

ИНСТИТУТ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ПРОБЛЕМ СЕВЕРА УрО РАН – ФОРПОСТ УРАЛЬСКОЙ АКАДЕМИЧЕСКОЙ НАУКИ НА СЕВЕРЕ



К.Г. Боголицын,
*Институт экологических
проблем Севера УрО РАН*



И.Н. Болотов,
*Институт экологических
проблем Севера УрО РАН*



Н.С. Горбова,
*Институт экологических
проблем Севера УрО РАН*

Дана общая характеристика Института экологических проблем Севера УрО РАН (ИЭПС УрО РАН) как одного из ведущих академических институтов на Европейском Севере России. Показаны некоторые результаты исследований Института за последние годы и отдельные итоги его научно-организационной деятельности. Дана информация о международных связях института и его экспедиционных работах. Представлены сведения о новых научных подразделениях (сейсмический стационар-обсерватория, биологический музей, центр молекулярно-генетических исследований). Рассмотрены ближайшие перспективы развития ИЭПС УрО РАН. Подчеркивается значимая роль Института как форпоста уральской академической науки на Севере.

Ключевые слова: *ИЭПС, Уральское отделение РАН, академическая наука, фундаментальные исследования, север России*

Арктический вектор в последние годы стал одним из важнейших направлений внешней и внутренней политики Российской Федерации. На северных территориях страны сосредоточены большие запасы стратегически важных минерально-сырьевых ресурсов [24]. Однако их освоение осложняется целым рядом проблем, в том

числе экстремальными климатическими условиями, слабо развитой транспортной инфраструктурой, низкой численностью населения северных регионов, а также весьма низкой устойчивостью экосистем к антропогенному воздействию, их низким восстановительным потенциалом. Все перечисленное определяет необходимость

выработки научно обоснованных подходов к рациональному природопользованию в условиях северных регионов. Указанная проблема, по сути своей прикладная, на самом деле предусматривает решение широкого спектра фундаментальных задач в области наук о Земле, биологических, химических и гуманитарных наук. Особенно важны междисциплинарные комплексные исследования, предполагающие участие специалистов разного профиля. Такой подход позволяет выполнять моделирование сложных природных процессов, и в том числе прогнозировать реакцию природных комплексов на антропогенные воздействия.

Для решения этих сложных проблем в г. Архангельске в 1990 г. был создан Институт экологических проблем Севера Уральского отделения Российской академии наук (далее ИЭПС УрО РАН). Основой для его создания послужил Отдел системных исследований Коми научного центра УрО РАН. Институт был организован на основании постановления Президиума АН СССР от 16.01.1990 г. № 59 и Распоряжения Совета Министров СССР от 7.06.1990 г. № 903р. У истоков создания ИЭПС УрО РАН стояли академики Г.А. Месяц, Н.П. Лаверов, В.Н. Большаков и В.А. Коротеев, четко осознававшие важность появления академического института в Архангельском регионе в те сложные годы. Большую роль в развитии ИЭПС УрО РАН сыграли руководители УрО РАН академики В.А. Черешнев

и В.Н. Чарушин. Сейчас это крупнейший институт среди подразделений Архангельского научного центра УрО РАН.

Огромное значение в становлении и развитии Института принадлежит чл.-корр. Ф.Н. Юдахину, который возглавлял его с 1993 по 2004 г. Феликс Николаевич создал сильный и работоспособный коллектив, сформировал лаборатории и определил основные направления исследований для каждой из них. Благодаря его самоотверженной работе ИЭПС УрО РАН были переданы в оперативное управление два здания в центре г. Архангельска, был выполнен их ремонт и полное оснащение всем необходимым. И сейчас, после трагического ухода Ф.Н. Юдахина из жизни, фундаментальные исследования Института во многом определяются его идеями и мыслями. С 2004 по 2009 г. Институтом руководил д-р геол.-минер. наук Ю.Г. Кутинов, а с 2009 г. Институт возглавляет д-р хим. наук К.Г. Боголицын. Научно-методическое руководство Институтом осуществляет Объединенный ученый совет по наукам о Земле УрО РАН и Отделение наук о Земле РАН.

Цель настоящей статьи – дать общую характеристику ИЭПС УрО РАН, показать некоторые результаты фундаментальных и прикладных исследований Института за последние годы и отдельные итоги его научно-организационной деятельности, а также дать видение ближайших перспектив его развития.

КРАТКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ИНСТИТУТА

Целью научной деятельности Института является проведение фундаментальных и прикладных исследований в области экологии, геоэкологии и рационального природопользования. Основные направления научной деятельности Института утверждены Постановлением Президиума РАН № 568 от 28.10.2008 г.:

1) комплексная оценка экологических проблем Европейского Севера России и прилегающих арктических акваторий;

2) научные основы освоения и рацио-

нального использования минеральных и биологически возобновляемых природных ресурсов;

3) геодинамика и минерагения северных территорий.

По двум научным направлениям ИЭПС УрО РАН занимает лидирующие позиции в мире, а по одному – в Российской Федерации. Институт является мировым лидером в областях комплексной оценки экологических проблем и сейсмичности Европейского Севера России и при-

легающих арктических акваторий. В РФ институт также лидирует в области разработки научных основ освоения и рационального использования минеральных и биологических природных ресурсов на севере европейской части страны и на северных островах. ИЭПС УрО РАН созданы фундаментальные основы мониторинга влияния изменений климата и хозяйственной деятельности на природную среду, биологические ресурсы и историко-культурное наследие Европейского Севера России и арктических островов; определено состояние ресурсов подземных и поверхностных вод этого региона; выполнены оценки природной и техногенной сейсмичности Европейского сектора Арктики.

В настоящее время в институте существует три отдела, каждый из которых включает по три лаборатории (рис. 1). Исходно в институте был только отдел по наукам о Земле, два других отдела созданы относительно недавно по инициативе директора, д-ра хим. наук К.Г. Боголицына. Отделом по наукам о Земле долгие годы руководил чл.-корр. Ф.Н. Юдахин. После его ухода из жизни отдел возглавил известный россий-

ский гидрогеолог, лауреат Государственной премии СССР, один из первооткрывателей Архангельской алмазонасной провинции, д-р геол.-минер. наук А.И. Малов. Отделом химии природных соединений руководит д-р хим. наук, профессор К.Г. Боголицын, а отделом экологии – д-р биол. наук И.Н. Болотов. Среди руководителей лабораторий – профессор Ю.Г. Шварцман, д-р геол.-минер. наук Г.П. Киселев, д-р биол. наук С.Н. Тарханов и др.

