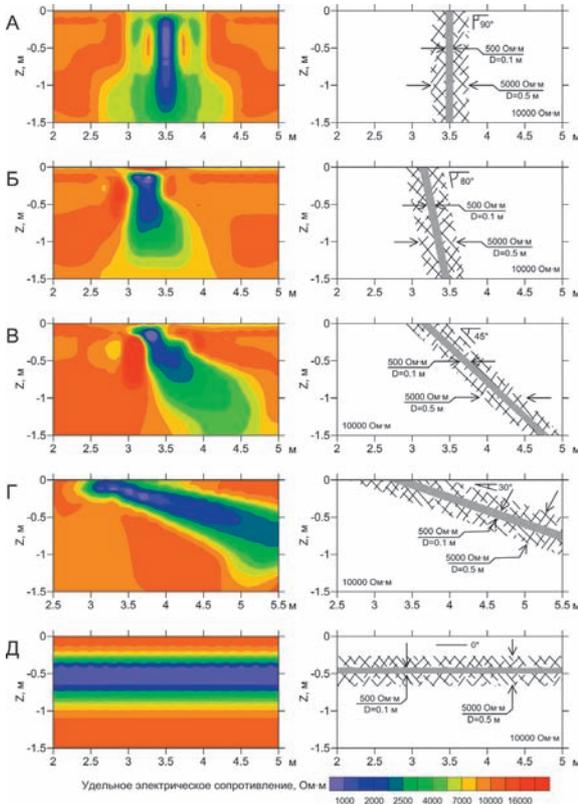


Рис. 28. Моделирование наклона трещины в поле УЭС (П.А. Рязанцев): А – вертикальная трещина, угол 90°; Б – субвертикальная трещина, угол 80°; В – трещина, угол 45°; Г – полого падающая трещина, угол 30°; Д – горизонтальная трещина, угол 0°

● Разработан и внедрен комплекс геолого-геофизических методов для поисков и разведки месторождений блочного камня.

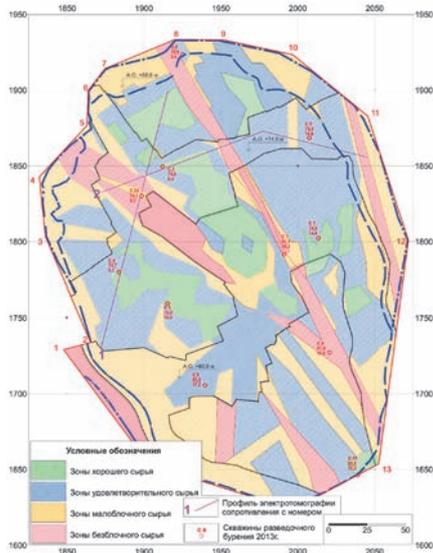


Рис. 29. Схема распределения качества блочного сыра на месторождении «Балтийское» по результатам комплексной интерпретации геолого-геофизических данных (С.Я. Соколов, А.В. Климовский).

Комплекс состоит из магниторазведки, георадарного профилирования и электротомографии. Опробован на проявлениях гранитов раппакиви Салминского массива (Колатсельгское, Сюськяярви, Тулонярви) и внедрен на месторождениях сиенитов «Возрождение» «Балтийское» (рис. 29), «Елизовское» (Карельский перешеек), граниты «Ванжозеро».

● В районе п. Чупа (рис. 30), используя метод изолированных бассейнов, проведено изучение литологии, стратиграфии и вещественного состава донных отложений из котловин малых озер с целью определения положения береговой линии моря и темпов гляциоизостатического поднятия территории.

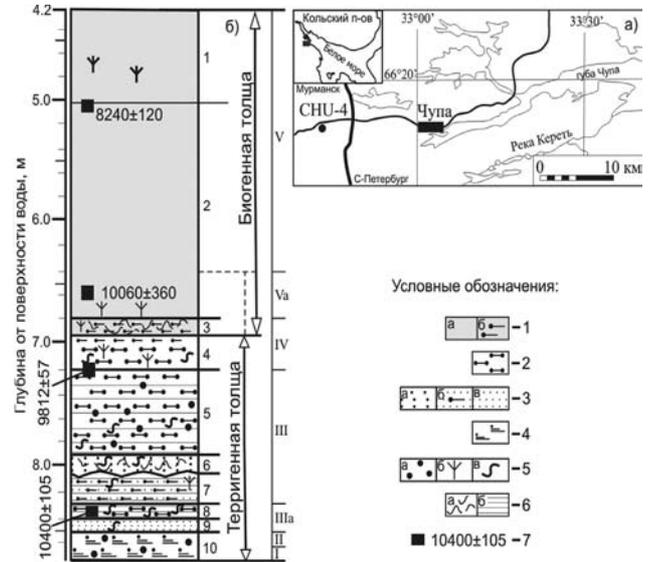


Рис. 30. Положение района исследования (а) и литологический разрез керна из донных отложений безымянного озера (Chu-4).

Арабскими цифрами справа от разреза обозначены выделенные толщи (слои); римскими – литостратиграфические единицы: осадки фашии опресненного (I), осолоняющегося (II) и морского приледникового (IIIa) водоема, морские осадки (III), осадки лагуны (IV), пресноводного озера в береговой зоне (V) и на побережье (Va) (б). 1 – гиттия: а – монотонная, б – монотонная с алевритом; 2 – алевриты песчанистые; 3 – пески: а – разноразмерные (р/з), б – существенно среднеразмерные, в – разноразмерные, существенно мелкозернистые, в – тонкозернистые; 4 – глины песчано-алевритовые (ленточные); 5 – включения: а – гравия и крупнозернистого песка, б – макроостатков водных растений, в – дисперсной органики и гидротроилита; б – текстуры: а – муаровые, б – тонкая слоистость; 7 – радиоуглеродные датировки.

