

## ВАЖНЕЙШИЕ РЕЗУЛЬТАТЫ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ ИНСТИТУТА БИОЛОГИИ КарНЦ РАН В 2012 г.

В 2012 г. Институт биологии КарНЦ РАН проводил научные исследования в соответствии с утвержденным планом НИР по 115 темам, в т.ч. 11 – согласно «Основным направлениям фундаментальных исследований» (Постановление Президиума РАН от 18.03.2008 № 129) и «Программе фундаментальных научных исследований государственных академий наук на 2008–2012 годы», 8 – по программам фундаментальных исследований Президиума РАН, 10 – по программе фундаментальных исследований Отделения биологических наук РАН, 42 – по грантам РФФИ (в т.ч. 23 – инициативным, 6 – по конкурсу «Стажировка молодых ученых»), 9 – по ФЦП «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России», 3 грантам Президента РФ по государственной поддержке ведущих научных школ и молодых ученых – кандидатов наук, 10 – по международным проектам, 13 – по хозяйственным договорам. Кроме того, в 2012 г. исследования ИБ КарНЦ РАН были поддержаны 13 грантами РФФИ (в т.ч. экспедиционным грантом, грантами на участие в международных мероприятиях в России и за рубежом, издание монографии и получение доступа к информационным ресурсам зарубежных издательств).

К числу важнейших результатов научных исследований, полученных в 2012 г., относятся следующие.

Исследована реакция сообществ почвенных нематод на широкий диапазон воздействующих факторов при естественной и антропогенной трансформации почв. Установлено, что на начальном этапе или при слабом воздействии стресс-фактора (неблагоприятные климатические условия, выпас скота, сельскохозяйственное производство, загрязнение городских территорий и др.) в структуре сообществ нематод увеличивается доля малоспециализированных видов, упрощается почвенная трофическая сеть (рис. 1). При высокой степени трансформации (в т.ч. при больших дозах тяжелых металлов, длительном выращивании монокультуры) резко возрастает численность паразитических видов и значительно сокращается доля высокоспециализированных видов в сообществе нематод. При этом в почвенной экосистеме наблюдаются процессы деградации, между почвенными организмами разрушаются или исчезают трофические связи высокого уровня, в экосистеме происходит ослабление симбиотических и усиление антагонистических отношений (*лаб. паразитологии животных и растений*).

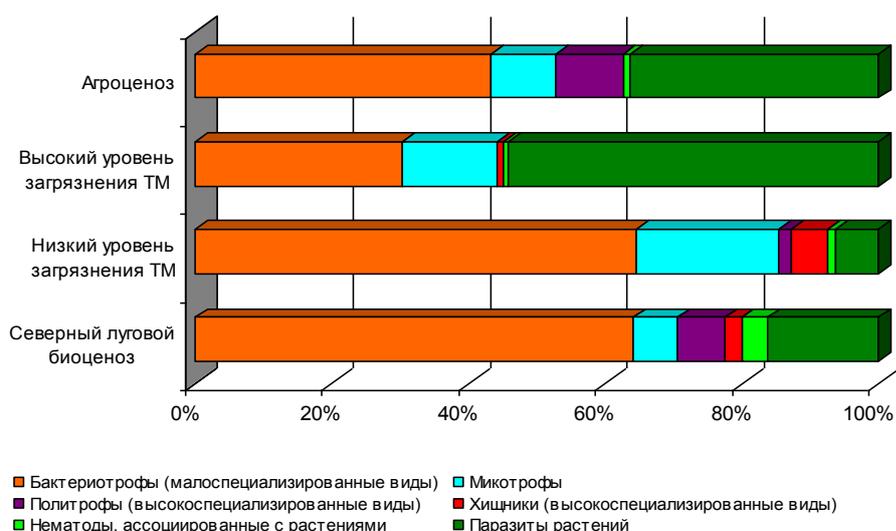


Рис. 1. Эколого-трофическая структура сообществ почвенных нематод под воздействием неблагоприятных климатических условий, загрязнения среды тяжелыми металлами и выращивания монокультуры

На основе характеристики общих и специфических особенностей изменений липидного, белкового, углеводного обмена и энзиматического статуса определены особенности выбора гидробионтами типа (типов) биохимических адаптивных стратегий в тех или иных условиях, которые позволяют ему успешно приспосабливаться к воздействию различных факторов (в т.ч. экстремальных). Результаты исследований могут быть использованы для создания методических рекомендаций по применению комплекса биохимических показателей для биоиндикации состояния водных организмов и среды их обитания (**лаб. экологической биохимии**).

Впервые составлен список видов трематод (*Trematoda*) для водно-болотных видов птиц, гнездящихся либо мигрирующих через территорию Карелии. Определен круг видов, формирующих и поддерживающих очаги опасных гельминтозов птиц, рыб и человека. Изучены основные группы птиц, представленные сем. Гагаровые (1 вид), Поганковые (2), Утиные (10), Пастушковые (1), Бекасовые (5) и Чайковые (6). Фауна трематод Карелии включает более 40 видов, среди которых преобладают представители сем. *Echinostomatidae* (8 видов) и *Diplostomidae* (6) (рис. 2). Установлено, что видовое разнообразие гельминтов и различия в зараженности различных видов хозяев объясняются особенностями жизненных циклов паразитов, отличиями в экологии и питании водно-болотных птиц (**лаб. паразитологии животных и растений**).



Рис. 2. Трематоды сем. *Echinostomatidae* и *Diplostomidae*

Определены продукционные возможности водоемов Карелии, различающихся по степени антропогенного воздействия. Установлено, что стабильные и подвергнутые слабому антропогенному влиянию водные экосистемы (оз. Урозера, оз. Каменное) сохранили высокую степень биоразнообразия водных организмов и имеют важное значение для сохранения генофонда. В озерах с техногенным загрязнением (оз. Окуневое и Костомукшское хвостохранилище), наоборот, произошло снижение видового биоразнообразия планктона, бентоса и рыб. Факт выживания и размножения популяций рыб в этих водоемах свидетельствует об их высоком адаптивном потенциале. Полученные данные могут быть использованы для разработки научных основ мониторинга и прогнозирования антропогенных нагрузок на водоемы (**лаб. экологии рыб и водных беспозвоночных**).

На основе анализа флоры сосудистых растений болот Европейского Севера России и Финляндии, включающей 390 видов, относящихся к 72 семействам, показано, что на всей исследуемой территории широко распространены только 140 видов. Многие виды находятся у границ ареалов, являются редкими и уязвимыми. В Красные книги регионов внесены 130 видов болотной флоры (от 15 видов в Архангельской до 52 – в Вологодской области), в Красную книгу РФ – 5, а в Красную книгу Финляндии – 53 вида (**лаб. болотных экосистем**).

Установлено, что у *F1*-гибридных потомств *Festuca pratensis* Huds. (рис. 3), сформированных в реципрокных скрещиваниях, мутантный ген, контролирующий температурозависимую супрессированную хлорофиллдефектность, может проявлять как одинаковый (т.е. действовать одинаково независимо от того, от которого из родителей унаследован мутантный ген), так и разный геномный импринтинг (т.е. проявлять зависимость экспрессии мутантного гена от пола родителей). Различия в эффекте (одинаковый или разный геномный импринтинг) зависят от глубины хлорофилльного дефекта растений, участвующих в реципрокных скрещиваниях, и от действия гена-супрессора при де- и ресупрессии, как в отношении частоты депигментированных *F1*-проростков, так и механизмов восстановления их пигментации (*лаб. генетики*).



Рис. 3. Представители *Festuca pratensis* Huds.

В северных природных популяциях высокосамофертильного растения *Arabidopsis thaliana* (рис. 4) выявлен повышенный уровень генетического разнообразия по микросателлитным маркерам. Предполагается, что высокий уровень популяционного полиморфизма арабидопсиса в северной части его ареала связан с экологическими условиями произрастания и представляет собой основу для адаптивных процессов (*лаб. генетики*).



Рис. 4. *Arabidopsis thaliana*

Исследовано влияние полиморфных вариантов циркадных генов *CLOCK* на развитие ишемической болезни сердца (ИБС) и эссенциальной гипертензии (ЭГ) у жителей Карелии. Установлено, что существует повышенный риск данных заболеваний у носителей определенных генотипов по полиморфным маркерам в регуляторных областях гена *CLOCK* (*3111TC*, *257TG*) и в экзоне 9 (*862TC*). Повышение риска развития ИБС и ЭГ характерно для мужчин и женщин, имеющих генотип *GG* по маркеру *257TG* и генотип *CC*

по маркеру 862TC гена *CLOCK*; и для женщин, имеющих генотип *CC* по маркеру 3111TC (рис. 5) (*группа молекулярной биологии*).

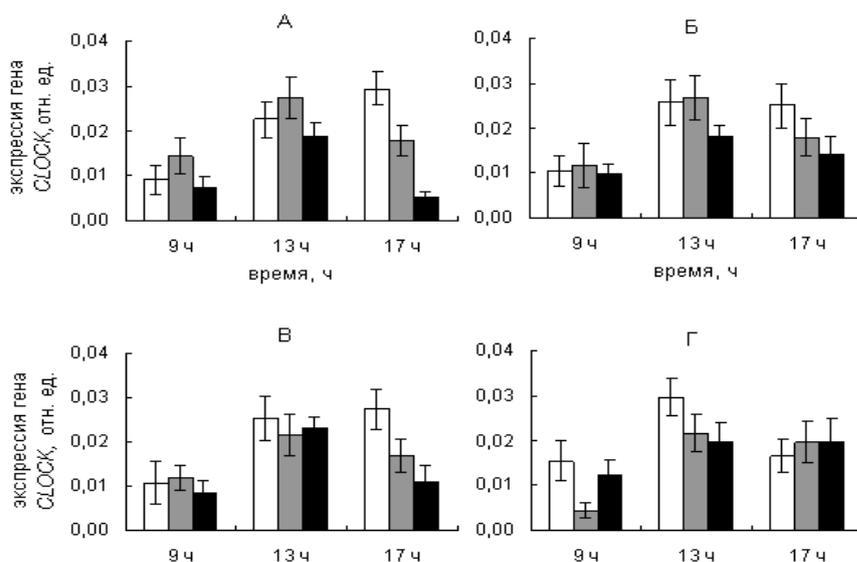


Рис. 5 Динамика уровня экспрессии гена *CLOCK* у носителей разных генотипов по полиморфным маркерам 3111TC (А), 862TC (Б), 257TG (В), 2121GA (Г).

Уровень экспрессии гена *GAPDH* принят за единицу. На рис. А и Б (слева направо) – генотип *TT*, генотип *TC*, генотип *CC*; на рис. В – генотип *TT*, генотип *TG*, и генотип *GG*; на рис. Г – генотип *AA*, генотип *AG* и генотип *GG*.

Показано, что наноуглерод в водной дисперсии не образует устойчивых биоконъюгатов с гемоглобином человека (в отличие от сывороточных белков), но выступает как прооксидант, вызывая концентрационно-зависимое окисление железа гема и проявляя электрон-акцепторные свойства. Это обуславливает автоокисление гемоглобина по механизму, связанному с не зависящим от *pH* переносом электрона с деоксигема на молекулу  $O_2$ , а не диссоциацией супероксида. Результат представляет интерес с точки зрения оценки экологических и медицинских нанорисков (*группа молекулярной биофизики*).

Получены новые данные об экспрессии генов *HvHMA2* и *HvHMA3*, продукты которых участвуют в транспорте тяжелых металлов в клетках, у растений ячменя разного возраста (рис. 6). У более молодых проростков в присутствии кадмия возрастает только экспрессия гена *HvHMA3* в корнях, тогда как у более взрослых растений усиливается экспрессия обоих изученных генов, но в листьях. Результаты исследования свидетельствуют о существовании возрастных различий в функционировании отдельных механизмов металлоустойчивости растений (*лаб. экологической физиологии растений*).

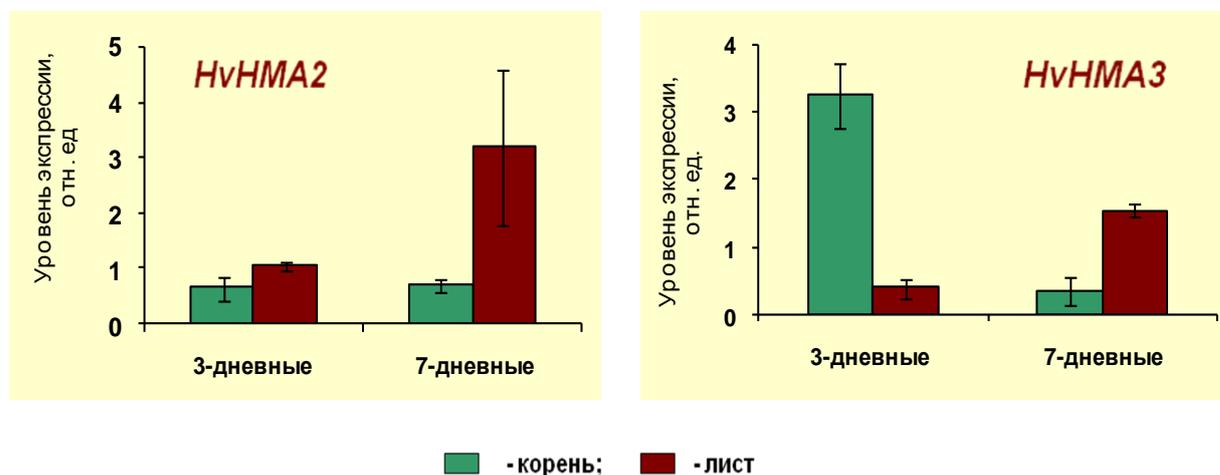


Рис. 6. Уровень экспрессии генов *HvHMA2* и *HvHMA3* у растений ячменя разного возраста



Установлено, что популяции птиц отряда Воробьиные, обитающие на северном пределе ареала и сравнительно недавно освоившие регион, отличаются нестабильностью, резкими перепадами численности и неравным соотношением полов в репродуктивный период (рис. 9). При этом их существование в таежной зоне обеспечивается, в основном, за счет постоянного притока особей из более южных частей ареала (*лаб. зоологии*).