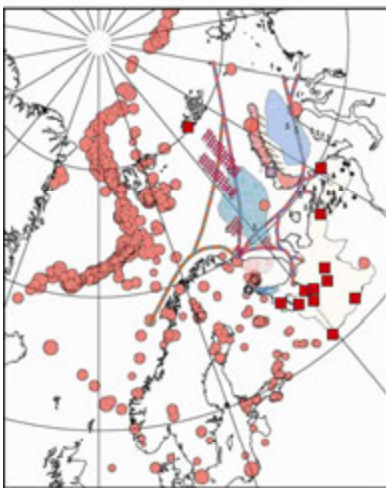
В последние несколько лет активно ведется работа по созданию и развитию в Институте новых вспомогательных научных подразделений. В рамках отдела по наукам о Земле по инициативе Ф.Н. Юдахина был создан Архангельский сейсмологический стационар-обсерватория, представляющий собой центр сбора, обработки и анализа данных сейсмических станций, установленных на обширном пространстве от юга Архангельской области до Земли Франца-Иосифа (цветная вклейка). В рамках отдела экологии по инициативе И.Н. Болотова созданы научный музей и Центр молекулярно-генетических исследований. Формирование этих под-



Рис. 1. Научно-исследовательские подразделения ИЭПС УрО РАН (по состоянию на 2013 г.)



Эскизный проект нового научно-лабораторного комплекса Института экологических проблем Севера УрО РАН



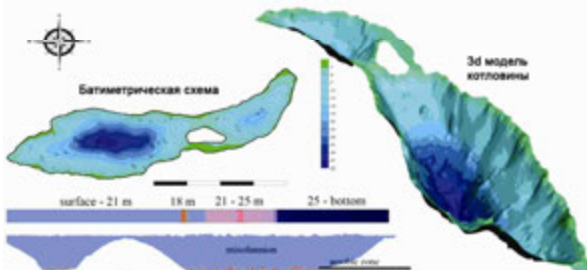
- УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ**
- Зоны радиоактивного загрязнения, атомные объекты и места захоронения радиоактивных отходов**
- территорий
 - водных объектов
 - территории с повышенным радиационным фоном за счет природных источников
 - атомные электростанции
 - морские полигоны
 - районы захоронения жидких радиоактивных отходов
 - районы захоронения твердых радиоактивных отходов
- Месторождения полезных ископаемых**
- нефть
 - каменный уголь
 - нефть и газ
 - природный газ
- Транспортные коридоры**
- морской транспортный коридор
 - "Северный морской путь"
 - прочие морские транспортные коридоры

Магнитуда землетрясений (ML) - 1 - 2 - 3 - 4 - >5

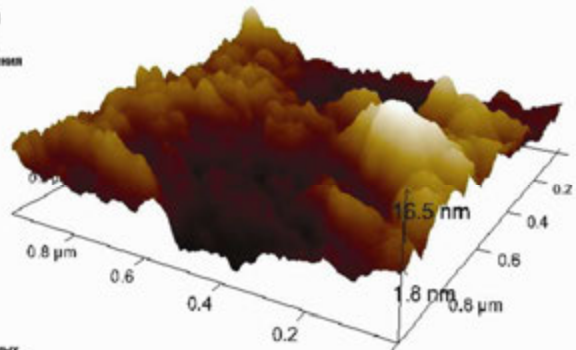
■ Станция сети мониторинга сейсмичности Арктики, организованной Институтом экологических проблем Севера УрО РАН

■ Архангельская обл.

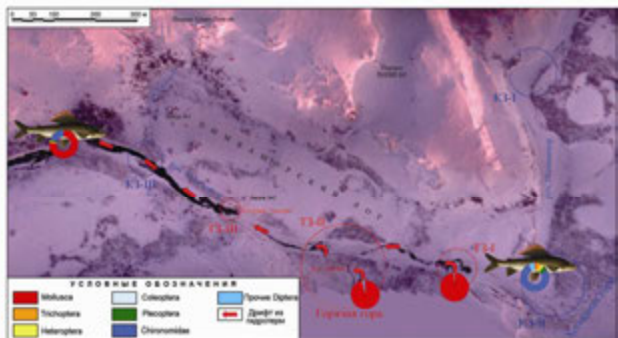
Сеть мониторинга природной и техногенной сейсмичности Западно-Арктического региона России по состоянию на 2013 г., созданная ИЗПС УрО РАН



Пресноводное меромиктическое озеро Светлое (Беломорско-Кулойское плато): вероятный аналог раннепротерозойских низкосерных высокожелезистых водных бассейнов



Структура поверхности наноматериалов на основе водорастворимых производных лигнина и хитозана



Рабочие моменты Полярной комплексной экспедиции: зимние георадиолокационные исследования (слева) и прилет вертолета Ми-8 за одним из полевых отрядов (справа)

разделений стало возможным благодаря постоянному содействию УрО РАН. Кроме того, Институт при поддержке Президиума УрО РАН и Правительства Архангельской области организовал полевой стационар «Ломоносовский» (находится в селе Ломоносово на родине великого русского ученого), Центр коллективного пользования научным оборудованием и постоянно действующую Полярную комплексную экспедицию.

Количество штатных работников составляет 140 человек, в том числе 29 – административно-хозяйственный персонал. Общее количество исследователей составляет 111 человек, в том числе 9 докторов наук, 49 кандидатов наук и 2 магистра. Доля исследователей в возрасте до 39 лет составляет 52 %. В ИЭПС УрО РАН существует две признанных научных школы, в их деятельности участвуют 52 ученых, из них 22 моложе 39 лет. Также в институте действует ведущий молодежный коллектив под руководством молодого доктора наук (35 лет), включающий 16 исследователей.

В оперативном управлении Института находятся два здания – исторические памятники в г. Архангельске (набережная Се-

верной Двины, 23 – памятник федерального значения и набережная Северной Двины, 109 – памятник регионального значения. В связи с трудностями размещения современных лабораторий в старинных зданиях К.Г. Боголицыным была развернута работа по решению вопроса о строительстве нового научно-лабораторного комплекса ИЭПС УрО РАН в г. Архангельске на пр. Никольский (соответствующий земельный участок был выделен Правительством Архангельской области в бессрочное пользование). Разработан эскизный проект здания, общая площадь которого 5345,58 м². Предполагаемая стоимость объекта в ценах 2010 г. составляет 415,4 млн руб. (без НДС). По информации Министерства финансов Российской Федерации от 18.03.2013 г. № 16-08-04/8141, в план 2015 г. заложено 189,4 млн руб. на обеспечение первого этапа капитального строительства. Это стало возможным благодаря напряженной работе Президиума УрО РАН и содействию Президента Российской Федерации В.В. Путина, который на встрече в Ломоносовском фонде поддержал ходатайство молодых ученых ИЭПС УрО РАН о необходимости строительства нового здания.

ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ФУНДАМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ И ВАЖНЕЙШИЕ РЕЗУЛЬТАТЫ (2008–2013 гг.)

Комплексная оценка экологических проблем Европейского Севера России и прилегающих арктических акваторий. Выявлены концептуально новые закономерности биогеохимических процессов трансформации углекислоты в системе тундровых болот и озер в различных регионах Западной Сибири, позволяющие более детально прогнозировать развитие арктического региона [27]. Установлена доминирующая роль бактериального звена в регулировании биогеохимического цикла углерода в термокарстовых озерах в контексте глобальных изменений климата, а также выявлено, что основными факторами выделения CO₂ в атмосферу выступают термокарстовые озера, формирующиеся в ходе природных процессов

таяния мерзлых болот.