Выявлены различные признаки фациальной принадлежности стратифицированных донных отложений разного генезиса и на основе полученных данных оценены палеогеографические условия района исследования. Формирование отложений происходило в несколько этапов: – приледникового пресноводного водоема, впоследствии осолоняющегося за счет притока атлантических вод (AL); – приледникового морского бассейна (DR-3); – морского бассейна (первая половина PB); – отчленения пресноводного континентального озера (середина PB); – пресноводного континентального водоема (вторая половина PB–BO–AT). Малая мощность разреза, соответствующего среднему и позднему голоцену, может являться косвенным свидетельством высокой тектонической активности, осложняющей

гляциоизостатическое перемещение земной коры в этом районе по сравнению с другими районами карельского побережья Белого моря. Изменение климата отражено в изменениях соотношения Sr/Rb и La/Yb в осадочных отложениях, что отмечалось ранее для осадков малых озер южного Урала и Байкала. Повышенные значения этих показателей характерны для верхней части пресноводной гиттии, причем теплым и влажным климат был при накоплении самой верхней части осадка который формировался в условиях климатического оптимума голоцена. Относительно теплым и сухим климат был при накоплении нижней части пресноводной гиттии, с наиболее высокими содержаниями урана и по радиоуглеродным и палинологическим данным сопоставляемой с РВ. В осадках морского генезиса и приледникового озера показатели упомянутых соотношений свидетельствуют о формировании этих отложений по сравнению с голоценом в холодных и сухих условиях. Седиментация пресноводных илов и торфа возобновилась 9500–9200 (С¹⁴) л.н. после стаивания мертвых льдов и быстрой регрессии моря (совместно с ГИ КНЦ РАН, Апатиты).

● Изучение литологии, биостратиграфии, состава пыльцы и диатомовых водорослей донных отложений озер Сумозерской островной возвышенности и прилегающей к ней равнины позволило установить, что: 1. Краевой комплекс рельефа Сумозерской возвышенности окончательно сформировался не в невскую стадию деградации оледенения, а в стадию сальпаусселья (поздний дриас). 2. В позднем дриасе осадконакопление в озерах нижнего яруса рельефа Сумозерской возвышенности и прилегающей равнине осуществлялось в условиях приледникового водоема. 3. После похолодания позднего дриаса и реактивации ледникового фронта, более ранняя дегляциация происходила в пределах возвышенности. Здесь биогенное осадконакопление в котловинах озер началось в пребореале – около 10 тыс. л. н., на приморской равнине – 8–9 тыс. л. н.

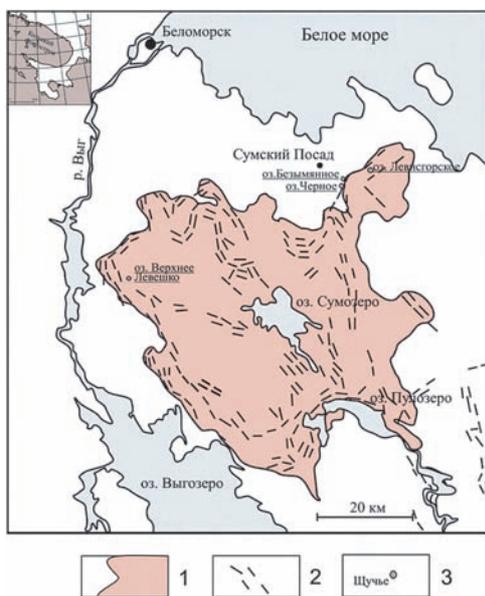


Рис. 31. Район исследований п. Сумский Посад. 1 – Сумозерская межлопастная (островная) возвышенность; 2 – краевые образования (гряды, холмисто-грядовый рельеф, маргинальные склоны); 3 – изученные озера.

4. Отсутствие морских и переходных фаций, пыльцы растений галофитов, пресноводный состав диатомовой флоры с незначительной примесью переотложенных солоноватоводных форм, наличие зеленых водорослей *Pediastrum* в донных отложениях нижних частей изученных разрезов свидетельствуют, что в условиях отмелого берега Онежского залива до конца пребореала существовал пресноводный бассейн. Осолонение его произошло после изоляции изученных озерных котловин (совместно с ГИ КНЦ РАН, Апатиты).

● Рассмотрены особенности рельефа и четвертичных отложений как основы современных ландшафтов Заонежского полуострова. Обобщены материалы по дегляциации территории и трансгрессивно-регрессивной деятельности Онежского озера в позднеледниковье и голоцене. Реконструкции динамики растительности на фоне изменения климатических условий выполнены с аллереда (~11800 л.н.) до современности на основе палинологических, макрофоссильных и радиоуглеродных данных озерных озерно-болотных отложений разрезов Заонежского полуострова. Эколого-ценотический анализ видов растений, определенных по ископаемой пыльце в позднеледниковых отложениях позволил реконструировать своеобразные растительные сообщества аллереда и позднего дриаса. Показано, что глобальное потепление в голоцене вызвало постепенную смену перигляциально-степных и тундровых сообществ позднеледниковья лесотундровым березовым редколесьем. Березовые и сосново-березовые редкостойные северотаежные леса появились примерно 9600 л.н. Среднетаежные сосновые леса достигли максимального распространения 8900–8000 л.н. Потепление и увеличение влажности климата в атлантическое время благоприятствовали расселению *Ulmus*, *Quercus*, *Tilia*, *Acer*, *Corylus* и *Alnus glutinosa*, особенно в интервале 7000–6000 л.н. (6580 ± 80 л.н., ЛУ-3422), в результате чего растительность приобрела южнотаежный облик. Наряду с сосновыми и сосново-березовыми лесами распространились ельники, которые стали играть доминирующую роль, особенно во второй половине суббореала. Южнотаежные типы леса на Заонежском п-ове сохранились и до настоящего времени; разнообразны также производные леса, возникшие в результате активной хозяйственной деятельности человека. На основе полученных данных сделаны предположения о возможном существовании поселений в те или иные периоды голоцена. Установлено, что земледелие здесь началось около 1100–900 л.н. (1140 ± 50 л.н., ЛЕ-6531; 950 ± 110 л.н., ЛЕ-6796) (совместно с ГИ КНЦ РАН, Апатиты).