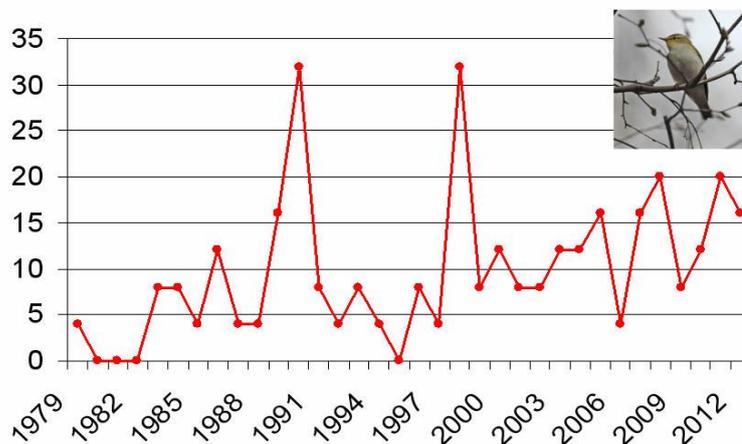


Рис. 9. Плотность гнездования вида, обитающего в Карелии на границе ареала (пеночка-трещотка), пар/кв. км.

Установлена зависимость распределения изоферментов ЛДГ органов от экологической специализации видов млекопитающих. Показано, что в тканях печени один кластер сформирован наземными растительноядными животными (лось, заяц-беляк), а остальные виды образуют второй кластер, который включает хищников (песец, норка, лисица, енотовидная собака) и подвергающихся гипоксии млекопитающих полуводных видов (нутрия, ондатра), а также насекомоядного крота с характерным подземным образом жизни (рис. 10). Видовые различия в изоферментных спектрах ЛДГ печени обуславливаются спецификой образа жизни и питания исследованных животных (*лаб. экологической физиологии животных*).

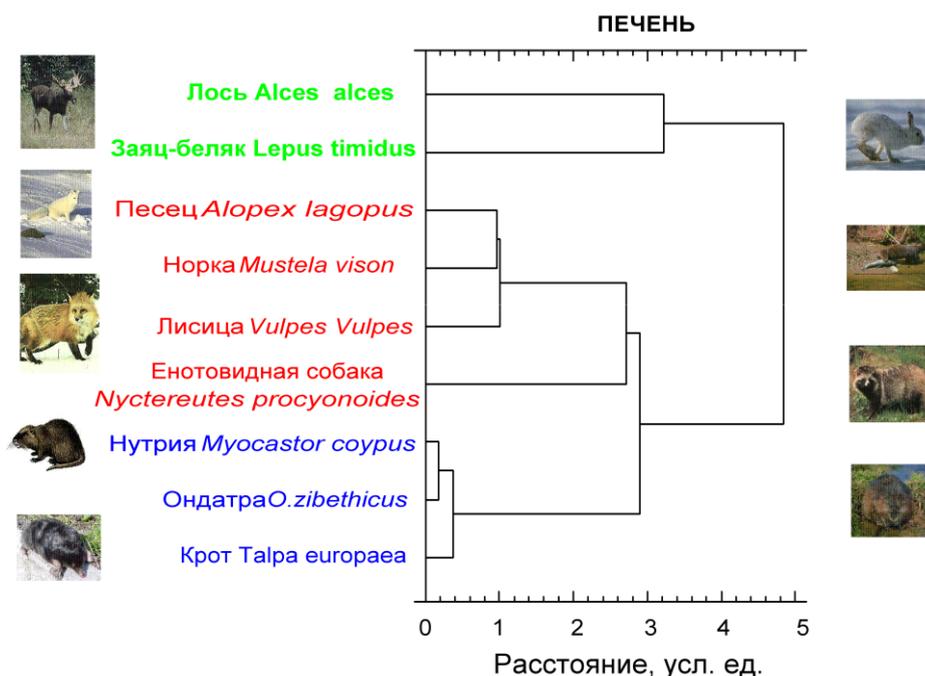


Рис. 10. Дендрограмма сходства исследованных видов млекопитающих

Установлено, что у больных с сосудистыми заболеваниями головного мозга развивается иммунная супрессия с участием регуляторных *T*-клеток. При хроническом течении заболевания число клеток с регуляторным фенотипом ( $CD4^+ CD25^{high} CD127^{low/-}$ ) значительно выше, по сравнению со здоровыми лицами (контроль). Экспрессия маркерных молекул регуляторных *T*-клеток при острых формах заболевания не усиливается (рис. 11). Полученные результаты могут быть использованы при оценке иммунного статуса больных сосудистыми заболеваниями головного мозга (*группа иммунологии*).

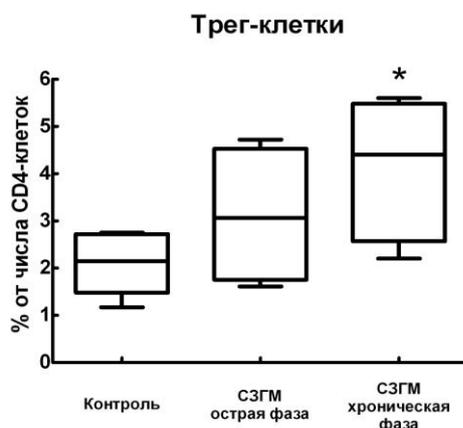


Рис. 11. Содержание регуляторных *T*-клеток  $CD4^+ CD25^{high} CD127^{low/-}$  в периферической крови больных СЗГМ (\* – различия достоверны по сравнению с контролем,  $p < 0,05$ )

Разработаны теоретические основы биотехнологии получения древесной зелени, обогащенной *L*-аргинином (рис. 12). Исследован препарат из древесной зелени с повышенным уровнем *L*-аргинина и выявлены дозы, оказывающие положительное влияние на динамику роста и физиолого-биохимические показатели ослабленных щенков норок (*лаб. экологической физиологии животных, ИЛ КарНЦ РАН*).

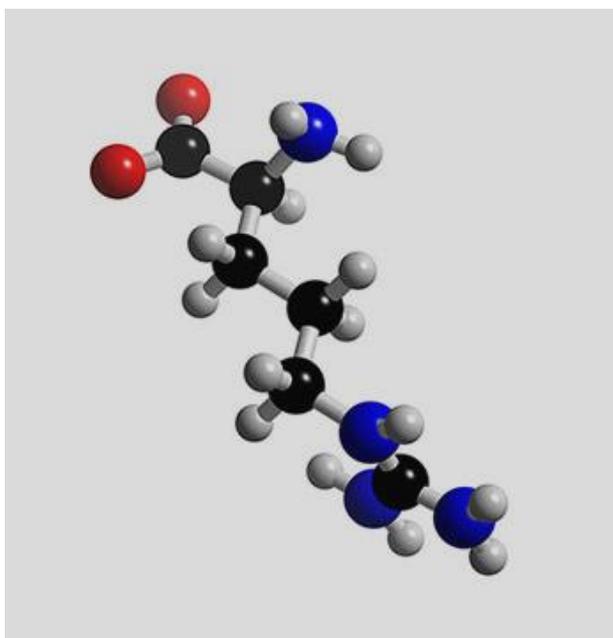


Рис. 12. Модель молекулы *L*-аргинина

Изучена вертикальная структура моновидовых посевов *Dactylis glomerata* (L.) и *Phleum pratense* (L.) на минеральных почвах. Показана зависимость профиля агроценозов

*D. glomerata* (L.) от ботанического состава растительного сообщества. При доминировании сеяного вида профиль более вытянут по вертикали, чем в случае превалирования в травостое внедрившихся видов (рис. 13). Архитектоника растений *P. pratense* (L.) имеет более сглаженный равномерный профиль, в большей степени зависимый от почвенных условий, чем от видового состава травостоя. На легких крупнопылевато-песчаных суглинках основная масса стеблей и листьев расположена в приземном горизонте (0–20 см). На легкой пылевато-иловатой глине вертикальная структура тимфеевки луговой имеет более сжатый по высоте профиль травостоя (*лаб. экологии и географии почв*).

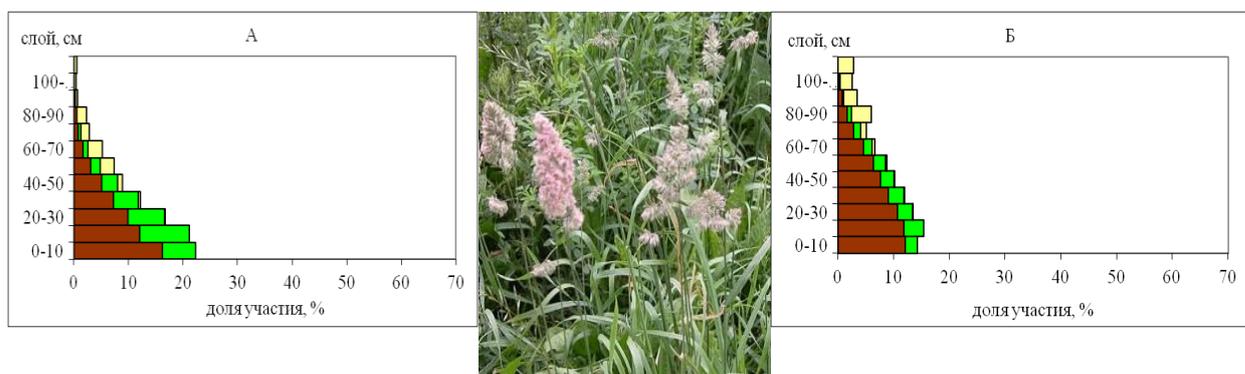


Рис. 13. Вертикальная структура травостоя *Dactylis glomerata* (L.), ежи сборной (А – травостой с доминированием внедрившихся видов; Б – травостой с доминированием *Dactylis glomerata*)

## ВАЖНЕЙШИЕ РЕЗУЛЬТАТЫ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ ИНСТИТУТА ВОДНЫХ ПРОБЛЕМ СЕВЕРА КарНЦ РАН В 2012 г.

В 2012 г. Институт водных проблем Севера КарНЦ РАН проводил исследования по 27 темам, в т.ч. 5 – согласно «Основным направлениям фундаментальных исследований» (постановление Президиума РАН от 25.03.2008 № 184) и «Программе фундаментальных научных исследований государственных академий наук на 2008–2012 годы», 2 – по программам фундаментальных исследований Отделения наук о Земле РАН, 6 – по грантам РФФИ, 1 – Комиссии РАН по работе с молодежью, 3 – по региональным научно-техническим программам, 5 – по международным проектам, 5 – по хозяйственным договорам.

К числу важнейших результатов научных исследований, полученных в 2012 г., относятся следующие.

Проведены комплексные исследования крупнейших озер-водохранилищ Севера России – Верхне-Свирского (Онежское озеро) и Выгозерского (рис. 14). Впервые выявлены закономерности реолиготрофизации пресноводной экосистемы после снижения антропогенной нагрузки. Установлено, что процесс реолиготрофизации сопровождается необратимыми изменениями биоты – структурными преобразованиями сообществ и исчезновением реликтовых видов (*лаб. гидробиологии*).

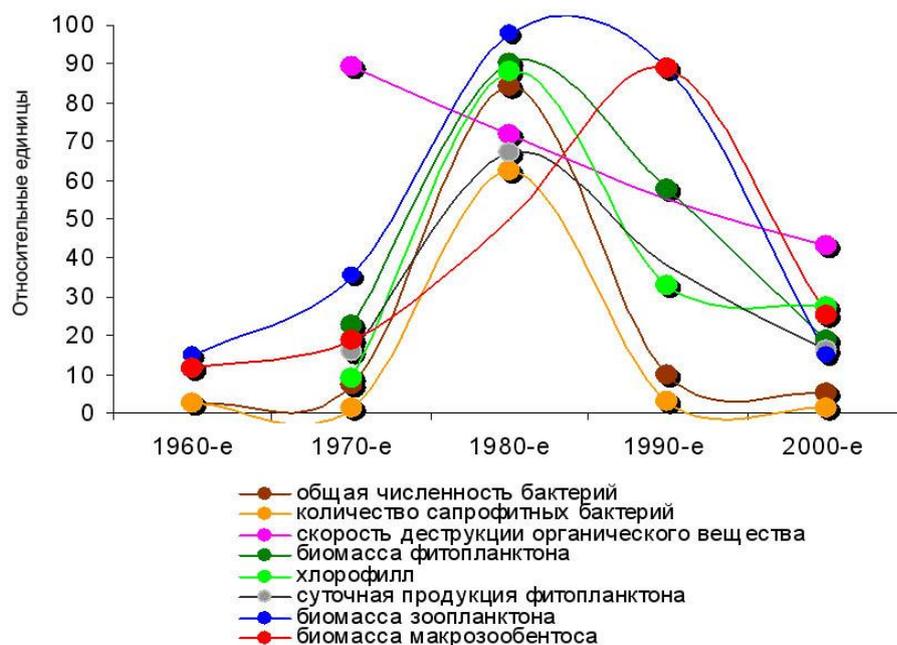


Рис. 14. Динамика биологических сообществ северной части Выгозерского водохранилища (величины нормированы по максимуму)

Разработан биотический амфиодно-олигохетный индекс (А/О), отражающий состояние донных сообществ Онежского озера по соотношению доминирующих групп – реликтовых ракообразных и олигохет, который позволяет оперативно оценить степень загрязнения дна в условиях многофакторного антропогенного воздействия (в т.ч. целлюлозно-бумажного производства, сельского хозяйства, поступления бытовых сточных вод). Анализ зависимости А/О и редокс-потенциала (Eh) донных отложений позволил установить критические значения показателей, при которых возникают коренные нарушения донных сообществ, что может использоваться как критерий устойчивости ценозов к антропогенному воздействию (рис. 15) (*лаб. гидробиологии, лаб. гидрохимии и гидрогеологии*).