Изучен механизм функционирования геобарьерной зоны «река-море» как естественного природного фильтра для приливных устьев рек (на примере рек Северная Двина и Обь) [6, 18]. Охарактеризованы гидродинамический режим устьевой области и его влияние на формирование мутьевых потоков, процесс разделения и осаждения взвешенного вещества, сезонные миграции зон осаждения взвеси. Выполнены исследования распределения устойчивых хлорорганических соединений в донных осадках, выявлена их концентрация в поверхностном слое осадков под влиянием коллоидно-сорбционных процессов в области устойчивого осолонения речных вод в дельтовых рукавах.

Для комплексной оценки экологического воздействия целлюлозно-бумажных предприятий Северо-Запада РФ на окружающую среду разработана и адаптирована концепция эколого-аналитического контроля и нормирования качества сбросов и выбросов загрязняющих веществ для предприятий химико-лесного комплекса с позиций логической связи экономических и экологических аспектов [14, 23]. Разработаны методологические приемы использования технологических нормативов для оценки соответствия производственной деятельности предприятий ЦБП международным требованиям на основе наилучших доступных технологий.

Предложен комплекс методов биоиндикации и оценки состояния северотаежных экосистем в условиях хронического атмосферного загрязнения на основе результатов изучения внутривидовой изменчивости хвойных [21]. Установлена адаптивная роль изменчивости биохимических параметров листового аппарата сосны (*Pinus sylvestris* L.) и ели (*Picea obovata* Ledeb. × *P. abies* (L.) Karst.) (на организменном уровне), а также морфоструктуры разных форм сосны (на групповом уровне). Исследовано формовое разнообразие северотаежных популяций хвойных в бассейне Северной Двины, на Беломорско-Кулойском плато и востоке Большеземельской тундры.

Обобщены результаты эколого-фаунистических исследований морских млекопитающих Российской Арктики [8]. Изучены фауна, видовое разнообразие и компенсационные явления в топических группировках беспозвоночных животных (чешуекрылые, шмели, жуки-жужелицы) на Соловецких островах [2, 11, 17]. Разработана гипотеза о путях формирования фауны островов в позднеледниковье – голоцене, увязанная с биогеографическими, палеогеографическими и геолого-геофизическими материалами [22]. Проведена инвентаризация флоры афиллофоровых грибов [5, 25], фауны пресноводных моллюсков [2], шмелей [7], некоторых видов охотничьих животных [10] регионов Архангельской области

и Ненецкого автономного округа.

Научные основы освоения и рационального использования минеральных и биологически возобновляемых природных ресурсов. Дана оценка соответствия питьевых и минеральных вод Мезенской синеклизы требованиям радиационной безопасности. Проведена оценка доз облучения населения за счет потребления воды, определены пути и целесообразность проведения защитных мероприятий [9, 26] Установлены основные гидрохимические факторы формирования радиоактивных вод в отрицательных структурах осадочных бассейнов (на примере Северо-Двинской впадины).

В Субарктике (Беломорско-Кулойское плато) обнаружено уникальное пресноводное меромиктическое озеро Светлое (цветная вклейка), которое в нижних слоях при нейтральном pH обладает почти десятикратным преобладанием растворенного двухвалентного железа над сульфидами, что позволяет рассматривать озеро как вероятный аналог раннепротерозойских низкосерных высокожелезистых водных бассейнов [27]. Установлено, что на экологическое состояние малых пресноводных озер бореальной зоны значительное влияние оказывают процессы анаэробной минерализации органического вещества (сульфатредукция и метаногенез), способные вызывать внезапные катастрофические изменения в состоянии экосистем.

Изучен генетический полиморфизм природных популяций ряда видов можжевельников на севере Европейской части России и на Северном Кавказе [19, 20]. Выявлены существенные различия в генетической структуре материковых и островных популяций. Еще большие различия наблюдаются между популяциями, где доминируют разные морфотипы можжевельника. Описаны женский и мужской генеративные циклы, а также процессы эмбриогенеза можжевельника.

Исследовано влияние истории использования и воспроизводства биологических ресурсов на популяции исчезающего моллюска-жемчужницы и атлантического

лосося на северо-западе России. Популяция жемчужницы здесь характеризуется невысокой плотностью особей и низким уровнем воспроизводства. Роль антропогенного фактора для популяции минимальна, влияние промысла жемчуга не прослеживается. Причина замедленного воспроизводства жемчужницы – обвальное падение численности атлантического лосося в бассейне Онеги, произошедшее в конце XX века, а также реконструкция Онежского рыбоводного завода в 1984 г., вследствие которой плотность молоди лосося на нерестово-выростных угодьях стала ниже критического уровня.

Установлено, что лигносульфонаты натрия (ЛС-Na) и аминокислотосодержащие полиэлектролиты (полиэтиленполиамин – ПЭПА и хитозан – ХТ) могут быть отнесены к ограниченно набухающим полимерам [12]. Показано, что по параметрам термодинамической гибкости поведение макромолекул ЛС-Na в растворах соответствует поведению жесткоцепных полимеров. Установлено, что макромолекулы ХТ в растворителе, подавляющем полиэлектролитные эффекты, относятся к жесткоцепным полимерам, а макромолекулы ПЭПА – к линейным гибкоцепным полимерам с очень слабым межмолекулярным взаимодействием.

Методом радикальной сополимеризации синтезированы новые полифункциональные наноматериалы на основе водорастворимых производных лигнина и хитозана. Установлены функциональная природа и области стабильности структуры полученных наноматериалов. Разработаны приемы формирования структуры и поверхностных свойств послойных нанокomпозиционных материалов (пленок, микрокапсул) для транспортировки лекарственных средств, эффективных сорбентов в хроматографии, создания биосенсоров, применяемых в аналитической химии (цветная вклейка).

Проведено исследование исторического опыта решения российскими властями двух взаимосвязанных природно-ресурсных проблем: законодательного определе-

ния границ территориальных вод и охраны морских ресурсов России у берегов морей Северного Ледовитого океана, в особенности у Мурманского берега и Новой Земли во 2-й половине XIX – начале XX в. [4]. Исследован Русский Север как специфическое пространство с особым культурным наследием [15, 16], раскрыты особенности его культурного ландшафта. Даны практические рекомендации по сохранению культурных ландшафтов, исторических поселений Русского Севера с учетом российского и международного опыта охраны культурного наследия. По результатам работы опубликована серия монографий.

Геодинамика и минералогия северных территорий. На сегодняшний день Архангельская сейсмическая сеть ежемесячно регистрирует свыше 50 сейсмических событий из арктического региона [5, 23]. По результатам непрерывных наблюдений сейсмологического пункта на Земле Франца-Иосифа выявлена сейсмичность на границе континентального склона земной коры в Российском секторе Арктики (цветная вклейка). Помимо расширения представлений о современных геодинамических процессах в Арктическом регионе, маркировка границы континентального шельфа существенна для определения границ России в Арктике. Разработан эффективный метод определения природы сейсмических событий, регистрируемых на записях сейсмических станций Архангельской сети. Благодаря этому появилась возможность снизить вероятность засорения сейсмического каталога событиями техногенной природы.