● Применение факторного анализа позволило разделить присутствующие в загрязненных техногенных почвах (на примере промышленных территорий г.Петрозаводска) ассоциации химических элементов на техногенные и природные (унаследованные из почвообразующих пород). Выявлены следующие техногенные ассоциации: «индустриальная», связанная с загрязнением от основного производства – Sn, Cu, Mo, Co, Cd, Zn, Pb, W, Sb, Cr, (Ni, Bi, Mn, As, Ba) и «топливно-энергетическая», сформированная в результате сжигания мазута в котельных – V, Ni. Прочие ассоциации элементов имеют естественное происхождение,

в том числе легкие литофильные и примыкающие к ним элементы: Li, Cs, Tl, Rb, Be, Th, U, Ga, (Sr, Sc), а также ассоциации элементов, контролируемые в основном рудными и акцессорными минералами почвообразующих пород (магнетитом, титаномагнетитом, цирконом, сфеном, апатитом), а также амфиболом, эпидотом и, возможно, другими минеральными фазами: Ti, Zr, Hf, Ta, Nb, P, Te.

● С использованием данных государственной статистики показано, что в последние 15 лет в регионе Карелия происходила перестройка структуры выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух. В том числе снизилось количество выбросов взвешенных веществ, диоксида серы, оксида углерода, увеличилось – оксидов азота. Общее количество ежегодных выбросов от стационарных источников сократилось со 150.1 до 94.9 тыс. тонн (2000–2014 гг.), от передвижных источников – увеличилось с 39.1 до 78.0 тыс. тонн (1998–2014 гг.).

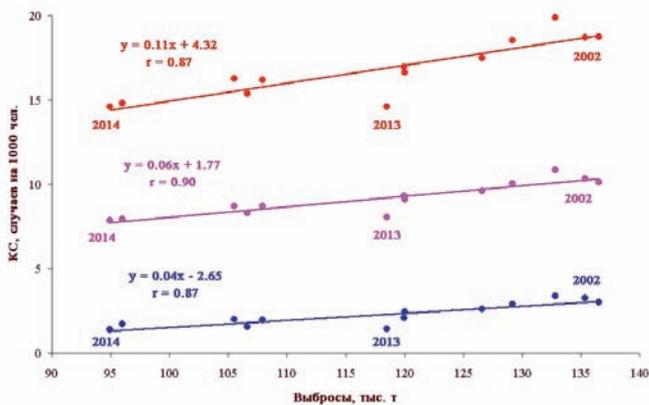


Рис. 32. Выбросы загрязняющих веществ от стационарных источников и коэффициенты смертности населения Республики Карелия в 2002–2014 гг.: красные кружки – общей смертности, лиловые – от болезней системы кровообращения, синие – от внешних причин.

Практически синхронно произошло изменение показателей смертности населения: с 2003 по 2014 гг. снизилась общая смертность (на 26.5%), смертность от болезней системы кровообращения (27.8%), внешних причин (59.0%), с 2004 по 2014 гг. увеличилась смертность от новообразований (23.5%). При этом установлено, что коэффициенты корреляции линейных моделей (r), связывающих общее количество выбросов от стационарных источников и показатели смертности (общей, от болезней системы кровообращения и внешних причин), достигают 0.87–0.90 (рис. 32), а без учета выбросов ОАО «Карельский окатыш» – 0.97. Связь между количеством выбросов от автотранспорта и усредненным показателем смертности от

новообразований статистически достоверна и постепенно усиливается с ростом периода скользящего среднего данного показателя (с $r = 0.71$ – период 2 года до $r = 0.91$ – период 6 лет).

● Исследование химического состава донных отложений литоральной зоны северной части Ладожского озера позволило установить, что средние концентрации тяжелых металлов в донных отложениях выше или находятся на уровне региональных фоновых концентраций. Наибольшие коэффициенты концентрации по Cr, Co, Ni, Cu, Zn и Pb установлены для залива Кирьявалахти. Существенные превышения над фоном отмечены для донных отложений в заливе Лехмалахти (по Cr, Mn, Co, Pb и Cd) и близ полуострова Хунука и острова Лункулансаари (по Cd и Mn).

● На примере г. Петрозаводска выделены параметры геоэкологического мониторинга городской среды. Определены объекты и критерии мониторинга по компонентам экосистемы (рис. 33). Проработаны основные рекомендации для управления состоянием экосистемы города.