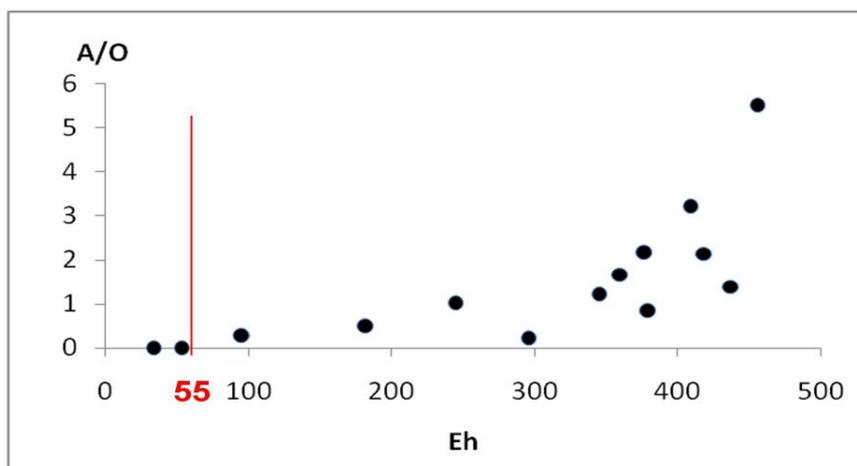


Рис. 15. Зависимость амфиподно-олигохетного индекса (A/O) от величины редокс-потенциала (Eh), мВ (линия – граница устойчивости ценозов к антропогенному воздействию)

Установлено, что в результате изменения климата Восточной Финноскандии за последние 60 лет на всех озерах региона от 60° до 70° северной широты отмечается увеличение безледоставного периода и продолжительности «биологического лета»: в озерах, расположенных на севере Восточной Финноскандии – на 10–14 суток, а в крупных и средних мета- и гипотермических озерах центральной и южной части региона – на 17–24 суток. При этом потепление климата за последние 30 лет привело к заметному увеличению доли вылова теплолюбивых видов рыб (рис. 16) (лаб. географии и гидрологии, лаб. гидрофизики).

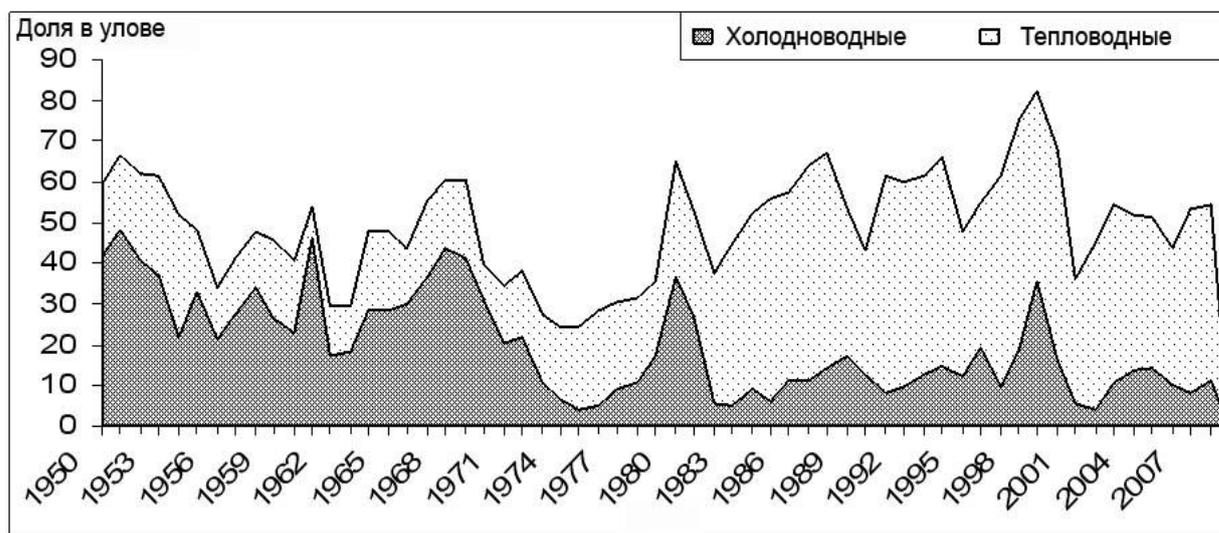


Рис. 16. Динамика удельного веса холодноводных и тепловодных видов в оз. Водлозеро (1950–2008)

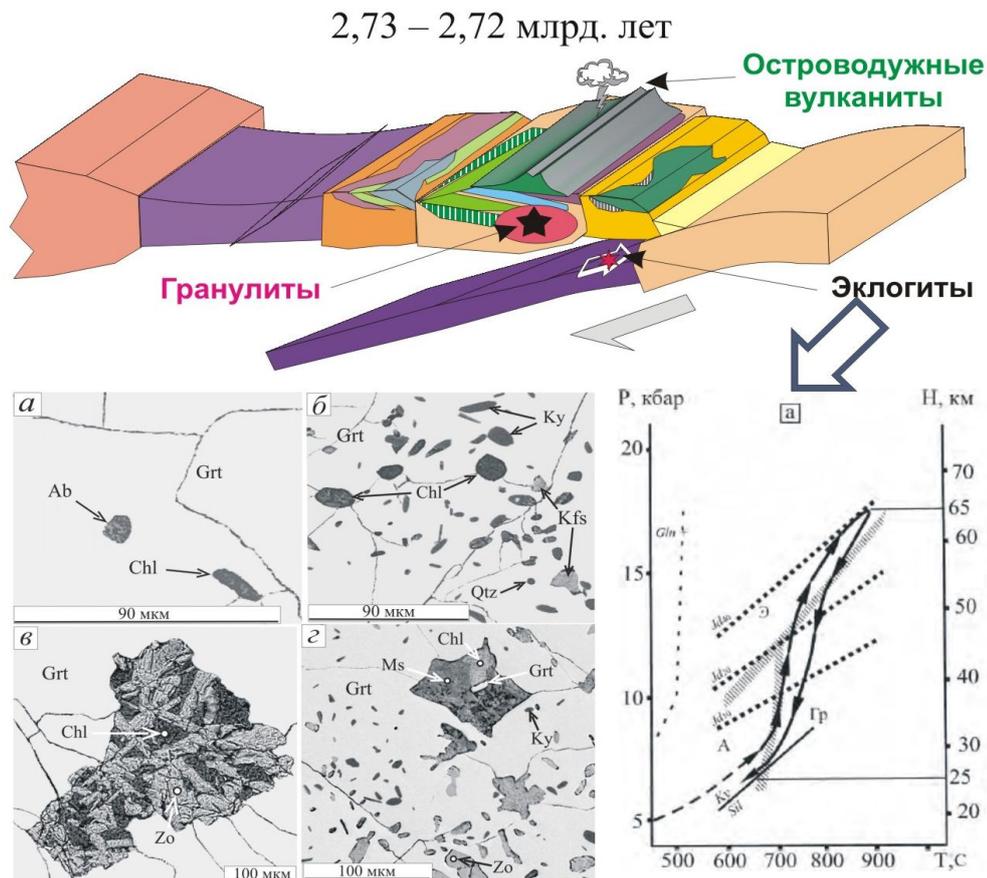
Созданы базы данных по макрозообентосу и зоопланктону Онежского озера, содержащие информацию о результатах исследований за более чем 40-летний период. Сформированные базы данных предназначены для проведения оценки и мониторинга видового разнообразия планктонной и донной фауны и их изменения под воздействием различных факторов среды (лаб. гидробиологии).

## ВАЖНЕЙШИЕ РЕЗУЛЬТАТЫ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ ИНСТИТУТА ГЕОЛОГИИ КарНЦ РАН В 2012 г.

В 2012 г. Институт геологии КарНЦ РАН проводил исследования в соответствии с утвержденным планом НИР по 71 теме, в т.ч. 13 – согласно «Основным направлениям фундаментальных исследований» (постановление Президиума РАН от 25.03.2008 № 185) и «Программе фундаментальных научных исследований государственных академий наук на 2008–2012 годы», 6 темам по программам Президиума РАН и Отделения наук о Земле РАН, 8 – по проектам РФФИ, 1 – по проекту Комиссии РАН по работе с молодежью, 11 – по международным проектам, 31 – по хозяйственным договорам.

К числу важнейших результатов научных исследований, полученных в 2012 г., относятся следующие.

Впервые в Беломорской провинции Фенноскандинавского щита установлен неоархейский (около 2,7 млрд. лет) латеральный ряд комплексов, включающий островодужные вулканиты, умереннобарические гранулиты, сформировавшиеся в супрасубдукционной геодинамической обстановке, и эклогиты, образование которых происходило в субдуцирующей океанической плите (рис. 18). Указанные комплексы входят в состав Беломорского подвижного пояса (*лаб. петрологии и тектоники*).

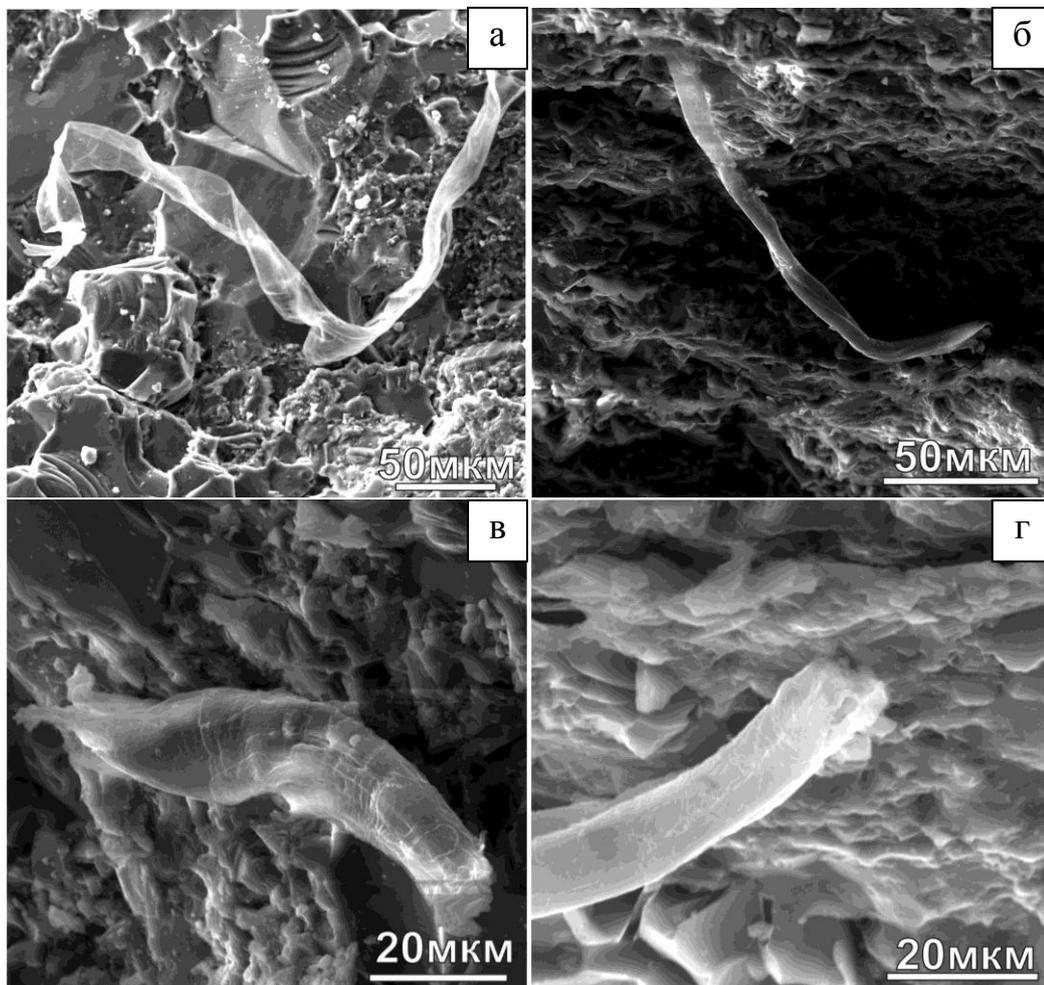


*Рис. 18. Геодинамическая модель развития Беломорской провинции  
в интервале 2,73–2,72 млрд. лет.*

(Включения Chl ± Ky, Ab, Zo, Ms, Kfs в гранатах из Ky-эклогитов III (а, б, в) и из Grt амфиболитов по эклогитам I (г). Изображения в отраженных электронах. P–T диаграмма проградной и ретроградной ветвей эволюции эклогитов беломорской Гриндинской зоны)

Впервые в истории палеонтологических исследований на Фенноскандинавском щите обнаружены трубчатые микрообразования в кремнистых осадочных породах, при-

уроченных к нижним частям мезоархейских (3,0–2,9 млрд. лет) разрезов протоокеанической ассоциации и островодужного андезитового комплекса в Ведлозерско-Сегозерском зеленокаменном поясе (центральная Карелия) (рис. 19). Предполагается, что выявленные микроструктуры являются фрагментами чехлов нитчатых микроорганизмов, обитавших в подводных условиях вблизи действующих гидротермальных систем (*лаб. геохимии и моделирования природных и техногенных процессов, лаб. региональной геологии и геодинамики*).