Впервые проведены комплексные исследования основных режимов и механизмов функционирования субарктической гидротермальной экосистемы в зимний период, когда тепловые градиенты участка с разгрузкой пластовых термальных вод по отношению к внешней среде максимальны [3]. Представлены фактические данные о зимних тепловых характеристиках термального урочища (воздух, гидротермы, водотоки, почвы, породы). Обоснованы принципы выделения границ тер-

мального урочища и его ландшафтно-гидрологического зонирования. Дана количественная характеристика зимних потоков вещества и энергии, а также биогеохимических процессов цикла серы в субарктической гидротермальной экосистеме. Дана оценка зимнего состояния компонентов биоценозов (цветная вклейка).

Получены новые данные о глубинном строении севера Восточно-Европейской платформы и прилегающей части Северного Ледовитого океана [24]. На границах Балтийского щита и Канино-Тиманской гряды с Мезенской синеклизой выделены линейные зоны пониженных скоростей $V_p = 7,8-8,0$ км/с в верхней мантии, пространственно совпадающие с областями сводовых поднятий Соловецкого архипелага и Беломорско-Кулойского плато, характеризующиеся пониженным электрическим сопротивлением пород нижней коры и верхней мантии и повышенными значениями теплового потока. Построен детальный скоростной разрез земной коры в пределах Мезенской синеклизы.

Расчетным методом установлено, что на севере Евразии в результате тройного

сочленения Евроазиатской, Северо-Американской и Гренландской литосферных плит в условиях растяжения хребта Гаккеля образуется асейсмичный блок (или полюс Эйлера) [1]. На юге в условиях сжатия (надвигания) Аравийской и Африканской плит на Евроазиатскую плиту формируется тектонически активный и высокосейсмичный участок. Геодинамический режим востока может быть обусловлен автономным вращением Евроазиатской литосферной плиты.

Обобщены данные по геологической истории ископаемых видов моллюсков-жемчужниц сем. Margaritiferidae. Они возникли в позднем триасе на юго-востоке Лавразии, далее в течение юры и мела широко расселились в реках бассейна Северного Тетиса. Первичный обширный ареал был фрагментирован в связи с распадом Лавразии, что обусловило возникновение нескольких подвидов жемчужниц в образовавшихся изолированных дельтах. Именно мезозойская история семейства оказала наибольшее влияние на современный дизъюнктивный ареал и таксономию Margaritiferidae.

ВАЖНЕЙШИЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ПРИКЛАДНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Планы управления лесными ресурсами. Разработаны планы управления лесными ресурсами и стратегии развития лесного комплекса на период 2009–2018 годов по заказам правительств пяти субъектов Российской Федерации: Свердловской (совместно с региональным лесостроительным предприятием), Тюменской, Челябинской и Псковской областей, а также Чукотского автономного округа. Для каждого региона также выполнена подготовка: 1) проекта регионального закона о лесном планировании; 2) геоинформационной системы по лесным ресурсам и предполагаемым направлениям их освоения (масштаб 1:100 000); 3) цифровой базы данных проектов освоения лесных ресурсов. Указанные разработки успешно внедрены во всех пяти субъектах и будут обеспечивать устойчивое развитие лесопользования и лесо-

восстановления на период до 2018 г.

Новые сейсмометрические методики. Разработана экспресс-методика обследования территорий для определения их микросейсмической активности, создаваемой, главным образом, для поиска ослабленных зон и тектонических нарушений и оценки их геодинамической активности. На экспериментальных данных, численных и натуральных моделях разработаны приемы использования когерентно-временного анализа трехкомпонентных (X, Y, Z) записей микросейсм для оценки параметров, характеризующих разрывное нарушение.

Впервые в инженерно-сейсмологической практике апробированы датчики крутильных колебаний, с помощью которых удалось зарегистрировать крутильные колебания сооружений различного типа. Ранее присутствие заметной кру-

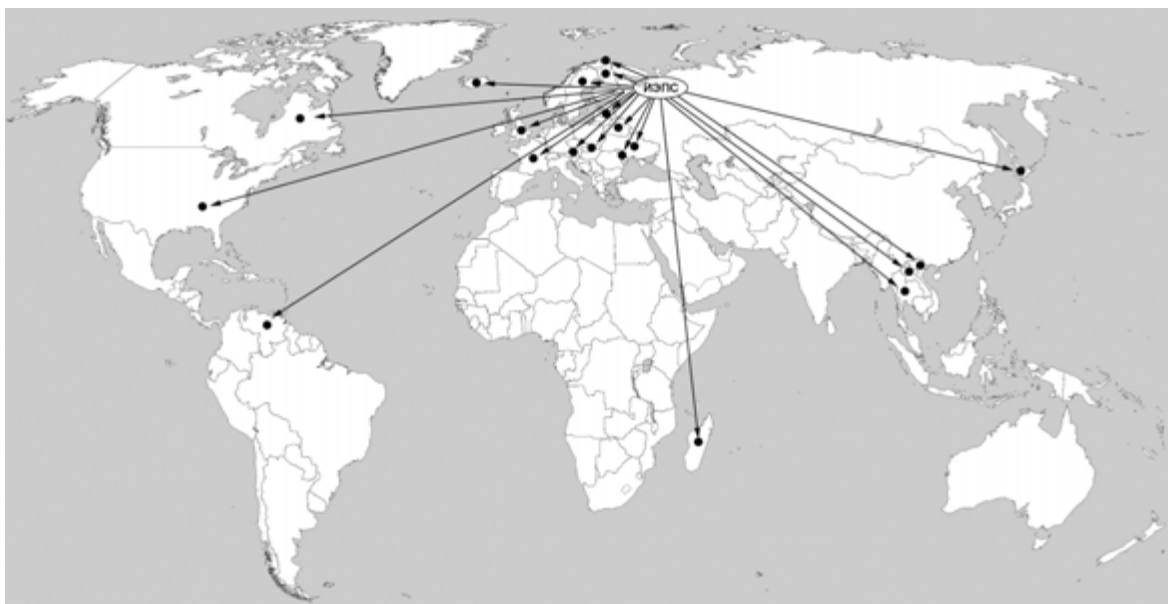


Рис. 2. Международные связи ИЭПС УрО РАН (2008–2013 гг.)

тильной компоненты собственных колебаний зданий показано лишь теоретически, экспериментальное наблюдение этих движений обосновывает новые требования к строительству для обеспечения безопасности зданий.

Существенным шагом в совершенствовании способа оценки состояния зданий и сооружений сейсмометрическим методом является разработка схем наблюдений и интерпретации данных для зданий разных пространственных форм. При интерпретации показано, что сопоставление различных мод собственных колебаний и их суперпозиции позволяет значительно уточнить расчетную модель сооружения и ее согласование с экспериментом. Уточнение модели сооружения позволяет получить оценку его реального состояния и более точно определить допустимые нагрузки, что важно для строительства ответственных сооружений в сложных климатических условиях Крайнего Севера.