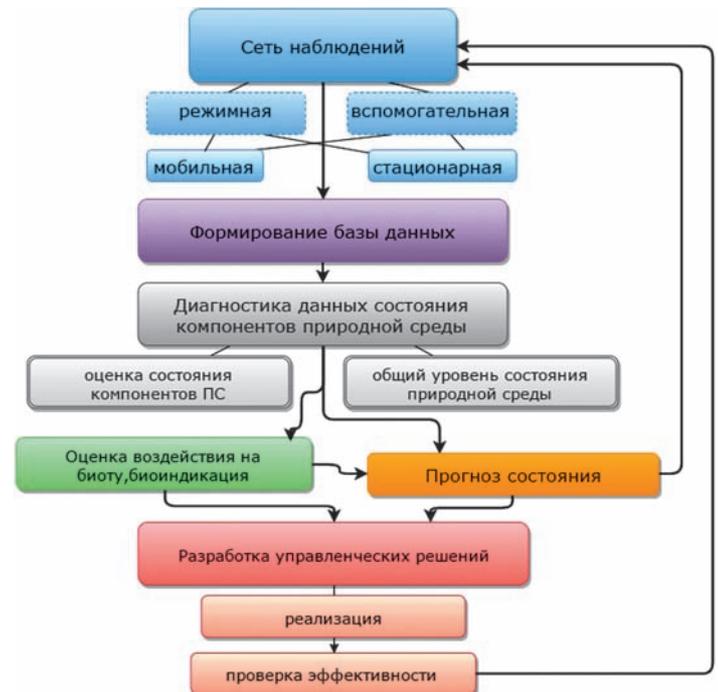


Рис. 33. Блок-схема выполнения мониторинга

Предложена к внедрению схема геоэкологического менеджмента в систему управления урбанизированными территориями на примере городов Республики Карелия.

Публикации:

Белашев Б.З., Долгий К.А. Применение глобальной оптимизации в кластерном анализе данных // Труды Карельского научного центра РАН. Математическое моделирование и информационные технологии. № 10. 2015. С. 15–23.

Белашев Б.З., Кабедев А.В. Алгоритмы глобальной оптимизации для анализа данных //

Математическое моделирование и информационные технологии. Труды Карельского научного центра РАН. 2014. №4, С. 6–13.

Колька В.В., Корсакова О. П., Лаверова Н.Б. Палеогеографические условия осадконакопления в малых озерных котловинах Поморского берега Белого

моря // Тр. КарНЦ РАН, сер. Лимнология, 2015, № 5. С. 70–84.

Колька В.В., Корсакова О.П., Шелехова Т.С., Толстоброва А.Н. Восстановление относительного положения уровня Белого моря в позднеледниковые и голоцене по данным литологического, диатомового анализов и радиоуглеродного датирования донных отложений малых озер в районе пос. Чупа (северная Карелия). Вестник МГТУ. 2015. Т. 18, № 2. С. 255–268.

Костомукшский рудный район (геология, глубинное строение и минерализация) // Отв. ред. В.Я. Горьковец, Н.В. Шаров. Авторы: Белашев Б.З., Горьковец В.Я., Климовский А.В., Нилов М.Ю., Попов М.Г., Раевская М.Б., Свириденко Л.П., Соколов С.Я., Фролов А.А. 322 с. 2015.

Пашкевич И.К., Савченко А.С., Старостенко В.И., Шаров Н.В. Трехмерная геофизическая модель земной коры центральной части Карельского кратона // Доклады Академии наук, т. 463, № 4, 2015. С. 469–473.

Рязанцев П.А. Оценка трещиноватости горного массива на основе моделей электротомографии // Геофизика. 2015, № 1, С. 41–50.

Рязанцев П.А. Повышение эффективности разведки месторождений облицовочного камня на основе методики электротомографии // Автореферат диссертации на соискание ученой степени к.г.-м.н. специальность Геофизика, геофизические методы поисков полезных ископаемых. Санкт-Петербург. 2015. 20 с.

Слуковский З.И. Геоэкологическая оценка состояния малых рек крупного промышленного города по данным о содержании тяжелых металлов в донных

отложениях // Метеорология и гидрология. № 6. 2015. С. 81–88

Слуковский З.И. Нормирование по литию концентраций тяжелых металлов в донных отложениях озер Ладожское и Четырехверстное (Республика Карелия) // Химия в интересах устойчивого развития. 2015. Том 23. № 4. С. 397–408. DOI: 10.15372/KhUR20150409.

Слуковский З.И., Медведев А.С. Вертикальное распределение микроэлементов в донных отложениях малого озера в условиях урбанизированной среды // Вода: химия и экология. № 3. 2015. С. 77–82.

Слуковский З.И., Медведев А.С. Содержание тяжелых металлов и мышьяка в донных отложениях озер Четырехверстного и Ламбы (г. Петрозаводск, Республика Карелия) // Экологическая химия. № 1. 2015. С. 56–62.

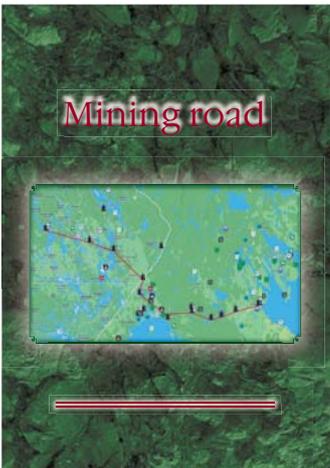
Шаров Н.В. Глубинные сейсмические исследования в юго-восточной части Фенноскандинавского щита // Геофизический журнал № 5, Т. 37, 2015. С. 104–120.

Filimonova L. & Lavrova N. Paleogeography of Zaonezhye Peninsula // Biogeography, landscapes, ecosystems and species of Zaonezhye Peninsula, in Lake Onega, Russian Karelia // Editor Lindholm, Tapio; Jakovlev, Jevgeni; Kravchenko, Alexey (Finnish Environment Institute, Helsinki 2014. P. 57–73

Shelekhova T.S. Geomorphology and Quaternary deposits // Biogeography, landscapes, ecosystems and species of Zaonezhye Peninsula, in Lake Onega, Russian Karelia // Editor Lindholm, Tapio; Jakovlev, Jevgeni; Kravchenko, Alexey (Finnish Environment Institute, 2015. P. 35–40. (<http://hdl.handle.net/10138/154736>).