*Рис. 19. Электронно-микроскопические изображения древнейших мезоархейских (3,0–2,9 млрд. лет) фоссилизированных микроорганизмов, выявленных в хемогенных силицитах Ведлозерско-Сегозерского зеленокаменного пояса*

(а - деформированный чехол нитчатого микроорганизма; б – фрагмент трубчатого чехла микроорганизма; в - утолщенный бактериальный агрегат (возможно, фрагмент трубки); г - скрученная крайняя часть бактериальной трубки)

В палео-неоархее Фенноскандинавского щита на основе результатов изучения детритовых цирконов из раннедокембрийских комплексов установлено существование нескольких (3,3; 3,07–3,13; 2,9–2,95; 2,65–2,75 млрд. лет) гидротермальных событий, связанных с поздне- и постмагматическими процессами (рис. 20). Впервые обнаруженные в детритовых гидротермальных цирконах микронные включения золота, редкоземельных элементов и элементов-спутников золота свидетельствуют о существовании в архее золото-кварцевых гидротермальных систем как одного из компонентов источника обломочного материала неоархейских и палеопротерозойских терригенных пород (*лаб. региональной геологии и геодинамики*).

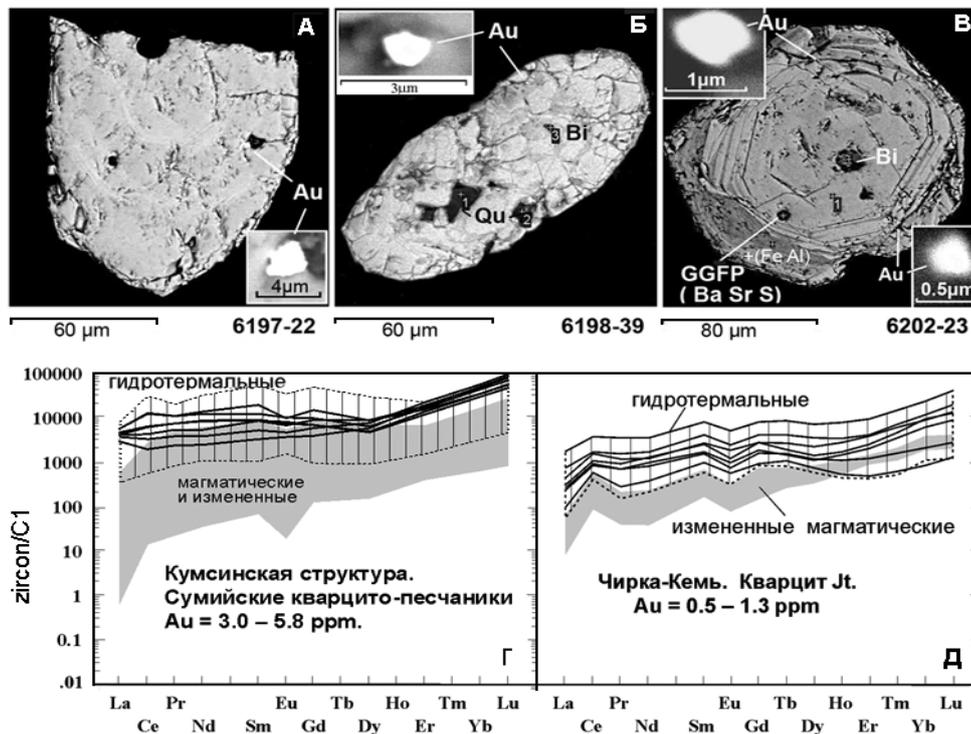


Рис. 20. Микронные включения самородного золота и минералов из группы голяцита-горсейкита-флоренсита-плюмбогумита (GGFP) в детритовых цирконах из архейских гравелитов и ятулийских конгломератов (А–В) и распределение REE (нормированное по хондриту C1) в магматических, гидротермально-измененных и гидротермальных цирконах (выделены полями) и цирконов с аномальным содержанием золота (Г–Д)

Геохимическое (LA-ICP-MS) изучение жильного и породообразующего кварца различных докембрийских комплексов Фенноскандинавского щита позволило дифференцировать его по распределению редких и редкоземельных элементов (рис. 21). В результате установлено, что геохимическая спецификация кварца обусловлена наличием субмикроскопических минеральных и флюидных включений, отражающих своеобразие минералообразующей среды, и может использоваться для реконструкции условий кристаллизации в магматических, метаморфических, гидротермальных и рудных системах, а также для определения источников обломочного материала терригенно-осадочных пород (лаб. геологии, технологии и экономики минерального сырья и геохимии, лаб. моделирования природных и техногенных процессов).

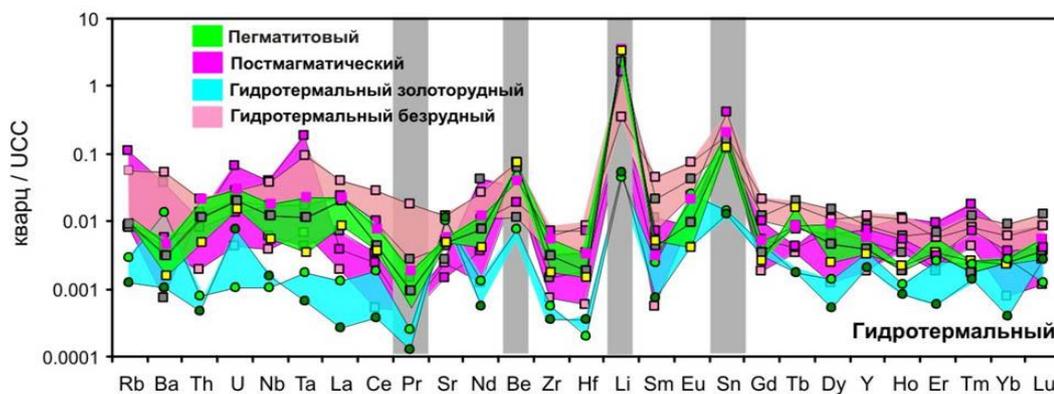


Рис. 21. Дифференциация жильного и породообразующего кварца по распределению редких и редкоземельных элементов в гидротермальном докембрийском комплексе Фенноскандинавского щита

На основе сравнения результатов сейсмических и акустических исследований на Фенноскандинавском щите с данными, полученными при бурении глубоких скважин (Кольской – 12262 м, Гравберг – 6337 м, Оутокумпу – 2516 м, Пограничной – 5200 м и Онежской – 3537 м) (рис. 22), установлена природа геоакустических границ. Обосновано гетерогенное строение кристаллической коры с градиентными изменениями и инверсиями скорости упругих волн, с варьирующей по вертикали и латерали степенью дифференциации. Показано, что природа сейсмических границ определяется как составом пород, так и их состоянием, которое зависит от *PT*-условий, пористости, флюидонасыщенности и степени деформаций (*лаб. геофизики*).

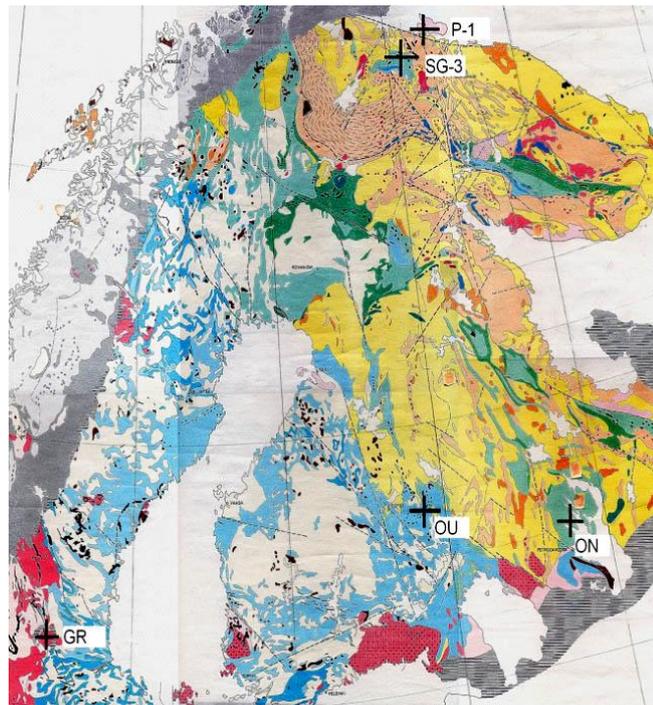


Рис. 22. Расположение глубоких скважин на геологической карте Фенноскандинавского щита

На основе разработанной модели глубинного строения территории обоснованы перспективы Онежской структуры на сульфидно благороднометалльно-медно-никелевое оруденение (рис. 23). Показано, что потенциально рудоносными являются породы габбро-верлитовой геологической формации в области флексурного перегиба в восточном борту Онежской впадины (*лаб. магматизма, палеовулканологии и металлогении*).

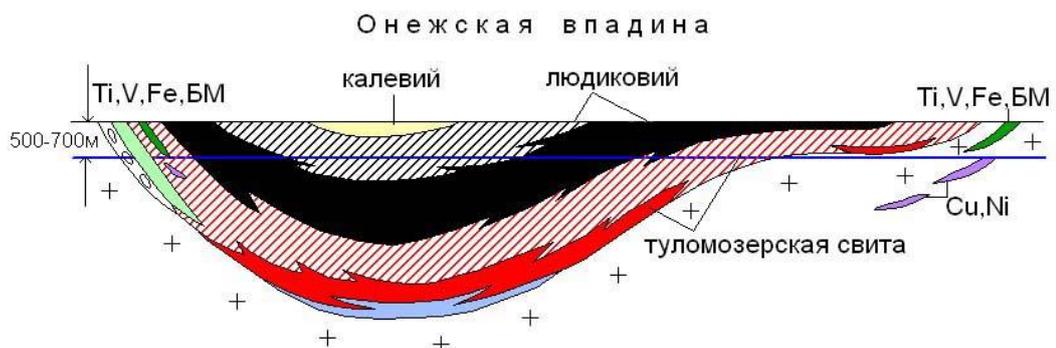


Рис. 23. Результаты оценки перспективы Онежской структуры на сульфидно благороднометалльно-медно-никелевое оруденение

Впервые для Онежской структуры и ряда других палеопротерозойских осадочных бассейнов выделена совокупность последовательных и взаимосвязанных событий (феномен «Шуньга») – массовое накопление органического вещества, вторичное его концентрирование и рассеивание (в т.ч. путем генерации и миграции углеводородов). На стратиграфическом интервале, соответствующем первому этапу развития феномена, выявлен региональный сингенетичный геохимический (изотопный) репер для корреляции разрезов палеопротерозоя Онежской структуры (рис. 24). Аналогичные реперы выделяются и в других одновозрастных бассейнах-аналогах (*лаб. генезиса шунгитовых месторождений, Геологическая служба Норвегии*).

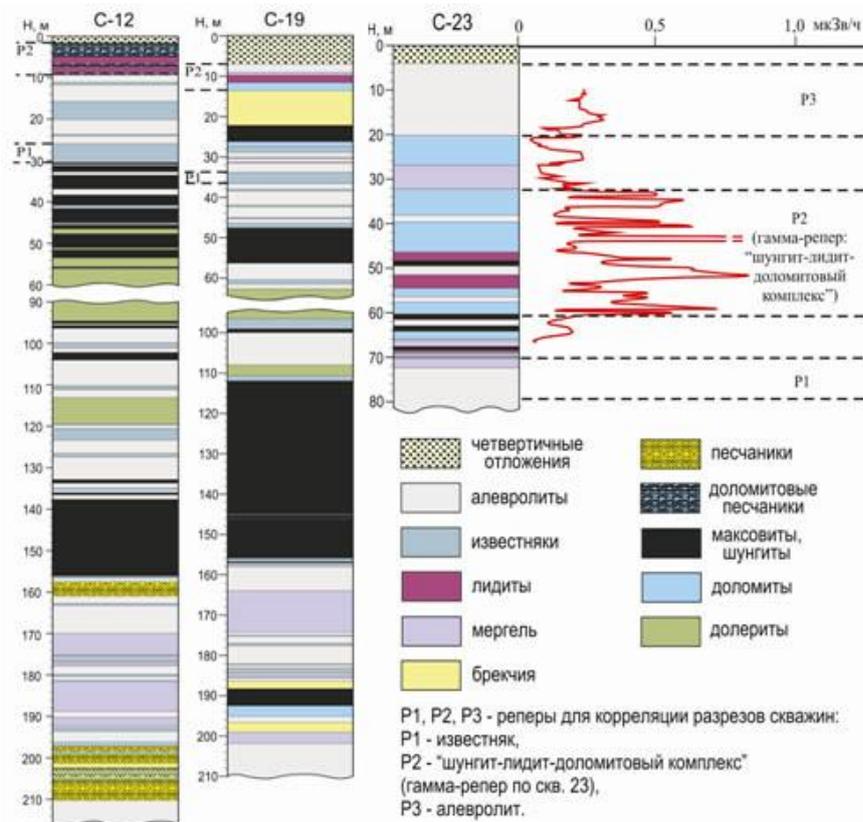


Рис. 24. Корреляция разрезов заонежской свиты участка Тетюгино

Разработан новый способ структурно-парагенетического анализа – метод идентификации структурных элементов сдвиговых дислокаций и решения обратной тектонофизической задачи подбором адекватного модельного парагенезиса, позволяющий выявлять природные парагенезисы трех и большего числа структурных элементов, идентифицировать их, реконструировать пространственную ориентировку потенциальных структурных элементов сдвигового парагенезиса и осей главных нормальных напряжений. С его помощью получены новые данные о типичных особенностях структуры и формирования рудо-контролирующих зон сдвиговых дислокаций на благороднометалльных объектах Карелии (*лаб. магматизма, палеовулканологии и металлогении*).