Методика выполнения измерений массовых долей общего хлора и органически связанного хлора в целлюлозе, бумаге, картоне. Разработанная методика выполнения измерений (МВИ) массовых долей общего хлора и органически связанного хлора в целлюлозе, бумаге и картоне переаттестована в системе Федерального

агентства по техническому регулированию (свидетельство о метрологической аттестации № 233.1.13.17.64/2009 от 29.06.2009 г.). Методика зарегистрирована в реестре свидетельств о метрологической аттестации, утвержденных МВИ Уральского отделения РАН (МВИ 88-16365-63-2009), и в Федеральном реестре методик выполнения измерений, применяемых в сферах распространения государственного метрологического контроля и надзора.

Методика выполнения измерений массовых концентраций адсорбируемых галогенорганических соединений (АОХ) в пробах питьевых, природных и сточных вод. Разработанная методика выполнения измерений массовых концентраций АОХ в пробах питьевых, природных и сточных вод переаттестована в системе Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии (свидетельство о метрологической аттестации № 223.1.01.17.63/2009 от 29.06.2009 г.). Новая редакция методики внесена в «Государственный реестр методик количественного химического анализа и оценки состояния окружающей среды, допущенных для государственного экологического контроля и мониторинга» – ПНД Ф 14.1:2:4.218-06 (2009 г.). Методика также зарегистрирована в реестре свидетельств о метрологиче-

ской аттестации, утвержденных МВИ УрО РАН (МВИ 88-16365-41-2009), и в Федеральном реестре методик выполнения измерений, применяемых в сферах распространения государственного метрологического контроля и надзора.

Метод удаления нефтепродуктов из сточных вод. С целью достижения наибольшей концентрации нефтеокисляющих бактерий и, тем самым, эффективно удаления нефтепродуктов, дано обос-

нование и определены места введения биопрепаратов в сточные воды и активный ил в технологических схемах на сооружениях очистки сточных вод, содержащих нефтепродукты. Использование разработок позволило достигнуть соответствия содержания нефтепродуктов в очищенных водах, сбрасываемых в поверхностный водоем, уровню санитарно-гигиенических ПДК (0,1 мг/л). Результаты работы защищены серией патентов.

МЕЖДУНАРОДНОЕ НАУЧНОЕ СОТРУДНИЧЕСТВО

Международные связи института за период 2008–2013 гг. существенно расширились (рис. 2). Наибольшее внимание традиционно уделяется взаимодействию с соседями по Баренц-региону – Норвегией, Финляндией и Швецией. Сотрудничество с этими странами было налажено давно, еще в первые годы с момента основания Института. Ведутся работы по совместным научно-исследовательским проектам, договорам, организуются международные полевые исследования и конференции. Интенсивное взаимодействие также идет с партнерами из Франции (Университет Тулузы), Словакии (ряд институтов АН Словакии), Молдовы (АН Молдовы), Австрии (Университет БОКУ) и некоторых других европейских стран. Здесь реализуются совместные международные проекты (Франция, Словакия), налажен обмен молодыми учеными для прохождения стажировок (Франция, Словакия, Молдова, Великобритания), организуются совместные экспедиции (Великобритания, Словакия, Франция). Так, уже долгие годы реализуются крупномасштабные исследования совместно с Университетом Тулузы, выполнена целая серия международных проектов по потоку углерода и изменениям климата в разных регионах Евразии.

Взаимодействие с Исландией, Канадой, США и Японией находится в стадии развития, ряд ученых ИЭПС УрО РАН входят в научные общества этих стран, идет разработка совместных научно-исследователь-

ских проектов. Так, в 2013 году стартовал первый этап работ по подготовке международного проекта по изучению гидротермальных экосистем Исландии и России.

Наконец, одним из важных направлений международной деятельности ИЭПС УрО РАН служит участие в реализации стратегического национального приоритета Российской Федерации «Стратегическая стабильность и равноправное стратегическое партнерство». Идет развитие взаимоотношений с научными организациями стран Азиатско-Тихоокеанского экономического партнерства, в том числе Вьетнамом, Таиландом и Лаосом. Так, Институт по заказу Вьетнамской академии наук и технологий проводит оценку безопасности ряда крупнейших водохранилищ страны на основе натуральных сейсмометрических исследований. Учитывая повышенную сейсмическую активность на территории Индокитая, создание системы эффективного мониторинга сейсмичности в этой стране имеет стратегическое значение для обеспечения национальной безопасности этого государства. Взаимодействие с Лаосом ведется в рамках членства Института в Обществе Российско-Лаосской дружбы и связано с исследованиями экологических проблем в бассейне Среднего Меконга. Под эгидой Национального исследовательского совета Таиланда налажено также сотрудничество с рядом научных организаций этой страны, при этом ученые ИЭПС УрО РАН выступают в роли экспертов по оценке экологического состоя-

ния ландшафтов и проблемам сохранения биоразнообразия.

В 2011 г. Институт заключил соглашение о научно-техническом партнерстве и обмене специалистами с Центральным университетом Венесуэлы. Взаимодействие российских и венесуэльских ученых важно для сопоставления подходов к решению экологических проблем, возникающих в условиях принципиально раз-

личного климата – субарктического на севере России и тропического в Венесуэле. Технологии в области экологической безопасности, применяющиеся в России, могут быть успешно применены и в условиях Венесуэлы. Особенно это касается экологических проблем, возникающих при разработке нефтегазовых месторождений, а также при создании и эксплуатации крупных водохранилищ.

ЭКСПЕДИЦИОННЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

ИЭПС УрО РАН проводит значительное число экспедиций в различных регионах России (рис. 3). Ряд экспедиций осуществляются совместно с сотрудниками из других институтов УрО РАН, СО РАН, академических институтов Москвы, Санкт-Петербурга, Карельского и Кольского центров РАН и др. Базовым регионом для проведения экспедиционных исследований является территория Европейского Севера России, включая арктические острова и архипелаги (Колгуев, Вайгач, Новая Земля, Земля Франца-Иосифа). В рамках проектов, выполняемых при поддержке РФФИ, конкурсных программ УрО РАН и СО РАН, программ Президиу-

ма РАН, международных фондов и других сотрудники института работают во многих других регионах, среди них Ямал, Гыдан, Северный Кавказ, Камчатка, Сахалин, Курильские острова, бассейны рек Уссури и Лена, озеро Байкал и др.

С 2009 года полевые исследования в пределах Арктического региона проводятся в рамках Полярной комплексной экспедиции (цветная вклейка). Полевые отряды экспедиции ежегодно проводят исследования в различных районах Российской Арктики. Исследования ведутся при участии сотрудников Национального парка «Русская Арктика» и Северного (Арктического) федерального университета.