Издательская деятельность Института геологии за 2015 год

● Вышла в свет книга **«Дорога горных промыслов»** на англ. языке. Книга издана при финансовой поддержке Европейского Союза, Российской Федерации и Финляндии. На русском языке издание вышло в конце 2014 г. Mining Road // Publishing Editor V.A. Shekov. – Petrozavodsk: Karelian Research Center RAS, 2014. – 320 p. Science editors: V.V. Shchiptsov (the Institute of Geology KRC RAS), M.L. Goldenberg (the National Museum of the Republic of Karelia), E. Lukkonen (Geological Survey of Finland), M. Marin (Outokumpu Mining Museum, Outokumpu, Finland). The edition is made with support of Karelia ENPI CBC Program of the European Union, Grant KA334 Mining Road.



● **Экологическая геология: теория, практика и региональные проблемы: Материалы четвертой научно-практической конференции.** г. Петрозаводск, 30 сентября – 2 октября 2015 г. – Воронеж: «Издательство Научная книга», 2015. – 367 с. ФАНО, Институт геологии КарНЦ РАН, Министерство образования и науки РФ, Воронежский госуниверситет, МГУ им. М.В. Ломоносова, Российское геологическое общество. В сборнике материалов Четвертой международной научно-практической конференции «Экологическая геология: теория, практика и региональные проблемы» представлены результаты исследований в области фундаментальных проблем экологической геологии и сопредельных наук.

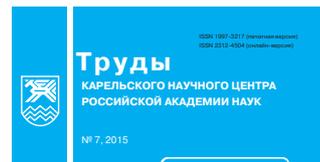
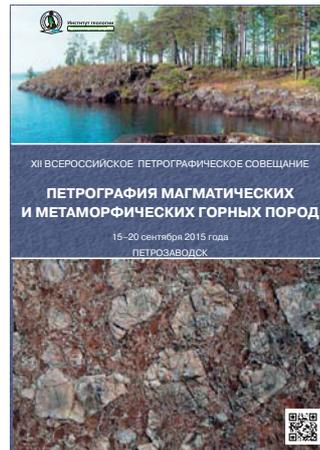
● **Петрография магматических и метаморфических горных пород.** Материалы XII Всероссийского петрографического совещания с участием зарубежных ученых. Петрозаводск: КарНЦ РАН, 2015. 590 с.

● **Путеводитель геологических экскурсий XII Всероссийского петрографического совещания «Петрография магматических и метаморфических горных пород.** Петрозаводск: КарНЦ РАН, 2015. 96с.

● **Труды КарНЦ РАН. № 7. сер. Геология докембрия.** 2015. 230 с.

● **Сборник материалов XXVI молодежной научной школы-конференции, посвященной памяти члена-корреспондента АН СССР К.О. Кратца и академика РАН**

Ф.П. Митрофанова «Актуальные проблемы геологии докембрия, геофизики и геоэкологии» (12–16 октября 2015 г., г. Петрозаводск) – Петрозаводск: изд-во Карельского научного центра РАН, 2015. 204 с. Материалы представлены молодыми учёными из академических, учебных и производственных организаций Москвы, Санкт-Петербурга, Петрозаводска, Апатитов, Воронежа, Черноголовки, Томска, Тюмени, Сыктывкара, Ухты, Оленегорска, Симферополя, а также Узбекистана и Вьетнама. Сборник материалов конференции состоит из шести разделов (региональная геология, геохронология и стратиграфия; геохимия, минералогия и петрология; полезные ископаемые; геофизика и глубинное строение земли; геоэкология и четвертичная геология; путеводитель геологических экскурсий).