Предложен новый подход к оценке месторождений промышленных минералов на основе современных технологий комплексного извлечения полезных компонентов («критических» металлов, промышленных минералов) и использования нетрадиционных и новых видов минерального сырья Карело-Кольской провинции. Создана минерагеническая

карта региона масштаба 1:1 000 000 и база данных, включающая основные месторождения и крупные проявления промышленных минералов (рис. 25) (*лаб. геологии, технологии и экономики минерального сырья*).

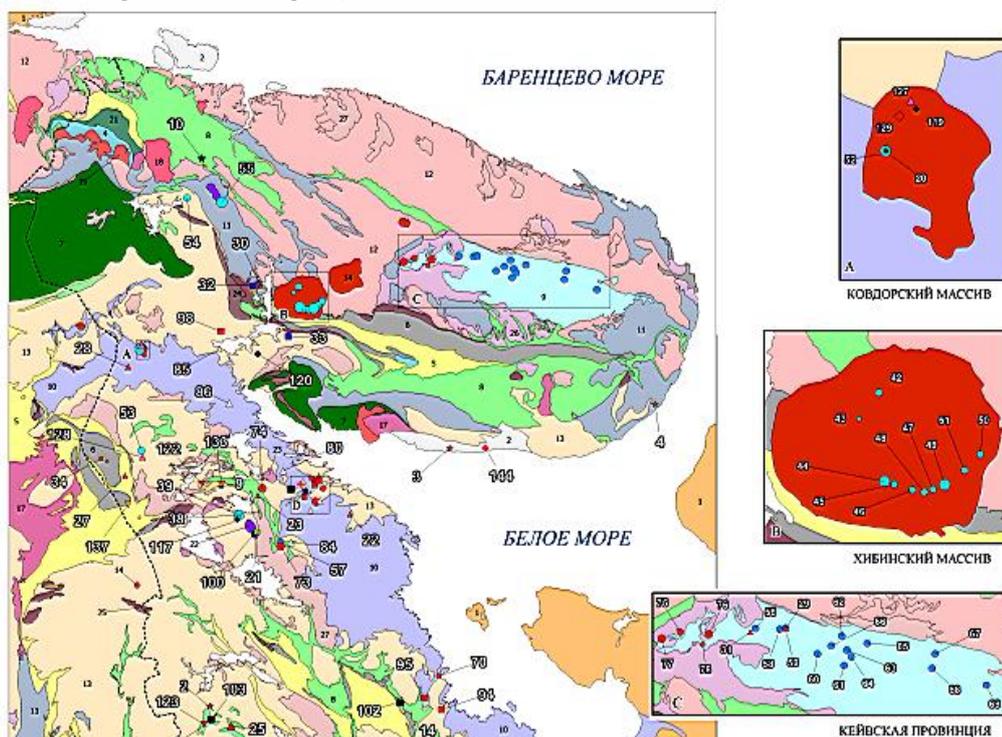


Рис. 25. Фрагмент карты размещения месторождений крупных проявлений промышленных минералов

На основе теории разгруженного массива разработан новый способ локализации полей тектонических напряжений различной интенсивности в массивах изверженных пород (рис. 26), позволяющий выделять в них участки, имеющие низкую трещиноватость и высокие физико-механические свойства, что может использоваться в качестве основы для выделения перспективных площадей разработки блочного строительного сырья (*лаб. геологии, технологии и экономики минерального сырья*).

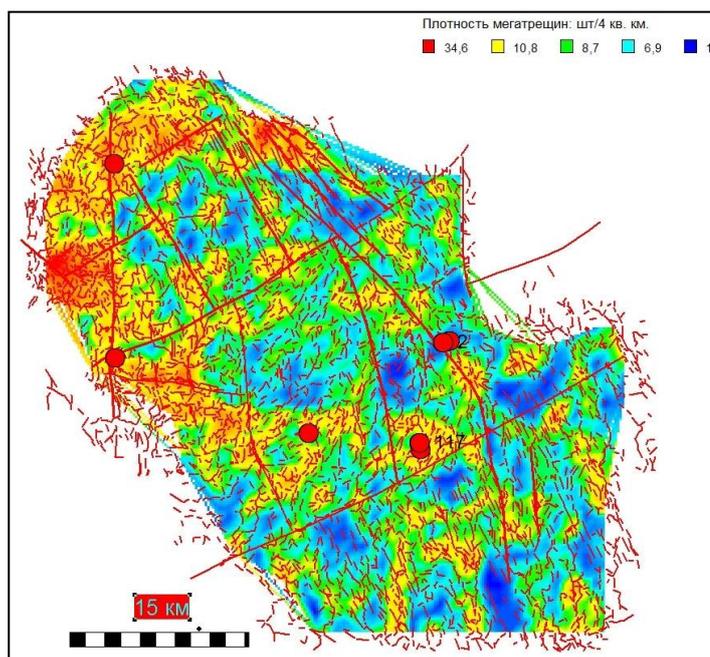
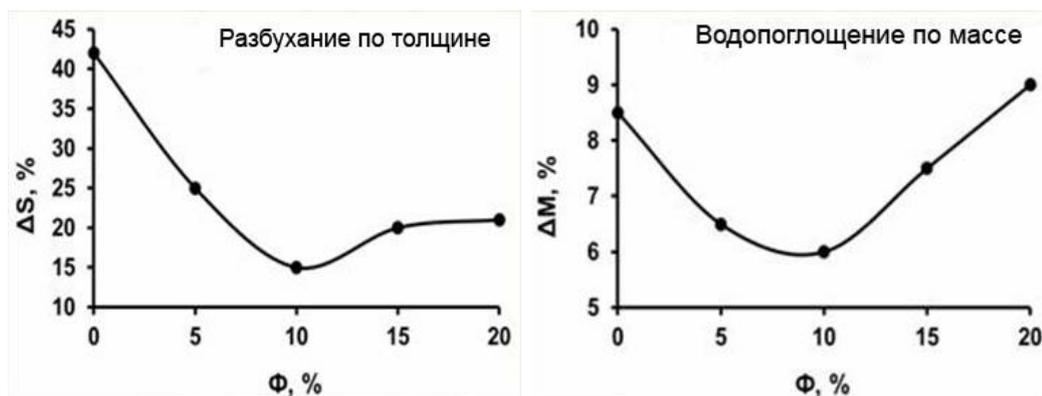


Рис. 26. Фрагмент карты локализации полей тектонических напряжений различной интенсивности в массивах изверженных пород

Получен гибридный наноразмерный наполнитель на основе шунгитового углерода и кремнезема, структурируемый в полярных и неполярных полимерах, что приводит к уникальному изменению структуры и свойств композиций. При введении нанонаполнителя получена структурная однородность сферолитов термопластичной матрицы полипропилена на уровне  $\sim 100$  нм. Определена концентрация гибридного наполнителя, при которой повышается водостойкость композиций на основе водорастворимой карбамидоформальдегидной смолы (рис. 27) (лаб. физико-химических исследований наноматериалов, ПетрГУ).



Сетка гибридного наноразмерного наполнителя

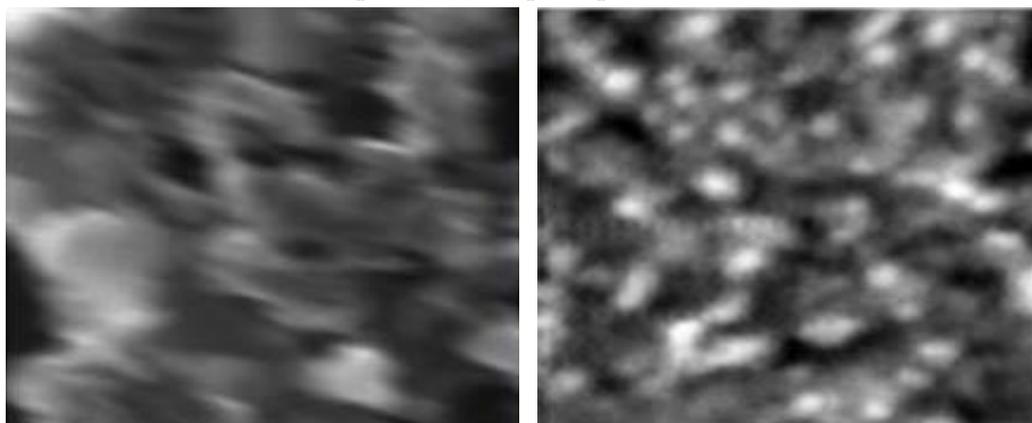


Рис. 27. Влияние гибридного наноразмерного наполнителя на водостойкость композиции на основе водорастворимой карбамидоформальдегидной смолы

## ВАЖНЕЙШИЕ РЕЗУЛЬТАТЫ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ ИНСТИТУТА ЛЕСА КарНЦ РАН В 2012 г.

В 2012 г. Институт леса КарНЦ РАН проводил исследования в соответствии с утвержденным планом НИР по 46 темам, в т.ч. 6 – согласно «Основным направлениям фундаментальных исследований» (постановление Президиума РАН № 130 от 18.03.2008) и «Программе фундаментальных научных исследований государственных академий наук на 2008–2012 годы», 9 – по программам фундаментальных исследований Президиума РАН и Отделения биологических наук РАН, 8 грантам РФФИ (в т.ч. 1 – инициативному, 1 – по организации научных мероприятий, 1 – по изданию монографии, 2 – получение доступа к научным информационным ресурсам развитию материально-технической базы, 3 – по конкурсу «Мобильность молодых ученых»), 2 – по региональным научно-техническим программам, 12 – по международным проектам; 9 – по хозяйственным договорам.

К числу важнейших результатов научных исследований, полученных в 2012 г., относятся следующие.

Разработаны и научно обоснованы технологии искусственного лесовосстановления на завалуненных почвах северо-запада таежной зоны. Предложена экологически щадящая ресурсосберегающая технология ускоренного выращивания древостоев целевого назначения, по продуктивности соответствующих стандартам промышленных лесных плантаций и превосходящих их по экономическим и экологическим показателям (рис. 28). Разработанная технология исключает ряд трудоемких и затратных мероприятий, позволяет сохранить почвенный покров, снизить транспортные расходы и создать устойчивую сырьевую базу для лесоперерабатывающих предприятий (*лаб. лесовосстановления*).



*Рис. 28. Высокпродуктивные 40-летние культуры ели на участке с 50% каменностью корнеобитаемого слоя*

Изучены продуктивность и состояние крупнейшего сохранившегося в естественном состоянии массива коренных среднетаежных ельников, расположенного на границе Фенноскандии и Русской равнины. Показано, что, несмотря на происходившее в последние 20 лет снижение запаса основного яруса, вызванное естественным изреживанием древостоев, устойчивость ельников на данной территории сохраняется благодаря активному формированию возрастной структуры насаждений за счет подроста (рис. 29). При этом

установлено, что интенсивность отпада и восстановления основной части древостоя примерно равны и составляют в среднем 1% в год (лаб. лесоведения и лесоводства).

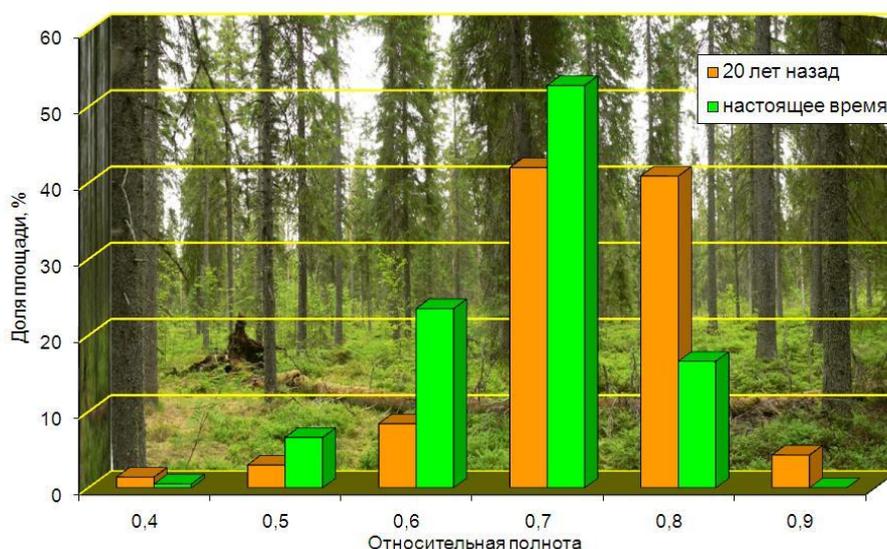


Рис. 29. Динамика распределения площади массива коренных ельников по полноте древостоя основного яруса

Анализ распространения 60 «сибирских» видов растений в Восточной Фенноскандии и прилегающей части Русской равнины выявил сгущение западных границ их ареалов, которое, как правило, обусловлено сменой почвообразующих пород, направлением течения рек и наличием крупной водной преграды (Онежского озера) для распространения растений. Результат важен для понимания флорогенеза на европейском севере в голоцене (рис. 30) (лаб. ландшафтной экологии и охраны лесных экосистем).