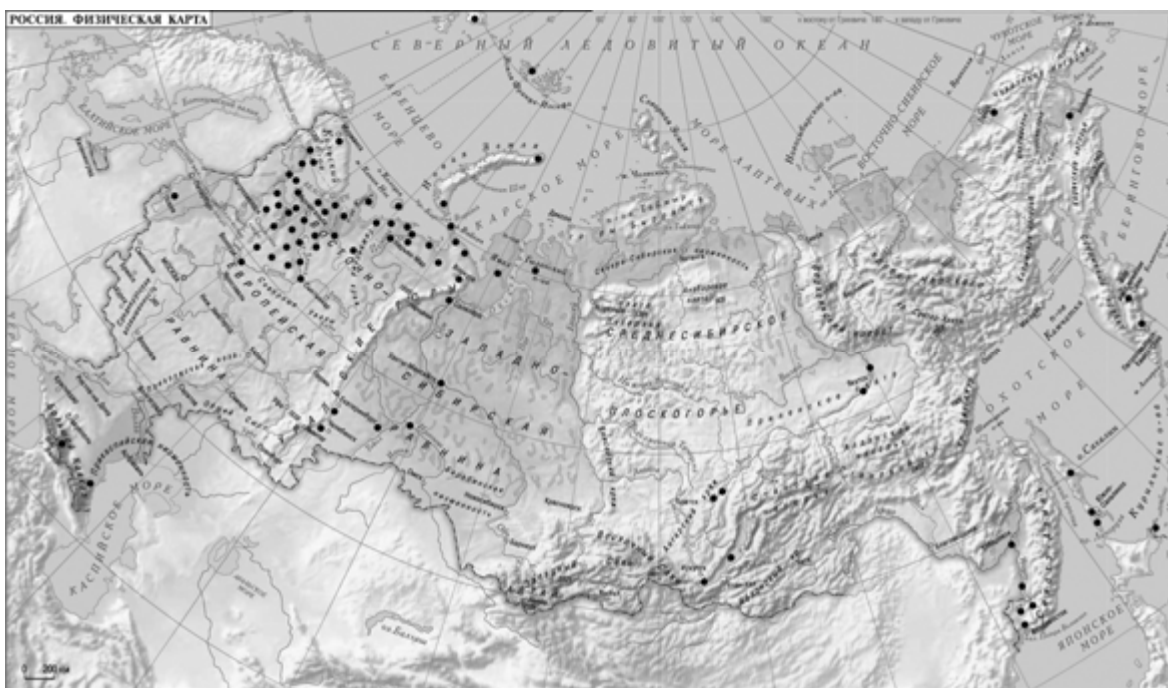


Рис. 3. Районы полевых исследований ИЭПС УрО РАН в 2008–2013 гг.: ● – районы работ

Ряд экспедиционных работ выполняются и в зарубежных странах по международным проектам. Среди них можно выделить исследования на территории Норвегии, Финляндии, Исландии, Франции, Словакии, Вьетнама и других стран.

Сотрудники Института также приняли активное участие в работах Российско-Венесуэльской биологической экспедиции (2009 г.) по обследованиям ряда участков в бассейне Ориноко (в т.ч. перспективных для добычи нефти).

НОВЫЕ НАУЧНЫЕ ПОДРАЗДЕЛЕНИЯ

Архангельский сейсмический стационар-обсерватория. Создан в 2009 г. на базе лаборатории сейсмологии. Научный руководитель – чл.-корр. Ф.Н. Юдахин, а в настоящее время стационар возглавила его ученица канд. техн. наук Г.Н. Антоновская. Стационар обеспечивает эффективный мониторинг телесеизмических, региональных и локальных сейсмических событий в пределах Арктики и сопредельных территорий. Сейчас стационар стал одной из крупнейших сейсмологических сетей на Восточно-Европейской платформе и включает 12 пунктов наблюдений. В 2011–2012 гг. три станции были установлены на архипелаге Земля Франца-Иосифа, что позволило возобновить сейсмический мониторинг геофизических процессов в Арктике, прерванный в 1990-х гг. Эти станции являются самыми северными в Евразии и занимают второе место в мире после Гренландской станции (Дания).

Сеть сейсмических станций позволяет отслеживать как природные землетрясения, так и техногенные процессы (в частности, взрывы различной мощности), на всей территории Западного сектора Арктики. Это важный шаг для развития эффективной системы обеспечения безопасности стратегических, потенциально опасных и критически важных объектов инфраструктуры Арктического региона России. Выявлено, что арктический шельф не так сейсмически «спокоен» как представлялось ранее (цветная вклейка), причем заниженные оценки использовались и при разработке нормативных документов для проектирования и строительства объектов на Крайнем Севере. Оказалось, что в районах захоронения радиоак-

тивных отходов, вдоль морских транспортных коридоров, в местах размещения инфраструктурных объектов в Арктическом регионе постоянно происходят сейсмические события, и этим фактом нельзя пренебрегать.

Центр молекулярно-генетических исследований. Создан в 2012 году на базе отдела экологии ИЭПС УрО РАН. Научный руководитель – д-р биол. наук И.Н. Болотов. Уникальное импортное оборудование было закуплено при поддержке Уральского отделения РАН. В создании центра и запуске приборов активное участие приняли коллеги из Института проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова РАН и Института биологии внутренних вод им. И.Д. Папанина РАН. В центре ведется выделение ДНК из образцов различных беспозвоночных животных и идет формирование уникальной коллекции ДНК-материалов. Часть выделенной ДНК используется для молекулярно-генетических анализов методом полимеразной цепной реакции (ПЦР). Содержание в отдельно взятом институте секвенатора нерентабельно, поэтому секвенирование выделенной ДНК проводится на базе ЦКП «Геном» Института молекулярной биологии РАН (по договору).

Молекулярно-генетические исследования в рамках центра соответствуют современному мировому уровню. Сейчас ведется работа с образцами различных групп беспозвоночных животных, что позволит уточнить таксономическое положение ряда видов, построить филогенетические схемы для ряда сложных в систематическом отношении групп. Исследуются происхождение, эволюция и рассе-

ление некоторых важных систематических групп: бабочки-аполлоны (исчезающие краснокнижные виды), моллюски-жемчужницы (исчезающие «живые ископаемые»), моллюски-прудовики (промежуточные хозяева опасных паразитов человека и животных).

Начало работы центра ознаменовало новый этап развития биогеографических исследований в ИЭПС УрО РАН, поскольку молекулярные данные позволяют делать обоснованные заключения о путях расселения различных таксонов животных. Планируется подключение Центра к международной деятельности по ДНК-штрихкодированию (DNA-barcoding), которая предполагает молекулярный анализ образцов живых организмов по одному базовому маркеру – последовательности нуклеотидов митохондриальной ДНК, кодирующих фермент цитохромоксидазу (субъединица 1). Еще одно перспективное направление, которое планируется развивать на базе центра, – отработка методик выделения и анализа древней ДНК (из образцов ископаемых животных различного геологического возраста).