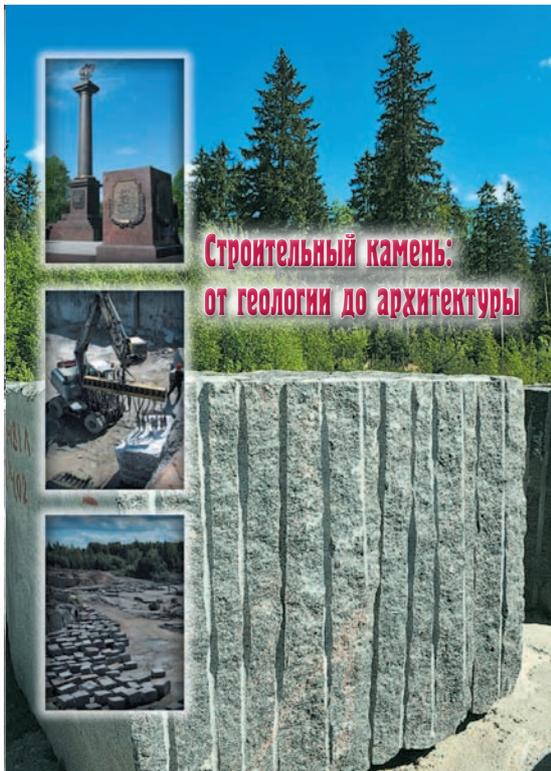
ГЕОЛОГИЯ ДОКЕМБРИЯ

СОДЕРЖАНИЕ	
А. М. Пыцкий, Ю. В. Вьетнам, АРХЕОМАГМАТИЧЕСКО-ПЕТРОГРАФИЧЕСКАЯ ИСТОРИЯ МЕТАМОРФИЧЕСКИХ ПЕТРОГРАФИЧЕСКИХ ПОРОД ДОКЕМБРИЯ	3
А. А. Климовский, Ю. А. Морозов, А. Н. Сельская, СТРЕСС-МЕТАМОРФИЗМ И СТРЕСС-МЕТАМОРФИЗМ В ДОКЕМБРИИ ПЕТРОГРАФИИ	19
В. В. Климовский, С. В. Виноградов, В. В. Козлов, ГЕОЛОГИЯ И РАМАНОВОВЫЕ СЛЕДЫ ЦИРКОНИЙ В РУДИТЕ, РУС-АН АНТИКЛИНОРИИ МАССИВА ПУШКИНСКАЯ ГУБА, СЕВЕРНАЯ КАРЕЛИЯ	26
С. А. Селин, А. В. Селин, С. Ю. Чепелев, Е. В. Селин, З. И. Работин, А. Н. Мельникова, А. С. Парфенов, В. З. Устинов, М. В. Устинов, В. С. Кочнев, ПЕТРОГРАФИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ И ГЕОХИМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ГОРНЫХ ПОРОД И МИНЕРАЛОВ: МЕТОДИКА И ОЦЕНКА ТОЧНОСТИ РЕЗУЛЬТАТОВ НА ПРИМЕРЕ РАЙОНОВ СЕВЕРНОКАРАБИЙСКИХ МАНИФЫЛЬНЫХ КОМПЛЕКСОВ	54
V. F. Sankhla, K. Hanh, H. Hahn, Z. A. Fahren, Sr-Nd AND U-Pb ISOTOPIC EVIDENCE FOR THE TUNGUSKA-SIBYRIA COMPLEX, KOLA PENINSULA, RUSSIA	74
А. В. Сабитов, О. Н. Волочков, За Саван, О. А. Мухомов, АРХЕИДСКИЕ ДОМИНИТЫ ГРЕЙНОВСКОГО ЖЕЛЕЗОПОРФИРАЖЕЩЕГО МЕЛАНДА (БЕЛГОРСКИЙ ПРОФИЛЬ) ФЕЛИКСОВСКОГО ЦЕНТРА ГЕОЛОГИИ И ГЕОФИЗИКИ ДОКЕМБРИЯ И ГЕОХИМИЧЕСКОЕ СЛЕДСТВИЕ	85

● Вышел в свет научный труд **«Костомукшский рудный район (геология, глубинное строение и минерогения)»**, созданный авторским коллективом: S.Aago, Б.З. Белашев, М.А. Бойчук, М.А. Воробьев, В.Н. Глазнев, В.Я. Горьковец, А.Г. Дударев, Л.А. Жданова, А.А. Иванов, Н.М. Иванов, А.В. Климовский, Е.Е. Климовская, М.А. Корсакова, J.V. Korhonen, В.И. Литвиненко, Л.А. Максимович, М.В. Минц, О.М. Муравина, Т.А. Мыскова, М.Ю. Нилов, Л.Г. Осипенко, И.К. Пашкевич, А.К. Полин, Ал.А. Попов, Ан.А. Попов, М.Г. Попов, А.Б. Раевский, М.Б. Раевская, В.Н. Рудашевский, Н.С. Рудашевский, А.С. Савченко, Л.П. Свириденко, J.R. Skilbrei, С.Я. Соколов, А.М. Спиридонов, В.И. Старостенко, Т.А. Цветкова, А.А. Фролов, Н.В. Шаров, В.А. Шеков, В.В. Щипцов. Отв. ред.

В.Я. Горьковец, Н.В. Шаров. Петрозаводск: Карельский научный центр РАН, 2015. 322 с.+1 вкл., 171 ил., 32 табл., 16 фото. Библиогр. 361 назв. ISBN 978-5-9274-0668-5.

● По материалам 9-го Российского семинара по технологической минералогии, который проходил в апреле 2014 г. в г. Магнитогорске на базе Магнитогорского государственного технического университета им.Г.И.Носова, вышел в свет сборник научных статей **«Технологическая минералогия природных и техногенных месторождений»** под редакцией В.В. Щипцова. Это девятое издание серии «Технологическая минералогия», которая издается Комиссией по технологической минералогии РМО, начиная с 2006 года.



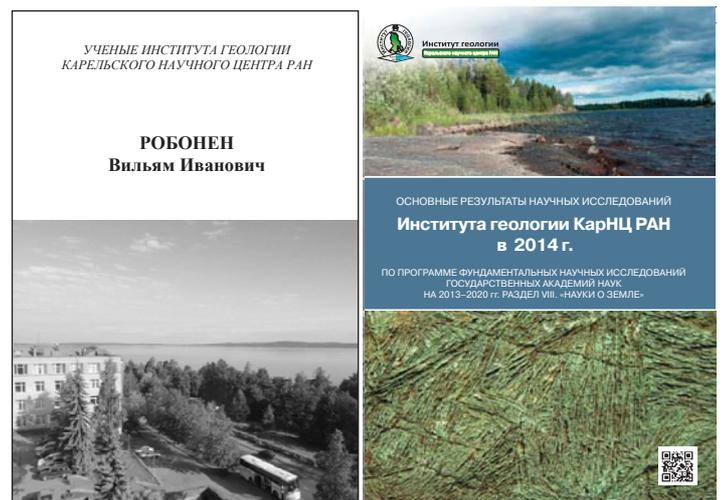
● **Строительный камень: от геологии до архитектуры** / Ответственный редактор Е.Н. Кузьминых. Петрозаводск: Карельский научный центр РАН. 2015. 180 с.

Сборник включает 30 статей, освещающих широкий круг вопросов, связанных с состоянием и перспективами развития геологической, добывающей и камнеперерабатывающей отраслей, применением природного камня в строительстве, благоустройстве и реставрацией, защитой каменных построек в условиях городской среды, а также геологические аспекты разработки строительных материалов, комплексное освоение месторождений, методы испытаний отдельных видов природного камня и использование отходов камнедобывающего производства. Использованы материалы научно-практической конференции «Строительный камень юго-восточной Фенноскандии: от геологии до архитектуры, проведенной в г. Выборге в мае 2015 г.