Рис. 30. Распространение княжика сибирского (*Atragene sibirica* L.) на территории Республики Карелия

Впервые исследован жирнокислотный состав липидов зрелой пыльцы основных представителей рода *Betula* L. в Южной Карелии. Установлено, что низкая физиологическая активность микрогаметофита до пыления обусловлена снижением уровня ненасыщенности липидов мембран и переходом их в состояние геля. Изменение структурного и функционального состояния мембран пыльцы после пыления и попадания на рыльце пестика, происходит при участии  $\Delta 9$ -ацил-липидной десатуразы (рис. 31). Результаты могут

быть использованы для проведения контролируемого опыления редких видов березы и разработки схем лекарственной терапии поллиноза (*группа биотехнологии воспроизводства древесных растений*).

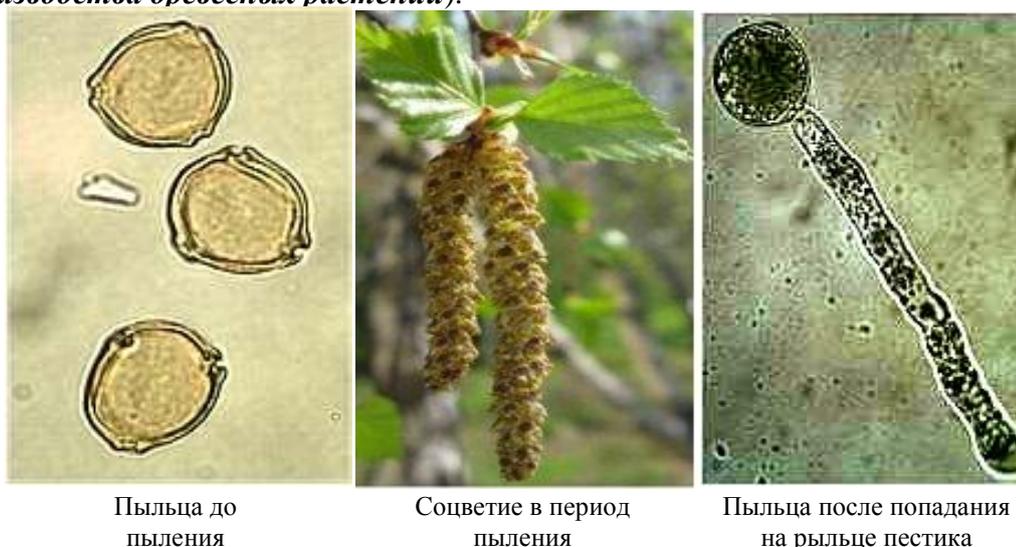


Рис. 31. Изменение структурного и функционального состояния мембран пыльцы до и после пыления

Установлено, что у карельской березы (*Betula pendula* var. *carelica*) высокий уровень азотного питания подавляет активность ферментов метаболизма сахарозы – апопластной инвертазы и сахарозосинтазы, контролирующих формирование узорчатой древесины (рис. 32) (*лаб. физиологии и цитологии древесных растений*).

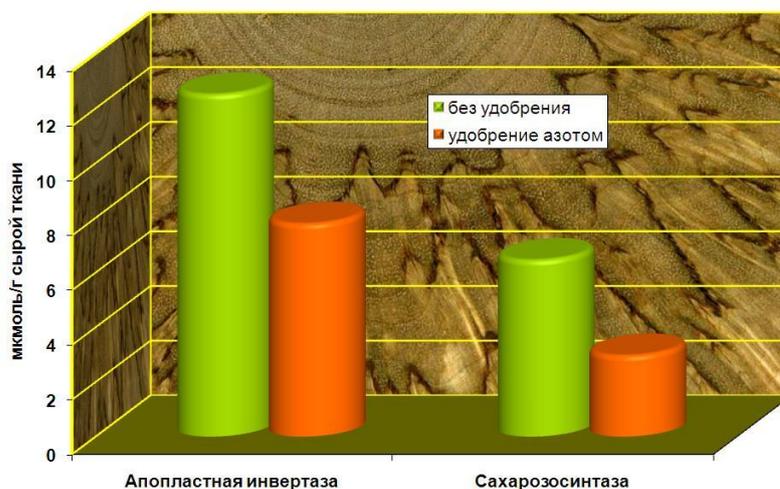


Рис. 32. Изменение активности ферментов метаболизма сахарозы при усилении азотного питания

Впервые в таежной зоне Европейской части России проанализированы закономерности территориального распределения лосося в условиях антропогенной трансформации ландшафтов. Разработанная регрессионная модель показала, что доля высоковозрастных лесов и представленность открытых болот объясняет до 28% общей дисперсии результатов зимнего маршрутного учета (*лаб. ландшафтной экологии и охраны лесных экосистем*).

Составлены почвенные карты Республики Карелия (масштаба 1:500 000), отражающие количественные и качественные показатели почвенных ресурсов – структуру почвенного покрова, уровень плодородия и экологическое состояние почв (рис. 33) (лаб. лесного почвоведения и микробиологии).

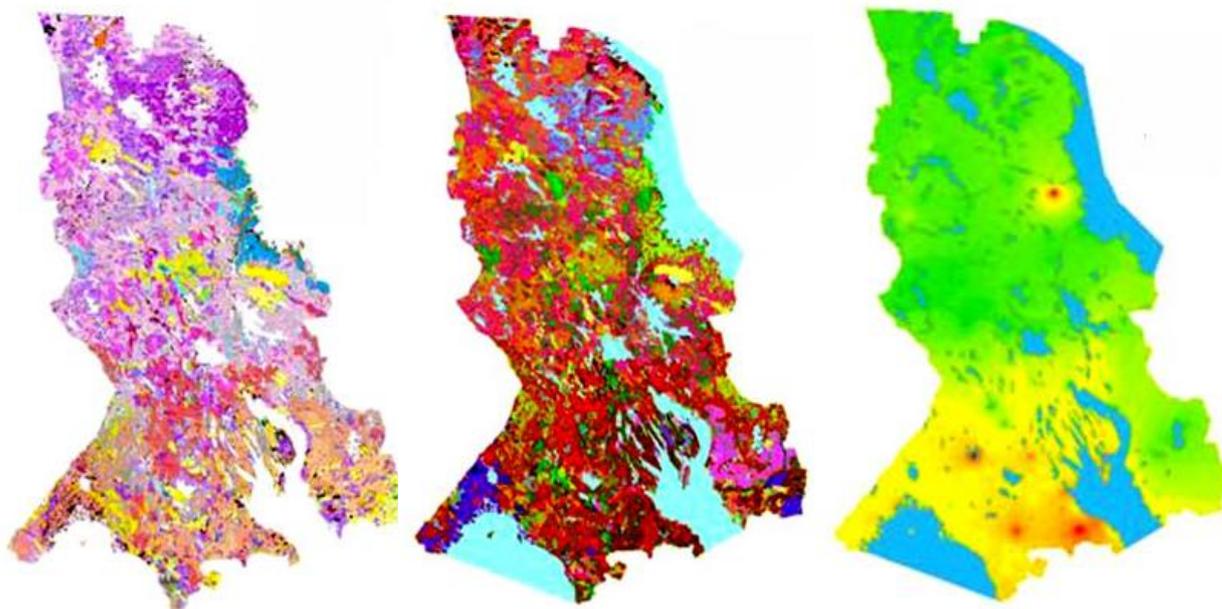


Рис. 33. Почвенные карты Республики Карелия

Разработана электронная база данных «Почвы Карелии», обобщающая результаты многолетних исследований (рис. 34). На ее основе выполнена многофакторная оценка потенциала почвенных ресурсов республики и выработаны предложения по территориальному планированию лесовыращивания (лаб. лесного почвоведения и микробиологии).

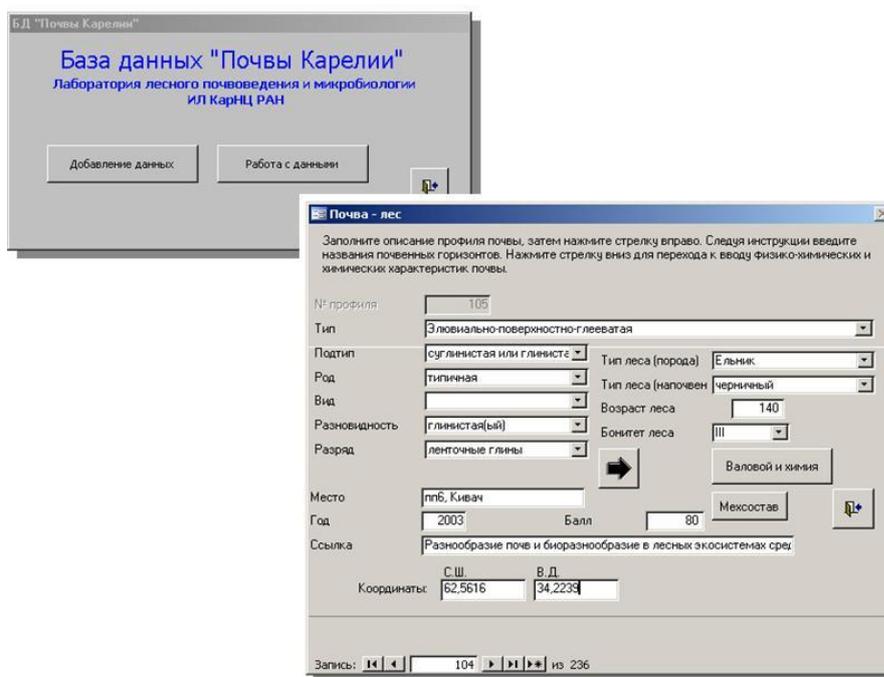
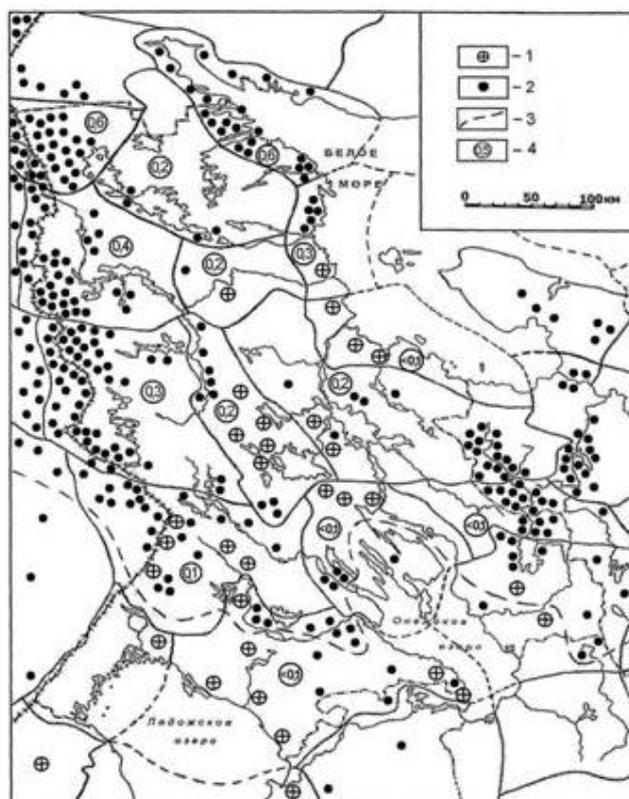


Рис. 34. Электронная база данных «Почвы Карелии»

Составлены региональные сводки состояния популяций 69 видов гнездовой орнитофауны Северо-Запада России, занесенных в российскую и региональные Красные кни-

ги. Составлены точечные карты распространения, приведены показатели плотности населения (рис. 35), раскрыты особенности зонально-ландшафтного распределения видов (*лаб. ландшафтной экологии и охраны лесных экосистем*).



*Рис. 35. Размещение кукуши (Perisoreus infaustus) в Республике Карелия и на сопредельных территориях*

(1 – встречи в гнездовой период в прошлом, до 1960 г.; 2 – то же по современным данным; 3 – граница оптимума ареала; 4 – показатели плотности, пар/кв. км)

## ВАЖНЕЙШИЕ РЕЗУЛЬТАТЫ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ ИНСТИТУТА ПРИКЛАДНЫХ МАТЕМАТИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ КарНЦ РАН В 2012 г.

В 2012 г. Институт прикладных математических исследований КарНЦ РАН проводил исследования в соответствии с утвержденным планом НИР по 22 темам, в т.ч. 6 – согласно «Основным направлениям фундаментальных исследований» и «Программе фундаментальных научных исследований государственных академий наук на 2008–2012 годы», 1 – по программе фундаментальных научных исследований Президиума РАН, 3 – по программам фундаментальных исследований Отделения математических наук РАН, 8 – по грантам РФФИ, 3 – по грантам РГНФ и 1 – по хоздоговору.