Научный музей. Был создан в 2005 году на базе лаборатории комплексного анализа космической и наземной информации для экологических целей. Научный руководитель – д-р биол. наук И.Н. Болотов. Сейчас представляет собой вспомогательное подразделение отдела экологии. Музей включает два отдела: зоологическую коллекцию и гербарий. В 2013 году объем музейных фондов достиг около 90 тыс. образцов и продолжает быстро пополняться. Среди наиболее ценных коллекционных материалов: 1) коллекция дереворазрушающих грибов (в основном Северная Европа и Латинская Америка); 2) коллекция чешуекрылых (из всех регионов мира; включает многие редкие виды); 3) коллекция пресновод-

ных моллюсков (преимущественно из различных пунктов Евразии), включающая самые большие в мире сборы моллюсков из термальных источников, а также самую крупную в мире коллекцию пустых раковин пресноводных моллюсков-жемчужниц).

В музее оборудованы рабочие места для проведения морфологических исследований животных и растений. При поддержке РФФИ каждое рабочее место оснащено стереоскопическим микроскопом (МБС-10, МБС-12, Solo-2070 или Leica EZ-4D). Также в музее установлен мощный импортный стереомикроскоп исследовательского уровня марки Leica M165C (со встроенной цифровой камерой), позволяющий делать высококачественные цветные изображения мелких деталей строения животных и растений. В ближайшее время в музее появится комплекс оборудования для склерохронологических исследований – реконструкции региональных изменений климата по величинам ежегодных приростов раковин долгоживущих двустворчатых моллюсков. Это оборудование позволит готовить ультратонкие поперечные спилы как современных, так и ископаемых раковин для последующего изучения годичных слоев.

Музей активно сотрудничает с целым рядом зарубежных научных организаций, в том числе из Венесуэлы, Норвегии, Исландии, Словакии, Франции, Молдовы, Лаоса, Таиланда и др. Сотрудники музея являются членами рабочей группы по шмелям (BBSG) Комиссии по сохранению видового разнообразия (SSC) Международного союза охраны природы (IUCN). В перспективе планируется создание на базе музея палеонтологической коллекции раковин ископаемых моллюсков различного геологического возраста (от плиоцена до среднего голоцена).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В настоящее время ИЭПС УрО РАН представляет собой один из наиболее крупных научно-исследовательских ин-

ституты на Европейском Севере России. Наряду с традиционно сложившимися в институте направлениями фундамен-

ных исследований в ближайшее время планируется заложить основы для формирования здесь ряда дополнительных научных направлений:

1) исследования динамики геосистем северных и горных регионов с использованием изотопно-геохимических, геологических и палеогеографических данных (в том числе палеоклиматические и палеогидрологические реконструкции);

2) изучение историко-биогеографических процессов на основе молекулярно-генетических данных (пути расселения и эволюции высокоширотной и горной биоты, филогеография).

Для дирекции и коллектива Института представляется наиболее важным не специализация в рамках отдельных узких направлений, а проведение междисциплинарных геоэкологических, биогеохимических и биогеографических исследований с участием ученых различной специализации, что соответствует профилю отдела по наукам о Земле. Институт активно сотрудничает как с российскими, так и с зарубежными организациями, участвует в крупных российских и международных проектах, что в последние годы позволило существенно расширить спектр полевых работ и повысить уровень научных исследований. За последние десять лет происходила постепенная смена статуса ИЭПС УрО РАН – от регионального института до одного из лидеров фундаментальных экологических исследований на Европейском Севере. Ученые Института в большинстве своем отошли от узконаправленной региональной тематики, жестко привязанной к территории Архангельской области (такой искусственный подход вынужденно сформировался в 1990-е гг. из-за недостаточного финанси-

рования и по инерции сохранялся довольно длительное время), и реализуют более крупные проекты в масштабах Европейского Севера и даже Северной Евразии.

Оптимистичным представляется и то, что в последние годы специалистов Института часто приглашают на договорной основе в качестве экспертов для решения сложных проблем как в регионах России, так и за рубежом. Таковы работы по разработке планов управления лесными ресурсами (пять регионов от Псковской области до Чукотки), сейсмометрическая оценка безопасности крупных плотин Дагестана и Вьетнама, определение состояния гидротермальных экосистем Исландии, Камчатки и Кунашира, разработка рекомендаций по сохранению биоразнообразия горных районов Индокитая и др. По сути идет постепенная реализация того потенциала, который когда-то был сформирован Ф.Н. Юдахиным, создавшим аспирантуру и поддерживавшим интенсивное привлечение молодежи в Институт. Именно выпускники собственной аспирантуры составляют основу коллектива ИЭПС УрО РАН, причем многие из молодых кандидатов наук сейчас активно работают над подготовкой докторских диссертаций.

Для дирекции Института принципиальное значение имеет не только нынешнее состояние организации, но и то, каким он будет спустя годы и десятилетия. В нашем случае именно значительная доля молодых ученых и их быстрый научный рост позволяют уверенно смотреть в будущее и прогнозировать дальнейшее быстрое развитие ИЭПС УрО РАН как одного из ведущих академических институтов, форпоста Уральского отделения РАН на севере нашей страны.

Библиографический список

1. Беленович Т.Я., Кутинов Ю.Г. Особенности геодинамического режима земной коры севера и юга Евразии // Вестник Поморского государственного университета. Сер. Естеств. и точн. науки. – 2008. – № 1(13). – С. 54–58.
2. Беспалая Ю.В., Болотов И.Н., Усачева (Аксенова) О.В. Структура и видовое разнообразие топических группировок моллюсков в озерах Соловецких островов и Онежского полуострова (Северо-Запад России) // Экология. – 2011. – № 2. – С. 126–133.