Сборник издан на средства ООО «УС ГУ ПО «Возрождение» при финансовой поддержке ООО «Геостром», ООО «Тех-Маркет»

Буклеты

● **Робонен Вильям Иванович.** Петрозаводск: Карельский научный центр, 2015. 71 с. Вышел очередной выпуск серии **«Ученые Института геологии КарНЦ РАН»**. Он посвящается памяти сотрудника института – **Вильяма Ивановича Робонена**, заслуженного деятеля науки КАССР, кавалера Ордена Трудового Красного Знамени, почетного разведчика недр России, отличника разведки недр КАССР, почетного члена Геологического общества Финляндии, кандидата геолого-минералогических наук.



● Вышло в свет научное издание **«Основные результаты научных исследований Института геологии КарНЦ РАН 2014 г. по Программе фундаментальных научных исследований государственных академий наук на 2013–2020 гг. Раздел VIII. «Науки о Земле»**. Петрозаводск: Карельский научный центр РАН, 2015. 31 с. Составители: В.В. Щипцов, С.А. Светов, А.В. Первунина.

Институт геологии в сети Интернет <http://igkrc.ru>

Интернет-портал Института геологии представляет собой обновленную информационную систему, содержащую данные о научной, научно-организационной, образовательной деятельности нашей организации. На сайте доступны главные новости института, размещены информация об истории института, Карельском отделении Российского минералогического общества, деятельности базовой кафедры геологии и геофизики при физико-техническом факультете ПетрГУ, подразделениях и сотрудниках института, актуализация происходит ежедневно.

В течение 2015 года количество уникальных посетителей сайта превысило 22300 человек, что, в среднем, составляет 1858 человек в месяц, общий объем просмотренной информации равен 304 Гб. Сайт был посещен 44 715 раз. По количеству посещений выделяются интернет-пользователи из Германии, России, Украины, Турции, Бразилии, Польши, Финляндии, Казахстана. Объем размещенных для скачивания материалов (PDF версии книг и пр.) на 2015 г. составляет 5106 Мб.

Кроме основного на портале Института размещаются сайты научных мероприятий, проводимых на базе ИГ КарНЦ РАН – конференций, совещаний. Помимо общей информации, программ и материалов на все мероприятия, состоявшиеся в 2015 году, была организована электронная регистрация участников. Портал поддерживается Геоинформационным центром ИГ КарНЦ РАН.

ПЕТРОГРАФИЯ МАГМАТИЧЕСКИХ И МЕТАМОРФИЧЕСКИХ ГОРНЫХ ПОРОД
XII Всероссийское петрографическое совещание
15-20 сентября 2015, Петрозаводск

О совещании
Оргкомитет совещания
Программный комитет
Программа совещания
Решение совещания
Материалы совещания
Фотогалерея
Экскурсии
Гости совещания
Регистрация участников
Размещение
Контакты

РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК
ОТДЕЛЕНИЕ НАУК О ЗЕМЛЕ РАН
МЕЖВЕДОМСТВЕННЫЙ ПЕТРОГРАФИЧЕСКИЙ КОМИТЕТ
КАРЕЛЬСКИЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР РАН
ИНСТИТУТ ГЕОЛОГИИ КАРЕЛЬСКОГО НАУЧНОГО ЦЕНТРА РАН
РЕГИОНАЛЬНЫЙ ПЕТРОГРАФИЧЕСКИЙ СОВЕТ ПО СЕВЕРО-ЗАПАДУ РОССИИ
РОССИЙСКИЙ ФОНД ФУНДАМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

XII Всероссийское петрографическое совещание
«ПЕТРОГРАФИЯ МАГМАТИЧЕСКИХ
И МЕТАМОРФИЧЕСКИХ ГОРНЫХ ПОРОД»
15-20 сентября 2015 года

Место проведения:
Карельский научный центр РАН, Институт геологии
Республика Карелия, г. Петрозаводск, ул. Пушкинская, 11



QR-КОД основного портала Института геологии КарНЦ РАН



QR-КОД страницы Института геологии КарНЦ РАН в социальной сети «VK»

Музей геологии докембрия Института геологии КарНЦ РАН

Музей геологии докембрия был основан одновременно с созданием Института геологии КарНЦ РАН 18 мая 1961 года. Первые коллекции музея были сформированы директором института проф., д.г.-м.н. Петром Алексеевичем Борисовым. В настоящее время музей является структурным подразделением Института геологии и имеет в фонде хранения более 3,5 тыс. единиц образцов. Музейные экспозиции развернуты в двух залах. В верхнем зале экспозиция посвящена истории горных разработок и геологических исследований в Карелии, геологии, металлогении и полезным ископаемым докембрия Восточной части Фенноскандинавского щита. Экспозиция нижнего зала представлена разделами, посвященными рельефу, четвертичным отложениям Карелии, эволюции жизни на Земле, минералогии, а также природному камню архитектурного назначения.



Работа музея включает проведение групповых и индивидуальных экскурсий, лекций, консультаций по вопросам геологии. Под эгидой музея реализуются различные образовательные программы, проводятся тематические выставки и творческие биеннале.



В 2015 г. сотрудниками музея геологии докембрия было проведено 310 мероприятий (лекций и полевых экскурсий) в которых приняло участие 1967 человек, в т.ч. иностранные гости из Финляндии, Бельгии, Голландии, Италии, США, Германии, Великобритании, Турции. Музей в этом году посещали академики РАН О.А. Богатиков, В.А. Коротеев, В.В. Ярмолук; член-

корреспонденты РАН В.А. Глебовицкий, И.В. Гордиенко, Н.А. Горячев, В.С. Шацкий; 1-ый зам. министра природных ресурсов и экологии РФ Д.Г. Храмов, председатель КарНЦ РАН А.Ф. Титов, министр природопользования и экологии РК В.Ф. Чикалюк и многие другие.



Подготовлена выставка редких медалей, сувениров и подарков из коллекции музея, посвященная Дню геолога. Совместно с Национальным музеем Республики Карелия Музей геологии докембрия участвовал в выставке «Sordwall, Сердоболь, Sortavala, Сортавала».