К числу важнейших результатов научных исследований, полученных в 2012 г., относятся следующие.

Разработан единый подход к анализу моделей переговоров на основе методов математической теории игр. Предложен новый математический дизайн для моделей распределения ресурсов и проведения конкурсов (*лаб. математической кибернетики*).

Найдены предельные распределения числа вершин заданной кратности леса случайного отображения с известным числом циклов (*лаб. теории вероятностей и математической статистики*).

Разработаны итерационные численные методы на основе неявных разностных схем для решения нелинейных краевых задач с динамическими граничными условиями, моделирующих динамику водородопроницаемости сквозь дефект защитного покрытия конструкционного материала и термодесорбцию водорода в эксперименте термодесорбции с учетом влияния поверхностных процессов (рис. 36) (*лаб. моделирования природно-технических систем*).

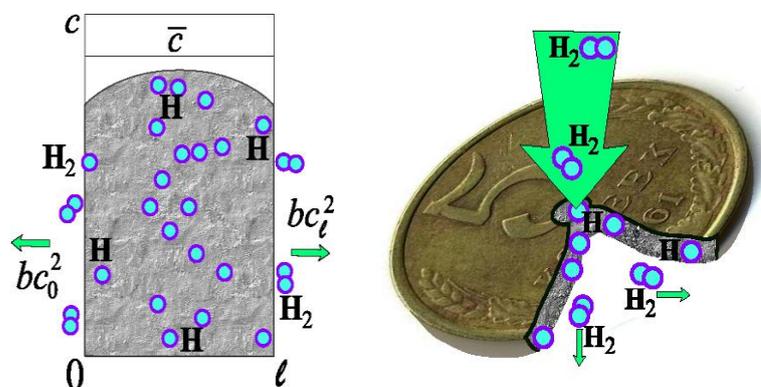


Рис. 36. Примеры моделирования динамики водородопроницаемости сквозь дефект защитного покрытия и термодесорбции водорода

Сформулировано понятие устойчивости коалиционного разбиения для модели, учитывающей миграционный обмен между разными частями водоема. Предложены механизмы использования арбитражной схемы Нэша для построения кооперативного выигрыша в модели с различными коэффициентами дисконтирования игроков (*лаб. математической кибернетики*).

Для систем информационного поиска, основанных на применении онтологии, разработан и реализован алгоритм ранжирования документов, учитывающий как специфические особенности онтологически-ориентированной технологии поиска, так и стандартные

приемы построения функций ранжирования (*tf-idf*, *OKAPI BM25F*). Предложен онтологически-ориентированный подход к интеграции геоинформационной системы с коллекциями электронных публикаций в информационно-аналитической системе (ИАС) «Природные ресурсы Карелии» (рис. 37) (*лаб. информационных компьютерных технологий*).

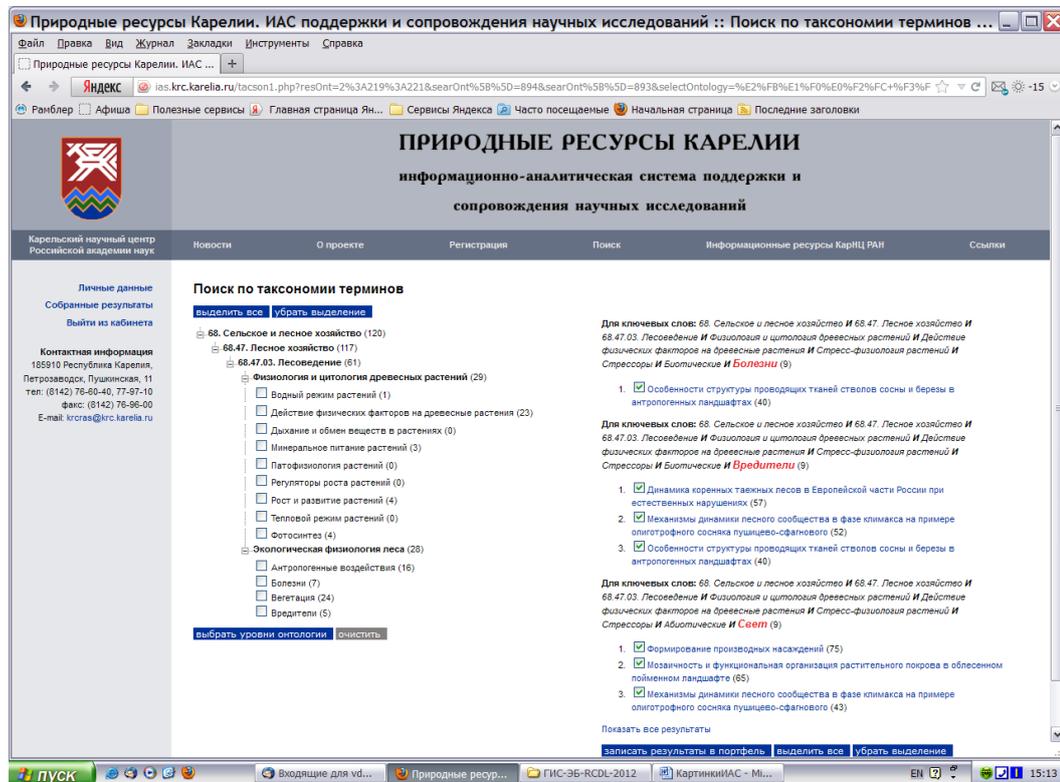


Рис. 37. ИАС «Природные ресурсы Карелии»

Разработаны новые инструменты (комплекс программ) для исследования структуры веб-пространства крупных научных учреждений РАН и университетов, а также для ранжирования веб-ресурсов (*лаб. телекоммуникационных систем*).

Разработаны математические и имитационные модели процесса работы двух *FIFO*-очередей и решена задача оптимального разбиения общей памяти для них (рис. 38) (*лаб. информационных компьютерных технологий*).

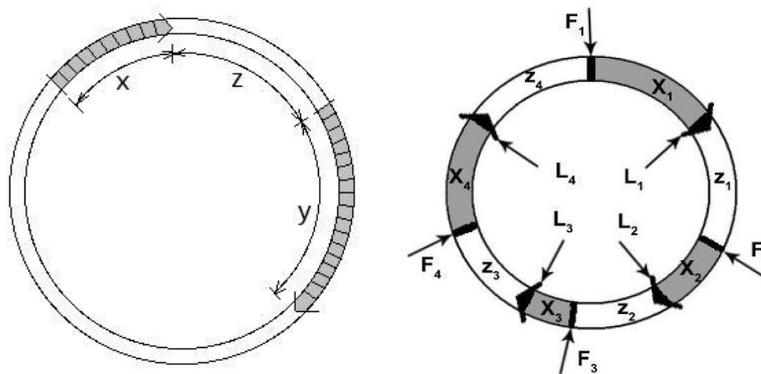


Рис. 38. Схемы процесса работы *FIFO*-очередей

Разработан алгоритм управления структурой линейной гибридной системы (рис. 39). Построены модели управления динамическими экономическими и эколого-

экономическими системами с переменной структурой. Предложена математическая формализация динамических систем со структурными изменениями состава и размерности фазового пространства (*лаб. моделирования природно-технических систем*).

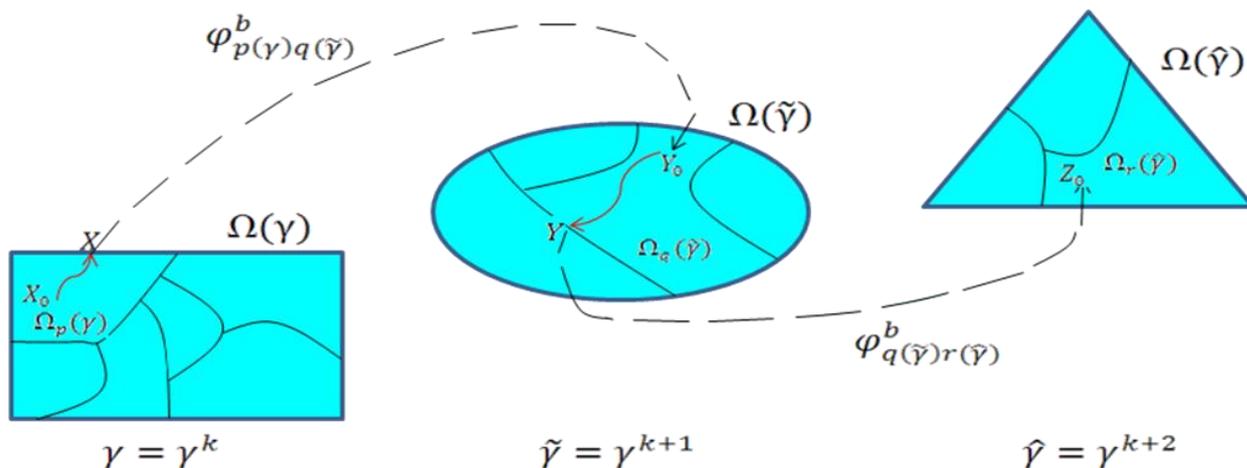


Рис. 39. Алгоритм управления структурой линейной гибридной системы

Создан *GRID*-сегмент КарНЦ РАН на базе платформы *BOINC*, позволивший увеличить вычислительную мощность кластера до 1,15 Тфлопс. Проведен анализ возможностей интеграции *GRID*-сегмента КарНЦ РАН в общероссийские и мировые научные информационные системы и проекты (рис. 40). Разработана математическая модель задачи оптимизации расписания для системы *Desktop GRID* на базе *BOINC* (*лаб. телекоммуникационных систем*).



Рис. 40. Схема интеграции *GRID*-сегмента КарНЦ РАН в общероссийские и мировые научные информационные системы и проекты

Разработан алгоритм отображения онтологий на основе данных «Викисловаря». Спроектирована и реализована архитектура компьютерной платформы, интегрирующей систему отображения онтологий и «Викисловарь», данные которого представлены на основе веб-сервиса в формате протокола SPARQL (*лаб. информационных компьютерных технологий*).

Предложена модель металлгидридного аккумулятора водорода на основе обобщения модели гидридного фазового перехода для класса симметричных форм частиц (рис. 41) (лаб. моделирования природно-технических систем, физический факультет СПбГУ).

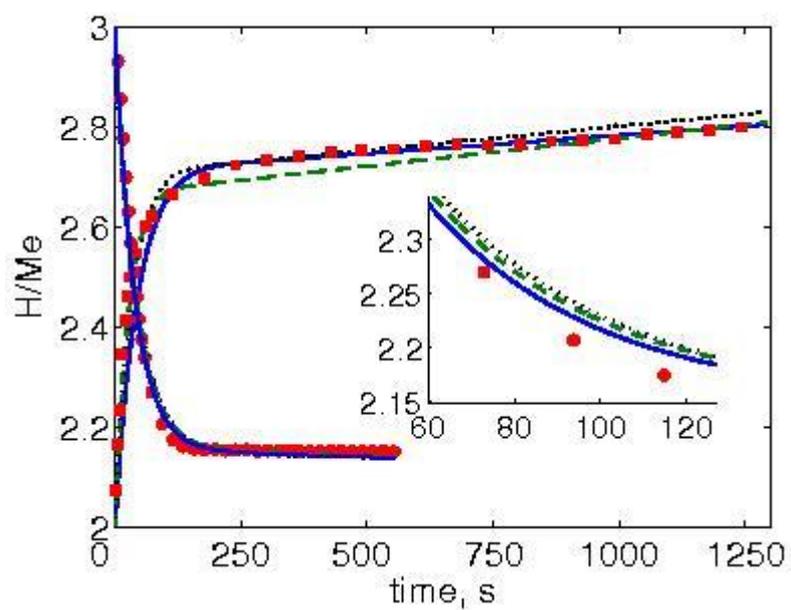


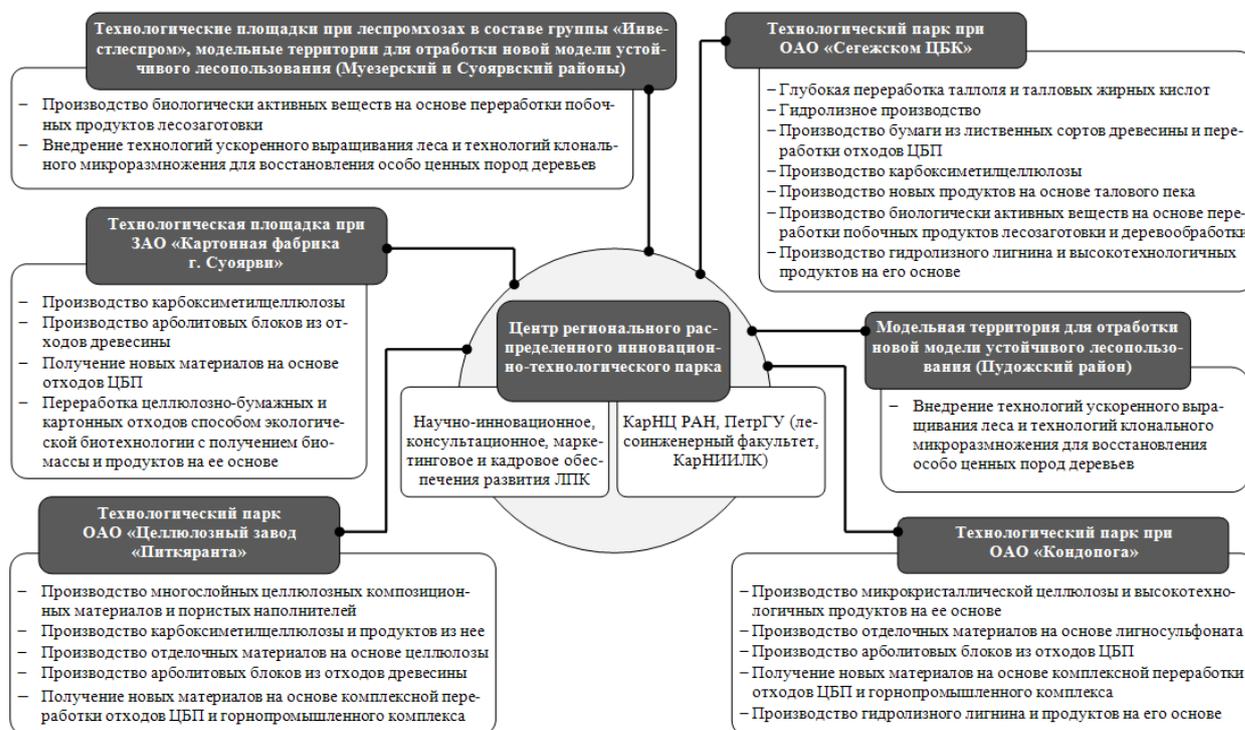
Рис. 41. Кинетика гидридного фазового перехода