3. Боголицын К.Г., Болотов И.Н. (отв. ред.) Функционирование субарктической гидротермальной экосистемы в зимний период: монография. – Екатеринбург: УрО РАН, 2011. – 252 с.
4. Давыдов Р.А. Российский опыт определения границ территориальных вод и охраны морских ресурсов в Евро-Арктическом регионе (1860-е – начало 1910-х гг.). – Архангельск, 2009. – 112 с.
5. Ежов О.Н. Афиллофоровые грибы сосны обыкновенной и их значение в лесных экосистемах в Архангельской области. – Екатеринбург: УрО РАН, 2012. – 140 с.
6. Кокрятская Н.М., Розанов А.Г., Чечко В.А. Редокс-профиль донных осадков приустьевоего района реки Обь // Океанология. – 2010. – Т. 50. – № 5. – С. 850–861.
7. Колосова Ю.С., Потапов Г.С. Шмели (Hymenoptera, Aridae) лесотундры и тундры на северо-востоке Европы // Зоол. журнал. – 2011. – Т. 90. – № 8. – С. 959–965.
8. Лукин Л.Р., Огнетов Г.Н. Морские млекопитающие Российской Арктики: эколого-фаунистический анализ. – Екатеринбург, 2009. – 202 с.
9. Малов А.И., Киселев Г.П., Рудик Г.П. Уран в подземных водах Мезенской синеклизы // ДАН, 2008. – Т. 421. – № 4. – С. 666–669.
10. Мамонтов В.Н. Параметры токовищ и состояние репродуктивных группировок обыкновенного глухаря (*Tetrao urogallus* L.) // Вестник С.-Петербургского университета. Сер. 3: Биология, 2008. Вып. 3. – С. 143–148.
11. Механизм компенсации плотностью населения в островных таксоценозах шмелей (Hymenoptera, Aridae, *Vombus*) и представления о резервных компенсаторных видах / И.Н. Болотов, Ю.С. Колосова, М.В. Подболоцкая, Г.С. Потапов, И.В. Грищенко // Изв. РАН. Сер. Биол. – 2013. – № 3. – С. 357–367.
12. Модификация лигносульфонатов и оценка возможности их комплексобразования с хитозаном / К.Г. Боголицын, А.С. Аксенов, И.А. Паламарчук, Т.А. Бойцова, О.С. Бровко, С.С. Хвиузов, Т.В. Левандовская, В.П. Варламов // Изв. вузов. Лесной журнал. – 2012. – № 1. – С. 80–87.
13. Морозов А.Н., Французова В.И. Оценка эффективности регистрации сейсмических событий станциями Архангельской сейсмической сети // Вестник Поморского ун-та. Сер.: Естеств. и точн. науки. – 2009. – № 1. – С. 35–39.
14. Научные основы эколого-аналитического контроля промышленных сточных вод ЦБП. / К.Г. Боголицын, Т.В. Соболева, М.А. Гусакова, А.С. Почтовалова, Т.Ф. Личутина – Екатеринбург: УрО РАН, 2010. – 167 с.
15. Пермиловская А.Б. Русский Север как особая территория наследия. – Екатеринбург: УрО РАН, 2010. – 552 с.
16. Пермиловская А.Б. Русское деревянное зодчество. Произведения народных мастеров и вековые традиции / в соавт. с А.Б. Бодде (отв. ред.), Н.П. Крадиным и др. – М.: Северный паломник, 2012. – 670 с.
17. Современный поток мигрантов и его роль в формировании фаун булавоусых чешуекрылых (Lepidoptera, Rhopalocera) на морских островах с молодой аллохтонной биотой / И.Н. Болотов, М.В. Подболоцкая, Ю.С. Колосова, Н.А. Зубрий // Изв. РАН. Сер. Биол. – 2013. – № 1. – С. 88–98.
18. Средообразующая роль планктонных сообществ экосистемы устьевого области реки Северной Двины / Т.Я. Воробьева, Е.И. Собко, Н.В. Шорина, С.А. Забелина // Изв. Самарского научного центра РАН. – 2010. – Т. 12. – № 1(4). – С. 920–924.
19. Сурсо М.В. Микроспорогенез, опыление и микрогаметогенез у *Juniperus communis* (Cupressaceae) // Ботанический журнал. – 2012. – Т. 97. – № 2. – С. 211–221.
20. Сурсо М.В., Барзут Л.С. Можжевельники Пятигорска и Приэльбрусья: краткая морфологическая характеристика и особенности роста // Изв. вузов. Лесной журнал. – 2012. – № 2. – С. 7–13.
21. Тарханов С.Н. Формы внутривидовой изменчивости хвойных в условиях атмосферного загрязнения. – Екатеринбург: УрО РАН, 2010. – 214 с.
22. Шварцман Ю.Г., Болотов И.Н. Пространственно-временная неоднородность таежного биота в области плейстоценовых материковых оледенений. – Екатеринбург: изд-во УрО РАН, 2008. – 263 с.
23. Эколого-аналитические аспекты формирования и оценки состава сточных вод ЦБП / М.А. Гусакова, К.Г. Боголицын, А.С. Почтовалова, Н.В. Селиванова, Н.А. Гаврилова // Целлюлоза. Бумага. Картон. – 2011. – № 7. – С. 52–53.
24. Юдахин Ф.Н. (отв. ред.). Сейсмологические исследования в Арктических и приарктических регионах: монография. – Екатеринбург: УрО РАН, 2011. – 244 с.
25. Ezhov O.N., Zmitrovich I.V., Ershov R.V. On Salix-associated *Polyporus pseudobetulinus* and *P. choseniae* in Russia // Karstenia. – 2010. – Vol. 50. – P. 53–58.
26. Malov A. Uranium Occurrence and Behaviour in Groundwater (The Example of North-West Russia) // Uranium. Characteristics, Occurrence and Human Exposure. Nova Science Publishers. New York, 2012. – P. 155–185.
27. Size fractionation of trace elements in a seasonally stratified boreal lake: control of organic matter and iron colloids / O.S. Pokrovsky, L.S. Shirokova, S.A. Zabelina, T.Y. Vorobieva, O.Y. Moreva, S.I. Klimov, A.V.

Chupakov, N.V. Shorina, N.M. Kokryatskaya, S. Audry, J. Viers, C. Zoutien, R. Freydier // Aquatic Geochemistry. – 2012. – Vol. 18. – P. 115–139.

28. West Siberian palsa peatlands: distribution, typology, hydrology, cyclic development, present-day climate-driven changes and impact on CO₂ cycle / *O.S. Pokrovsky, S. Kirpotin, Y. Polishchuk, N. Bryksina, A. Sugaipova, A. Kouraev, E. Zakharova, L.S. Shirokova, M. Kolmakova, R. Manassypov, B. Dupre // Intern. J. of Env. Studies. – 2011. – Vol. 68(5). – P. 603–623.*

**INSTITUTE OF ECOLOGICAL PROBLEMS OF THE NORTH OF URAL BRANCH OF
RUSSIAN ACADEMY OF SCIENCES – THE ADVANCED POST OF URAL
ACADEMICIAN SCIENCE IN THE NORTH**

K.G. Bogolitsyn, I.N. Bolotov, N.S. Gorbova

The paper gives general characteristics of Institute of Ecological Problems of the North of Ural Branch of Russian Academy of Sciences as one of the leading academic institutes in the Northern European Russia. Several results of scientific studies and organization activities for the last five years are illustrated. Information about international activities and field expeditions is given. Data on new scientific subdivisions (seismic observatory, biological museum, centre of molecular-genetic investigations) are represented. The nearest perspectives of the Institute development are considered. The article points out the significance of this organization as an advanced post of Ural academician science in the North.

Keywords: IEPN, Ural Branch of RAS, academician science, basic research, Northern Russia

Сведения об авторах

Боголицын Константин Григорьевич, доктор химических наук, директор, Институт экологических проблем Севера УрО РАН (ИЭПС УрО РАН), 163000, г. Архангельск, наб. Северной Двины, 23; e-mail: dirnauka@iepn.ru

Болотов Иван Николаевич, доктор биологических наук, заместитель директора по научным вопросам, ИЭПС УрО РАН; e-mail: inepras@mail.ru

Горбова Наталья Сергеевна, кандидат химических наук, ученый секретарь, ИЭПС УрО РАН; e-mail: n.gorbova@iepn.ru

Материал поступил в редакцию 15.02.2013 г.