Для желающих проводятся многочисленные полевые экскурсии: «Карьер Каменный Бор – самый городской камень», «Вулканические образования урочища Чертов стул», «Камень в архитектуре Петрозаводска», «Древние вулканы Карелии» (геология и геоморфология), «Месторождение Шокшинских кварцитов» и другие.

Музей геологии докембрия:

<http://igkrc.ru/muzej-geologii-dokembrija/>

Телефон: (8142) 78-34-71, факс: (8142) 78-06-02

Адрес: 185610 Россия, Республика Карелия, г. Петрозаводск, ул. Пушкинская, 11

Руководитель музея – **Олег Борисович Лавров**

Полевые исследования

Экспедиционные работы Института геологии Карельского научного центра РАН проводились в период с мая по октябрь 2015 г. в Прионежском, Кондопожском, Калевальском, Медвежьегорском, Лоухском, Пудожском, Питкярантском, Лахденпохском, Муезерском, Кемском, районах Республики Карелии и сопредельных территориях в Архангельской и Мурманской областях.



В.В. Щадицов, 1-й зам.министра природных ресурсов и экологии РФ Д.Г. Храмов, председатель КарНЦ РАН А.Ф. Титов, министр природопользования и экологии РК В.Ф. Чикалюк

В течении года фонд музея пополнился новыми образцами горных пород и минералов региона (коллекция увеличилась на 283 экспоната).

Собрана коллекция минералов, горных пород и руд Карелии, передана в безвозмездное пользование музею «Гора Филина» г. Лахденпохья. Продолжается обновляться электронный каталог музея.

В Институте геологии было сформировано 7 полевых отрядов. Количество сотрудников ИГ выезжавших на полевые работы составляет 21 человек (из них аспирантов – 1), и дополнительно студентов – 2 человека. В экспедиционных работах принимали участие сотрудники 5-ти лабораторий ИГ КарНЦ РАН, а так же сотрудники ГИ КНЦ РАН, ИГЕМ РАН, УИТМО, МГУ, Банделхандского университета, (Джанси, Индия), Университета г. Тарту и других организаций. Дополнительно в ходе летних полевых работ проведена учебная геолого-съёмочная практика для студентов базовой кафедры Института геологии КарНЦ РАН 2 курса ПетрГУ (каф. Геологии и геофизики) по специальности «геология» в окрестностях п. Гирвас и проведена полевая экскурсионная выездная практика для участников клуба юных геологов «Архей» в Центральной Карелии (п. Гирвас, п. Кончезеро, п. Соломенное и др.).

Аналитическая лаборатория Института геологии Карельского научного центра РАН

В настоящее время ИГ КарНЦ РАН располагает современным аналитическим оборудованием, среди которого новейшие образцы аппаратуры для XRF анализа (ARL ADVAT'X Thermo Fisher Scientific), рентгеновский дифрактометр ARL X'TRA Thermo Scientific, квадрупольный масс-спектрометр X-SERIES-2 Terhmo scientific с приставкой лазерной абляции UP-266 Macro New Wave research (LA-ICP-MS анализ), дисперсионный Раман микроскоп Nicolet Almega DXR Spectrometer, сканирующий электронный микроскоп VEGA II LSH (Tescan) с энерго-дисперсионным микроанализатором INCA Energy 350 (фирмы Oxford instruments), синхронный термоанализатор STA 449 F1 Jupiter и другие аналитические приборы.



На базе аналитической лаборатории создан «**Центр коллективного пользования**». Руководитель Центра – к.х.н., доцент ПетрГУ Михайлова А.И. Направления работ: количественное и полуколичественное определение элементного состава горных пород, минералов, почв и воды. Проводится работа по совершенствованию аналитических методик, тестированию и практическом применению внутренних лабораторных стандартов. Для масс-спектрометрии с индуктивно связанной плазмой (ICP-

MS) на примере изучения докембрийских мафитов и ультрамафитов восточной части Фенноскандинавского щита и слагающих их минералов показана возможность корректного измерения валового состава проб, как с использованием химического разложения образцов, так и с применением локального лазерного пробоотбора (LA-ICP-MS), при этом качество анализа (точность и воспроизводимость) оценено с использованием российских и международных стандартных образцов горных пород и внутрилабораторных (in house) контрольных проб. Установлено влияние режимов лазерного испарения на точность и воспроизводимость результатов определения содержаний химических элементов при LA-ICP-MS анализе. Подтверждена зависимость чувствительности метода от физико-химических свойств природных объектов (температура плавления, летучесть). [Светов С.А и др. 2015].

В Институте геологии функционирует «**Лаборатория технологической минералогии и обработки камня**». Заведующий лабораторией – к.т.н. Кевлич В.И. Направления работ включают: изготовление шлифов, аншлифов, полировок, пробоподготовка на все виды анализа вещества, выделение мономинеральных фракций. Определение физико-механических свойств горных пород, щебня, гравия, песка осуществляется в «**Испытательном центре**», возглавляемом к.т.н. Шековым В.А.



ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ
НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ
ИНСТИТУТА ГЕОЛОГИИ КарНЦ РАН
в 2015 г.

по программе фундаментальных научных исследований
государственных академий наук на 2013–2020 годы.
Раздел VIII. Науки о Земле.

*Печатается по решению Ученого совета
Института геологии Карельского научного центра РАН*

Печатается в авторской редакции

Подписано в печать 09.02.2016.
Формат 60x84 ¹/₈. Гарнитура Times.
Уч.-изд. л. 2,8. Усл. печ. л. 3,72.
Тираж 100 экз. Заказ № 336.

Карельский научный центр РАН
Редакционно-издательский отдел
185003, Петрозаводск, пр. А. Невского, 50