## ВАЖНЕЙШИЕ РЕЗУЛЬТАТЫ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ ИНСТИТУТА ЭКОНОМИКИ КарНЦ РАН В 2012 г.

В 2012 г. исследования Института экономики КарНЦ РАН велись в соответствии с утвержденным планом НИР по 20 темам, в т.ч. 3 – согласно «Основным направлениям фундаментальных исследований» (постановление Президиума РАН от 19.02.2008 № 62) и «Программе фундаментальных научных исследований государственных академий наук на 2008–2012 годы», 3 – по грантам РФФИ, 3 – по грантам РГНФ, 5 – по международным проектам, 3 – по хозяйственным договорам.

К числу важнейших результатов научных исследований, полученных в 2012 г., относятся следующие.

Разработана концепция развития моногородов в Республике Карелия и предложены практические рекомендации по созданию регионального лесопромышленного кластера на основе модернизации и расширения производства градообразующих целлюлозно-бумажных предприятий и создания регионального распределенного инновационно-технологического парка (рис. 42) (*отдел проблем региональной экономической политики*).



*Рис. 42. Организационная схема регионального распределенного инновационно-технологического парка в лесопромышленном комплексе Республики Карелия*

На основе анализа социально-экономического развития приграничных регионов России, реализуемых международных проектов и развития приграничной инфраструктуры разработаны модели интеграции российских регионов в мировую хозяйственную систему. Выявлены особенности процесса микрорегионализации в России, которые заключаются в следующем: приоритет внешнеполитических факторов над экономическими, выборочная либерализация внешнеэкономической деятельности (только для отдельных регионов), целенаправленная дифференциация национального экономического пространства за счет создания новых «полюсов» экономического роста в приграничных регионах, концентра-

ция инвестиционных ресурсов на реализации крупных мегапроектов в отдельных приграничных регионах (*отдел проблем региональной экономической политики*).

Проведена сравнительная оценка влияния социально-экономических, экологических и природно-климатических факторов на продолжительность жизни, уровень смертности и состояние здоровья населения России, Финляндии и Республики Карелия. Предложена математическая модель, позволяющая прогнозировать демографические последствия проводимой социальной политики (*отдел моделирования и прогнозирования регионального развития*).

На основе результатов социологического исследования поведения домохозяйств в условиях социально-экономических изменений предложены типовые модели адаптации населения Республики Карелия к происходящим изменениям, раскрывающие характер изменений в трудовой деятельности населения и связанных с ними изменений на региональном рынке труда (*отдел институционального развития региональных социально-экономических систем*).

## ВАЖНЕЙШИЕ РЕЗУЛЬТАТЫ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ ИНСТИТУТА ЯЗЫКА, ЛИТЕРАТУРЫ И ИСТОРИИ КарНЦ РАН В 2012 г.

В 2012 г. Институт языка, литературы и истории КарНЦ РАН проводил научные исследования в соответствии с утвержденным планом НИР по 44 темам, в т.ч. 7 – согласно «Основным направлениям фундаментальных исследований» (постановление Президиума РАН от 25.03.2008 № 194) и «Программе фундаментальных научных исследований государственных академий наук на 2008–2012 годы», 4 – по программам фундаментальных исследований Президиума РАН и Отделения историко-филологических наук РАН, 1 – по программе Президиума РАН «Поддержка деятельности музеев», 11 – по грантам РГНФ, 10 – по международным проектам, 1 – по ФЦП «Культура России», 1 – по региональной целевой программе «Гармонизация национальных и конфессиональных отношений, формирование гражданского согласия в РК на 2007–2011 гг.».

Важнейшие результаты научных исследований, полученные в 2012 г., отражены в следующих монографиях и изданиях.

Вышел в свет «Орфографический словарь вепского языка» (Н.Г. Зайцева, Е.Е. Харитоновна, О.Ю. Жукова), который является первым орфографическим словарем вепского младописьменного языка (рис. 44). Кроме орфограмм он содержит элементы и правила вепской грамматики (некоторые важнейшие грамматические формы имен и глаголов). Словарь включает 17 тыс. слов (*сектор языкознания*).

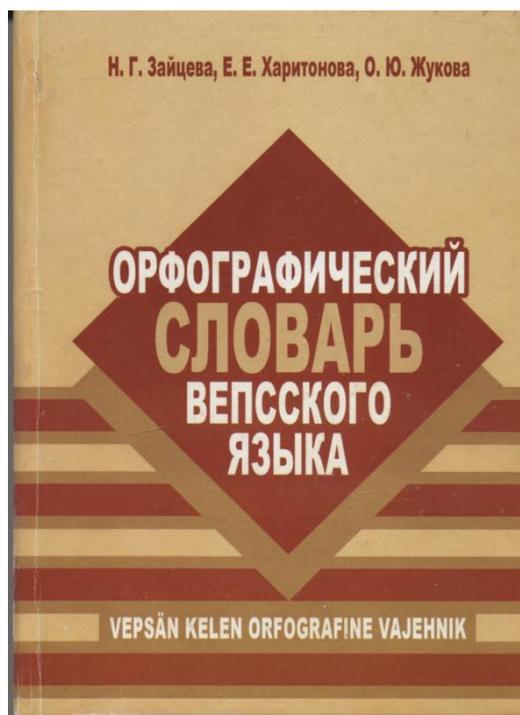


Рис. 44. Орфографический словарь вепского языка

Опубликован каталог И.Ф. Витенковой «Памятники каменного века Северного Приладожья», включающий 116 археологических памятников (рис. 45). В каталоге представлены перечень и краткая характеристика поселений и местонахождений каменного века, описание материалов раскопок, карта расположения памятников. Каталог восполняет пробел в изучении поселений каменного века Северного Приладожья (ранее имеющиеся археологические материалы этого района были известны только по полевым отчетам и немногочисленным разрозненным публикациям) (*сектор археологии*).

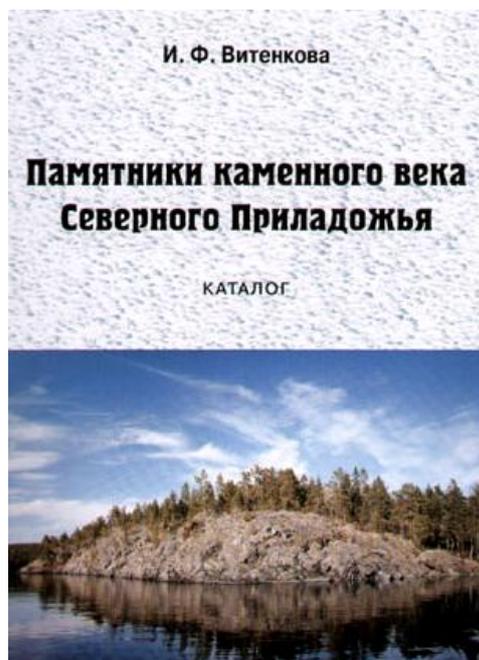


Рис. 45. Каталог И.Ф. Витенковой «Памятники каменного века Северного Приладожья»

Издан каталог В.Ф. Филатовой «Мезолитические памятники Карелии». В нем представлен перечень известных к настоящему времени памятников мезолита, характеризующих начальный этап освоения людьми территории Карелии (рис. 46). Издание содержит подробные описания памятников (в т.ч. хозяйственно-бытовых сооружений, вещевого инвентаря), дающие целостное представление о жизни мезолитического населения в течение всей этой эпохи (нач. VII–V тыс. до н.э.) (*сектор археологии*).



Рис. 46. Каталог В.Ф. Филатовой «Мезолитические памятники Карелии»

В монографии А.П. Косменко «Послания из прошлого: традиционные орнаменты финноязычных народов Северо-Западной России» (рис. 47) предложена видовая и типовая (стилистика-иконографическая) классификация традиционных орнаментов XIX – нач. XX вв. На основе изобразительных традиций финноязычных народов Северо-Запада России выделены две крупные историко-культурные зоны. Первая включает орнаменты саамов-

оленоводо́в, которые преимущественно тяготеют к искусству народов севера Сибири и Европейского Приуралья. Вторая – объединяет традиционные орнаменты карельско-вепсской территории, обнаруживая близкое сходство с искусством разных групп соседнего земледельческого населения Северо-Запада и более южных территорий (*сектор этнологии*).

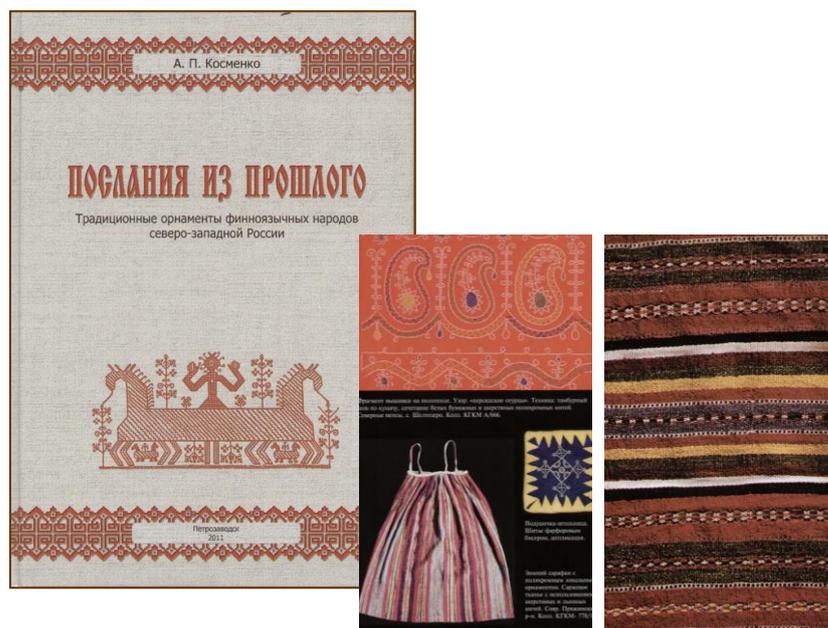


Рис. 47. Монография А.П. Косменко «Послания из прошлого: традиционные орнаменты финноязычных народов Северо-Западной России»

В монографии Ю.И. Дюжева «Народный писатель Карелии Яакко Ругоев. Очерк жизни и творчества» на широком художественном материале (поэтическом и прозаическом) проанализировано творчество карельского писателя Яакко Ругоева. На основе архивных материалов воссоздан портрет Я. Ругоева, осмыслена специфика творческого процесса писателя и охарактеризован социокультурный контекст Карелии 1920 – нач. 1990 гг. (*сектор литературы и фольклора*).

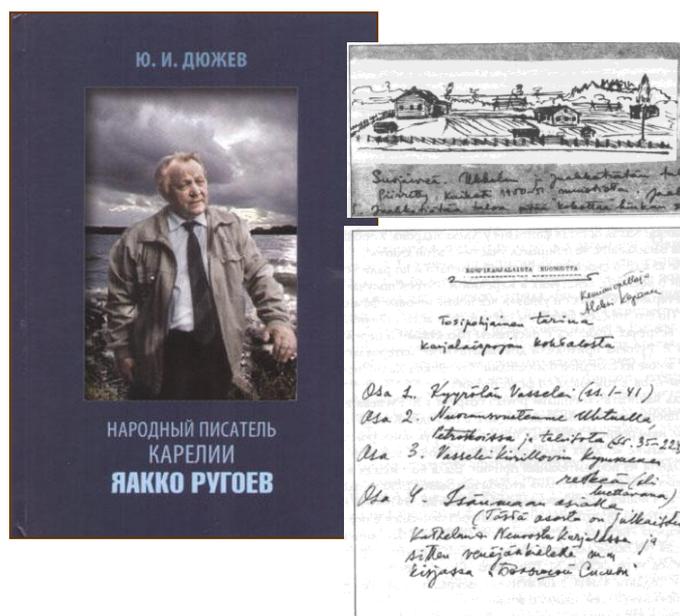


Рис. 46. Монография Ю.И. Дюжева «Народный писатель Карелии Яакко Ругоев. Очерк жизни и творчества»